
Република Србија
Аутономна Покрајина Војводина
ЗАВОД ЗА ЈАВНО ЗДРАВЉЕ ЗРЕЊАНИН
23000 Зрењанин, др Емила Гаврила 15

Е-пошта: kabinet_direktora@zastitazdravlja.rs

Web: <http://www.zastitazdravlja.rs>

Директор: 023/564-458

Централа: 023/ 566-345

Телефакс: 023/560-156

Матични број: 08169454

Подрачун: 840-358661-69; 840-358667-51

ПИБ: 100655222



**GODIŠNJI IZVEŠTAJ
O MERENJU BUKE U
ŽIVOTNOJ SREDINI U
ZRENJANINU**

(Januar-decembar 2016.)

Sadržaj:

UVOD	3
ZAKONSKA REGULATIVA	3
METODOLOGIJA MERENJA	3
MERNA MESTA	4
KOMENTAR REZULTATA	7
a) <i>Prosečne mesečne vrednosti i srednje godišnje vrednosti (SGV) po mernim mestima u okviru zona</i>	7
<i>Frekventna analiza</i>	11
<i>Merna nesigurnost</i>	12
b) <i>Prikaz srednjih godišnjih vrednosti po zonama</i>	12
PROSTORNI PRIKAZ NIVOVA BUKE U ŽIVOTNOJ SREDINI	13
ZAKLJUČAK:	15
<i>Buka i uticaj na zdravlje</i>	16
<i>Mere za sprovođenje efikasnijih merenja i sprečavanje štetnog dejstva buke u životnoj sredini</i>	18
LITERATURA:	18

IZVEŠTAJ O MERENJU BUKE U ŽIVOTNOJ SREDINI U ZRENJANINU (Januar-decembar 2016.)

UVOD

Monitoring buke u životnoj sredini vršen je na osnovu ugovora br. 3353 zaključenog 29. decembra 2015. godine između Zavoda za javno zdravlje Zrenjanin i Gradske uprave grada Zrenjanina.

Iako je zvuk deo naše svakodnevnice, zvuci često bivaju neprijatni ili nepoželjni, te predstavljaju buku. Buka u životnoj sredini - komunalna buka je neželjeni ili štetni zvuk u spoljnoj sredini stvoren ljudskom aktivnošću. Glavni izvor je saobraćaj. Za razliku od industrijske buke, koja u prvom redu oštećuje sluh, buka u životnoj sredini utiče prvenstveno na kvalitet života, remeteći prirodan ritam rada i odmora.

Tokom 2015.godine nabavljen je savremen uređaj kojim je moguće sprovesti merenje dugovremenih ekvivalentnih nivoa buke, kao što su interval za 24h L_{den} (day-evening-night/dan-veče-noć) i ostali osnovni indikatori buke povezani sa uznemiravanjem stanovništva. Dugovremeni vremenski intervali su pouzdaniji i daju znatno tačnije podatke o nivou buke tokom dana i noći.

ZAKONSKA REGULATIVA

Propisi koji regulišu merenje buke u životnoj sredini su:

Zakon o zaštiti životne sredine (Sl. glasnik RS br. 135/04, 66/91), Zakon o zaštiti od buke u životnoj sredini (Sl.glasnik RS, br.36/09), Zakon o javnom zdravlju (Sl. glasnik RS br. 15/16), Uredba o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini (Sl. glasnik RS br. 75/10), Pravilnik o metodologiji za određivanje akustičkih zona (Sl. glasnik RS br. 72/10), Pravilnik o metodama merenja buke, sadržini i obimu izveštaja o merenju buke, (Sl. glasnik RS br. 72/10), Pravilnik o uslovima koje mora da ispunjava stručna organizacija za merenje buke, kao i o dokumentaciji koja se podnosi uz zahtev za dobijanje ovlašćenja za merenje buke (Sl. glasnik RS br. 72/10); SRPS ISO 1996-1 Akustika, opis, merenje i ocenjivanje buke u životnoj sredini, deo 1, SRPS ISO 1996-2 Akustika, opis, merenje i ocenjivanje buke u životnoj sredini, deo 2; Pravilnik o merilima nivoa buke Sl. glasnik RS br. 39/14. Sem navedenih propisa, doneta je odluka o merama zaštite od buke (Sl. list opštine Zrenjanin br. 13-2003), gde su između ostalog utvrđene zone grada, radi preduzimanja mera za zaštitu od buke i sistematsko merenje buke.

METODOLOGIJA MERENJA

Merenja su vršena za vremenski period od 24 časa na 6 mernih mesta mesečno. Za merenje ekvivalentnog nivoa buke korišćen je fonometar, proizvođača Bruel&Kjaer, tip 2250, outdoor mikrofona tip 4952. Pomoću ovog instrumenta moguće je uraditi sva merenja i analize u vezi sa procenom buke u životnoj sredini. Instrument takođe ispunjava sve zahtevane IEC (standard 61672) i ANSI standarde.

Rezultati merenja su prikazani u decibelima (dB), na osnovu merenja ukupnog indikatora buke L_{den} , koji opisuje ometanje bukom za vremenski period od 24 časa, indikatora dnevne buke L_{day} (opisuje ometanje bukom u toku dana), indikatora večernje buke $L_{evening}$ (opisuje ometanje bukom u toku večeri), indikatora noćne buke L_{night} (opisuje ometanje bukom u toku noći), i ekvivalentnog nivoa buke LA_{eq} . Ekvivalentni nivo buke je izražen jednim brojem i služi za opis pojava čiji se nivo zvučnog pritiska vremenski menja. Ekvivalentan je trajnom nivou buke. Nivo zvučnog pritiska se izražava tzv. ponderacijom (A), odnosno težinskom krivom (A). To znači da bukomer, kao instrument, u principu treba da odgovori na zvuk kao što to čini i uho i da da objektivni prikaz stanja zvučnog pritiska. To se postiže propuštanjem zvuka (signala) kroz elektronske sklopove- tzv. težinske filtre čija osetljivost varira u odnosu na frekvenciju zvuka, na isti način kao i ljudsko uho. Naime, slušni aparat čoveka je manje osetljiv na (vrlo) niskim i visokim frekvencijama. Kako bi se ovo «uračunalo» pri merenju koriste se odgovarajući težinski filtri. Osetljivost težinskih filtera menja se u zavisnosti od frekvencije na sličan način kao i kod ljudskog uha¹.

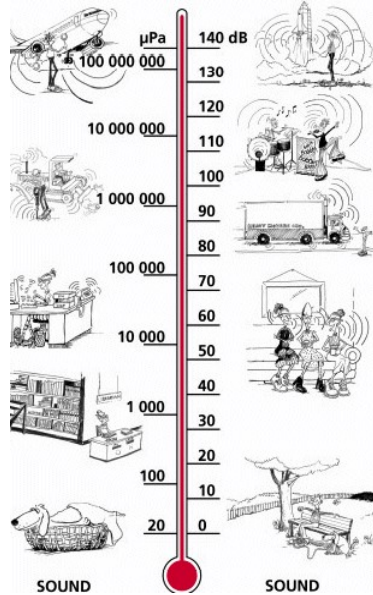
Prema IEC-međunarodnoj elektrotehničkoj komisiji, postoje 4 standardne težinske krive predviđene za merenje nivoa buke u dB (A, B, C i D). One su dobijene od izofonskih krivih i pokazuju kako se menja

osetljivost organa sluha sa frekvencijom pri različitim jačinama. Najčešće korišćen je «A» težinski filter, pri čemu se rezultat merenja buke izražava kao dB (A). Sama priroda buke uslovljava odabir težinskih krivih: Npr. saobraćajna buka meri se pomoću „A“, a rezultati se iskazuju kao dB (A)².

Šema br. 1

Naš organ sluha detektuje iznenađujuće širok dijapazon nivoa zvučnog pritiska-odnos je veći od milion prema jedan!

Skala u decibelima (dB) čini brojeve jednostavnijim za razumevanje i upotrebu.



Povećanje nivoa zvučnog pritiska 10 puta, označava dodavanje (povećavanje) nivoa zvuka za 20 dB. Brojevi na skali u dB predstavljaju odnos sa dogovorenim referentnim nivoom koji iznosi 20 μPa (prag čujnosti), tj. 0 dB.

Još jedna korisna namena skale u dB je da i ljudsko uho reaguje na promene jačine zvuka shodno brojčanim vrednostima skale u dB. (Intezitet od 80 dB ćemo doživeti kao 2 puta veći nego onaj od 40 dB).

MERNA MESTA

Tabela br.1 Podela mernih mesta po zonama, dozvoljeni nivoi buke u dB (A) za **Dan-veče/Noć**

ZONA	MERNA MESTA
I PODRUČJA ZA ODMOR I REKREACIJU, BOLNIČKE ZONE I OPORAVILIŠTA 50/40 dB (A)	1.Opšta bolnica „Dr Đ. Joanović” 2.Gerontološki centar
II ŠKOLSKE ZONE 50/45 dB (A)	3.Medicinska škola 4.Vrtić „Vila”
III ČISTO STAMBENA PODRUČJA 55/45 dB (A)	5.Ulica Jovana Popovića („Mala Amerika”) 6.Ulica Olge Petrov („Zeleno polje”)
IV POSLOVNO STAMBENA PODRUČJA 60/50 dB (A)	7.Ulica Laze Kostića 8.Pijaca Bagljaš
V ADMINISTRATIVNO-UPRAVNA ZONA, ZONA DUŽ AUTOPUTEVA, MAGISTRALNIH I GRADSKIH SAOBRAĆAJNICA 65/55 dB (A)	9.Trg slobode 10-Gradska kuća 10.Bulevar Milutina Milankovića

Merno mesto 1 – Opšta bolnica „Dr Đ. Joanović”



Nalazi se u području za odmor i rekreaciju, bolničke zone i oporavilišta. Nalazi se u krugu Opšte bolnice, kod ulaza u izolaciju infektivnog odeljenja, u blizini raskrsnice ulica dr Vase Savića i Bolničke ulice.

