# Brzina gibanja i agrotehnička operacija kao čimbenici generiranja buke koja utječe na rukovatelja poljprivrednog traktora

**Šomođi, Ena**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2018**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*
**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:190478

*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

**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

**Ena Šomođi**

Diplomski studij Mehanizacija

# BRZINA GIBANJA I AGROTEHNIČKA OPERACIJA KAO ČIMBENICI GENERIRANJA BUKE KOJA UTJEČE NA RUKOVATELJA POLJOPRIVREDNOG TRAKTORA

**Diplomski rad**

Osijek, 2018.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

**Ena Šomođi**

Diplomski studij Mehanizacija

# BRZINA GIBANJA I AGROTEHNIČKA OPERACIJA KAO ČIMBENICI GENERIRANJA BUKE KOJA UTJEČE NA RUKOVATELJA POLJOPRIVREDNOG TRAKTORA

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

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

Osijek, 2018.

**SADRŽAJ**

1. UVOD ..... 1

2. PREGLED LITERATURE ..... 5

3. MATERIJALI I METODE ..... 10

3.1. OSNOVNE TEHNIČKE KARAKTERISTIKE TRAKTORA "IMT 539" ..... 15

3.2. OSNOVNE TEHNIČKE KARAKTERISTIKE MALČERA GRAMIP GS 45-160 ..... 15

3.3. OSNOVNE TEHNIČKE KARAKTERISTIKE RASPRŠIVAČA AGROMEHANIKA ..... 16

3.4. OSNOVNE TEHNIČKE KARAKTERISTIKE BOČNE FREZE ..... 16

4. REZULTATI ..... 17

4.1. RAZINA BUKE- MALČER ..... 17

4.2. RAZINA BUKE- RASPRŠIVAČ ..... 20

4.3. RAZINA BUKE- BOČNA FREZA ..... 23

4.4. NAJVEĆA IZMJERENA RAZINA BUKE ..... 26

4.5. STATISTIČKI OBRAĐENI PODACI ..... 27

5. RASPRAVA ..... 29

6. ZAKLJUČAK ..... 31

7. POPIS LITERATURE ..... 32

8. SAŽETAK ..... 34

9. SUMMARY ..... 35

10. POPIS TABLICA ..... 36

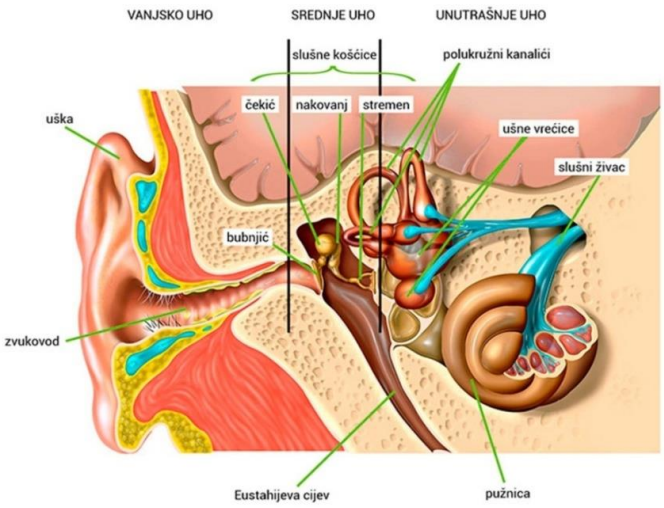
11. POPIS SLIKA ..... 37

12. POPIS GRAFIKONA ..... 38

## 1. UVOD

Bukom nazivamo svaki neželjeni zvuk. Kao što već znamo buka utječe na zdravlje ljudi u puno aspekata i postala je jedan od najvažnijih problema na radnim mjestima. Osim što znatno otežava komunikaciju, prijem zvučnih alarmnih signala, izaziva umor, poremećaje u orijentaciji te smanjuje koncentraciju i što je najbitnije može trajno oštetiti sluh. Time se smanjuje sigurnost na radu, a fizički se manifestira u obliku širenja zjenica, zatim povišenjem krvnog tlaka, promjena u disanju te povećanju napora mišića. Sve navedeno nam govori da ljudski organizam zapravo pod utjecajem buke stalno naginje prema napetom stanju (Grubeša, 2014.).

Buka može biti vanjska i unutarnja. Vanjsku buku proizvode cestovna vozila koja se kreću po prometnicama, zatim radni strojevi na poljima i bilo koji drugi samokretni strojevi koji proizvode buku. Unutarnju buku proizvode strojevi, motori, uređaji i slično te bilo koji drugi bučni strojevi koji se nalaze u nekom zatvorenom prostoru (tvornice, uredi i dr.). Buku još možemo podijeliti na trajnu, isprekidanu i impulsnu buku. Trajna se javlja u električnim centralama, predionicama i sl., dok je isprekidana najčešća vrsta buke i ona se događa ako se na jednom mjestu mijenjaju razine zvučnog tlaka i spektra frekvencija. Impulsna buka je tzv. zvučni događaj kratkog trajanja i relativno visokog zvučnog tlaka. Izvori buke mogu biti prirodni i neprirodni. Neki od prirodnih izvora buke su vjetar, grmljavina, vulkani, glasanje životinja, a neprirodnih industrijski strojevi, postrojenja, eksplozije, prometna buka itd. (Klančnik, 2013.).




Slika 1. Presjek uha

(https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-guest/3b8a4b4e-84b0-4580-aa6f-e38efe028ed9/biologija-8/m03/j05/index.html)

Uho je slušni organ čovjekova organizma koji se dijeli na vanjsko, srednje i unutarnje uho (Slika 1.). Uho prepoznaje zvukove od jedva čujnih do jako glasnih, a da bi shvatili zašto dolazi do oštećenja sluha prvo trebamo razumjeti kako ono funkcionira. Proces počinje kada do uha dođe zvuk i pretvori ga u elektroničke impulse koji neuronima putuju u mozak, a mozak ih prevede u smislene informacije poput govora, buke i sl. Taj proces traje manje od 50 milisekundi. Gubitak sluha se može dogoditi na razne načine, a najčešće je to posljedica oštećenja unutarnjeg uha. Vanjsko uho se sastoji od uške, zvukovoda i bubnjića. Funkcija vanjskog uha je preuzeti zvučne vibracije i poslati ih kroz zvukovod kako bi bubnjić vibrirao. Srednje uho se nalazi između vanjskog i unutarnjeg uha te se sastoji od bubnjića, tri sitne koščice (čekić, nakovanj i stremen) i Eustahijeve cijevi. Bubnjić služi kao opna, koščice vibrirajući pojačavaju vibracije bubnjića i šalju ih u unutarnje uho, a Eustahijeva cijev izjednačava tlak u srednjem uhu. Unutarnje uho nam pomaže u održavanju ravnoteže i u njemu se vibracije pretvaraju u električne impulse, a oni se neuronima šalju prema mozgu koji ih interpretira. Glavni dio unutarnjeg uha je pužnica koja je ispunjena tekućinom i na nju se spaja tisuće živčanih vlakana. Gubitak sluha je djelomična ili potpuna nesposobnost slušanja zvukova. Postoji puno različitih uzroka gubitka sluha, a jedan od njih je i buka. Gubitak sluha može biti privremeni i trajni. Privremeni se događa uslijed kraćoj izloženosti buci, a trajni pri dužoj izloženosti buci. Ljudsko uho može izdržati frekvencije do 4000 Hz, a sve frekvencije preko toga započinju gubitak sluha. Najosjetljivije je za raspon frekvencija između 2000 i 5000 Hz (URL1).

Ljudski govor nalazi se na frekvencijama od 1000 do 4000 Hz. Prema jačini čovjek razlikuje zvukove od 1 do 130 dB, pri čemu je normalan razgovor 50 dB. Zvukove koji su nam neugodni i štetni nazivamo buka i ona se smatra jednim od zagađivača ljudske okoline. Zvuk jačine od 100 dB izaziva neugodu, a 140 dB izaziva jaku bol (Poplašen, 2014.).

Petošić i sur., (2018.) navode da se slušne sposobnosti određuju pomoću audiometrije čistih tonova kojom se određuje slušni limen za čiste tonove različitih frekvencija. Zvukovi niskih frekvencija se čine manje glasnijima nego oni visokih frekvencija. Buku možemo izmjeriti fizikalnim veličinama uzimajući u obzir sve akustične faktore u jedinici vremena. Buka nije jedini faktor već i frekvencije koje su zastupljene u buci, ali i druge veličine koje doprinose sveukupnom doživljaju buke. Da bi izmjerili buku na radnom mjestu koristimo ekvivalent razine kontinuirane buke i ukupnu razinu buke po frekvencijama. Ekvivalent razine kontinuirane buke ($L_{eg}$) izražava prosječnu razinu energije zvuka u određenom vremenskom periodu (energetska razina) odnosno predstavlja integraciju svih razina zvuka koji variraju u

vremenskom intervalu. Znači da ova mjera predstavlja uznemirujući efekt fluktuirajuće buke s efektom koji bi proizvela kontinuirana buka ravnomjernog intenziteta. Ukupna razina buke po frekvencijama određuje se pomoću aparata za mjerenje razine buke i analizatora frekvencije kroz određeno vrijeme. $L_{50}$ tj. prosječna razina buke i $L_1$ tj. najviša razina buke mjere su koje se obično koriste za mjerenje buke. Što bi značilo npr. $L_{50}$ = 70 dB da je razina od 70 dB postignuta ili premašena u trajanju od 50% datog vremena, a npr. $L_1$= 80 dB bi značilo da je razina buke od 80 dB postignuta ili premašena u trajanju od 1% ukupnog vremena. Ekvivalent razine buke izražen je formulom: $L_{eg}$= $L_{50}$+ 0.43 ($L_1$- $L_{50}$). Prema tome su donesene dozvoljene razine buke koje se ne smiju prekoračiti, a tablica 1 prikazuje 5 zona te dopuštene razine buke u njima.

