Utjecaj agrotehničkih zahvata na proizvedenu razinu buke u odnosu na radne sate traktora

Talaja, Marin

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josip Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:996328

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Marin Talaja

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Mehanizacija

Utjecaj agrotehničkih zahvata na proizvedenu razinu buke u odnosu na radne sate traktora

Završni rad

Osijek, 2017.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Marin Talaja

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Mehanizacija

Utjecaj agrotehničkih zahvata na proizvedenu razinu buke u odnosu na radne sate traktora

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. Željko Barač, mag. ing., mentor
2. doc. dr. sc. Ivan Plaščak, član
3. prof. dr. sc. Tomislav Jurić, član

Osijek, 2017.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, smjer Mehanizacija
Marin Talaja

Završni rad

Utjecaj agrotehničkih zahvata na proizvedenu razinu buke u odnosu na radne sate traktora

Sažetak:

U radu su prikazani rezultati mjerenja buke u kabini rukovatelja pri radu malčera i raspršivača tijekom 2015. i 2016. godine. Cilj istraživanja bio je utvrditi hoće li se i u kojoj mjeri povećati razina buke u odnosu na radne sate traktora pri navedenim agrotehničkim zahvatima. Korišten je traktor LANDINI POWERFARM DT 100A, mjerenja su obavljena na površinama Poljoprivredne i veterinarske škole u Osijeku, a isto je provedeno u skladu s propisanim normama HRN ISO 6396 i HRN ISO 5131. Mjerenje je obavljeno je s lijeve i desne strane rukovatelja uz eksploatacijsku brzinu traktora u vremenu od 30 minuta. Mjerenja su obavljena uređajem proizvođača METREL tipa Multinorm MI 6201 EU s pripadajućom zvučnom sondom (mikrofon klase B). Izmjerena buka bila je najviša kod mjerenja 2015.godine za vrijeme rada raspršivača. Pri radu malčera izmjerene su slične vrijednosti, odnosno buka izmjerena 2016. godine bila je zanemarivo veća nego 2015. godine. Najvažnije kod ovog mjerenja je to da razina buke nije prelazila dopuštene granice. Tako je utvrđeno da rukovatelj ovog traktora nije izložen negativnim utjecajem buke na zdravlje.

Ključne riječi: buka, malčer, poljoprivredni traktor, raspršivač, rukovatelj

Završni rad je pohranjen: u Knjižnici Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Jurja Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agriculture in Osijek
Undergraduate university study Agriculture, course Mehanizaction

BSc Thesis

The impact of agro-technical interventions on the produced noise level in relation to working hours tractors

Summary:

The paper presents the results of noise measurements in the operator's cab at work flail mower and axial fan spayer during 2015. and 2016. years. The aim of the research was to determine whether and to what extent the noise level in relation to the working hours of the tractor in the specified agrotechnical procedures. Used tractor is LANDINI POWERFARM DT 100A, tests are conducted on surfaces Agricultural and veterinary school in Osijek. and measurement was conducted in accordance with the specified standards HRN ISO 6396 and HRN ISO 5131. The measurement is carried out with the left and right side of the operator with exploitation speed in time of 30 minutes. When testing used the device manufacturer METREL type Multinorm MI 6201 EU with accompanying sound probe (microphone class B). The measured noise was the highest for the measurement in 2015. years during operation axial fan spayer. When working flail mower were measured similar values, respectively noise measured 2016. years was marginally higher than 2015. years. The most important thing with this measurement is that the noise level not exceed the legal limits. Thus, it was found that the operator of the tractor is not exposed to the negative impact of noise on health.

Key words: noise, agricultural tractor, flail mower, axial fan spayer, operator

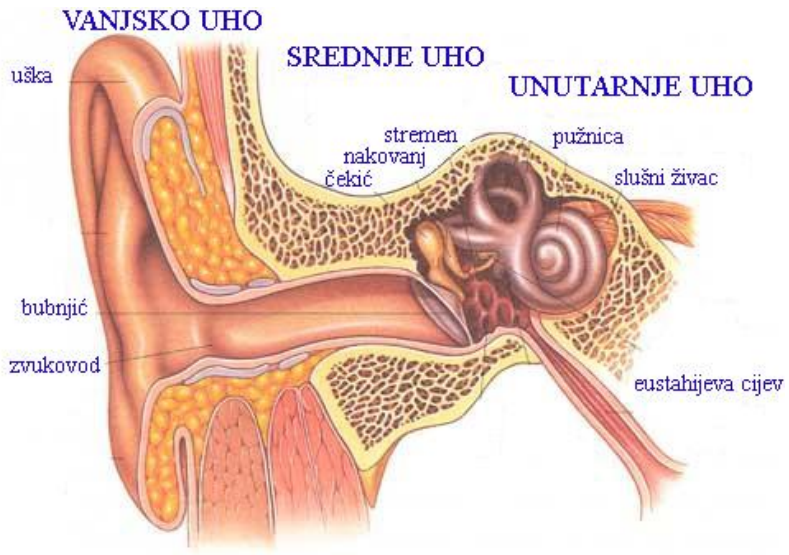
BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agriculture in Osijek and in digital repository of Faculty of Agriculture in Osijek

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. MATERIJALI I METODE 6
3. REZULTATI I RASPRAVA 13
3.1 Rezultati vrijednosti buke izmjereni pri radu raspršivača s desne i lijeve strane . 13
3.2 Rezultati vrijednosti buke izmjereni pri radu malčera s lijeve i desne strane..... 14
3.3 Usporedni statistički prikaz izmjerene buke pri radu raspršivača s desne strane 2015. i 2016. godine 17
3.4 Usporedni statistički prikaz izmjerene buke pri radu raspršivača s lijeve strane 2015. i 2016. godine 18
3.5 Usporedni statistički prikaz izmjerene buke pri radu malčera s desne strane u 2015. i 2016. godini 19
3.6 Usporedni statistički prikaz izmjerene buke pri radu malčera s lijeve strane u 2015. i 2016. godini. 20
4. ZAKLJUČAK 21
5. POPIS LITERATURE 22