Merno mesto 2– Gerontološki centar



Nalazi se u području za odmor i rekreaciju, bolničke zone i oporavilišta, u dvorištu pored službenog ulaza iz Principove ulice. U blizini mernog mesta nema zelenih površina koje bi bitnije uticale na smanjenje nivoa buke u životnoj sredini.

Merno mesto 3 – Medicinska škola



Nalazi se u školskoj zoni, kod glavnog ulaza u školu iz Novosadske ulice. Merno mesto je uz ogradu stepeništa. U blizini mernog mesta nema zelenih površina koje bi bitnije uticale na smanjenje nivoa buke u životnoj sredini.

Merno mesto 4– Vrtić „Vila”



Nalazi se u školskoj zoni, pored teniskih terena. Merno mesto je na terasi vrtića. U blizini se nalazi park.

Merno mesto 5 – Ulica Jovana Popovića



Nalazi se u čisto stambenom području. Merno mesto je u dvorištu broja 12. U blizini mernog mesta nema zelenih površina koje bi bitnije uticale na smanjenje nivoa buke u životnoj sredini.

Merno mesto 6 – Ulica Olge Petrov



Nalazi se u čisto stambenom području. Merno mesto je u dvorištu broja 56a. U blizini mernog mesta nema zelenih površina koje bi bitnije uticale na smanjenje nivoa buke u životnoj sredini.

Merno mesto 7 – Ulica Laze Kostića



Nalazi se u poslovno stambenom području. Merno mesto je u dvorištu broja 5. U blizini mernog mesta nema zelenih površina koje bi bitnije uticale na smanjenje nivoa buke u životnoj sredini.

Merno mesto 8 – Pijaca Bagljaš



Merno mesto se nalazi se u poslovnostambenom području, u dvorištu prodavnice stočne hrane iza pijace blizu raskrsnice sa Stražilovskom ulicom.

Merno mesto 9 – Trg slobode 10



Nalazi se balkonu Gradske kuće u administrativno-upravnoj zoni, zoni duž autoputeva, magistralnih i gradskih saobraćajnica. Saobraćaja nema – pešačka zona..

**Merno mesto 10 – Bulevar
Milutina Milankovića**



Nalazi se pored prometnog magistralnog puta u dvorištu Zavoda za javno zdravlje u administrativno-upravnoj zoni, zoni duž autoputeva, magistralnih i gradskih saobraćajnica

Zabeleženi su, posmatrano u proseku, na mesečnom nivou, po mernim mestima u okviru zona, sledeći minimalni i maksimalni nivoi buke u životnoj sredini

Tabela br. 2

Minimalne, maksimalne mesečne vrednosti i prosečan nivo buke za 2016. godinu (po mernim mestima u okviru zona)										
Br.	Mesto merenja	L _{day} dB(A)		L _{evening} dB(A)		L _{night} dB(A)		Prosečan nivo buke dB(A)		
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	Dan	Veče	Noć
I Zona – Područja za odmor i rekreaciju, bolničke zone i oporavilišta										
Dozvoljeni nivo buke (dan-veče/noć) 50/40 dB(A)										
1.	Bolnica „Dr Đ. Joanović”	57,8	60,3	53,1	57,7	46,8	58,0	58,8	55,5	52,4
2.	Gerontološki centar	60,7	63,9	57,8	61,2	53,1	59,0	62,5	59,6	55,5
II Zona - Školske zone										
Dozvoljeni nivo buke (dan-veče/noć) 50/45 dB(A)										
3.	Medicinska škola	61,3	64,0	58,2	61,0	53,0	55,6	62,3	59,7	54,5
4.	Vrtić „Vila”	47,3	56,5	44,2	52,7	42,0	50,6	53,6	48,5	46,5
III Zona – Čisto stambena područja										
Dozvoljeni nivo buke (dan-veče/noć) 55/45 dB(A)										
5.	Ulica Jovana Popovića	44,2	55,2	39,8	50,4	36,7	47,1	49,2	45,5	42,6
6.	Ulica Olge Petrov	50,0	57,3	46,9	54,8	40,4	48,8	53,6	50,5	46,1
IV Zona – Poslovno stambena područja										
Dozvoljeni nivo buke (dan-veče/noć) 60/50 dB(A)										
7.	Ulica Laze Kostića	57,3	60,1	55,3	57,1	49,9	53,1	58,8	56,2	51,4
8.	Pijaca Bagljaš	56,7	59,5	53,9	59,8	49,2	53,1	57,9	56,3	51,1
V Zona – Administrativno-upravna zona, zona duž autoputeva, magistralnih i glavnih saobraćajnica										
Dozvoljeni nivo buke (dan-veče/noć) 65/55 dB(A)										
9.	Trg slobode 10	53,6	58,2	50,4	56,4	49,5	57,0	56,3	54,1	53,3
10.	Bulevar M. Milankovića	62,5	63,8	60,3	62,4	56,6	58,0	63,1	61,3	57,4

Napomena:

Za merenje inteziteta buke u životnoj sredini korišćen je tip instrumenta Brüel&Kjær 2250 (s.br: 3008279), outdoor mikrofoni (s.br. 3003340), softver BZ 5503 (6789631), kalibrator tip 4231 (s.br. 2385352).

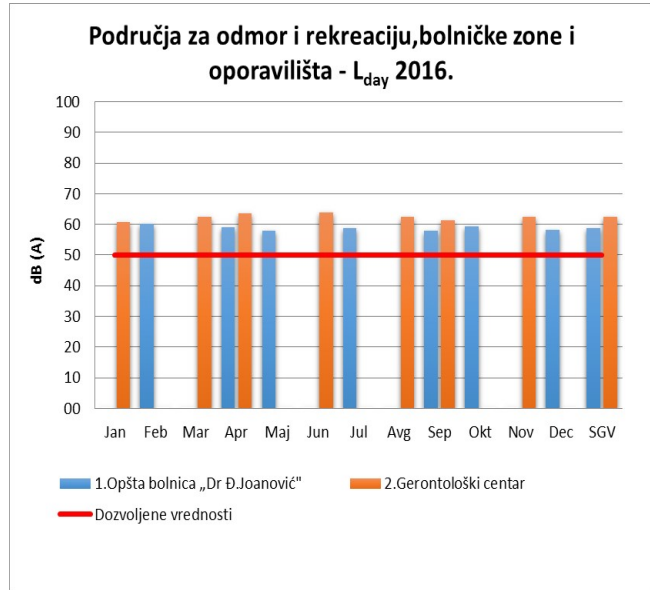
KOMENTAR REZULTATA

a) Prosečne mesečne vrednosti i srednje godišnje vrednosti (SGV) po mernim mestima u okviru zona

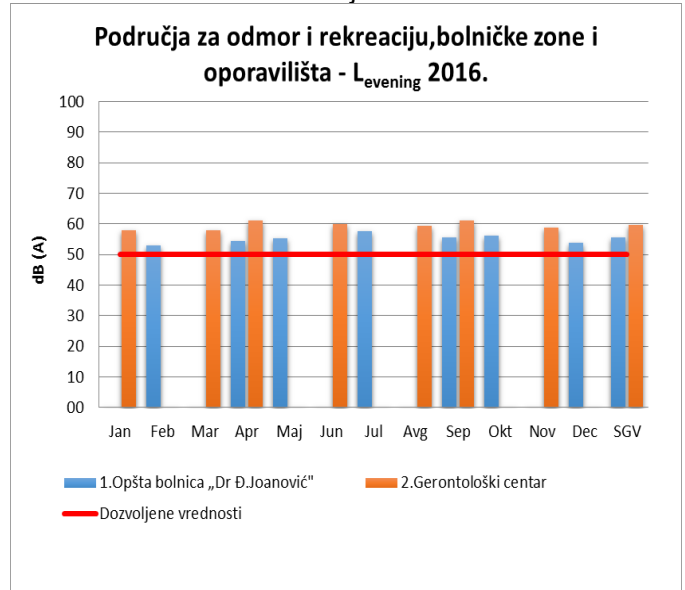
U zoni I - područja za odmor i rekreaciju, bolničke zone i oporavilišta u toku 2016. godine prosečan nivo buke za L_{day} iznosi po mernim mestima od 58 do 63 dB(A), za $L_{evening}$ od 55 do 60 dB(A), odnosno za L_{night} od 52 do 56 dB(A). Prosečni nivoi buke za dnevne, večernje i noćne intervale merenja prelaze granice dozvoljenih vrednosti za 9 do 13, 5 do 10, odnosno 12 do 16 dB(A).

Minimalna prosečna vrednost buke u životnoj sredini u ovoj zoni iznosila je 47dB(A), (mm 1. Opšta bolnica „Dr Đ. Joanović“), dok je maksimalna vrednost iznosila 64 dB(A), (mm 2. Gerontološki centar). Izmerene mesečne vrednosti osnovnih indikatora buke (L_{day} , $L_{evening}$ i L_{night}) po mernim mestima, kao i srednje godišnje vrednosti (SGV), prikazane su na graficima 1, 2 i 3.

