

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET

Josip Lakušić

**PRIMJENJIVOST OPREME ZA SMIRIVANJE PROMETA KAO MJERE
ZA ZAŠTITU OD BUKE CESTOVNOG PROMETA**

Zagreb, 2019.

Ovaj rad izrađen je u Zavodu za prometnice Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom prof.dr.sc. Vesne Dragčević i komentorstvom dr.sc. Tamare Džambas predan je na natječaj za dodjelu Rektorove nagrade za akademsku godinu 2018. / 2019.

Popis i objašnjenje kratica korištenih u radu

Oznaka	Mjerna jedinica	Opis
L_{den}	dB	Indikator buke za dan – večer – noć
L_{Aeq}	dB	Ekvivalentna trajna razina buke
L_{Amax}	dB	Maksimalna razina buke zabilježena prilikom mjerenja
L_{RAeq}	dB	Ocjenska razina buke imisije
MM1	-	Prvo mjerno mjesto
MM2	-	Drugo mjerno mjesto
L1	-	Lokacija 1
L2	-	Lokacija 2
L3	-	Lokacija 3
L4	-	Lokacija 4
L5	-	Lokacija 5
L6	-	Lokacija 6
L7	-	Lokacija 7

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. OPĆI I SPECIFIČNI CILJEVI RADA.....	3
3. BUKA OKOLIŠA.....	4
3.1. Regulatora u Republici Hrvatskoj.....	4
3.2. Utjecaj buke na zdravlje ljudi.....	6
3.3. Mjere zaštite u urbanim područjima.....	6
4. OPREMA ZA SMIRIVANJE PROMETA – UMJETNE IZBOČINE I UZDIGNUTE PLOHE..	8
4.1. Primjena u Republici Hrvatskoj	8
4.2. Provedena istraživanja i preporuke za primjenu	10
5. EKSPERIMENTALNI DIO.....	15
5.1. Opis ispitivanja.....	15
5.2. Opis lokacija	17
5.3. Opis lokacija i rezultati ispitivanja	19
5.3.1. Ulica Dragutina Golika	19
5.3.1.1. Razine buke pojedinačnih vozila	20
5.3.1.2. Ekvivalentne razine buke.....	22
5.3.2. Jablanska ulica	24
5.3.2.1. Razine buke pojedinačnih vozila	25
5.3.2.2. Ekvivalentne razine buke	27
5.3.3. Ulica Hrgovići	29
5.3.3.1. Razine buke pojedinačnih vozila	30
5.3.3.2. Ekvivalentne razine buke	31
5.3.4. Ulica Srednjaci	33
5.3.4.1. Razine buke pojedinačnih vozila	34
5.3.4.2. Ekvivalentne razine buke	35
5.3.5. Trnjanska ulica	37

5.3.5.1. Razine buke pojedinačnih vozila	38
5.3.5.2. Ekvivalentne razine buke	40
5.3.6. Nalješkovićeve ulica	42
5.3.6.1. Razine buke pojedinačnih vozila	42
5.3.6.2. Ekvivalentne razine buke	43
5.3.7. Ulica Pile IV	45
5.3.7.1. Razine buke pojedinačnih vozila	46
5.3.7.2. Ekvivalentne razine buke	46
6. DISKUSIJA.....	49
7. ZAKLJUČAK.....	55
8. ZAHVALA.....	57
10. POPIS SLIKA	60
11. POPIS TABLICA	65
12. SAŽETAK.....	66
13. SUMMARY	67

1. UVOD

Buka u okolišu narušava kvalitetu života i zdravlje ljudi. Smetnje variraju od nelagode do ozbiljnih oštećenja sluha, ali i drugih zdravstvenih smetnji [1].

Industrijalizacija i razvoj suvremenog društva povezana je s izgradnjom razgranate mreže cestovnog, željezničkog, zračnog prometa, ali i drugih prometnih sustava, a upravo su industrija i promet glavni izvori buke u okolišu [2].

Iako je problem visokih razina buke u okolišu, obzirom na gospodarsku i prometnu razvijenost područja manje ili više izražen, on je prisutan kako u Svijetu tako i u Hrvatskoj. Zato se nastoji smetnje uzrokovane bukom smanjiti te se sustavno poduzimaju mjere za njezino smanjenje te poboljšanje kvalitete života i zdravlja ljudi u sredinama gdje su one više od dozvoljenih. Kontinuirano se usvaja i inovira regulativa za mjerenja razina buke u okolišu i ocjenu potrebe za provođenje mjera zaštite, provodi se praćenje stanja u okolišu, provode se istraživanja s ciljem usavršavanja i razvoja mjera zaštite te se radi i na edukaciji građana i njihovoj osviještenosti o problemima koje povišene razine buke mogu izazvati [2].

Cestovna prometna mreža je vrlo razgranata, dostupnost je cestovnog prometa i do najmanjih i najudaljenijih naselja. Samim tim broj stanovnika koji živi i radi u blizini cestovnih prometnica je velik te tako i izloženost buci od cestovnog prometa. Zato se pokazalo da je cestovni promet dominantni izvor buke u okolišu posebice u urbanim, gradskim sredinama. Niz je mjera koje se mogu primijeniti kao način smanjenja buke u okolišu, od onih građevinskih, regulacije prometa do edukacije sudionika u prometu. Iako su građevinske mjere, od kojih su najpoznatije barijere za zaštitu od buke, najučinkovitije u urbanim, gusto naseljenim područjima, gdje je ovaj problem i najizraženiji, ne mogu se primijeniti. U tim se područjima primjenjuje niz drugih mjera zaštite kao na primjer: tihe kolničke površine, preusmjeravanje prometa, ograničenje brzine, zabrane prometovanja određenih tipova vozila i sl. [2].

O cestovnom se prometu češće govori kao problemu, ne s aspekta zaštite okoliša, već sigurnosti prometa. Veliko prometno opterećenje, sve modernija vozila koja razvijaju sve veće brzine vožnje, uzrok su brojnih prometnih nesreća s velikim materijalnim štetama, teškim ozljedama i smrtnim ishodima po sudionike u prometu. Značajna su ulaganja u poboljšanje cestovne infrastrukture i signalizacije i opreme, raširene su kampanje koje provode ministarstva unutarnjih poslova i različite udruge kako bi se povećala sigurnost u prometu. U tom smislu jedna od najznačajnijih mjera je smanjenje brzine [2].

U urbanim se sredinama učestalo kao mjera smanjenja brzine primjenjuju umjetne izbočine i uzdignute plohe kao mjere za smirivanje prometa. Smanjenje brzine mjera je koja doprinosi i smanjenju buke u okolišu. Stoga će se u ovom radu na primjerima iz Zagreba razmatrati utjecaj primjene opreme za smirivanje prometa i smanjenje brzine na mogućnost smanjenja razine buke okoliša i doprinos povećanju kvalitete života i zdravlja ljudi koji žive u blizini ovih prometnica [2].

2. OPĆI I SPECIFIČNI CILJEVI RADA

Ovim radom definirani su sljedeći ciljevi:

- na temelju rezultata ispitivanja utvrditi da li se primjenom opreme za smirivanje prometa i tako smanjenjem brzine smanjuju i razina buke i u kojoj mjeri;
- na temelju rezultata ispitivanja utvrditi koji tipovi (oblik, materijal izrade) umjetnih izbočina i uzdignutih ploha su povoljniji s obzirom na smanjenje razine buke.

3. BUKA OKOLIŠA

U ovom poglavlju je opisano što je buka okoliša, kako ona djeluje na čovjekovo zdravlje te kako je moguće zaštititi se od prekomjerne razine buke.

3.1. Regulatorika u Republici Hrvatskoj

Regulatorika u Republici Hrvatskoj je usklađena s Europskom direktivom, European Directive on the Assessment and Management of Environmental Noise 2002/49/EC [2].

Temeljni dokument je Zakon o zaštiti od buke [3], koji definira što je buka okoliša, što je buka štetna po zdravlje ljudi, parametre za ocjenjivanje i dr. Ovdje je dan izvod pojmova bitnih za izradu ovoga rada:

Buka okoliša definirana je kao: neželjen ili po ljudsko zdravlje i okoliš štetan zvuk u vanjskome prostoru izazvan ljudskom aktivnošću, uključujući buku koju emitiraju: prijevozna sredstva, cestovni promet, pružni promet, zračni promet, pomorski i riječni promet kao i postrojenja i zahvati za koje se prema posebnim propisima iz područja zaštite okoliša pribavlja rješenje o objedinjenim uvjetima zaštite okoliša, odnosno rješenje o prihvatljivosti zahvata za okoliš.

Buka štetna po zdravlje ljudi definirana je kao: svaki zvuk koji prekoračuje propisane najviše dopuštene razine s obzirom na vrstu izvora buke, mjesto i vrijeme nastanka.

Smetanje bukom definirano je kao: stupanj smetnje stanovništva uzrokovane bukom okoliša određene na temelju dobivenih rezultata računalnom metodom ili mjerenjem buke okoliša.

Ocjenjivanje definirano je kao: svaka metoda za izračunavanje, predviđanje, procjenjivanje ili mjerenje vrijednosti indikatora buke ili s njim povezanog štetnog indikatora.

Indikator buke definiran je kao: akustična veličina za opis okoliša koja je povezana sa štetnim učincima buke.

Indikatori buke su sljedeći: L_{den} (indikator buke za dan – večer – noć) jest indikator buke za ukupno smetanje bukom, L_{day} (indikator dnevne buke) jest indikator buke za vremensko razdoblje „dan“, $L_{evening}$ (indikator večernje buke) jest indikator buke za vremensko razdoblje „večer“, L_{night} (indikator noćne buke) jest indikator buke koji uzrokuje poremećaj sna za vremensko razdoblje „noć“ [3]. Navedeni indikatori buke predstavljaju ekvivalentnu trajnu razinu buke (uobičajeno se u literaturi označava oznakom L_{Aeq}), a to je razina buke koja bi na čovjeka jednako djelovala kao promatrana promjenjiva buka istog vremena trajanja i mjeri se u decibelima [dB] [2].

Za specifična ispitivanja i procjene često se koristi i maksimalna razina buke koja se uobičajeno označava s L_{Amax} . To je maksimalna razina buke zabilježena prilikom mjerenja određenog vremena trajanja i mjeri se u decibelima [dB] [2].

Prema Zakonu o zaštiti od buke, zaštita se provodi danonoćno, pri čemu „dan“ traje 12 sati (od 7 do 19 sati), „večer“ traje 4 sata (od 19 do 23 sata), a „noć“ traje 8 sati (od 23 do 7 sati).

Mjere zaštite od buke provode se u cilju smanjenja postojeće buke na dopuštene razine. Zaštitu od buke obavezni su provoditi i osigurati njezino provođenje: tijela državne uprave, jedinice lokalne i regionalne samouprave te pravne i fizičke osobe koje obavljaju registrirane djelatnosti [3].

Najviše dopuštene ocjenske razine buke imisije u otvorenom prostoru propisane Pravilnikom o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave [4], dane su u Tablici 1.

Tablica 1. Dopuštene ocjenske razine buke imisije u otvorenom prostoru [4]

Zona buke	Namjena prostora	Najviše dopuštene ocjenske razine buke imisije L_{RAeq} u dB(A)	
		za dan (L_{day})	za noć (L_{night})
1	Zona namijenjena odmoru, oporavku i liječenju	50	40
2	Zona namijenjena samo stanovanju i boravku	55	40
3	Zona mješovite, pretežito stambene namjene	55	45
4	Zona mješovite, pretežito poslovne namjene sa stanovanjem	55	45
5	Zona gospodarske namjene (proizvodnja, industrija, skladišta, servisi)	- na granici građevne čestice unutar zone - buke ne smije prelaziti 80 dB(A) - na granici ove zone buke ne smije prelaziti dopuštene razine buke s kojom graniči	

Novoizgrađene građevine prometne infrastrukture koje uključuje željezničke pruge, državne ceste i županijske ceste u naseljima, a koje dodiruju, odnosno presijecaju zone iz 1., 2., 3., 4. iz Tablice 1., treba projektirati i graditi tako da razina buke na granici planiranog koridora prometnice ne prelazi ekvivalentnu razinu buke od 65 dB(A) danju, odnosno 50 dB(A) noću [4].

3.2. Utjecaj buke na zdravlje ljudi

O utjecaju buke na zdravlje ljudi i posljedicama izlaganju buci napisana su brojna istraživanja, no svima je zajedničko sljedeće. Osim što može uzrokovati oštećenje sluha, buka stvara i stanje stresa.

Buka na čovjeka djeluje izravno i neizravno, izazivajući umor i smanjenje radne sposobnosti, ometa sporazumijevanje, koncentraciju, odmor i san. Osjetljivost na buku je individualna te ovisno o razini i frekvenciji buke, kao i dužini izloženosti, buka može izazvati blage i prolazne smetnje, ali i trajna oštećenja.

Izloženost intenzivnoj buci ima izravan utjecaj na zdravlje ljudi odnosno uzrokuje oštećenje sluha, dok neizravno buka utječe na zdravlje mnogih organa i tjelesnih sustava kao što su živčani i krvožilni sustav, probavni te hormonski sustav, a može dovesti i do metaboličkih te endokrinoloških poremećaja.

Buka negativno utječe na svakodnevne aktivnosti ljudi, sporazumijevanje, učenje, slušanje, koncentraciju i druge mentalne aktivnosti. Izaziva neraspoloženje, razdražljivost, nemir, smetnje mentalnog zdravlja i ponašanja, umor i nesanicu. Buka općenito narušava kvalitetu života i zdravlja. Kada je riječ o utjecaju okoliša na zdravlje, buka se po svojim štetnim posljedicama nalazi odmah iza zagađenja zraka [1].

3.3. Mjere zaštite u urbanim područjima

Mjere za zaštitu zdravlja od prekomjerne izloženosti buci obuhvaćaju mjerenje intenziteta buke, primjenu suvremene tehnologije u svim infrastrukturnim sektorima, izradu strateških karata buke i akcijskih planova kao i provođenje raznih zakonskih mjera. Cilj navedenih mjera je sprječavanje ili smanjivanje štetnih učinaka buke na zdravlje ljudi. Monitoring, istraživanje i edukacije mjere su koje su nužne kako bi se što učinkovitije i svjesnije upravljalo bukom okoliša, kontinuirano informiralo javnost o štetnosti izlaganju prekomjernoj razini buke te upućivalo na rizike po zdravlje uslijed pretjeranog izlaganja buci [1].

Najuspješnija je zaštita od buke, ako se smanji na najmanju moguću mjeru njezin nastanak. To uključuje sve mjere koje se provode kako bi razina buke na izvoru bila čim manja, a ako promatramo cestovni promet to su mjere koje se odnose na poboljšanja samog vozila, ceste te uređenje i planiranje prometa. Mjere za smanjenje buke cestovnog prometa na izvoru koje se ne odnose na vozilo predmet su proučavanja u okviru strojarstva. Ostale mjere smanjenja razine buke na izvoru su:

- smanjenje brzine vožnje koje se može postići ograničenjem brzine prometnim znakom i dodatno umjetnim izbočinama ili uzdignutim ploham na kolniku;

- odabir tiše vrste vozne površine;
- bolje održavanje cesta i vozila;
- upravljanje prometom tako da se smanji prometno opterećenje preusmjeravanjem prometa na prometnice koje prolaze manje naseljenim ili industrijskim, a ne stambenim zonama namjene;
- edukacija vozača o potrebi vožnje u manjem stupnju prijenosa naročito u noćnim satima ili pokraj škola, bolnica i sl.;
- te u konačnici uvođenje određenih „zabrana“ (zabrane prometovanja u noćnim satima i sl.).

Ove se mjere mogu provoditi u gusto izgrađenim urbanim sredinama. Svakom pojedinom ostvaruje se relativno mala zaštita, ali dobrim upravljanjem i njihovom kombinacijom može se postići značajno poboljšanje stanja.

Smanjenje ukupne razine buke može se postići izvedbom tihih fasada na stambenim objektima koju mogu provoditi sami vlasnici objekata.

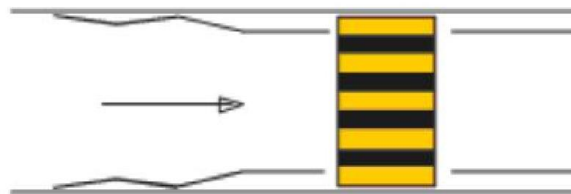
Izgradnja različitih tipova i vrsta barijera za zaštitu od buke, kao najučinkovitija mjera zaštite, ograničena je na primjenu u manje izgrađenim i izvangradskim područjima [2].

4. OPREMA ZA SMIRIVANJE PROMETA – UMJETNE IZBOČINE I UZDIGNUTE PLOHE

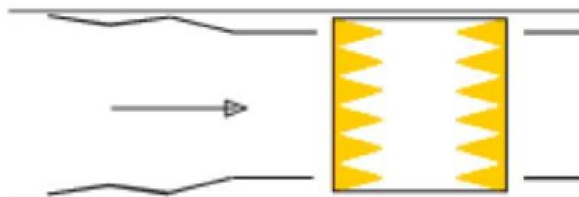
U ovom poglavlju dan je prikaz regulative vezane za primjenu opreme za smirivanje prometa, njezina primjena u Republici Hrvatskoj te neka iskustava i provedena istraživanja u Svijetu.

4.1. Primjena u Republici Hrvatskoj

Primjena opreme za smirivanje prometa koja, između ostaloga, uključuje umjetne izbočine i uzdignute plohe, koje su predmet ovoga rada, u Republici Hrvatskoj regulirana je Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji, i opremi na cestama. Umjetne izbočine i uzdignute plohe označavaju se na kolniku žutom bojom (Slika 1. i Slika 2.) [5].



Slika 1. Prikaz označavanja umjetnih izbočina na kolniku (H64) [5]



Slika 2. Prikaz označavanja uzdignute plohe na kolniku (H65) [5]

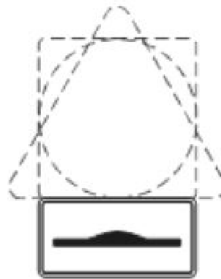
Umjetne izbočine su konveksnog profila (Slika 1.), a uzdignute plohe trapeznog profila (Slika 2.). Iste se moraju razlikovati od kolne površine ceste po materijalu i boji tako da budu dobro vidljive i danju i noću.

Umjetne izbočine i uzdignute plohe mogu se postavljati samo na cestama u naselju (stambenim četvrtima) kojima se prilazi zonama u kojima je nužno usporavanje brzine kretanja vozila radi sigurnosti prometa, a na temelju prometnog projekta i analize opravdanosti, uz prethodnu suglasnost Zakona o javnim cestama (Narodne novine, broj 180/04) [5].

Postavljanje uzdignutih ploha ili umjetnih izbočina na određenom mjestu određuju jedinice lokalne i područne samouprave u suradnji s Ministarstvom unutarnjih poslova, a sve temeljem odredbi Zakona o sigurnosti prometa na cestama. Za njihovo postavljanje

odgovorni su lokalni policajci, lokalni načelnici, gradonačelnici i njihovi suradnici. Ovakva se praksa provodi u Zagrebu i u ostalim naseljenim mjestima gdje se oprema za smirivanje prometa postavlja [6].

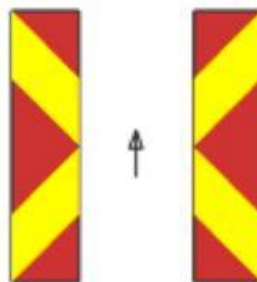
Umjetne izbočine i uzdignute plohe moraju biti označene dopunskom pločom E44 kao na Slici 3. uz prometni znak djeca na cesti ili ograničenje brzine, prometnim znakom koji označava izbočinu na cesti C10 – (Slika 4.), pločama za označavanje bočne zapreke - K17 i K18 (Slika 5.) te oznakama na kolniku (Slika 1. i Slika 2.). Njihova površina mora biti izrađena od neklizajućeg materijala i označena stalnim reflektirajućim tvarima na onoj strani s koje se vozilo približava [5].



