

## **UTJECAJ RADNIH SATI TRAKTORA NA RAZINU PROIZVEDENE BUKE**

### **IMPACT OF TRACTOR OPERATING HOURS ON PRODUCED SOUND LEVEL**

**Ž. Barač, I. Plaščak, G. Heffer, I. Vidaković, M. Jurišić**

#### **SAŽETAK**

U radu su prikazani rezultati istraživanja provedenih 2010., 2013. i 2015. godine. Istraživanje je obavljano tri godine u cilju mjerenja proizvedene buke na poljoprivrednim traktorima. Mjerene su razine buke u skladu s propisanom normom *HRN ISO 6395* koja se odnosi na mjerenje vanjske buke pri gibanju traktora, te normama *HRN ISO 6396* i *HRN ISO 5131* koje se odnose na mjerenje unutarnje buke na mjestu rukovatelja pri gibanju traktora. Istraživanje je obavljeno na ispitnoj površini Belja d.d. u blizini mjesta Mirkovac. Istraživanja su obavljena sa tri traktora *FENDT model 410* s ciljem utvrđivanja promjene proizvedene razine buke u odnosu na povećanje broja radnih sati traktora. Rezultati pokazuju da niti jedan od ispitivanih poljoprivrednih traktora nije proizveo višu razinu buke od dozvoljenih 90 dB, a također je utvrđeno da traktori iz 2016. godine s povećanjem broja radnih sati emitiraju višu razinu vanjske buke. Traktori iz 2015. godine emitiraju višu razinu unutarnje buke, što nije u skladu s postavljenom hipotezom istraživanja.

Ključne riječi: poljoprivredni traktor, vanjska buka, unutarnja buka, radni sati

#### **ABSTRACT**

The paper presents the results of research conducted in 2010, 2013 and 2015. The study was carried out three years in order to measure the noise produced on agricultural tractors. Measured were noise levels in accordance with the prescribed standard *ISO 6395* which refers to the measurement of external noise of the moving tractor and standards *ISO 6396* and *ISO 5131* relating to the measurement of internal noise at the operator working place of the moving tractor. The study was carried out in the test area Belje d.d. near

Mirkovac. Research was carried out on three tractors *Fendt model 410* to determine the changes of produced noise level compared to the changes of the tractor operating hours. The results show that none of the tested farm tractors produced higher noise levels than the permitted 90 dB, and it was also established that the tractors from 2016, with an increase in the number of hours broadcast a higher level of external noise. Tractors from 2015 emit higher levels of internal noise, which is not in accordance with the set hypothesis research.

Keywords: agricultural tractors, outdoor noise, indoor noise, operating hours

## UVOD

Buka je zagađenje okoliša inducirano zvukom koji nepovoljno utječe na ljudsko audativno zdravlje, fiziološku i psihološku ravnotežu, te smanjenje produktivnost (Klaeboe i sur. 2000.). Prema *Zakonu o zaštiti od buke* (NN 20/03, URL1) izvor buke je svaki stroj, uređaj, instalacija, postrojenje, sredstvo za rad i transport, tehnološki postupak, elektroakustički uređaj za glasno emitiranje glazbe i govora, bučna aktivnost ljudi i životinja i druge radnje od kojih se širi zvuk. *Pravilnik o postupku homologacije traktora za poljoprivredu i šumarstvo* s obzirom na razinu buke koju osjeća rukovatelj traktora objavljenom u *NN 105/04* nalaže da dopuštena razina buke u kabini traktora pri zatvorenim vratima i prozorima, koju rukovatelj može podnijeti pri osmosatnom izlaganju bez oštećenja sluha i zdravlja općenito, iznosi 90 dB (URL2).

Suchomel i sur. (2010.) obavili su istraživanje proizvedene razine buke koja utječe na rukovatelja pri radu usitnjavača drveta te utvrdili da zabilježene vrijednosti buke nisu prelazile dopuštene granice regulirane normama. Za istraživanje su koristili kabinu traktora *VALTRA T 191* u kombinaciji s usitnjavačem drveta *BOBR 80 S* i *KESLA FORESTER C 4560 LF*. Najviša izmjerena razina buke pri radu s usitnjavačem drveta *BOBR 80 S*, iznosila je 77,70 dB. Najviša izmjerena razina buke pri radu s usitnjavačem drveta *KESLA FORESTER C 4560 LF* iznosila je 76,70 dB.

