

Podloge za propise o komunalnoj buci – II deo

Aleksandar Milenković, Borislav B. Budisavljević, Danica Boljević, Stevka Baralić i Damir Savković

Sadržaj – U radu je obrađeno više aspekata buke u komunalnoj sredini u cilju da oni kao ilustracija posluže kao inicijativa za izradu i korekciju postojeće zakonske regulative. Svaki od navedenih problema ilustrovan je primerom i realnim rezultatom merenja. Ovaj rad predstavlja nastavak prethodnog rada i sa njim čini celinu.

Ključne reči – Buka saobraćaja, komunalna buka, karte buke, osnovni nivo buke, ukupni nivo buke.

I. UVOD

OVAJ rad predstavlja nastavak prethodnog i bavi se praktično istom problematikom. Elementa na koje se želeo ukazati ima više i svi su značajni za Zakon [1], pa su autori smatrali da ih treba prikazati upravo na ovaj način.

Višegodišnji trendovi su značajan pokazatelj buke na nekoj lokaciji. Oni mogu da posluže kao pokazatelj na primer u slučaju kada se preduzimaju neke mere u cilju smanjenja buke. Iz tog razloga je vrlo važno da budu u velikoj meri pouzdani, uporedljivi i ponovljivi i jednostavno signifikantni za datu lokaciju. Rad daje jedan takav primer kojim se opet ukazuje da je princip merenja „3+2“ nedopustiv kao merenje, a daleko je od toga da ima elemente monitoringa.

O još nekoliko karakterističnih situacija treba voditi računa. Pogrešna procena zatečenog stanja može da dovede do ozbiljnih implikacija. Treba imati u vidu da se veći broj žalbi na buku svodi na konfliktnu situaciju barem dve strane. Veštačenja u takvim slučajevima uvek su delikatna i nose veliku odgovornost. Regulativa u tom slučaju mora da bude konzistentna i na nivou zatečenog stanja i pravila struke. Situacija kada se treba opredeliti o zatečenom stanju je jedan takav slučaj, a moguće smetnje

Rezultati publikovani u ovom radu su u prvom redu inicirani i dobijeni istraživanjem realizovanim u okviru projekta „Analiza uticaja parametara građevinske konstrukcije za potrebe zaštite životne sredine i praktično rešenje lakog zida“, Evidencioni broj projekta 21013, finansiranog od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

Borislav B. Budisavljević, Institut IMS a.d., Laboratorija za akustiku i vibracije, Bulevar vojvode Mišića 43, 11000 Beograd, Srbija (telefon: 381-11-3691559, e-mail: bbb@sbb.rs)

Aleksandar Milenković, Institut IMS a.d., Laboratorija za akustiku i vibracije, Bulevar vojvode Mišića 43, 11000 Beograd, Srbija (telefon: 381-11-3691559, e-mail: aleksandar.milenkovic@institutims.rs)

Danica Boljević, Institut IMS a.d., Laboratorija za akustiku i vibracije, Bulevar vojvode Mišića 43, 11000 Beograd, Srbija (telefon: 381-11-3691559, e-mail: danica.boljevic@institutims.rs)

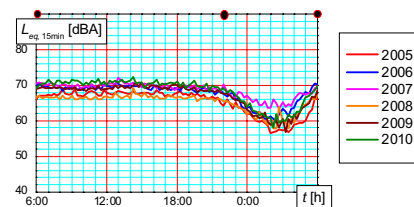
Stevka Baralić, Institut IMS a.d., Laboratorija za akustiku i vibracije, Bulevar vojvode Mišića 43, 11000 Beograd, Srbija (telefon: 381-11-3691559, e-mail: ceca.baralic@institutims.rs)

Damir Savković, Institut IMS a.d., Laboratorija za akustiku i vibracije, Bulevar vojvode Mišića 43, 11000 Beograd, Srbija (telefon: 381-11-3691559, e-mail: damir.savkovic@institutims.rs).

na koje se u radu ukazuje samo su jedno praktično uputstvo za izvršioce merenja.

