



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

ГОДИШЊИ ИЗВЕШТАЈ
О МЕРЕЊУ КОМУНАЛНЕ БУКЕ
У
ЗРЕЊАНИНУ

(Јануар-децембар 2013.)

Sadržaj:

UVOD	3
ZAKONSKA REGULATIVA.....	3
METODOLOGIJA MERENJA	3
MERNA MESTA.....	5
KOMENTAR REZULTATA.....	12
a) <i>Prosečne mesečne vrednosti i srednje godišnje vrednosti (SGV) po mernim mestima u okviru zona.....</i>	12
<i>Frekventna analiza</i>	17
<i>Merna nesigurnost.....</i>	19
b) <i>Prikaz srednjih godišnjih vrednosti po zonama</i>	20
ZAKLJUČAK:	22
<i>Buka i uticaj na zdravlje.....</i>	22
<i>Mere za sprečavanje štetnog dejstva buke u životnoj sredini</i>	25
LITERATURA:.....	26

IZVEŠTAJ O MERENJU BUKE U ZRENJANINU (Januar-decembar 2013.)

UVOD

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, komunalna buka utiče prvenstveno na kvalitet života, remeteći prirodan ritam rada i odmora.

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), 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 U.J6.090: 1992 Akustika u građevinarstvu, Merenje buke u komunalnoj sredini; SRPS U. J6.205: 1992 Akustika u građevinarstvu, Akustičko zoniranje prostora; 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.

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 u gradu na 20 mernih mesta, u 3 dnevna i 2 noćna intervala. Interval merenja iznosi 15 minuta. Za merenje ekvivalentnog nivoa buke korišćen je fonometar, proizvođača Bruel&Kjaer, tip 2260 Observer*. Pomoću ovog instrumenta moguće je uraditi sva merenja i analize u vezi sa procenom komunalne buke, ali i buke na radnom mestu. Instrument takođe ispunjava sve zahtevane IEC (standard 61672) i ANSI standarde.

Rezultati merenja su prikazani u decibelima (dB), na osnovu merenja ekvivalentnog nivoa buke (L_{Aeq}). 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

* Merenje komunalne buke vršio je radnik Zavoda za javno zdravlje Zrenjanin Bojan Vojin, dipl.ing. Dodatna mišljenja i tumačenja, izjave o ispunjenosti zahteva / specifikacija data su od strane lekara specijalista higijene dr Dubravke Popović i dr Saše Petkovića.

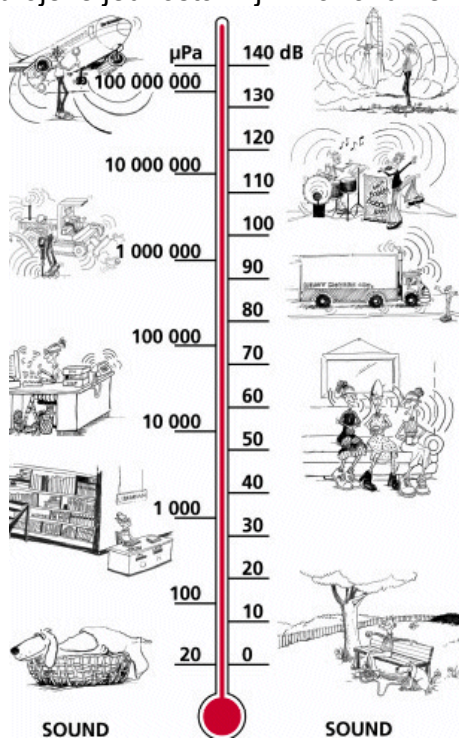
čoveka je manje osetljiv na (vrlo) niskim i visokim frekvencijama. Kako bi se ovo «uračunalo» pri merenju koriste se odgovarajući težinski filtri. Osetljivost težinskih filtera menja se u zavisnosti od frekvencije na sličan način kao i kod ljudskog uha¹.

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 μ Pa (prag čujnosti), tj. 0 dB.

Još jedna korisna namena skale u dB je da i ljudsko uho reaguje na promene jačine zvuka shodno broječanim 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-Noć**

ZONA	MERNA MESTA
I INDUSTRIJSKA ZONA 60/50 dB (A)	1. Fabrika ulja „Dijamant“ 2. Fabrika perlita (bivša „Termika“)
II ŠKOLSKA ZONA 50/45 dB (A)	3. Zrenjaninska gimnazija 4. O.Š. „D. Obradović“ 5. O.Š. „P.P. Njegoš“ 6. Srednja polj. škola (bivša med.)
III ZDRAVSTVENE USTANOVE 50/40 dB (A)	7. Bolnica „Dr Đ. Joanović“ 8. Stara specijalistička poliklinika 9. Gerontološki centar 10. Bolnica za plućne bolesti
IV ADMINISTRATIVNO-UPRAVNA 65/55 dB (A)	11. Poreska uprava 12. Gradska uprava Zrenjanin 13. Osnovni sud
V GLAVNE SAOBRAĆAJNICE 65/55 dB (A)	14. Glavna autobuska stanica 15. Ulica Žarka Zrenjanina 16. Policijska uprava Zrenjanin 17. Raskrs. ulica 6. maja i Prvomajska 18. Bulevar V. Vlahovića
VI ODMORA I REKREACIJE 50/40 dB (A)	19. Karađorđev trg 20. Tenisko igralište

(Opis lokacija)

1. Merno mesto 1 – Fabrika ulja „Dijamant“



Nalazi se u industrijskoj zoni, u pravcu prodavnice koja je smeštena na granici kompleksa Fabrike ulja „dijamant“, sa druge strane Banatske ulice. Pri merenju aparat se postavlja na oko 3.5 m od ograde individualnih stambenih objekata.

2. Merno mesto 2 – Fabrika perlita (bivša „Termika“)



Nalazi se u industrijskoj zoni, na parkingu ispred fabrike.

3. Merno mesto 3 – Zrenjaninska gimnazija



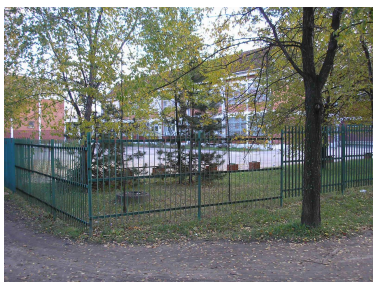
Nalazi se u školskoj zoni, pored raskrsnice Skerlićeve ulice i Gimnazijske ulice. Pri merenju aparat se postavlja na trotoar.

4. Merno mesto 4– O.Š. „Dositej Obradović“



Nalazi se u školskoj zoni , u dvorištu O.Š. „Dositej Obradović“. Pri merenju aparat se postavlja u dvorištu škole na pravcu glavnog ulaza u dvorište škole iz ulice Dositej Obradović.

5. Merno mesto 5 – O.Š. „Petar Petrović Njegoš“



Nalazi se u školskoj zoni, U Stražilovskoj ulici , pored granice školskog dvorišta O.Š PP Njegoš.

6. Merno mesto 6 – Srednja poljoprivredna škola (bivša medicinska)



Nalazi se u blizini srednje poljoprivredne škole u ulici Narodnog fronta.

7. Merno mesto 7 – Opšta bolnica „dr Đ. Joanović“



Nalazi se pored Opšte bolnice , prema bolničkoj ulici, u blizini raskrsnice ulica dr Vasa Savić i Bolničke ulice.

8. Merno mesto 8 – Stara specijalistička poliklinika



Nalazi se ispred Stare Specijalističke ustanove. Pri merenju aparat se postavlja ispred glavnog ulaza u zgradu Stare Specijalistike ustanove , na udaljenosti većoj od 3 m od objekta.

9. Merno mesto 9 – Gerontološki centar



Nalazi se u pored Gerontološkog centra , u Miletićevoj ulici .Pri merenju aparat se postavlja na slobodnom prostoru između objekta i Miletićeve ulice.

