



GRADSKI ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVLJE BEOGRAD
Jedinica za ispitivanje kvaliteta i unapređenja stanja
životne sredine

MARŠRUTNO MERENJE BUKE NA TERITORIJI OPŠTINE OBRENOVAC TOKOM NOVEMBRA 2013. GODINE

Beograd
Decembar, 2013.godine

IZRADA IZVEŠTAJA:

**GRADSKI ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVLJE
BEOGRAD
Bulevar despota Stefana 54-a**

DIREKTOR ZAVODA:

Prim. dr Slobodan Tošović, mr sc.

NAČELNIK JEDINICE:

Dr Slaviša Mladenović, spec.hig.

STRUČNI TIM:

Dr. sci. med. Vesna Slepčević, spec. hig.

Sanja Nišavić, viši sanitarni tehničar

Rafajlović Marko, dipl. inž. maš. (M. Sc)

Boško Majstorović, dipl. inž. saobr.

SADRŽAJ

1.0 U V O D.....	4
2.0 BUKA U ŽIVOTNOJ SREDINI.....	4
3.0 SAOBRAĆAJ KAO DIMINANTNI IZVOR BUKE U GRADSKIM SREDINAMA.....	5
4.0 SUBJEKTIVNI KRITERIJUM IZLAGANJA BUCI - SUBJEKTIVNO OMETANJE BUKOM	6
5.0 ZDRAVSTVENI EFEKTI BUKE.....	6
5.1 Oštećenje sluha	6
5.2 Ometanje spavanja	7
5.3 Kardiovaskularni efekti.....	7
6.0 METODA MERENJA.....	8
6.1 Procedura merenja	8
6.2 Merilo nivoa buke Bruel &Kjaer tip 2250.....	9
6.3 Fonometar	9
7.0 REZULTATI MERENJA I DISKUSIJA REZULTATA.....	10
8.0 ZAKLJUČNE KONSTATACIJE I PREDLOG MERA.....	11
9.0 LITERATURA	12

PRILOZI

1.0 UVOD

Imajući u vidu broj stanovnika Obrenovca, kao i ekološke probleme sa kojima se opština suočava (stepen zagađenosti vazduha, dispozicija otpadnih materija, nivo komunalne buke i dr.), Javno preduzeće za zaštitu i unapređivanje životne sredine na teritoriji gradske opštine Obrenovac i Gradski zavod za javno zdravlje su tokom novembra 2013.godine organizovali odnosno izvršili maršrutno merenje nivoa buke na teritoriji opštine Obrenovac, u skladu sa ugovorom broj 2458/13 od 24.10.2013.godine.

Merenje je rađeno na 15 reprezentativnih mernih mesta usaglašanih između Stručnog tima ovog Zavoda i odgovornih iz JP za zaštitu i unapređenje životne sredine na teritoriji gradske opštine Obrenovac. Merna mesta su reprezentanti pojedinih gradskih zona različite namene kao i opštinskog područja duž najznačajnijih saobraćajnica. Naglašavamo da akustičko zoniranje opštine nije izvršeno.

2.0 BUKA U ŽIVOTNOJ SREDINI

Buka se definiše kao neželjeni zvuk. Zvučne pojave postaju buka kada, prema subjektivnim iskazima, ometaju čoveka, kako pri radu, tako i pri odmoru. Komunalna buka je buka emitovana iz svih izvora koji nas okružuju u životnoj sredini, izuzev buke koju emituju izvori na radnom mestu. U savremenom svetu, najznačajniji izvori komunalne buke su drumski, avio i železnički saobraćaj, industrijski objekti i drugi izvori (izgradnja, javni radovi, „komšijska buka“).

Problem komunalne buke je ogroman, kako u svetu, tako i kod nas. U Evropskoj uniji je oko 40% populacije izloženo drumskoj saobraćajnoj buci, čiji dnevni ekvivalentni nivoi prelaze 55 dB(A), a 20% je izloženo nivoima koji prelaze 65 dB(A), odnosno borave u tzv. „crnim akustičkim zonama“. Oko polovine evropske populacije živi u akustički nekonformnim zonama. Procenjeno je da je više od 30% ove populacije izloženo noćnim ekvivalentnim nivoima koji prelaze 55 dB(A), što deluje ometajuće na spavanje.

Za razliku od drugih ekoloških problema, problem buke nastavlja trend porasta, zajedno sa porastom žalbi izloženih stanovnika. Populacioni rast, urbanizacija, stalan tehnološki razvoj,

izgradnja saobraćajnica, međunarodnih aerodroma i železnica doprinose usložnjavanju ovog problema.