Barać i sur. (2015.) mjereći razinu buke unutar i izvan kabine na tri traktora *FENDT model 410* utvrđuje da izmjerena razina ne prelazi 90 dB. Nadalje, isti autori napominju kako je održavanje bitan čimbenik koji utječe na pojavu proizvedene razine buke.

Izmjerena razina buke na mjestu rukovatelja traktora bez priključnog stroja je manja tijekom gibanja na makadamskoj cesti, u odnosu na izmjerenu razinu buke pri agrotehničkoj operaciji sjetve (Pobedin i sur., 2015.). Prema Bilskiju (2013.) proizvedena razina buke je u rasponu od 62,1 dB do 87,4 dB za različite radne zadatke na traktorima raspona snage od 96 do 227 kW. Ne prelazi granicu dopuštene proizvedene razine buke od 90 dB.

Barać i sur. (2016.) navode da proizvedena razina buke na mjestu rukovatelja traktora *LANDINI POWERFARM DT 100 A* pri gibanju po tri agrotehničke podloge ne prelazi dozvoljenih 90 dB.

## CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja je utvrditi razinu buke unutar i izvan traktora pri različitom broju okretaja motora i različitom broju radnih sati te pronaći moguću zavisnost.

## MATERIJAL I METODE

Istraživanje je obavljeno na ispitnoj površini *Belja d.d.* u blizini mjesta Mirkovac, na tri traktora proizvođača *FENDT model 410*, te su isti u radu označeni oznakama  $T_1$ ,  $T_2$  i  $T_3$ . Tijekom eksploatacije traktori su obavljali poslove istih eksploatacijskih karakteristika. Ispitivani traktori ostvarili su brojeve radnih sati kako je naznačeno u Tablici 1.

**Tablica 1. Prikaz radnih sati pri mjerenju buke 2010., 2013. i 2015. godine**

**Table 1. Number of hours of noise measuring in 2010, 2013 and 2015**

	Radni sati <i>Working hours</i>		
	2010. godina <i>year 2010</i>	2013. godina <i>year 2013</i>	2015. godina <i>year 2015</i>
Traktor $T_1$ <i>Tractor <math>T_1</math></i>	5580	20158	30273
Traktor $T_2$ <i>Tractor <math>T_2</math></i>	6584	21017	33589
Traktor $T_3$ <i>Tractor <math>T_3</math></i>	7574	21892	33936

Istraživanja na tri navedena traktora trajala su tri godine (2010., 2013. i 2015.). Održavanje istraživanih traktora obavljeno je po nuputcima za rukovanje i održavanje proizvođača. Mjerenja su obavljena u skladno propisanim normama za mjerenje buke koju traktor proizvodi u okolinu – vanjska buka u uvjetima gibanja (*HRN ISO 6395*) te za mjerenje buke koju traktor proizvodi u kabini rukovatelja također u uvjetima gibanja (*HRN ISO 6396 i HRN ISO 5131*). U svakoj su mjernoj točki su obavljena po tri mjerenja uz tri ponavljanja u vremenskim intervalima od 30 sekundi te je od tih mjerenja izračunata prosječna, vremenski usrednjena (ekvivalentna) trajna zvučna razina. Mjerenja su obavljena zvukomjerom proizvođača *METREL - Multinorm MI 6201 EU* s pripadajućom zvučnom sondom (mikrofonom klase B) istog proizvođača. Rezultat mjerenja daje sljedeće vrijednosti:

-  $LA_{eq}$  - vremenski usrednjena (ekvivalentna) trajna zvučna razina mjerena u oba mjerna kanala. To je najvažnija i najkorištenija veličina koja je ujedno i srednja vrijednost zvučne razine za cijelo vrijeme mjerenja.