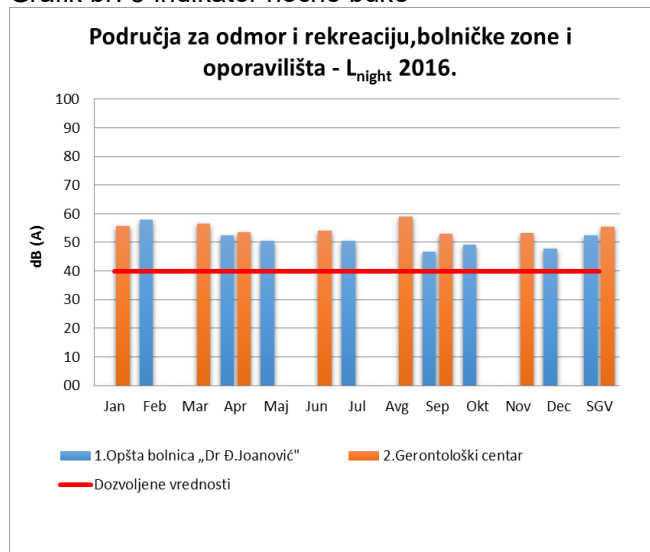
Grafik br. 1 Indikator dnevne buke



Grafik br. 2 Indikator večernje buke



Grafik br. 3 Indikator noćne buke



U zoni II - školske zone, tokom 2016. godine, prosečan nivo buke za L_{day} iznosi od 54 do 62 dB(A), za $L_{evening}$ od 48 do 60 dB(A), odnosno za L_{night} od 47 do 55 dB(A). Prosečni nivoi buke za dnevne, večernje i noćne intervale merenja prelaze granice dozvoljenih vrednosti za 4-12, do 10, odnosno 2-10 dB(A).

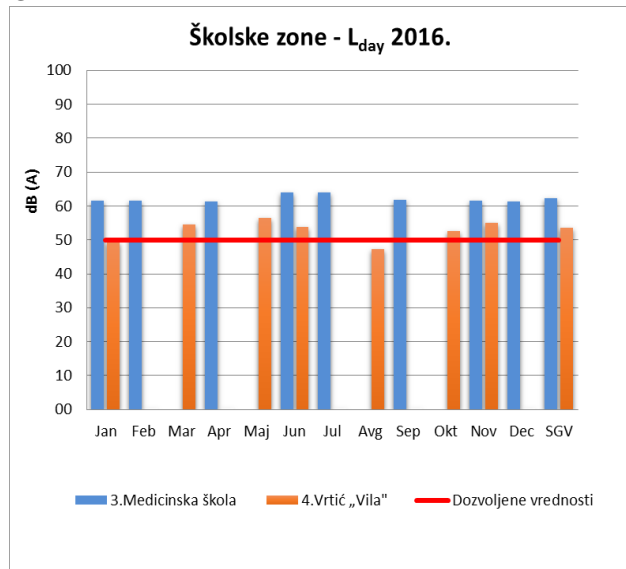
Najveći prosečan nivo buke, posmatrajući sve intervale merenja, zabeležena je na mm 3. Medicinska škola 62 dB(A). Razlozi za to su: Karakteristike ulice-bez zaštitnog pojasa zelenila, značajan

intezitet saobraćaja, kao i obližnji parking prostori. Nešto niži nivoi buke izmereni su na mm 4. *Vrtić „Vila“*, koji je udaljeniji od prometnih saobraćajnica i zaštićeniji zelenilom. Međutim i na ovom mernom mestu je tokom većine merenja registrovan prosečan dnevni i večernji indikator buke veći od propisanog.

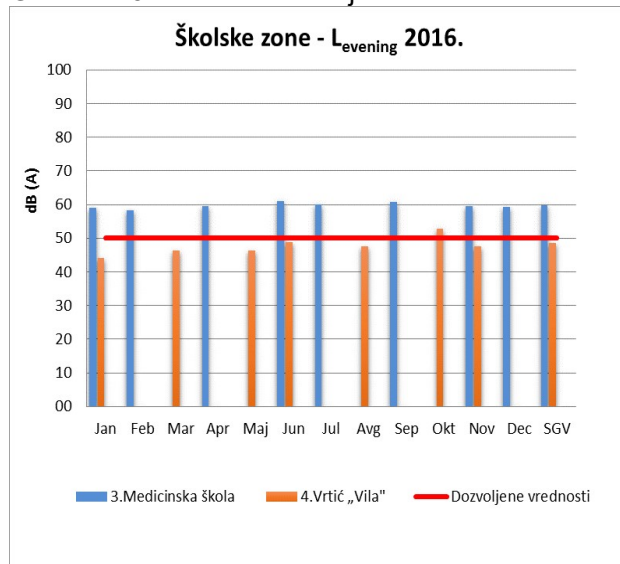
Minimalna prosečna vrednost buke u životnoj sredini u ovoj zoni iznosila je 42 dB(A), (mm4. *Vrtić „Vila“*) dok je maksimalna vrednost iznosila 64 dB (A) (mm 3. *Medicinska škola*)

Izmerene mesečne vrednosti osnovnih indikatora buke (L_{day} , $L_{evening}$ i L_{night}) po mernim mestima, kao i srednje godišnje vrednosti (SGV), prikazane su u grafikonima 4, 5 i 6.

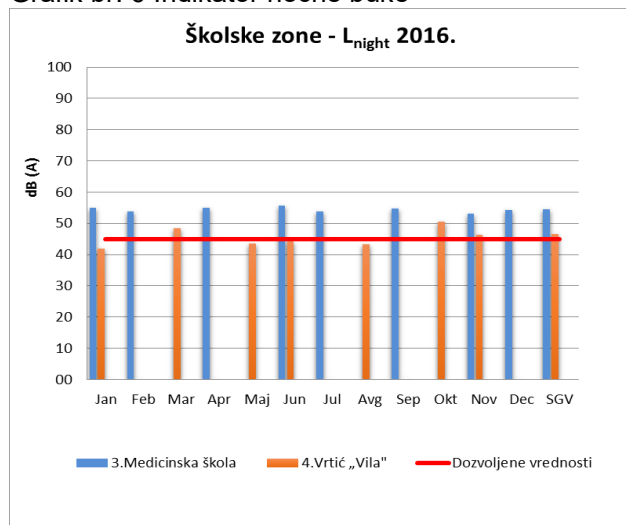
Grafik br. 4 Indikator dnevne buke



Grafik br. 5 Indikator večernje buke



Grafik br. 6 Indikator noćne buke



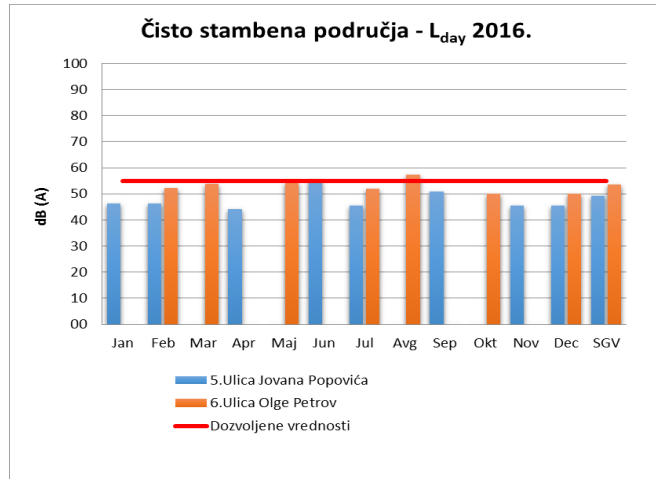
U zoni III - čisto stambena područja, prosečan nivo buke za L_{day} iznosi od 49 do 54 dB(A), za $L_{evening}$ od 46 do 51 dB(A), odnosno za L_{night} od 43 do 46 dB(A). Prosečan nivo buke prelazi granice dozvoljenih vrednosti za 1 dB(A) samo u noćnom intervalu merenja na mm 6. *Ulica Olge Petrov*.

Sve prosečne mesečne vrednosti, kao i skoro sva pojedinačna merenja, pokazuju nivo buke manje od dozvoljenih. Noćni nivo je malo povišen na mm 6. *Ulica Olge Petrov*.

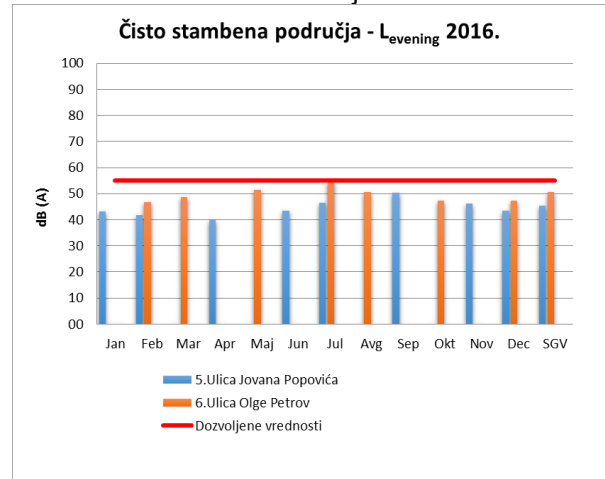
Minimalna prosečna vrednost buke u životnoj sredini na mesečnom nivou iznosila je 37 dB(A), na mm 5. mm 6. *Ulica Jovana Popovića*, dok je maksimalna vrednost iznosila 57 dB(A) mm 6. *Ulica Olge Petrov*,

Izmerene mesečne vrednosti osnovnih indikatora buke (L_{day} , $L_{evening}$ i L_{night}) po mernim mestima, kao i srednje godišnje vrednosti (SGV), prikazane su u grafikonima 7, 8 i 9.