3.0 SAOBRAĆAJ KAO DOMINANTNI IZVOR BUKE U GRADSKIM SREDINAMA

Buka koja potiče od drumskog saobraćaja, sa izuzetkom naselja u blizini aerodroma, gradilišta, industrijskih zona, je glavni uzrok ometanja bukom u urbanim sredinama. Problem saobraćajne buke čine još složenijim uslovi odvijanja saobraćaja u gradu, odnosno činjenica da je broj vozila na ulicama veći od broja za koji su ulice projektovane. Fasade zgrada, poredane u neprekidnom nizu sa obe strane kolovoza, omogućavaju višestruku refleksiju buke.

Emisioni nivo saobraćajne buke zavisi od sledećih faktora:

- obima saobraćaja (broj vozila/h)
- strukture saobraćajnog toka (putnička, teretna, šinska vozila)
- brzine vozila
- upravljanja saobraćajnim tokom (kočenje, ubrzanje)
- karakteristika ulica (površinski sloj kolovoza, uspon, krivudavost)
- tehnike i stanja vozila (motorna izolacija, gume, izduvni sistemi)
- načina vožnje i opterećenja motora

Iz emisije saobraćajne buke proizilazi imisija na posmatranom prostoru, u zavisnosti od parametara širenja u okolini izvora buke. Sa povećanjem udaljenosti od ulice, nivo buke se smanjuje. Pored rastojanja, na nivo imisije utiču i sledeći parametri širenja:

- izgrađenost (način gradnje, visina zgrada)
- topografija terena
- zvučne barijere
- rastinje
- vremenski uslovi

4.0 SUBJEKTIVNI KRITERIJUM IZLAGANJA BUCI – SUBJEKTIVNO OMETANJE BUKOM

Subjektivno ometanje bukom je praćeno neprijatnim osećajem usled negativnog subjektivnog stava osobe prema buci koju ćuje. Za ispoljavanje stresnih efekata buke ovaj negativan subjektivan odnos je od esencijalnog znaćaja. Tri primarna faktora su od znaćaja da bi neka osoba negativno reagovala na buku: 1) neprijatne fizićke karakteristike zvuka, 2) neželjenost zvuka i 3) ometanje trenutnih aktivnosti (komuniciranje, mentalna koncentracija, odmor, rekreacija, san i dr.).

Utvrćena je znaćajna korelacija izmeću ekvivalentnog nivoa buke i prosećnog stepena subjektivnog ometanja bukom. Mećutim, pokazano je da postoji znatan individualni varijabilitet u subjektivnom ometanju komunalnom bukom. Ovaj varijabilitet uslovljen je nizom akustićkih i sociopsiholoćkih faktora, kao npr. nivoom buke, prisustvom impulsa, vremenskim i spektralnim karakteristikama zvuka, uzrastom, zanimanjem, polom, općtim zdravstvenim stanjem, uslovima ųivota, i stavom prema izvoru buke.

U porećenju sa drugim ųtetnim faktorima u ųivotnoj sredini, pokazano je da buka dominira, i to u 85% odgovora tokom razlićitih anketiranja, kao uzrok nezadovoljstva stanovnićtva svojom ųivotnom sredinom.

5.0 ZDRAVSTVENI EFEKTI BUKE

5.1 Oųtećenje sluha

Sposobnost ćoveka da ćuje zvuke u frekvencijskom opsegu 16-20000 Hz i dinamićkom opsegu od 10^{-12} do 10^2 W/m² naziva se normalan sluh. Boravak u veoma bućnoj sredini moće dovesti do audiometrijski merljivog smanjenja osetljivosti ćula sluha ćoveka, koje se moće oporaviti posle vraćanja u tihu sredinu. Ova pojava se naziva privremeni pomeraj praga sluha (PPPS) i obićno je praćen simptomom *tinnitus*a („zujanje u uųima“). Ukoliko do ponovnog izlaganja buci doće pre potpunog oporavka, PPPS moće prerasti u trajni pomeraj praga sluha (TPPS). Kada TPPS dostigne prosećan nivo od 25 dB na frekvencijama od 500, 1000, 2000 i 4000 Hz, ovu pojavu nazivamo trajno oųtećenje sluha. Tada ćovek poćinje da oseća smetnje u razumevanju govora i poremećaj je ireverzibilan.