-  $LAF_{min}$  - najniža vremenski usrednjena zvučna razina mjerena u brzom odzivnom kanalu ( $F=fast$ ; vrijeme odziva,  $r = 125$  ms)

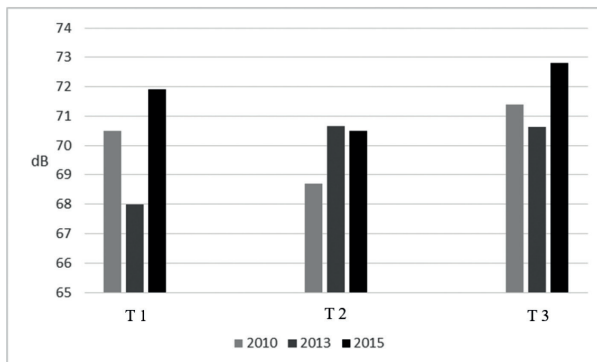
-  $LAF_{max}$  - najviša vremenski usrednjena zvučna razina mjerena u brzom (F) kanalu.

Izmjerene vrijednosti statistički su obrađene primjenom dodatka za statističku obradu podataka programskog paketa MS Office Excel 2007 i programom IBM SPSS Statistics v.19.0.1. U radu su prikazane deskriptivne statističke vrijednosti te analiza varijance.

## REZULTATI

### **Prikaz ukupnih srednjih vrijednosti razine vanjske buke traktora izmjerene tijekom 2010., 2013. i 2015. godine**

Prikazane usrednjene trajne zvučne razine vrijednosti ( $LA_{eq}$ ) vanjske buke traktora u tri godine istraživanja prikazane su dijagramom 1.. Buka je u 2010. godini najveća kod traktora  $T_3$  (71,4 dB), a najmanja kod traktora  $T_2$  (68,7 dB). U 2013. godini izmjerena je najveća usrednjena trajna zvučna razina buke kod traktora  $T_2$  (70,65 dB), a najmanju usrednjenu trajnu zvučnu razinu buke proizveo je traktor  $T_1$  (68,08 dB). Dok je najveća usrednjena trajna zvučna razina buke izmjerena kod traktora  $T_3$  (72,8 dB), a najmanja kod traktora  $T_2$  (70,5 dB)

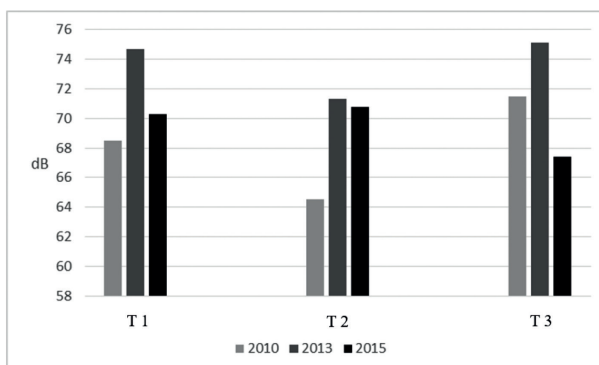


Dijagram 1. Usporedni prikaz srednjih vrijednosti vanjske buke pri kretanju

Figure 1. Comparatives for the mean values of external noise when moving

### Prikaz ukupnih srednjih vrijednosti buke na radnom mjestu rukovatelja izmjerene tijekom 2010., 2013. i 2015. godine

Usporedno usrednjene trajne zvučne razine vrijednosti buke ( $LA_{eq}$ ) na radnom mjestu rukovatelja traktora u tri godine istraživanja prikazane su dijagramom 2. te je vidljivo kako je 2010. godine najvišu buku na mjestu rukovatelja proizveo traktor  $T_3$  (71,5 dB), a najmanju traktor  $T_2$  (64,5 dB). Dok je 2013. godine utvrđena najveća usrednjena trajna zvučna razina buke na mjestu rukovatelja traktora  $T_3$  (75,12 dB), a najmanja na mjestu rukovatelja traktora  $T_2$  (71,3 dB). Ponovljenim je mjerenjem 2015. godine bila najveća kod traktora  $T_2$  (70,8 dB), dok je najmanja izmjerena kod traktora  $T_3$  (67,4 dB).



Dijagram 2. Usporedni prikaz srednjih vrijednosti unutarnje buke pri kretanju

Figure 2. Comparative overview of the mean internal noise when moving

### Usporedni statistički prikaz izmjerene buke iz 2010., 2013. i 2015. godine

Iz tablice 2. vidljivo je da je standardna pogreška manja kod traktora (Grupa 3), a veća standardna pogreška prikazana je kod traktora (Grupa 2). Dok je najveća prikazana kod traktora (Grupa 1).