Tablica 1. Najviše dopuštene razine buke u otvorenom prostoru (https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2004_10_145_2548.html)

| Zona buke | Namjena prostora | Najviše dopuštene ocjenske razine buke imisije *L*RAeq u dB(A) | |
|---|---|---|---|
| 1. | Zona namijenjena odmoru, oporavku i liječenju | 50 | 40 |
| 2. | Zona namijenjena samo stanovanju i boravku | 55 | 40 |
| 3. | Zona mješovite, pretežito stambene namjene | 55 | 45 |
| 4. | Zona mješovite, pretežito poslovne namjene sa stanovanjem | 65 | 50 |
| 5. | Zona gospodarske namjene (proizvodnja, industrija, skladišta, servisi) | – Na granici građevne čestice unutar zone – buka ne smije prela-ziti 80 dB(A)<br><br>- Na granici ove zone buka ne smije prelaziti dopuštene razine zone s kojom graniči | |

Poljoprivreda je djelatnost s vrlo visokim rizikom od ozljeda na radu, koje mogu ozbiljno narušiti zdravlje sudionika u procesu poljoprivredne proizvodnje. Iz tog razloga potrebno je dobro poznavati izvore opasnosti u poljoprivredi te metode zaštite na radu kako bi se mogućnost od ozljeda svela na minimum (URL2).

Cilj istraživanja je utvrditi razinu buke koja utječe na rukovatelja poljoprivrednog traktora u odnosu na različite brzine gibanja i tri različite agrotehničke operacije. Hipoteza je da će se pri povećanju brzine gibanja povećati i razina buke.

## 2. PREGLED LITERATURE

Buka je svakodnevni čimbenik okoliša koji djeluje stresogeno, a na koji čovjek nema sposobnosti privikavanja. Bukom se definira svaki neželjeni zvuk u sredini u kojoj ljudi borave i rade, a koji izaziva neugodan osjećaj ili može nepovoljno utjecati na zdravlje. Osjetljivost na buku ovisit će o karakteristikama buke (jakost, ritam, sadržaj), individualnim karakteristikama izložene osobe (stanje organa sluha, životna dob, individualna osjetljivost na buku) te o duljini, vrsti i režimu izloženosti (položaj osobe prema izvoru buke, prisutnost ili neprisutnost buke u vrijeme odmora uzetog za radnog vremena te u slobodno vrijeme) (Resanović i sur., 2006.).

Prema URL3 u pravilnika o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu donesene su granične vrijednosti izloženosti i upozoravajuće vrijednosti izloženosti tijekom osmosatnog radnog dana te razine vrijednosti zvučnoga tlaka.

- granična vrijednost izloženosti: L(EX,8h) = 87 dB(A) i p(peak) = 200 Pa (140 dB(C) u odnosu na referentni zvučni tlak 20 μPa);

- gornja upozoravajuća granica izloženosti: L(EX,8h) = 85 dB(A) i p(peak) = 140 Pa (137 dB(C) u odnosu na referentni zvučni tlak 20 μPa);

- donja upozoravajuća granica izloženosti: L(EX,8h) = 80 dB(A) i p(peak) = 112 Pa (135 dB(C) u odnosu na referentni zvučni tlak 20 μPa).

Za granične vrijednosti izloženosti vrijedi da poslodavac pri utvrđivanju stvarne izloženosti radnika mora uzeti u obzir smanjenje buke zbog uporabe osobne zaštitne opreme za zaštitu sluha, dok za upozoravajuće vrijednosti izloženosti vrijedi da taj učinak ne smije uzimati u obzir (URL3).

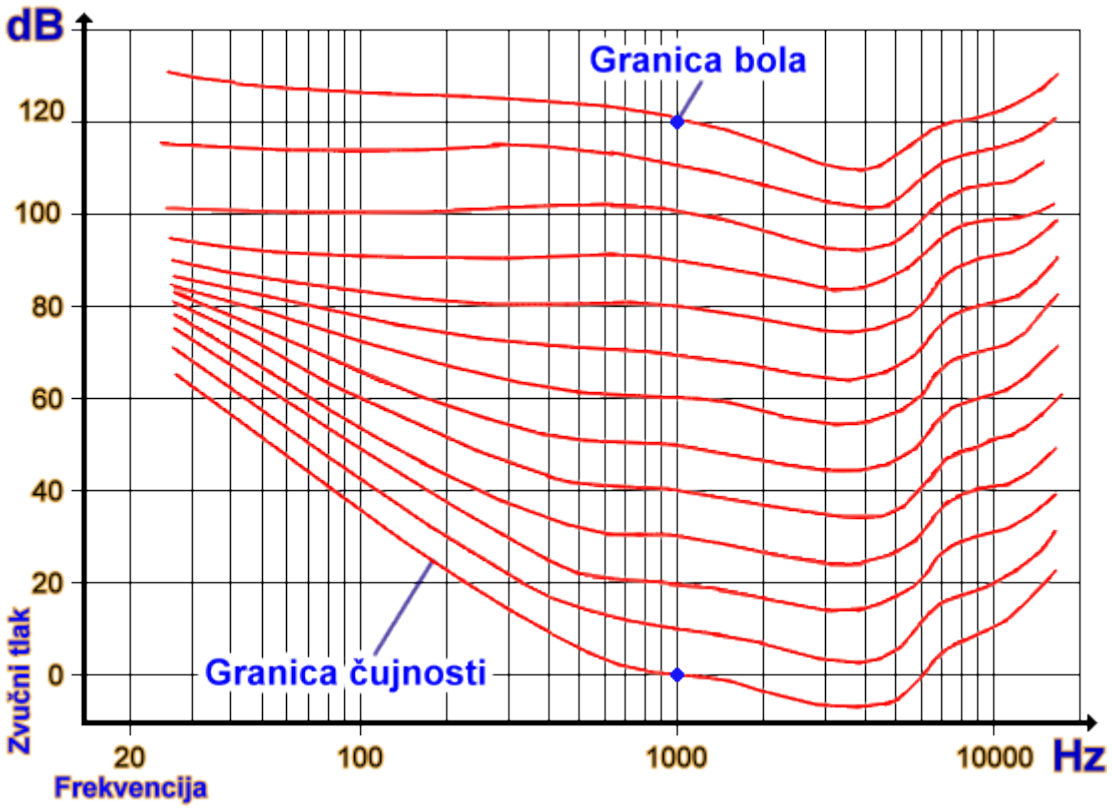
Prema URL4 buka je najznačajniji problem u poljoprivredi i mnogi poljoprivrednici i poljoprivredni radnici su izloženi većoj buci od preporučene, koja iznosi 85 dB. Navode kako je u njihovom istraživanju ustanovljeno da su u traktoru najveći izvori buke transmisija, motor, poklopac motora i ventilator hladnjaka. Svaki traktor je potrebno odgovarajuće i pravovremeno održavati kako bi mogao biti učinkovit u radu, u suprotnom će s vremenom razina buke koju proizvodi biti sve veća.

Također prema URL4 zvukovi koji prelaze 85 dB mogu uzrokovati privremeno ili trajno oštećenje sluha. Karakteristike buke mogu varirati od impulsnog, isprekidanog do

kontinuiranog zvuka i sastoji se od niskih, srednjih ili mješovitih frekvencija. Zvuk je oblik energije kojemu možemo mjeriti snagu, pritisak itd., koje možemo smjestiti na veliki raspon valova i varijacija tlaka koje ljudsko uho može osjetiti. Razina zvučnog tlaka (SPL) mjeri se u decibelima (dB).

Isti autori navode podatak da su iz ranijih istraživanja utvrdili podatke o buci koja dolazi do rukovateljevog uha pri vožnji s ugašenim radiom i zatvorenim prozorima kabine. Podaci su iznosili 78 do 103 dB. Zaštita sluha se preporučuje pri vožnji traktora s kabinom od 3 do 4 sata, a kod traktora bez kabine kad se upravlja njime oko 1,5 do 2 sata. Načini kojima se može smanjiti štetni utjecaj za sluh rukovatelja su čepovi za uši, prekrivači slušnog kanala te štitnici za uši pomoću kojih se razina buke u uhu rukovatelja smanjila na 77-78 dB. Također je ustanovljeno da traktori koji imaju izvorne tj. originalne kabine imaju veći utjecaj na smanjenje opterećenja bukom i imaju bolju zvučnu izolaciju u usporedbi s traktorima kojima je kabina ugrađena na terenu. Dok su se iste, naravno, pokazale povoljnije nego traktori bez kabine. Prema američkim standardima spominje se da dopuštena razina buke za 8 sati rada treba biti do 90 dB. Njihovo pravilo kaže da se za svakih 5 dB više vrijeme izloženosti buci treba smanjiti u pola.