10. Merno mesto 10 – Bolnica za plućne bolesti „Dr Vasa Savić“



Nalazi se ispred Plućne bolnice u Petefijevoj ulici. Aparat se postavlja pored zgrade Plućne bolnice u blizini glavnog ulaza.

11. Merno mesto 11 – Poreska uprava



Nalazi se u administrativno-upravnoj zoni, u užem centru grada , na platou pored glavnog ulaza u zgradu bivšeg SDK.

12. Merno mesto 12 – Gradska uprava Zrenjanin



Nalazi se u administrativno-upravnoj zoni, u centru grada, aparat se postavlja pored glavnog ulaza u SO Zrenjanin u blizini raskrsnice ulica J.V. Žarka i Narodnog fronta.

13. Merno mesto 13 – Osnovni sud



Nalazi se u administrativno-upravnoj zoni, u užem centru grada, u ulici Kej 2. oktobra. Pri merenju aparat se postavlja na slobodnom prostoru preko puta glavnog ulaza u sud.

14. Merno mesto 14 – Glavna autobuska stanica



Nalazi se u Beogradskoj ulici, ispred ulaza u objekat glavne autobuske stanice.

15. Merno mesto 15 – Ulica Žarka Zrenjanina



Merno mesto se nalazi na ulasku/izlazu iz grada, sa leve strane magistralnog puta Zrenjanin-Kikinda, na udaljenosti 7-8 m od ivice puta i oko 50-100 m od raskrsnice sa kružnim tokom saobraćaja.

16. Merno mesto 16 – Policijska uprava Zrenjanin



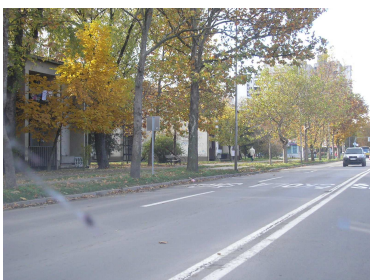
Nalazi se na platou pored Vojvođanske banke u blizini raskrsnice ispred zgrade MUP-a.

17. Merno mesto 17 – Raskrsnica ulica 6. maja i Prvomajske



Nalazi se pored prometne saobraćajnice u pomenutoj ulici, oko 3.5-4 m od ivice puta, ispred ulaza u (bivši) vojni objekt.

18. Merno mesto 18 – Bulevar Veljka Vlahovića



Nalazi se u na bulevaru Veljka Vlahovića, pored magistralne saobraćajnice sa suprotne strane pijace, ispred broja 31.

19. Merno mesto 19 – Karađorđev trg



Nalazi se u zoni odmora i rekreacije, u Karađorđevom parku, na 10 m od spomenika na strani bližoj stadionu.

20. Merno mesto 20 – Tenisko igralište



Nalazi se u zoni odmora i rekreacije, u parku pored teniskih terena. Pri merenju aparat se postavlja na 15 metara od ulice.

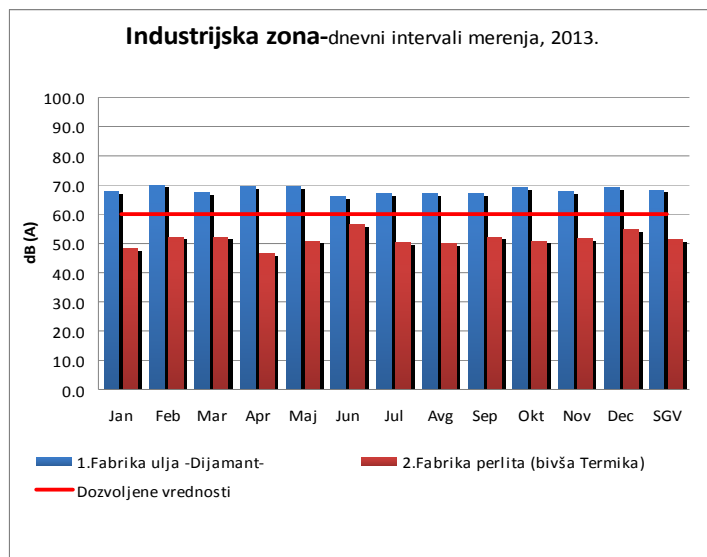
KOMENTAR REZULTATA

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

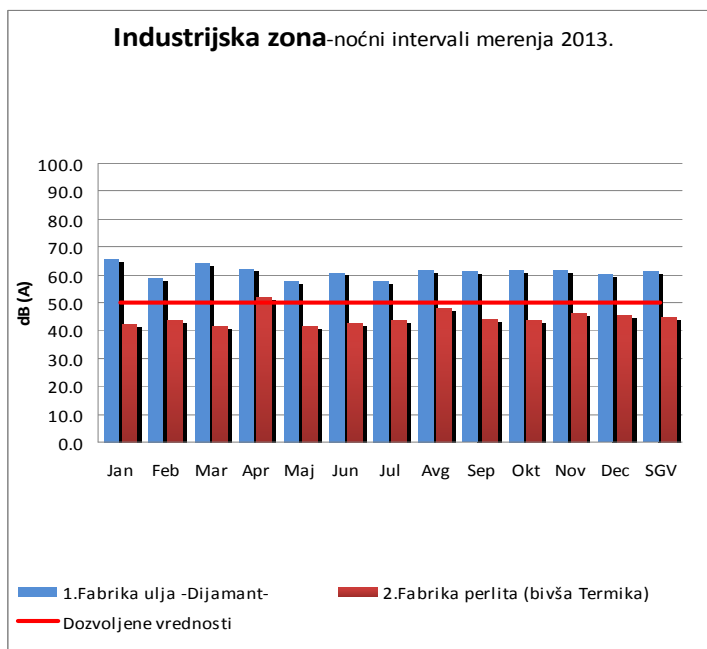
U **industrijskoj zoni**, u toku 2013. godine, prosečan LA_{eq} iznosi od 51 do 68 dB (A), za dnevne, odnosno od 45 do 62 dB (A), za noćne intervale merenja. Na mernom mestu 1-Fabrika ulja „Dijamant“, prosečne mesečne vrednosti za dnevne i noćne intervale merenja prelaze granice dozvoljenih vrednosti, i to do 8 dB (A) za dan, odnosno do 12 dB(A), za noć. Na mernom mestu br. 2-Fabrika perlita, „bivša Termika“, prosečne vrednosti merenja su u okviru dozvoljenih.

Minimalna izmerena vrednost komunalne buke u ovoj zoni iznosila je 42 dB (A), (merno mesto 2-Fabrika perlita, „bivša Termika“), dok je maksimalna vrednost iznosila 70 dB (A), (merno mesto 1-fabrika ulja „Dijamant“). Prosečne mesečne vrednosti po mernim mestima, kao i srednje godišnje vrednosti (SGV), prikazane su na grafiku br. 1 i 2.

Grafik br. 1



Grafik br. 2



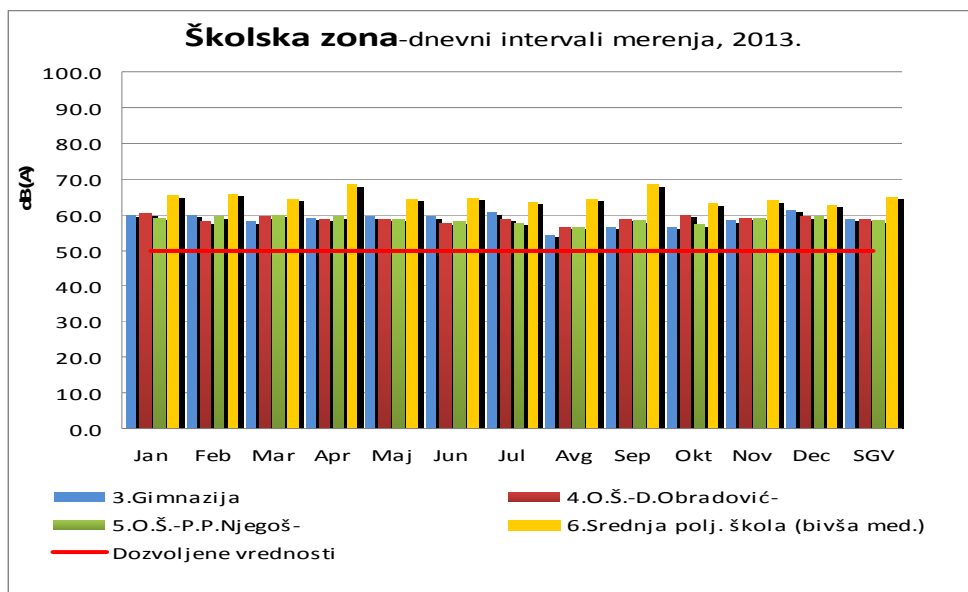
U školskoj zoni, tokom 2013. godine, prosečan LA_{eq} iznosi od 58 do 65 dB (A), za dnevne, odnosno od 49 do 56 dB (A), za noćne intervale merenja. Prosečne vrednosti za dnevne i noćne intervale merenja prelaze granice dozvoljenih vrednosti za 8-15, odnosno 4-11 dB (A).

