

# Utjecaj nekih radnih parametara na proizvedenu razinu buke pri radu drobilice "BMD JBAG ES600"

---

**Kujundžija, Petar**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:710487>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-28**



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](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**  
**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Petar Kujundžija

Diplomski studij Mehanizacija

**UTJECAJ NEKIH RADNIH PARAMETARA NA PROIZVEDENU RAZINU BUKE PRI  
RADU DROBILICE „BMD JBAG ES600“**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2019.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Petar Kujundžija

Diplomski studij Mehanizacija

**UTJECAJ NEKIH RADNIH PARAMETARA NA PROIZVEDENU RAZINU BUKE PRI  
RADU DROBILICE „BMD JBAG ES600“**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

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

**Osijek, 2019.**

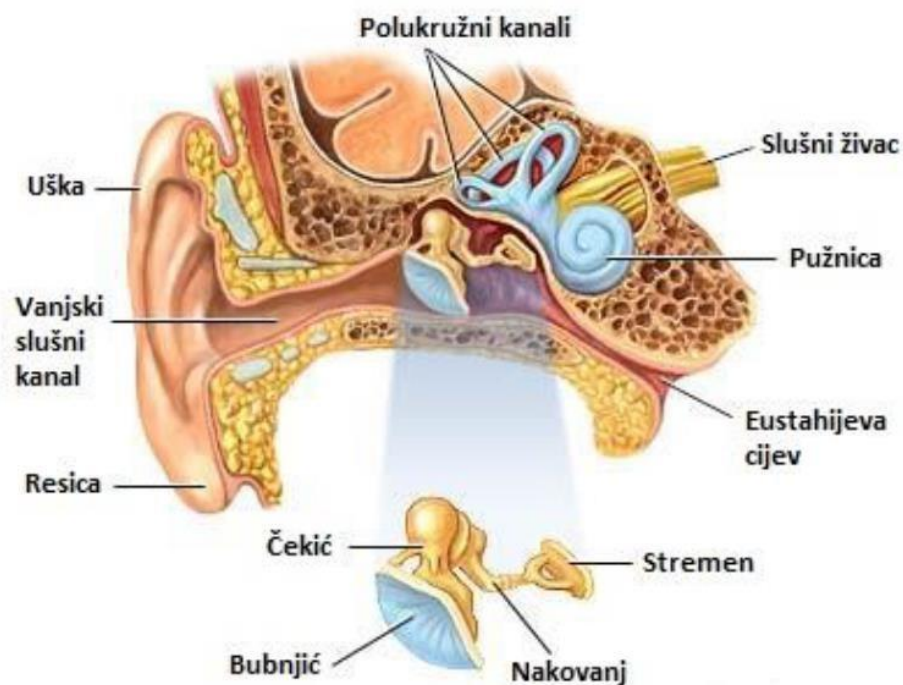
## Sadržaj

1. Uvod .....	1
2. Pregled literature.....	3
3. Materijali i metode.....	7
4. Rezultati i rasprava .....	12
4.1. Izmjerena buka na mjestu rukovatelja drobilice s lijeve i s desne strane pri praznom i punom spremniku građevinskih materijala .....	12
4.2. Usporedni statistički prikaz izmjerene buke s lijeve strane rukovatelja pri radu drobilice.....	22
4.3. Usporedni statistički prikaz izmjerene buke s desne strane rukovatelja pri radu drobilice.....	23
5. Zaključak .....	24
6. Popis literature .....	25
7. Sažetak.....	27
8. Summary.....	28
9. Popis tablica.....	29
10. Popis slika .....	31
11. Popis grafikona .....	32
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA.....	33
BASIC DOCUMENTATION CARD.....	34

## 1. Uvod

Buka je prejak ili neugodni zvuk, koji mijenja normalno stanje okoliša na određenom području kroz izazivanje neugodnog osjećaja. Ako se buka ne smanji ili se zadržava dugo tijekom vremena, može uzrokovati veliku štetu na kvalitetu života ljudi ili drugih živih bića. Pojam buke se odnosi na buku izazvanom ljudskom aktivnošću (prometom, industrijom, zabavom, itd.). Buka ima negativan utjecaj na zdravlje sluha, tijela i duševno stanje osoba. Buka kojoj su ljudi svakodnevno izloženi, okolišna, komunalna ili opća buka, buka boravišnih prostora, jedan je od najvećih problema užeg, ljudskog okoliša, posebno u gradskim područjima. Glavni izvori u vanjskom prostoru su promet, industrija, građevinski i javni radovi, rekreacija, šport i zabava, a u zatvorenom boravišnom prostoru izvori buke su uz zgradu vezani servisni uređaji, kućanski strojevi i buka iz susjedstva (URL 1.; URL 2.).

Uho je slušni organ čovjekovog organizma čija podjela je vidljiva na slici 1. (URL 3.).



Slika 1. Presjek ljudskog uha

(Izvor: <http://www.proscubadiver.net/wp-content/uploads/2011/04/Ear.jpeg>)

Radi zaštite osjetila sluha od prekomjerne buke na radu, odnosno na radnim mjestima na kojima se buka ne može ukloniti tehničkim sredstvima (sniziti ispod dozvoljene propisane granice) potrebno je osobama zaposlenim na tim mjestima osigurati osobna zaštitna sredstva za zaštitu sluha (slika 2.). Ovisno o intenzitetu buke propisuju se odgovarajuća zaštitna sredstva (URL 4.):

- kod buke do 75 dB koristi se zaštitna vata;
- kod buke iznosa do 85 dB koriste se čepići i
- kod buke jačine do 150 dB koristi se ušni štitnik (antifon).



Slika 2. Osobna zaštitna sredstva za zaštitu sluha - antifoni, čepići za uši (plastični, silikonski, spužvasti) (Izvor: <https://zastitanaradu.com.hr/novosti/Buka-i-zastita-na-radu-14>)

Cilj istraživanja je ispitati utjecaj određenih radnih parametara (broj okretaja i vrsta ulaznog materijala) navedene drobilice na proizvedenu razinu buke. Hipoteza je da će s povećanjem broja okretaja motora porasti razina buke na radnom mjestu rukovatelja drobilice građevinskih materijala.

## 2. Pregled literature

Zvuk je prema fizičkoj definiciji gibanje valova u elastičnom mediju. Za procjenu buke osnovne su fizičke veličine: zvučni tlak u paskalima (Pa), zvučni intenzitet u vatima na kvadratni metar ( $W/m^2$ ), frekvencija u hercima (Hz) i zvučne razine u A-decibelima (dBA). Uho je najsloženiji i najsavršeniji biološko-mehanički uređaj u tijelu koji u zdravom stanju odgovara na frekvencije od 16 Hz do 20 kHz i tlakove od 20 mPa do 20 Pa. Titraji prolaze kroz rezonantni prostor vanjskog uha, u srednjem uhu prelaze u vibracije, a u pužnici unutrašnjeg uha, na bazilarnoj membrani i u Cortijevu organu u elektrokemijske impulse koji putem slušnog živca informaciju o zvuku prenose u mozak (URL 1.).