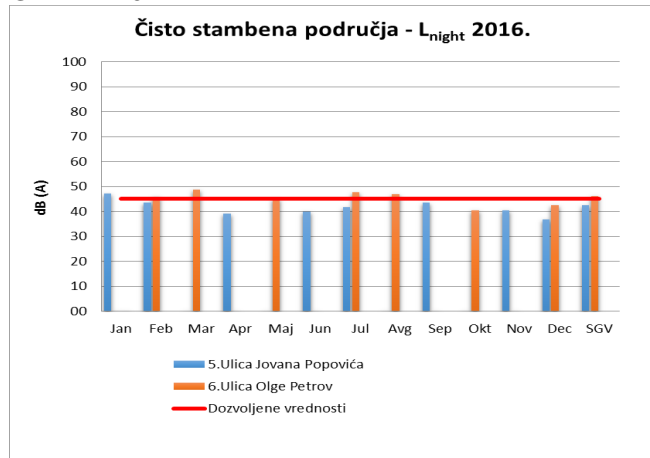
Grafik br. 7 Indikator dnevne buke



Grafik br. 8 Indikator večernje buke



Grafik br. 9 Indikator noćne buke

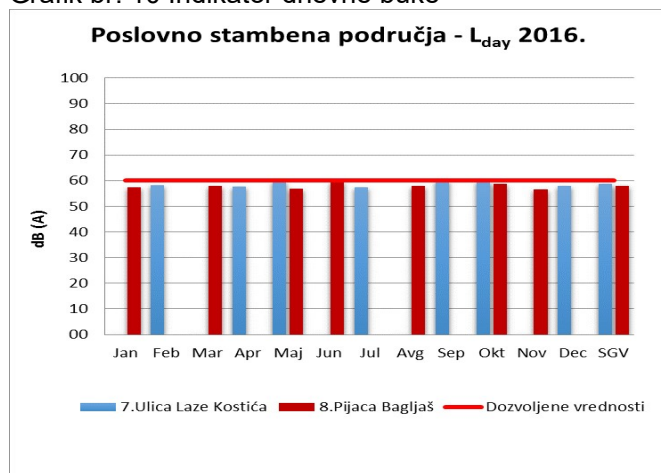


U zoni IV - poslovno stambena područja, u toku 2016. godine, prosečan nivo buke za L_{day} iznosi od 58 do 59 dB(A), za $L_{evening}$ 56 dB(A), odnosno za L_{night} 51 dB(A). Prosečan nivo buke prelazi granice dozvoljenih vrednosti za 3 dB(A) samo u noćnom intervalu merenja na oba merna mesta.

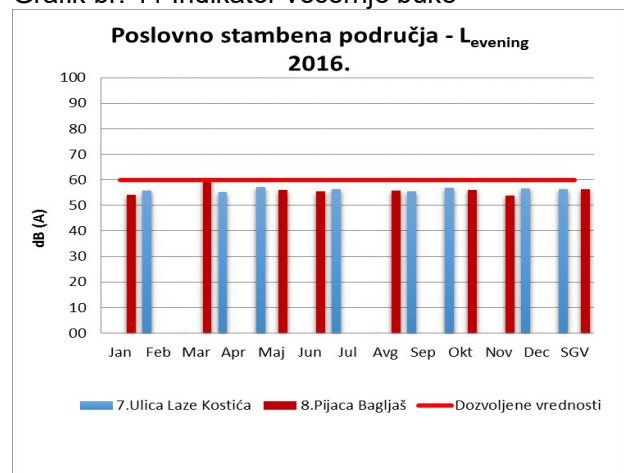
Najveća srednja vrednost (60dB), posmatrajući sve intervale merenja, zabeležena je i na mm 7. Ulica Laze Kostića i na mm 8. Pijaca Bagljaš, a najmanja (49dB) je zabeležena na mm 8. Pijaca Bagljaš.

Izmerene mesečne vrednosti osnovnih indikatora buke (L_{day} , $L_{evening}$ i L_{night}) po mernim mestima, kao i srednje godišnje vrednosti (SGV), prikazane su u grafikonima 10, 11 i 12.

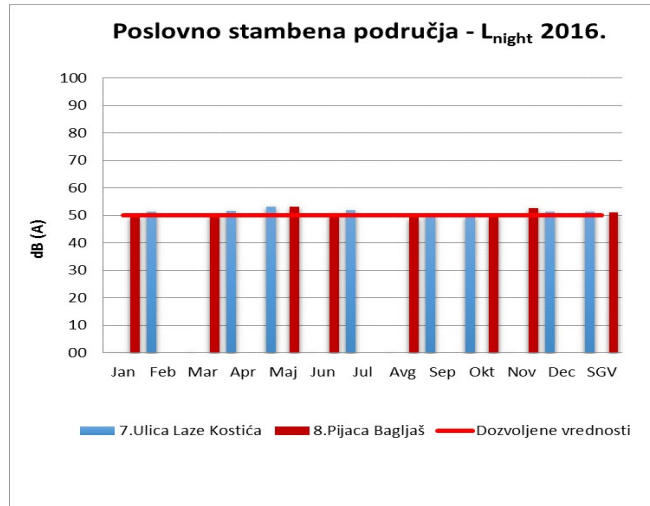
Grafik br. 10 Indikator dnevne buke



Grafik br. 11 Indikator večernje buke



Grafik br. 12 Indikator noćne buke

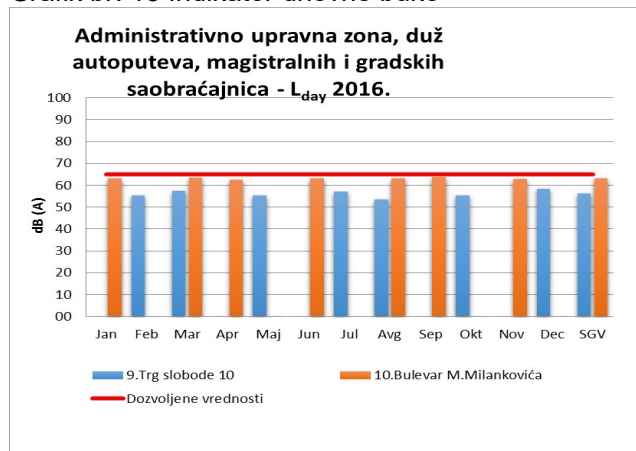


U zoni V - administrativno-upravna zona, zona duž autoputeva, magistralnih i glavnih saobraćajnica prosečan nivo buke za L_{day} iznosi od 56 do 63 dB(A), za $L_{evening}$ od 54 do 61 dB(A), odnosno za L_{night} od 53 do 57 dB(A). Prosečan nivo buke prelazi granice dozvoljenih vrednosti za 2 dB(A) samo u noćnom intervalu merenja na mm 10. *Bulevar Milutina Milankovića*.

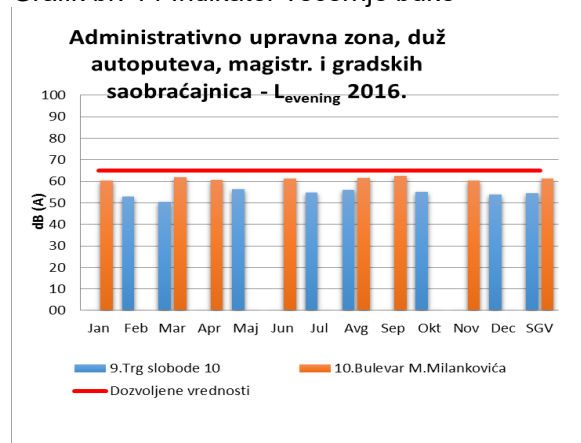
Pojedinačno posmatrano, minimalna srednja vrednost buke u životnoj sredini iznosila je 50 dB(A) (mm 9 *Trg slobode 10*), dok je maksimalna srednja vrednost iznosila 63 dB(A), registrovana na mm 10. *Bulevar Milutina Milankovića*. Očekivano, znatno manje vrednosti su izmerene na mm 9. *Trg slobode 10* jer je u pešačkoj zoni, dok je mm 10. *Bulevar Milutina Milankovića* duž glavne saobraćajnice.

Izmerene mesečne vrednosti osnovnih indikatora buke (L_{day} , $L_{evening}$ i L_{night}) po mernim mestima, kao i srednje godišnje vrednosti (SGV), prikazane su u grafikonima 13, 14 i 15.