Najveća srednja godišnja vrednost, posmatrajući i dnevne i noćne intervale merenja, zabeležena je na mernom mestu br. 6-*Srednja poljoprivredna škola (bivša medicinska)* 65 dB(A). Razlozi za to su: Karakteristike ulice, uska i prometna, bez zaštitnog pojasa zelenila, intezitet saobraćaja, kao i obližnji parking prostor. Nešto niži nivoi buke izmereni su na mernom mestu br. 3 – *Zrenjaninska gimnazija*, a još niži na m.m. br. 4-*O.Š. „D. Obradović“* i m.m. 5-*OŠ „P.P.Njegoš“*, koje su nešto udaljenije od prometnih saobraćajnica i relativno zaštićene zelenilom. Međutim i na ova dva merna mesta srednji godišnji nivoi su veći od propisanih.

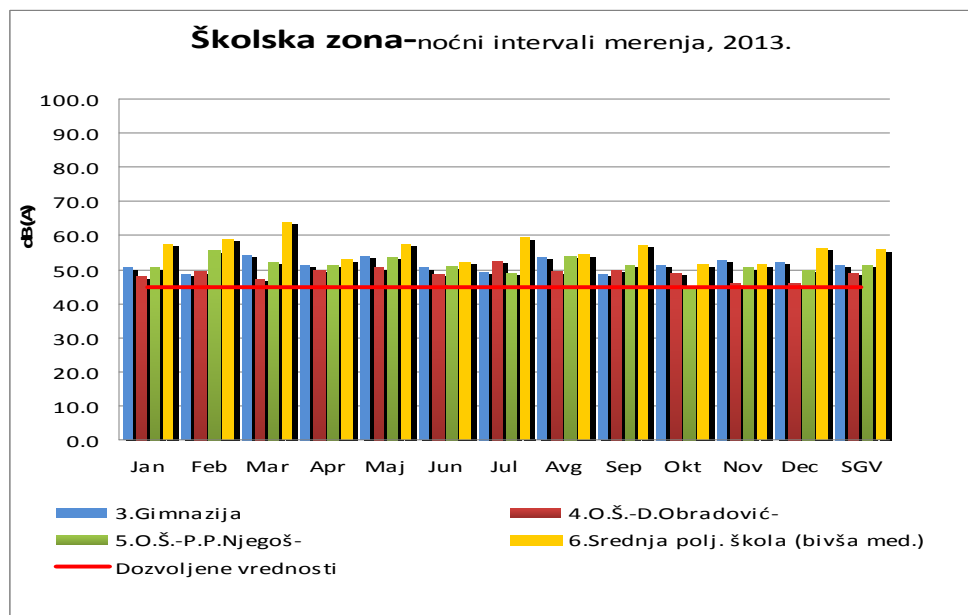
Minimalna prosečna vrednost komunalne buke u ovoj zoni iznosila je 45 dB (A), (m.m. 5-*OŠ „P.P.Njegoš“*) dok je maksimalna vrednost iznosila 68 dB (A) (m.m. 6-*Srednja poljoprivredna škola - bivša medicinska*)

Prosečne mesečne vrednosti po mernim mestima, kao i srednje godišnje vrednosti (SGV), prikazane su na grafiku br. 3 i 4.

Grafik br. 3



Grafik br. 4



U zoni zdravstvenih ustanova, u toku navedenog mernog perioda, prosečan LA_{eq} iznosi od 61 do 68 dB (A), za dnevne, odnosno od 54 do 63 dB (A), za noćne intervale merenja.

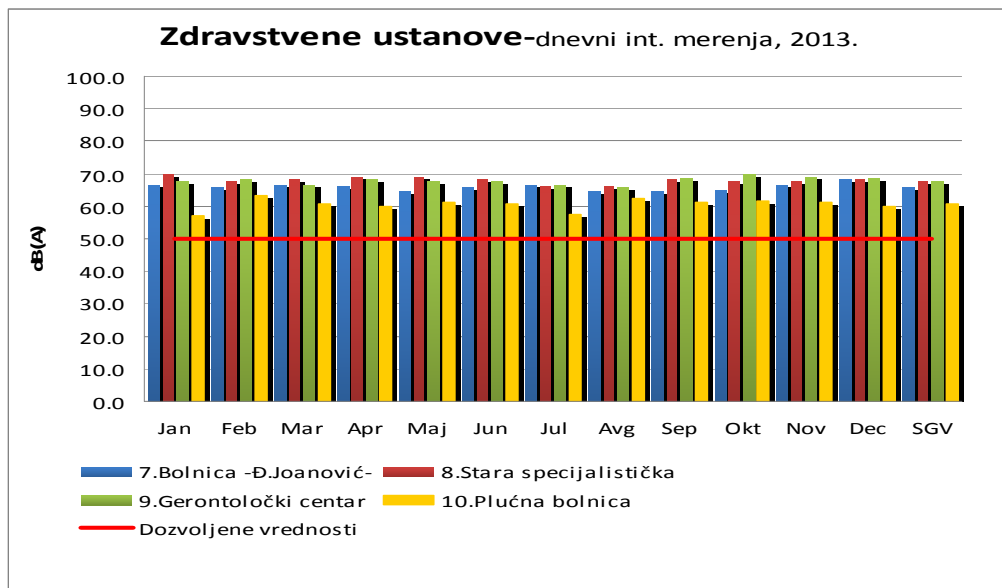
Sve prosečne mesečne vrednosti, kao i skoro sva pojedinačna merenja, pokazuju nivo buke veće od dozvoljenih. Navedene ustanove su pod znatnim uticajem saobraćajne buke, što je i evidentirano tokom merenja. Nešto manji intezitet buke u odnosu na ostale zdravstvene ustanove zabeležen je na mm 10. *Bolnica za plućne bolesti*, gde je i frekvencija saobraćaja nešto manja.

Najveće srednje godišnje vrednosti, posmatrajući i dnevne i noćne intervale merenja, zabeležene su na mm 8. *Stara specijalistička poliklinika* i mm 9. *Gerontološki centar*, i na nivou su inteziteta buke registrovane u zoni glavnih saobraćajnica, gde su inače izmereni najviši nivoi komunalne buke u gradu.