1. UVOD

Zvuk koji čujemo zapravo je valno titranje zraka određenom frekvencijom. Uška koja služi kao prijamnik, pomaže nam i odrediti smjer dolaska zvuka. Zvuk ulazi u zvukovod i dolazi do bubnjića. Valno titranje zraka tjera bubnjić na titranje. Bubnjić možemo zamisliti kao elipsastu membranu koja odvaja vanjsko od srednjeg uha. U srednjem uhu nalaze se tri najmanje koščice ljudskoga tijela: čekić, nakovanj i stremen što je prikazano na slici 1. Zajedno čine polužni sustav koji prenosi i pojačava titranje bubnjića u unutarnje uho. Binauralno slušanje, ili slušanje s oba uha, omogućuje nam odrediti iz kojeg smjera dolazi zvuk. Uz mogućnost izdvajanja, tj. koncentriranja na određeni zvuk u prostoru s više izvora zvukova i izrazitu preciznost pri razabiranju frekvencija zvuka. (Izvor: Microton d.o.o.: Uho i sluh. https://www.microton.hr/uho-i-sluh/377/HR (10.5.2017.))



Slika 1. Dijelovi uha

(Izvor: https://www.microton.hr/admin/_upload/_webimages/uho.jpg)

Brkić i sur. (2005.) ukazuju da je buka posljedica rada traktorskog motora, rada elemenata transmisije, ispušne cijevi, pročistača za zarak te priključnog stroja ili oruđa. Negativan utjecaj buke na rukovatelju traktora očituje se u smanjenju koncentracije rukovatelja, povećanoj razdražljivosti, javljaju se poremećaji pri disanju. učestalije su pogreške tijekom rada, brže se javlja umor kod rukovatelja i slično. Što je razina buke viša, to je izlaganje buci manje. Smanjenje negativnog utjecaja buke može se postići ispravnim održavanjem

traktora čime se osigurava normalan rad motora, oblaganjem traktorske kabine materijalom koji dobro apsorbira zvuk. Zaštita rukovatelja i djelatnika na priključnim strojevima od negativnog utjecaja buke može se ostvariti osobnom zaštitom (ušni čepovi, vata za zaštitu od buke te ušni štitnici).

Pravilnik o postupku homologacije traktora za poljoprivredu i šumarstvo s obzirom na razinu buke koju osjeća rukovatelj traktora objavljenom u NN 37/07 nalaže da je naveća dopuštena razina buke koju osjeća rukovatelj traktora 90 dB. (Izvor: Narodne novine: Pravilnik o postupku homologacije traktora za poljoprivredu i šumarstvo s obzirom na razinu buke koju osjeća vozač traktora TPV 309 (izdanje 00), 10.4.2007. http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2007_04_37_1234.html (15.5.2017.))

Općenito se smatra da izloženost tijekom cijele radne smjene ukupnoj buci razine zvuka ispod 90 dB ne uzrokuje oštećenje sluha. U tablici 1 je navedeno vrijeme tijekom kojeg radnik smije biti maksimalno izložen buci razine zvuka iznad 90 dB svakoga dana. (Izvor: Vaš doktor informativno edukativni portal. http://www.vasdoktor.com/medicina-rada/1352-buka (10.5.2017.))

Tablica 1. Dopušteno vrijeme izlaganja buci s obrzirom na razinu buke

Dopušteno vrijeme izlaganja buci (h)	Razina buke dB
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1,5	102
1	105
0,5	110
0,25	115

(Izvor: Vaš doktor informativno edukativni portal. http://www.vasdoktor.com/medicina-rada/1352-buka (10.5.2017.))

Kuznetsov i sur. (2016.) ukazuju na potrebu za riješavanjem problema povezanih s nepovoljnim zvučnim utjecajem. Buka na radnom mjestu povezana je s korištenjem malih alata i opreme, te je stvarna prijetnja zdravlju radnika. Rezultati istraživanja pokazuju da je maksimalna vrijednost ekvivalentne razine buke bila 81,2 dB, a minimalna vrijednost 70,0 dB. Intenzitet smanjenja akustične razine tlaka u frekvencijskom pojasu je 0,3 - 0,4 dB po 1 metru udaljenosti od izvora zvuka.

Bilski (2017.) je utvrdio da su najintenzivniji izvori infrazvuka bili kod modernih i starih tipova poljoprivrednih strojeva. Vrlo važni štetni čimbenici jesu izloženost infrazvuku kod trudnica i tinejđera na radim mjestima u poljoprivredi. Zvučna i infrazvučna buka je značajan rizik u poljoprivredi. U mnogim znanstvenim radovima ispitivana je izloženost buci, no izvori infrazvuka u poljoprivredi nisu u potpunosti ispitani i prezentirani. Infrazvuk sastoji se od akustičnih oscilacija čija je frekvencija ispod granice zvučnog zvuka. Izloženost zvučnoj i infrazvučnoj buci u poljoprivredi je vrlo karakteristična, ovisi o vrsti mehanizacije, organizacije rada, o radnom mjestu te vremenskim uvijetima. Zaštita od infrazvuka je vrlo teška jer su infra valovi slabo prigušeni i lako se šire na velikim udaljenostima od izvora. Borba protiv infrazvuka mora biti na njegovom izvoru.