URL5 navodi kako je ljudsko uho osjetljivo na jako velik odnosno širok opseg amplituda, a na ljestvici visokih amplituda se nalazi prag bola kod kojeg dolazi do neugodnog osjećaja. Na strani manjih amplituda se nalazi prag čujnosti koji je jednak jedva čujnom zvuku pri potpunoj tišini. Da bi izrazili širok opseg amplitude koristimo se logaritamskom metrikom. Decibel (dB) označava nivo zvuka preko omjera u logaritamskoj bazi. Na skali decibela, između razine čujnosti i razine bola nalazi se oko 120 dB.




Slika 2. Prikaz granice bola i granice čujnosti u ovisnosti o zvučnom tlaku i frekvenciji

(https://informatika.buzdo.com/pojmovi/kino-1.htm)

Iz slike 2 možemo zaključiti da je prag boli najviši nivo zvučnog pritiska koje uho može registrirati, a da se ne ošteti organ sluha. Prag boli ovisi o frekvenciji, dok prag čujnosti predstavlja najniži prag zvučnog pritiska koje uho može registrirati, a isto ovisi o frekvenciji. Nadalje, kako je u ranijim istraživanjima utvrđeno da je razina emitirane vanjske buke bila viša pri gibanju traktora s manjem brojem radnih sati te da je emitirana razina unutarnje buke na mjestu vozača traktora bila viša kod traktora s većim brojem odrađenih radnih sati (URL5).

Baričjak (2016.) navodi da je na traktoru proizvođača FENDT tipa 410, mjerena razina buke unutar kabine i izvan nje prema propisanim normama HRN ISO 6393 i HRN ISO 6395 za određivanje buke koju traktor stvara u okolini i isto tako HRN ISO 6394, 6396 i 5131 buke koju traktor proizvodi u kabini rukovatelja. Utvrđeno je kako razina buke ne prelazi dopuštenu graničnu vrijednost od 90 dB. Iz tog podatka proizlazi pretpostavka kako ne postoji negativan utjecaj na čovjekovo zdravlje. Isti autor također navodi podatak iz ranijih istraživanja koja su provedena na različitim podlogama i u različitim uvjetima. Pokazalo se da je površina po kojoj se traktor kretao imala utjecaj na razinu proizvedene buke, a uređaj za

mjerenje buke bio je postavljen u razini vozačeve glave. Ranija mjerenja su pokazala i podatak kako bi razina buke mogla utjecati na gubitak sluha kod 10% ispitanika s iznosom većim ili jednakim od 23,3 dB pri dnevnom izlaganju u uvjetima rada pri razini proizvedene buke od 89,1 dB. Iz drugih ispitivanja na traktoru Massey Ferguson 285 mjerena je vanjska buka i njen utjecaj na vozača pri različitim brzinama tijekom obavljanja operacija. Podaci koji su dobiveni mjerenjem na visini vozačeva desna uha pokazala su da je pri 1000 okretaja u minuti nešto niže, odnosno 78,8 dB dok je razina buke pri 2000 okretaja u minuti bila veća od standardno dopuštenih 85 dB. Zaključak je bio da su ti uvjeti opasni po vozačevo zdravlje.

Barač i sur. (2014.) istraživali su razinu vanjske buke pri kretanju traktora i razinu unutarnje buke na mjestu rukovatelja pri kretanju traktora. 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). Iz rezultata je vidljivo da niti jedan od ispitivanih poljoprivrednih traktora nije proizveo višu razinu buke od dozvoljenih 80 dB, te je time potvrđena hipoteza kako će stariji traktori emitirati višu razinu buke od novijih traktora.

Melemez i Tunay (2010.) istraživali su razinu buke koja dolazi od strojeva za utovar u šumarstvu. Mjerenja su obavljena na traktorima tvrtki Ford, John Deere i Massey Ferguson s priključenim Komatsu i Hidromek strojevima za utovar. U istraživanju su koristili TES 1353 uređaj za mjerenje buke, a rezultati za Massey Ferguson prikazuju kako je rukovatelj bio izložen buci u rasponu od 85,4 do 104,7 dB. Pri vrednovanju svih traktora podaci pokazuju da je izmjerena srednja ekvivalentna razina buke iznosila 92 dB.

Barač i sur., (2017.) mjerili su buku na traktoru Landini Powerfarm DT100A na tri različite podloge tijekom dvije godine. Mjerenje je obavljeno uređajem proizvođača METREL tipa Multinorm MI 6201 EU. Iz rezultata je vidljivo da je ispitivani traktor najvišu razinu buke proizveo na makadamskoj podlozi, dok je najmanju razinu buke proizveo na travnatoj podlozi. Razina buke koju je proizveo ispitivani traktor manja je od 90 dB.

Prema URL6 ako izmjerena ekvivalentna razina buke prelazi 80 dB potrebno je izračunati normaliziranu dnevnu izloženost buci. To znači ako rukovatelj koji u osmosatnom radnom danu jedan sat dnevno provodi radeći na stroju gdje se javlja buka veća od 80 dB potencijalno je ugrožen te je nužno provesti proračun normalizirane dnevne izloženosti buci. Ako je izračunata dnevna izloženost buci između 80 i 85 dB preporuča se uporaba osobnih sredstava za zaštitu sluha, a ako prelazi 85 dB uporaba osobnih zaštitnih sredstava za zaštitu sluha je obavezna.

Prema Smithu (2011.) najčešća zaštita sluha su ušni štitnici i ušni čepovi. Štitnici za uši služe kao zvučna barijera za cijelo uho, ali ne blokiraju sve zvukove tako da se mogu čuti bitne poruke ili zvukovi za sigurnosne svrhe. Također, štitnici za uši mogu reducirati razinu buke za 20 do 30 dB. Čepovi za uši su napravljeni kako bi stali u ušni kanal i postoje različiti oblici istih. Obično smanjuju razinu buke za 26 do 33 dB, a ako se koriste zajedno štitnici za uši sa čepovima može se smanjiti za dodatnih 5 do 6 dB.

## 3. MATERIJALI I METODE

Istraživanje je obavljeno 2018. godine na traktoru IMT 539 (slika 3.). Mjerenje buke je provedeno na tri različite agrotehničke operacije i svaka od njih obavljena je u tri brzine gibanja. Duljina staze na kojoj je obavljeno istraživanje iznosi 150 metara. Prvo je mjerenje obavljeno s malčerom Gramip GS 45-160 (slika 4.) u prvoj, drugoj i trećoj brzini. Zatim je obavljeno mjerenje s raspršivačem Agromehanika (slika 5.) u drugoj, trećoj i četvrtoj brzini. Posljednje mjerenje obavljeno je s bočnom frezom (slika 6.) u prvoj, drugoj i trećoj brzini.




Slika 3. Traktor ″IMT 539″

(Vlastita fotografija)



Slika 4. Malčer ″Gramip GS 45-160″ u radu

(Vlastita fotografija)




Slika 5. Raspršivač Agromehanika pri radu

(Vlastita fotografija)



Slika 6. Bočna freza u radu

(Vlastita fotografija)

Sva mjerenja smo ponovili tri puta za svaku brzinu gibanja traktora. Mjerenja su obavljena pomoću uređaja za mjerenje buke od proizvođača Metrel tipa Multinorm MI 6201 EU (Slika 7.) sa pripadajućom zvučnom sondom od istog proizvođača (Slika 8.).




Slika 7. Uređaj za mjerenje buke METREL

(Vlastita fotografija)



Slika 8. Zvučna sonda postavljena na desnoj strani traktora

(Vlastita fotografija)

Razina buke mjerena je u kabini traktora s lijeve i desne strane glave rukovatelja traktora s 15 mm udaljenosti od uha. Istraživanje je obavljeno u skladu s propisanim normama HRN ISO 6396 koja se odnosi na mjerenje buke s lijeve i desne strane rukovatelja i 5131 koja propisuje točni položaj uređaja u odnosu na referentnu točku sjedala rukovatelja odnosno od sredine glave rukovatelja do razine sjedala na visini 790±20 mm i odmaknut od sredine glave 200±20 mm s lijeve i desne strane.

Razina buke u dB prikazana je u tablicama, a izražena je pomoću sljedećih 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.

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

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

## 3.1. OSNOVNE TEHNIČKE KARAKTERISTIKE TRAKTORA "IMT 539"

Sljedeći podaci uzeti su iz priručnika za rukovanje i održavanje trakotra IMT 539:

- Godina proizvodnje: 1987.
- Širina traktora: 1625mm
- Ukupna dužina: 2972 mm
- Ukupna visina: 1372mm
- Razmak između osovina: 1830mm
- Visina poteznice: 502 mm
- Ukupna težina: 1440 (kg)
- Radna zapremina: 2500 $m^3$
- Zapremina rezervoara: 35 (l)
- Broj cilindara: 3
- Stupanj kompresije: 17, 4:1
- Snaga motora na zamašnjaku pri 2000 $min^{-1}$: 28,7kW
- Snaga motora na priključnom vratilu pri 2000 $min^{-1}$: 26,5 kW
- Maksimalni okretni moment pri 1300 $min^{-1}$: 15,3 daNm

## 3.2. OSNOVNE TEHNIČKE KARAKTERISTIKE MALČERA GRAMIP GS 45-160

- Radni broj okretaja: 540 o/min
- Vanjska širina: 173 cm
- Radna širina: 160 cm
- Masa stroja: 281 kg
- Broj radnih organa (čekića): 24
- Potrebna snaga traktora: 34 – 55 ks
- Max. debljina Ø: do 3,5 cm

### 3.3. OSNOVNE TEHNIČKE KARAKTERISTIKE RASPRŠIVAČA AGROMEHANIKA

- Godina proizvodnje: 2010.
- Tip raspršivača: AGP
- Model: 440 U
- Radni broj okretaja: 540 o/min
- Zapremina spremnika: 440 (l)
- Masa stroja: 188 (kg)
- Prečnik ventilatora (mm) Ø: 825
- Ukupan broj mlaznica: 10
- Količina zraka ($m^3/h$) * 1000: 15 – 45
- Izlazna brzina (m/s): 12 – 38
- Broj okretaja ventilatora: 1500
- Tip crpke: BM 65/30
- Širina (cm): 120
- Visina (cm): 140
- Dubina (cm): 133

### 3.4. OSNOVNE TEHNIČKE KARAKTERISTIKE BOČNE FREZE

- Radna širina (cm): 80
- Ukupna širina (cm): 215
- Radni broj okretaja 540 o/min
- Masa stroja (kg): 180
- Broj radnih organa: 5

# 4. REZULTATI

## 4.1. RAZINA BUKE- MALČER

Sljedeći podaci prikazuju razinu buke u kabini traktora pri radu sa malčerom.

