

Časopis „Poslovne studije”, 2018, godina 10, broj 19-20, str. 39-46

Časopis za poslovnu teoriju i praksu

UDK 504.6:534.322.3(497.6Banja Luka)

Rad primljen: 30.04.2018.

DOI: 10.7251/POS18039I

Rad odobren: 10.05.2018.

Originalan naučni rad

Predrag Ilić, JNU Institut za zaštitu i ekologiju Republike Srpske, Banja Luka, Bosna i Hercegovina, predrag.ilic@institutzei.net

Dragana Nešković Markić, JP „DEP-OT“ Regionalna deponija Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina

Željka Šobot Pešić, JP „DEP-OT“ Regionalna deponija Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina

ANALIZA I MAPIRANJE BUKE U GRADU BANJA LUKA (ULICA SIME MATAVULJA)

Rezime: *Buka, definisana kao „neželjeni zvuk“, doživljava se kao stresor i neprijatnost za životnu sredinu. Zagađenje bukom je značajan problem u životnoj sredini u mnogim urbanim područjima. Buka je ozbiljan ekološki problem sa početkom industrijalizacije krajem 18. i početkom 19. vijeka. Urbanizacija, ekonomski rast i transport su neke od pokretačkih snaga za izloženost buci u životnoj sredini i uticaja na zdravlje. U našoj zemlji postoji mali broj istraživanja buke. Cilj ove studije je bio analiziranje i mapiranje zagađenja buke u urbanom dijelu grada Banja Luka u ulici Sime Matavulja i procjena nivoa buke. Cilj ovog istraživanja je i upoređivanje izmjerenih nivoa buke sa zakonskom regulativom. Izmjereni nivoi buke u ovoj oblasti su alarmantni. Na osnovu mjerenja, analize i kreiranih mapa buke, preporuka je da se smanji brzina vozila, poveća kontrola izduvnih sistema vozila i zabrani vožnja motociklima bez ugrađenih prigušivača.*

Ključne riječi: *zagađenje bukom, mapiranje buke, zaštita životne sredine*

JEL klasifikacija: *Q51, Q53*

UVOD

Zagađenje buke i vazduha predstavljaju značajan ekološki problem u mnogim urbanim područjima. Ovaj problem nije pravilno prepoznat uprkos činjenici da ona stalno raste u zemljama u razvoju (Barboza et al. 1995; Jamrah et al. 2006; Ilić et al. 2012). Neslušni efekti buke mogu se definisati kao „svi oni efekti na zdravlje i blagostanje koji su uzrokovani izloženosti bukom“ (Stansfeld i Matheson 2003). Procjenjuje se da je više od 100 miliona ljudi u EEA (Evropska agencija za životnu sredinu) -33 zemlje članice izložene nivoima buke L_{den} (prosječan godišnji, večernji i noćni period izlaganja) iz saobraćaja koji su iznad 55 dB. Od toga, 32 miliona je izloženo vrlo visokom nivou buke iznad 65 dB L_{den} . Pored toga, mnogi ljudi su, takođe, izloženi željezničkoj, vazduhoplovnoj i industrijskoj buci, naročito u gradovima EEA-33: buka željeznica: 19 miliona ljudi izloženih iznad 55 dB L; vazduhoplovna buka: više od 4.1 miliona ljudi izloženih više od 55 dB L; industrijska buka: oko 1,0 milion ljudi je izloženo. Opšti uticaji izloženosti štetnim nivoima buke u životnoj sredini uključuju uznemirenost, reakcije na stres, poremećaj spavanja i povećanje rizika od hipertenzije i kardiovaskularnih bolesti, što može dovesti do prevremene smrti (Adams 2017). Buka u životnoj sredini je neželjeni zvuk iz različitih izvora, kao što je putna buka (Kanjo

2010). Sa brzim povećanjem broja vozila, komunalnih usluga, primarni izvori buke se povećavaju (Ozer et al. 2009).