Barač i sur. (2014.) obavili su mjerenja na ispitnoj površini Belja d.d. u blizini mjesta Mirkovac. Istraživanja su obavljena na tri traktora tvrtke FENDT modela 410 s ciljem utvrđivanja povećanja proizvedene razine buke u odnosu na starost traktora (broj radnih sati. Te su utvrdili da niti jedan od ispitivanih poljoprivrednih traktora nije proizveo višu razinu buke od dozvoljene granice.

Butkus i sur. (2015.) zaključuju da je tendencija promjene razine buke u međusobnoj povezanosti s godinom proizvodnje tj. što je traktor noviji razina buke je manja. Primjećeno je prosječno smanjenje buke od 1 dB po godini proizvodnje traktora. Provedeno istraživanje obuhvatilo je 50 poljoprivrednih traktora od 1981. godine proizvodnje do najnovijih. Rezultati mjerenja pokazuju široku oscilaciju razine buke u kabinama. Kako je ovo istraživanje uključivalo suvremene i stare rabljene poljoprivredne traktore, razine buke variraju od 67,7 dB do 94,7 dB dok je najviša izmjerena vrijednost bila 119 dB. Također analiza razine buke pokazuje da je u traktorima dominantna buka niske frekvencije od 16 do 125 Hz. Razine buke u traktorima proizvedenim nakon 2000. godine su u prosjeku za 13,4 dB niže, nego kod ostali traktora što znači značajno poboljšanje u smanjenju razine buke.

Murphy i Harshman (2017.) navode da dugotrajno izlaganje visokim razinama zvuka rezultira gubitkom sluha kod poljoporivrednika. Poljoprivredna proizvodnja može stvoriti visoku razinu buke. Buku definiraju kao neželjeni, neugodan i opasan zvuk. Ozbiljna ozljeda sluha nije tako dramatična kao naglo prevrtanje traktora ili stroja, ali je stalna i opasna. Zvuk ima dva svojstva koja su važna u spriječavanju gubitka sluha uzrokovano bukom, a to su: frekvencija i intrenzitet. Percipirana jačina zvuka uz frekvenciju i intenzitet ovisi i o tome koliko nam je blizu izvor zvuka i zdravlju ušiju. Zaštita sluha započinje s prepoznavanjem koliko je zvuka odnosno buke previše tj. štetno, zatim treba ograničiti izloženost opasnim razinama. Razina buke također ovisi o starosti i održavanju traktora tako će tridesetogodišnji traktor s otvorenom kabinom biti glasniji, nego novi traktor s kabinom. Isto tako će stari kompresor za zrak biti glasniji, nego novi komopresor za zrak s prigušivačem.

U starijim kabinama i traktorima bez kabina razina buke može dosegnuti od 95-100 dB. Buka koju rukovatelj traktora čuje također ovisi o traktorskoj opremi. Traktori koji rade pri najvećoj snazi ili s agregatiranim strojevima (balirke, malčeri, berači...) proizvode višu buku. Loše održavani traktori i traktorska kabina koja nije dobro zvučno izolirana proizvode više buke. Vrata i prozore treba držati zatvorenima kako bi se dobile najniže razine buke. Postoje materijali koji „upijaju“ buku unutar traktorskih kabina, oni smjanjuju odjek buke primjeri su: meke pjene, porozni materijali, vuna. Stavljaju se oko sjedala sa strane i na krov kabine. Treba obavljati redovito održavanje i paziti da se pokriju rupe oko sjedala, kočnica, spojke i drugih otvora kako bi zaustavili prodiranje buke u kabinu. Korištenje radija u traktorima s kabinom povećava buku za 1-3 dB to je normalno, ali korištenje radija s starijim strojevima može izazvati rukovateljima izloženost buci višoj nego je dopušteno. (Izvor: WorkSafe New Zealand: Preventing noise induced hearing loss on farms https://www.dairynz.co.nz/media/1273375/preventing-hearing-loss.pdf (13.5.2017.))

Prema Butkus i sur. (2016.) rezultati mjerenja buke u traktorskim kabinama različitih proizvodnih godina pokazali su da je tehnički razvoj traktorskih kabina imao značajan utjecaj na razinu buke koja se sa 90 dB (traktori proizvedeni 1980. – 1990. godine) smanjila do 73 dB (kod traktora proizvedenih 2000. godine i novije). Obavljeno je istraživanje o razini buke i vibracija na traktorima koji su proizvedeni u razdoblju od 1980. do 2013. godine. Detaljno mjerenje buke provedeno je na pet traktora s kotačima od kojih su tri prozvedena od 2006. do 2012., a dva traktora su proizvedena od 1988. do 1999.

godine. Massey Ferguson 6480 (proizveden 2008. godine, 1900 radnih sati), Claas Atles 926 RZ (proizveden 2006. godine, 2100 radnih sati), Belarus 920.4 (proizveden 2012 godine., 860 radnih sati), T-150K V8 (1988. godina proizvodnje, 6860 radnih sati). New Holland 8870 (1999. godina proizvodnje, 9200 radnih sati). Rezultati mjerenja buke u kabinama kod navedenih traktora tijekom oranja i transporta pokazuju da je razina buke u rasponu od 71,5 dB do 92,3 dB.

Riccioni i sur. (2015.) obavili su istraživanje koje je trajalo od 1991. do 2012. godine na području Italije. Mjerenja su provedena na traktorima s gusjenicama te na traktorima sa i bez kabine. Kod traktora s gusjenicama mjerenje je obavljeno na 123 traktora. Kod čak 96% traktora je razina buke premašivala 90 dB, samo je 4% ostalih traktora bilo u granicama od 76,4 do 90 dB. Najmanja izmjerena buka bila je 76,4 dB dok je najveća razina buke bila 106,4 dB. Što se tiče traktora s kotačima tu je ispitano 432 traktora od čega 77 traktora s kabinom, a ostali su bili bez kabina. Točno 50% traktora s kabinom imalo je vrijednosti buke ispod 80 dB odnosno 38 traktora, dok 31% traktora s kabinom premašuje 90 dB ostali su unutar dopuštenih vrijednosti. Traktori bez kabine su mahom starije proizvodnje te je kod njih od ukupno 355 ispitanih 152 odnosno 43% premašivalo 90 dB, 107 traktora bez kabine bilo je ispod 80 dB, a ostalih 96 traktora su unutar 80 – 90 dB.