Slika 3. Prikaz dopunske ploče E44 [5]



Slika 4. Prikaz prometnog znaka C10 – izbočina na cesti [5]



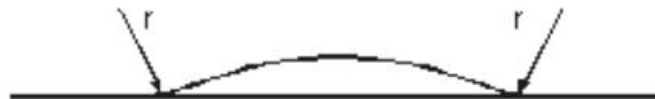
Slika 5. Prikaz prometnog znaka K17 i K18 – ploča za označavanje bočne zapreke [5]

Izbočine se postavljaju preko polovine ili po cijeloj širini prometnog traka. Ako se postavljaju u nizu međusobna udaljenost izbočina može biti od 20 do 60 m ovisno o situaciji. Ovisno o ograničenju brzine, sljedećih su dimenzija:

- za 50 km/h ili manje, njihova širina ne smije biti manja od 60 cm, a visina ne smije prelaziti 3 cm;

- za 40 km/h ili manje, njihova širina ne smije biti manja od 90 cm, a visina ne smije prelaziti 5 cm;
- za 30 km/h ili manje, njihova širina ne smije biti manja od 120 cm, a visina ne smije prelaziti 12 cm.

Tipovi za 50 km/h i 40 km/h moraju se izvoditi od modularnih elemenata (gume ili plastične mase), a tip za 30 km/h može se izvoditi i od asfaltne mješavine. Izbočina poprečno na smjer vožnje na spoju s kolnikom treba biti zaobljena kao što je prikazano na Slici 6. [5].



Slika 6. Prikaz umjetne izbočine [5]

Uzdignute plohe su građevinski izvedene površine za prisilno smanjenje brzine. Izvode se pojedinačno ili u nizu obično na mjestima gdje se pojedinačno ili u nizu većinom nalazi obilježeni pješački prijelaz (Slici 7.). Visina plohe je 7 do 12 cm. Nagib prijelaznih rampi iznosi između 1:10 i 1:20, a dužina prilaznih rampi ovisi o visini plohe i minimalno iznosi jedan metar [5].



Slika 7. Prikaz uzdignute plohe [5]

Prilikom izrade rada uočeno je da se u gradu Zagrebu primjenjuje više tipova umjetnih izbočina i uzdignutih ploha, koje se razlikuju po materijalu izvedbe i geometrijskom oblikovanju. Postavljaju se, ovisno o lokaciji, pojedinačno ili više njih uzastopno na različitim međusobnim udaljenostima. Najčešće se postavljaju one uzdignute plohe i umjetne izbočine koje su proizvede od betona ili reciklirane gume. Uočeno je, kod uzastopnog postavljanja, da su na istoj lokaciji izvedeni različiti tipovi umjetnih izbočina i uzdignutih ploha. Autoru rada nije poznato da postoji dokument o postupku izbora tipa umjetne izbočine ili uzdignute plohe u gradu Zagrebu. U ovom je radu dan detaljan prikaz uzdignutih ploha i umjetnih izbočina na sedam lokacija u gradu Zagrebu na kojima je promatran njihov utjecaj na stanje razina buke u okolišu [7].

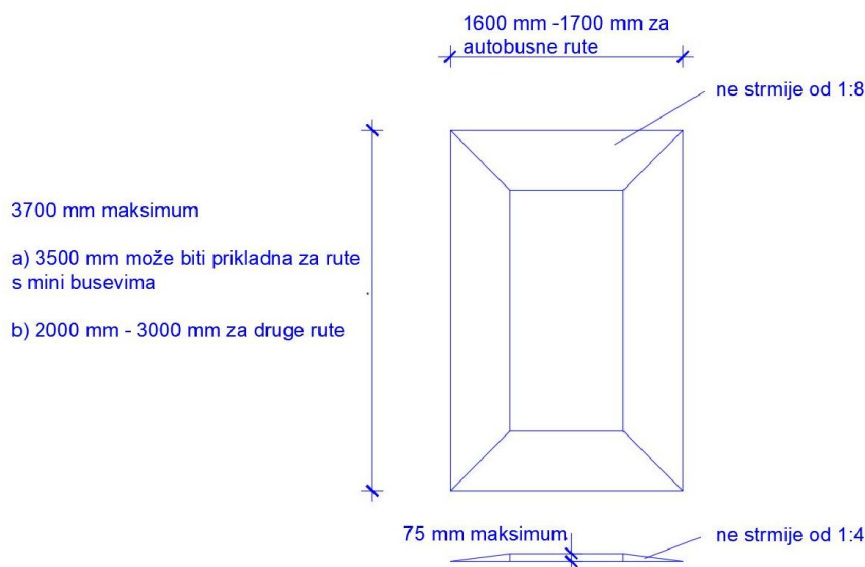
4.2. Provedena istraživanja i preporuke za primjenu

Može se uočiti da oprema za smirivanje prometa ima široku primjenu i u drugim zemljama Svijeta te da je predmet znanstvenih istraživanja i stručnih ekspertiza sljedeće:

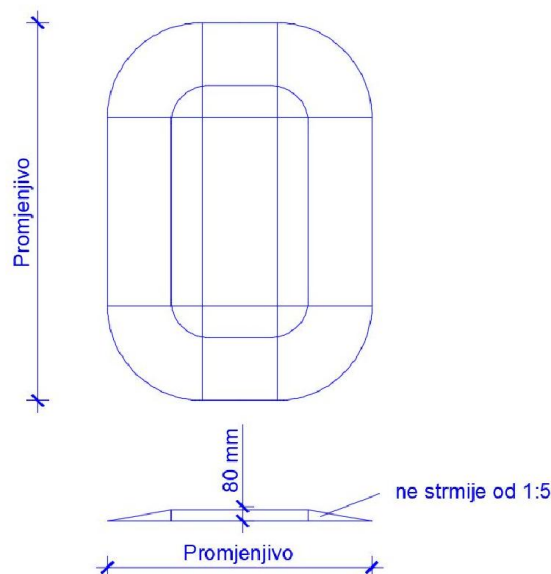
- oblikovanje;

- načina postavljanja na kolnik;
- materijali od kojih se izrađuje;
- dinamički utjecaj na vozilo;
- učinkovitost vezano za sigurnost prometa, ali i zaštitu od buke.

U istraživanju [8] navodi se da nagibi bočnih rampi uzdignutih ploha ne smiju biti strmiji od 1:4, a nagibi ulaznih i izlaznih rampi strmiji od 1:8 (Slika 8.). Tamo gdje prometuju autobusi mogu se koristiti uzdignute plohe s nagibom rampe od 1:6, ali mogu se koristiti i uzdignute plohe sa zakrivljenom rampom prosječnog nagiba od 1:5 (Slika 9.), koje ne uzrokuju veliku nelagodu kod putnika. Za visinu uzdignutih ploha bi se trebalo 80 mm uzeti kao apsolutni maksimum (Slika 9.). Visine manje od 65 mm primjenjuju se u slučaju užih ploha.



Slika 8. Prikaz prvog tipa uzdignute plohe [8]



Slika 9. Prikaz drugog tipa uzdignute plohe [8]

Ukupna duljina uzdignutih ploha varira između 1.7 m i 3.4 m, ali uglavnom se grade one čija duljina iznosi između 2 m i 2.5 m. Ispitivanja nisu pokazala nikakve velike razlike u pogledu nelagode tijekom vožnje. Nadalje, uzdignuta ploha širine od 1.9 m će imati nešto veću učinkovitost u smanjenju brzine vožnje od uzdignute plohe širine od 1.6 m.

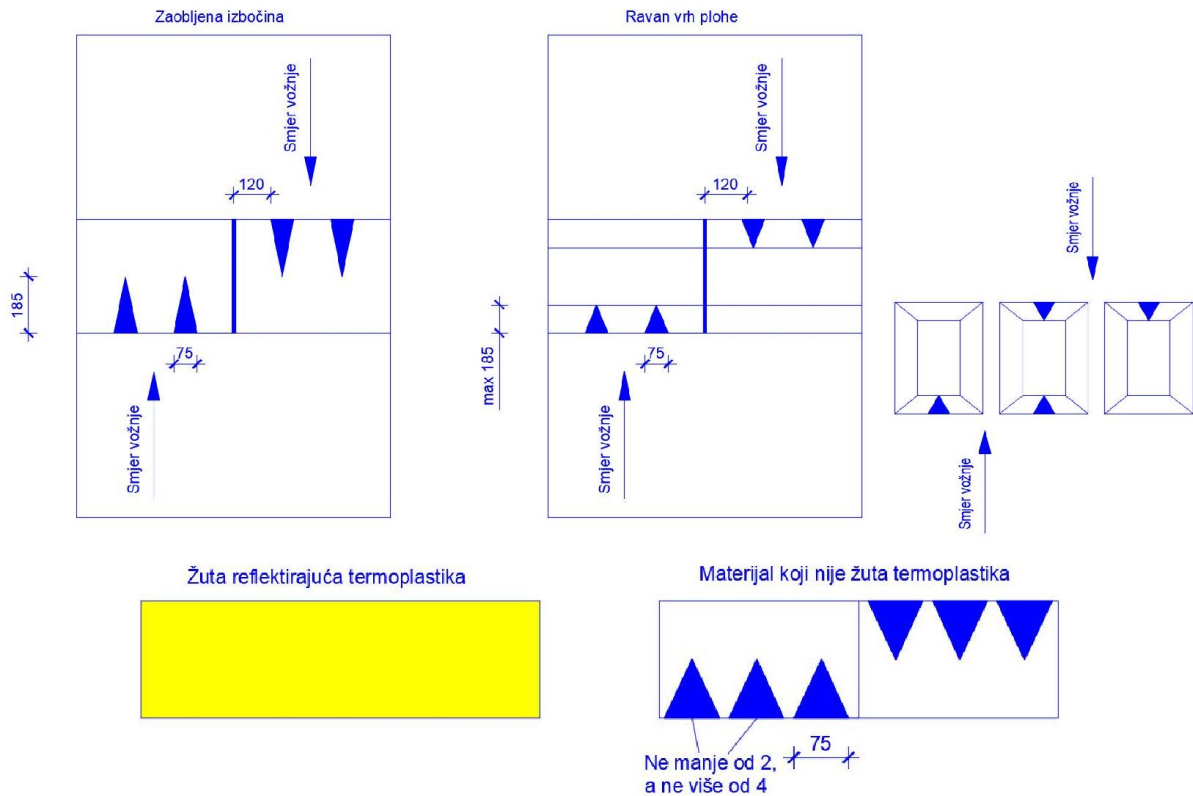
Uzdignute plohe s duljinom od 3.5 m, širinom od 1.6 m i visinom koja ne prelazi 65 mm, te s ulaznim i izlaznim rampama nagiba manjih od 1:8, uzrokuju nelagodu kod putnika u mini i srednjim autobusima [8]. Uzdignuta ploha širine od 1.9 također nije prikladna za prolazak autobusa [8].

Vrlo uske uzdignute plohe je potrebno izbjagavati jer nemaju nikakvog fizičkog utjecaja na vozilo, već samo psihički utjecaj na vozača [8]. Takve uske uzdignute plohe postavljaju se na međusobnom razmaku između 60 m i 80 m kako bi brzina koja pokriva 85% brzine vožnje svih vozila iznosila od 40 km/h do 50 km/h.

Minimalna udaljenost uzdignute plohe od ruba kolnika iznosi 75 cm. Razmak između dvije uzdignute plohe koje se ugrađuju u istom poprečnom presjeku ceste bi također trebao iznositi minimalno 75 cm, iako se zbog prolaska motociklista i biciklista preporučuje da ta udaljenost iznosi 1 m. Prilikom postavljanja uzdignutih ploha u zoni raskrižja potrebno je voditi računa o tome da bi velika vozila mogla skrenuti i ispraviti se prije nego što dođu na uzdignutu plohu [8].

Prisutnost uzdignute plohe može dovesti do smanjenja buke od prometa. Moguće je da će se pojaviti neka smetnja koja će uzrokovati promjene u razinama buke na uzdignutoj plohi te razinama buke poslije ili prije uzdignute plohe. Obzirom na navedeno, razmak između uzdignutih ploha treba odabrati na način da brzina vožnje na promatranoj dionici ceste bude konstantna, kako bi i razlike u razinama buke bile manje. Istraživanja su pokazala da optimalan razmak uzdignutih ploha s aspekta zaštite od buke treba iznositi 50 m [8].

Cestovne oznake na uzdignutoj plohi ili umjetnoj izbočini prikazane su na Slici 10. Trokutastu cestovnu oznaku na uzdignutoj plohi ili umjetnoj izbočini treba postaviti na rampi prilaza. Ako vozila dolaze s obje strane, potrebno je postaviti trokutastu cestovnu oznaku sa svake strane prilazne rampe uzdignute plohe ili umjetne izbočine. Kada je umjetna izbočina građena od žutog reflektirajućeg termoplastičnog materijala cestovne oznake nisu potrebne. Ako se koristi neki drugi materijal, on ne bi trebao biti žute boje i trebalo bi se koristiti trokutaste cestovne oznake na prijelaznim rampama (ako se u njega može ugraditi žuti materijal onda cestovne oznake nisu potrebne). Broj oznaka koji se upotrebljava potrebno je utvrditi prema prometnoj situaciji. Na jednoj strani ne bi trebalo iscrtati manje od dvije oznake niti više od četiri oznake [9].



Slika 10. Prikaz cestovnih oznaka na uzdignutoj plohi ili umjetnoj izbočini [9]

U slučaju jednosmjerne prometnice trokutaste cestovne oznake potrebno je upotrijebiti na cijeloj širini kolnika. U zonama ograničenja brzine na 30 km/h oznake i upozorenja nisu potrebna. Ipak, oznake se mogu koristiti ako se smatra potrebnim, posebno kako bi poboljšala uočljivost uzdignute plohe ili umjetne izbočine na cesti. U ostalim zonama potrebno je koristiti oznake i upozorenja prikazana na Slici 11. [9].



Slika 11. Upute od „Traffic Signs Regulations and General Directions 1994“ [9]

Istraživanje [10] provedeno na jednoj dvosmjernoj dvotračnoj prometnici pokazalo je da je maksimalna razina buke izvan područja uzdignute plohe ili umjetne izbočine iznosila između

77 i 86 dB(A), dok je na mjestima uzdignute plohe ili umjetne izbočine razina buke bila veća za 1-13 dB(A). Najveće povećanje razina buke uzrokovali su osobni automobili.

Drugo istraživanje [11] pokazalo je da je maksimalna razina buke izvan područja uzdignute plohe ili umjetne izbočine, ovisno o vrsti vozila, iznosila između 70 i 81 dB(A). Maksimalna razina buke na mjestima uzdignute plohe ili umjetne izbočine razina buke bila je veća za 1-5 dB(A), pri čemu je povećanje razine buke za kamione i vozila na tri kotača iznosilo oko 5 dB(A). Najmanje povećanje prosječne maksimalne razine buke uočeno je kod osobnih automobila i kombija.

5. EKSPERIMENTALNI DIO

U ovom poglavlju je opisano u radu provedeno ispitivanje. Dan je opis izabranih lokacija za mjerenje razine buke u gradu Zagrebu, mjerenje razina buke te opis vrsta i tipova umjetnih izbočina i uzdignutih ploha postavljenim na izabranim lokacijama.

5.1. Opis ispitivanja

Mjerenja su se provodila na dvosmjernim dvotračnim cestama. Mjerenje buke provodilo se na dva mjesta (Slika 12.):

- mjerno mjesto (MM1): na umjetnoj izbočini ili uzdignutoj plohi (mjesto poprečne osi);
- mjerno mjesto (MM2): 50 m prije ili poslije umjetne izbočine ili uzdignute plohe.

Korištena su dva zvukomjera, B&K 2260 (Slika 13.) i B&K 2270 (Slika 13.), koja su u vlasništvu Zavoda za prometnice Građevinskog fakulteta u Zagrebu. Uređaj B&K 2270 je bio postavljen na lokaciji umjetne izbočine ili uzdignute plohe, dok je uređaj B&K 2260 bio udaljen 50 m od iste (Slika 12.). Oba uređaja su bila postavljena na tronožac i na visini od 1.2 m (Slika 14.), također na oba uređaja je postavljena dodatna zaštitna oprema za zaštitu od vjetra (Slika 14.). Zbog ograničenog prostora za postavljanje uređaja (parkirališna mjesta, ograda, kuća, stambena zgrada i slično) uređaji su u poprečnom presjeku, ovisno o lokaciji, postavljeni na udaljenosti 1.5 – 2 m od ruba (od uzdignutog rubnjaka) prometnice.

Za snimanje prometa u cilju povezivanja prolaska određenog tipa vozila s izmjerenom razinom buke korištene su i dvije GoPro kamere (Slika 14.). Također, kao i uređaji za mjerenje buke, jedna GoPro kamera je postavljena na lokaciji umjetne izbočine ili uzdignute plohe dok je druga postavljena 50 m prije ili poslije iste. Dodatno su, zbog preciznije analize podataka, zapisivana vremena kada su pojedina vozila prošla kroz poprečne presjeka u kojima su bili postavljeni zvukomjeri (na umjetnoj izbočini ili 50 m udaljenosti). Zbog brzine prolaska motornih vozila nije bilo moguće da jedna osoba zapisuje vremena prolaska vozila pa je to učinjeno na oba poprečna presjeka na kojima su bili postavljeni mjerni uređaji (registriranje su provodile dvije osobe) (Slika 12.).

Vrijeme mjerenja razine buke i prometa iznosilo je 15 minuta u periodu „dan“ i 15 minuta u periodu „noć“. Prema Zakonu o zaštiti od buke period „dan“ je od 7 do 19 sati, „večer“ od 19 do 23, a „noć“ od 23 do 7 sati. Budući da su prema Pravilniku o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi borave i rade [4] najviše dozvoljene razine buke za period „dan“ jednake onima za „večer“ u periodu „večer“ mjerenja nisu provođena.

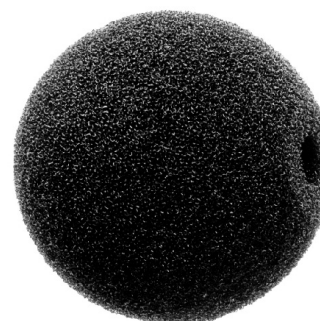
Ispitivanja su provedena na sedam lokacija. Mjerenje su se provodila pri povoljnim vremenskim uvjetima, temperature zraka od 6°C do 10°C, bez vjetra i pri suhom kolniku.



Slika 12. Prikaz probnog mjerenja



Slika 13. Prikaz zvukomjera B&K 2260 (lijevo) [12] i B&K 2270 (desno) [13]



Slika 14. Prikaz tronožaca s GoPro kamerom i zvukomjerom (lijevo), prikaz mjerenja ispitivanja (sredina) te prikaz zaštite protiv vjetra (desno) [14]

5.2. Opis lokacija

Za potrebe ispitivanja, izabrano je 7 različitih lokacija u gradu Zagrebu. Za izbor lokacija primijenjeni su sljedeći kriteriji:

- dvotračna dvosmjerna cesta;
- cesta je u pravcu;
- raskrižja su na dovoljnoj udaljenosti od umjetne izbočine ili uzdignute plohe (tako da ne utječu na povećanje razine buke više od 100 m udaljenosti);
- uzdužni nagib ceste je neznatan (približno horizontalan).