II. VIŠEGODIŠNJI ZAPISI

Na Sl. 1. prikazani su kontinualni zapisi $L_{eq,15min}$ u periodu od 6 godina, a u Tabeli 1 date su odgovarajuće vrednosti ekvivalentnog nivoa za dan i noć. Merenja su urađena tako da su svake godine napravljena po dva zapisa na lokaciji Bulevar despota Stefana, ali su na slici i u tabeli prikazani po jedan zapis za svaku godinu radi preglednosti.



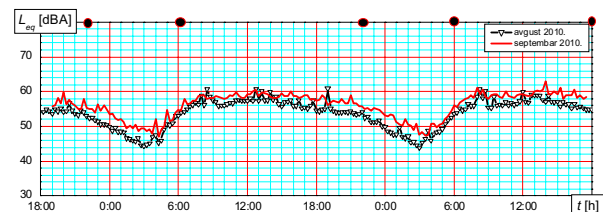
Sl. 1. Kontinualni zapisi u periodu od 6 godina.

TABELA 1. VREDNOSTI $L_{eq,15min}$ U PERIODU OD 6 GODINA NA BUČNOJ LOKACIJI.

L_{eq} [dBA]	Godina					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Dan	67,0	68,9	69,2	68,4	69,0	70,2
Noć	62,1	65,3	66,5	62,6	64,2	65,2

III. IZBOR GODIŠNJEG PERIODA MERENJA

Merenja na istoj lokaciji, Bulevar despota Stefana, su načinjena u dva navrata, oba na mernom mestu sa tihe strane i to: prvi put početkom avgusta 2010. godine, a drugi put krajem septembra 2010. godine. Ova dva perioda razlikuju se po obimu saobraćaja koji je u avgustu znatno manji. Na Sl. 2. prikazani su uporedni zapisi ovih merenja, a u Tabeli 2 prikazani su odgovarajući pokazatelji.



Sl. 2. Zapisi u dva perioda tokom godine.

Pojedinačne vrednosti date u Tabeli 2 odnose se na sukcesivne dnevne odnosno noćne periode koji nisu svi prikazani na Sl. 2. U tabeli su prikazani svi rezultati, a na

dijagramu samo deo zapisa. Ovi zapisi treba da ukažu na ozbiljne teškoće kod utvrđivanja osnovnog nivoa buke. Svaki od navedenih perioda definisan je svojim, a međusobno različitim, nivoima. Ne bi bilo dopustivo da se u ovom slučaju daje jedinstvena ocena za bilo koji od njih pojedinačno.

TABELA 2. VREDNOSTI L_{eq} U DVA PERIODA TOKOM GODINE.

Period merenja	Dan		Noć	
	Pojedinačne vr. [dBA]	$L_{eq,DAN}$ [dBA]	Pojedinačne vr. [dBA]	$L_{eq,NOĆ}$ [dBA]
Avgust	54,4; 56,8; 56,5; 56,4; 57,1; 55,5	56,2	49,7; 49,8; 50,1; 50,9; 51,9; 52,2	50,9
Septembar	57,2; 58,7; 59,3	58,5	52,7; 52,7	52,7

Očigledno je da je zbog značajnog pada obima saobraćaja u avgustu buka znatno manja. Razliku od 2 dB ovako izračunate srednje vrednosti L_{eq} treba smatrati vrlo značajnom. Na osnovu ovakvog merenja i analize može se zaključiti da ekvivalentni nivoi kako za dan tako i za noć mogu značajno da variraju od godišnjeg perioda u kome se merenja obavljaju, čime se prave ozbiljne teškoće u formiranju i oceni kriterijuma za postojeće tj. zatečeno stanje buke na lokaciji.