Vallone i sur. (2016.) navode kako bi se prevladale nepovoljne razine buke obvezna je uporaba sredstva za osobnu zaštitu, poput čepića za uši kako bi se izolirala buka na traktorima bez kabine. Kao ključni čimbenik u procjeni razine buke kod traktora treba uzeti vrstu tla i broj radnih sati traktora.

Cilj istraživanja je utvrditi kako agrotehnički zahvati (rad raspršivača i malčera) utječu na razinu buke s obzirom na radne sate traktora, te utvrditi dali razina buke prelazi dopuštene granice koje su zakonom utvrđene kako nebi došlo do narušavanja zdravlja rukovatelja. Postavljena hipoteza je da će traktor s većim brojem radnih sati emitirati i višu razinu buke. Odnosno da će traktor 2016. godine s obzirom na veći broj radnih sati, nego 2015. godine proizvesti više razine buke.

2. MATERIJALI I METODE

Istraživanje je obavljano pri različitim agrotehničkim zahvatima buke na rukovatelja traktora pri različitim agrotehničkim zahvatima u odnosu na radne sate trakora provedeno je 2015. i 2016. godine na površinama Poljoprivredne i veterinarske škole u Osijeku. Mjerenje buke obavljeno je u skladu s propisanim normama HRN ISO 6396 koje se odnose na buku u unutrašnjosti kabine pri radu raspršivača i malčera. Razina buke mjerena je na traktoru LANDINI POWERFARM DT 100A (Slika 2.) koji je prilikom istraživanja 2015. godine imao 5800 radnih sati, a 2016. godine 6800 radnih sati.



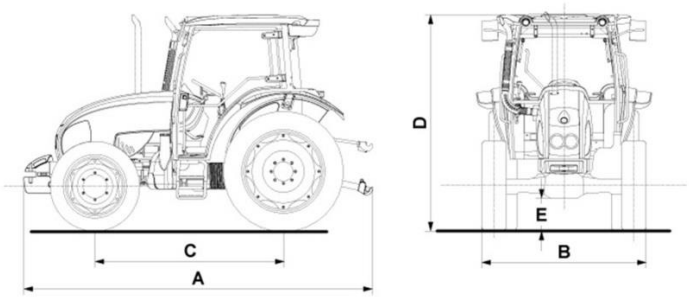
Slika 2. LANDINI POWERFARM DT 100A (Vlastiti izvor)

Tablicom 2. i slikom 3. prikazane su karakteristike i dimenzije traktora na kojem je obavljeno istraživanje.

Tablica 2. Tehničke karakteristike traktora LANDINI POWERFARM DT 100A

Maksimalna snaga motora (kW/KS)	68/92,5
Maksimalni obrtni moment (Nm)	363
Broj cilindara/zapremina (Br/cm^3)	4/4400
Brzine	12+12
Kapacitet podizanja (kg)	260
Zapremina spremnika (l)	102
Masa (bez utega i kabine) (kg)	3330
Masa kabine (kg)	150
Pneumatici	18,4-R30
Dužina (A)	4136 mm
Širina (B)	2063 mm
Razmak između osovina (C)	2341 mm
Visina s kabinom (D)	2550 mm
Klirens (E)	453 mm

(Izvor: ARGO TRACTORS S.P.A. Landini http://www.landini.it/landini/serie_pages/en/15721/Powerfarm_Cab_Plat_T0_T3.aspx#p15727 (22.5.2017.))



Slika 3. Dimenzije traktora LANDINI POWERFARM DT 100A (Izvor: http://www.landini.it/landini/serie_pages/en/15721/Powerfarm_Cab_Plat_T0_T3.aspx#p15727)

Sukladno propisanim normama HRN ISO 6396 mjerenje razine buke obavljeno je s lijeve i desne strane rukovatelja uz eksploatacijsku brzinu traktora u vremenu od 30 minuta. Prema normi HRN ISO 5131 određeno je gdje se uređaj za mjerenje buke mora nalazit u odnosu na referentnu točku sjedala rukovatelja, a to je od sredine glave rukovatelja do razine sjedala u visini od 790±20 mm i odmaknut od sredine glave 200±20 mm s lijeve i desne strane, što je prikazano (Slika 4. i 7.)



Slika 4. Uređaj za mjerenje razine buke (Vlastiti izvor)

Malčer koji je korišten pri mjerenju je VOGER model TFZ 160. Model TFZ primjenjuje se za rad u vinogradima, voćnjacima, na svim ratarskim površinama, te u teškim uvjetima rada. (Izvor: Voger d.o.o. Trgovina poljoprivredne mehanizacije i rezervnih dijelova. Zanon vinogradarsko-voćarski, ratarski malčer model TFZ http://www.voger.hr/node/182 (22.5.2017.))

Malčiranje je način pripreme i obrade zemlje kojim se koriste prednosti velike količine organskog materijala koje možemo prikupiti, ili u svom dvorištu ili u susjedstvu. Korištenjem ovakvog materijala možemo stvoriti bogato i zdravo tlo za svoj vrt. Tijekom ovog mjerenja malčer se korisitio u voćnjaku što prikazuje (slika 5.) (Izvor: Premakultura http://www.permakultura.hr/savjeti/51-malciranje (22.5.2017.))