Značajno povećanje rizika od trajnog oštećenja sluha nastaje pri profesionalnom izlaganju buci nivoa većeg od 85 dB(A). Ukoliko je čovek izložen impulsnoj buci, npr. pri pucanju iz vatrenog oružja, nivoa preko 140 dB, trajna oštećenja sluha mogu nastati trenutno. I neprofesionalno izlaganje buci, u životnoj sredini (dugogodišnje izlaganje buci u diskotekama, kafićima, slušanje glasne muzike...), može imati štetne posledice po sluh. Takva pojava se naziva *socioacusis* i najčešće se registruje kod mladih osoba.

5.2 Ometanje spavanja

Među brojnim negativnim psihološkim posledicama koje se kod stanovništva ugroženog komunalnom bukom mogu očekivati, remećenje spavanja smatra se osnovnim i najvažnijim. Na osnovu nivoa buke, u najvećem broju zemalja limit ustanovljen za neometano spavanje je 30 dB. Isprekidana buka ima negativnije efekte na spavanje od stalne, posebno u periodima dubokog spavanja (faza 3 i 4). U pogledu izvora buke, posebno nepovoljno deluje na spavanje buka teških vozila i vozova, jer je karakteriše dominacija niskih frekvencija i vibracije.

U dosadašnjim terenskim i laboratorijskim studijama dokazano je da buka produžava vreme neophodno da se zaspi, čini spavne površnim i dovodi do čestih buđenja. Minimalni nivo buke koji dovodi do buđenja je od 45 do 55 dB, što zavisi od individualne osetljivosti i stadijuma spavanja. Efekti buke posle buđenja ispoljavaju se u vidu umora, promena u raspoloženju, slabije subjektivno procenjenom kvalitetu sna, smanjenju radne sposobnosti i dugoročnim psiho-socijalnim i zdravstvenim efektima.

5.3 Kardiovaskularni efekti

Najvažnija kardiovaskularna oboljenja, kod kojih se izlaganje buci izučava kao faktor rizika, su arterijska hipertenzija i ishemijska bolest srca.

Patofiziološku osnovu hipoteze da izlaganje buci povećava rizik za nastanak arterijske hipertenzije i ishemijske bolesti srca predstavlja činjenica da buka uzrokuje reakcije organizma slične onima koje uzrokuju drugi stresori u radnoj i životnoj sredini. Prema opštem modelu stresa, buka kao stresor stimuliše hipotalamo-hipofizo-adrenalnu osovinu, srž nadbubrežne žlezde i simpatički nervni sistem, što povećava koncentraciju cirkulišućih «stres hormona»: adrenalina, noradrenalina i kortizola, koje se smatraju pouzdanim indikatorima stresne reakcije.

Relativno je mali broj epidemioloških studija dosad izučavao povezanost izlaganja komunalnoj buci i arterijske hipertenzije kod izložene populacije. Rezultati dosadašnjih epidemioloških studija o vezi između saobraćajne buke i arterijske hipertenzije su kontradiktorni, bez obzira da li je uzeti kriterijum izlaganja buci objektivni (nivo buke) ili subjektivni (subjektivno ometanje bukom).

6.0 METODA MERENJA

Maršrutno merenje buke na teritoriji Obrenovca je u potpunosti usaglašeno sa važećim standardima u pogledu načina i vremena uzimanja uzoraka. Budući da na većini mesta preovlađuje saobraćajna buka i s obzirom na njen karakter, obavljeno je celodnevno praćenje pojave.

6.1 Procedura merenja

Merenjima je obuhvaćeno praćenje parametara L_{MAX} , L_{MIN} , L_{AE} , odnosno L_1 , L_5 , L_{10} , L_{50} , L_{90} , L_{95} L_{99} , kao i L_{Aeq} .

Merenja se odnose na petnaestominutne vremenske intervale. Na kraju svakog intervala rezultati se prebacuju u memoriju instrumenta koji se resetuje za novu seriju merenja.

Obrada rezultata urađena je profesionalnim programskim paketom autora, a tehnička i grafička obrada u standardnim komercijalnim programima.

Proširena merenja obavljena su najnovijom generacijom instrumenata za merenje buke Bruel & Kjaer 2250. Instrumenti imaju mogućnost istovremenog praćenja vremenskog toka i statističke analize. Instrumenti su autonomni u radu bez spoljnog napajanja više od 24 sata, pa su posebno pogodni za sprovedenu dugotrajnu analizu. Rezultati dugoročne analize čuvaju se u memoriji instrumenta i kasnije se direktno učitavaju u memoriju računara za dalju obradu.