Izabrane lokacije su sljedeće:

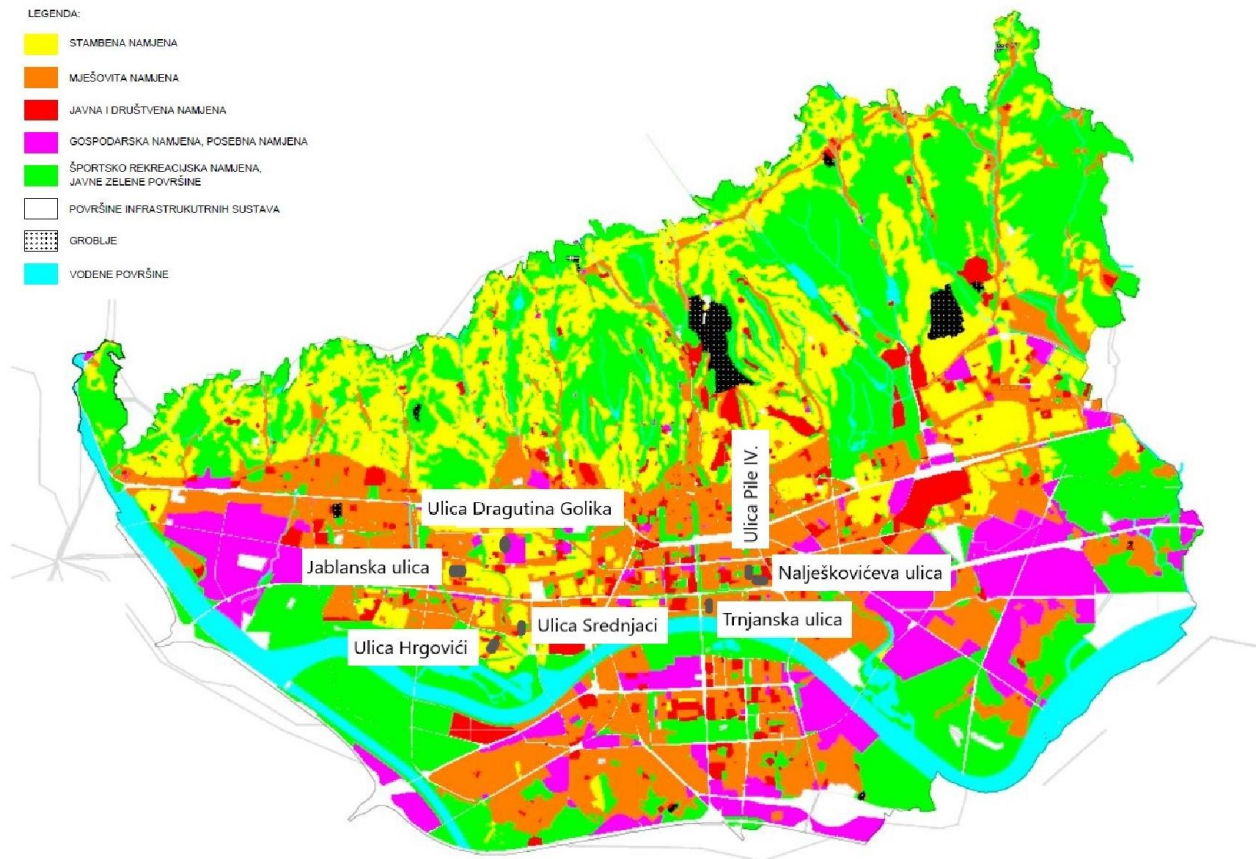
1. Lokacija 1: Ulica Dragutina Golika – trapezne gumene uzdignute plohe;
2. Lokacija 2: Jablanska ulica – poprečna betonska umjetna izbočina;
3. Lokacija 3: Ulica Hrgovići – zaobljena elipsasta gumena umjetna izbočina;
4. Lokacija 4: Ulica Srednjaci – poprečna kockasta umjetna izbočina;
5. Lokacija 5: Trnjanska ulica – poprečna gumena umjetna izbočina;
6. Lokacija 6: Nalješkovićeve ulica – zaobljena elipsasta betonska umjetna izbočina;
7. Lokacija 7: Ulica Pile IV. – poprečna „uža“ betonska umjetna izbočina.

Ulica Dragutina Golika i Jablanska ulica spadaju pod četvrt Trešnjevka – sjever, Ulica Hrgovići i Ulica Srednjaci spadaju pod četvrt Trešnjevka – jug, dok Trnjanska ulica, Nalješkovićeve ulica i Ulica Pile IV. spadaju pod četvrt Trnje [11]. Pokušalo se je ispitivanje svesti na jednu četvrt, ali to nije bilo moguće zbog kriterija o izboru lokacija. Na slici 15. prikazane su lokacije na generalnom urbanističkom planu (GUP-u) grada Zagreba [15].

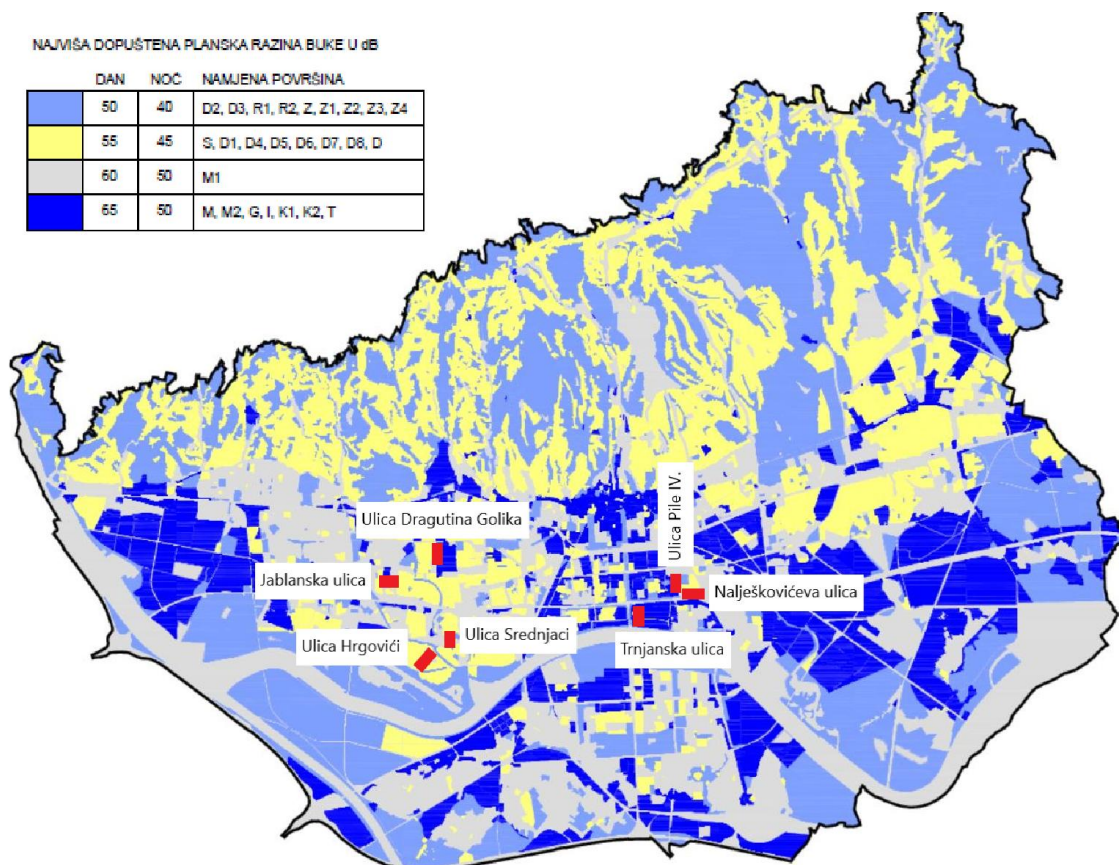
Prema GUP-u grada Zagreba sve lokacije mjerenja smještene su u zoni mješovite namjene (Slika 15.) [15]. U Tablici 2. prikazane su najviše dopuštene planske razine buke prema karti zaštite od buke grada Zagreba (Slika 16.)

Tablica 2. Najviše dopuštene planske razine buke prema karti zaštite od buke grada Zagreba [15]

Lokacija	L_{Aeq} - dan [dB(A)]	L_{Aeq} - noć [dB(A)]
L1: Ulica Dragutina Golika	55	45
L2: Jablanska ulica	50	50
L3: Ulica Hrgovići	50	50
L4: Ulica Srednjaci	50	50
L5: Trnjanska ulica	65	50
L6: Nalješkovićeve ulica	50	50
L7: Ulica Pile IV.	50	50



Slika 15. Prikaz izabranih lokacija na generalnom urbanističkom planu grada Zagreba [15]



Slika 16. Prikaz izabranih lokacija na karti zaštite od buke grada Zagreba [15]

5.3. Opis lokacija i rezultati ispitivanja

Za svaku opisanu lokaciju promatrano je sljedeće:

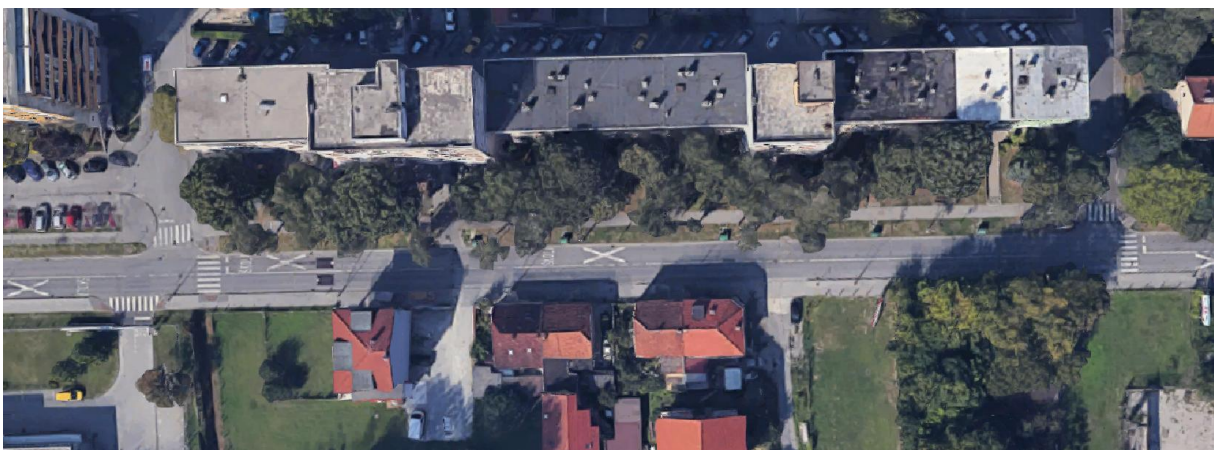
- maksimalna razina buke L_{max} pojedinačnih vozila za 10 uzastopnih osobnih i teretnih vozila te autobusa;
- ekvivalentna razina buke L_{eq} za vremenski period od 15 min za period „dan“ i „noć“.

Kako bi se utvrdilo koji tip umjetne izbočine ili uzdignute plohe je s aspekta zaštite od buke povoljniji (manje izmjerene razine buke) izmjerena je maksimalna razina buke L_{max} za 10 vozila koja su uzastopno prolazila po bližem prometnom traku u odnosu na postavljeni mjerni uređaj. S obzirom da struktura prometnog toka značajno utječe na razinu buke, maksimalna razina buke promatrana je za 10 uzastopnih osobnih i teretnih vozila te autobusa. U slučaju da u trajanju mjerenja nije prošlo 10 navedenih tipova vozila rezultati su prikazani za manji broj pojedinog tipa vozila.

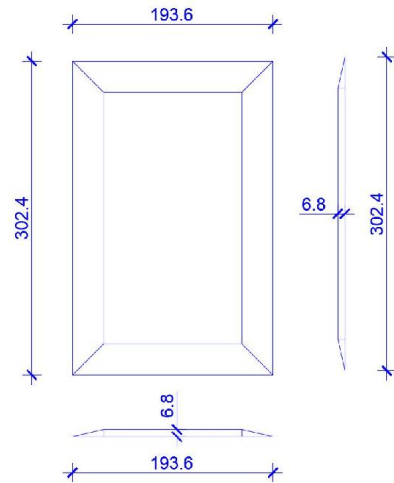
Mjerenje ekvivalentne razine buke L_{Aeq} u periodu „dan“ i „noć“ obavljeno je kako bi se utvrdilo da li su izmjerene vrijednosti manje od dozvoljenih propisanih regulativom.

5.3.1. Ulica Dragutina Golika

U Ulici Dragutina Golika istraživanje je provedeno na potezu između Vinkovačke i Županjske ulice na kojem se nalazi trapezna gumena uzdignuta ploha dimenzija 302.4 x 193.6 x 6.8 cm (Slika 17. i Slika 18.). Na ovoj lokaciji bilježeni su prolasci osobnih vozila, gradskih autobusa, lakih teretnih vozila te kombija. Ograničenje brzine vožnje iznosi 40 km/h. Mjerenja u trajanju od 15 min provedena su u periodu „dan“ i „noć“.



Slika 17. Promatrana dionica u Ulici Dragutina Golika [16]



Slika 18. Trapezna gumena uzdignuta ploha u Ulici Dragutina Golika

5.3.1.1. Razine buke pojedinačnih vozila

Rezultati mjerenja razina buke pojedinačnih vozila u Ulici Dragutina Golika za razdoblja „dan“ i „noć“ pokazali su sljedeće:

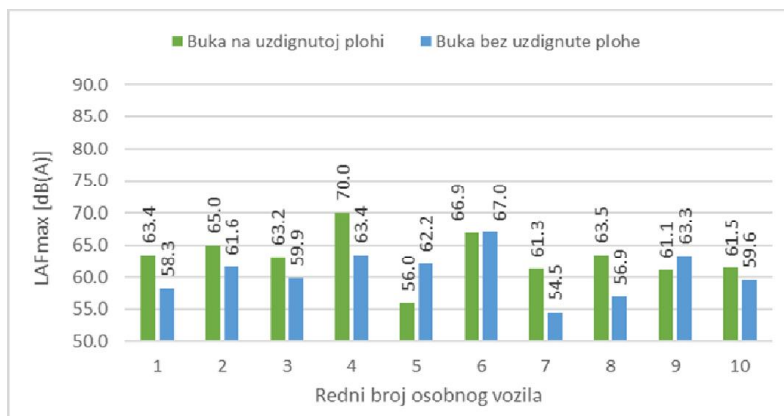
- u slučaju svih promatranih tipova vozila razine buke na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravnini trapezne gumene uzdignute plohe bile su veće od razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo 50 m prije te plohe (Slike 19 – 24);
- prosječna razlika između razina buke za razdoblje „dan“ na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravnini trapezne gumene uzdignute plohe i razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo 50 m prije te plohe u slučaju osobnih vozila iznosila je 2.5 dB(A), u slučaju autobusa 9.5 dB(A), u slučaju lakih teretnih vozila 8.48 dB(A), a u slučaju kombija 5.87 dB(A);
- prosječna razlika između razina buke za razdoblje „noć“ na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravnini trapezne gumene uzdignute plohe i razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo 50 m prije te plohe u slučaju osobnih vozila iznosila je 6.0 dB(A), a u slučaju autobusa 10.3 dB(A).

Prilikom mjerenja uočeno je da vozila prilikom prelaska preko ovog tipa uzdignute plohe nisu značajno smanjivala brzinu vožnje. S obzirom na navedeno, prelazak preko iste rezultirao je povećanjem razina buke.

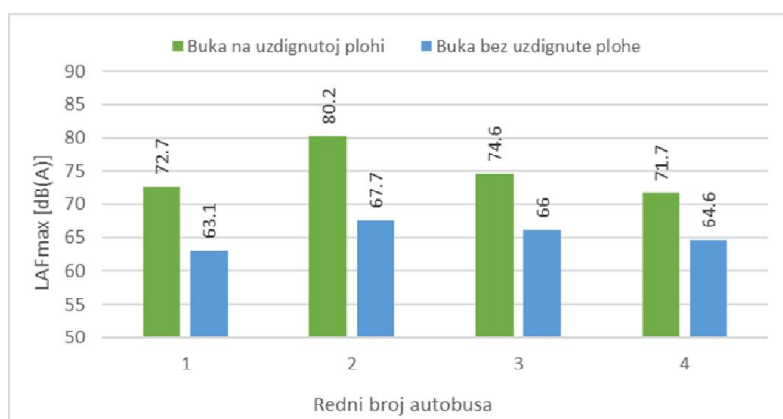
Razine buke na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravnini trapezne gumene uzdignute plohe bile su manje od razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo 50 m prije te plohe samo u sljedećim slučajevima:

- osobno vozilo 5 u razdoblju „dan“ značajno je usporilo prije nego je prešlo preko uzdignute plohe (Slika 19);

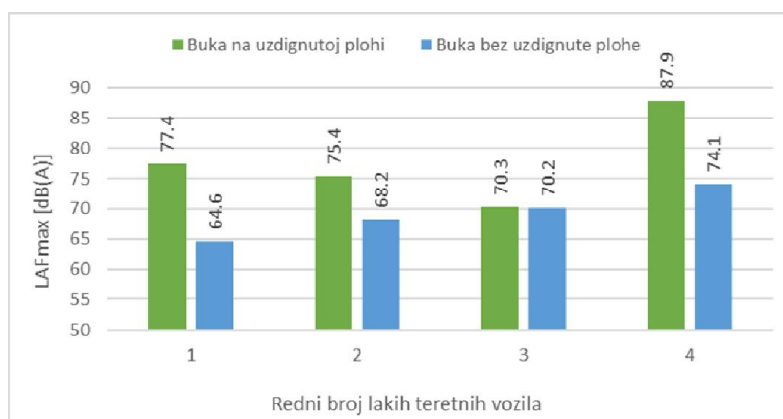
- osobno vozilo 9 u razdoblju „dan“ se ispred mjernog mjesta koje se nalazilo 50 m prije izdignute plohe mimoišlo s dva vozila iz suprotnoga smjera vožnje (Slika 19);
- osobno vozilo 1 i 9 u razdoblju „noć“ ispred mjernog mjesta koje se nalazilo na izdignutoj plohi mimoišlo s dva vozila iz suprotnoga smjera vožnje (Slika 23).



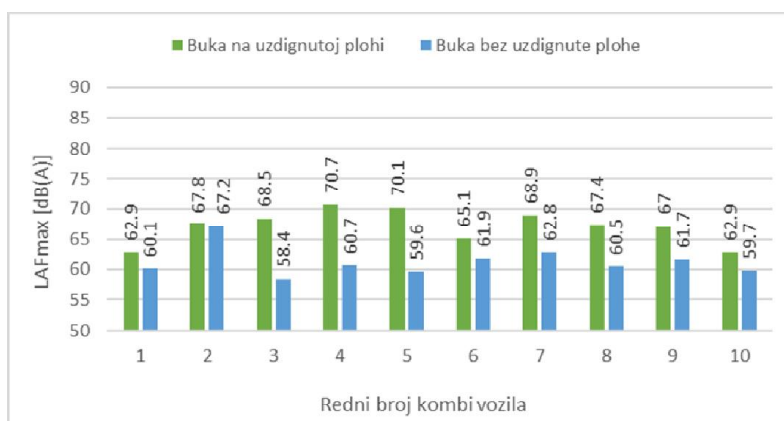
Slika 19. Razine buke osobnih vozila na trapeznoj gumenoj uzdignutoj plohi i 50 m prije trapezne gumene uzdignute plohe – razdoblje „dan“



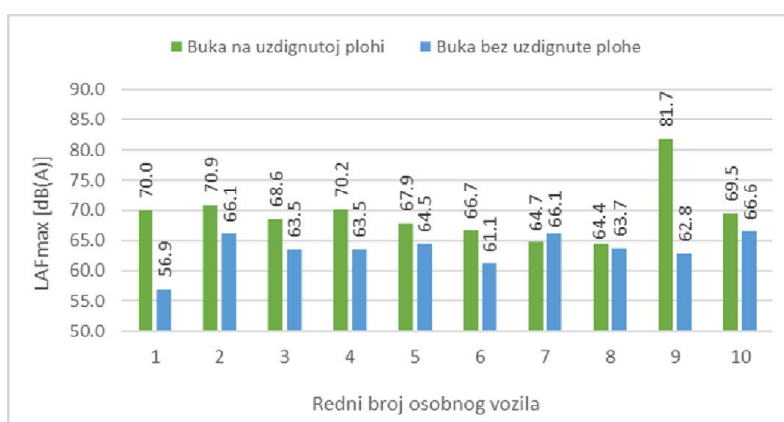
Slika 20. Razine buke autobusa na trapeznoj gumenoj uzdignutoj plohi i 50 m prije trapezne gumene uzdignute plohe – razdoblje „dan“



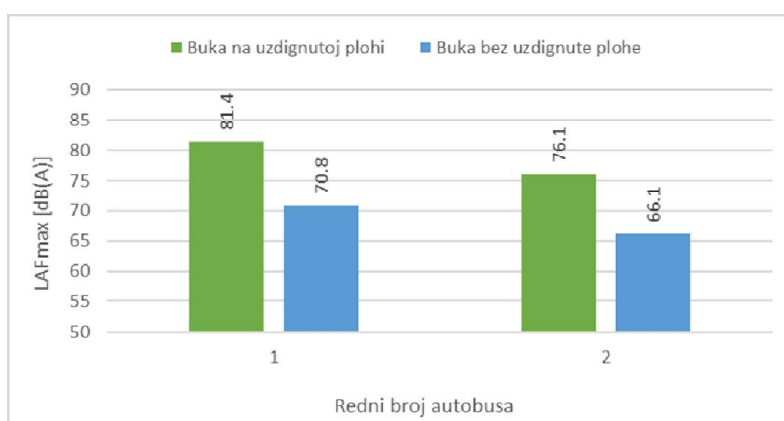
Slika 21. Razine buke lakih teretnih vozila na trapeznoj gumenoj uzdignutoj plohi i 50 m prije trapezne gumene uzdignute plohe – razdoblje „dan“