Slika 5. Malčer VOGER model TFZ 160 (Vlastiti izvor)

Mjerenje razine buke kod malčera provedeno je 7. srpnja 2015. godine. Temperatura je iznosila 34°C , relativna vlaga zraka 64%, vjetar zanemariv. Dana 1. srpnja 2015. godine obavljeno je mjerenje pri radu raspršivača gdje je temperatura iznosila 30°C, a vlaga zraka 64%, vjetar zanemariv. Tijekom mjerenja pri radu malčera i raspršivača 2016. godine vremenski uvjeti su bili slični. Prilikom mjerenja razine buke pri oba agrotehnička zahvata mjerenje je trajalo 30 minuta te ponavljano 3 puta.

Raspršivači su agregati za raspršivanje sredstava kod zaštite vinograda, voćnjaka i drugih poljoprivrednih površina. Za vrijeme mjerenja razine buke korišten je raspršivač Agromehanika AGP 250 prikazan slikom 6, dok je u tablici 3. prikaz osnovnih karakteristika raspršivača (Izvor: Agrotrade: Nošeni atomizeri Agromehanika Kranj od 100, 250 i 400 litara tip TN i TEN http://agrotrade.rs/267/noseni-atomizeri-agromehanika-kranj-od-100-250-i-400-litara-tip-tn-i-ten/ (22.5.2017.))

Tablica 3. Karakteristike nošenog raspršivača Agromehanika AGP 250

Tip raspršivača	Zapremina spremnika (l)	Jačina crpke (l/min)	Promjer ventilatora (mm)	Broj mlaznica
AGP 250 TN, TEN	250	65	Ø585	10

(Izvor: Agrotrade: Nošeni atomizeri Agromehanika Kranj od 100, 250 i 400 litara tip TN i TEN http://agrotrade.rs/267/noseni-atomizeri-agromehanika-kranj-od-100-250-i-400-litara-tip-tn-i-ten/ (22.5.2017.))



Slika 6. Raspršivač Agromehanika AGP 250 (Vlastiti izvor)



Slika 7. Uređaj za mjerenje u odnosnu na referentnu točku sjedala rukovatelja (Vlastiti izvor)

Prilikom istraživanja korišten je uređaj proizvođača METREL tipa Multinorm MI 6201 EU s pripadajućom zvučnom sondom (mikrofon klase B) istog proizvođača (slika 8.).



Slika 8. Uređaj proizvođača METREL tipa Multinorm MI 620I EU

(Izvor: http://www.prist.ru/infos/articles/multinorm/mi_6201.jpg)

Podaci koji su obrađeni u mjerenju i navedeni u daljnim tablicama:

- LA_{eq} - vremenski usrednjena ili ekvivalentna trajna zvučna razina mjeri se u oba mjerna kanala. To je najvažnija i najupotrebljivanija veličina koja je ujedno i srednja vrijednost zvučne razine za cijelo vrijeme mjerenja.
- LAS_{min} - najniža vremenski usrednjena zvučna razina koja se mjeri u sporom kanalu (slow: r = 1000 ms)
- - LAF_{min} - najniža vremenski usrednjena zvučna razina koja se mjeri u brzom kanalu (fast: r = 125 ms)
- - LAS_{max} - najviša vremenski usrednjena zvučna razina mjeri se u sporom kanalu (slow: r = 1000 ms)
- - LAF_{max} - najviša vremenski usrednjena zvučna razina mjeri se u brzom kanalu (fast: r = 125 ms)

3. REZULTATI I RASPRAVA

3.1 Rezultati vrijednosti buke izmjereni pri radu raspršivača s desne i lijeve strane

Tablica 4. Vrijednosti izmjerene buke pri radu raspršivača s desne strane rukovatelja u 2015. i 2016. godini

Mjerenje	LA_{eq}		LAF_{max}		LAF_{min}		LAS_{max}		LAS_{min}	
	2015.	2016.	2015.	2016.	2015.	2016.	2015.	2016.	2015.	2016.
1	81,1	72,5	87,7	77,2	74,8	68,4	84,8	74,3	73,7	66,7
2	82,0	73,0	88,1	78,1	75,4	69,7	85,2	75,5	74,6	67,6
3	83,2	74,1	89	79	76,1	70,3	86,2	76,5	75,4	68,4
$\overline{x}$	82,1	73,2	88,3	78,1	75,4	69,5	85,4	75,4	74,6	67,6

Mjerenjem buke s desne strane za vrijeme rada raspršivača vidljivo je kako je najviša ekvivalentna usrednjena trajna zvučna razina buke (LA_{eq}) izmjerena je prilikom trećeg mjerenja 2015. godine i iznosila je 83,2 dB. Najviša vremenski usrednjena razina buke (LAF_{max}) iste godine prilikom trećeg mjerenja iznosi 89 dB, što je prikazano u tablici 4.

Tablica 5. Vrijednosti izmjerene buke pri radu raspršivača s lijeve strane rukovatelja u 2015. i 2016. godini

Mjerenje	LA_{eq}		LAF_{max}		LAF_{min}		LAS_{max}		LAS_{min}	
	2015.	2016.	2015.	2016.	2015.	2016.	2015.	2016.	2015.	2016.
1	78,8	74,4	91,2	88,4	68,5	73,1	86,5	81,1	69,2	72,8
2	79,6	75,4	92,1	89,2	69,3	72,5	87,9	82,2	70,2	73,7
3	80	76,3	93,1	90,1	70,3	73,4	88,6	83,3	71,4	74,5
$\overline{x}$	79,5	75,4	92,1	89,2	69,4	73	87,7	82,2	70,3	73,7

Tablicom 5. prikazane su vrijednosti izmjerene buke pri radu raspršivača s lijeve strane rukovatelja, najviša ekvivalentna usrednjena trajna zvučna razina buke (LA_{eq}) izmjerena je

prilikom trećeg mjerenja 2015. godine i iznosila je 80 dB, iste godine u istom mjerenju izmjerena je i najviša vremenski usrednjena razina buke (LAF_{max}) koja je iznosila 93,1 dB.