Kalibracija mernog lanca obavljena je pre i nakon merenja odgovarajućim kalibratorom. Ovaj kalibrator zadovoljava uslove prema standardu IEC 60942: "Electroacoustics-Sound Calibrators" za klasu 1.

Kalibracionim signalom potvrđena je tačnost i stabilnost mernog lanca pre početka merenja i po završetku merenja.

Instrument je uredno etaloniran i snabdeven uverenjem o ispravnosti sa rokom važenja do kraja 2015.g.

Merenjem tokom dužeg vremenskog perioda omogućeno je egzaktno izračunavanje i L_{Aeq} .

Na dijagramima su prikazane vrednosti ekvivalentnog nivoa buke kao i L_{max} i L_{min} za svaku lokaciju pojedinačno.

6.2 Merilo nivoa buke Bruel&Kjaer tip 2250:

- Serijski broj 2736266;
- Mikrofon tip 4189, serijski broj 2726152;
- Prepojačivač tip ZC 0032 serijski broj 14175;
- Kalibrator (93.8 dBa, pre i posle merenja) Bruel&Kjaer 4230, serijski br. 99722.

Svi instrumenti spadaju u klasu tačnosti 1 u skladu sa IEC 60651 (1979) i IEC 60804 (1985).

6.3 Fonometar

Navode se samo svojstva koja su relevantna za rezultate merenja.

Merena veličina	$L_{Aeq}, L_{max}, L_{min}, L_x$ (za $x=5, 10, 50, 90, 95$),
Merni interval	15min,
Referentni nivo zvučnog pritiska	85dB,
Referentni opseg	50-100dB,
Opseg linearnosti	70dB,
Impulsni opseg	73dB,
Maksimalni merni opseg	140 dB rms,

7.0 REZULTATI MERENJA I DISKUSIJA REZULTATA

U sledećoj tabeli prikazujemo rezultate maršrutnog merenja na teritoriji Obrenovca odnosno dobijene merodavne nivoe.

Tabela br. 1 – Maršrutno merenje buke u Obrenovcu – merna mesta, izmerene i granične vrednosti

Redni broj	MERNO MESTO	ZONA	MERODAVNI NIVOI	GRANIČNA VREDNOST	
			L _{DEN}	Dan/Veče	Noć
1.	Naselje Dudovi	Stambena	54.5	55 dB(A)	45 dB(A)
2.	Prva Obrenovačka osnovna škola	Duž gradskih saobraćajnica	70.6	65 dB(A)	55 dB(A)
3.	Benzinska stanica “Intermol”	Duž magistralnih puteva	69.4	65 dB(A)	55 dB(A)
4.	Osnovna škola” Jovan Jovanović Zmaj”	Duž gradskih saobraćajnica	64.4	65 dB(A)	55 dB(A)
5.	Zaštićeno prirodno dobro “Jezića koliba”	Kulturno istorijski lokaliteti	35.5	50 dB(A)	40 dB(A)
6.	Radio „Rom“	Duž magistralnih puteva	75.3	65 dB(A)	55 dB(A)
7.	Naselje Topolnice	Stambena	56.2	55 dB(A)	45 dB(A)
8.	Tranzitni put	Duž magistralnih puteva	68.9	65 dB(A)	55 dB(A)
9.	Stubline	Duž magistralnih puteva	66.6	65 dB(A)	55 dB(A)
10.	Skela	Duž magistralnih puteva	59.8	65 dB(A)	55 dB(A)
11.	Naselje Staro igralište	Stambena	54.6	55 dB(A)	45 dB(A)
12.	Draževac	Bolnička	52.6	50 dB(A)	40 dB(A)
13.	Naselje Rojkovac	Stambena	48.0	55 dB(A)	45 dB(A)
14.	Autobuska stanica	Duž gradskih saobraćajnica	69.5	65 dB(A)	55 dB(A)
15.	Barič	Duž magistralnih puteva	70.6	65 dB(A)	55 dB(A)

Naglašavamo da akustičko zoniranje opštine Obrenovac nije rađeno, kao i da se pri izboru mernih mesta vodilo računa da budu obuhvaćene opštinske zone različite namene.

Na osnovu merodavnih nivoa buke prikazanih u gornjoj tabeli mogu se doneti sledeće ocene:

- Za izvršena merenja u stambenoj zoni rezultati merenja su pokazali prekoračenje dozvoljene granične vrednosti za naselja „Staro igralište“ i „Topolice“, u skladu sa Uredbom o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje

indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini (tabela br. 1, tacka 3, "Sl. glasnik RS" br. 75/2010), što nije slučaj sa naseljem »Dudovi«.