Slika 22. Razine buke kombija na trapeznoj gumenoj uzdignutoj plohi i 50 m prije trapezne gumene uzdignute plohe – razdoblje „dan“



Slika 23. Razine buke osobnih vozila na trapeznoj gumenoj uzdignutoj plohi i 50 m prije trapezne gumene uzdignute plohe – razdoblje „noć“

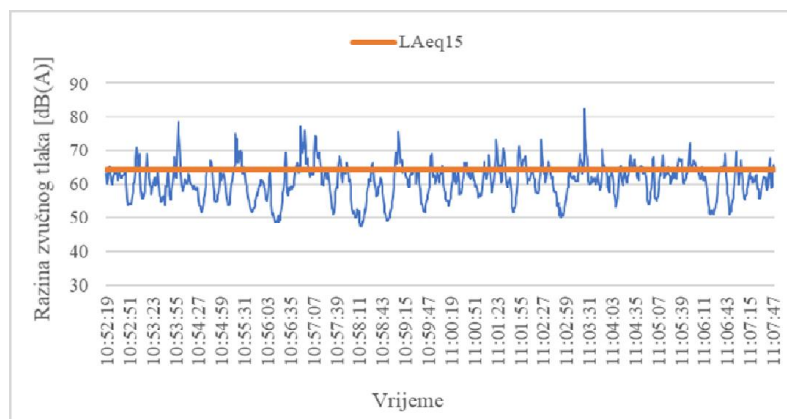


Slika 24. Razine buke autobusa na trapeznoj gumenoj uzdignutoj plohi i 50 m prije trapezne gumene uzdignute plohe – razdoblje „noć“

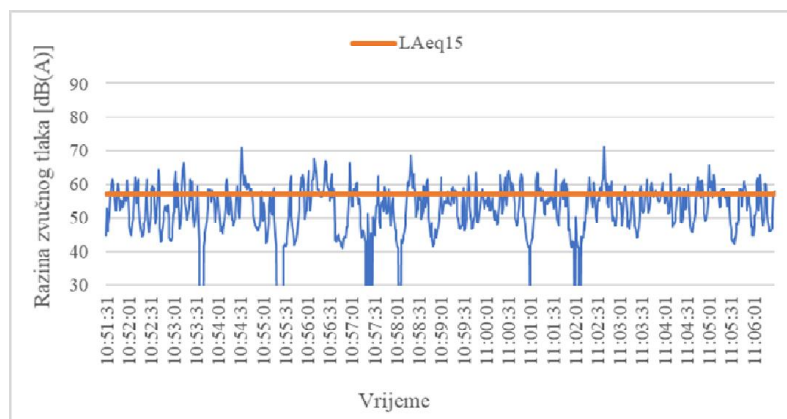
5.3.1.2. Ekvivalentne razine buke

Rezultati mjerenja razina buke tijekom 15 minutnog perioda u Ulici Dragutina Golika pokazali su sljedeće:

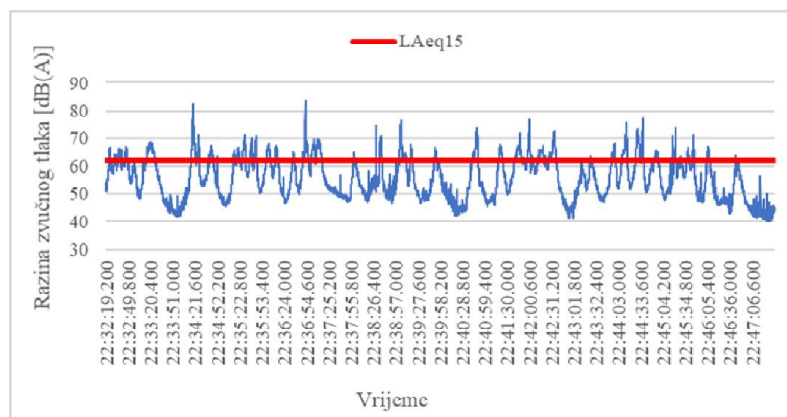
- ekvivalentna razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravnini trapezne gumene uzdignute plohe je u periodu „dan“ iznosila 64.2 dB(A) (Slika 25.), a u periodu „noć“ 61.9 dB(A) (Slika 27.);
- ekvivalentna razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo 50 m prije trapezne gumene uzdignute plohe je u periodu „dan“ iznosila 57.0 dB(A) (Slika 26.), a u periodu „noć“ 53.7 dB(A) (Slika 28.).



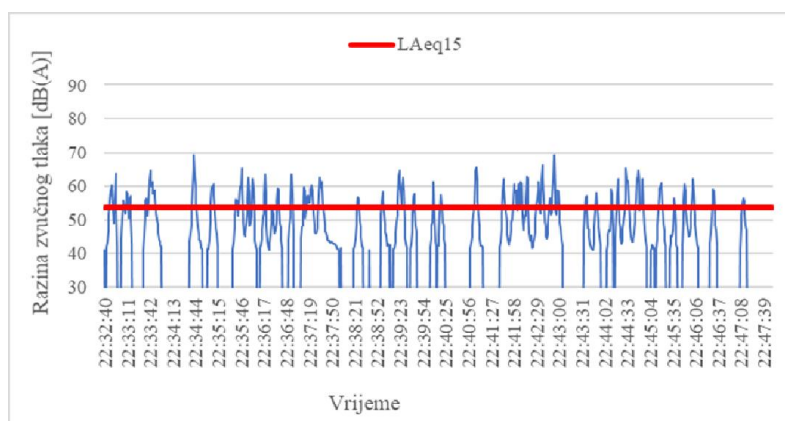
Slika 25. Ekvivalentna razina buke na trapeznoj gumenoj uzdignutoj plohi – razdoblje „dan“



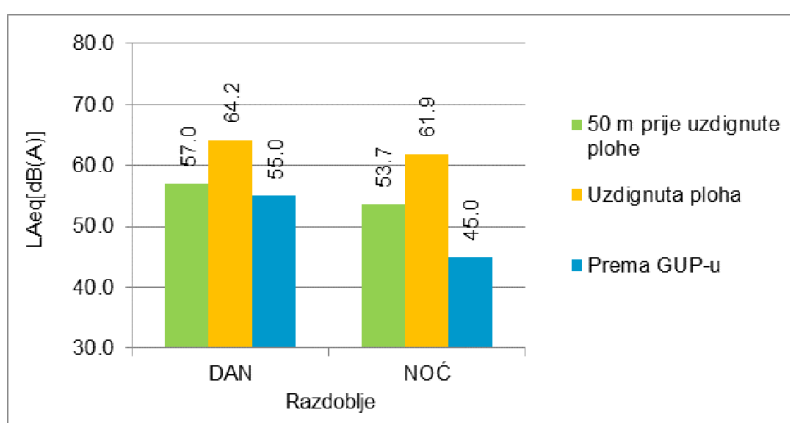
Slika 26. Ekvivalentna razina buke 50 m prije trapezne gumene uzdignute plohe – razdoblje „dan“



Slika 27. Ekvivalentna razina buke na trapeznoj gumenoj uzdignutoj plohi – razdoblje „noć“



Slika 28. Ekvivalentna razina buke 50 m prije trapezne gumene uzdignute plohe – razdoblje „noć“

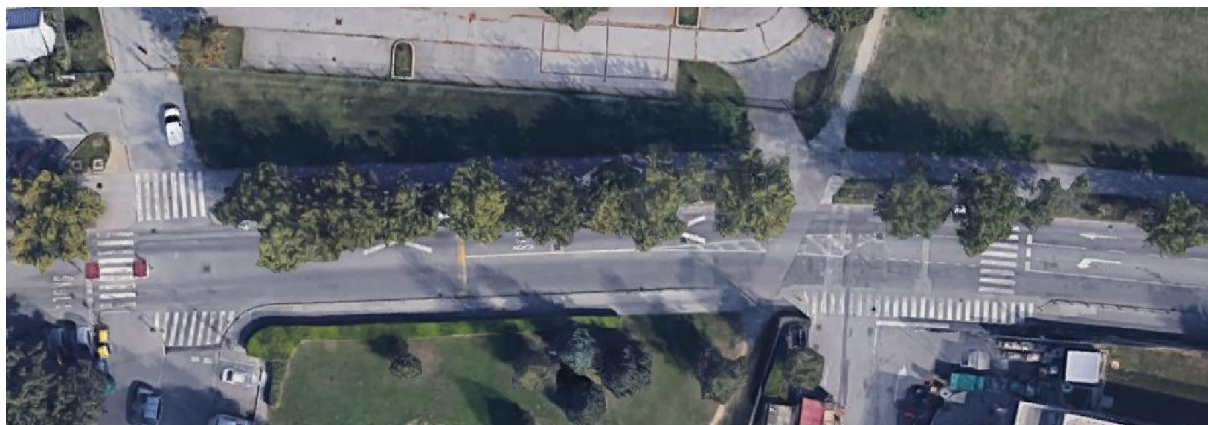


Slika 29. Usporedba ekvivalentnih razina buke dobivenih mjerenjem s najvišim dopuštenim razinama propisanih GUP-om

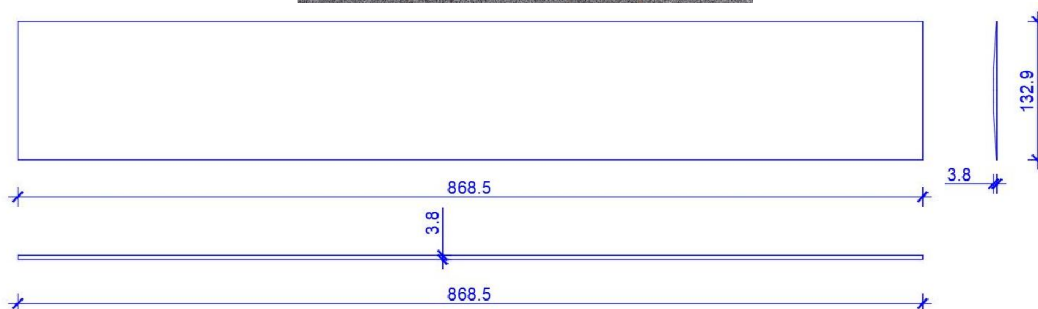
Iz Slike 29. vidljivo je da su razine buke za razdoblje „dan“ i za razdoblje „noć“ izmjerene 50 m prije uzdignute plohe i na uzdignutoj plohi veće od najviših dopuštenih razina buke prema Tablici 2. Razina buke izmjerena na uzdignutoj plohi značajno je veća od dopuštene razine za razdoblje „dan“, za 9.2 dB(A) (Slika 29.). Razina buke izmjerena na uzdignutoj plohi je još značajnije porasla od dopuštene razine za razdoblje „noć“, za 16.9 dB(A) (Slika 29.).

5.3.2. Jablanska ulica

U Jablanskoj ulici istraživanje je provedeno na potezu između Jablanske ulice odvojak 1 i Rudeške ulice na kojem se nalazi poprečna betonska umjetna izbočina dimenzija 868.5 x 132.9 x 3.8 cm (Slika 30. i Slika 31.). Na ovoj lokaciji bilježeni su prolasci osobnih vozila, lakih teretnih vozila i kombija. Ograničenje brzine vožnje iznosi 40 km/h. Za razdoblje „dan“ mjerenje je trajalo 15 min, dok je za razdoblje „noć“ zbog poteškoća s uređajem (baterije su se potrošile na uređaju B&K 2260) mjerenje trajalo kraće, ali je uzorak vozila za analizu razine buke pojedinačnog vozila bio dovoljan.



Slika 30. Promatrana dionica u Jablanskoj ulici [17]



Slika 31. Poprečna betonska umjetna izbočina u Jablanskoj ulici

5.3.2.1. Razine buke pojedinačnih vozila

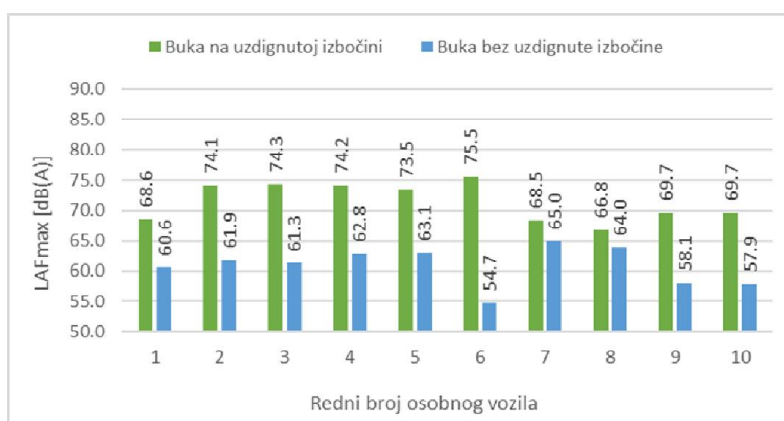
Rezultati mjerenja razina buke pojedinačnih vozila u Jablanskoj ulici za razdoblja „dan“ i „noć“ pokazali su sljedeće:

- u slučaju svih promatranih tipova vozila razine buke na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravnini poprečne betonske umjetne izbočine bile su veće od razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo 50 m prije te izbočine (Slike 32 – 34);
- prosječna razlika između razina buke za razdoblje „dan“ na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravnini poprečne betonske umjetne izbočine i razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo 50 m prije te izbočine u slučaju osobnih vozila iznosila je 10.6 dB(A), u slučaju lakih teretnih vozila 12.5 dB(A), a u slučaju kombija 15.5 dB(A);
- prosječna razlika između razina buke za razdoblje „noć“ na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravnini poprečne betonske umjetne izbočine i razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo 50 m prije te izbočine u slučaju osobnih vozila iznosila je 6.4 dB(A).

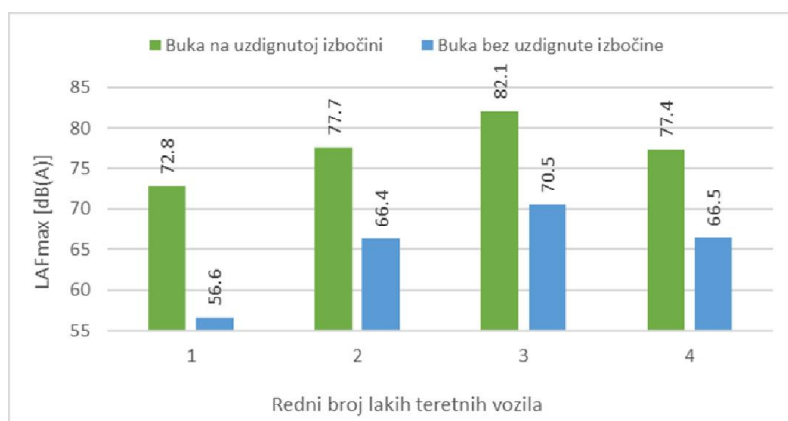
Prilikom mjerenja uočeno je da vozila prilikom prelaska preko ovog tipa umjetne izbočine nisu značajno smanjivala brzinu vožnje. S obzirom na navedeno, prelazak preko iste rezultirao je povećanjem razina buke.

Razine buke na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravnini poprečne betonske umjetne izbočine bile su manje od razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo 50 m prije te izbočine samo u sljedećim slučajevima:

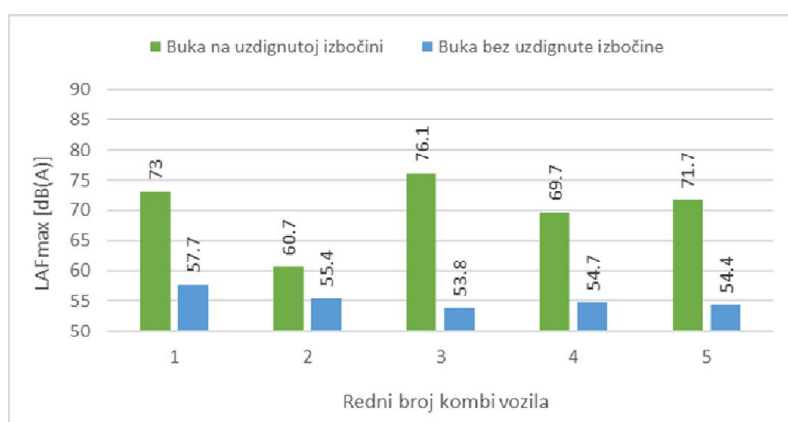
- osobno vozilo 4 u razdoblju „noć“ značajno je usporilo prije nego je prešlo preko umjetne izbočine (Slika 35).



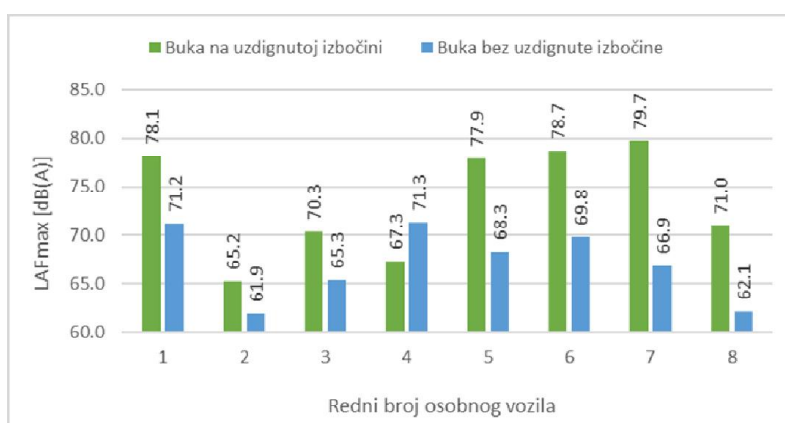
Slika 32. Razine buke osobnih vozila na poprečnoj betonskoj umjetnoj izbočini i 50 m prije poprečne betonske umjetne izbočine – razdoblje „dan“



Slika 33. Razine buke lakih teretnih vozila na poprečnoj betonskoj umjetnoj izbočini i 50 m prije poprečne betonske umjetne izbočine – razdoblje „dan“



Slika 34. Razine buke kombija na poprečnoj betonskoj umjetnoj izbočini i 50 m prije poprečne betonske umjetne izbočine – razdoblje „dan“

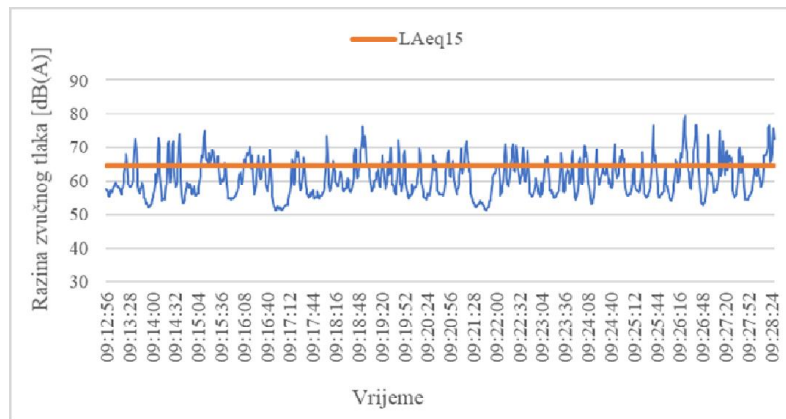


Slika 35. Razine buke osobnih vozila na poprečnoj betonskoj umjetnoj izbočini i 50 m prije poprečne betonske umjetne izbočine – razdoblje „noć“

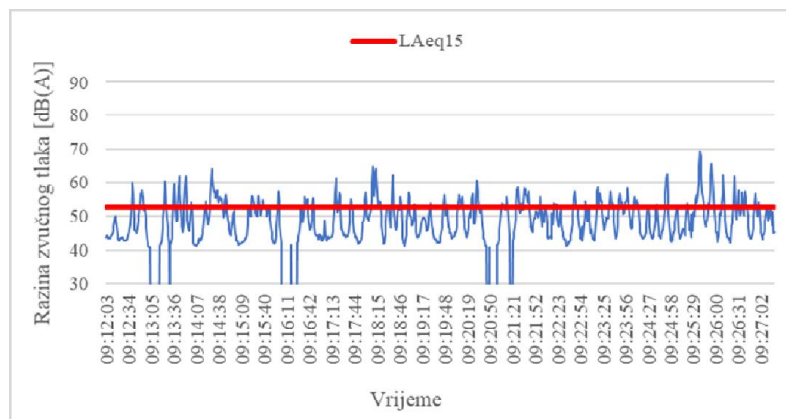
5.3.2.2. Ekvivalentne razine buke

Rezultati mjerenja razina buke tijekom 15 minutnog perioda u Jablanskoj ulici pokazali su sljedeće:

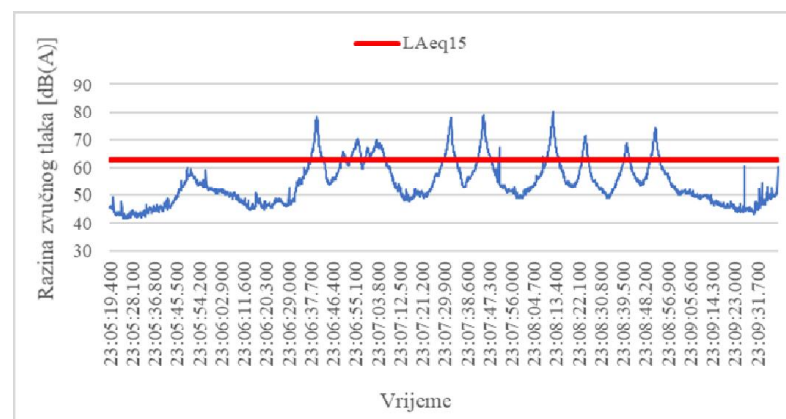
- ekvivalentna razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravnini poprečne betonske umjetne izbočine je u periodu „dan“ iznosila 64.6 dB(A) (Slika 36.), a u periodu „noć“ 62.6 dB(A) (Slika 38.);
- ekvivalentna razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo 50 m prije poprečne betonske umjetne izbočine je u periodu „dan“ iznosila 52.6 dB(A) (Slika 37.), a u periodu „noć“ 56.3 dB(A) (Slika 39.).