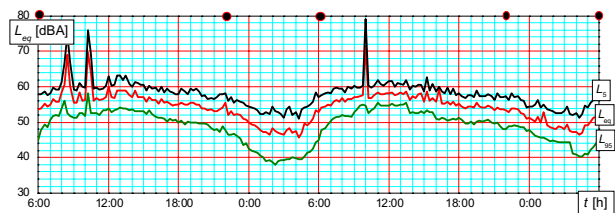
IV. UTICAJ LOKALNIH DOGAĐAJA

Lokalni bučni događaji u blizini mernog mesta mogu znatno da utiču na rezultate merenja. Njihov uticaj na rezultate po pravilu treba eliminisati.

Kao primeri lokalnih događaja koji ometaju merenje mogu se navesti: razgovor u neposrednoj blizini mikrofona kao i druge bliske slučajne i nepredvidive aktivnosti ljudi: blizak i znatno pojačan televizor ili radio aparat, operacije na bliskom parkingu, oglašavanje ptica, lavež pasa, blizak klimatizer, razne vrste slučajnih i netipičnih impulsnih pojava i sl.

Ovakvi događaji često nemaju značajnu akustičku snagu i svakako su bez značaja za ocenu komunalne buke na lokaciji, ali zbog blizine mogu da stvore veliki nivo zvučnog pritiska koji kao takav predstavlja smetnju, remeti rezultat i treba ga eliminisati.

Na Sl. 3. prikazani su parametri L_{eq} , L_5 i L_{95} sa lokalnim smetnjama koje se uočavaju kako kod parametra L_5 tako i kod L_{eq} . U Tabeli 3 date su pojedinačno izračunate vrednosti L_{eq} u dnevnom periodu u dva slučaja.



Sl. 3. Parametri L_{eq} , L_5 i L_{95} sa lokalnim smetnjama.

Uzimajući u obzir smetnju vrednosti ekvivalentnog nivoa bi bile $L_{eq} = 58,6$ dB u prvom dnevnom periodu

odnosno $L_{eq} = 58,1$ dB u drugom dnevnom periodu. Ukoliko bi se ove smetnje uklonile ekvivalentni nivoi bi iznosili $L_{eq} = 55,6$ dB i $L_{eq} = 56,4$ dB.

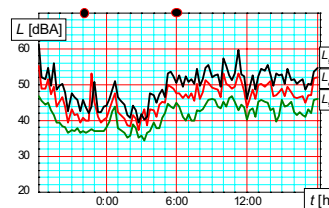
TABELA 3. POJEDINAČNO IZRAČUNATE VREDNOSTI L_{eq} U DNEVNOM PERIODU SA SMETNJOM I BEZ NJE.

L_{eq} [dBA]	I dnevni period	II dnevni period
Sa lokalnim događajima	58,6	58,1
Bez lokalnih događaja	55,6	56,4

V. USREDNJAVANJE ZA DNEVNI I NOĆNI PERIOD

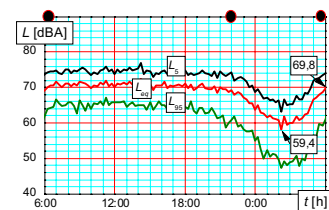
Ako se radi o zapisu sa manjim varijacijama i bez izrazitog trenda može se govoriti o usrednjavanju i prikazu jedinstvene vrednosti. Tada je poželjno imati u vidu na osnovu kakvog skupa je nastala usrednjena vrednost. Usrednjenom vrednošću u dnevnom režimu svakako je moguće okarakterisati nivo buke na bučnoj lokaciji. Pravila kažu da je adekvatno usrednjavanje u ovom slučaju čak i aritmetička sredina, mada egzaktna računica zahteva da se usrednjena vrednost dobija kao energetska usrednjavanje.

Sasvim je drugačija situacija u noćnom režimu u bučnoj ulici, kao i za lokacije sa malim saobraćajem (tiha ulica). Za karakteristični zapis kao na Sl. 4. moguće je dati usrednjenu vrednost, a usrednjavanje se svakako mora napraviti preko energetskog sabiranja.



Sl. 4. Karakteristični zapisi u tihoj ulici.