Tablica 2. Razina buke na lijevoj strani (malčer)

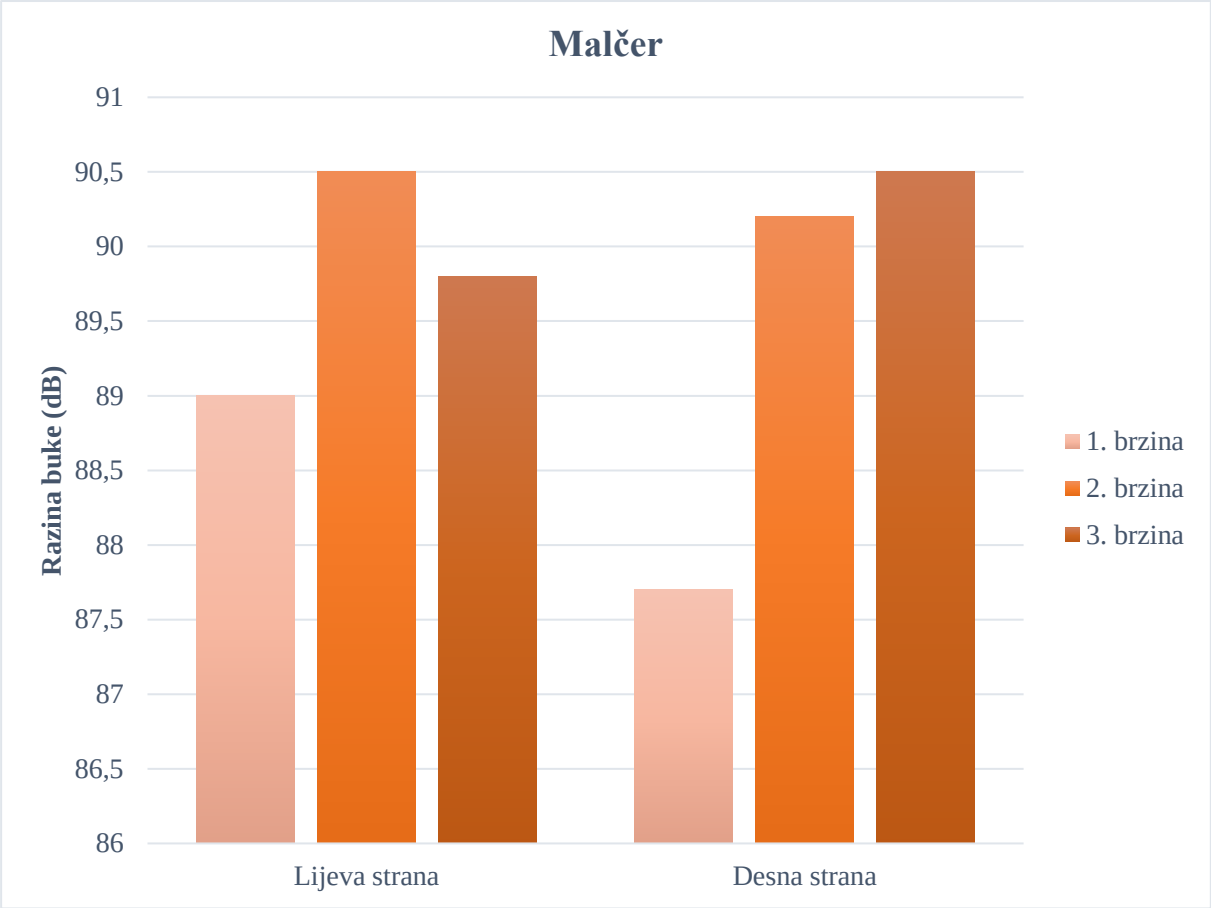
| BRZINA | PONAVLJANJE | $LA_{eq}$ [dB] | $LAF_{max}$ [dB] | $LAF_{min}$ [dB] |
|---|---|---|---|---|
| **1** | **1** | 88,5 | 89,8 | 85,1 |
| | **2** | 89,2 | 90 | 86,2 |
| | **3** | 89,2 | 89,8 | 87,3 |
| **2** | **1** | 88,6 | 89,3 | 85,9 |
| | **2** | 91,3 | 92,3 | 88,7 |
| | **3** | 91,5 | 92,5 | 88,1 |
| **3** | **1** | 90,9 | 91,7 | 88,1 |
| | **2** | 89,7 | 90,7 | 86,1 |
| | **3** | 88,7 | 89,8 | 85,9 |

Iz tablice 2. utvrđena je najviša ekvivalentna usrednjena razina buke ($LA_{eq}$) pri trećem ponavljanju u drugoj brzini kretanja i iznosi 91,5 dB, dok se najniža izmjerena pojavila pri prvom ponavljanju u prvoj brzini kretanja traktora i iznosi 88,5 dB. Osim toga najviša vremenska srednja zvučna razina buke ($LAF_{max}$) izmjerena je također pri trećem ponavljanju i drugoj brzini kretanja 92,5 dB. Najniža srednja razina buke ($LAF_{min}$) izmjerena je u prvoj brzini kretanja pri prvom ponavljanju 85,1 dB.

Tablica 3. Razina buke na desnoj strani (malčer)

| **BRZINA** | **PONAVLJANJE** | **$LA_{eq}$** [dB] | **$LAF_{max}$** [dB] | **$LAF_{min}$** [dB ] |
|---|---|---|---|---|
| **1** | **1** | 88,8 | 92 | 86,4 |
| | **2** | 87 | 89,4 | 83,7 |
| | **3** | 87,3 | 88,7 | 83,3 |
| **2** | **1** | 88 | 88,8 | 83,9 |
| | **2** | 91,3 | 92,5 | 88,1 |
| | **3** | 91,3 | 92,3 | 87,3 |
| **3** | **1** | 90,6 | 91,3 | 87,2 |
| | **2** | 90,3 | 91,4 | 85,7 |
| | **3** | 90,7 | 91,5 | 87,2 |

Tablica 3. prikazuje najvišu ekvivalentnu usrednjenu zvučnu razinu buke ($LA_{eq}$) pri drugom i trećem ponavljanju u drugoj brzini kretanja 91,3 dB, dok je najniža izmjerena pri drugom ponavljanju u prvoj brzini kretanja 87 dB. Najviša vremenska srednja razina buke ($LAF_{max}$) izmjerena je u drugom ponavljanju pri drugoj brzini kretanja 92,5 dB. Najniža srednja razina buke ($LAF_{min}$), a izmjerena je u trećem ponavljanju i prvoj brzini kretanja traktora 83,3 dB.




Grafikon 1. Prikaz srednje vrijednosti $LA_{eq}$ za malčer

Grafikon 1. prikazuje kako je s desne strane porastom brzine gibanja značajno porasla i buka, dok s lijeve strane porastom brzine gibanja nije porasla buka, a što je vidljivo kod treće brzine.

## 4.2. RAZINA BUKE- RASPRŠIVAČ

Sljedeći podaci pokazuju razinu buke koja je nastala u kabini traktora pri radu sa raspršivačem.

Tablica 4. Razina buke na lijevoj strani (raspršivač)