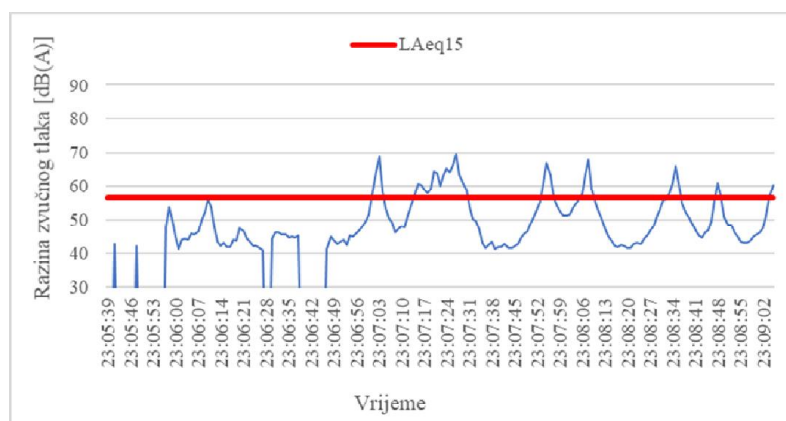
Slika 36. Ekvivalentna razina buke na poprečnoj betonskoj umjetnoj izbočini – razdoblje „dan“



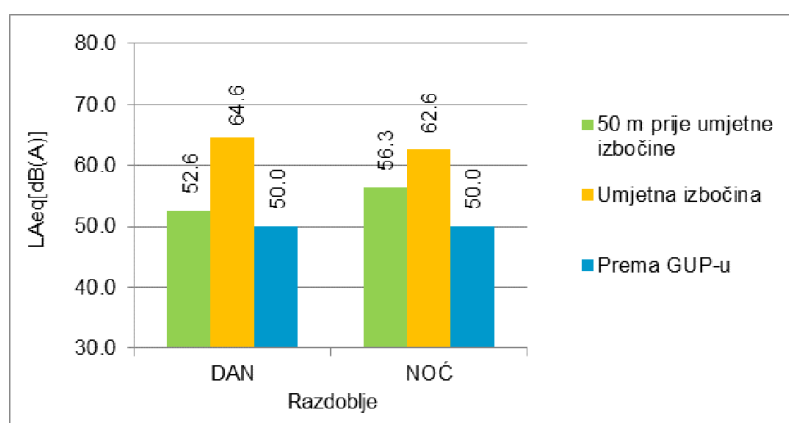
Slika 37. Ekvivalentna razina buke 50 m prije poprečne betonske umjetne izbočine – razdoblje „dan“



Slika 38. Ekvivalentna razina buke na poprečnoj betonskoj umjetnoj izbočini – razdoblje „noć“



Slika 39. Ekvivalentna razina buke 50 m prije poprečne betonske umjetne izbočine – razdoblje „noć“

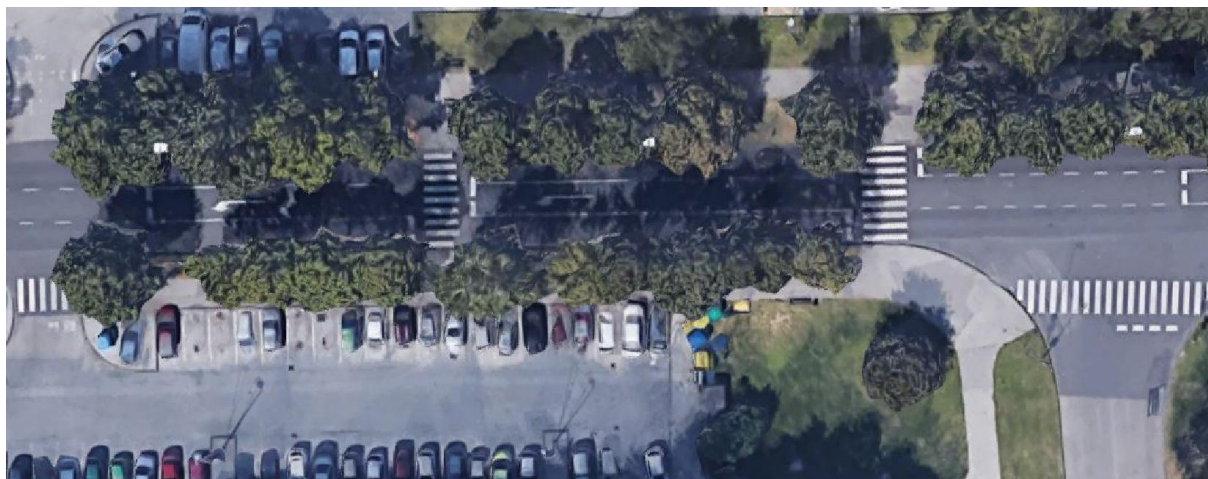


Slika 40. Usporedba ekvivalentnih razina buke dobivenih mjerenjem s najvišim dopuštenim razinama propisanih GUP-om

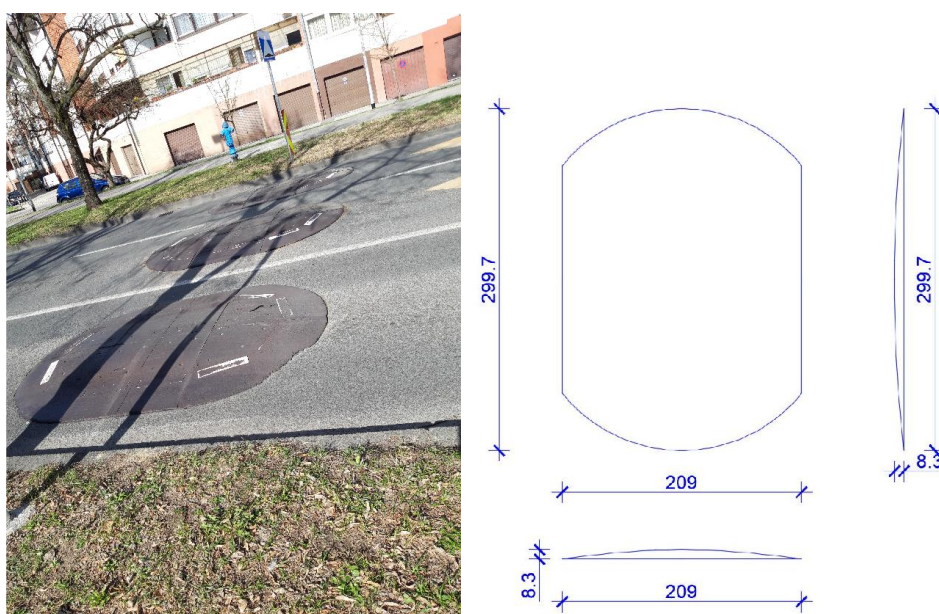
Iz Slike 40. vidljivo je da su razine buke za razdoblje „dan“ i za razdoblje „noć“ izmjerene 50 m prije umjetne izbočine i na umjetnoj izbočini veće od najviših dopuštenih razina buka prema Tablici 2. Razina buke izmjerena na umjetnoj izbočini značajno je veća od dopuštene razine za razdoblje „dan“, za 14.6 dB(A) (Slika 40.). Razina buke izmjerena na umjetnoj izbočini veća je od dopuštene razine za razdoblje „noć“, za 12.6 dB(A) (Slika 40.).

5.3.3. Ulica Hrgovići

U Ulici Hrgovići istraživanje je provedeno na potezu između Ulice Bartolići i Ulice Bernarda Vukasa Bajde na kojem se nalazi zaobljena elipsasta gumena umjetna izbočina dimenzija 299.7 x 209 x 8.3 cm (Slika 41. i Slika 42.). Na ovoj lokaciji bilježeni su prolasci osobnih vozila. Ograničenje brzine vožnje iznosi 50 km/h. Za razdoblje „dan“ vrijeme mjerenje je trajalo 15 min, dok je u razdoblju „noć“ mjerenje trajalo 8.5 min (uređaj se iz nepoznatih razloga ugasio. U razdoblju „noć“ prošlo je samo jedno osobno vozilo te u poglavlju 5.3.3.1. period „noć“ izostavljen iz razmatranja zbog premalog uzorka.



Slika 41. Promatrana dionica u Ulici Hrgovići [18]



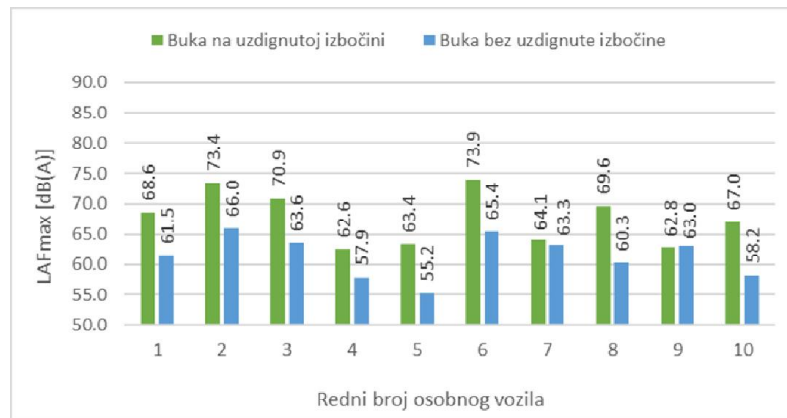
Slika 42. Zaobljena elipsasta gumena umjetna izbočina u Ulici Hrgovići

5.3.3.1. Razine buke pojedinačnih vozila

Rezultati mjerenja razina buke pojedinačnih vozila u Ulici Hrgovići za razdoblja „dan“ i „noć“ pokazali su sljedeće:

- u slučaju promatranih tipova vozila razine buke na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravnini zaobljene elipsaste gumene umjetne izbočine bile su veće od razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo 50 m prije te izbočine (Slika 43.);
- prosječna razlika između razina buke za razdoblje „dan“ na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravnini zaobljene elipsaste gumene umjetne izbočine i razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo 50 m prije te izbočine u slučaju osobnih vozila iznosila je 6.2 dB(A).

Prilikom mjerenja uočeno je da vozila prilikom prelaska preko ovog tipa umjetne izbočine nisu značajno smanjivala brzinu vožnje. S obzirom na navedeno, prelazak preko iste rezultirao je povećanjem razina buke.

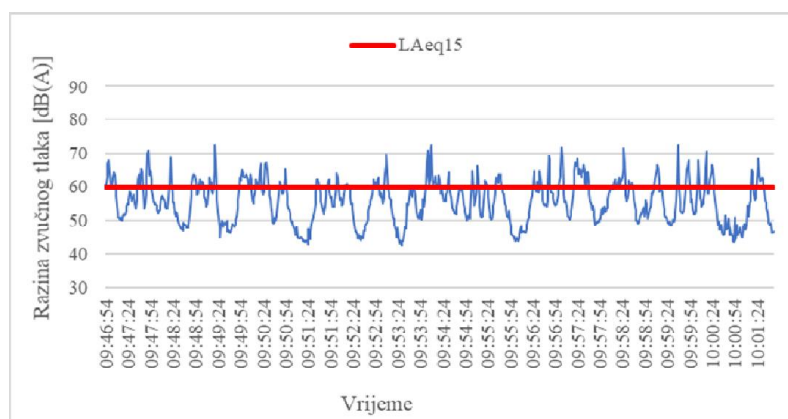


Slika 43. Razine buke osobnih vozila na zaobljenoj elipsastoj gumenoj umjetnoj izbočini i 50 m ispred – razdoblje „dan“

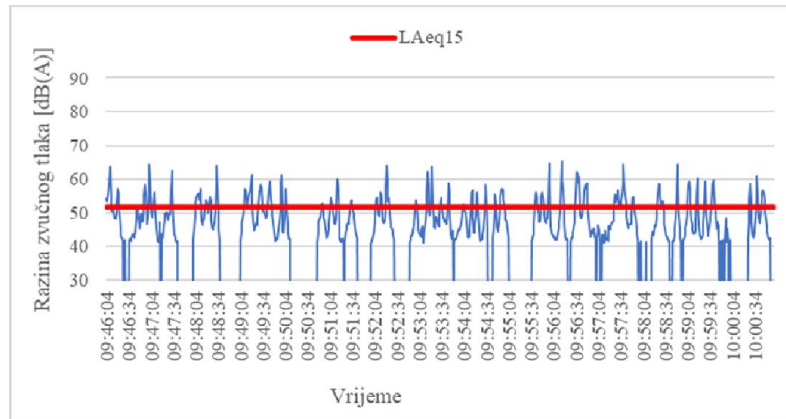
5.3.3.2. Ekvivalentne razine buke

Rezultati mjerenja razina buke tijekom 15 minutnog perioda u Ulici Hrgovići pokazali su sljedeće:

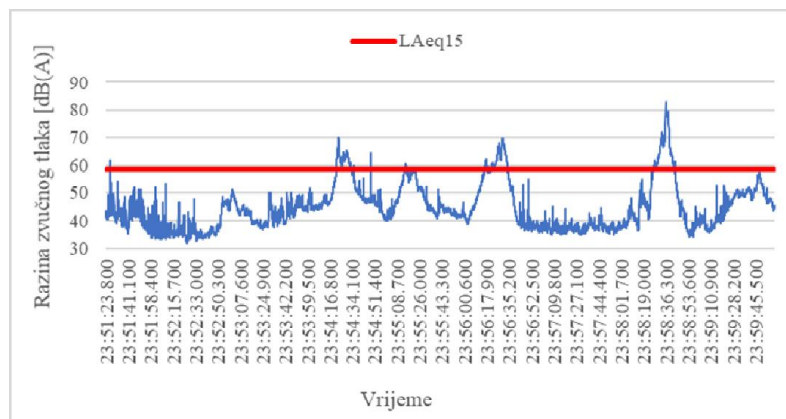
- ekvivalentna razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravlini zaobljene elipsaste gumene umjetne izbočine je u periodu „dan“ iznosila 60.0 dB(A) (Slika 44.), a u periodu „noć“ 58.5 dB(A) (Slika 46.);
- ekvivalentna razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo 50 m prije zaobljene elipsaste gumene umjetne izbočine je u periodu „dan“ iznosila 51.7 dB(A) (Slika 45.), a u periodu „noć“ 50.5 dB(A) (Slika 47.).



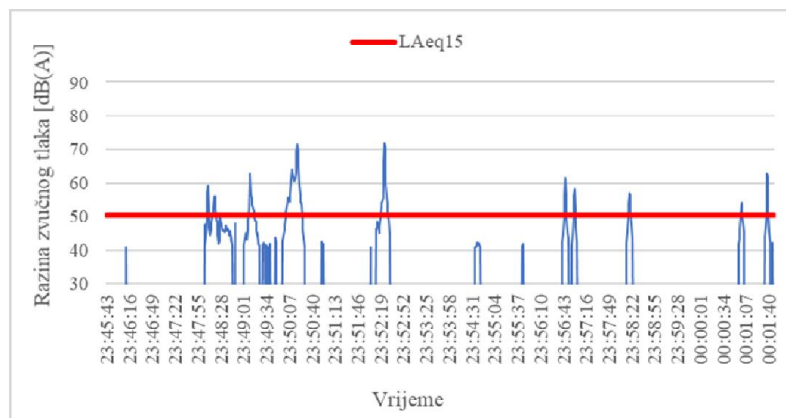
Slika 44. Ekvivalentna razina buke na zaobljenoj elipsastoj gumenoj umjetnoj izbočini – razdoblje „dan“



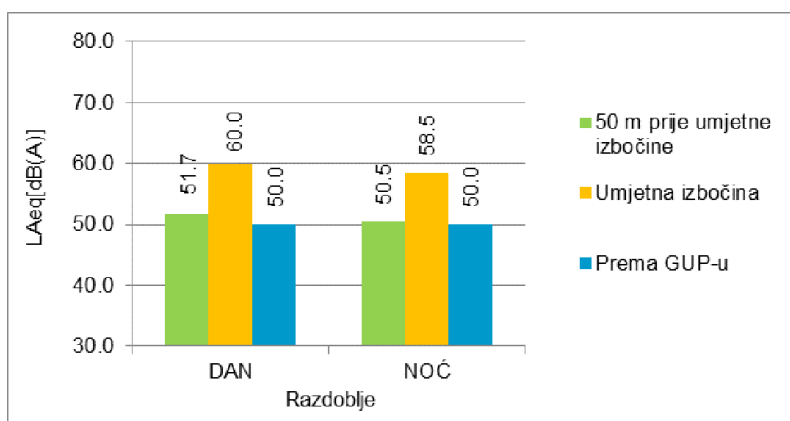
Slika 45. Ekvivalentna razina buke 50 m prije zaobljene elipsaste gumene umjetne izbočine – razdoblje „dan“



Slika 46. Ekvivalentna razina buke na zaobljenoj elipsastoj gumenoj umjetnoj izbočini – razdoblje „noć“



Slika 47. Ekvivalentna razina buke 50 m prije zaobljene elipsaste gumene umjetne izbočine – razdoblje „noć“

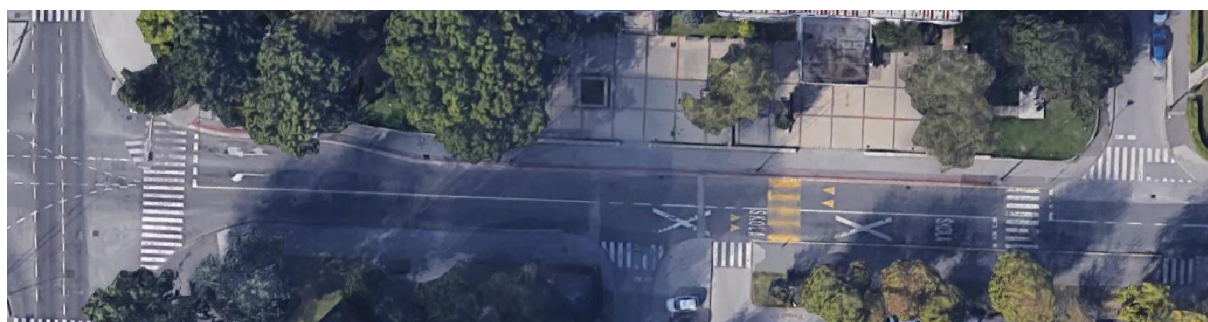


Slika 48. Usporedba ekvivalentnih razina buke dobivenih mjerenjem s najvišim dopuštenim razinama propisanih GUP-om

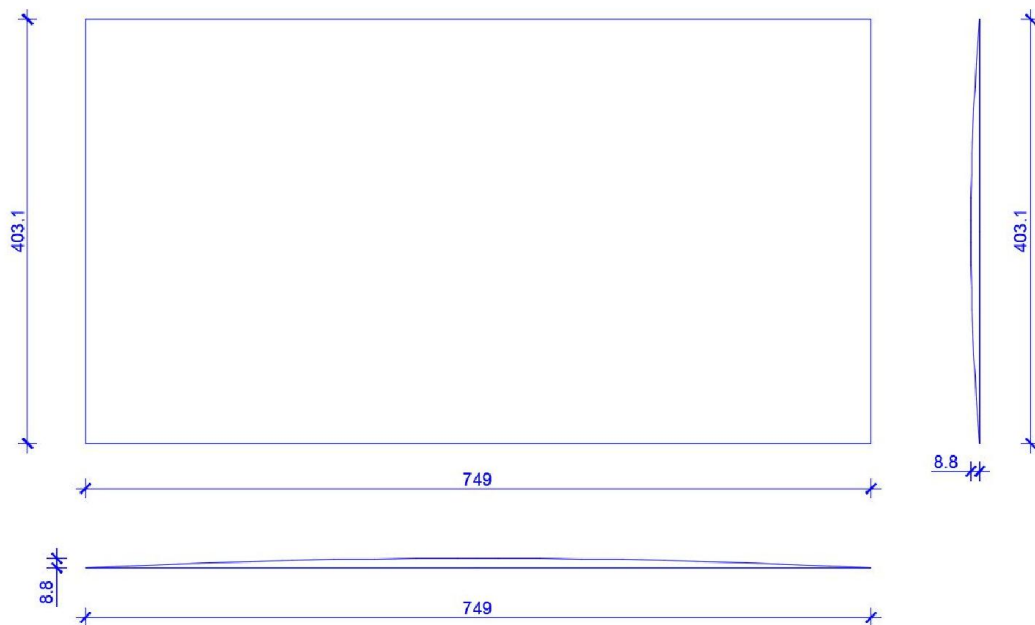
Iz Slike 48. vidljivo je da su razine buke za razdoblje „dan“ i za razdoblje „noć“ izmjerene 50 m prije umjetne izbočine i na umjetnoj izbočini veće od najviših dopuštenih razina buka prema Tablici 2. Razina buke izmjerena na umjetnoj izbočini značajno je veća od dopuštene razine za razdoblje „dan“, za 10 dB(A) (Slika 48.). Razina buke izmjerena na umjetnoj izbočini jednako je velika od dopuštene razine za razdoblje „noć“, za 8.5 dB(A) (Slika 48.).