Direktiva EU o upravljanju bukom u životnoj sredini (Directive 2002/49/EC) dodaje industrijske lokacije kao izvore buke u životnoj sredini. Buka, definisana kao „neželjeni zvuk“, smatra se zagađivačem i jednim tipom ekološkog stresa (Stansfeld, 2000). Istraživanje buke u Banjoj Luci je rijetko (Ilić et al. 2012), za razliku od zagađenja vazduha (Ilić i Preradović 2009; Lammel et al. 2010; Lammel et al. 2010; Gasic et al. 2010; Lammel et al. 2011; Preradović et al. 2011; Ilić et al. 2012), ali podaci ukazuju na povišene nivoe buke u životnoj sredini.

1. CILJEVI

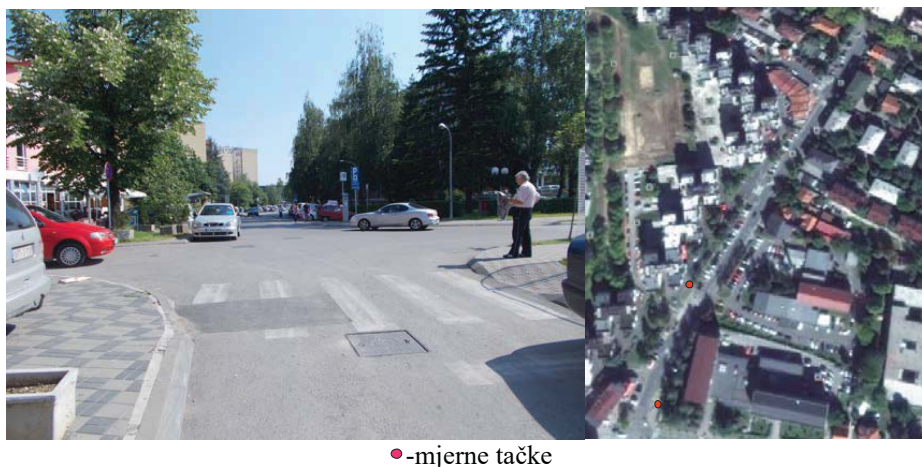
Osnovni cilj ove studije je da se utvrdi i mapira zagađenje buke u urbanom dijelu grada Banja Luka u ulici Sime Matavulja (Republika Srpska, Bosna i Hercegovina (BiH)) i procijeni nivo buke. Cilj istraživanja je i upoređivanje izmjerenih nivoa buke sa zakonskim propisima.

2. MATERIJAL I METODE

2.1. Područje istraživanja

Predmet istraživanja je analiza zagađenja buke u Banjoj Luci, koji je jedan od dva entiteta u BiH. Banja Luka se nalazi u dolini Vrbasa i okružena je brdima visokim 200-600 metara nadmorske visine. Banja Luka je drugi po veličini grad u BiH sa populacijom od 180.000 stanovnika. Smještena je u kotlini, na nadmorskoj visini od 164 metra i na prelazu između Dinarskih planina na jugu i Panonskog bazena na sjeveru. Grad pripada srednjoevropskoj vremenskoj zoni (GMT+1). Srednja godišnja temperatura je 10,7 °C, srednja januarska 0,8, dok je srednja julska temperatura 21,3 °C.

Istraživanje o zagađenju bukom u životnoj sredini obavljena je u junu 2014. godine. Mjerenje buke je urađeno na mjernim mestima u ulici Sime Matavulja (Slika 1). Mjerenjem buke je vršeno od raskrsnice sa ulicom Zdrave Korde do raskrsnice sa ulicom Branka Radičevića.



Slika 1. Lokacija mjerenja i mjerne tačke

2.2. Mjerenje buke

Mjerenja su izvršena sa bukomjerom 2260 Bruel & Kjaer tip I sa stalkom visine 140 cm. Kalibracija uređaja je izvršena sa kalibratorom 4226 Bruel & Kjaer. Korišćen je Predictor™-LimA™ Software, Suite Type 7810 verzija 4.3 i 5.1 i 7815 Noise Explorer™. Ekvivalentni nivo buke (L_{eq}) primjenjuje se na fluktuaciju nivoa buke. L_{eq} definisan je kao konstantan nivo buke koji troši istu količinu energije kao i nivo fluktuacije u istom vremenskom periodu (Jamrah et al., 2006).