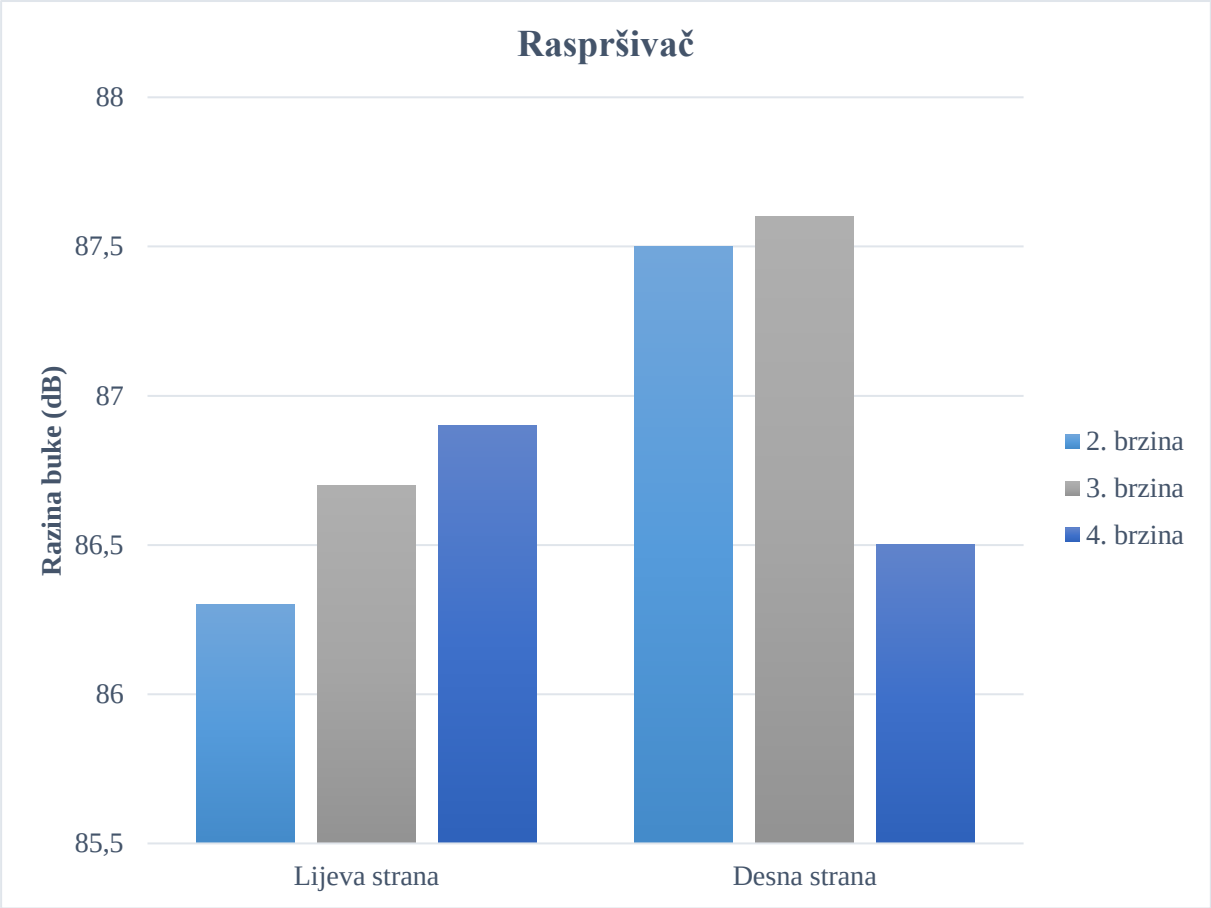
| **BRZINA** | **PONAVLJANJE** | **$LA_{eq}$** [dB] | **$LAF_{max}$** [dB] | **$LAF_{min}$** [dB] |
|---|---|---|---|---|
| **2** | **1** | 86,8 | 88,3 | 85,8 |
| | **2** | 85,8 | 88,7 | 84,3 |
| | **3** | 86,3 | 87,7 | 85,1 |
| **3** | **1** | 86,1 | 87,5 | 85,1 |
| | **2** | 87 | 90,1 | 85,5 |
| | **3** | 87,1 | 90,2 | 86 |
| **4** | **1** | 87,3 | 89,7 | 85,4 |
| | **2** | 87 | 89,4 | 85,9 |
| | **3** | 86,3 | 88,2 | 85 |

Tablica 4. prikazuje da je najviša vremenski usrednjena (ekvivalentna) trajna zvučna razina ($LA_{eq}$) izmjerena pri prvom ponavljanju u četvrtoj brzini kretanja 87,3 dB, a najniža izmjerena proizvedena je u drugom ponavljanju s drugom brzinom gibanja 85,8 dB. Najviša srednja vremenska razina buke ($LAF_{max}$) 90,2 dB izmjerena je u trećem ponavljanju pri trećoj brzini kretanja, a najniža srednja razina buke ($LAF_{min}$) 84,3 dB izmjerena je u drugom ponavljanju druge brzine kretanja.

Tablica 5. Razina buke na desnoj strani (raspršivač)

| **BRZINA** | **PONAVLJANJE** | **$LA_{eq}$** [dB] | **$LAF_{max}$** [dB] | **$LAF_{min}$** [dB] |
|---|---|---|---|---|
| **2** | **1** | 88,2 | 88,9 | 85,4 |
| | **2** | 87,6 | 88,3 | 84,7 |
| | **3** | 86,8 | 87,3 | 84,7 |
| **3** | **1** | 87,5 | 88,1 | 84,5 |
| | **2** | 87,7 | 88,2 | 84,3 |
| | **3** | 87,5 | 88,1 | 84,7 |
| **4** | **1** | 86,3 | 87,1 | 82,1 |
| | **2** | 86,6 | 87,5 | 82,1 |
| | **3** | 86,5 | 87,2 | 82 |

U tablici 5. najviša vremenski usrednjena odnosno ekvivalentna zvučna razina buke ($LA_{eq}$) izmjerena je u prvom ponavljanju druge brzine kretanja 88,2 dB, a najniža 86,3 dB izmjerena je pri prvom ponavljanju s četvrtom brzinom kretanja. Najviša srednja vremenska razina buke ($LAF_{max}$) 88,9 dB je izmjerena u prvom ponavljanju druge brzine kretanja. Najniža srednja razina buke ($LAF_{min}$) 82 dB izmjerena je pri trećem ponavljanju u četvrtoj brzini kretanja.




Grafikon 2. Prikaz srednje vrijednosti LAeq za raspršivač

Grafikon 2. prikazuje proizvedenu buku izmjerenu u radu s raspršivačem. Uočljivo je kako je nastala znatno viša buka na desnoj strani. Osim toga, možemo zaključiti da se razina buke na desnoj strani ne povećava zajedno s povećanjem brzine kao što je izmjereno na lijevoj strani.

### 4.3. RAZINA BUKE- BOČNA FREZA

Sljedeći rezultati dobiveni su mjerenjem razine buke u kabini traktora pri radu s bočnom frezom.

Tablica 6. Buka na lijevoj strani (bočna freza)

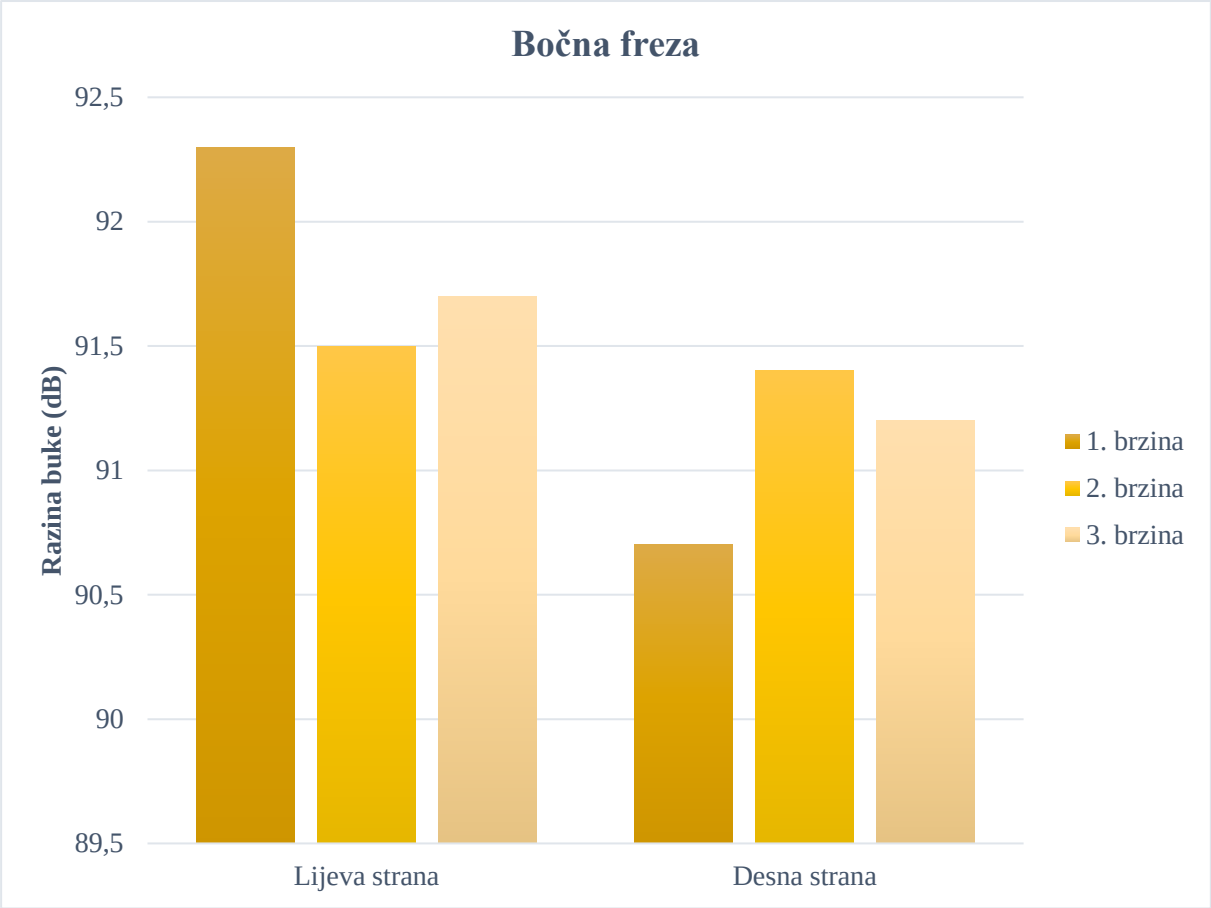
| BRZINA | PONAVLJANJE | $LA_{eq}$ [dB] | $LAF_{max}$ [dB] | $LAF_{min}$ [dB] |
|---|---|---|---|---|
| **1** | **1** | 91,5 | 99,3 | 86,1 |
| | **2** | 92,6 | 100,7 | 86,5 |
| | **3** | 92,9 | 99,5 | 87 |
| **2** | **1** | 92 | 97,6 | 84,9 |
| | **2** | 91,9 | 97,7 | 86,1 |
| | **3** | 90,7 | 97,4 | 86 |
| **3** | **1** | 92,6 | 97,9 | 86,6 |
| | **2** | 91,3 | 97,7 | 86,1 |
| | **3** | 91,3 | 97,7 | 86,1 |

Tablica 6. pokazuje da je najviša ekvivalentna usrednjena razina buke ($LA_{eq}$) izmjerena pri trećem ponavljanju u prvoj brzini kretanja 92,9 dB, dok je najniža izmjerena zabilježena pri trećem ponavljanju u drugoj brzini kretanja traktora 90,7 dB. Osim toga, najviša vremenska srednja zvučna razina buke ($LAF_{max}$) izmjerena je pri drugom ponavljanju u prvoj brzini kretanja 100,7 dB. Najniža srednja razina buke ($LAF_{min}$) izmjerena je u drugoj brzini kretanja pri prvom ponavljanju 84,9 dB.