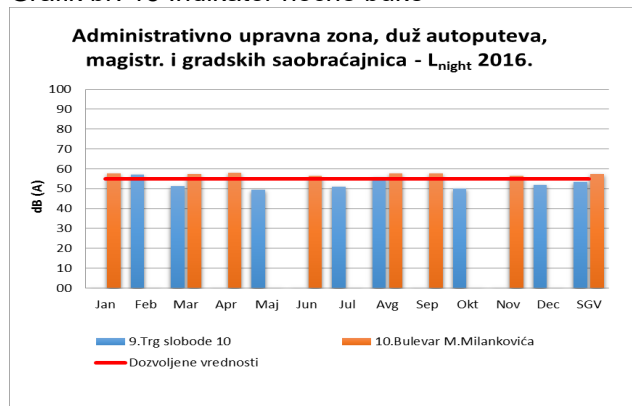
Grafik br. 13 Indikator dnevne buke



Grafik br. 14 Indikator večernje buke



Grafik br. 15 Indikator noćne buke



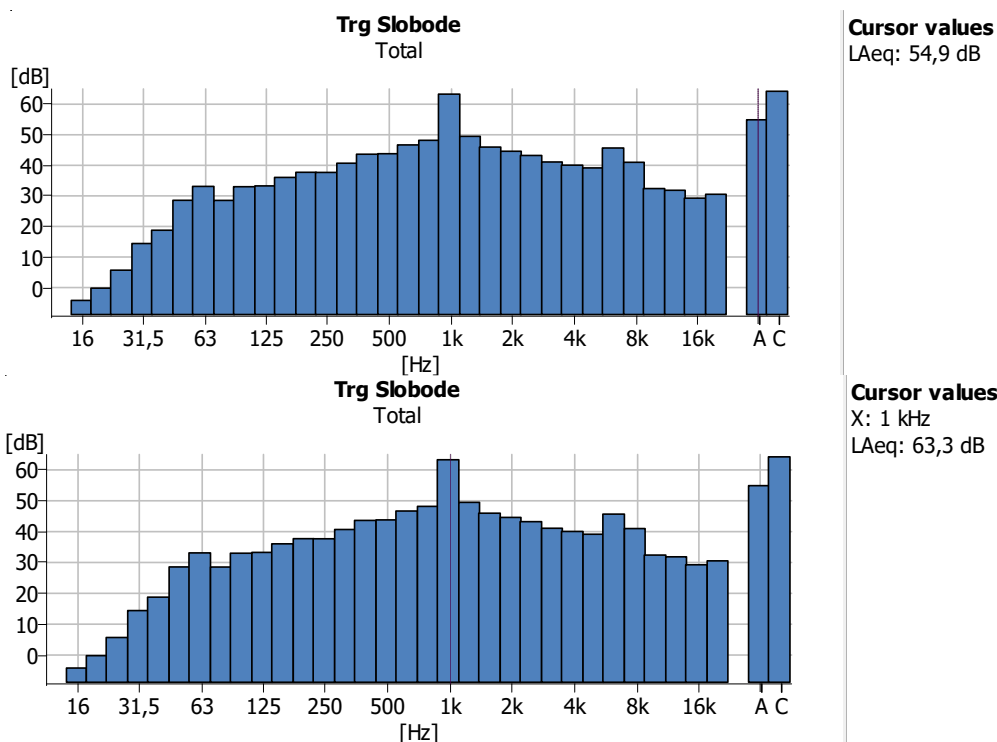
Frekventna analiza

Broj promena zvučnog pritiska u sekundi naziva se frekvencijom i izražava se Hz (hercima). Frekvencija zvuka proizvodi karakterističan ton. Normalan opseg čujnosti za zdravu, mladu osobu je od oko 20 Hz do 20 000 Hz (najosetljivije od 2000-5000 Hz), dok je npr. opseg od najnižeg do najvišeg tona klavira od 27,5 do 4186 Hz¹. Frekventna analiza omogućuje dobijanje detaljnijih informacija o izvoru zvuka i mogućim posledicama, tako što deli složen zvuk, odnosno buku u pojedine pojase različite širine (oktave ili trećine oktave-terce).

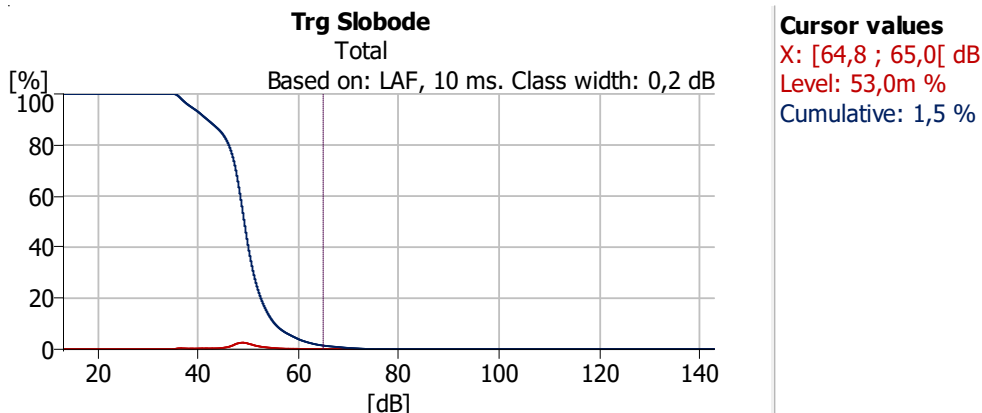
Na ovaj način dobija se uvid u zastupljenost pojedinih frekvencija, da li se nalaze u čujnom spektru čoveka, a može se proceniti i eventualni uticaj u smislu oštećenja slušnog aparata ili iritiranja, remećenja životnog komfora i sl. (Npr. poznato je da zvuk cirkularne testere poseduje u spektru visoke frekvencije koje izazivaju neprijatnost, dok je borba protiv buke niskih frekvencija (8-100 Hz) koju proizvode neka teretna motorna vozila, pogonski mehanizmi vozova i brodova, elektrana, vrlo „teška i neizvesna“ u smislu zaštite, jer ju je teško „prigušiti“ i sprečiti dalje širenje koje se može čuti i kilometrima daleko).

Primer-Grafikon oktavne i kumulativne analize

Administrativno-upravna zona, zona duž autoputeva, magistralnih i glavnih saobraćajnica, merno mesto br. 9 (Trg slobode 10) 18.08.2016. god.



Izmereni LAeq je 55 dB(A). U odnosu na frekv. pojas najveći LAeq od 63.3dB detektovan je na frekvenciji od 1000Hz.



U 1.5% vremenskog intervala merenja izmereni nivo buke prelazi dozvoljeni nivo dnevne buke koji iznosi 65 dB(A).

Merna nesigurnost

Kao jedan od uslova ispunjenja tehničke kompetentnosti i pouzdanosti ispitivanja važno je pomenuti pojam merne nesigurnosti. Predstavlja nesigurnost određivanja nivoa zvučnog pritiska. Podatak o mernoj nesigurnosti je važan radi dobijanja dobrog kvaliteta merenja i razumevanja samog rezultata, a zatim i u oceni uticaja buke životne sredine na životni komfor i/ili zdravlje populacije. Takođe rezultat merenja je kompletan samo ukoliko ga prati izjava o njegovoj kvantitativnoj mernoj nesigurnosti. Treba napomenuti da greška i merna nesigurnost nisu isto. Greška je *razlika između izmerene vrednosti i prave vrednosti* merene veličine, a merna nesigurnost je *kvantifikacija sumnje u rezultat merenja*.

Zavisí od klase instrumenta, radnih i klimatskih uslova, uslova tla i rezidualnog zvuka. Određuje se u skladu sa standardom SRPS ISO 1996-2 i GUM 1995. (The Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement). Izražavamo je kao proširenu nesigurnost zasnovanu na kombinovanoj standardnoj nesigurnosti pomnoženoj faktorom pokrivenosti koji iznosi 2, čime se obezbeđuje verovatnoća pokrivenosti od približno 95%. Tabela koja sledi je smernica o tome kako se određuje merna nesigurnost. Ovo se odnosi samo na A-ponderisane ekvivalentne nivoe. (v. tabelu 3)

Tabela br. 3 Pregled merne nesigurnosti za LA_{eq}

Standardna nesigurnost				Kombinovana standardna nesigurnost σ_t	Proširena merna nesigurnost $\pm 2,0 \sigma_t$
Zbog instrumenata ^{a)}	Zbog radnih uslova ^{b)}	Zbog klimat. uslova i uslova tla ^{c)}	Zbog rezidualnog zvuka ^{d)}		
1,0 dB	X dB	Y dB	Z dB	$\sqrt{1,0 + X^2 + Y^2 + Z^2}$ dB	dB
<p>a) Za klasu 1 instrumenata (IEC 61672-1:2002).</p> <p>b) Određuje se na osnovu najmanje tri merenja (najbolje pet) u ponovljivim uslovima i na položaju gde promene u meteorološkim uslovima imaju mali uticaj na rezultate. Za buku drumskog saobraćaja $X \equiv \frac{10}{\sqrt{n}}$ dB, gde je n ukupan broj prolazaka vozila.</p> <p>c) Vrednost se menja u zavisnosti od rastojanja merenja i preovlađujućih meteoroloških uslova. U našem slučaju koristimo metodu koja koristi pojednostavljeni meteorološki okvir ($Y = \sigma_m$), gde je σ_m standardna devijacija usled promene u slabljenju prostiranja zvuka izazvane meteorološkim faktorima. Kod kratkotrajnih merenja promene u uslovima tla su male.</p> <p>d) Vrednost se menja u zavisnosti od razlike između izmerenih ukupnih vrednosti i rezidualnog zvuka.</p>					

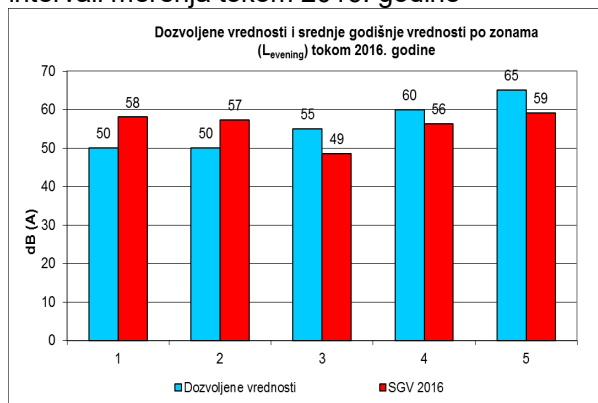
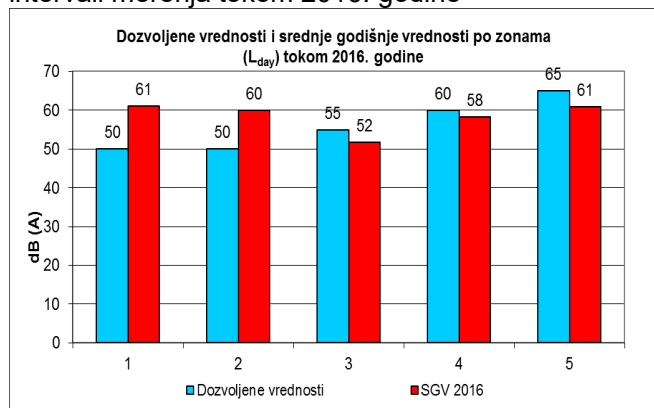
Rezultat merenja nivoa buke izražava se u izveštaju o ispitivanju na sledeći način: (Primer za merodavni nivo buke dB (A) i procenjenju mernu nesigurnost od ± 2 dB).

Merodavni nivo buke dB (A)	68 dB	SRPS UJ6.090:1992 SRPS ISO 1996-1:2010 SRPS ISO 1996-2:2010
Procenjena merna nesigurnost**	± 2 dB	** (Verovatnoća pokrivenosti – 95 %)

b) Prikaz srednjih godišnjih vrednosti po zonama

Izmerene vrednosti nivoa buke u životnoj sredini u toku 2016. bile su veće od maksimalno dozvoljenih, u zonama koje su prilično izložene uticaju saobraćajne buke, zoni I koja obuhvata područja za odmor i rekreaciju, bolničke zone i oporavišta i zoni II (školske zone).