L_{eq} mjeri se za saobraćajnu buku zajedno sa statističkim nivoima L_1 i L_{10} kada su prekoračeni nivoi buke 1% i 10% u vremenu; respektivno. Ekvivalentni nivo buke [L_{eq} (dBA)] mjenen je jednom u dnevnom intervalu (između 9 i 15 časova), jednom u večernjem intervalu (između 18 i 22 časa) i u noćnom intervalu (poslije 22 časa). Tri mjerenja od 15 minuta dnevno (tokom tri dana) su napravljena na svakoj mjernoj tački tokom dana za svaki period dan-veče-noć, u skladu sa Direktivom 2002/49/EC koja se odnose na procjenu i upravljanje bukom u životnoj sredini, iz razloga što Pravilnik o dozvoljenim granicama intenziteta zvuka i šuma (Pravilnik 46/89) ne definiše večernji period.

Mjerenje nivoa buke obavljeno je u skladu sa Pravilnikom o dozvoljenim granicama intenziteta zvuka i šuma (Pravilnik 46/89), odnosno člana 4. (vanjska buka se mjeri na visini 1,7 m od nivoa terena, na udaljenosti najmanje 3 m od prepreka koje reflektuju buku).

2.3. Dopušteni nivoi buke

Najviši dopušteni ekvivalentni nivoi vanjske buke određeni su prema namjeni područja i dati su u tabeli 1. Pravilnika [Pravilnik 46/89]. U skladu sa namjenom posmatranog područja odabrana je zona III, čisto stambeno, vaspitno-obrazovne i zdravstvene institucije, javne zelene i rekreacijske površine.

Tabela 1. Dozvoljeni nivoi vanjske buke prema namjeni područja (autor)

Područje (zona)	Namjena područja	Najviši dozvoljeni nivo vanjske buke (dBA)			
		Ekvivalentni nivoi		Vršni nivoi	
		dan	noć	L_{10}	L_1
I	Bolničko, lječilišno	45	40	55	60
II	Turističko, rekreacijsko, oporavilišno	50	40	60	65
III	Čisto stambeno, vaspitno-obrazovne i zdravstvene institucije, javne zelene i rekreacijske površine	55	45	65	70
IV	Trgovačko, poslovno, stambeno i stambeno uz saobraćajne koridore, skladišta bez teškog transporta	60	50	70	75
V	Poslovno, upravno, trgovačko, zanatsko, servisno (komunalni servis)	65	60	75	80
VI	Industrijsko, skladišno, servisno i saobraćajno bez stanova	70	70	80	85

3. REZULTATI I DISKUSIJA

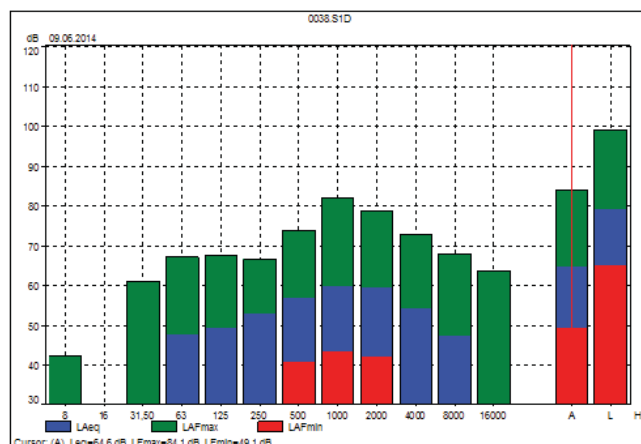
Na području mjerenja buke su stambeni objekti, Fond za penzijsko i invalidsko osiguranje Republike Srpske, Dom zdravlja Banja Luka i rijetki ugostiteljski objekti. Ulica Sime Matavulja se svrstava u III zonu, čisto stambeno, vaspitno-obrazovne i zdravstvene institucije, javne zelene i rekreacijske površine.