**Tablica 2. Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti vanjske buke**

**Table 2. Descriptive statistics of mean values of external noise**

Grupa	N	$\bar{x}$ LA <sub>eq</sub> , dB Mean LA <sub>eq</sub>	Std. Devijacija stdev stdev	Koef. Varijacije K. V. % C. V.	Std. Pogreška Std. error	95% Interval pouzdanosti za srednju vrijednost 95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
						Niža granica Lower bound	Viša granica Upper bound		
1	24	70,245	2,422	3,447	0,494	69,223	71,268	66,2	74,8
2	24	69,791	2,016	2,889	0,411	68,940	70,643	65,6	74,0
3	24	71,500	1,631	2,281	0,332	70,811	72,188	67,6	74,8
Total	48	70,018	2,216	3,165	0,319	69,375	70,662	65,6	74,8

Na tablici 3. razvidno je da se među promatranim traktorima analizom varijance utvrđena statistički značajna razlika u iznosu srednjih vrijednosti izmjerene buke.

**Tablica 3. Analiza varijance(ANOVA)**

**Table 3. Analysis of variance (ANOVA)**

	Suma kvadrata Sum of Squares	df	Srednja vr. kvadrata Mean Square	F	Sig. $\alpha_{0,05}$
Između grupa/ Between groups	37,585	2	18,793	4,477	0,015
Unutar grupa/ Within groups	289,647	69	4,198		
Ukupno/ Total	327,232	71			

Na tablici 4. prikazana standardna pogreška najmanja je kod traktora (Grupa 2), dok je kod traktora (Grupa 1) standardna pogreška najveća i iznosi 1,03198.

**Tablica 4. Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti unutarnje buke**

**Table 4. Descriptive statistics of mean values of internal noise**

Grupa	N	$\bar{x}$ LA <sub>eq</sub> , dB Mean LA <sub>eq</sub>	stdev stdev	K. V. % C. V.	Std. Pogreška Std. Error	95% Interval pouzdanosti za srednju vrijednost 95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
						Niža granica Lower bound	Viša granica Upper bound		
1	12	68,216	3,574	5,240	1,031	65,945	70,488	62,3	75,0
2	12	73,739	2,078	2,819	0,600	72,418	75,060	70,9	77,2
3	12	69,566	2,081	2,992	0,600	68,244	70,889	66,8	73,1
Total	24	70,978	4,016	5,659	0,819	69,281	72,674	62,3	77,2

Analizom varijance među promatranim traktorima, prikazanom u tablici 5., utvrđena je statistički značajna razlika u iznosu srednjih vrijednosti izmjerene buke. Vidljivo je kako razina emitirane unutarnje buke mjerene pri gibanju ima znatno viši iznos kod traktora (Grupa 2) u odnosu na traktore (Grupa 1) i (Grupa 3).

**Tablica 5. Analiza varijance (ANOVA)**

**Table 5. Analysis of variance (ANOVA)**

	Suma kvadrata Sum of Squares	df	Srednja vr. kvadrata Mean Square	F	Sig.
Između grupa/ Between groups	196,537	2	98,269	13,819	0,000
Unutar grupa/ Within groups	234,672	33	7,111		
Ukupno/ Total	431,210	35			

## ZAKLJUČCI

Uopćeno, a što prikazuje i tablica 2, srednje vrijednosti vanjske buke pri kretanju više su vrijednosti kod traktora (Grupa 3, 71,500 dB) u odnosu na traktore (Grupa 1, 70,245 dB) kod kojih je izmjerena viša razina buke nego li kod traktora (Grupa 2, 69,791 dB). Nadalje, više srednje vrijednosti unutarnje buke pri kretanju, tablica 4, emitirali su traktori (Grupa 2, 73,739 dB) sa srednjim brojem radnih sati te traktori (Grupa 3, 69,566 dB) s najvećim brojem sati i traktori (Grupa 1, 68,276 dB) s najmanjim brojem radnih sati.

Rezultati istraživanja pri mjerenju vanjske buke pri kretanju potvrdili su postavljenu hipotezu da će se s povećanjem radnih sati emitiranje buke povećati. Dok izmjerena razina unutarnje buke pri kretanju nije u skladu s postavljenom hipotezom, viša razina buke izmjerena je kod traktora sa srednjim brojem radnih sati. Daljnja bi istraživanja trebala opisati utvrđenu anomaliju.