Svrishodnost i suvislost usrednjavanja su problematične, jer se sprovode na zapisu koji ima evidentan i karakterističan trend. Usrednjavanje u ovakvom slučaju skoro uvek vodi pogrešnom zaključivanju. Na primeru na Sl. 5. minimalna i maksimalna vrednost nalaze se na nagibu i iznose $L_{max} = 59,4$ dB i $L_{min} = 69,8$ dB. Energetski usrednjena vrednost svakako nije karakteristika za ovaj slučaj, mada je propisi uglavnom zahtevaju i iznosi 67,2 dB. Ovakva vrednost može da se prihvati kao neki statistički pokazatelj, ali bi svakako morala da ima i neko obeležje koje će ukazivati na specifični karakter zapisa nivoa buke.



Sl. 5. Karakteristični zapisi u bučnoj ulici.

VI. KARTE BUKE

Karte buke predstavljaju postupak koji se uvodi Direktivom [2], a treba da omogući procenu nivoa buke. Ovakav postupak mada formalno ozvaničen u EU nije do sada ozbiljnije zaživeo u zemljama članicama. Zemlje članice bi trebalo Evropskoj komisiji da dostavljaju godišnje izveštaje o proceni nivoa buke. Međutim, poznato je npr. da je nemački izveštaj ostao bez odgovora i rezultata. Veći broj drugih zemalja članica ove izveštaje nije ni dostavljao.

Direktiva [2] predlaže francuski model za proračun buke, [3], koji strogo razlikuje određivanje nivoa buke u gradskom području od otvorenog puta i zasniva se na zameni linijskog izvora buke serijom ekvivalentnih tačkastih izvora. Sa druge strane, zemlje članice u većoj meri koriste nemački model za proračun buke, [4], koji je znatno pedantniji i baziran na stvarno relevantnim faktorima. Na osnovu ovoga pravila buka se procenjuje na osnovu prognoze saobraćaja i referentne vrednosti nivoa buke na rastojanju 25 m, pri čemu se uzimaju u obzir uticaji kolovozne konstrukcije, brzine vozila, nagiba puta, refleksije zvuka, apsorpcije zvuka u vazduhu, kao i uticaj zemljišta i meteoroloških uslova.

Buka može da se proračunava posebno za dva (dan i noć) ili pak tri (dan, veče i noć) dnevna perioda. Ako se izračunavaju vrednosti L_{dan} , $L_{veče}$ i $L_{noć}$ onda se na osnovu njih određuje jednobrojni indikator L_{den} definisan izrazom (1):

$$L_{den} = 10 \log \frac{1}{24} \left(12 \cdot 10^{\frac{L_{dan}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{veče}+5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{noć}+10}{10}} \right) \text{ [dBA]} \quad (1)$$

Ukoliko se buka određuje samo za dan i noć određivanje indikatora L_{den} je prema izrazu (2):

$$L_{den} = 10 \log \frac{1}{24} \left(16 \cdot 10^{\frac{L_{dan}}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{noć}+10}{10}} \right) \text{ [dBA]} \quad (2)$$

Karte buke kao proračunska metoda predstavljaju prividno jednostavan postupak za globalnu procenu buke. Njihova tačnost, primenljivost i značaj je ograničena nesigurnošću samog proračunskog postupka. Previše je uticajnih parametara kao merodavnih ulaznih veličina što implicira nesigurnost i rezultata. Takođe, ozbiljnu teškoću kod izrade karata buke predstavljaju nepostojanje adekvatnih topografskih podloga sa visinama zgrada. One, međutim, kao prvi korak na nepoznatoj lokaciji mogu da budu pokazatelj i posluže kao inicijativa. Osnovni ulazni podatak za izradu karata buke je podatak o akustičkoj snazi zračenja vozila kada je u pitanju drumski saobraćaj.