5.3.4. Ulica Srednjaci

U Ulici Srednjaci istraživanje je provedeno na potezu između Ulice Majstora Radovana i Horvaćanske ceste na kojem se nalazi poprečna kockasta umjetna izbočina dimenzija 749 x 403.1 x 8.8 cm (Slika 49. i Slika 50.). Na ovoj lokaciji bilježeni su prolasci osobnih vozila. Ograničenje brzine vožnje iznosi 40 km/h. Za razdoblje „dan“ i „noć“ mjerenje je trajalo 15 min.



Slika 49. Promatrana dionica u Ulici Srednjaci [19]



Slika 50. Poprečna kockasta umjetna izbočina u Ulici Srednjaci

5.3.4.1. Razine buke pojedinačnih vozila

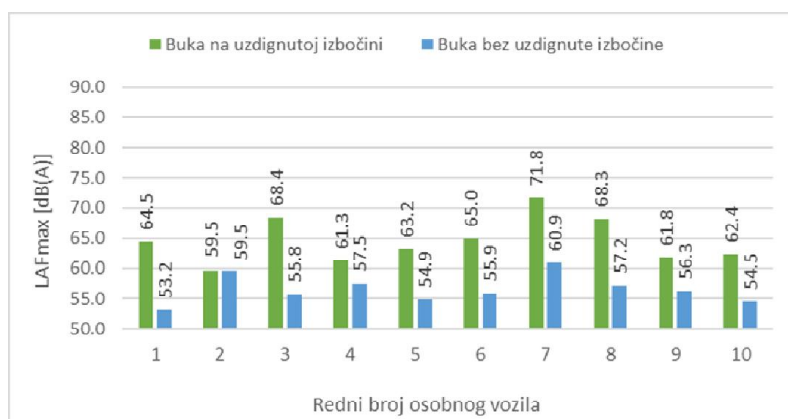
Rezultati mjerenja razina buke pojedinačnih vozila u Ulici Srednjaci za razdoblja „dan“ i „noć“ pokazali su sljedeće:

- u slučaju promatranih tipova vozila razine buke na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravnini poprečne kockaste umjetne izbočine bile su veće od razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo 50 m prije te izbočine (Slika 51. i Slika 52.);
- prosječna razlika između razina buke za razdoblje „dan“ na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravnini poprečne kockaste umjetne izbočine i razina buke na mjernom

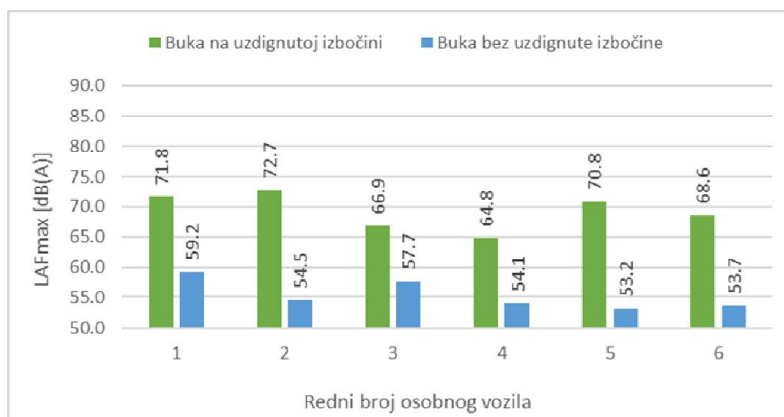
mjestu koje se nalazilo 50 m prije te izbočine u slučaju osobnih vozila iznosila je 8.1 dB(A);

- prosječna razlika između razina buke za razdoblje „noć“ na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravlini poprečne kockaste umjetne izbočine i razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo 50 m prije te izbočine u slučaju osobnih vozila iznosila je 13.9 dB(A).

Prilikom mjerenja uočeno je da vozila prilikom prelaska preko ovog tipa umjetne izbočine nisu značajno smanjivala brzinu vožnje. S obzirom na navedeno, prelazak preko iste rezultirao je povećanjem razina buke.



Slika 51. Razine buke osobnih vozila na poprečnoj kockastoj umjetnoj izbočini i 50 m prije poprečne kockaste umjetne izbočine – razdoblje „dan“

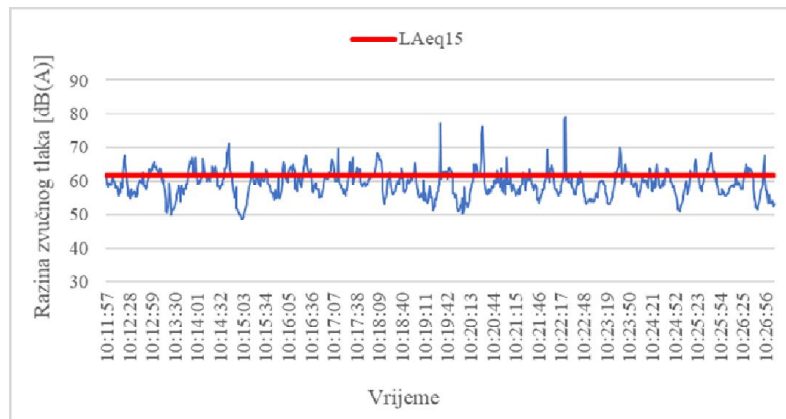


Slika 52. Razine buke osobnih vozila na poprečnoj kockastoj umjetnoj izbočini i 50 m prije poprečne kockaste umjetne izbočine – razdoblje „noć“

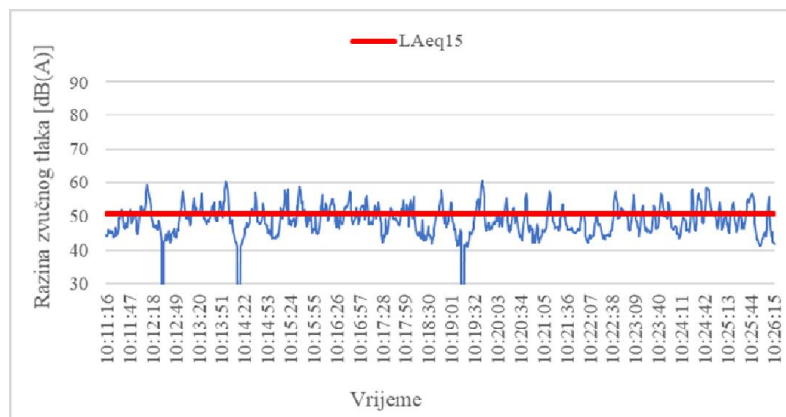
5.3.4.2. Ekvivalentne razine buke

Rezultati mjerenja razina buke tijekom 15 minutnog perioda u Ulici Srednjaci pokazali su sljedeće:

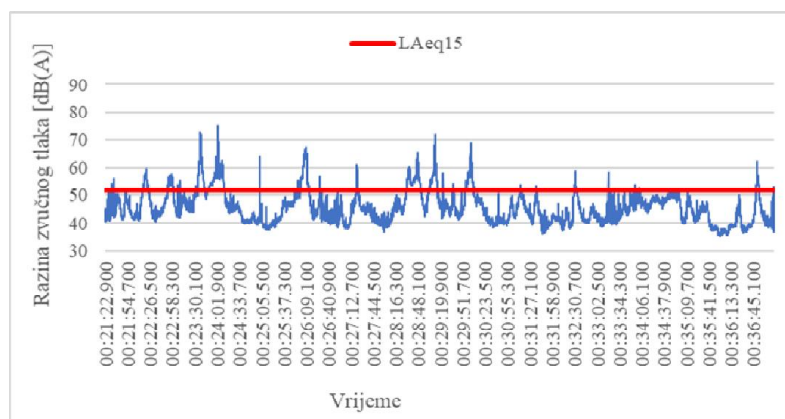
- ekvivalentna razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravni poprečne kockaste umjetne izbočine je u periodu „dan“ iznosila 61.8 dB(A) (Slika 53.), a u periodu „noć“ 51.7 dB(A) (Slika 55.);
- ekvivalentna razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo 50 m prije poprečne kockaste umjetne izbočine je u periodu „dan“ iznosila 50.7 dB(A) (Slika 54.), a u periodu „noć“ 40 dB(A) (Slika 56.).



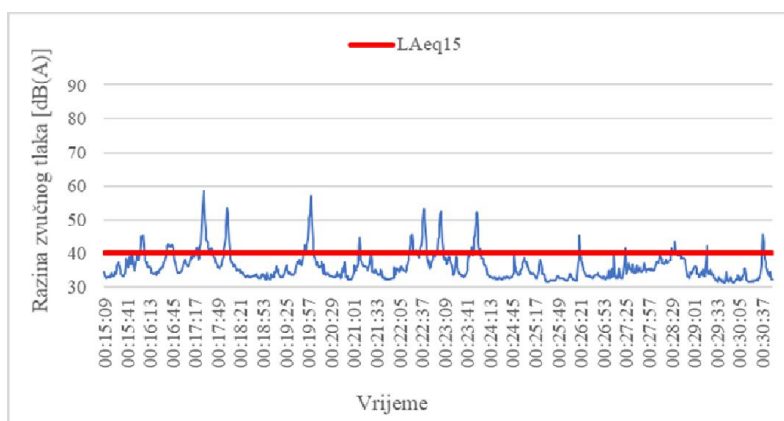
Slika 53. Ekvivalentna razina buke na poprečnoj kockastoj umjetnoj izbočini – razdoblje „dan“



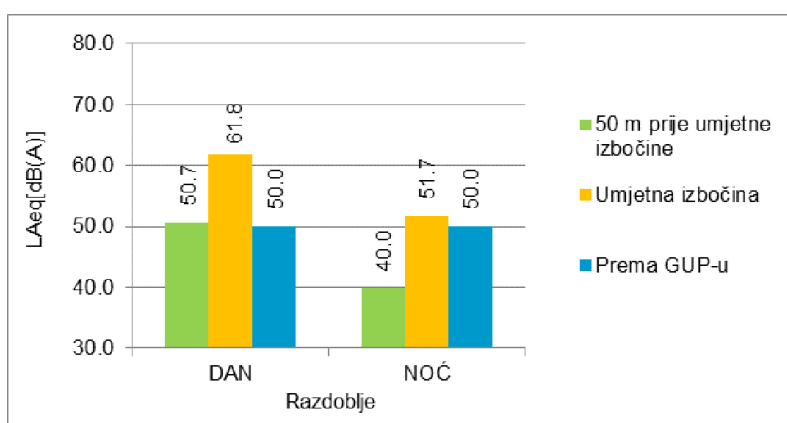
Slika 54. Ekvivalentna razina buke 50 m prije poprečne kockaste umjetne izbočine – razdoblje „dan“



Slika 55. Ekvivalentna razina buke na poprečnoj kockastoj umjetnoj izbočini – razdoblje „noć“



Slika 56. Ekvivalentna razina buke 50 m prije poprečne kockaste umjetne izbočine – razdoblje „noć“



Slika 57. Usporedba ekvivalentnih razina buke dobivenih mjerenjem s najvišim dopuštenim razinama propisanih GUP-om

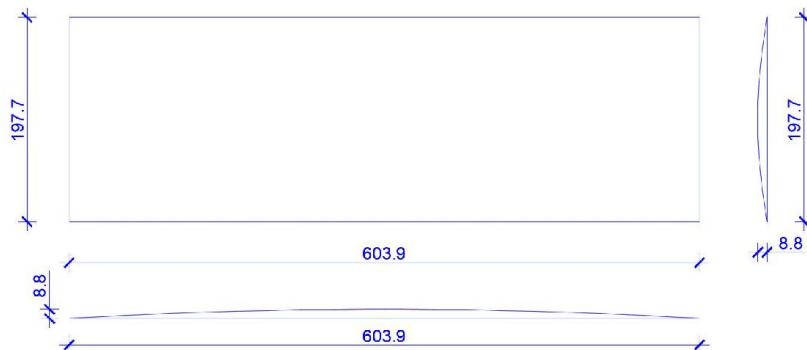
Iz Slike 57. vidljivo je da su razine buke za razdoblje „dan“ izmjerene 50 m prije umjetne izbočine i na umjetnoj izbočini veće od najviših dopuštenih razina buka prema Tablici 2. Razina buke izmjerena na umjetnoj izbočini značajno je veća od dopuštene razine za razdoblje „dan“, za 11.8 dB(A) (Slika 57.). Razina buke za razdoblje „noć“ izmjerena 50 m prije umjetne izbočine je manja od najviših dopuštenih razina buke prema Tablici 2., čak za 10 dB(A) (Slika 57.), dok je razina buke na umjetnoj izbočini malo veća od najviših dopuštenih razina buke prema Tablici 2., za 1.7 dB(A) (Slika 57.).

5.3.5. Trnjanska ulica

U Trnjanskoj ulici istraživanje je provedeno na potezu između Ulice Prudi IV. i Ulice Prudi na kojem se nalazi poprečna gumena umjetna izbočina dimenzija 603.9 x 197.7 x 8.8 cm (Slika 58. i Slika 59.). Na ovoj lokaciji bilježeni su prolasci osobnih vozila. Ograničenje brzine vožnje iznosi 50 km/h. Za razdoblje „dan“ i „noć“ mjerenje je trajalo 15 min.



Slika 58. Promatrana dionica u Trnjanskoj ulici [20]



Slika 59. Poprečna gumena umjetna izbočina u Trnjanskoj ulici

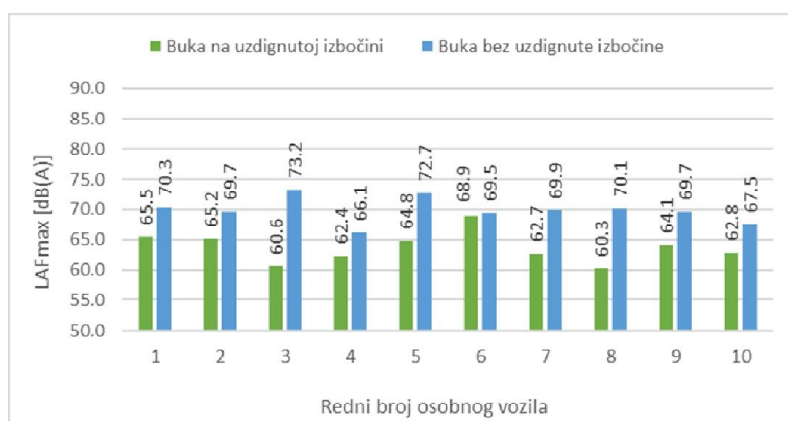
5.3.5.1. Razine buke pojedinačnih vozila

Rezultati mjerenja razina buke pojedinačnih vozila u Trnjanskoj ulici za razdoblja „dan“ i „noć“ pokazali su sljedeće:

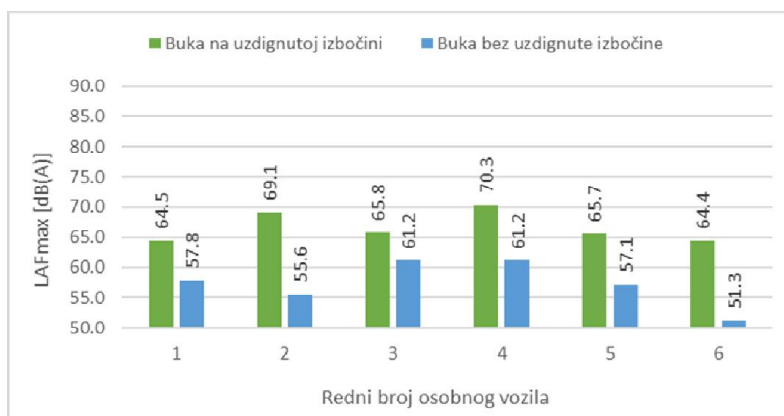
- u slučaju promatranih tipova vozila razine buke na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravnini poprečne gumene umjetne izbočine bile su manje od razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo 50 m prije te izbočine za razdoblje „dan“ dok su razine buke bile veće za razdoblje „noć“ (Slika 60. i Slika 61.);

- prosječna razlika između razina buke za razdoblje „dan“ na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravnini poprečne gumene umjetne izbočine i razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo 50 m prije te izbočine u slučaju osobnih vozila iznosila je 6.1 dB(A);
- prosječna razlika između razina buke za razdoblje „noć“ na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravnini poprečne gumene umjetne izbočine i razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo 50 m prije te izbočine u slučaju osobnih vozila iznosila je 9.3 dB(A).

Prilikom mjerenja uočeno je da vozila prilikom prelaska preko ovog tipa umjetne izbočine značajno smanjuju brzinu vožnje tijekom razdoblja „dana“, dok tijekom razdoblja „noći“ neznatno smanjuju brzinu vožnje. Noću su uglavnom prolazila taxi vozila koja su uzdignutu izbočinu zanemarila što se moglo primijetiti po poskakivanju vozila nakon prolaska preko umjetne izbočine.