Tablica 6. Izračun srednjh vrijednosti buke izmjerene pri radu raspršivača u 2015. i 2016. godini

Pozicija	LA_{eq}		LAF_{max}		LAF_{min}		LAS_{max}		LAS_{min}	
	2015.	2016.	2015.	2016.	2015.	2016.	2015.	2016.	2015.	2016.
Lijevo $\overline{x}$	79,5	75,4	92,1	89,2	69,4	73	87,7	82,2	70,3	73,7
Desno $\overline{x}$	82,1	73,2	88,3	78,1	75,4	69,5	85,4	75,4	74,6	67,6
$\overline{x}$	80,8	74,3	90,2	83,65	72,4	71,25	86,55	78,8	72,45	70,65

Tablica 6. prikazuje da je najviša srednja ekvivalentna usrednjena trajna zvučna razina buke (LA_{eq}) izmjerena s desne strane rukovatelja u 2015. godini i iznosila je 82,1 dB. Najviša srednja vremenski usrednjena razina buka (LAF_{max}) bila s lijeve strane rukovatelja u 2015. godini te je iznosila 92,1 dB.

3.2 Rezultati vrijednosti buke izmjereni pri radu malčera s lijeve i desne strane

Tablica 7. Vrijednosti izmjerene buke pri radu malčera s desne strane rukovatelja u 2015. i 2016. godini

Mjerenje	LA_{eq}		LAF_{max}		LAF_{min}		LAS_{max}		LAS_{min}	
	2015.	2016.	2015.	2016.	2015.	2016.	2015.	2016.	2015.	2016.
1	74,8	77,4	83,4	83,3	66,7	74,4	81,4	79,4	66,8	74,2
2	75,7	78,3	84,8	84,6	67,3	75,4	82,9	80,9	67,8	75,8
3	76,6	79,4	85,6	85,8	68,6	76,8	83,7	81,8	68,5	76,6
$\overline{x}$	75,7	78,4	84,6	84,6	67,5	75,5	82,6	80,7	67,7	75,5

Tablicom 7. prikazane su vrijednosti izmjerene buke pri radu malčera s desne strane rukovatelja u 2015. i 2016. godini iz tablice se moze utvrdit da je najviša ekvivalentna usrednjena trajna zvučna razina buke (LA_{eq}) izmjerena je prilikom trećeg mjerenja 2016.

godine i iznosila je 79,4 dB, dok je najviša vremenski usrednjena razina buke (LAF_{max}) izmjerena iste godine u istom mjerenju te je iznosila 85,8 dB.

Tablica 8. Vrijednosti izmjerene buke pri radu malčera s lijeve strane rukovatelja u 2015. i 2016. godini

Mjerenje	LA_{eq}		LAF_{max}		LAF_{min}		LAS_{max}		LAS_{min}	
	2015.	2016.	2015.	2016.	2015.	2016.	2015.	2016.	2015.	2016.
1	76,8	76,3	83,7	85,2	68,6	70,3	79,4	79,4	69,8	68,2
2	77,9	77,5	84,4	86	69,5	71,1	80,1	80,7	70,8	69,4
3	78,5	78,7	85,2	87,7	70,3	72,1	81,3	81,6	71,5	70,7
$\overline{x}$	77,7	77,5	84,4	86,3	69,5	72,2	80,3	80,6	70,7	69,4

Prlikom mjerenja buke pri radu malčera s lijeve strane rukovatelja vidljivo u tablici 8. najviša ekvivalentna usrednjena trajna zvučna razina buke (LA_{eq}) izmjerena je kod trećeg mjerenja 2016. godine i iznosila je 78,7 dB, dok je je najviša vremenski usrednjena razina buke (LAF_{max}) izmjerena također 2016. godine u trećem mjerenju te iznosila 87,7 dB.

Tablica 9. Izračun srednjih vrijednost buke izmjerenih pri radu malčera 2015. i 2016. godine

Pozicija	LA_{eq}		LAF_{max}		LAF_{min}		LAS_{max}		LAS_{min}	
	2015.	2016.	2015.	2016	2015.	2016.	2015.	2016.	2015.	2016.
Lijevo $\overline{x}$	77,7	77,5	84,4	86,3	69,5	72,2	80,3	80,6	70,7	69,4
Desno $\overline{x}$	75,7	78,4	84,6	84,6	67,5	75,5	82,6	80,7	67,7	75,5
$\overline{x}$	76,7	77,95	84,5	84,45	68,5	73,85	81,45	80,65	69,2	72,45

Izračun srednjih vrijednosti buke izmjerenih pri radu malčera 2015. i 2016. godine u tablici 9. prikazuje da je najviša srednja ekvivalentna usrednjena trajna zvučna razina buke (LA_{eq}) izmjerena s desne strane rukovatelja u 2016. godini i iznosila je 78,4 dB. Dok je najviša srednja vremenski usrednjena razina buka (LAF_{max}) s lijeve strane rukovatelja u 2016. godini znosila 86,3 dB.

Barač i sur. (2016.) obavili su istraživanje na tri traktora FENDT model 410 s ciljem utvrđivanja promjene proizvedene razine buke u odnosu na povećani broj radnih sati traktora. Rezultati su pokazali da niti jedan od ispitivanih poljoprivrednih traktora nije proizveo višu razinu buke od dozvoljenih 90 dB. Pri mjerenju razine buke u ovome istraživanju kod traktora LANDINI POWERFARM DT 100A razina buke nije prelazila zakonsku granicu isto kao i kod ispitivanja FENDT traktora modela 410, ali je pri mjerenju buke 2015. godine kod raspršivača utvrđena viša razina buke u kabini traktora, nego kod mjerenja 2016. godine što se pokazalo i u slučaju FENDT traktora.