Buka djeluje negativno na neurovegetativni i indokrini sustav te se promjene manifestiraju povećanom živčanom napetošću, a napetost uzrokuje poremećaj cirkulacije što ima za posljedicu porast tlaka i usporavanje rada probavnih organa. Također se javljaju i psihičke smetnje kao što su smanjenje koncentracije, posebno kod diskontinuirane buke. Također se javlja i razdražljivost, osjećaj umora, a često i pospanost, posebno ako je buka ritmična. Ovakve psihičke smetnje mogu se odraziti na preciznost obavljanja radnji, pravljenja pogrešaka, broj ozljeda, a što bitno utječe na produktivnost. Važno je napomenuti da buka u nekim slučajevima, naročito ako je diskontinuirana (impulsna), može na rukovatelja djelovati i stimulativno. Buka također može izazvati smetnje sna - ljudi koji rade u buci mogu imati snažnu reakciju na buku u snu. Ono što je najteže, kao štetno djelovanje buke, je svakako oštećenje sluha. Stupanj oštećenja sluha ovisi o intenzitetu buke, frekvenciji, trajanju buke i individualnoj osjetljivosti (URL 4.).

Prema Rimac (2016.) djelovanje buke na čovjekovo zdravlje poseban je problem zaštite. Buku je nemoguće izbjeći ali ju je moguće izolirati upotrebom suvremenih tehnologija i propisanim korištenjem osobnih zaštitnih sredstava. Ozljede od buke na čovjekovo zdravlje mogu biti fizičke i psihičke, tako osobe koje su izložene buci postaju nervozne, razdražljive i razvijaju niz drugih bolesti. Oštećenja od djelovanja buke nije moguće odmah uočiti te je upravo zato najvažnije djelovati preventivno.

Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave propisani su u tablici 1 (NN, 145/2004.).

Tablica 1. Najviše dopuštene ocjenske razine buke i misije u otvorenom prostoru

Zona buke	Namjena prostora	Najviše dopuštene ocjenske razine buke imisije u dB	
		Dan	Noć
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 gosodarske namjene (proizvodnja, industrija, skladišta, servisi)	-Na granici građevne čestice unutar zone – buka ne smije prelaziti 80 dB (na granici ove zone buka ne smije prelaziti dopuštene razine zone s kojom graniči	

(Izvor: NN 46/2008.)

Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu propisuje sljedeće granične vrijednosti izloženosti i upozoravajuće vrijednosti izloženosti tijekom osmosatnog radnog dana te sljedeće razine vršnih vrijednosti zvučnoga tlaka (NN, 46/2008.):

a) granična vrijednost izloženosti:  $L(EX, (h) = 87 \text{ dB}$  i  $p(\text{peak}) = 200 \text{ Pa}$  ( $140 \text{ dB (C)}$ ) u odnosu na referentni zvučni tlak  $20 \mu\text{Pa}$ );



b) gornja upozoravajuća granica izloženosti:  $L (EX, (h) = 85 \text{ dB}$  i  $p (\text{peak}) = 140 \text{ Pa}$  (137 dB (C) u odnosu na referentni zvučni tlak  $20 \mu\text{Pa}$ ) i

c) donja upozoravajuća granica izloženosti:  $L (EX, (h) = 80 \text{ dB}$  i  $p (\text{peak}) = 112 \text{ Pa}$  (135 dB (C) u odnosu na referentni zvučni tlak  $20 \mu\text{Pa}$ ).

Vardhan i sur. (2005.) navode kako dobro održavana kabina rukovatelja teških građevinskih strojeva te po mogućnosti klimatizirana (uvelike bi se smanjila potreba za otvaranjem prozora dok se upravlja s strojevima), zajedno s poboljšanim elementima kontrole buke za zvuk iz motora ispuh i ulaz zraka, znatno bi se smanjilo izlaganje buci rukovatelja istih strojeva. Periodno održavanje elemenata za kontrolu buke za teške građevinske strojeve važni su za očuvanje minimalne izloženosti rukovatelje buci. Učinkovitost održavanja kabine može se procijeniti usporedbom buke izmjerene u kabini istog stroja kada je bila nova.

Istraživanje je obavljeno u Bangladešu s ciljem utvrđivanja postojećeg stanja razine buke u kamenolomu na okoliš i na radnom mjestu rukovatelja drobilice. Izmjerena je najveća razina buke 102 dB dok je najmanja razina 88 dB. Dopuštena razina buke na mješovitom području koju određuje Odjel za okoliš je 60 dB, ta je razina izmjerena na 24 metra od drobilice kamena. Rukovatelji drobilice kamena moraju koristiti osobna zaštitna sredstva za zaštitu sluha. Nadalje, kamenolom je smješten 500 metara od trgovačkog centra i stambenih prostora. Uočen je veliki broj glavobolja od zaposlenika samog centra i ljudi koji žive u stambenim prostorima te također i od turista. Zaključak je da se tvornica mora preseliti u područje koje neće zagađivati okoliš bukom u ovome slučaju trgovački centar i stambene prostore (Farzana i sur., 2016.).

Serin i Akay (2010.) u istraživanju navode kako izmjerena razina buke koju generira CAT buldožer D7G tijekom dva radna stupnja (ravnjanja staze i izgradnje ceste) je manja od dopuštene granice od 85 dB. Međutim, prosječne vrijednosti vršnih razina buke bile su preko granice opasnosti od 90 dB, daljnja analiza pokazala je da rukovatelj buldožera ima gubitak sluha. Također je utvrđeno da rukovatelji, koji su izloženi visokoj razini buke tijekom dugog vremena izlaganja imaju psihološke probleme kao što su nelagoda i nervoza. Ovi problemi dovode do smanjenja produktivnost rada.

Mjerenje razine buke obavljeno je u kamenolomu na radnim mjestima fizičkih radnika i radnika u administraciji s ciljem ranijeg otkrivanja gubitka sluha uzrokovana šumom. Istraživanje je

obavljeno na 150 fizičkih (od čega je 3 žena (2,1 %) i 137 muškaraca (97,9 %)) i 150 administrativnih radnika (od čega je 125 žena (83,3 %) i 25 muškaraca (16,7 %)). Prosjek godina fizičkih radnika je 43 godine (20 do 63) dok je prosjek godina administrativnih radnika 45,5 godina (26 do 61). Raspon razine buke radnika u kamenolomu je 61,2 dB do 99,6 dB, dok je kod administrativnih radnika buka u rasponu od 54,2 dB do 69,0 dB. Nadalje, utvrđeno je kod radnika u kamenolomu od ukupnog broja 33,6 % ima vidljiv problem s sluhom u usporedbi s 2 % radnika u administraciji (Kitcher i sur., 2012.).