U naselju »Rojkovac« rezultat merenja pokazuje da dobijena vrednost u dnevnom/večernjem režimu ne prelazi dozvoljenu graničnu vrednost u dnevnom režimu, dok je u noćnom konstatovano prekoračenje za 3dB[A].

- U zoni kraj magistralnih puteva i gradskih saobraćajnica na mernim mestima kraj „OŠ Jovan Jovanovic Zmaj“ i „MZ Skela“ rezultati merenja zadovaljavaju dnevni/večernji režim dok za noćni režim prelaze dozvoljeni nivo buke u rasponu od 5dB[A] do 10dB[A]. Za merna mesta: „Prva obrenovačka osnovna škola“, benzinska stanica „Intermol“, „OŠ Jovan Jovanović Zmaj“, radio „Rom“, „Tranzitni put“, „Autobuska stanica“, „MZ Barič“ rezultati merenja prelaze granične vrednosti i u dnevnom/večernjem odnosno noćnom režimu
- U zoni Doma zdravlja u Draževcu rezultati merenja prelaze dnevni/večernji režim i noćni režim rada u skladu sa Uredbom o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini (tabela br. 1, tacka 1, "Sl. glasnik RS" br. 75/2010).
- Za zonu kulturno-istorijskih lokaliteta (tabela br.1, tačka 1. „Sl. glasnik RS“ br.75/2010) rezultati merenja ne prelaze granične vrednosti u dnevnom/večernjem odnosno noćnom režimu rada u skladu sa važećom Uredbom.

8.0 ZAKLJUČNE KONSTATACIJE I PREDLOG MERA

Na osnovu rezultata maršurtnih merenja nivoa buke na 15 mernih mesta u Obrenovcu, obavljenih tokom novembra 2013. Godine, može se konstatovati sledeće:

1. Komunalna buka u Obrenovcu potiče najvećim delom od saobraćaja, dok su industrija, mala privreda, građevinarstvo i druge aktivnosti od manjeg značaja.
2. Uvođenjem celodnevnih (dvadesetčetvoročasovnih) merenja, po proširenoj proceduri, dobijeni su precizniji i pouzdaniji podaci o nivou komunalne buke tokom dana i noći.
3. Registrovani nivoi komunalne buke su visoki i gotovo na svim mernim mestima premašuju neku od propisanih vrednosti.
4. U proseku najveća prekoračenja dozvoljenih nivoa konstatuju se u zonama duž prometnih saobraćajnica.

5. Apsolutno najveća buka konstatovana je na mernom mestu »Radio Rom«, gde merodavni nivo dostiže 75,3 dB(A).

U cilju unapređenja postojećeg stanja, a da bi se građanima Obrenovca obezbedio neophodni mir, makar u vreme odmora, smatramo da je neophodno preduzeti sledeće mere:

1. Intenzivirati aktivnosti na pregledu projekata zvučne zaštite i kontroli izvedenog stanja u stambenim zgradama pri tehničkom pregledu.
2. Insistirati na kontroli nivoa buke koju emituju motorna vozila pri tehničkom pregledu i u svakodnevnom saobraćaju.
3. Nastaviti sa proširivanjem mreže ulica sa automatskom regulacijom saobraćaja i sinhronizacijom rada semafora na pojedinim pravcima.
4. Sprečiti pretvaranje stambenog u poslovni prostor bez prethodne provere da li zvučna zaštita zadovoljava u odnosu na novu namenu prostora.
5. Nastaviti sa kontrolom nivoa komunalne buke.
6. Izvršiti zoniranje opštine i uraditi strateške karte buke prema Uredbi »Sl. GlasnikRS«, br. 75/2010.

9.0 LITERATURA

- Standard SRPS ISO 1996-1:2010- Akustika – opisivanje, merenje i ocenjivanje buke u životnoj sredini – Deo 1: Osnovne veličine i procedure ocenjivanja;
- Standard SRPS ISO 1996-2:2010 Akustika – opisivanje, merenje i ocenjivanje buke u životnoj sredini: Deo 2: Određivanje nivoa buke u životnoj sredini;
- Zakon o zaštiti od buke u životnoj sredini (»Sl. Glasnik RS«, br. 36/2009 i 88/2010);
- Uredba o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini (»Sl. Glasnik RS«, br. 75/2010);
- Pravilnik o metodama merenja buke, sadržini i obimu izveštaj o merenju buke (»Sl. Glasnik RS«, br. 72/2010).

P r i l o z i