Nadalje, iz izvršenih mjerenja, razvidno je da niti jedan traktor gledajući ekvivalentnu usrednjenu trajnu zvučnu razinu buke ( $LA_{eq}$ ) u bilo kojoj točki mjerenja bilo pri određivanju vanjske ili unutarnje buke pri kretanju, nije proizveo buku koja je prelazila dopuštenu razinu od 90 dB.

Prema tome možemo zaključiti kako rukovatelji koji upravljaju ovim traktorima, a neovisno o starosti promatranih traktora, nisu izloženi zakonom propisanoj opasnoj razini buke, odnosno nisu u opasnosti od privremenog ili trajnog oštećenja sluha.

## LITERATURA

1. Barać, Ž., Plaščak, I., Jurić, T., Jurišić, M., Zimmer, D. (2015): Starost traktora kao čimbenik proizvedene razine buke, *Agronomski glasnik* 76 (3): 151 – 161.
2. Barać, Ž., Plaščak, I., Jurić, T., Jurišić, M., Zimmer, D., Čuković, I. (2016): Utjecaj različitih agrotehničkih podloga na generiranje buke pri eksploataciji poljoprivrednog traktora. *Proceedings & abstract of the 9th International Scientific/Professional Conference Agriculture in Nature and Environment Protection*, Vukovar, 06.-08.06.2016., p.n. 78 - 81.
3. Bilski, B. (2013): Audible and infrasonic noise levels in the cabins of modern agricultural tractors –does the risk of adverse, exposure – dependent effects still exist. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health* 26: 488 – 493.



4. Klæboe, R., Kolbenstvedt, M., Clench – Aas, J., Bartonova, A. (2000): Oslo traffic study – part 1: an integrated approach to assess the combined effects of noise and air pollution on annoyance, *Atmospheric Environment* 34 (27): 4727 - 4736.
5. Mofrad, F.E., Lar M.B., Kohan, A. (2014): Reduce noise in the cab of the tractor MF 399 sugar transport operation, *Aensi Journals – Advances in Environmental Biology* 8: 3035 – 3038.
6. Pobedin, A.V., Dolotov, A.A., Iskaliev, A.I., Potapov, P.V. (2015): research of noise in tractor K700 cabin, *Journal of KONES Powertrain and Transport*, 22 (1): 261 – 264.
7. Suchomel, J.; Belanová, K.; Vlčková, M. (2010): Evaluation of noise in the wood chips production, Department of Forest Exploitation and Mechanisation, Faculty of Forestry, Technical University of Zvolen, Slovakia.
8. URL1: Pravilnik o postupku homologacije traktora za poljoprivredu i šumarstvo s obzirom na razinu buke koju osjeća vozač traktora TPV 309 (NN 105/04), Home page address: [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2007\\_04\\_37\\_1234.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2007_04_37_1234.html)
9. URL2: Zakonu o zaštiti od buke (NN 20/03), Home page address: [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2004\\_10\\_145\\_2548.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2004_10_145_2548.html) (2015-10-15).
10. \*\*\*(2000): Akustika – mjerenje vanjske buke strojeva za zemljane radove – uvjeti ispitivanja pri kretanju, HRN ISO 6395, Zagreb.
11. \*\*\*(2000): Akustika – mjerenje buke strojeva za zemljane radove na mjestu rukovatelja – ispitivanje u uvjetima simuliranoga radnog ciklusa, HRN ISO 6396, Zagreb.
12. \*\*\*(2000): Akustika – traktori i strojevi za poljoprivredu i šumarstvo – mjerenje buke na mjestu rukovatelja – pregledna metoda, HRN ISO 5131, Zagreb.

**Adresa autora – Author's address:**

doc. dr. sc. Ivan Plaščak,  
e-mail: [iplascak@pfos.hr](mailto:iplascak@pfos.hr),  
Željko Barać, mag. ing. agr.,  
prof. dr. sc. Goran Heffer,  
Ivan Vidaković, mag. ing. mech.,  
prof. dr. sc. Mladen Jurišić  
Poljoprivredni fakultet Osijek,  
Sveučilište J. J. Strossmayera,  
Kralja Petra Svačića 1d, 31000 Osijek, Hrvatska

**Primljeno- Received:**

25.02.2016.