Istraživanje je obavljeno u utvrđivanju izloženosti građevinski radnika buci tijekom radnog vremena, a zatim je uspoređivana razina buke s dopuštenim graničnim vrijednostima izloženosti reguliranim Pravilnikom o proizvodnji tvornica (FMR) iz 1989. godine. Mjerenje je obavljeno tijekom jednog sata trajanja rada, a u istraživanje je bilo uključeno 30 građevinskih radnika. Rezultati je utvrđeno da je 33% građevinskih radnika izloženo visokoj razini buke većoj od 90 dB, a koju emitiraju strojevi na radilištu. Jednako tako, istraživanje je ukazalo kako velik broj građevinskih radnika ne primjenjuje odgovarajuću zaštitu od buke prilikom izvođenja radova, iako znaju da je dugotrajna izloženost buci opasna za zdravlje (Nawi i sur., 2018.).

### 3. Materijali i metode

Istraživanje je obavljeno u firmi Djelatnik d. o. o. Vinkovci. Mjerenje razine buke obavljeno je na radnom mjestu rukovatelja drobilice građevinskih materijala (slika 3.) pri dva broja okretaja motora (radni i maksimalni okretaji) i pri pet vrsta različitih materijala te rada drobilice bez materijala (prazan spremnik).



Slika 3. Drobilica građevinskih materijala

(Izvor: vlastita fotografija)

Tehničke karakteristike drobilice građevinskih materijala:

- otvor čeljusti 800x600 mm;
- izlazna granulacija 20-60 mm;
- vibracija koša elektromotorima;
- elevator pogonjen hidromotorom;
- pogon čeljusti dobiva od motora SUI preko kardanskog vratila;
- kapacitet (ovisno o izlaznoj granulaciji) 15-40 m<sup>3</sup>;
- masa drobilice 20 t;
- godina proizvodnje 1991. i
- država proizvodnje Njemačka.

Vrste građevinski materijala kojima je punjen spremnik su slijedeći:

1. opeka (slika 4.);
2. beton (slika 5.);

3. asfalt (slika 6.);
4. crijep (slika 7.) i
5. mješoviti građevinski materijal (slika 8.).



Slika 4. Opeka

(Izvor: vlastita fotografija)



Slika 5. Beton

(Izvor: vlastita fotografija)



Slika 6. Asfalt

(Izvor: vlastita fotografija)



Slika 7. Crijep

(Izvor: vlastita fotografija)



Slika 8. Mješoviti građevinski materijali

(Izvor: vlastita fotografija)

Mjerenje je obavljeno s uređajem za mjerenje razine buke proizvođača Metrel modela Multinorm MI 6201 s pripadajućim mikrofonom istog proizvođača. Isto je obavljeno s lijeve i desne strane rukovatelja pri radu drobilice građevinskih materijala u skladu s normom HRN ISO 6396. Prema normi HRN ISO 5131 mikrofoni su postavljeni u odnosu na referentnu točku položaja rukovatelja od sredine glave rukovatelja do razine početka trupa na visini  $790 \pm 20\text{mm}$  te odmaknut od sredine glave rukovatelja  $200 \pm 20\text{mm}$  s lijeve i desne strane (slika 9.).



Slika 9. Položaj mikrofona pri mjerenju

(Izvor: vlastita fotografija)

Oznake obrađenih podataka u slijedećem poglavlju biti će označeni prema slijedećem:

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

Podaci su statistički obrađeni s programom SAS (2002.).

## 4. Rezultati i rasprava

### 4.1. Izmjerena buka na mjestu rukovatelja drobilice s lijeve i s desne strane pri praznom i punom spremniku građevinskih materijala

Izmjerene vrijednosti obrađene su i prikazane u slijedećim tablicama i grafikonima. Iz prikazanih vrijednosti vidljivo je kako razina buke pri mjerenjima prelazi dopuštene granične vrijednosti od 87 dB.

Tablica 2. Izmjerene vrijednosti buke s lijeve strane rukovatelja pri praznom spremniku

Broj okretaja	$LA_{eq}$	$LAF_{max}$	$LAF_{min}$
Radni	85,7	86,8	85,1
	85,4	86,3	84,7
	85,5	86,8	84,7
Maksimalni	90,6	91,6	89,5
	91,1	92,0	90,1
	91,4	92,6	90,8

Najviša vremenski ekvivalentna trajna zvučna razina izmjerena je u prvom ponavljanju pri radnim okretajima (85,7 dB) dok je pri maksimalnim okretajima ista izmjerena u trećem ponavljanju (91,4 dB). Nadalje, najmanja vremenski ekvivalentna trajna zvučna razina izmjerena je u drugom ponavljanju (85,4 dB) te pri maksimalnim okretajima u prvom ponavljanju (90,6 dB) (tablica 2.).



Tablica 3. Izmjerene vrijednosti buke s desne strane rukovatelja pri praznom spremniku

Broj okretaja	$LA_{eq}$	$LAF_{max}$	$LAF_{min}$
Radni	89,3	90,3	88,6
	88,8	89,8	88,1
	88,9	89,7	88,3
Maksimalni	92,7	93,8	91,8
	92,9	94,1	91,9
	93,0	94,2	91,9

Iz tablice 3. vidljiva je najviša vremenski usrednjena trajna zvučna razina izmjerena pri radnim okretajima u prvom ponavljanju (89,3 dB), te pri maksimalnim okretajima u trećem ponavljanju (93,0 dB). Najmanja usrednjena trajna zvučna razina izmjerena je u drugom ponavljanju (88,8 dB) pri radnim okretajima i pri maksimalnim okretajima u prvom ponavljanju (82,7 dB).

Tablica 4. Izmjerene vrijednosti buke s lijeve strane rukovatelja pri punom spremniku opeke

Broj okretaja	$LA_{eq}$	$LAF_{max}$	$LAF_{min}$
Radni	89,8	96,9	87,3
	86,7	89,8	85,7
	90,2	94,2	88,4
Maksimalni	91,4	95,2	89,4
	92,1	95,0	90,8
	90,6	92,7	89,3

Najviša vremenski usrednjena trajna zvučna razina izmjerena je u trećem ponavljanju pri radnim okretajima (90,2 dB) dok je pri maksimalnim okretajima ista izmjerena u drugom ponavljanju (92,1 dB). Nadalje, najmanja usrednjena ekvivalentna trajna zvučna razina izmjerena je u drugom ponavljanju (86,7 dB) te pri maksimalnim okretajima u trećem ponavljanju (90,6 dB) (tablica 4.).