Baza podataka za metodu RLS, [4], načinjena je u najvećoj meri na osnovu rezultata sakupljenih u Nemačkoj. To dovodi do neminovne greške u proračunu zbog velike različitosti u saobraćajnom fondu. Ovaj problem rešava se kalibracijom modela. Kalibracija se sastoji od merenja buke i snimanja saobraćajnih uslova i zatim implementacije korigovanih rezultata u proračunu. Kod nas je uobičajeno da veće urbane sredine imaju organizovani monitoring buke. Ovakav monitoring ukoliko je sproveden po adekvatnoj mernoj proceduri treba smatrati kao znatno kvalitetniji pokazatelj

komunalne buke u urbanoj sredini.

Za buku koja potiče od većih industrijskih pogona takođe postoje metode proračuna, [5]. Direktiva predlaže i metode za proračunavanje buke drugih saobraćajnih sredstava kao što su vazdušni, železnički i rečni saobraćaj.

VII. OSNOVNI NIVO BUKE – ŠTA JE TO?

Ideja da se u zonama u kojima je buka ispod dozvoljenog nivoa ne dopusti da novi izvor povisi postojeći nivo buke za više od 5 dB je odlična. Jedini problem nastaje što postojeći nivo buke nije moguće utvrditi.

Uopšte kada se govori o rezidualnoj buci [6] ili postojećem nivou buke [7] ili prethodnoj buci [8] njeno određivanje zahteva dugotrajna praćenja nivoa buke (više dana u različitim sezonama), a zatim i evaluaciju ovako dobijenih vrednosti po nekom standardizovanom postupku. Određivanje postojećeg nivoa treba smatrati kao jako dug postupak koji daje nedovoljno pouzdan rezultat.

Već zapis kontinualnog toka $L_{eq,15min}$ pokazuje da je jednobrojna vrednost svedena na referentno vreme bila jako promenljiva, pogotovu u noćnom periodu gde ona ima izrazite trendove opadanja odnosno porasta. Sa druge strane, u zonama gde je dominantni izvor samo povremeni drumski saobraćaj situacija je još nepovoljnija. Čak i svođenje na L_{dan} i $L_{noć}$ ne može da obezbedi kvalitetan pokazatelj. Neki od procentnih nivoa sa velikim indeksom N , npr. L_{90} ili L_{95} , mogao bi eventualno da posluži svrsi. U slučaju da se rešenje traži na ovakav način bilo bi potrebno utvrditi neprikosnovenu i jedinstvenu proceduru koja bi obezbedila utvrđivanje npr. indikatora L_{90} . Treba imati u vidu da na osnovu merenja procentnih nivoa u kraćim vremenskim intervalima $t_i = 15$ min nije moguće nikakvim izračunavanjem odrediti odgovarajuću vrednost u dugačkom intervalu. Tako npr. na bazi četiri uzastopna $L_{90,15min}$ nije moguće odrediti odgovarajući $L_{90,1h}$.

VIII. O NAZIVU INSTRUMENTA ZA MERENJE BUKE

Za merenje buke koristi se instrument koji se zove fonometar. Ovaj naziv je u primeni praktično od samog početka akustike u našim krajevima. Ovakav naziv je u upotrebi kod skoro svih stručnih kuća, koristi se na svim visokoškolskim ustanovama u Srbiji i praktično kod svih proizvođača opreme koji se javljaju na našem tržištu.

Naziv merilo nivoa zvuka je u principu ispravan jedino što koristi 3 reči, pa više liči na definiciju nego na termin. Potiče iz krugova metrologa, a nastao je uglavnom bez konsultacije sa direktnim korisnicima i adekvatnim stručnim krugovima. Ovaj naziv predstavlja i direktan prevod sa engleskog jezika termina *sound level meter* i na žalost pokušava se njegovo normativno uvođenje. Jezička praksa će verovatno uraditi svoje, ali se čini nepotrebno iscrpljivanje oko nečega što je dobro, ispravno i već postoji kao odomaćen termin: fonometar, jedino što ga određeni krugovi nisu u potrebnom trenutku prepoznali.