Ghotbi i sur. (2013.) obavili su mjerenje razine buke na traktoru Massey Ferguson 285. Pri različitim podlogama i okretajima u minuti, te su u tvrdili da je veća razina buke s desne strane rukovatelja traktora bila kod 2000 min^{-1}, nego pri 1000 min^{-1}. Tako je razina buke pri 2000 min^{-1} s desne strane prelazila 85 dB.

3.3 Usporedni statistički prikaz izmjerene buke pri radu raspršivača s desne strane 2015. i 2016. godine

Tablica 10. Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti na desnoj strani pri radu raspršivača 2015. i 2016. godine

	N	Srednja vrijednost	Std. Devijacija	Koef. Varijacije	Std. Pogreška	95% Interval pouzdanosti za srednju vrijednost		Min	Max
						Niža granica	Viša granica		
1	3	82,100	1,0536	1,2833	0,6083	79,483	84,717	81,1	83,2
2	3	73,200	0,8185	1,1133	0,4726	71,167	75,233	72,5	74,1
∑	6	77,650	4,9472	6,3711	2,0197	72,458	82,842	72,5	83,2

Iz tablice 10. vidljivo je da standardna pogreška tijekom mjerenja 2015. veća, nego kod mjerenja 2016. godine. Tijekom mjerenja 2015. godine standardna pogreška iznosila je 0,6083, a 2016. godine 0,4726.

Tablica 11. Analiza varijacije (ANOVA)

	Suma kadrata	Df	Srednja vr. kvadrata	F	Sig.
Između grupa	118,815	1	118,815	133,500	0,000
Unutar grupa	3,560	4	0,890		
Ukupno	122,375	5			

Iz tablice 11. analizom varijance među promatranim traktorima utvrđena je statistički značajna razlika u iznosu srednjih vrijednosti izmjerene buke 2015. i 2016. godine.

3.4 Usporedni statistički prikaz izmjerene buke pri radu raspršivača s lijeve strane 2015. i 2016. godine

Tablica 12. Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti na lijevoj strani pri radu raspršivača 2015. i 2016. godine

	N	Srednja vrijednost	Std. Devijacija	Koef. Varijacije	Std. Pogreška	95% Interval pouzdanosti za srednju vrijednost		Min	Max
						Niža granica	Viša granica		
1	3	79,467	0,6110	0,7688	0,3528	77,949	80,984	78,8	80,0
2	3	75,367	0,9504	1,2610	0,5487	73,006	77,728	74,4	76,3
∑	6	77,417	2,3566	3,0440	0,9621	74,944	79,890	74,4	80,0

Iz tablice 12. možemo vidit da je pri mjerenju 2016. godine standardna pogreška imala veći iznos odnosno 0,5487 dok je 2015. godine iznosila 0,3528.

Tablica 13. Analiza varijacije (ANOVA)

	Suma kadrata	Df	Srednja vr. kvadrata	F	Sig.
Između grupa	25,215	1	25,215	39,501	0,003
Unutar grupa	2,553	4	0,638		
Ukupno	27,768	5			

Analizom varijance u tablici 13. među promatranim traktorima utvrđena je statistički značajna razlika u iznosu srednjih vrijednosti izmjerene buke 2015. i 2016. godine.

3.5 Usporedni statistički prikaz izmjerene buke pri radu malčera s desne strane u 2015. i 2016. godini

Tablica 14. Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti na desnoj strani pri radu malčera 2015. i 2016. godine

	N	Srednja vrijednost	Std. Devijacija	Koef. Varijacije	Std. Pogreška	95% Interval pouzdanosti za srednju vrijednost		Min	Max
						Niža granica	Viša granica		
1	3	75,700	0,9000	1,1889	0,5196	73,464	77,936	74,8	76,6
2	3	78,367	1,0017	1,2782	0,5783	75,878	80,855	77,4	79,4
∑	6	77,033	1,6908	2,1949	0,6902	75,259	78,808	74,8	79,4

Iz tablice 14. vidimo da je standardna pogreška malo veća pri mjerenju u 2016. godini, nego u 2015.

Tablica 15. Analiza varijacije (ANOVA)

	Suma kadrata	Df	Srednja vr. kvadrata	F	Sig.
Između grupa	10,667	1	10,667	11,765	0,027
Unutar grupa	3,627	4	0,907		
Ukupno	14,293	5			

Analizom varijance u tablici 15. među promatranim traktorima utvrđena je statistički značajna razlika u iznosu srednjih vrijednosti izmjerene buke 2015. i 2016. godine.

3.6 Usporedni statistički prikaz izmjerene buke pri radu malčera s lijeve strane u 2015. i 2016. godini.

Tablica 16. Deskriptivna statistika srednjih vrijednosti na lijevoj strani pri radu malčera 2015. i 2016. godine

	N	Srednja vrijednost	Std. Devijacija	Koef. Varijacije	Std. Pogreška	95% Interval pouzdanosti za srednju vrijednost		Min	Max
						Niža granica	Viša granica		
1	3	77,733	0,8622	1,1091	0,4978	75,592	79,875	76,8	78,5
2	3	77,500	1,2000	1,5483	0,6928	74,519	80,481	76,3	78,7
∑	6	77,617	0,9432	1,2151	0,3851	76,627	78,607	76,3	78,7

Iz tablice 16. vidimo da je kod mjerenja 2016. godine standardna pogreška iznosila 0,6928, dok je 2015, godine pogreška iznosila 0,4978.