Tablica 5. Izmjerene vrijednosti buke s desne strane rukovatelja pri punom spremniku opeke

Broj okretaja	$LA_{eq}$	$LAF_{max}$	$LAF_{min}$
Radni	89,8	94,7	87,6
	87,0	88,2	86,5
	90,1	92,0	88,9
Maksimalni	91,7	93,7	90,3
	91,6	93,2	90,5
	90,8	93,4	90,1

Iz tablice 5. utvrđena je najviša vremenski ekvivalentna trajna zvučna razina izmjerena pri radnim okretajima u trećem ponavljanju (90,1 dB), te pri maksimalnim okretajima u prvom ponavljanju (91,7 dB). Najmanja ekvivalentna trajna zvučna razina izmjerena je u drugom ponavljanju (87,0 dB) pri radnim okretajima i pri maksimalnim okretajima u trećem ponavljanju (90,8 dB).

Tablica 6. Izmjerene vrijednosti buke s lijeve strane rukovatelja pri punom spremniku betona

Broj okretaja	$LA_{eq}$	$LAF_{max}$	$LAF_{min}$
Radni	92,2	98,5	89,8
	91,9	98,0	89,0
	92,4	97,9	89,0
Maksimalni	93,2	98,3	91,6
	95,2	101,2	92,1
	92,8	95,0	91,2

Najviša vremenski ekvivalentna trajna zvučna razina izmjerena je u trećem ponavljanju pri radnim okretajima (92,4 dB) dok je pri maksimalnim okretajima ista izmjerena u drugom ponavljanju (95,2 dB). Nadalje, najmanja vremenski ekvivalentna trajna zvučna razina

izmjerena je u drugom ponavljanju (91,9 dB) te pri maksimalnim okretajima u trećem ponavljanju (92,8 dB) (tablica 6.).

Tablica 7. Izmjerene vrijednosti buke s desne strane rukovatelja pri punom spremniku betona

Broj okretaja	$LA_{eq}$	$LAF_{max}$	$LAF_{min}$
Radni	95,0	99,6	92,0
	91,8	95,9	88,8
	91,2	94,5	89,1
Maksimalni	94,3	98,4	93,1
	94,3	97,4	92,2
	93,0	94,7	91,9

Iz tablice 7. uočena je najviša vremenski usrednjena trajna zvučna razina izmjerena pri radnim okretajima u prvom ponavljanju (95,0 dB), te pri maksimalnim okretajima u prvom i drugom ponavljanju ista vrijednost (94,3 dB). Najmanja usrednjena trajna zvučna razina izmjerena je u trećem ponavljanju (91,2 dB) pri radnim okretajima i pri maksimalnim okretajima (93,0 dB).

Tablica 8. Izmjerene vrijednosti buke s lijeve strane rukovatelja pri punom spremniku asfalta

Broj okretaja	$LA_{eq}$	$LAF_{max}$	$LAF_{min}$
Radni	91,5	96,5	89,6
	90,4	98,6	88,4
	90,9	97,1	87,4
Maksimalni	92,0	95,7	90,4
	91,5	94,6	90,3
	91,7	93,6	90,7

Najviša vremenski usrednjena trajna zvučna razina izmjerena je u prvom ponavljanju pri radnim okretajima (91,5 dB) i pri maksimalnim okretajima (92,0 dB). Nadalje, najmanja usrednjena

trajna zvučna razina izmjerena je u drugom ponavljanju pri radnim okretajima (90,4 dB) i pri maksimalnim okretajima (91,5 dB) (tablica 8.).

Tablica 9. Izmjerene vrijednosti buke s desne strane rukovatelja pri punom spremniku asfalta

Broj okretaja	$LA_{eq}$	$LAF_{max}$	$LAF_{min}$
Radni	92,5	95,9	91,1
	91,9	94,7	90,8
	91,6	92,8	90,0
Maksimalni	93,4	95,1	92,5
	93,0	94,5	91,7
	93,7	95,9	92,4

Iz tablice 9. vidljiva je najviša vremenski ekvivalentna trajna zvučna razina izmjerena pri radnim okretajima u prvom ponavljanju (92,5 dB), te pri maksimalnim okretajima u trećem ponavljanju (93,7 dB). Najmanja ekvivalentna trajna zvučna razina izmjerena je u trećem ponavljanju (91,6 dB) pri radnim okretajima i pri maksimalnim okretajima u drugom ponavljanju (93,0 dB).

Tablica 10. Izmjerene vrijednosti buke s lijeve strane rukovatelja pri punom spremniku crijepa

Broj okretaja	$LA_{eq}$	$LAF_{max}$	$LAF_{min}$
Radni	94,1	100,4	89,8
	92,3	95,5	90,4
	89,8	92,9	88,0
Maksimalni	93,0	95,5	92,0
	92,8	94,6	91,4
	93,5	95,5	91,6

Najviša vremenski ekvivalentna trajna zvučna razina izmjerena je u prvom ponavljanju pri radnim okretajima (94,1 dB) dok je pri maksimalnim okretajima ista izmjerena u trećem

ponavljanju (93,5 dB). Nadalje, najmanja vremenski ekvivalentna trajna zvučna razina izmjerena je u trećem ponavljanju (89,8 dB) te pri maksimalnim okretajima u drugom ponavljanju (92,8 dB) (tablica 10.).

Tablica 11. Izmjerene vrijednosti buke s desne strane rukovatelja pri punom spremniku crijepa

Broj okretaja	$LA_{eq}$	$LAF_{max}$	$LAF_{min}$
Radni	91,3	96,3	88,8
	89,1	91,5	87,1
	91,6	95,8	88,9
Maksimalni	93,5	95,6	91,9
	92,7	95,5	91,6
	92,0	94,3	90,5

Iz tablice 11. utvrđena je najviša vremenski ekvivalentna trajna zvučna razina izmjerena pri radnim okretajima u trećem ponavljanju (91,6 dB), te pri maksimalnim okretajima u prvom ponavljanju (93,5 dB). Najmanja ekvivalentna trajna zvučna razina izmjerena je u drugom ponavljanju (89,1 dB) pri radnim okretajima i pri maksimalnim okretajima u trećem ponavljanju (92,0 dB).