Podaci pokazuju da je u toku dnevnog mjerenja u sva tri dana, izmjerena ekvivalentna buka- L_{eq} iznad dozvoljenih vrijednosti i kreće se od 59,8 do 64,6 dB(A). Prema Pravilniku [Pravilnik 46/89] najviši dozvoljeni nivoi buke u toku dana za treću zonu 55 dB(A), što znači da su vrijednosti izmjerene buke, u odnosu na dozvoljenu, u trećoj zoni više su za 4,9 do 9,6 dB(A) (Tabela 2).

Tabela 2. Nivo buke u ulici Sime Matavulja (autor)

1 dan			2 dan			3 dan		
Dnevne vrijednosti dB(A)								
L_{eq}	L_1	L_{10}	L_{eq}	L_1	L_{10}	L_{eq}	L_1	L_{10}
59,8	67,5	63,1	60,0	67,8	63,5	64,6	74,5	68,1
Večernje vrijednosti dB(A)								
L_{eq}	L_1	L_{10}	L_{eq}	L_1	L_{10}	L_{eq}	L_1	L_{10}
60,2	71,0	62,3	61,1	70,6	63,5	56,7	68,1	59,4
Noćne vrijednosti dB(A)								
L_{eq}	L_1	L_{10}	L_{eq}	L_1	L_{10}	L_{eq}	L_1	L_{10}
56,9	69,9	59,0	58,4	69,1	61,6	58,1	68,7	64,4

Vršni nivo buke L_1 u sva tri dnevna mjerenja kreće se od 67,5 do 74,5 dB(A), dozvoljen je za treću zonu 70 dB(A). Izmjerene vrijednosti u odnosu na dozvoljene za treću zonu u dva mjerenja su izmjerene vrijednosti vršnog nivoa u dozvoljenim granicama, tj. ispod 70 dB(A), a u jednom mjerenju su više vrijednosti za 4,5 dB(A). Vršni nivo L_{10} kreće se u sva tri dnevna mjerenja od 63,1 do 68,1 dB(A), dozvoljen za treću zonu 65 dB(A). Izmjerene vrijednosti u odnosu na dozvoljene za treću zonu u dva mjerenja su izmjerene vrijednosti vršnog nivoa u dozvoljenim granicama, a u jednom mjerenju su više vrijednosti za 3,1 dB(A). Frekventna analiza buke za dnevno mjerenje $L_{eq}=64,6$ dB(A) pokazuje da su nivoi buke najviši na frekvencijama 250, 500, 1000, 2000 i 4000 Hz, iznad 50 dB(A), a na nižim frekvencijama su iznad 40 dB(A) (dijagram 1, tabela 3).



Dijagram 1. Frekventna analiza nivoa buke za $L_{eq}=64,6$ dB(A) (autor)

Tabela 3. Vrijednosti L_{eq} nivoa buke u zavisnosti od frekvencije (autor)

Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
dB(A)	-	47,5	49,3	52,6	56,8	59,6	59,3	54,1	47,1	-

U Pravilniku (Pravilnik 46/89) nisu utvrđene dozvoljene vrijednosti buke za večernji period. Ekvivalentni nivo buke u večernjem periodu sva tri mjerenja kreće se od 56,7 do 61,1 dB(A), L_1 od 68,1 do 71,0 dB(A), a L_{10} od 59,4 do 63,5 dB(A).

U toku u sva tri noćna mjerenja, izmjerena ekvivalentna buka- L_{eq} je iznad dozvoljenih vrijednosti i kreće se od 56,9 do 58,4 dB(A) pa je u odnosu na dozvoljenu vrijednost u trećoj zoni, 45 dB(A), za 11,9 do 13,9 dB(A).

Vršni nivo buke L_1 u sva tri noćna mjerenja kreće se od 68,7 do 69,9 dB(A), dozvoljen je za treću zonu 70 dB(A). Izmjerene vrijednosti u odnosu na dozvoljene za treću zonu su u granicama.

Vršni nivo L_{10} kreće se u sva tri noćna mjerenja od 59,0 do 64,4 dB(A), dozvoljeno je za treću zonu 65 dB(A). Izmjerene vrijednosti u odnosu na dozvoljene za treću zonu su izmjerene vrijednosti vršnog nivoa u dozvoljenim granicama.