Tablica 7. Buka na desnoj strani (bočna freza)

| **BRZINA** | **PONAVLJANJE** | **$LA_{eq}$** [dB] | **$LAF_{max}$** [dB] | **$LAF_{min}$** [dB] |
|---|---|---|---|---|
| **1** | **1** | 90,4 | 99 | 84,4 |
| | **2** | 90,9 | 97,9 | 85,4 |
| | **3** | 90,9 | 96,9 | 86,6 |
| **2** | **1** | 91,3 | 97 | 84,6 |
| | **2** | 90,9 | 96,8 | 84,8 |
| | **3** | 91,9 | 98,5 | 85,2 |
| **3** | **1** | 92,3 | 97,8 | 86,3 |
| | **2** | 89,9 | 96,3 | 85,6 |
| | **3** | 91,3 | 96,8 | 86,2 |

Iz tablice 7. možemo zaključiti da je najviša vremenski usrednjena, odnosno ekvivalentna zvučna razina buke ($LA_{eq}$) izmjerena u prvom ponavljanju treće brzine kretanja 92,3 dB, a najniža 89,9 dB izmjerena je pri drugom ponavljanju u trećoj brzini kretanja. Najviša srednja vremenska razina buke ($LAF_{max}$) 99 dB izmjerena je u prvom ponavljanju prve brzine kretanja. Najniža srednja razina buke ($LAF_{min}$) 84,4 dB izmjerena je pri prvom ponavljanju u prvoj brzini kretanja.

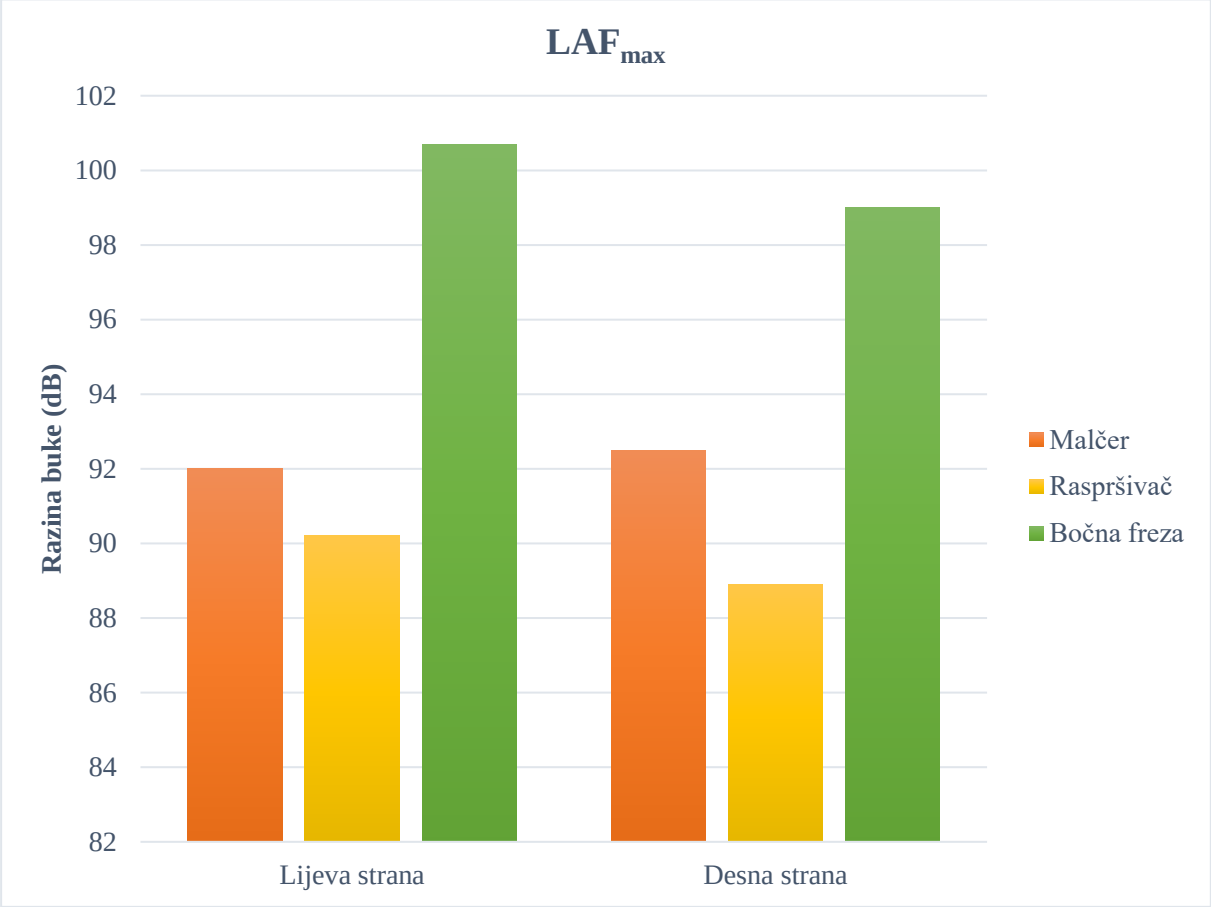



Grafikon 3. Prikaz srednje vrijednosti LAeq za bočnu frezu

U grafikonu 3. prikazana je razina buke nastala pri mjerenju u radu s bočnom frezom. Grafikon je podijeljen po brzinama rada, odnosno mjerenja te stranama mjerenja razine buke. Iz istog možemo zaključiti da razina buke nije rasla s povećanjem brzine. Isto tako vidljivo je da je proizvedena viša razina buke na lijevoj strani mjerenja.

### 4.4. NAJVEĆA IZMJERENA RAZINA BUKE

Grafikon 4. prikazuje najviše vremenski usrednjene zvučne razina mjerena u brzom (F) kanalu ($LAF_{max}$) za sve tri agrotehničke operacije bez obzira na brzine rada. Podijeljen je na strojeve pomoću kojih su obavljene agrotehničke operacije te na strane mjerenja razine buke. Odnosno iz istog su vidljive najviše proizvedene razine buke u cjelokupnom mjerenju za malčer, raspršivač i bočnu frezu na lijevoj i desnoj strani mjerenja. Najviša razina buke izmjerena je pri radu bočne freze s lijeve i s desne strane, dok je najniža razina buke izmjerena pri radu raspršivača s lijeve i desne strane.




Grafikon 4. Najveće izmjerene vrijednosti razine buke

## 4.5. STATISTIČKI OBRAĐENI PODACI

Sljedeće dvije tablice prikazuju statističku obradu podataka proizvedene razine buke na desnoj i lijevoj strani mjerenja.

Tablica 8. Deskriptivna statistika vrijednosti mjerenih na desnoj strani

| Izvor | Suma | df | Srednje vrijednosti | F | Sig. | Parcijalni koef. korelacije |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ispravak modela** | 86,501[a] | 8 | 10,813 | 14,056 | 0,000 | 0,862 |
| **Prosjek** | 215079,113 | 1 | 215079,113 | 279592,491 | 0,000 | 1,000 |
| **Brzina** | 5,267 | 2 | 2,634 | 3,424 | 0,055 | 0,276 |
| **Agrotehničke operacije** | 69,134 | 2 | 34,567 | 44,935 | 0,000 | 0,833 |
| **Brzina * Agrotehničke operacije** | 12,099 | 4 | 3,025 | 3,932 | 0,018 | 0,466 |
| **Pogreška** | 13,847 | 18 | 0,769 | | | |
| **Ukupno** | 215179,460 | 27 | | | | |
| **Ispravljeno ukupno** | 100,347 | 26 | | | | |

Tablica 8. prikazuje deskriptivnu statistiku izmjerene razine buke u sklopu istraživanja na tri različite agrotehničke operacije i tri različite brzine po svakoj operaciji. U tablici su prikazani statistički obrađeni podaci koji se odnose na ukupna mjerenja razine buke na desnoj strani. Analizom varijance utvrđena je statistički visoko signifikantna razlika uzimajući u obzir nezavisnu varijablu agrotehničku operaciju. Osim toga, utvrđena je i statistički značajna razlika interakcije brzine i agrotehničke operacije, dok za varijablu brzina nije utvrđena statistička značajnost.