Tablica 12. Izmjerene vrijednosti buke s lijeve strane rukovatelja pri punom spremniku mješovitog građevinskog materijala

Broj okretaja	$LA_{eq}$	$LAF_{max}$	$LAF_{min}$
Radni	91,2	96,6	88,6
	88,8	93,7	86,1
	89,2	92,6	86,6
Maksimalni	92,9	96,3	90,5
	93,3	98,3	90,7
	93,4	98,0	91,0

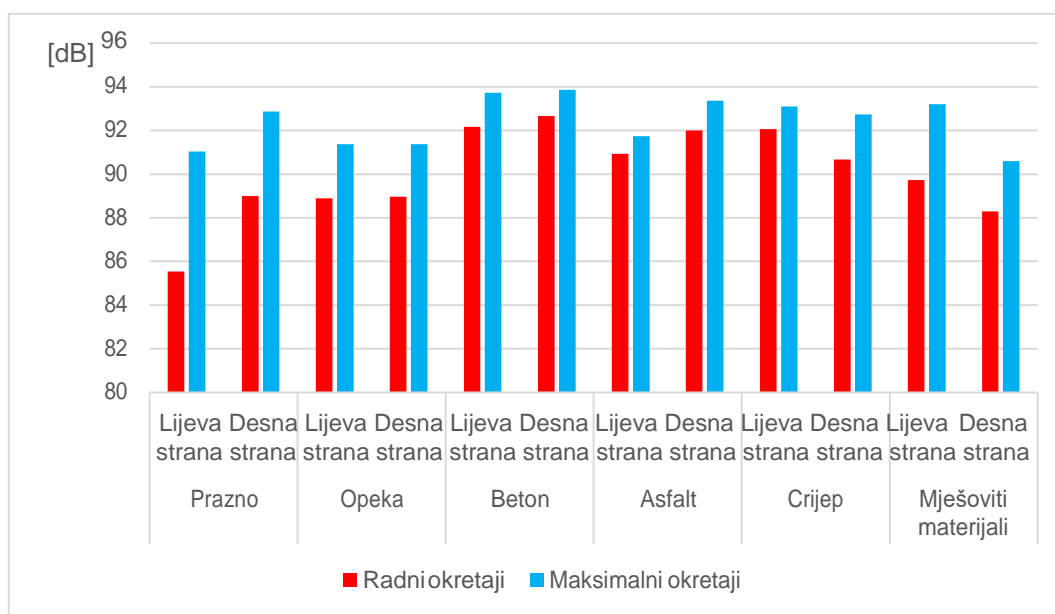
Najviša vremenski usrednjena trajna zvučna razina izmjerena je u prvom ponavljanju pri radnim okretajima (91,2 dB) dok je pri maksimalnim okretajima ista izmjerena u trećem ponavljanju (93,4 dB). Nadalje, najmanja usrednjena ekvivalentna trajna zvučna razina izmjerena je u drugom ponavljanju (88,8 dB) te pri maksimalnim okretajima u prvom ponavljanju (92,9 dB) (tablica 12.).

Tablica 13. Izmjerene vrijednosti buke s desne strane rukovatelja pri punom spremniku mješovitog građevinskog materijala

Broj okretaja	$LA_{eq}$	$LAF_{max}$	$LAF_{min}$
Radni	88,7	93,3	86,9
	88,1	92,3	86,4
	88,1	96,4	86,0
Maksimalni	91,2	95,5	89,8
	90,6	92,1	89,3
	90,0	91,9	89,0

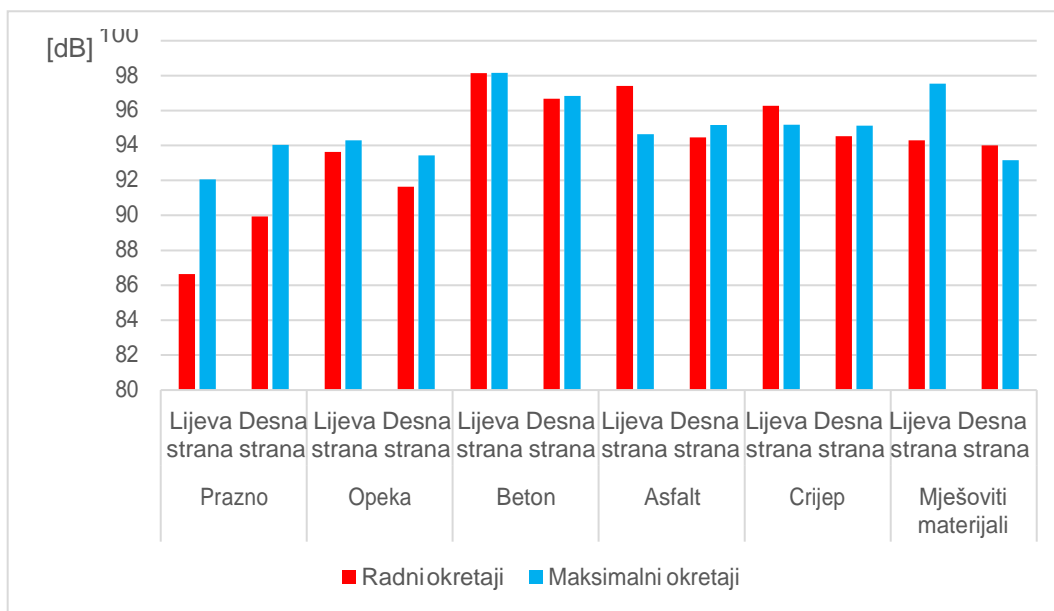
Iz tablice 13. vidljiva je najviša vremenski usrednjena trajna zvučna razina izmjerena u prvom ponavljanju pri radnim okretajima (88,7 dB) i pri maksimalnim okretajima (91,2 dB). Najmanja

usrednjena trajna zvučna razina izmjerena je u prvom i drugom ponavljanju ista vrijednost (88,1 dB) pri radnim okretajima i pri maksimalnim okretajima u trećem ponavljanju (90,0 dB).