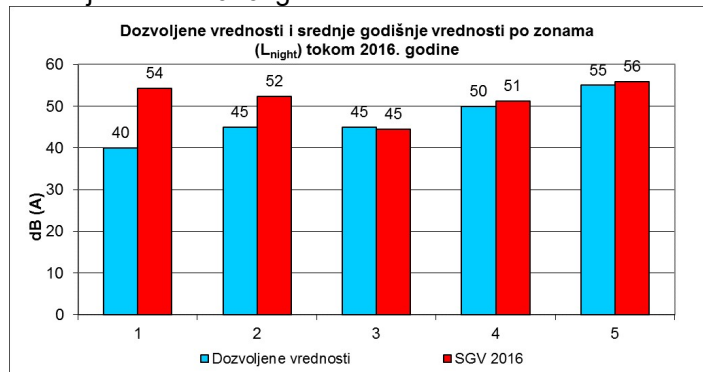
U ostalima zonama je zabeležen najveći broj merenja čije su vrednosti u okviru preporučenih. U njima je SGV-srednja godišnja vrednost, (na nivou zone), bila u okviru propisanih vrednosti (Grafik br. 19). Grafik br. 19 Dozvoljene vrednosti i (SGV)-dnevni intervali merenja tokom 2016. godine Grafik br. 20 Dozvoljene vrednosti i (SGV)-večernji intervali merenja tokom 2016. godine



Izmerene vrednosti nivoa **večernje buke** tokom 2016. bile su veće od dozvoljenih takođe u zoni I - područja za odmor i rekreaciju, bolničke zone i oporavišta i zoni II - školske zone (Gr. br. 20).

U pogledu inteziteta **noćne buke**, srednje godišnje vrednosti su veće od dozvoljenih u svim zonama osim zone III-čisto stambena područja. (Grafik br. 21).

Grafik br. 21 Dozvoljene vrednosti i (SGV)-noćni intervali merenja tokom 2016. godine



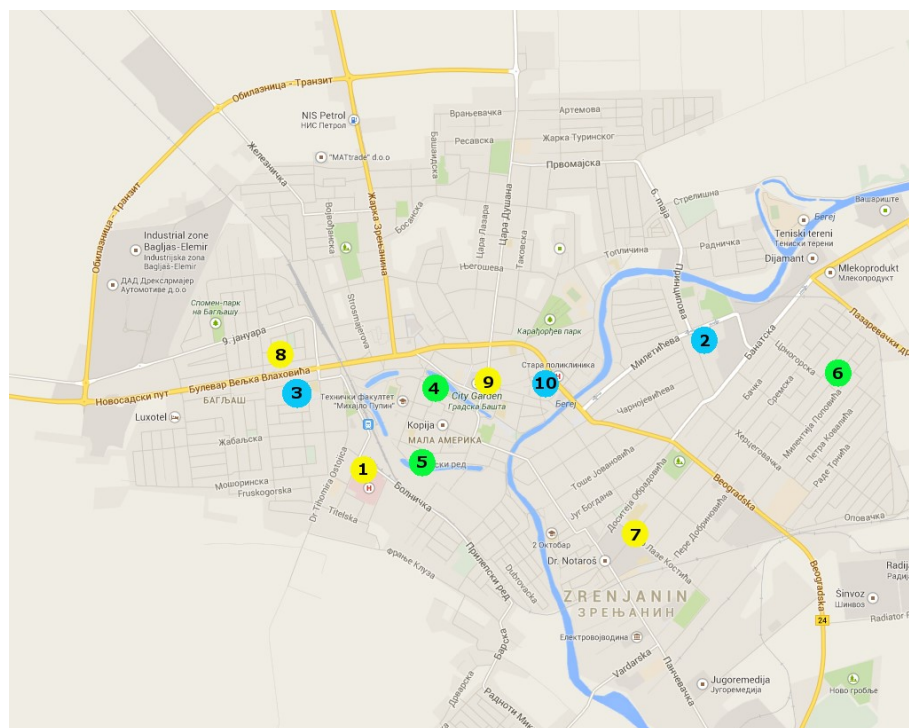
1. PODRUČJA ZA ODMOR I REKREACIJU, BOLNIČKE ZONE I OPORAVILIŠTA
2. ŠKOLSKE ZONE
3. ČISTO STAMBENA PODRUČJA

4. POSLOVNO STAMBENA PODRUČJA
5. ADMIN.-UPRAVNA ZONA, DUŽ AUTOPUTEVA, MAGISTRALNIH I GRADSKIH SAOBRAĆAJNICA

Imajući u vidu moguće negativne posledice po (javno) zdravlje, noćna buka poseduje specifičan značaj.

PROSTORNI PRIKAZ NIVOA BUKE U ŽIVOTNOJ SREDINI

Grafik br. 21 Srednje godišnje vrednosti buke u životnoj sredini po mernim mestima pojedinačno -Dnevni intervali merenja-



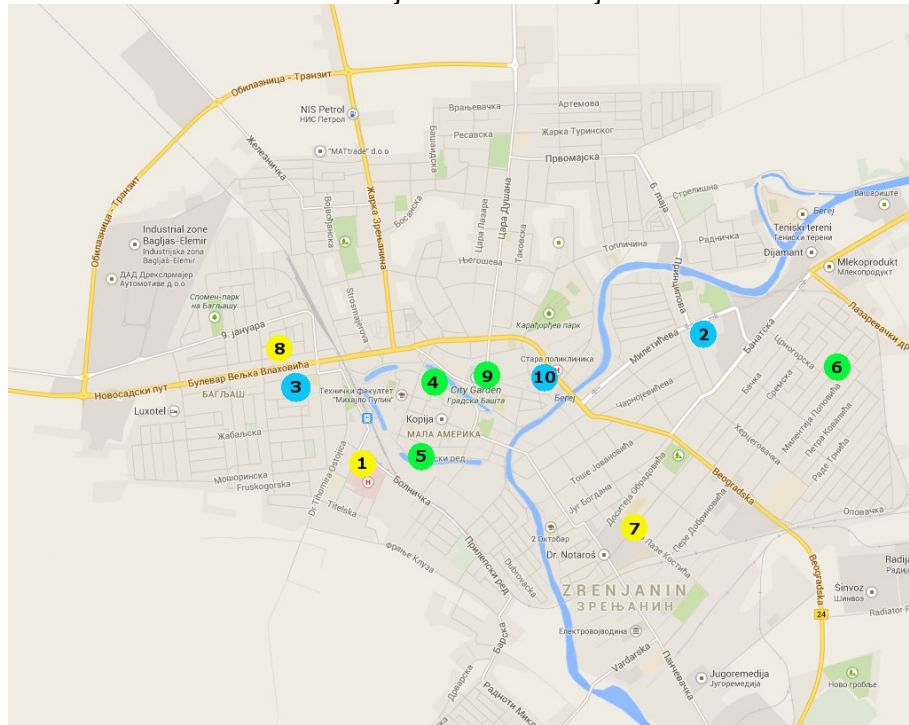
Nivoi buke u dB (A):

- ≥ 65
- 60-64
- 55-59
- < 55

- 1 – Opšta bolnica „Dr Đ. Joanović“
- 2 – Gerontološki centar
- 3 – Medicinska škola
- 4 – Vrtić. „Vila“
- 5 – Ulica Jovana Popovića
- 6 – Ulica Olge Petrov
- 7 – Ulica Laze Kostića
- 8 – Pijaca Bagljaš
- 9 – Trg slobode
- 10 – Bulevar Milutina Milankovića

Grafik br. 22 Srednje godišnje vrednosti buke u životnoj sredini po mernim mestima pojedinačno

-Večernji intervali merenja-



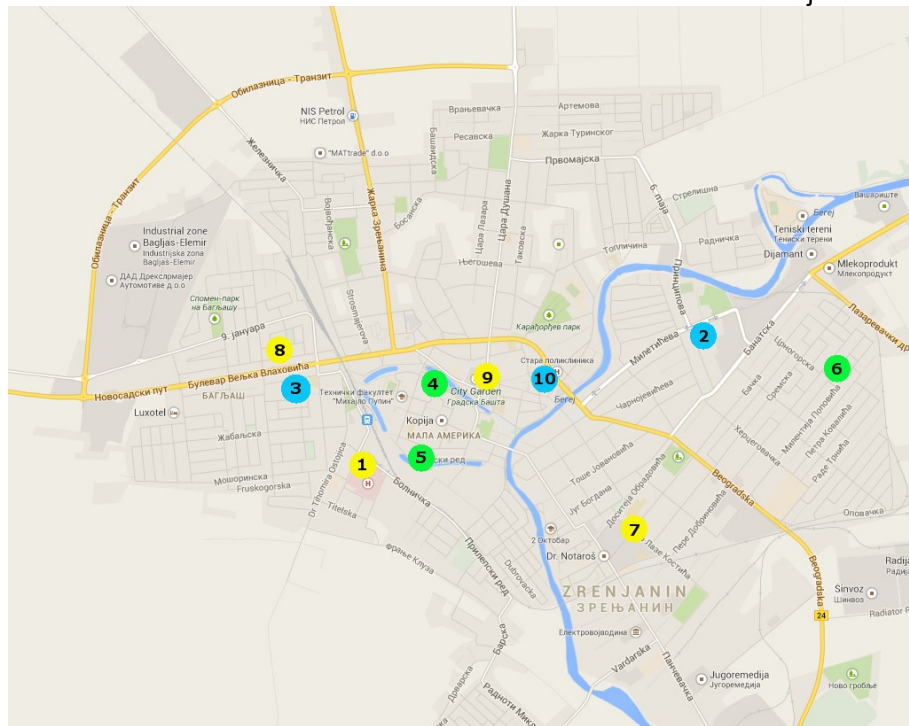
Nivoi buke u dB (A):