Tablica 9. Deskriptivna statistika vrijednosti mjerenih na lijevoj strani

| Izvor | Suma | df | Srednje vrijednosti | F | Sig. | Parcijalni koef. korelacije |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ispravak modela** | 129,593[a] | 8 | 16,199 | 22,615 | 0,000 | 0,910 |
| **Prosjek** | 215847,363 | 1 | 215847,363 | 301338,098 | 0,000 | 1,000 |
| **Brzina** | 0,669 | 2 | 0,334 | 0,467 | 0,634 | 0,049 |
| **Agrotehničke operacije** | 124,647 | 2 | 62,323 | 87,008 | 0,000 | 0,906 |
| **Brzina * Agrotehničke operacije** | 4,278 | 4 | 1,069 | 1,493 | 0,246 | 0,249 |
| **Pogreška** | 12,893 | 18 | 0,716 | | | |
| **Ukupno** | 215989,850 | 27 | | | | |
| **Ispravljeno ukupno** | 142,487 | 26 | | | | |

Tablica 9. također prikazuje deskriptivnu statistiku izmjerene razine buke u sklopu istraživanja na tri različite agrotehničke operacije i tri različite brzine po svakoj operaciji. U tablici su izneseni statistički obrađeni podaci koji se odnose na ukupna mjerenja razine buke na lijevoj strani. Analizom varijance utvrđena je statistički visoko značajna razlika uzimajući u obzir nezavisnu varijablu agrotehničku operaciju. Nadalje, istom nije utvrđena statistički značajna razlika uzimajući u obzir nezavisnu varijablu brzina i interakciju brzine i agrotehničke operacije.

## 5. RASPRAVA

Mjerenje razine buke u kabini traktora Landini Powerfarm DT100A obavljeno je bez priključnog stroja, na različitim podlogama (makadamskoj, asfaltnoj i travnatoj). Isto je obavljeno pomoću uređaja za ispitivanje buke Metrel tipa Multinom MI 6201 EU s pripadajućom zvučnom sondom istog proizvođača. Ispitivana je razina buke na lijevoj i desnoj strani kabine s prosječnom brzinom 7,5 km $h^{-1}$. Rezultati istraživanja ukazuju da je najviša vrijednost ekvivalentne usrednjene trajne zvučne razine buke ($LA_{eq}$) izmjerena na makadamskoj podlozi 73,2dB, dok je najmanji iznos buke izmjeren na travnatoj podlozi 68,55 dB (Krištić, 2016.).

Sabo (2018.) u radu navodi kako je obavljeno istraživanje o razini buke u unutrašnjosti kabine pri radu tresača. Mjerenje je obavljeno na dva traktora koja su agregatirana sa polu nošenim tresačem, odnosno traktorom John Deere 6110 MC, traktorom Hurlimann XT-910.4 i tresačem Weremczuk Majate. ″...najviše razine buke izmjerene su prilikom 500 o/$min^{-1}$ kod oba traktora, s desne strane izmjerena je buka jednake vrijednosti kod oba traktora 75,4 dB, dok je s lijeve strane izmjerena veća buka kod traktora Hurlimann XT-910.4 sa iznosom 77 dB u odnosu na traktor John Deere 6110 MC75,4 dB.“

Iz prethodno navedenih radova gdje je mjerena buka u kabini traktora, bez obzira na čimbenike poput brzine, podloge ili agrotehničkih operacija, ustanovljeno je da većina izmjerenih vrijednosti razina buke nije prelazila dopuštene granice. Uspoređujući ovo istraživanje s gore navedenima utvrđeno je da izmjerene razine buke pri svim ispitivanim agrotehničkim operacijama prelaze dopuštene granične vrijednosti izloženosti buci. Osim toga, istraživanjima je djelomično potvrđena hipoteza da će se povećanjem brzine povećavati i razina buke. Prema pravilniku o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (URL3), prema članku 3. prelaze gornju upozoravajuću granicu izloženosti od 85 dB i graničnu vrijednost izloženosti od 87 dB. Pretpostavka je da su rezultati posljedica zastarjelosti traktora (brtve na vratima) na kojem je provedeno istraživanje te da su mnogi čimbenici poput vibracija i drugo pridonjeli ukupnoj razini buke unutar kabine.

U ovom istraživanju najvišu razinu buke proizvela je agrotehnička operacija s bočnom frezom, što je prikazano na grafikonu 4. Poslije bočne freze, sljedeću najvišu proizvedenu buku pri agrotehničkim operacijama proizveo je malčer, a najnižu raspršivač. Osim toga, razina buke za bočnu frezu i raspršivač bila je viša na lijevoj strani, a za malčer na desnoj strani mjerenja.

Najviša vremenski usrednjena (ekvivalentna) trajna zvučna razina ($LA_{eq}$) izmjerena je na lijevoj strani u radu s bočnom frezom 92,9 dB. Najniža vremenski usrednjena (ekvivalentna) trajna zvučna razina ($LA_{eq}$) izmjerena je pri radu s raspršivačem na lijevoj strani mjerenja 85,8 dB.

Najviša srednja vremenska razina buke ($LAF_{max}$) svih mjerenja 100,7 dB izmjerena je pri radu s bočnom frezom na lijevoj strani mjerenja, a 82 dB je najniža srednja razina buke (LAFmin) svih mjerenja, a izmjerena je u radu s bočnom frezom na desnoj strani mjerenja.

## 6. ZAKLJUČAK

U radu s malčerom najviša izmjerena razina buke je 92,5 dB, a najniža 83,3 dB. U agrotehničkoj operaciji s raspršivačem najviša zabilježena razina buke iznosi 90,2 dB, a najniža 82 dB. Najviša razina buke u radu s bočnom frezom je 100,7 dB, a najniža 84,4 dB. Najvišu buku od sva tri ispitivana stroja proizvela je bočna freza, potom malčer, a najnižu raspršivač. Hipoteza da će se s povećanjem brzine povećavati i razina mjerene buke nije u potpunosti potvrđena za sve agrotehničke operacije, odnosno strojeve na kojima je provedeno istraživanje. To potvrđuju tablice i grafikoni mjerenih razina buke s obzirom na brzinu kretanja traktora.

Sve navedene agrotehničke operacije u radu prelaze graničnu vrijednost izloženosti buci od 87 dB čime se potvrđuju negativni utjecaji buke na rukovatelja traktora. Prema tome, nužno je da se rukovatelj traktora u daljem radu zaštiti od negativnog utjecaja buke pomoću zaštitne opreme za zaštitu sluha jer je izložen razini buke koja je opasna za zdravlje što može ostaviti niz negativnih zdravstvenih posljedica.

## 7. POPIS LITERATURE:


1. Barač, Ž., Plaščak, I., Jurić, T., Jurišić, M., Zimmer, D. (2014.): Starost traktora kao čimbenik proizvedene razine buke. Agronomski glasnik 3/2014. ISSN 0002-1954.
2. Barač, Ž., Plaščak, I., Jurišić, M., Zimmer, D. (2017.): Utjecaj različitih vrsta podloga i radnih sati traktora na proizvedenu razinu buke. Agronomski glasnik (0002-1954. 79 (2017), 4, 165-175.
3. Baričjak, T. (2016.) Proizvedena razina buke na traktoru prema hrvatskim normama. 2016. https://zir.nsk.hr/islandora/object/pfos%3A807/datastream/PDF/view.18.9.2018.
4. Grubeša, S. Proračun razine buke. 2014. https://www.researchgate.net/profile/Sanja_Grubesa/publication/267196441_Proracun_razine_buke/links/5472f4840cf2d67fc035d3ef/Proracun-razine-buke.pdf . 18.9.2018.
5. Klančnik, M. Utjecaj buke na zdravlje i radnu sposobnost. 2013. https://bib.irb.hr/datoteka/739938.Dr_Klancnik_Marisa_buka_popularni.pdf . 17.9.2018.
6. Krištić, I. (2016.): Proizvedena razina buke na traktoru pri različitim agrotehničkim podlogama u odnosu na radne sate traktora.
7. Melemez, K., Tunay, M. The investigation of the ergonomic aspects of the noise caused by agricultural tractor used in Turkish forestry. 2010. https://academicjournals.org/article/article1380896457_Melemez%20and%20Tunay.pdf. 18.9.2018.
8. Petošić, A., Grubeša, S., Suhanek, M. Osnove akustike, buka okoliša i zvučna izolacija te mjere za zaštitu od buke u otvorenom i zatvorenom prostoru. 2018. https://www.fer.unizg.hr/_download/repository/Skripta_-_Osnove_akustike.pdf . 17.9.2018.
9. Poplašen, D. (2014.): Oštećenje sluha uzrokovano bukom. Sigurnost: časopis za sigurnost u radnoj i životnoj okolini,56(1), 67-69.
10. Resanović, B., Vranjković, M., Orsag, Z. Buka okoliša–javnozdravstveni problem. 2005. http://www.crkvena-zvona.com/download/buka_okolisa_javnozdravstveni_problem.pdf 18.9.2018.
11. Sabo, I. (2018.): Odnos rada vučenog tresača„Weremczuk Maja“ i broja okretaja motora na proizvedenu razinu buke.
12. Smith, D., W. Hearing loss protection for agricultural workers. 2011. http://agrilife.org/agsafety/files/2011/06/HEARING-LOSS-PROTECTION2.pdf . 18.9.2018.