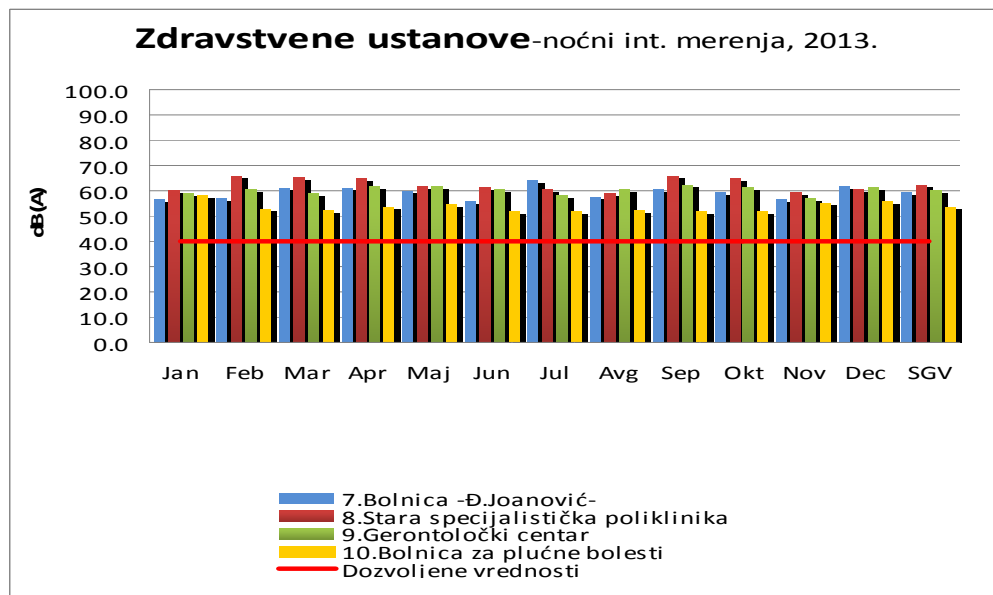
Minimalna izmerena vrednost komunalne buke na mesečnom nivou iznosila je 52 dB (A), na mm 10. *Bolnica za plućne bolesti*, dok je maksimalna vrednost iznosila 70 dB (A), mm 8. *Stara specijalistička poliklinika* i mm 9. *Gerontološki centar*.

Prosečne mesečne vrednosti po mernim mestima, kao i srednje godišnje vrednosti (SGV), prikazane su na grafiku br. 5 i 6.

Grafik br. 5.



Grafik br. 6



U **administrativno-upravnoj zoni**, u toku 2013. godine, prosečan LA_{eq} iznosi od 54 do 65 dB (A), za dnevne, odnosno od 48 do 56 dB (A), za noćne intervale merenja.

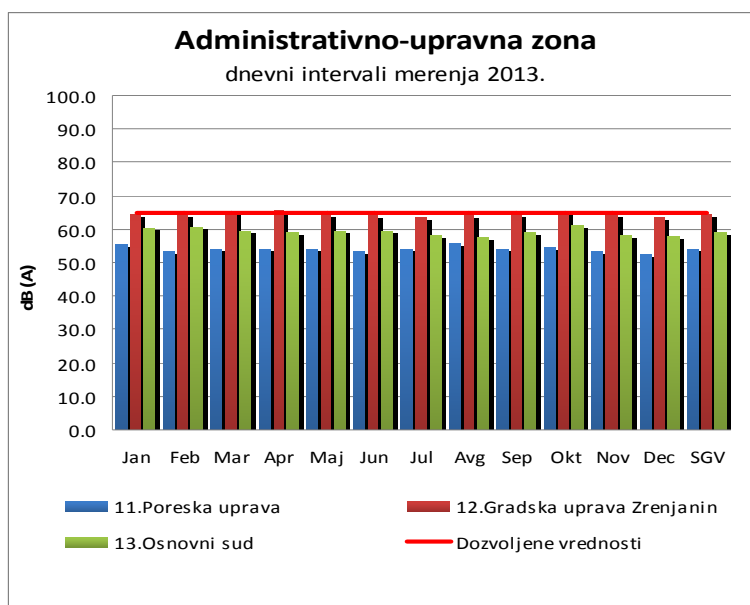
Najveća srednja godišnja vrednost (65dB), posmatrajući i dnevne i noćne intervale merenja, zabeležena je na mernom mestu br.12 - *Gradska uprava Zrenjanin*. Dominantan razlog za to je veoma intenzivan saobraćaj. Nešto niži nivo buke registrovan je na m.m. br. 13. *Osnovni sud* gde su praktično svi dnevni intervale merenja u okviru dozvoljenih, dok su tokom noći zabeležene i vrednosti koje su veće od preporučenih vrednosti, ali ređe nego prošle godine. Značajan uticaj na nivo noćne buke na ovom mm imaju blizina diskoteke, obližnjih kafića, a samim tim i povećan broj prolaznika-automobila.

Na mernom mestu 11 - *Poreska uprava*, koje je udaljeno od prometnih saobraćajnica, prosečne mesečne dnevne i noćne vrednosti komunalne buke bile su u okviru maksimalno dozvoljenih, propisanih za administrativno-upravnu zonu. Grafik br. 7 i 8.

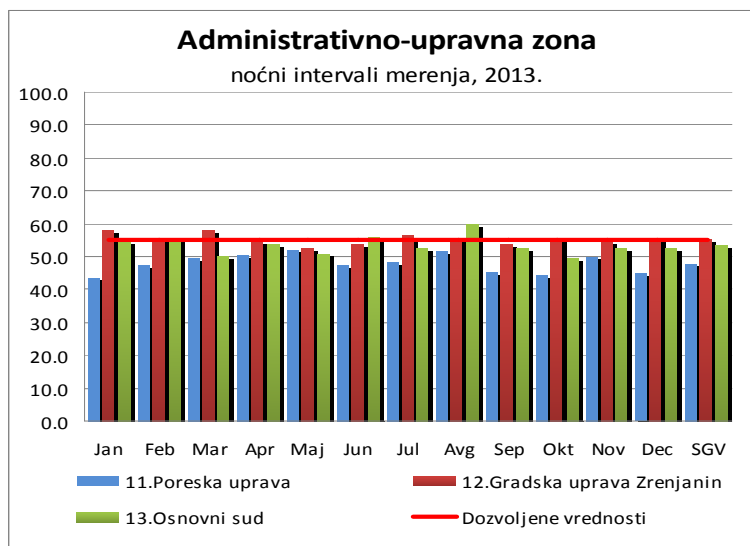
Minimalna izmerena vrednost komunalne buke, na mesečnom nivou, iznosila je 44 dB (A), (merno mesto 11 - *Poreska uprava*), dok je maksimalna vrednost iznosila 66 dB (A), (merno mesto 12- *Gradska uprava Zrenjanin*).

Prosečne mesečne vrednosti po mernim mestima, kao i srednje godišnje vrednosti (SGV), prikazane su na grafiku br. 7 i 8.