Sreću se još kao ispravni termini za ovaj instrument: bukomer odnosno zvukomer (po analogiji sa vodomer, strujomer, svetlomer i sl.). U doba stare Jugoslavije ovaj termin postojao je kao zvanični hrvatski termin

(bukomjer), a prvi od njih korišćen je i na ovim prostorima.

Sonometar je pak instrument kojim se meri fizička veličina glasnost, a koja se izražava u sonima. Objašnjenje po kome bi ovakav naziv mogao da potiče je od francuske reči *son* (što znači opet zvuk), ali da se koristi i kao instrument za merenje nivoa zvuka ne stoji zbog pravila da se za građenje reči ne koriste reči iz živih jezika.

IX. ZAKLJUČAK

Zbog stohastičkog karaktera buke i velikih varijacija u dijagramu toka jednobrojna vrednost kako za noćni tako i za dnevni period može da bude samo jako grubo pokazatelj. Tek višegodišnje praćenje dijagrama toka može da ukaže na stvarno stanje buke. Posebno kritična kategorija za ocenu je zatečeno stanje buke.

Svi zapisi u radu ukazuju na promenljivi karakter buke, čak i pri usrednjavanju u prilično dugom periodu, $t_r = 15$ min, a primer dat u radu ukazuje da u periodu od dva meseca buka može znatno da se promeni bez uticaja konkretnog specifičnog izvora.

Postoji i jedan broj lokalnih događaja koji mogu znatno da utiču na rezultate merenja i oni po pravilu treba da budu eliminisani.

Karte buke jesu jedan od mogućih pokazatelja, ali sa brojnim nedostacima. Previše komplikovana priprema (topografske podloge), kao i nepouzdana računica koja nastaje od same činjenice da se saobraćajni fond u zemlji gde je metoda proračuna nastala (Nemačka) znatno razlikuje od situacije kod nas.

Već procena obima saobraćaja može da bude dovoljan pokazatelj o očekivanom nivou buke. Na osnovu takvog pokazatelja treba odabrati lokacije na kojima bi se radio monitoring buke. Rezultat dobijen monitoringom je neprikosnoveni pokazatelj stanja.

Predlaže se da se na osnovu ovakvog iskustva formulišu pravila i kriterijumi za merenje i ocenu komunalne buke.

ZAHVALNICA

Rezultati publikovani u ovom radu su dobijeni istraživanjem realizovanim u okviru projekta „Analiza uticaja parametara građevinske konstrukcije za potrebe zaštite životne sredine i praktično rešenje lakog zida“, Ev. br. projekta 21013, finansiranog od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

LITERATURA

- [1] *Zakon o zaštiti od buke u životnoj sredini*, Službeni glasnik RS, br. 36/09.
- [2] *Directive 2002/49/EC of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise*, Official Journal of the EC N0 L 189, p.12.
- [3] XPS 31-133, *Francuska metoda NMPB-Rute-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)*.
- [4] RLS-90:1990, *Richtlinien fuer den Laermschutz an Strassen*.
- [5] ISO 9613-2:1996, *Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 2: General method of calculation*.
- [6] SRPS ISO 1996-1:2008, *Opis merenja buke životne sredine, Osnovne veličine i postupci ocenjivanja*.
- [7] *Pravilnik o dozvoljenom nivou buke u životnoj sredini*, Službeni glasnik RS, br. 54/92.
- [8] SRPS ISO 1996-1:2002, *Opis merenja buke životne sredine, Prikupljanje podataka u vezi sa namenom zemljišta*.
- [9] SRPS U.J6.205:2007, *Akustičko zoniranje prostora*.

ABSTRACT

The paper deals with several aspects of noise in a communal environment toward they serve as an illustration of an initiative for the development and correction of existing legislation. Each of these problems is illustrated by example and real measurement results. This paper is a continuation of previous work and makes him whole.

BASES FOR THE REGULATIONS ON COMMUNITY NOISE – PART II

Aleksandar Milenković, Borislav B. Budisavljević, Danica Boljević, Stevka Baralić i Damir Savković