Tablica 17. Analiza varijacije (ANOVA)

	Suma kadrata	Df	Srednja vr. kvadrata	F	Sig.
Između grupa	0,082	1	0,082	0,075	0,798
Unutar grupa	4,367	4	1,092		
Ukupno	4,448	5			

Analizom varijance u tablici 17. među promatranim traktorima nije utvrđena statistička razlika u iznosu srednjih vrijednosti izmjerene buke 2015. i 2016. godine.

4. ZAKLJUČAK

Najveće razine buke izmjerene su prilikom trećeg mjerenja kod oba agregata. Pretpostavlja se kako su izmjerene veće razine buke prilikom trećeg odnosno zadnjeg mjerenja zato što je je traktor već određeno vrijeme bio u radu te je s duljim radom prikazano veće emitiranje razine buke.

Postavljena hipoteza bila je da će izmjerena buka 2016. godine biti veća jer se povećao broj radnih sati traktora, no dobiveni rezultati ne poklapaju se s postavljenom hipotezom pri radu raspršivača. Tako je 2015. godine pri radu raspršivača sa lijeve i desne strane izmjerena veća razina buke, nego kod mjerenja 2016. godine. Malčiranjem je razina buke zanemarivo veća bila prilikom mjerenja 2016. godine, a što je u skladu s postavljenom hipotezom.

Važno je naglasiti da je prilikom mjerenja razina buke bila u dozvoljenim granicama koje su zakonom propisane i koje ne djeluju štetno na rukovatelja, no to ne znači da u budućnosti neće doci do povećanje buke. Prema tome u daljnjem radu, održavanju traktora i agregata treba obratiti pozornost i spriječiti eventualno veće emitiranje razine buke kako bi zaštitili i očuvali zdravlje rukovatelja poljoprivrednog traktora.

5. POPIS LITERATURE

1. Barač Ž., Plaščak I., Jurić T., Jurišić M., Zimmer D., (2014.): Starost traktora kao čimbenik proizvedene razine buke. Agronomski glasnik (3), str. 151 – 159.
2. Barač Ž., Plaščak I., Heffer G., Vidaković I., Jurišić M., (2016.): Utjecaj radnih sati traktora na razinu proizvedene buke, Agronomski glasnik (1), str. 17 – 25
3. Bliski B., (2017): Exposure to infrasonic noise in agriculture, Annals of Agriculture and Envlronmental Medicine 24 (1), str. 86 – 89
4. Brkić D., Vujčić M., Šumanovac L., Lukač P., Kiš D., Jurić T., Knežević D., (2005.): Eksploatacija poljoprivrednih strojeva. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku
5. Butkus R., Liegus M., Vasiliauskas G., (2015.): Tendencies of noise levels in cabs of agricultural tractors, Proceedings of the 7th International Scientific Conference Rural Development 2015.
6. Butkus R., Vasiliauskas G., (2016.): Harmful factors in the workplaces of tractor drivers, Research for rural development (1)
7. Ghotbi R. M., Nadri F., Monazzam R. M., Khanjani N., Fard B. M. S., (2013.): Driver exposure and environmental noise emission of Massey Ferguson 285 tractor during operations with different engine speeds and gears. African Journal of Agricultural Research (8), str. 652 – 659
8. Kuznetsov Y., Rodimtsev S., Goncharenko V., Patrin E., Kalashnikova V., (2016.): Invastigation of noise parameters at head thresher operation and noise map development in free sound field, Poljoprivredna tehnika (4), str. 21 – 24
9. Murphy D., Harshman W., (2017.): Noise induced hearing loss in agriculture, The Pennsylvania State University 2017
10. Riccioni S., Cecchini M., Monarca D., Colantoni A., Longo L., Cavalletti P., Bedini R., (2015.): Overview of the Noise Measurements Process in Recent Years, Contemporary Engineering Sciencs 26 (8), str. 1179 – 1191
11. Vallone M., Febo P., Catania P., Bono F., Quendler E., (2016.): Risk exposure to vibration and noise in the use of agricultural track-laying tractors, Annals of Agriculture and Environmental Medicine 23 (4), str. 591 – 597
12. Microton d.o.o.: Uho i sluh. https://www.microton.hr/uho-i-sluh/377/HR 10.5.2017.

13. Vaš doktor informativno edukativni portal. http://www.vasdoktor.com/medicina-rada/1352-buka 10.5.2017.
14. WorkSafe New Zealand: Preventing noise induced hearing loss on farms https://www.dairynz.co.nz/media/1273375/preventing-hearing-loss.pdf 13.5.2017.
15. ARGO TRACTORS S.P.A. Landini http://www.landini.it/landini/serie_pages/en/15721/Powerfarm_Cab_Plat_T0_T3.aspx#p15727 22.5.2017.
16. Joint Stock Company "Devices, Service, Trade" (JSC "Prist") http://www.prist.ru/infos/articles/multinorm/mi_6201.jpg 22.5.2017.
17. Voger d.o.o. Trgovina poljoprivredne mehanizacije i rezervnih dijelova. Zanon vinogradarsko-voćarski, ratarski malčer model TFZ http://www.voger.hr/node/182 22.5.2017.
18. Premakultura http://www.permakultura.hr/savjeti/51-malciranje 22.5.2017.
19. Agrotrade: Nošeni atomizeri Agromehanika Kranj od 100, 250 i 400 litara tip TN i TEN http://agrotrade.rs/267/noseni-atomizeri-agromehanika-kranj-od-100-250-i-400-litara-tip-tn-i-ten/ 22.5.2017.
20. Narodne novine: Pravilnik o postupku homologacije traktora za poljoprivredu i šumarstvo s obzirom na razinu buke koju osjeća vozač traktora TPV 309 (izdanje 00), 10.4.2007. http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2007_04_37_1234.html 15.5.2017.