Grafik br. 7



Grafik br. 8

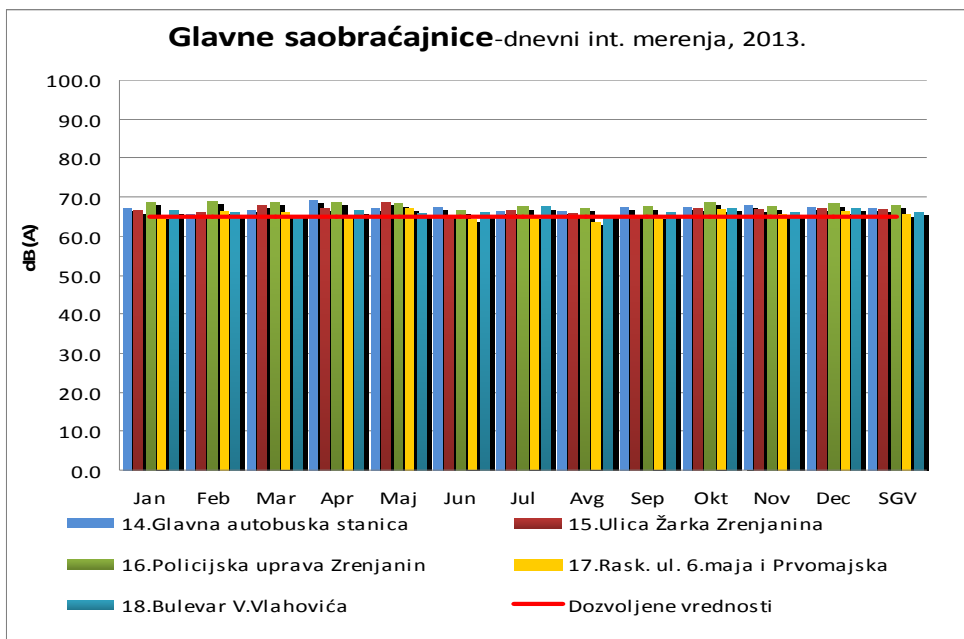


U zoni glavnih saobraćajnica prosečan LA_{eq} iznosi od 66 do 68 dB (A), za dnevne, odnosno od 59 do 63 dB (A), za noćne intervale merenja. Skoro sve prosečne mesečne vrednosti bile su iznad maksimalno dozvoljenih. Merna mesta ove zone su kraj najprometnijih saobraćajnica, te su i dnevni i noćni nivoi komunalne buke veći od propisanih. Znatan broj teretnih motornih vozila, koja prolaze kroz grad, ne koristeći tranzitni pravac, doprinose povećanju nivoa buke. (Posmatrajući broj teretnih motornih vozila, tj. zabeleženi broj ovih vozila na m. mestima *Glavna autobuska stanica-Bul. V. Vlahovića* u odnosu na mm 17. *Raskrsnica ulica 6. Maja - Prvomajska*).

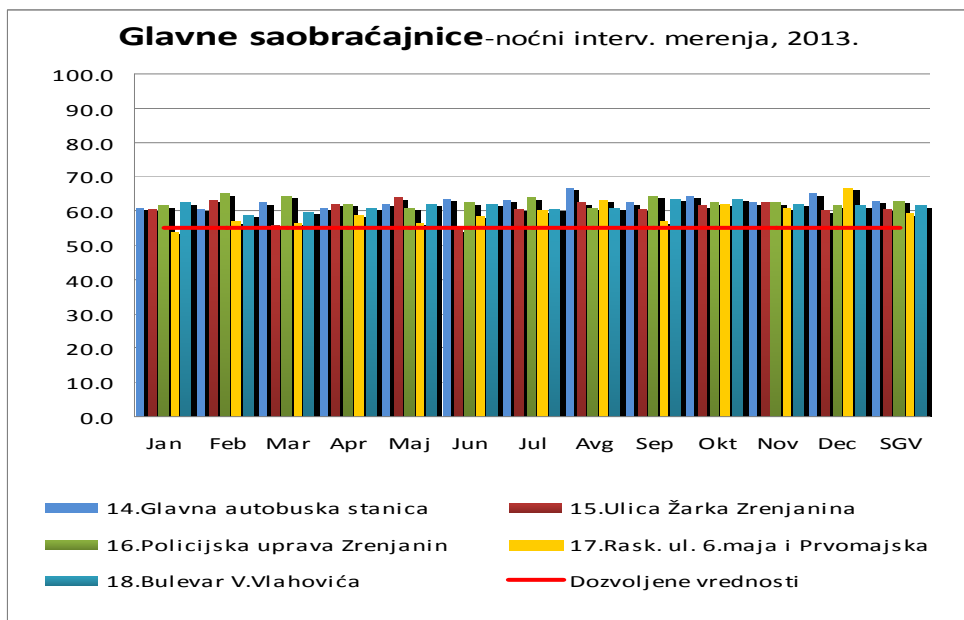
Pojedinačno posmatrano, minimalna mesečna izmerena vrednost komunalne buke iznosila je 54 dB (A), (mm 17. *Raskrsnica ulica 6. Maja - Prvomajska*), dok je maksimalna vrednost iznosila 69 dB (A), registrovana na mm 14. *Glavna autobuska stanica*, mm 15. *ul. Žarka Zrenjanina* i mm 16. *Policijska uprava Zrenjanin*.

Prosečne mesečne vrednosti po mernim mestima, kao i srednje godišnje vrednosti (SGV), prikazane su na grafiku br. 9 i 10.

Grafik br. 9



Grafik br. 10

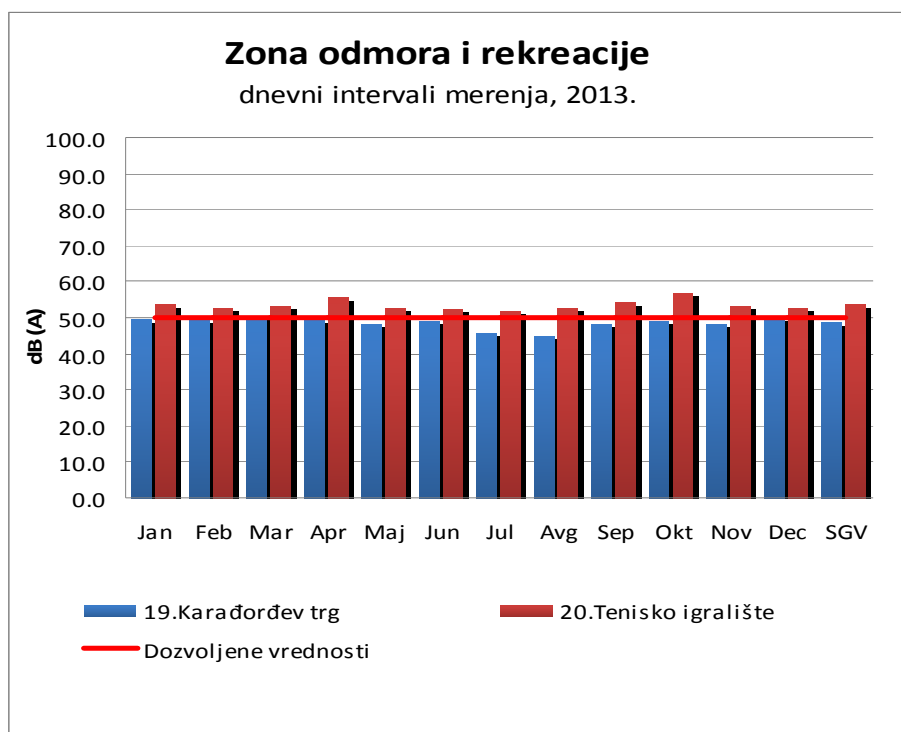


U zoni odmora i rekreacije srednja godišnja vrednost LA_{eq} iznosi od 49 do 54 dB (A), za dnevne, odnosno od 45 do 49 dB (A), za noćne intervale merenja. Sve prosečne mesečne vrednosti bile su veće od dozvoljenih vrednosti za ovu zonu, izuzev dnevnih vrednosti za decembar 2013. na mm 19. Karađorđev Trg.

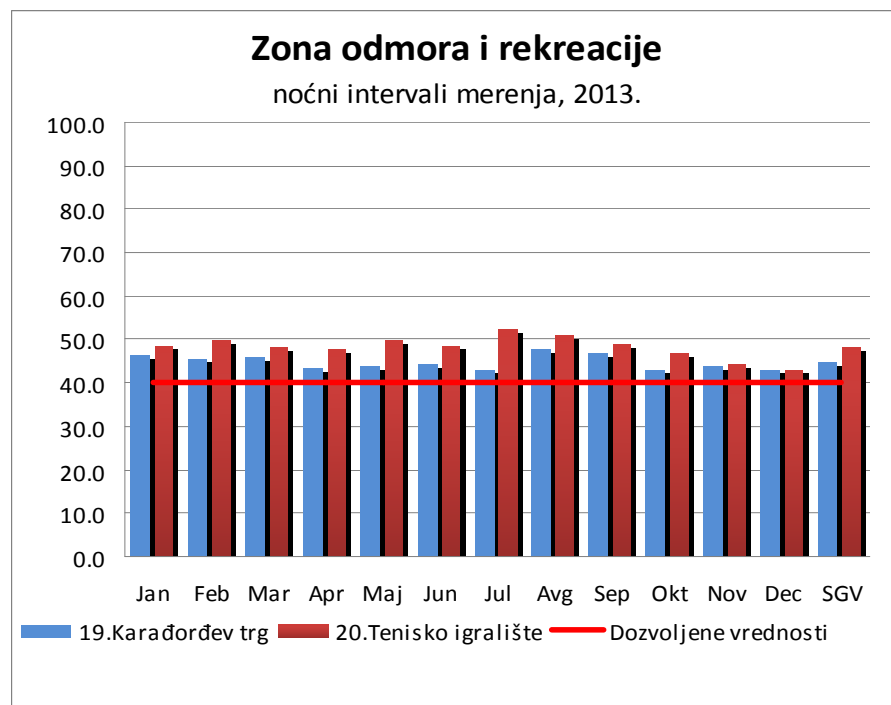
Minimalna izmerena vrednost komunalne buke iznosila je 43 dB (A), (mm 19. Karađorđev Trg i mm 20. Tenisko igralište.), dok je maksimalna izmerena vrednost od 57 dB (A), registrovana na mm 20. Tenisko igralište.