Slika 60. Razine buke osobnih vozila na poprečnoj gumenoj umjetnoj izbočini i 50 m prije poprečne gumene umjetne izbočine – razdoblje „dan“

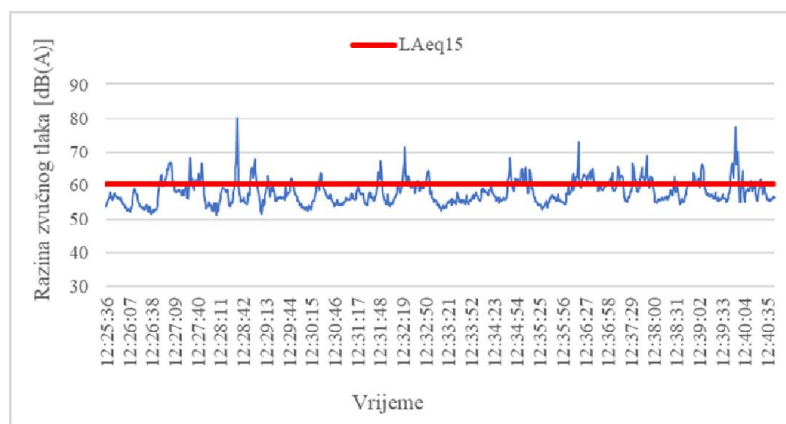


Slika 61. Razine buke osobnih vozila na poprečnoj gumenoj umjetnoj izbočini i 50 m prije poprečne gumene umjetne izbočine – razdoblje „noć“

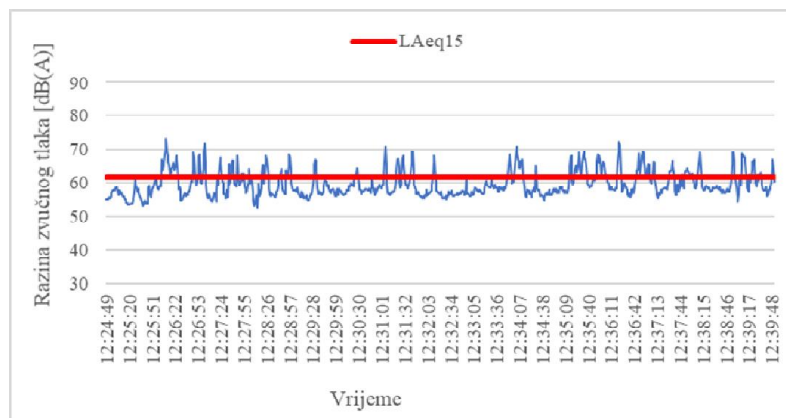
5.3.5.2. Ekvivalentne razine buke

Rezultati mjerenja razina buke tijekom 15 minutnog perioda u Trnjanskoj ulici pokazali su sljedeće:

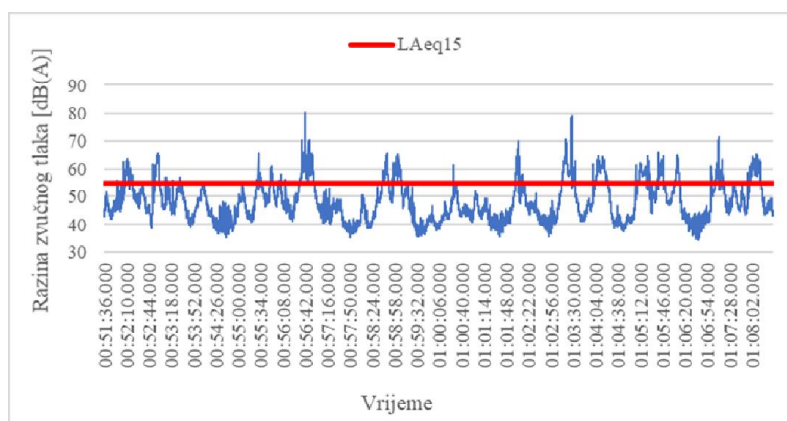
- ekvivalentna razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravnini poprečne betonske umjetne izbočine je u periodu „dan“ iznosila 60.6 dB(A) (Slika 62.), a u periodu „noć“ 54.9 dB(A) (Slika 64.);
- ekvivalentna razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo 50 m prije poprečne betonske umjetne izbočine je u periodu „dan“ iznosila 61.8 dB(A) (Slika 63.), a u periodu „noć“ 46.1 dB(A) (Slika 65.).



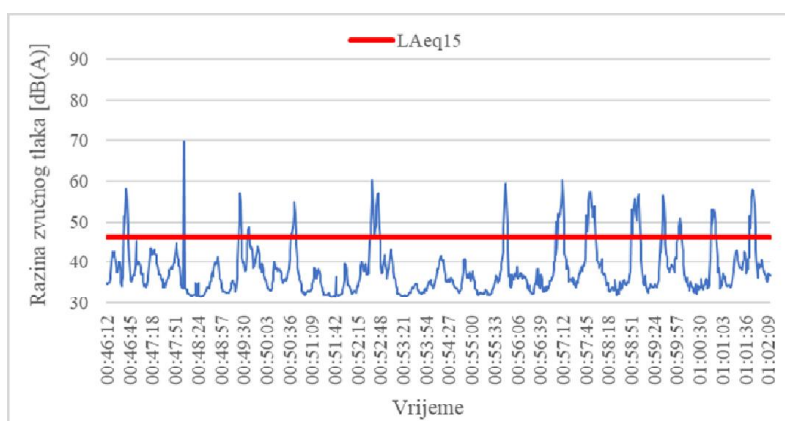
Slika 62. Ekvivalentna razina buke na poprečnoj gumenoj umjetnoj izbočini – razdoblje „dan“



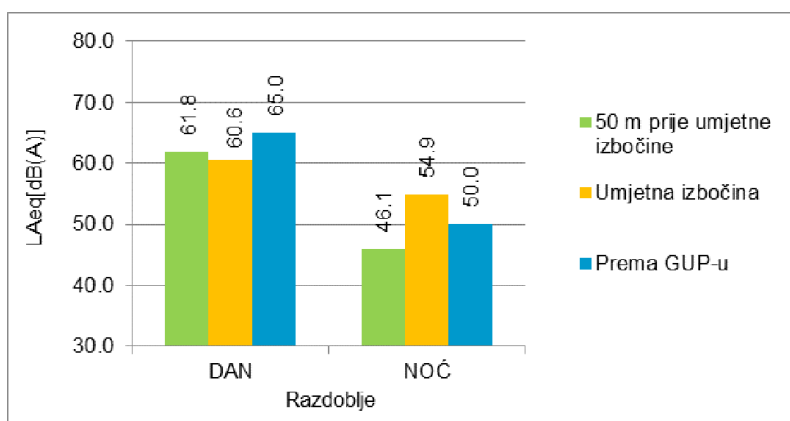
Slika 63. Ekvivalentna razina buke 50 m prije poprečne gumene umjetne izbočine – razdoblje „dan“



Slika 64. Ekvivalentna razina buke na poprečnoj gumenoj umjetnoj izbočini – razdoblje „noć“



Slika 65. Ekvivalentna razina buke 50 m prije poprečne gumene umjetne izbočine – razdoblje „noć“



Slika 66. Usporedba ekvivalentnih razina buke dobivenih mjerenjem i najvišim dopuštenim razinama propisanih GUP-om

Iz Slike 66. vidljivo je da su razine buke za razdoblje „dan“ izmjerene 50 m prije umjetne izbočine i na umjetnoj izbočini manje od najviših dopuštenih razina buka prema Tablici 2. Razina buke izmjerena na umjetnoj izbočini je manja od dopuštene razine za razdoblje „dan“, za 4.4 dB(A) (Slika 66). Razina buke za razdoblje „noć“ izmjerena 50 m prije umjetne izbočine je manja od najviših dopuštenih razina buke prema Tablici 2., za 3.9 dB(A) (Slika 66.), dok je razina buke na umjetnoj izbočini veća od najviših dopuštenih razina buke prema

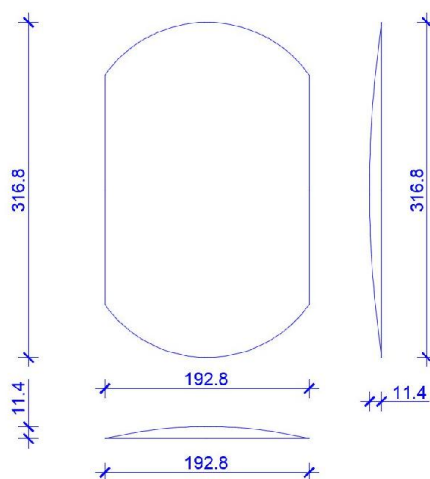
Tablici 2., za 4.9 dB(A) (Slika 66.) što je rezultat načina vožnje vozača osobnih automobila po noći (većinom taxi vozila) koji su zanemarivali uzdignutu izbočinu.

5.3.6. Nalješkovićeva ulica

U Nalješkovićevoj ulici istraživanje je provedeno na potezu između Ulice Pile IV. i Zlatarićevog prilaza na kojem se nalazi zaobljena elipsasta betonska umjetna izbočina dimenzija 316.8 x 192.8 x 11.4 cm (Slika 67. i Slika 68.). Na ovoj lokaciji bilježeni su prolasci osobnih vozila. Ograničenje brzine vožnje iznosi 40 km/h. Za razdoblje „dan“ mjerenje je trajalo 15 min. Za razdoblje „noć“ nije provedeno, jer je Nalješkovićeva ulica smještena na lokaciji gdje u razdoblju „noć“ prolazi iznimno mali broj vozila te bi veličina uzorka bila nedovoljna za analizu podataka.



Slika 67. Promatrana dionica u Nalješkovićevoj ulici [21]



Slika 68. Zaobljena elipsasta betonska umjetna izbočina u Nalješkovićevoj ulici

5.3.6.1. Razine buke pojedinačnih vozila

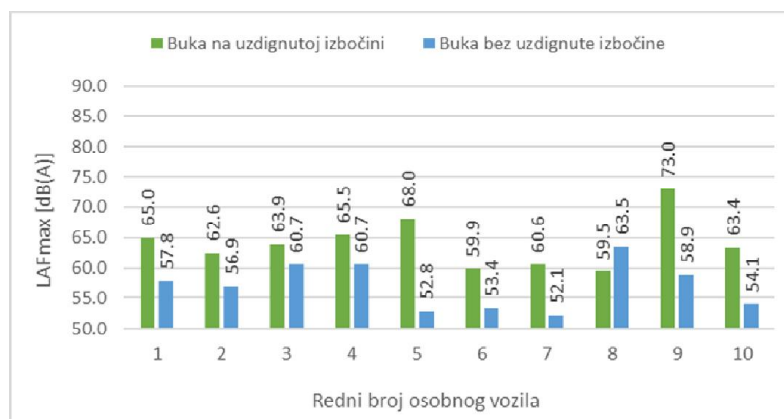
Rezultati mjerenja razina buke pojedinačnih vozila u Nalješkovićevoj ulici za razdoblja „dan“ pokazali su sljedeće:

- u slučaju promatranih tipova vozila razine buke na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravnini zaobljene elipsaste betonske umjetne izbočine bile su veće od razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo 50 m prije te izbočine (Slika 69.);
- prosječna razlika između razina buke za razdoblje „dan“ na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravnini zaobljene elipsaste betonske umjetne izbočine i razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo 50 m prije te izbočine u slučaju osobnih vozila iznosila je 7.1 dB(A).

Prilikom mjerenja uočeno je da vozila prilikom prelaska preko ovog tipa umjetne izbočine nisu značajno smanjivala brzinu vožnje. S obzirom na navedeno, prelazak preko iste rezultirao je povećanjem razina buke.

Razine buke na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravnini okrugle betonske umjetne izbočine bile su manje od razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo 50 m prije te izbočine samo u sljedećim slučajevima:

- osobno vozilo 8 u razdoblju „dan“ značajno je usporilo prije nego je prešlo preko umjetne izbočine (Slika 69).

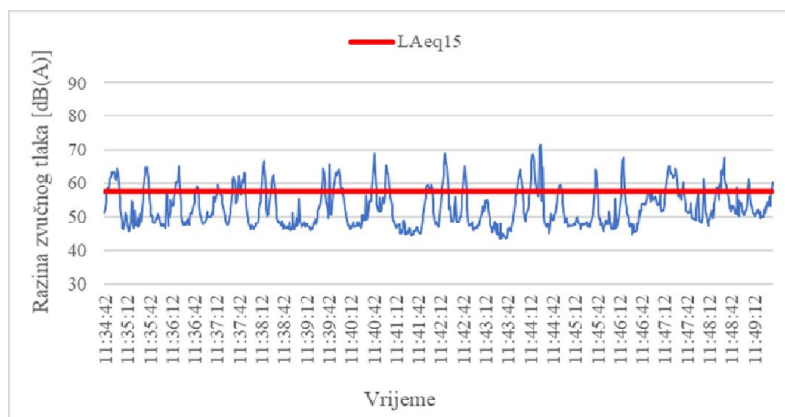


Slika 69. Razine buke osobnih vozila na zaobljenoj elipsastoj betonskoj umjetnoj izbočini i 50 m prije – razdoblje „dan“

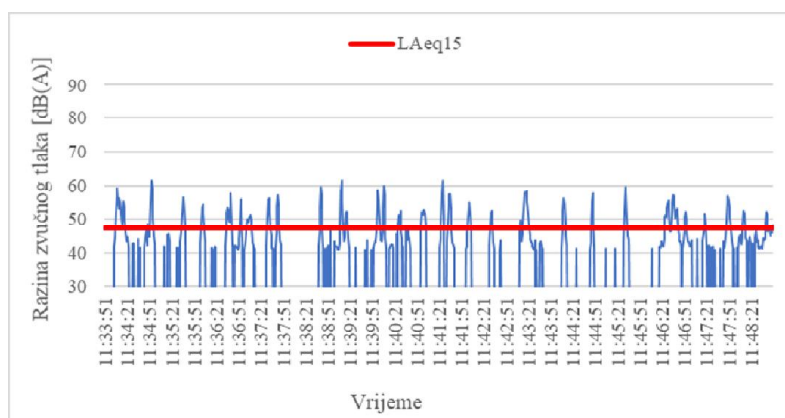
5.3.6.2. Ekvivalentne razine buke

Rezultati mjerenja razina buke tijekom 15 minutnog perioda u Nalješkovićevoj ulici pokazali su sljedeće:

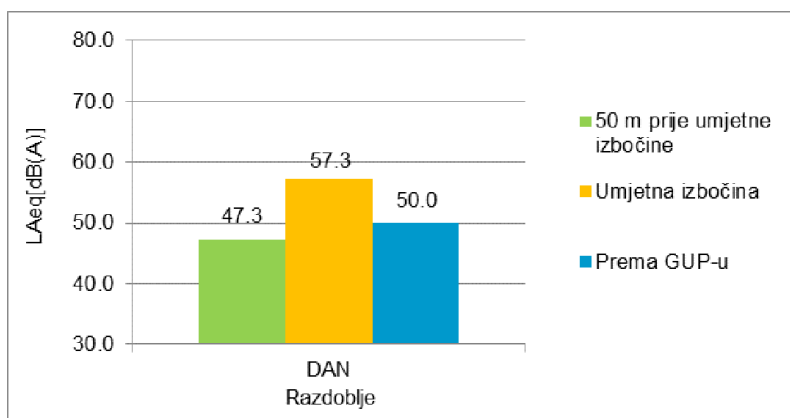
- ekvivalentna razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravnini zaobljene elipsaste betonske umjetne izbočine je u periodu „dan“ iznosila 57.3 dB(A) (Slika 70.);
- ekvivalentna razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo 50 m prije zaobljene elipsaste betonske umjetne izbočine je u periodu „dan“ iznosila 47.3 dB(A) (Slika 71.).



Slika 70. Ekvivalentna razina buke na zaobljenoj elipsastoj betonskoj umjetnoj izbočini – razdoblje „dan“



Slika 71. Ekvivalentna razina buke 50 m prije zaobljene elipsaste betonske umjetne izbočine – razdoblje „dan“



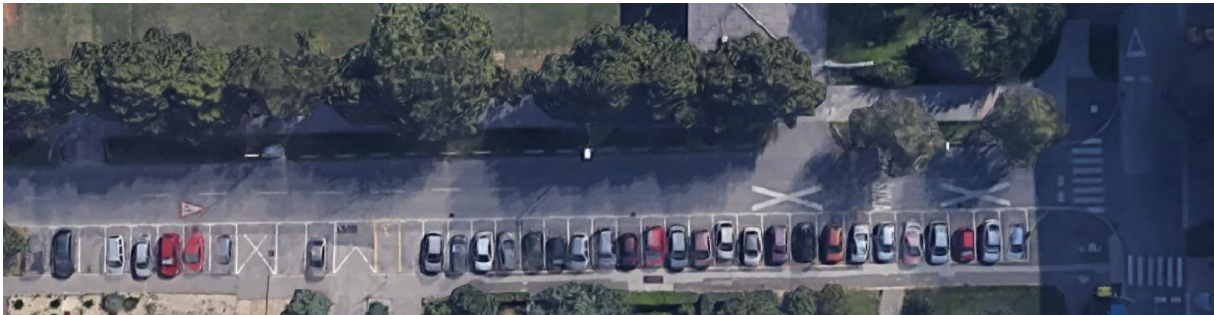
Slika 72. Usporedba ekvivalentnih razina buke dobivenih mjerenjem s najvišim dopuštenim razinama propisanih GUP-om

Iz Slike 72. vidljivo je da su razine buke za razdoblje „dan“ izmjerene 50 m prije umjetne izbočine manje od najviših dopuštenih razina buka prema Tablici 2., za 2.7 dB(A), dok je

razina buke na umjetnoj izbočini veća od najviših dopuštenih razina buka prema Tablici 2., za 7.3 dB(A).

5.3.7. Ulica Pile IV.

U Ulici Pile IV. istraživanje je provedeno na potezu između Ulice Cvijete Zuzorić i Nalješkovićeve ulice na kojem se nalazi poprečna betonska umjetna izbočina dimenzija 607.3 x 98.7 x 3.7 cm (Slika 73. i Slika 74.). Na ovoj lokaciji bilježeni su prolasci osobnih vozila. Ograničenje brzine vožnje iznosi 40 km/h. Za razdoblje „dan“ mjerenje je trajalo 15 min. Za razdoblje „noć“ nije obavljeno mjerenje jer je Ulica Pile IV. smještena na lokaciji gdje u razdoblju „noć“ vozila rijetko prometuju i u odabranom trajanju mjerenja prošlo bi tek koje vozilo što je nedovoljno za analizu podataka.



Slika 73. Promatrana dionica u Ulici Pile IV. [22]



Slika 74. Poprečna betonska umjetna izbočina u Ulici Pile IV.

5.3.7.1. Razine buke pojedinačnih vozila

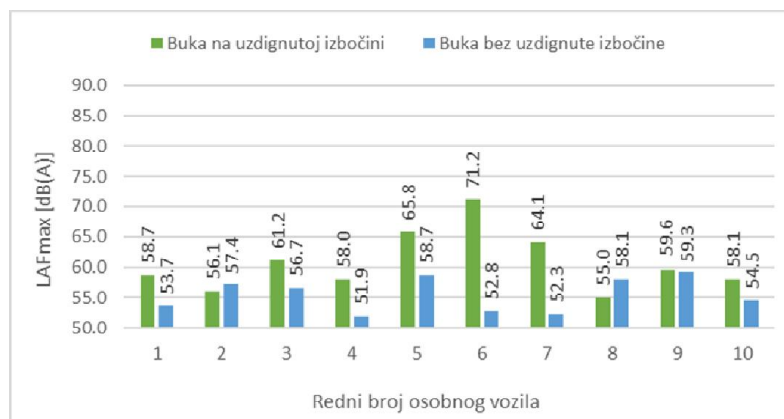
Rezultati mjerenja razina buke pojedinačnih vozila u Ulici Pile IV. za razdoblje „dan“ pokazali su sljedeće:

- u slučaju promatranih tipova vozila razine buke na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravnini poprečne betonske umjetne izbočine bile su veće od razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo 50 m prije te izbočine (Slike 75.);
- prosječna razlika između razina buke za razdoblje „dan“ na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravnini poprečne betonske umjetne izbočine i razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo 50 m prije te izbočine u slučaju osobnih vozila iznosila je 5.2 dB(A).

Prilikom mjerenja uočeno je da vozila prilikom prelaska preko ovog tipa umjetne izbočine nisu značajno smanjivala brzinu vožnje. S obzirom na navedeno, prelazak preko iste rezultirao je povećanjem razina buke.

Razine buke na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravnini poprečne betonske umjetne izbočine bile su manje od razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo 50 m prije te izbočine samo u sljedećim slučajevima:

- osobno vozilo 8 u razdoblju „dan“ značajno je usporilo prije nego je prešlo preko umjetne izbočine (Slika 75).