- ≥ 65
- 60-64
- 55-59
- < 55

- 1 – Opšta bolnica „Dr Đ. Joanović“
- 2 – Gerontološki centar
- 3 – Medicinska škola
- 4 – Vrtić „Vila“
- 5 – Ulica Jovana Popovića
- 6 – Ulica Olge Petrov
- 7 – Ulica Laze Kostića
- 8 – Pijaca Bagljaš
- 9 – Trg slobode 10
- 10 – Bulevar Milutina Milankovića

Grafik br. 23 Srednje godišnje vrednosti buke u životnoj sredini po mernim mestima pojedinačno

-Noćni intervali merenja-



Nivoi buke u dB (A):

- 60-65
- 55-59
- 50-54
- < 50

- 1 – Opšta bolnica „Dr Đ. Joanović“
- 2 – Gerontološki centar
- 3 – Medicinska škola
- 4 – Vrtić „Vila“
- 5 – Ulica Jovana Popovića
- 6 – Ulica Olge Petrov
- 7 – Ulica Laze Kostića
- 8 – Pijaca Bagljaš
- 9 – Trg slobode 10
- 10 – Bulevar Milutina Milankovića

ZAKLJUČAK:

Rezultati merenja ukazuju na povećan nivo buke u životnoj sredini tokom **dnevnih i večernjih intervala merenja** u zonama koje su prilično izložene uticaju saobraćajne buke, **zoni I koja obuhvata područja za odmor i rekreaciju, bolničke zone i oporavišta i zoni II (školske zone)**.

U pogledu inteziteta **noćne buke**, srednje godišnje vrednosti su veće od dozvoljenih u **skoro svim zonama**, izuzev zone koja obuhvata čisto stambena područja i premašuju dozvoljene intezitete buke, odnosno ne odgovaraju propisima (JUS U.J6.205 1992, Akustika u građevinarstvu, Akustičko zoniranje prostora, kao i gradskoj odluci, Sl. list opštine Zrenjanin br. 13-2003).

U savremenom svetu, generalno, postoji opšta tendencija povećanja nivoa buke u životnoj sredini. Glavni doprinosni činilac je saobraćaj. U pogledu uticaja na (javno) zdravlje poseban značaj imaju neki od ekvivalentnih nivoa buke, kao što su:

- L_{den} (day-evening-night/dan-veče-noć), indikator buke povezan sa uznemiravanjem stanovništva i
- L_{night} (noć) indikator buke povezan sa ometanjem spavanja.

Svetska zdravstvena organizacija (SZO) označava buku u životnoj sredini kao jedan od vodećih ekoloških problema na teritoriji Evrope. Javnost se sve češće žali na prekomernu buku. SZO preporučuje nivo noćne buke- L_{night} manji od 40 dB (A) kako bi se sprečili negativni efekti po zdravlje^{12,13,14}. To je nivo noćne buke, po Uredbi⁹, dozvoljen u zoni 1 (područja za odmor i rekreaciju, bolničke zone i oporavišta, kulturno-istorijski lokaliteti, veliki parkovi). Na osnovu podataka iz 2016.godine minimalni zabeleženi nivo noćne buke u gradu bio je veći od dozvoljene vrednosti i iznosio je 45 dB (A). **(Nivo zabeležen u zoni 3-čisto stambena područja)**. Na osnovu publikovanih podataka EU oko 40% stanovnika zemalja Evropske unije izloženo je saobraćajnoj buci većoj od 55 dB (A), a čak 20% većoj od 65 dB (A) tokom dana. Više od 30% stanovništva izloženo je noćnoj buci većoj od 55 dB (A)^{12,13,14}.

Takođe, jedan od osnovnih ciljeva direktive³ o proceni i rukovođenju bukom u životnoj sredini je izbeći, sprečiti ili smanjiti uznemiravanje i druge zdravstvene štetne efekte buke u životnoj sredini na stanovništvo.

Za ocenu uznemiravanja i štetnih efekata buke primenjuje se odnos „doza buke-efekat“⁹. Na osnovu proračuna procenjuje se procenat stanovništva koji je ugrožen bukom. (v. Tabelu 4.).

Tabela br. 4 Ocena uznemiravanja i štetnih efekata buke na stanovništvo

	Merno mesto	L_{den} dB(A)	%A	%HA	L_{night} dB(A)	%A	%HA
I Zona – Područja za odmor i rekreaciju, bolničke zone i oporavišta DNB (dan-veče/noć) 50/40 dB(A)							
1.	Bolnica „Dr Đ. Joanović“	60,6	27	11	52,4	14	5
2.	Gerontološki centar	64,1	34	15	55,5	18	7
II Zona - Školske zone DNB (dan-veče/noć) 50/45 dB(A)							
3.	Medicinska škola	63,6	33	14	54,5	17	6
4.	Vrtić „Vila“	54,8	17	6	46,5	7	2
III Zona – Čisto stambena područja DNB (dan-veče/noć) 55/45 dB(A)							
5.	Ulica Jovana Popovića	50,8	12	4	42,6	4	<1
6.	Ulica Olge Petrov	54,9			46,1		
IV Zona – Poslovno stambena područja DNB (dan-veče/noć) 60/50 dB(A)							
7.	Ulica Laze Kostića	60,3	26	11	51,4	13	4
8.	Pijaca Bagljaš	59,9	25	10	51,1	12	4
V Zona – Administrativno-upravna zona, zona duž autoputeva, magistralnih i glavnih saobraćajnica DNB (dan-veče/noć) 65/55 dB(A)							
9.	Trg slobode 10	60,3	26	11	53,3	15	5
10.	Bulevar M. Milankovića	65,5	36	17	57,4	21	8

* % A= udeo (procenat) stanovništva ugrožen bukom; % HA = procenat stanovništva koji je veoma ugrožen bukom **DNB-Dozvoljeni nivo buke

Tako je npr. procenjen udeo stanovništva ugroženog bukom, za nivo buke od 65,5 dB (A) (izmeren kao indikator buke povezan sa uznemiravanjem stanovništva- za dugovremeni interval od 24h (L_{den}) tokom

2016. na mernom mestu Bul. Milutina Milankovića: oko 36% ugrožen (% A »annoyed«), odnosno oko 17% populacije bilo bi »veoma ugroženo« (% HA»highly annoyed«).

U toku noći, procenjen udeo stanovništva uznemiren bukom saobraćaja, na ovom mernom mestu pri nivou noćne buke od 57,4 dB (A) koji je zabeležen tokom 2016.godine je oko 21% (ugrožen) i 8% (veoma ugrožen)⁹.

Obaveštavanje javnosti o izlaganju buci u životnoj sredini i njenim efektima predstavlja značajnu preventivno-medicinsku aktivnost Zavoda za javno zdravlje. U skladu je sa direktivom EU³ po kojoj je jedan od 3 osnovna cilja informisanje javnosti o izloženosti buci („otvorenost“ i uvažavanje stanovništva).

Buka i uticaj na zdravlje

Kao što je već spomenuto, uticaj jačine zvuka i prirode buke određena je nekim kompleksnim činiocima. Jedan od njih je da ljudsko uho nije jednako osetljivo na sve frekvencije zvuka. Najosetljivije je na one između 2 i 5 kHz, a manje osetljivo na niže i više frekvencije od tih.

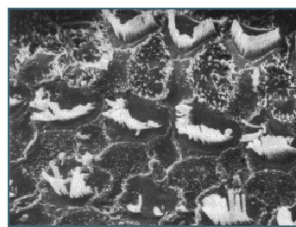
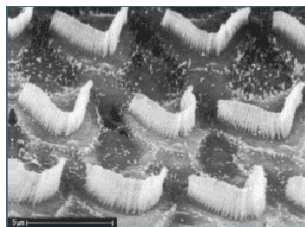
Nivo uznemiravanja zvukom zavisi ne samo od kvaliteta zvuka već i od našeg stava ka tome. (Npr. zvuk muzičkog instrumenta može biti veoma prijatan za roditelje deteta koje vežba, ali i noćna mora za susede koji žive u blizini). Takođe, zvuk ne mora biti glasan da bi uznemiravao nekoga. Škripa poda ili slavina koja kaplje može „izvesti iz takta“ isto koliko, recimo i glasna grmljavina. Neke grupe stanovnika, kao hronični bolesnici i/ili stariji, smenski radnici posebno su osetljivi na poremećaje nivoa buke.

Zato se danas posebna pažnja posećuje tzv. „*annoyance*“ faktor (f. uznemiravanja bukom) i proceni stanovništva koje je veoma uznemireno bukom. Sa javno-zdravstvenog aspekta najznačajniji, pored „*annoyance*“ faktora, jesu poremećaji spavanja, uzrokovani bukom. Ne treba izgubiti iz vida i subjektivnu osetljivost na buku, koja ima najveću korelaciju sa pojmom „ugroženosti-osetljivosti“ na buku. To praktično znači da zvuk ne mora da bude (samo) glasan da bi smetao populaciji.

Viši cerebralni procesi utiču na reagovanje organizma na buku, pa se za istraživanje neauditivnih efekata buke mora uzeti u obzir subjektivno osećanje-doživljavanje buke.

U pogledu inteziteta postoji nekoliko stepena. Buka od 30-60 dB se uglavnom dobro podnosi i smeta samo osetljivim osobama. Intezitet od 65-90 dB šteti organizmu u celini, ali izaziva i smetnje sluha. Veći inteziteti buke izazivaju oštećenje sluha i mentalnog zdravlja. Ekstremno visok intezitet buke, npr. impulsni zvuk može da izazove trenutno oštećenje sluha. (v. slike).