Prosečne mesečne vrednosti po mernim mestima, kao i srednje godišnje vrednosti (SGV), prikazane su na grafiku br. 11 i 12.

Grafik br. 11



Grafik br. 12



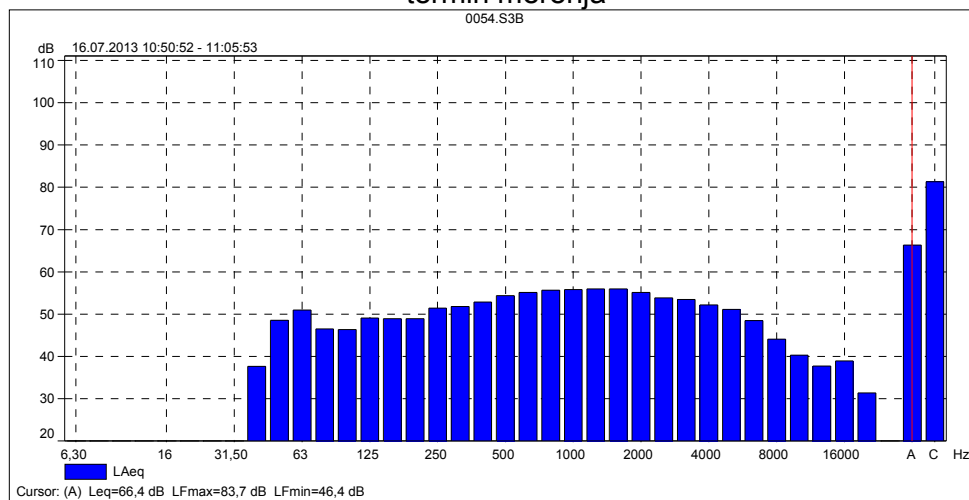
Frekventna analiza

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).

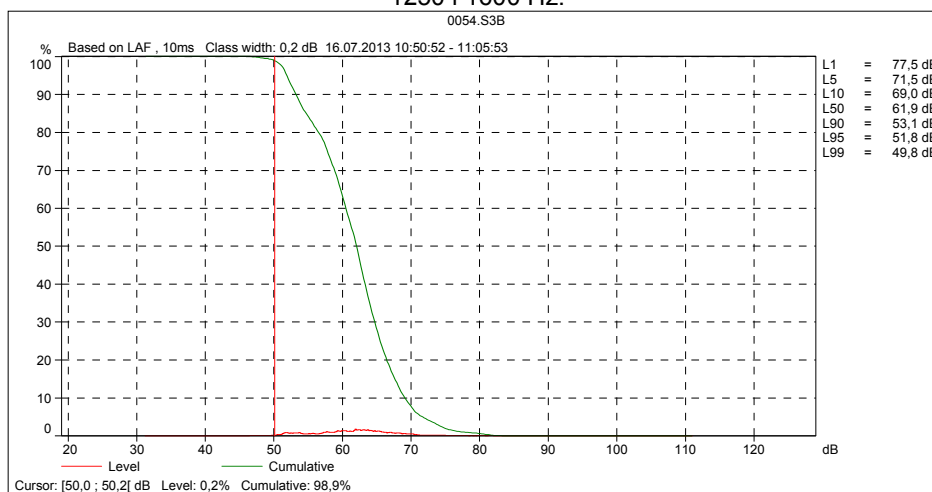
Na ovaj način dobija se uvid u zastupljenost pojedinih frekvencija, da li se nalaze u čujnom spektru čoveka, a može se proceniti i eventualni uticaj u smislu oštećenja sliušnog aparata ili iritiranja, remećenja životnog komfora i sl. (Npr. poznato je da zvuk cirkularne testere poseduje u spektru visoke 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

Zona zdravstvenih ustanova, merno mesto br. 7 (Bolnica „Dr Đorđe Joanović“) 16.07.2013. dnevni termin merenja



Izmereni LAeq je 66 dB (A). U odnosu na frekventni pojas najveći LAeq od 56 dB detektovan je na frekvencijama od 1250 i 1600 Hz.



U 98.9% vremenskog intervala merenja izmereni nivo buke prelazi dozvoljeni nivo dnevne buke koji iznosi 50 dB (A).

Merna nesigurnost

Kao jedan od uslova ispunjenja tehničke kompetentnosti i pouzdanosti ispitivanja, a zatim i u oceni uticaja komunalne buke na životni komfor i/ili zdravlje populacije 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. 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*.

Zavisi 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)

Standardna nesigurnost			Zbog rezidualnog zvuka ^{d)}	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)}			
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 $X \cong \frac{10}{\sqrt{n}}$ 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 procenjenu mernu nesigurnost od ± 2 dB).

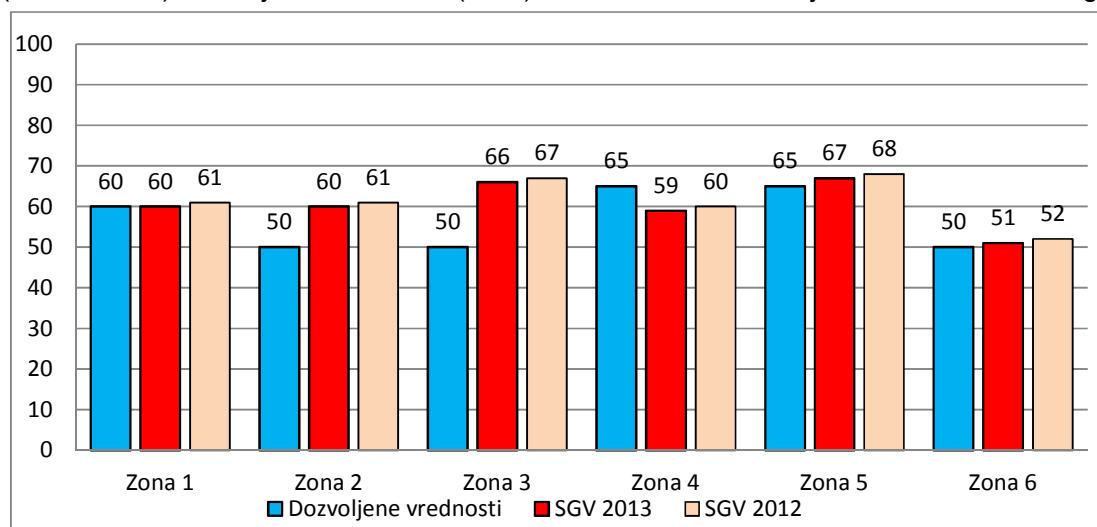
Merodavni nivo buke dB (A)	68 dB	SRPS UJ6.090:1992 SRPS ISO 1996-1:2010 SRPS ISO 1996-2:2010
Procenjena merna nesigurnost**	± 2 dB	** (Verovatnoća pokrivenosti – 95 %)

b) Prikaz srednjih godišnjih vrednosti po zonama

Izmerene vrednosti nivoa komunalne buke u toku 2013. bile su veće od maksimalno dozvoljenih, naročito u **zoni zdravstvenih ustanova i školskoj zoni** koje su i najizloženije uticaju saobraćajne buke. Takođe, izmerene vrednosti u zonama glavnih saobraćanica i zoni odmora i rekreacije prelaze dozvoljene nivoe buke.