Glavni izvor buke u ovoj oblasti je komunalna buka od motornih vozila (tabela 4).

Tabela 4. Broj vozila u ulici Sime Matavulja (autor)

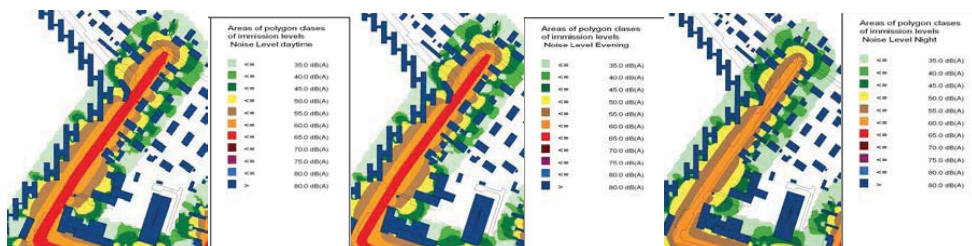
	1 dan			2 dan			3 dan		
	Dan	Veče	Noć	Dan	Veče	Noć	Dan	Veče	Noć
Broj vozila	65	24	43	66	40	36	81	30	46
Putnički automobili (%)	89,23	91,66	88,38	90,90	95,00	88,88	83,33	89,13	88,88
Autobusi (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kombi vozila (%)	3,08	-	9,30	4,55	5,00	7,41	16,67	8,70	7,41
Motocikli (%)	6,16	8,34	2,32	4,55	-	2,47	-	2,17	2,47
Motorna vozila > 5 t (%)	1,53	-	-	-	-	1,24	-	-	1,24

Brojanjem u petnaestominutnom periodu, u kom vremenu se mjeri i ekvivalentna buka, u ulici Sime Matavulja u toku dana prođe od 65 do 81 vozilo, u prosjeku 5 vozila u jednoj minuti. Tokom večeri broj vozila sa smanjuje na 24 do 40 vozila ili 2 vozila u jednoj minuti, a u toku noći na 36 do 46 vozila ili 3 vozila u minuti. Procjenom se dobije podatak da za 24 časa ovom ulicom u prosjeku prođe 4.800 vozila, oko 75,00% u toku dana, 10,00% u toku večeri i 15,00% noću.

U ulici Sime Matavulja najzastupljenija su putnička vozila tokom dana (dan, veče i noć), od 90,90% (dan) do 95,00% (veče) i 91,67% (noć) (tabela 4). Frekvencija kombi vozila je 7,41% (dan), veče (16,77%) i noć (8,70%). Motocikli su zastupljeniji 6,16% (dan), 8,34% (veče) i noć (5,56%). Karakteristično je za ovu ulicu da se saobraćaj u večernjim časovima smanjuje za oko trećinu, a u noćnim časovima za oko polovinu.

Pošto se u ulici nalaze pomiješane aktivnosti karakteristične za zonu 3 i ne mogu se razdvajati, može se zaključiti da su vrijednosti nivoa buke u ovoj ulici alarmantne za noćni period, a to je buka koja je 10 dB (A) veća od vrijednosti odgovarajuće zone.

Na osnovu svih izmjerenih podataka napravljena je karta buke (slika 2).



Slika 2. Mapa buke za ulicu Sime Matavulja (dan, veče i noć) (autor)

ZAKLJUČAK

Rezultati mjerenja i analiza pokazali su da je veliki problem zagađenja buke u gradu Banjoj Luci. Na osnovu izvršenih mjerenja, urađene analize i izrađenih mapa buke, neophodno je smaniti brzinu vozila, pojačati kontrolu izduvnih sistema vozila i zabraniti vožnju motocikla bez ugrađenih prigušivača. Kako u Republici Srpskoj nije regulisan večernji L_{eq} neophodno je usklađivanje našeg zakonodavstva. Takođe je potrebno posvetiti više pažnje ovoj problematici kroz izradu studija i preventivnih mjera u Banjoj Luci i drugim gradovima Republike Srpske.