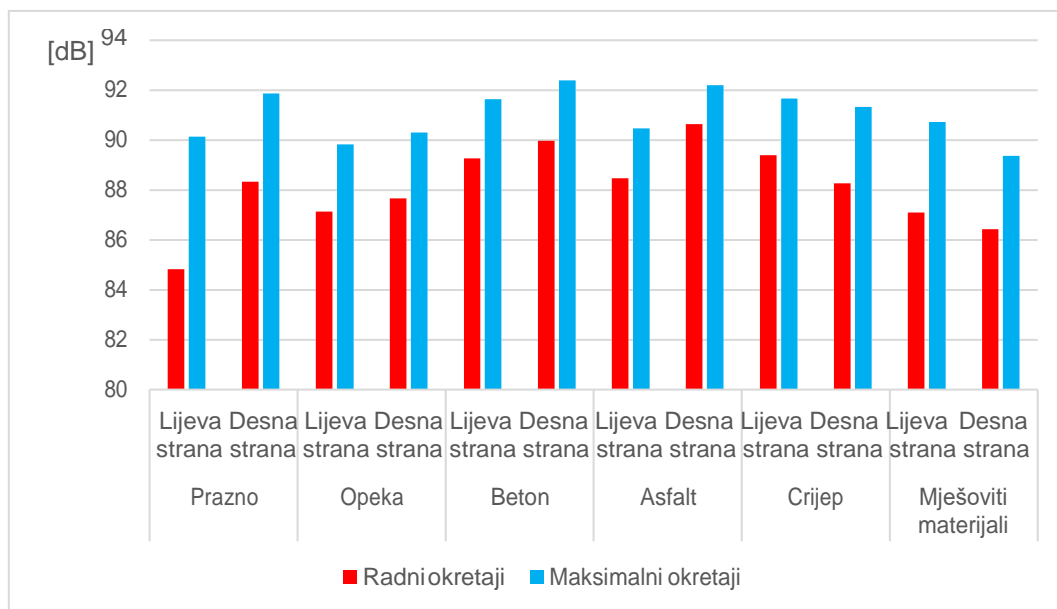
Grafikon 1. Usporedni prikaz usrednjenih srednjih vrijednosti buke pri svim vrstama materijala i okretajima

Iz grafikona 1. vidljivo je kako izmjerena razina buke raste s povećanjem broja okretaja motora drobilice s lijeve i s desne strane pri praznom spremniku i pri punom spremniku kod svih vrsta materijala, a što je u skladu s postavljenom hipotezom istraživanja. Nadalje, najviša razina buke izmjerena je pri punom spremniku betona s lijeve i s desne strane te pri radnim i maksimalnim okretajima dok je najmanja izmjerena s lijeve pri radnim i maksimalnim okretajima s praznim spremnikom i s desne strane pri radnim i maksimalnim okretajima s punim spremnikom mješovitog građevinskog materijala.



Grafikon 2. Usporedni prikaz najvećih srednjih vrijednosti buke pri svim vrstama materijala i okretajima

Uspoređujući prikazane vrijednosti hipoteza istraživanja je u potpunosti potvrđena kod praznog spremnika te punog opeke, betona, dok je kod asfalta, crijepa i mješovitog građevinskog materijala djelomično potvrđena (grafikon 2.).



Grafikon 3. Usporedni prikaz najmanjih srednjih vrijednosti buke pri svim vrstama materijala i okretajima



Iz grafikona 3. vidljivo je kako izmjerena razina buke raste s povećanjem broja okretaja motora drobilice s lijeve i s desne strane pri praznom spremniku i pri punom spremniku kod svih vrsta materijala, a što je u skladu s postavljenom hipotezom istraživanja.

Prema Kumar-Prasanna i sur. (2008.) obavljeno je istraživanje gdje je mjerena razina buke na radnim mjestima (prostorijama) u mlinovima za ulje uz promatranje radnika. Utvrđeno je kako oko 26% od ukupnog broja radnika je izloženo razini buke od više od 85 dB. Nadalje, anketiranjem radnika utvrđeno je kako 63% od ukupnih radnika smatra da je buka ometala njihov rad, oko 16% je bilo mišljenja da je buka ometala njihov rad i oštetila njihovo sluh, dok je oko 5% radnika izjavilo da im razina buke u prostoriji izaziva glavobolju, kao i u ovome istraživanju.

Mjerenje proizvedene razine buke obavljeno je na drobilici kamena u 24 položaja mikrofona, a pri radu drobilice i kombinaciji rada drobilice i punjenja spremnika kamenom. Nadalje, utvrđena je razina buke pri radu drobilice i spremnika u rasponu od 100,4 dB do 102,2 dB pri frekvenciji od 63 Hz. Isto je izmjereno pri kombinaciji punjenja i rada drobilice pri frekvenciji od 50 Hz (110,4 dB rad motora drobilice; 108,2 dB rad spremnika drobilice; 101,3 dB rad spremnika i motora drobilice) i 63 Hz (105,9 dB rad motora drobilice; 103,0 dB rad spremnika drobilice; 101,8 dB rad spremnika i motora drobilice). Utvrđeno je kako razina buke prolazi dopuštene granice i može štetno utjecati na zdravlje rukovatelja kao i u ovome istraživanju (Pleban i sur., 2013.).

4.2. Usporedni statistički prikaz izmjerene buke s lijeve strane rukovatelja pri radu drobilice

Tablica 14. Statistika između nezavisne i zavisne varijable razine buke s lijeve strane

Izvor	Zbrojevi kvadrata	df	Prosječni kvadrat	F	Statistička značajnost	Djelomični kvadrat
Korigirani model	166,828a	11	15,166	13,978	0,000	0,865
Prekid	298935,563	1	298935,563	275516,647	0,000	1,000
Okretaji	55,007	1	55,007	50,698	0,000	0,679
Vrsta materijala	88,056	5	17,611	16,231	0,000	0,772
Okretaji* vrsta materijala	23,765	5	4,753	4,381	0,006	0,477
Greška	26,040	24	1,085			
Ukupno	299128,430	36				
Ukupno korigirano	192,868	35				

Analizom varijance je utvrđena statistički značajna razlika između srednjih vrijednosti buke s lijeve strane pri obje nezavisne varijable (okretaji i vrste materijala) i interakcije između istih (tablica 14.).

4.3. Usporedni statistički prikaz izmjerene buke s desne strane rukovatelja pri radu drobilice

Tablica 15. Statistika između nezavisne i zavisne varijable razine buke s desne strane

Izvor	Zbrojevi kvadrata	df	Prosječni kvadrat	F	Statistička značajnost	Djelomični kvadrat
Korigirani model	114,907a	11	10,446	11,156	0,000	0,836
Prekid	300523,240	1	300523,240	320938,494	0,000	1,000
Okretaji	43,560	1	43,560	46,519	0,000	0,660
Vrsta materijala	64,537	5	12,907	13,784	0,000	0,742
Okretaji* vrsta materijala	6,810	5	1,362	1,455	0,241	0,233
Greška	22,473	24	0,936			
Ukupno	300660,620	36				
Ukupno korigirano	137,380	35				

Analizom varijance je utvrđena statistički značajna razlika između srednjih vrijednosti buke s desne strane pri obje nezavisne varijable (okretaji i vrste materijala). Nadalje, analizom nije utvrđena statistički značajna razlika pri interakciji okretaja i vrsti materijala kao nezavisnih varijabli (tablica 15.).