U administrativno-upravnoj zoni je zabeležen najveći broj merenja čije su vrednosti u okviru preporučenih. Jedino je u ovoj i u industrijskoj zoni SGV-srednja godišnja vrednost, (na nivou zone), bila u okviru propisanih vrednosti. (Grafik br. 13). U odnosu na prethodnu 2012. godinu prosečne vrednosti na nivou zona u 2013. godini manje su za po 1 dB (A).

(Grafik br. 13). Dozvoljene vrednosti i (SGV)-dnevni intervali merenja tokom 2013. i 2012. godine



1. INDUSTRIJSKA ZONA

2. ŠKOLSKA ZONA

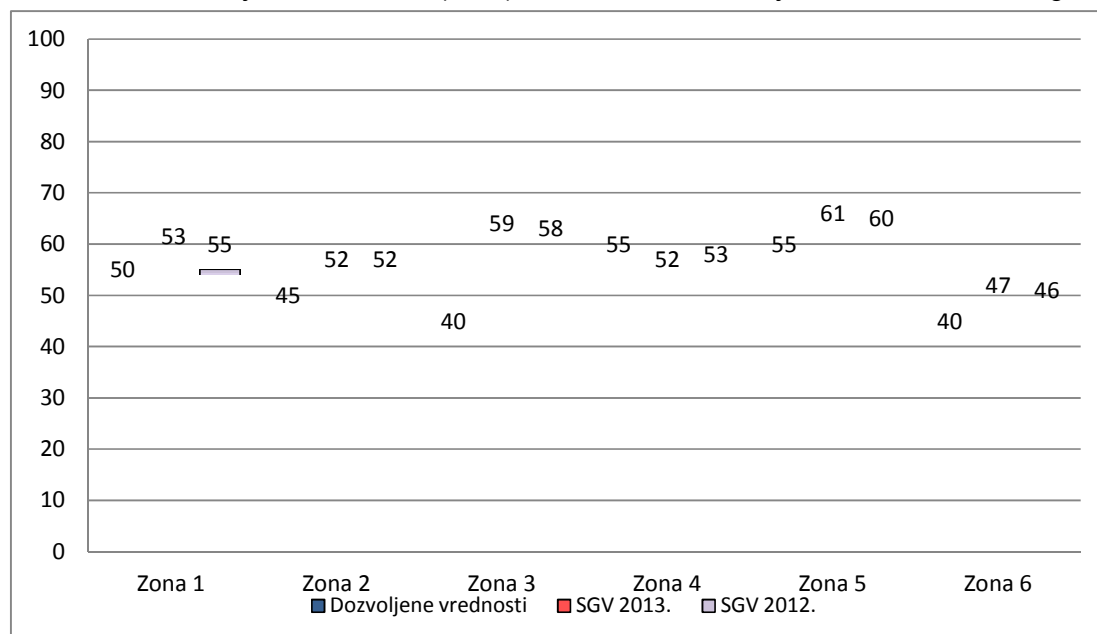
3. ZONA ZDRAVSTVENIH USTANOVA

4. ADMINISTRATIVNO-UPRAVNA ZONA

5. ZONA GLAVNIH SAOBRAĆAJNICA

6. ZONA ODMORA I REKREACIJE

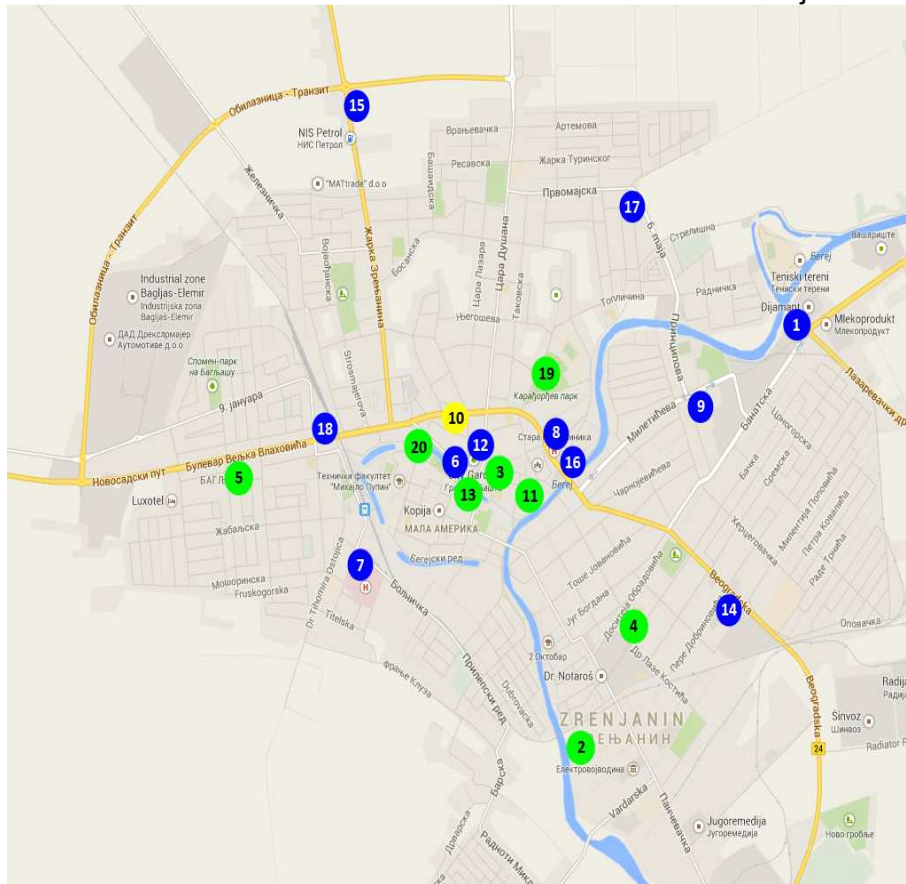
U pogledu inteziteta noćne buke, srednje godišnje vrednosti su veće od dozvoljenih u svim zonama osim administrativno-upravne zone. Skoro u svim zonama apsolutna razlika između dozvoljenih i izmerenih vrednosti još je izraženija, no u dnevnim intervalima (Grafik br. 14). Prosečne vrednosti na nivou zona slične su u odnosu na prethodnu 2012. godinu, razlike su ± 1 dB (A), sem industrijske zone, v. grafik br. 14. Grafik br. 14 Dozvoljene vrednosti i (SGV)-noćni intervali merenja tokom 2013. i 2012. godine



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

Prostorni prikaz nivoa komunalne buke

Grafik br. 15 Srednje godišnje vrednosti komunalne buke po mernim mestima pojedinačno -Dnevni intervali merenja-

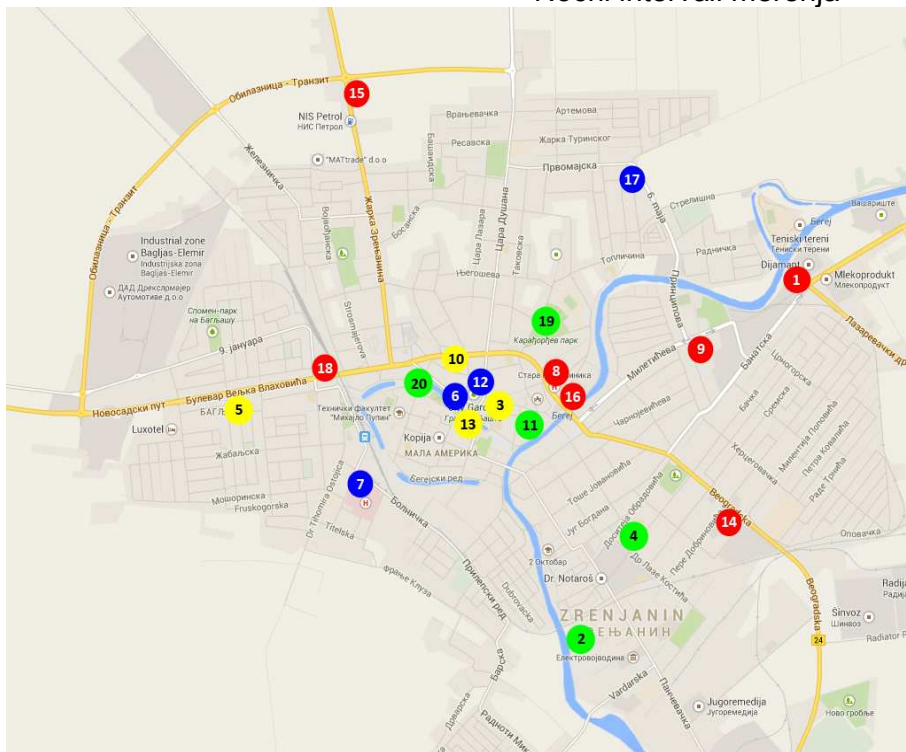


Nivoi buke u dB (A):