Posebne čulne ćelije sa cilijama osetljivim na Razorene cilije nakon dejstva jake, impulsne buke treperenja



Posledice dejstva buke¹¹:

U principu, što je veća jačina buke, to je potrebno kraće vreme da izazove negativne posledice. Fizičko dejstvo ogleda se kao: (ometanje sna, problemi sa sluhom, naglupost, poteškoće sa čujnostima određenih frekvenci (tzv.maskiranje); Psihički uticaj (stres kao riziko činilac za srčani infarkt, loše raspoloženje, ljutnja, osećaj nemoći, demotivisanost, smanjenje životnog i radnog elana, povećana potreba za lekovima,veća učestalost pravljenja grešaka, smanjena mogućnost učenja).Socijalne posledice su problemi u komunikaciji zbog povećanog nivoa buke, nemogućnost upotrebe terasa, balkona, smanjen boravak na otvorenom, svojevrsan vid „getoizacije“. Ekonomski aspekti nisu beznačajni-veći troškovi lečenja, invaliditet uzrokovan slušnim problemima-najčešća profesionalna bolest,obezvređenje određenih zemljišnih parcela i sl.

Zdravstveni efekti privikavanja na buku

Patofiziološki, odnosno neurofiziološki, reakcija na buku zasniva se na tome da uho prima zvučne impulse i prosleđuje ih nervnom sistemu koji stimuliše određene reakcije u telu.

Usled stimulacije bukom uspostavlja se refleksni luk u okviru sindroma opšte adaptacije na stres. Ciljni organi su visceralni organi-srce, krvni sudovi, digestivni trakt (organi za varenje), žlezde sa unutrašnjim lučenjem (endokrine žlezde), koji su inervisani autonomnim nervnim sistemom. Autonomni ili vegetativni nervni sistem je deo nervnog sistema koji reguliše funkcije unutrašnjih organa. Obuhvata centre u kičmenoj moždini, moždanom stablu i hipotalamusu. Deluje nesvesno, tako što sa periferije dolaze senzorni signali, a iz centara se šalju refleksni odgovori (putem simpatičkog i parasimpatičkog sistema), nazad u unutrašnje organe, čime se reguliše njihova funkcija.

Ova dva dela autonomnog nervnog sistema su sa pretežno suprotnim funkcijama, stimulišu, odnosno deluju inhibitorno („kočeće“) na organe i tako omogućuju adekvatan i svrsishodan odgovor. Zahvaljujući ovome organizam je u stanju da za vrlo kratko vreme odgovori na razne uticaje iz spoljašnje (npr. povećan intezitet buke) i/ili unutrašnje sredine i za par sekundi udvostruči broj otkucaja srca, krvni pritisak i sl. U koordinaciji sa ostalim delom autonomnog nervnog sistema izuzetno je važna uloga međumozga, naročito hipotalamusa koji nadzire niz životno važnih funkcija (održavanje telesne temperature, srčani rad, krvni pritisak itd.), a preko hipofize utiče i na endokrini sastav-rad žlezda sa unutrašnjim lučenjem. Ima izuzetno važnu ulogu u oblikovanju emocija i motivaciji.

Prikazom ovih osnovnih neurofizioloških principa lakše je razumeti eventualne posledice stresa koji nastaje u toku adaptacije na buku. Kao što je napomenuto, osnovni mehanizam koji dovodi do poremećaja funkcija u organizmu je „povećana razdražljivost“-hiperreaktivnost osovine hipotalamus-hipofiza-srč nadbubrežnih žlezda⁴. Dolazi do povećanog lučenja hormona-kateholamina (adrenalin i noradrenalin), ali i do posledičnih psiholoških efekata-agresivnosti i/ili straha. Adrenalin povećava kontraktilnost srčanog mišića, udarni volumen srca, ubrzava srčani rad. Noradrenalin-dovodi do vazokonstrikcije (suženja) krvnih sudova na periferiji, oslobađanja renina i angiotenzina 2. Kao reakcija na (povećani intezitet) buke odnosno iritiranje bukom moguće je takođe i povećano lučenje ACTH⁵ hormona (hormona hipofize koji utiče na lučenje mineralo- i glikokortikoida-hormona kore nadbubrežne žlezde.), što dovodi do povećanja perifernog otpora, retencije tečnosti i klinički se ogleda u povećanju krvnog pritiska (hipertenzije), sa svim svojim negativnim posledicama.

Epidemiološka studija u Beogradu ukazala je na povezanost između nivoa noćne buke i učestalosti arterijske hipertenzije. Iako u kliničkom pogledu male, postoje statistički značajne razlike u izloženosti buci i visini krvnog pritiska i brzine rada srca u predškolske dece.⁵ Imajući u vidu dužinu spavanja, intezitet noćne buke i količinu vremena koje deca provode van kuće, štetni efekti buke mogu biti naročito izraženi u dečjem uzrastu.

Strateške karte buke, planiranje-„mapiranje“ buke, („Noise mapping“)

Za izradu strateških karata buke koriste se navedeni osnovni indikatori buke: indikator dnevne (L_{day}), indikator buke ($L_{evening}$), indikator noćne buke (L_{night}) i indikator koji opisuje ometanje bukom tokom 24 časa L_{den} (day-evening-night). Ovo su dugovremenski, ponderisani prosečni nivoi buke za sve navedene periode tokom godine. Strateške karte buke predstavljaju podatke o postojećim i procenjenim nivoima buke, koji su prikazani indikatorima. Karte sadrže prikaz podataka o stanju buke u životnoj sredini, (mesta prekoračenja propisanih graničnih vrednosti, procenu broja ljudi, domaćinstava, škola i bolnica koje su izložene buci iznad propisanih graničnih vrednosti). Strateške karte buke za aglomeracije na teritoriji jedinice lokalne samouprave izrađuje jedinica lokalne samouprave. (Zakon o zaštiti od buke u životnoj sredini).

Izvođenje konkretnih dnevnih i noćnih merenja buke bilo bi nemoguće- jer je suviše dugotrajno i skupo. Zbog toga se koriste proračuni zasnovani na pouzdanoj metodologiji. Digitalni model reljefa, građevinske karakteristike zgrada, podaci o broju stanovništva sa jedne i putnoj mreži, obimu saobraćaja, zaštitnim ogradama, postojećim ograničenjima brzine sa druge strane služe u izradi ovih proračuna. Navedena merenja buke u životnoj sredini i geografski predstavljena distribucija emisije buke za određeno područje, gde su bojama predstavljeni različiti intervali nivoa buke, omogućuje Identifikaciju problematičnih tačaka u urbanoj sredini u kojima je nivo buke viši od normativa.

To je ujedno osnov za planiranje postupaka i akcija za smanjivanje nivoa buke, kao i za planiranje izgradnje. Neophodni koraci bi bili prikupljanje podataka o saobraćaju i industriji, uvođenje digitalnih modela koji uključuju građevine, barijere, topografiju terena i izračunavanje (budućeg) verovatnog nivoa buke korišćenjem odgovarajućih softvera i modela propagacije buke^{3,8}.

Mere za sprovođenje efikasnijih merenja i sprečavanje štetnog dejstva buke u životnoj sredini

- Dalje sprovođenje merenja tzv. dugovremenih ekvivalentnih nivoa buke, kao što su npr. interval za 24h L_{den} (day-evening-night/dan-veče-noć), indikator buke povezan sa uznemiravanjem stanovništva i L_{night} (noć) indikator buke povezan sa ometanjem spavanja.
- Promena režima saobraćaja- pridržavanje ograničenja brzine, pešačke zone, „ekološki semafori“, sa oznakom „Molimo ugasite motor“, zatim obilaznice za teretna vozila (Znatan broj teretnih motornih vozila, koja prolaze kroz grad, ne koristeći tranzitni pravac, doprinose povećanju nivoa buke).
- Zaštitne ograde duž opterećenih saobraćajnica, železničkih pruga.
- Primena strožih ograničenja pri tehničkim pregledima vozila koji važe u EU
- Posebne takse za bučnija vozila i/ili isključivanje iz saobraćaja vozila sa prekomernom bukom.
- Zoniranje uz ozelenjavanje naselja, što sem poboljšanja mikroklimе (temperature, vlage, dejstva vetra i aerozagađenja), utiče i na zaštitu od buke.
- Redovna primena građevinskih sonoizolacionih materijala.
- Pregled projekata industrijskih objekata u cilju ispunjenja uslova za zaštitu od buke i redukcija buke na radnom mestu (emisije buke).
- Edukacija i zdravstveno prosvetovanje stanovništva.

NAČELNIK CENTRA

dr Saša Petković, spec. higijene

dr Dubravka Popović, spec. higijene

LITERATURA:

¹ Measuring Sound, Brüel Kjaer, Revision Sep. 1984, Headquarters: DK-2850, Naerum, Danemark

² Kristoforović-Ilić, M., Komunalna higijena, Prometej, Novi Sad 1998.

³ European Directive 2002/49/CE Relating to the assessment and management of environmental noise (O proceni i rukovođenju bukom u životnoj sredini).

⁴ Saobraćajna buka i mentalno zdravlje, Branko Jakovljević, Goran Belojević, Medicinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, 1998.

⁵ Komunalna buka i arterijski pritisak stanovništva, Prof. Dr Goran Belojević, Institut za higijenu i medicinsku ekologiju, Beograd

⁷ Izveštaj o merenju komunalne buke u Zrenjaninu, januar-decembar 2016.(Centar za higijenu i humanu ekologiju, ZZJZ Zrenjanin)

⁸ Zakon o zaštiti od buke u životnoj sredini, (Službeni glasnik RS br. 36/2009).

⁹ Uredba o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini (Sl. glasnik RS br. 75/10).

¹⁰ SRPS U. J6.205: 1992 Akustika u građevinarstvu, Akustičko zoniranje prostora.

¹¹ UmweltWissen; Lärm-hören, messen und bewerten, Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2003.

¹² Night noise guidelines for Europe, WHO/Europe, 2009

¹³ Burden of disease from environmental noise. Quantification of healthy life years lost in Europe WHO/Europe, 2011.

¹⁴ Guidelines for community noise (PDF) WHO headquarters, 1999.