LITERATURA

1. Adams, Martin. 2017. Population exposure to environmental noise, Indicator Assessment Data and maps. European Environment Agency.
2. Barboza, Michael J. and Carpenter, Sharon P. and Roche, Leslie E. 1995. "Prediction of traffic noise: A screening technique". *Journal of Air and Waste Management Association*. 45(9). 703–708.
3. Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise - Declaration by the Commission in the Conciliation Committee on the Directive relating to the assessment and management of environmental noise, Official Journal L 189.
4. Gasic, Bojan and MacLeod, Matthew and Klanova, Jana and Scheringer, Martin and Ilic, Predrag and Lammel, Gerhard and Pajovic, Aleksandar and Breivik, Knut and Holoubek, Ivan and Hungerbühler, Konrad. 2010. "Quantification of sources of PCBs to the atmosphere in urban areas: A comparison of cities in North America, Western Europe and former Yugoslavia". *Environmental Pollution*. 158(10). 3230-3235.
5. Ilić, Predrag i Marković, Svetlana i Račić, Miroslav i Janjuš, Zoran. 2012. "Komunalna buka i zagađenje vazduha u urbanom dijelu Banje Luke". *Skup*. 4(2):32-42
6. Ilić, Predrag and Preradović, Ljubiša. 2009. "Simulation of pollution, i.e. modelling levels of nitrogen dioxide and meteorological parameters". *grkg/Humankybernetik*. 50(3):146-150.
7. Jamrah, Ahmad and Al-Omari, Abbas and Sharabi, Reem. 2006. "Evaluation of traffic noise pollution in Amman, Jordan". *Environmental Monitoring and Assessment*. 120(1). 499-525.
8. Kanjo, Eiman. 2010. "Noisespy: A real-time mobile phone platform for urban noise monitoring and mapping". *Mobile Networks and Applications*. 15 (4). 562-574.
9. Lammel, Gerhard and Klánová, Jana and Erić, Ljiljana and Ilić, Predrag and Kohoutek, Jirí and Kovacic, Igor. 2011. "Sources of organochlorine pesticides in air in an urban Mediterranean environment: volatilisation from soil". *Journal of Environmental Monitoring*. 13(12). 3358-3364.
10. Lammel, Gerhard and Klánová, Jana and Ilić, Predrag and Kohoutek, Jirí and Gasić, Bojan and Kovacic, Igor and Lakić, Nataša and Radić, Ranka. 2010. "Polycyclic aromatic hydrocarbons in air on small spatial and temporal scales–I. Levels and variabilities". *Atmospheric Environment*. 44(38). 5015-5021.
11. Lammel, Gerhard and Klánová, Jana and Ilić, Predrag and Kohoutek, Jirí and Gasić, Bojan and Kovačić, Igor and Škrdlíková, Lenka. 2010. "Polycyclic aromatic hydrocarbons in air on small spatial and temporal scales–II. Mass size distributions and gas-particle partitioning". *Atmospheric Environment* 44(38). 5022-5027.
12. Ozer, Serkan and Yilmaz, Hasan and Yeşil, Murat and Yeşil, Pervin. 2009. "Evaluation of noise pollution caused by vehicles in the city of Tokat, Turkey". *Scientific Research and Essays* 4 (11). 1205-1212.

13. Preradović, Ljubiša i Ilić, Predrag i Marković, Svetlana i Janjuš, Zoran. 2011. "Meteorological parameters and pollution caused by Sulfur dioxide and their influence on construction materials and heritage". *Facta universitatis-series: Electronics and Energetics*. 24(1). 9-20.
14. Pravilnik o dozvoljenim granicama intenziteta zvuka i šuma ("Službeni list SRBiH", br. 46/89)
15. Stansfeld, Stephen and Matheson, Mark. 2003. "Noise pollution: non-auditory effects on health". *British medical bulletin*. 68(1). 243-257.
16. Stansfeld, Stephen and Haines, Mary and Brown, Bernadette. 2000. "Noise and health in the urban environment". *Reviews on environmental health*. 15 (1-2). 43-82.