13. URL1: Marko Blašković. Biomehanika srednjeg uha. 17.9.2014. http://repozitorij.fsb.hr/2899/1/17_09_2014_Biomehanika_srednjag_uha-_Marko_Blaskovic.pdf.
18.9.2018.
14. URL2: Falat, K. Izvori opasnosti i zaštita na radu u poljoprivrednoj proizvodnji. 2017. https://repozitorij.vguk.hr/islandora/object/vguk%3A462/datastream/PDF/view.
17.9.2018.
15. URL3: Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu. 23.4.2008. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008_04_46_1577.html . 18.9.2018
16. URL4: Singh, J., Chopra, S., Chunneja, K.N., Effect of tractor usage on noise level. 2017. http://www.iraj.in/journal/journal_file/journal_pdf/2-405-151142833045-48.pdf. 18.9.2018.
17. URL5: Knezović, I. Mjerenje buke na odjelu za fiziku. 2018. https://repozitorij.unios.hr/islandora/object/fizos%3A75/datastream/PDF/view.
18.9.2018.
18. URL6: Buka na radnom mjestu. 12.7.2012. https://zastitanaradu.com.hr/novosti/Buka-na-radnom-mjestu-15 . 18.9.2018.

## 8. SAŽETAK

U radu su prikazani rezultati mjerenja razine buke s obzirom na različite brzine gibanja te agrotehničke operacije. Istraživanje je obavljeno na traktoru ″IMT 539″ koji je bio agregatiran slijedećim priključcima: malčer Gramip GS 45-160, raspršivač Agromehanika te bočna freza. Razina buke mjerena je pomoću uređaja Metrel tipa Multinorm MI 6201 EU i zvučnom sondom za mjerenje razine buke istog proizvođača. Buka je mjerena unutar kabine, sa lijeve i desne strane rukovatelja poljoprivrednim traktorom. Cilj istraživanja bio je utvrditi razinu buke koja utječe na rukovatelja traktora. Pretpostavka kako će se s povećanjem brzine povećavati razina buke nije se potvrdila u potpunosti za sve ispitivane strojeve odnosno agrotehničke operacije. Najvišu buku od sva tri ispitivana stroja proizvela je bočna freza, zatim slijedi malčer, a najniža razina buke izmjerena je pri radu raspršivača. Utvrđeno je kako su pri svim agrotehničkim operacijama izmjerene razine buke prelazile graničnu vrijednost izloženosti buci. Prema tome proizlazi zaključak kako je rukovatelj traktora izložen razini buke koja je opasna za zdravlje te kako ista može ostaviti niz negativnih zdravstvenih posljedica.

Ključne riječi: buka, brzina, traktor, malčer, raspršivač, bočna freza, rukovatelj

## 9. SUMMARY

This thesis presents the result of measurement of the noise level regard to different speeds of motion and different agrotechnical operation. The measurements were done on the tractor ″IMT 539″ by using mulcher Gramip GS 45-160, sprayer Agromehanika and lateral rotary tilling machine. Noise level was measured by noise measuring device Metrel type Multinorm MI 6201 EU and sound level probe from the same manufacturer inside of the tractor cabin from the left and right side of the tractor operator. The aim of the research was to determine the noise level which affect the tractor operator. The assumption that increasement of the speed motion will increase the noise level is not fully confirmed for all examined machines or agrotechnical operations. The highest noise level of all three tested machines was produced by the lateral rotary tilling machine, then mulcher and the lowest noise level was produced by sprayer. It was found that noise levels measured at all agronomic operations exceeded the noise exposure limit value. The conclusion is that the tractor operator is exposed to a noise level that is dangerous for health and can leave several negative health consequences.

Key words: noise level, speed, tractor, mulcher, sprayer, lateral rotary tiller, tractor driver

## 10. POPIS TABLICA


| Broj tablice | Naziv tablice | Broj stranice |
|---|---|---|
| **1** | Najviše dopuštene razine buke u otvorenom prostoru | 3 |
| **2** | Razina buke na lijevoj strani (malčer) | 17 |
| **3** | Razina buke na desnoj strani (malčer) | 18 |
| **4** | Razina buke na lijevoj strani (raspršivač) | 20 |
| **5** | Razina buke na desnoj strani (raspršivač) | 21 |
| **6** | Razina buke na lijevoj strani (bočna freza) | 23 |
| **7** | Razina buke na desnoj strani (bočna freza) | 24 |
| **8** | Deskriptivna statistika vrijednosti mjerenih na desnoj strani | 27 |
| **9** | Deskriptivna statistika vrijednosti mjerenih na lijevoj strani | 28 |

## 11. POPIS SLIKA


| Broj slike | Naziv slike | Broj stranice |
|---|---|---|
| **1** | Presjek uha | 1 |
| **2** | Prikaz granice bola i granice čujnosti u ovisnosti o zvučnom tlaku i frekv. | 7 |
| **3** | Traktor ″IMT 539″ | 10 |
| **4** | Malčer ″Gramip GS 45-160″ u radu | 11 |
| **5** | Raspršivač Agromehanika pri radu | 12 |
| **6** | Bočna freza u radu | 12 |
| **7** | Uređaj za mjerenje buke METREL | 13 |
| **8** | Zvučna sonda postavljena na desnoj strani traktora | 14 |

## 12. POPIS GRAFIKONA


| Broj grafikona | Naziv grafikona | Broj stranice |
|---|---|---|
| **1** | Prikaz srednje vrijednosti LAeq za malčer | 19 |
| **2** | Prikaz srednje vrijednosti LAeq za raspršivač | 22 |
| **3** | Prikaz srednje vrijednosti LAeq za bočnu frezu | 25 |
| **4** | Najveće izmjerene vrijednosti razine buke | 26 |

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

**Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku** **Diplomski rad**

**Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

**Mehanizacija**

Brzina gibanja i agrotehnička operacija kao čimbenici generiranja buke koja utječe na rukovatelja poljoprivrednog traktora

Ena Šomođi

**Sažetak:** U radu su prikazani rezultati mjerenja razine buke s obzirom na različite brzine gibanja te agrotehničke operacije. Istraživanje je obavljeno na traktoru ″IMT 539″ koji je bio agregatiran slijedećim priključcima: malčer Gramip GS 45-160, raspršivač Agromehanika te bočna freza. Razina buke mjerena je pomoću uređaja Metrel tipa Multinorm MI 6201 EU i zvučnom sondom za mjerenje razine buke istog proizvođača. Buka je mjerena unutar kabine, sa lijeve i desne strane rukovatelja poljoprivrednim traktorom. Cilj istraživanja bio je utvrditi razinu buke koja utječe na rukovatelja traktora. Pretpostavka kako će se s povećanjem brzine povećavati razina buke nije se potvrdila u potpunosti za sve ispitivane strojeve odnosno agrotehničke operacije. Najvišu buku od sva tri ispitivana stroja proizvela je bočna freza, zatim slijedi malčer, a najniža razina buke izmjerena je pri radu raspršivača. Utvrđeno je kako su pri svim agrotehničkim operacijama izmjerene razine buke prelazile graničnu vrijednost izloženosti buci. Prema tome proizlazi zaključak kako je rukovatelj traktora izložen razini buke koja je opasna za zdravlje te kako ista može ostaviti niz negativnih zdravstvenih posljedica.

**Rad je izrađen na:** Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek

**Mentor:** doc. dr. sc. Ivan Plaščak

**Broj stranica:** 38

**Broj grafikona i slika:** 12

**Broj tablica:** 9

**Broj literaturnih navoda:** 17

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** buka, brzina, traktor, malčer, raspršivač, bočna freza, rukovatelj

**Datum obrane:** 28.9.2018.

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

**1.** prof. dr. sc. Tomislav Jurić, predsjednik

**2.** doc. dr. sc. Ivan Plaščak, mentor

**3.** Željko Barač, mag. ing. agr., član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnici Fakulteta agrobitehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek** **Graduate thesis**

**Faculty of Agrobiotechnical sciences Osijek**

**Mechanisation**

Motion speed and agrotechnical operation as noise-generating factors affecting the operator of an agricultural tractor

Ena Šomođi

**Summary:** This thesis presents the result of measurement of the noise level regard to different speeds of motion and different agrotechnical operation. The measurements were done on the tractor ″IMT 539″ by using mulcher Gramip GS 45-160, sprayer Agromehanika and lateral rotary tilling machine. Noise level was measured by noise measuring device Metrel type Multinorm MI 6201 EU and sound level probe from the same manufacturer inside of the tractor cabin from the left and right side of the tractor operator. The aim of the research was to determine the noise level which affect the tractor operator. The assumption that increasement of the speed motion will increase the noise level is not fully confirmed for all examined machines or agrotechnical operations. The highest noise level of all three tested machines was produced by the lateral rotary tilling machine, then mulcher and the lowest noise level was produced by sprayer. It was found that noise levels measured at all agronomic operations exceeded the noise exposure limit value. The conclusion is that the tractor operator is exposed to a noise level that is dangerous for health and can leave several negative health consequences.

**Thesis performed at:** Faculty of agrobiotechnical sciences in Osijek

**Mentor:** doc. dr. sc. Ivan Plaščak

**Number of pages:** 38

**Number of figures:** 12

**Number of tables:** 9

**Number of references:** 17

**Original in:** Croatian

**Key words:** noise level, speed, tractor, mulcher, sprayer, lateral rotary tiller, tractor driver

**Thesis defended on date:** 28.9.2018.

**Reviewers:**

**1**. PhD Tomislav Jurić, full professor, president

**2.** PhD Ivan Plaščak, assistant professor, supervisor

**3.** Željko Barač, mag. ing. agr., member

**Thesis archived in**: Library of the Faculty of Agrobiotehnical sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1.