## 5. Zaključak

Usporedbom srednjih vrijednosti izmjerena razina buke raste s povećanjem broja okretaja motora drobilice s lijeve i s desne strane pri praznom spremniku i pri punom spremniku kod svih vrsta materijala, a što je u skladu s postavljenom hipotezom istraživanja.

Najviša razina buke izmjerena je pri punom spremniku betona s lijeve i s desne strane te pri radnim i maksimalnim okretajima. Nadalje, najmanja razina buke izmjerena je s lijeve pri radnim i maksimalnim okretajima s praznim spremnikom i s desne strane pri radnim i maksimalnim okretajima s punim spremnikom mješovitog građevinskog materijala.

Utvrđeno je kako izmjerena razina buke prelazi dopuštenu graničnu vrijednost tijekom osmosatnog radnog vremena 87 dB s izuzetkom s lijeve strane rukovatelja pri radnim okretajima s praznim spremnikom gdje ista ne prelazi dopuštenu graničnu vrijednost. Nadalje, rukovatelj drobilice je izložen prekomjernoj razini buke koja negativno utječe na zdravlje istog i može izazvati trajna oštećenja daljnjoj izloženosti.

## 6. Popis literature

- Farzana, S. Z., Biswas, B., Das, A., Zafor, A. (2016.): A study on cause and effects of noise pollution due to stone crusher machine at Jaflong, Sylhet. *International research journal of engineering and technology*, 3(8): 32-35.
- HRN ISO 6396 (2000.): Akustika – mjerenje buke strojeva za zemljane radove na mjestu rukovatelja – ispitivanje u uvjetima simuliranoga radnog ciklusa, Zagreb.
- HRN ISO 5131 (2000.): Akustika – traktori i strojevi za poljoprivredu i šumarstvo – mjerenje buke na mjestu rukovatelja – pregledna metoda, Zagreb.
- Kitcher, E. D., Ocansey, G., Tumpi, D. A. (2012.): Early occupational hearing loss of workers in a stone crushing industry: Our experience in a developing country. *Noise & Health*, 14(57): 68-71.
- Kumar-Prasanna, G. V., Dewangan, K. N., Sarkar, A. (2008.): Noise exposure in oil mills. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 12(1): 23-28.
- Nawi N.M., Haron Z., Jumali S., Hasan A.C. (2018.): Occupational Noise Exposure of Construction Workers at Construction Sites in Malaysia. *Regional Conference on Science, Technology and Social Sciences (RCSTSS 2016)*. Malaysia, 519-527
- NN (46/2008.): Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu. Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva, Zagreb.
- NN (145/2004.): Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave. Ministarstvo zdravstva i socijalne skrbi, Zagreb.
- Pleban, D., Piechowicz, J., Kosała, K. (2013.): The inversion method in measuring noise emitted by machines in opencast mines of rock material. *International journal of occupational safety and ergonomics*, 19(2): 321-331.
- Rimac, D. (2016.): Utjecaj buke na čovjeka. Završni rad. Veleučilište u Karlovcu.
- SAS (2002.): SAS Institute Inc. Version 9.4. SAS Institute, Cary, NC.

Serin, H., Akay, A. E. (2010.): Noise level analysis of a bulldozer used in constructing a forest road in mediterranean region of Turkey. African journal of agricultural research, 5(19): 2624-2628.

Vardhana, H., Karmakarb, N. C., Rao, Y. V. (2005.): Experimental study of sources of noise from heavy earth-moving machinery. Noise control engineering journal, 53(2): 37-42.

**Internet adrese :**

1. Utjecaj buke u gradu na ljudsko zdravlje (2015.)

URL 1- <https://www.hrvatski-fokus.hr/index.php/aktualno/13369-dosta-nam-je-izdajica>  
(18-09-2018)

2. Zagađenje okoliša bukom (2012.)

URL 2-

[http://www.bioteka.hr/modules/okolis/article.php?com\\_mode=flat&com\\_order=0&storyid=7](http://www.bioteka.hr/modules/okolis/article.php?com_mode=flat&com_order=0&storyid=7) (18-09-2018)

3. Građa i uloge osjetila (2018.)

URL 3- <http://www.proscubadiver.net/wp-content/uploads/2011/04/Ear.jpeg> (18-09-2018)

4. Buka i zaštita na radu (2012.)

URL 4- <https://zastitanaradu.com.hr/novosti/Buka-i-zastita-na-radu-14> (18-09-2018)

## 7. Sažetak

U radu su prikazani rezultati istraživanja mjerenja razine buke pri radu drobilice građevinskog materijala pri radnim i maksimalnim okretajima te pri praznim spremnikom i pri punim spremnikom s različitim vrstama materijala (opeka, beton, asfalt, crijep i mješoviti građevinski materijal). Mjerenje je obavljeno u skladu s normom HRN ISO 6396 i HRN ISO 5131 koje nalažu kako mikrofon mora biti postavljen s lijeve i desne strane rukovatelja drobilice te u odnosu na referentnu točku položaja rukovatelja od sredine glave rukovatelja do razine početka trupa na visini  $790 \pm 20\text{mm}$  te odmaknut od sredine glave rukovatelja  $200 \pm 20\text{mm}$ . Najviša razina buke izmjerena je pri punom spremniku betona s lijeve i s desne strane te pri radnim i maksimalnim okretajima, dok je najmanja razina buke izmjerena s lijeve pri radnim i maksimalnim okretajima s praznim spremnikom i s desne strane pri radnim i maksimalnim okretajima s punim spremnikom mješovitog građevinskog materijala. Rukovatelj je izložen ne dopuštenim razinama buke preko 87 dB, s što je negativno za zdravlje istog i može izazvati trajne posljedice.

Ključne riječi: drobilica, buka, rukovatelj

## 8. Summary

The paper presents the results of the study of the noise level measurement of the building material crusher at work and maximum revolutions, and in the empty container and in a full container with different types of material (bricks, concrete, asphalt, tile and mixed building material). The measurement was performed in accordance with the norms HRN ISO 6396 and HRN ISO 5131 which indicate that the microphone must be placed on the left and right sides of the crusher handler and in relation to the reference point of the operator position from the center of the head of the operator to the hull start up to  $790 \pm 20\text{mm}$  removed from the center of the head of the operator  $200 \pm 20\text{mm}$ . The highest noise level was measured at the full concrete tank at the left and the right, at working and maximum revs, while the lowest noise level was measured with the left at working and maximum speeds with the empty tank and the right side at the working and maximum revs with the full tank of mixed construction materials. The operator is exposed to no permissible noise levels above 87 dB, which is negative for the health of the same and can cause permanent consequences.

Keywords: crushing machine, noise, operator



## 9. Popis tablica

Tablica 1. Najviše dopuštene ocjenske razine buke i misije u otvorenom prostoru (stranica 4.)