- ≥ 70
- 65-69
- 60-64
- < 60

- 1 – Fabrika ulja „Dijamant“
- 2 – Fabrika perlita (bivša „Termika“)
- 3 – Zrenjaninska gimnazija
- 4 – O.Š. „Dositej Obradović“
- 5 – O.Š. „P. Petrović Njegoš“
- 6 – Srednja polj. škola (bivša med.)
- 7 – Bolnica „Dr Đ. Joanović“
- 8 – Stara spec. poliklinika
- 9 – Gerontološki centar
- 10 – Bolnica za plućne bolesti
- 11 – Poreska uprava
- 12 – Gradska uprava Zrenjanin
- 13 – Osnovni sud
- 14 – Glavna autobuska stanica
- 15 – Ul. Žarka Zrenjanina
- 16 – Policijska uprava Zrenjanin
- 17 – Rask. ul. 6. maja - Prvomajska
- 18 – Bulevar Veљka Vlaховића
- 19 – Karađorđev trg
- 20 – Tenisko igralište

Grafik br. 16 Srednje godišnje vrednosti komunalne buke po mernim mestima pojedinačno -Noćni intervali merenja-



Nivoi buke u dB (A):

- ≥ 60
- 55-59
- 50-54
- < 50

ZAKLJUČAK:

Rezultati merenja ukazuju na povećan nivo komunalne buke u gradu. Izuzev administrativno-upravne zone, (kao i tokom nekoliko prethodnih godina) i industrijske zone (dnevni intervali merenja u 2013.godini), gde su pokazatelji nivoa buke bili u granicama dozvoljenih, sve ostale vrednosti na nivou zona premašuju dozvoljene intezitete buke i ne odgovaraju propisima (JUS U.J6.205 1992, Akustika u građevinarstvu, Akustičko zoniranje prostora; Sl. list opštine Zrenjanin br. 13-2003).

U savremenom svetu, generalno, postoji opšta tendencija povećanja nivoa komunalne buke. Glavni doprinosni činilac je saobraćaj, odnosno motorna vozila, od kojih mnoga ne ispunjavaju savremene zahteve o nivou buke koju proizvode svojim radom. Nedostatak zelenila, korišćenje građevinskih materijala neodgovarajućih sonoizolacionih karakteristika, kao i loš režim saobraćaja doprinose ukupnom povećanju buke u spoljašnjoj sredini.

Evropska Unija označava komunalnu buku kao jedan od vodećih ekoloških problema. Takođe, jedan od osnovnih ciljeva direktive o proceni i rukovođenju bukom u životnoj sredini je izbeći, sprečiti ili smanjiti uznemiravanje i druge zdravstvene štetne efekte komunalne buke na stanovništvo. U EU je 20% stanovništva izloženo LA_{eq} dan > 65 dB (A), što su tzv. "crne akustičke zone", dok je 30% populacije izloženo LA_{eq} noć > 55 dB (A), što dovodi do ometanja spavanja.

Za ocenu uznemiravanja i štetnih efekata buke na stanovništvo primenjuje se odnos „doza buke-efekat“ (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). Na osnovu proračuna procenjuje se procenat stanovništva ugroženog bukom. Tako bi npr. udeo stanovništva ugroženog bukom, za nivo buke od 66 dB (A) (izmeren kao indikator buke za dugovremeni interval za 24h L_{den}), bio: oko 37% ugrožen (% A »annoyed«), odnosno oko 17% populacije bio bi »veoma ugrožen« (% HA»highly annoyed«).

Obaveštavanje javnosti o izlaganju komunalnoj buci 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).

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.

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.

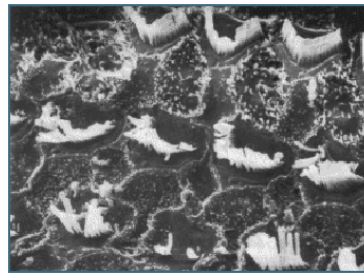
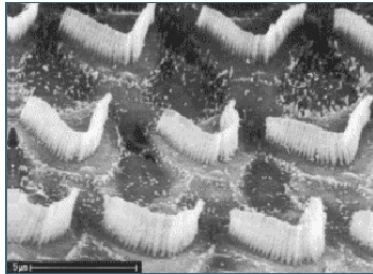
Nivo uznemiravanja zvukom zavisi ne samo od kvaliteta zvuka već i od našeg stava ka tome. (Npr. zvuk novog mlaznjaka može biti muzika za uši konstruktora, ali i noćna mora za stanovnike koji žive u blizini aerodroma). Takođe, zvuk ne mora biti glasan da bi uznemiravao nekoga. Škripa poda ili slavina koja kaplje može „izvesti iz takta“ isto koliko, recimo i glasna grmljavina.

Zato se danas posebna pažnja posećuje tzv. "annoyance" faktoru-(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 treperenja Razorene cilije nakon dejstva jake, impulsne buke



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), 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 visceralne organe, čime se reguliše njihova funkcija.

Ova dva dela autonomnog nervnog sistema su sa pretežno suprotnim funkcijama, stimulišu, odnosno deluju inhibitorno 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 hiperreaktivnost osovine hipotalamus-hipofiza-srž 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 ACTH² hormona (hormona hipofize) i kortikosteroida (hormona kore nadbubrežnih žlezdi), što dovodi do povećanja perifernog otpora, retencije tečnosti, itd.

Navedene pojave, između ostalog, dovode klinički do povećanja 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.

² ACTH-adrenokortikotropni hormon, koga luči hipofiza, a koji utiče na lučenje mineralo- i glikokortikoida-hormona kore nadbubrežne žlezde.

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

Za izradu strateških karata buke koriste se tzv. osnovni indikatori buke. To su: indikator dnevne buke (L_{day}), indikator večernje 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 zvuka za sve navedene periode tokom godine. Strateške karte buke predstavljaju podatke o postojećim i procenjenim nivoima buke, koji su prikazani indikatorima buke. 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 pouzdanj 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 komunalne buke i geografski predstavljena distribucija emisije buke za određeno područje, gde su bojama predstavljeni različiti intervali nivoa zvuka, 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 buke³.

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

- Sprovođenje merenja tzv. dugovremenih ekvivalentnih nivoa buke, kao što su 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.
- Nabavka savremenog uređaja kojim je moguće sprovesti spomenuta 24-časovna merenja inteziteta buke u životnoj sredini, pošto su ti vremenski intervali pouzdaniji i daju znatno tačnije podatke o nivou buke
- 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).
- Zeleni pojas, zaštitne ograde duž opterećenih saobraćajnica, železničkih pruga.
- Primena strožih ograničenja pri tehničkim pregledima vozila koji važe u EU (75 dB za putnička i 80 dB za teretna motorna vozila).
- Posebne takse za bučnija vozila (npr. neka dizel-vozila), 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.
- 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 prosvetčavanje 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, Denmark
 - 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 2009.(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.