Tablica 2. Izmjerene vrijednosti buke s lijeve strane rukovatelja pri praznom spremniku (stranica 12.)

Tablica 3. Izmjerene vrijednosti buke s desne strane rukovatelja pri praznom spremniku (stranica 13.)

Tablica 4. Izmjerene vrijednosti buke s lijeve strane rukovatelja pri punom spremniku opeke (stranica 13.)

Tablica 5. Izmjerene vrijednosti buke s desne strane rukovatelja pri punom spremniku opeke (stranica 14.)

Tablica 6. Izmjerene vrijednosti buke s lijeve strane rukovatelja pri punom spremniku betona (stranica 14.)

Tablica 7. Izmjerene vrijednosti buke s desne strane rukovatelja pri punom spremniku betona (stranica 15.)

Tablica 8. Izmjerene vrijednosti buke s lijeve strane rukovatelja pri punom spremniku asfalta (stranica 15.)

Tablica 9. Izmjerene vrijednosti buke s desne strane rukovatelja pri punom spremniku asfalta (stranica 16.)

Tablica 10. Izmjerene vrijednosti buke s lijeve strane rukovatelja pri punom spremniku crijepa (stranica 16.)

Tablica 11. Izmjerene vrijednosti buke s desne strane rukovatelja pri punom spremniku crijepa (stranica 17.)

Tablica 12. Izmjerene vrijednosti buke s lijeve strane rukovatelja pri punom spremniku mješovitog građevinskog materijala (stranica 18.)

Tablica 13. Izmjerene vrijednosti buke s desne strane rukovatelja pri punom spremniku mješovitog građevinskog materijala (stranica 18.)

Tablica 14. Statistika između nezavisne i zavisne varijable razine buke s lijeve strane (stranica 22.)

Tablica 15. Statistika između nezavisne i zavisne varijable razine buke s desne strane (stranica 23.)

## 10. Popis slika

Slika 1. Presjek ljudskog uha (stranica 1.)

Slika 2. Osobna zaštitna sredstva za zaštitu sluha - antifoni, čepići za uši (plastični, silikonski, spužvasti) (stranica 2.)

Slika 3. Drobilica građevinskih materijala (stranica 3.)

Slika 4. Opeka (stranica 8.)

Slika 5. Beton (stranica 8.)

Slika 6. Asfalt (stranica 9.)

Slika 7. Crijep (stranica 9.)

Slika 8. Mješoviti građevinski materijal (stranica 10.)

Slika 9. Položaj mikrofona pri mjerenju (stranica 10.)

## 11. Popis grafikona

Grafikon 1. Usporedni prikaz usrednjenih srednjih vrijednosti buke pri svim vrstama materijala i okretajima (stranica 19.)

Grafikon 2. Usporedni prikaz najvećih srednjih vrijednosti buke pri svim vrstama materijala i okretajima (stranica 20.)

Grafikon 3. Usporedni prikaz najmanjih srednjih vrijednosti buke pri svim vrstama materijala i okretajima (stranica 20.)

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište J.J. Strossmayera

Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek

Diplomski rad

Sveučilišni diplomski studij, smjer Mehanizacija

Utjecaj nekih radnih parametara na proizvedenu razinu buke pri radu drobilice „bmd jbag es600“

Petar Kujundžija

**Sažetak:** U radu su prikazani rezultati istraživanja mjerenja razine buke pri radu drobilice građevinskog materijala pri radnim i maksimalnim okretajima te pri praznim spremnikom i pri punim spremnikom s različitim vrstama materijala (opeka, beton, asfalt, crijep i mješoviti građevinski materijal). Mjerenje je obavljeno u skladu s normom HRN ISO 6396 i HRN ISO 5131 koje nalažu kako mikrofoni mora biti postavljen s lijeve i desne strane rukovatelja drobilice te u odnosu na referentnu točku položaja rukovatelja od sredine glave rukovatelja do razine početka trupa na visini  $790 \pm 20$  mm te odmaknut od sredine glave rukovatelja  $200 \pm 20$  mm. Najviša razina buke izmjerena je pri punom spremniku betona s lijeve i s desne strane te pri radnim i maksimalnim okretajima, dok je najmanja razina buke izmjerena s lijeve pri radnim i maksimalnim okretajima s praznim spremnikom i s desne strane pri radnim i maksimalnim okretajima s punim spremnikom mješovitog građevinskog materijala. Rukovatelj je izložen ne dopuštenim razinama buke preko 87 dB, s što je negativno za zdravlje istog i može izazvati trajne posljedice.

**Rad izrađen pri:** Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek

**Mentor:** doc.dr.sc. Ivan Plaščak

**Broj stranica:** 34

**Broj grafikona i slika:** 3, 9

**Broj tablica:** 15

**Broj literaturnih navoda:** 17

**Broj priloga:**

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** drobilica, buka, rukovatelj

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

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

**Rad je pohranjen:** Knjižnica Fakulteta Agrobiotehničkih znanosti u Osijeku, Vladimira Preloga 1.

# BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Masters Thesis

University Graduate Studies, course mechanization

Influence of some performance parameters to produced sound level at work with crushers „bmd jbag es600“

Petar Kujundžija

**Abstract:** The paper presents the results of the study of the noise level measurement of the building material crusher at work and maximum revolutions, and in the empty container and in a full container with different types of material (bricks, concrete, asphalt, tile and mixed building material). The measurement was performed in accordance with the norms HRN ISO 6396 and HRN ISO 5131 which indicate that the microphone must be placed on the left and right sides of the crusher handler and in relation to the reference point of the operator position from the center of the head of the operator to the hull start up to  $790 \pm 20$ mm removed from the center of the head of the operator  $200 \pm 20$ mm. The highest noise level was measured at the full concrete tank at the left and the right, at working and maximum revs, while the lowest noise level was measured with the left at working and maximum speeds with the empty tank and the right side at the working and maximum revs with the full tank of mixed construction materials. The operator is exposed to no permissible noise levels above 87 dB, which is negative for the health of the same and can cause permanent consequences.

**Thesis performed at:** Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

**Mentor:** Ph.D Ivan Plaščak

**Number of pages:** 34

**Number of figures:** 3, 9

**Number of tables:** 15

**Number of references:** 17

**Number of appendices:**

**Original language :** croatian

**Keywords:** crushing machine, noise, operator

**Thesis defended on date:**

**Reviewers:**

1. ph.d prof. Tomislav Jurić, president
2. ph.d izv. prof. dr. sc. Ivan Plaščak, mentor
3. Željko Barač, Msc., member

**Thesis deposited at :** Library, Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1.