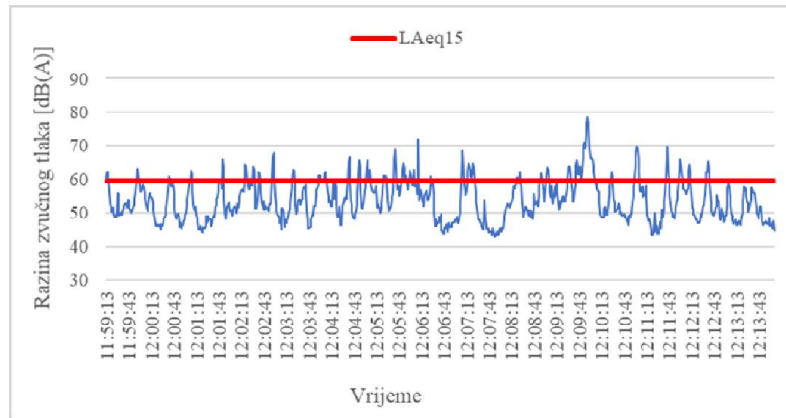


Slika 75. Razine buke osobnih vozila na poprečnoj betonskoj umjetnoj izbočini i 50 m prije poprečne betonske umjetne izbočine – razdoblje „dan“

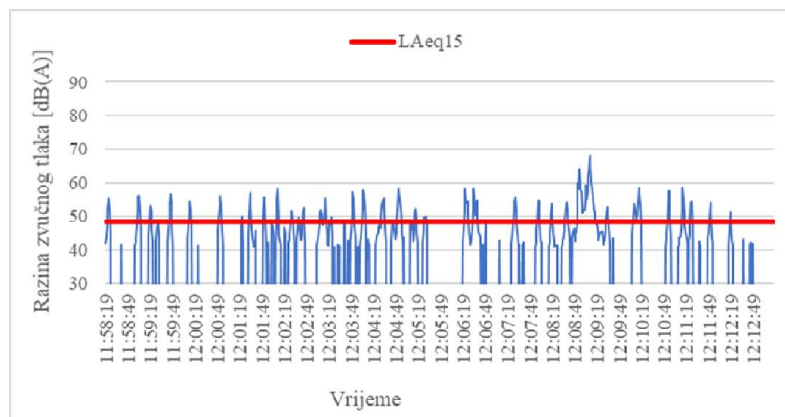
5.3.7.2. Ekvivalentne razine buke

Rezultati mjerenja razina buke tijekom 15 minutnog perioda u Ulici Pile IV. pokazali su sljedeće:

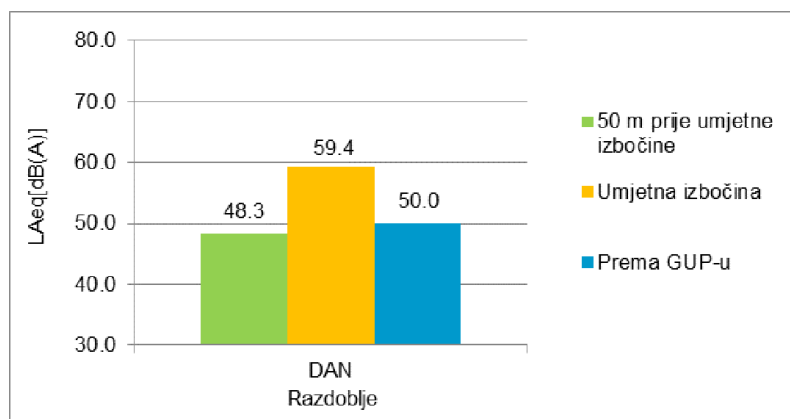
- ekvivalentna razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo u ravni poprečne betonske umjetne izbočine je u periodu „dan“ iznosila 59.4 dB(A) (Slika 76.);
- ekvivalentna razina buke na mjernom mjestu koje se nalazilo 50 m prije poprečne betonske umjetna izbočine je u periodu „dan“ iznosila 48.3 dB(A) (Slika 77.).



Slika 76. Ekvivalentna razina buke na poprečnoj betonskoj umjetnoj izbočini – razdoblje „dan“



Slika 77. Ekvivalentna razina buke 50 m prije poprečne betonske umjetne izbočine – razdoblje „dan“



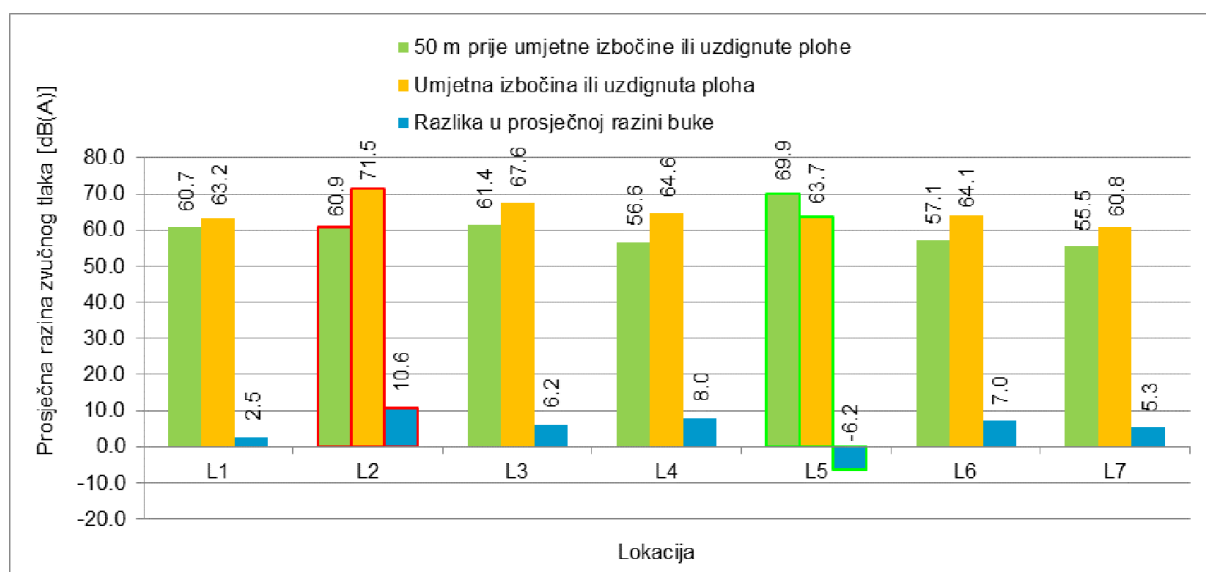
Slika 78. Usporedba ekvivalentnih razina buke dobivenih mjerenjem s najvišim dopuštenim razinama propisanih GUP-om

Iz Slike 78. vidljivo je da su razine buke za razdoblje „dan“ izmjerene 50 m prije umjetne izbočine manje od najviših dopuštenih razina buka prema Tablici 2., za 1.7 dB(A), dok je razina buke na umjetnoj izbočini veća od najviših dopuštenih razina buka prema Tablici 2., za 9.4 dB(A).

6. DISKUSIJA

Na slikama danim u ovom poglavlju prikazane su prosječne maksimalne te ekvivalentne razine buke na sedam razmatranih lokacija na kojima su izvedeni različiti tipovi umjetnih izbočina ili uzdignutih ploha i to za različite tipove vozila koja su na ovim lokacijama prometovala.

Na Slici 79. prikazane su prosječne maksimalne razine buke osobnih vozila za razdoblje „dan“. One su na šest lokacija (L1, L2, L3, L4, L6 i L7) veće na umjetnoj izbočini ili uzdignutoj plohi i to ovisno o tipu umjetne izbočine ili uzdignute plohe od 2.5 do 10.6 dB(A). Na lokaciji Trnjanska ulica (L5) na mjestu umjetne izbočine, postavljene preko cijele širine kolnika, prosječna razina buke za razdoblje „dan“ bila je manja u odnosu na lokaciju 50 m udaljenu od iste za 6.2 dB(A). Promatranjem ponašanja osobnih vozila za vrijeme mjerenja razine buke na ovoj lokaciji, ovakav se rezultat dao naslutiti. Osobna su vozila značajno smanjivala brzinu te su sporo prelazila preko ovog tipa umjetne izbočine, za razliku od drugih lokacija na kojima je obavljano mjerenje gdje osobna vozila nisu usporavala ili su usporavala neznatno.

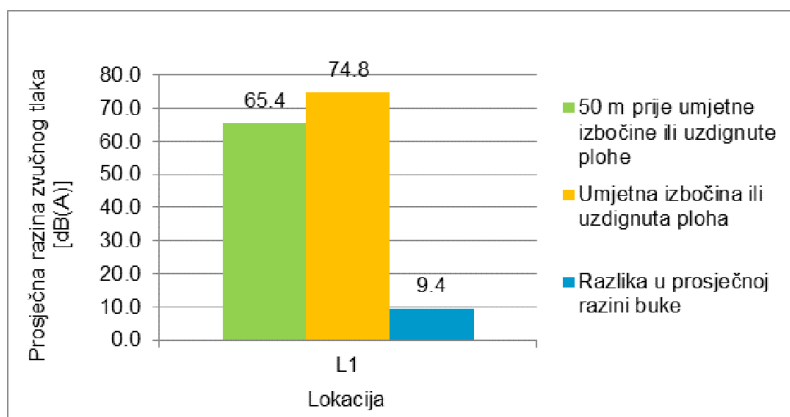


Slika 79. Usporedba prosječnih maksimalnih razina buke za osobna vozila za razdoblje „dan“

Dok su osobna vozila prometovala na svim promatranim lokacijama, ostali su tipovi vozila rjeđi što ne čudi s obzirom na to da se umjetne izbočine ili uzdignute plohe postavljaju većinom u stambenim područjima gdje je promet teretnih vozila i autobusa rijedak.

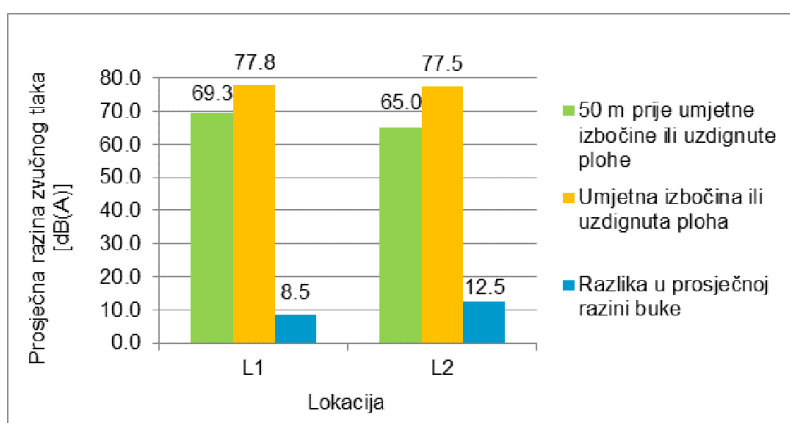
Autobus redovne gradske linije prometuje na samo jednoj promatranj lokaciji (L1). Na Slici 80. prikazana je prosječna maksimalna razina buke autobusa na lokaciji u Ulici Dragutina Golika (L1) za razdoblje „dan“ i ona je veća na uzdignutoj plohi nego 50 m prije nje 9.4 dB(A). Promatranjem autobusa za vrijeme mjerenje razine buke uočeno je da je autobus na

uzdignutoj plohi ili umjetnoj izbočini tek neznatno smanjio brzinu vožnje zbog čega je prelazak preko iste rezultirao dodatnim povećanjem razine buke.



Slika 80. Usporedba prosječnih maksimalnih razina buke za autobuse za razdoblje „dan“

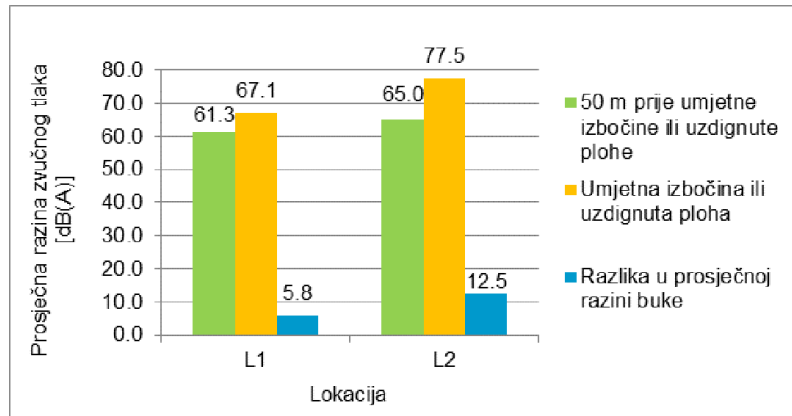
Laka teretna vozila zabilježena su u prometu na lokacijama L1 i L2. Slika 81. prikazuje da je prosječna maksimalna razina buke lakih teretnih vozila na lokaciji u Ulici Dragutina Golika (L1) i Jablanskoj ulici (L2) za razdoblje „dan“ veća na uzdignutoj plohi ili umjetnoj izbočini nego 50 m prije uzdignute plohe ili umjetne izbočine. Promatranjem lakih teretnih vozila za vrijeme mjerenja razine buke uočeno je da su takva vozila na uzdignutoj plohi ili umjetnoj izbočini tek neznatno smanjivala brzinu vožnje zbog čega je prelazak preko iste rezultirao dodatnim povećanjem razine buke. Također je primijećeno da su se u trenutku prolaska takva vozila s otvorenim začeljem znala dosta i zatreskati (njihova konstrukcija) što bi dodatno povećalo razinu buke.



Slika 81. Usporedba prosječnih maksimalnih razina buke za laka teretna vozila za razdoblje „dan“

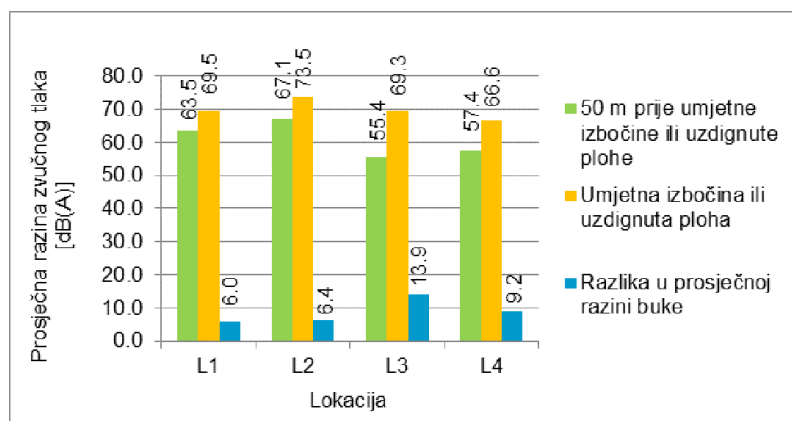
Na dvije lokacije L1 i L2 zabilježeno je prometovanje kombi vozila. Slika 82. prikazuje da je prosječna razina buke kombi vozila na lokaciji u Ulici Dragutina Golika (L1) i Jablanskoj ulici (L2) za razdoblje „dan“ veća na uzdignutoj plohi ili umjetnoj izbočini nego 50 m prije uzdignute plohe ili umjetne izbočine. Promatranjem kombi vozila za vrijeme mjerenja razine buke uočeno je da su kombi vozila na uzdignutoj plohi ili umjetnoj izbočini tek neznatno

manjivala brzinu vožnje zbog čega je njihov prelazak preko iste rezultirao dodatnim povećanjem razine buke.



Slika 82. Usporedba prosječnih maksimalnih razina buke za kombi vozila za razdoblje „dan“

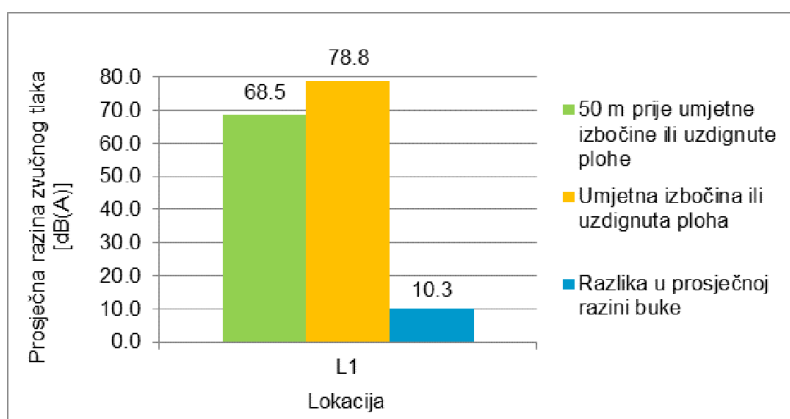
Za period „noć“ rezultati su prikazani samo za lokacija na kojima je mjerenje izvršeno za reprezentativni uzorak vozila, a što je u poglavlju 5. detaljno opisano. Slika 83. prikazuje da je prosječna maksimalna razina buke osobnih vozila za razdoblje „noć“ veća na svim mjerenim lokacijama na umjetnoj izbočini ili uzdignutoj plohi i iznosi od 6.0 do 13.9 dB(A). Na lokaciji Trnjanska ulica (L5) umjetna izbočina se pokazala nepovoljnom iako se je tijekom razdoblja „dana“ pokazala povoljnom u vidu smanjena razine buke. Promatranjem, tijekom mjerenja, uočeno je da su na toj lokaciji uglavnom prometovala taxi vozila koja nisu marila za uzdignutu izbočinu te su neznatno smanjivala brzinu. Neposredno nakon prolaska taxi vozila preko uzdignute umjetne izbočine ona su gotovo odskočila od površine kolnika.



Slika 83. Usporedba prosječnih maksimalnih razina buke za osobna vozila za razdoblje „noć“

Slika 84. prikazuje da je prosječna maksimalna razina buke autobusa na lokaciji u Ulici Dragutina Golika (L1) za razdoblje „noć“ veća na uzdignutoj plohi nego 50 m prije uzdignute plohe za 10.3 dB(A). Vidljivo je da je prosječna maksimalna razina buke u razdoblju „noći“ 50 m prije uzdignute plohe i na uzdignutoj plohi nešto veća od prosječne maksimalne razine buke u razdoblju „dana“, ali njihova razlika u prosječnoj razini buke ostala je približno

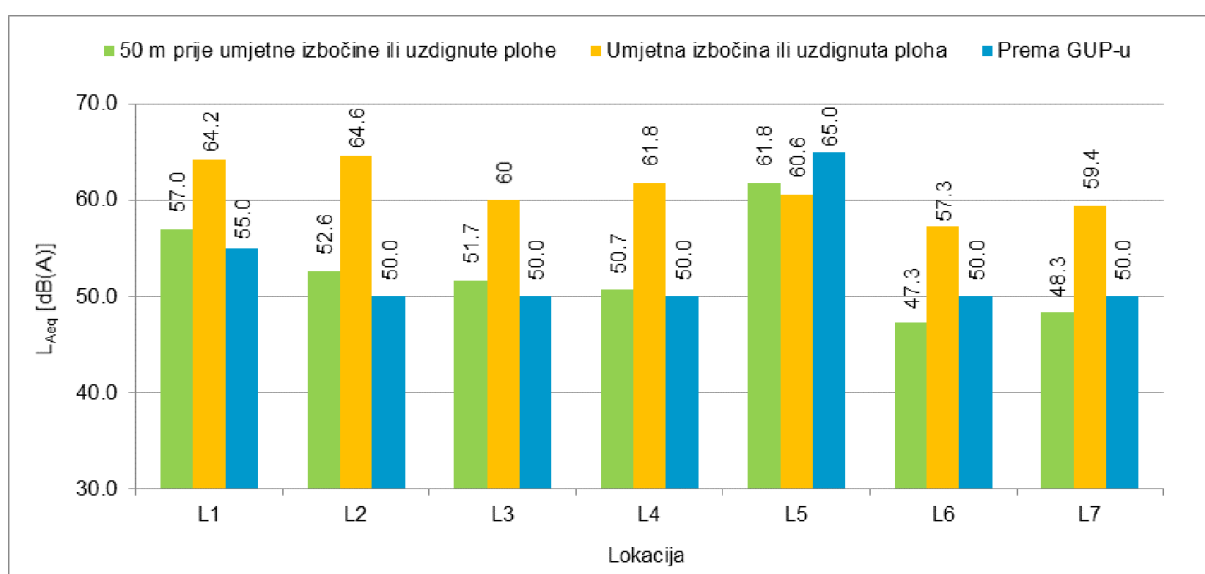
jednaka za oko 10 dB(A). Razlog tomu je veća brzina vožnje autobusa noću te veće usporavanje pri nailasku na uzdignutu plohu što je rezultiralo većom bukom rada motora.



Slika 84. Usporedba prosječnih maksimalnih razina buke za autobuse za razdoblje „noć“

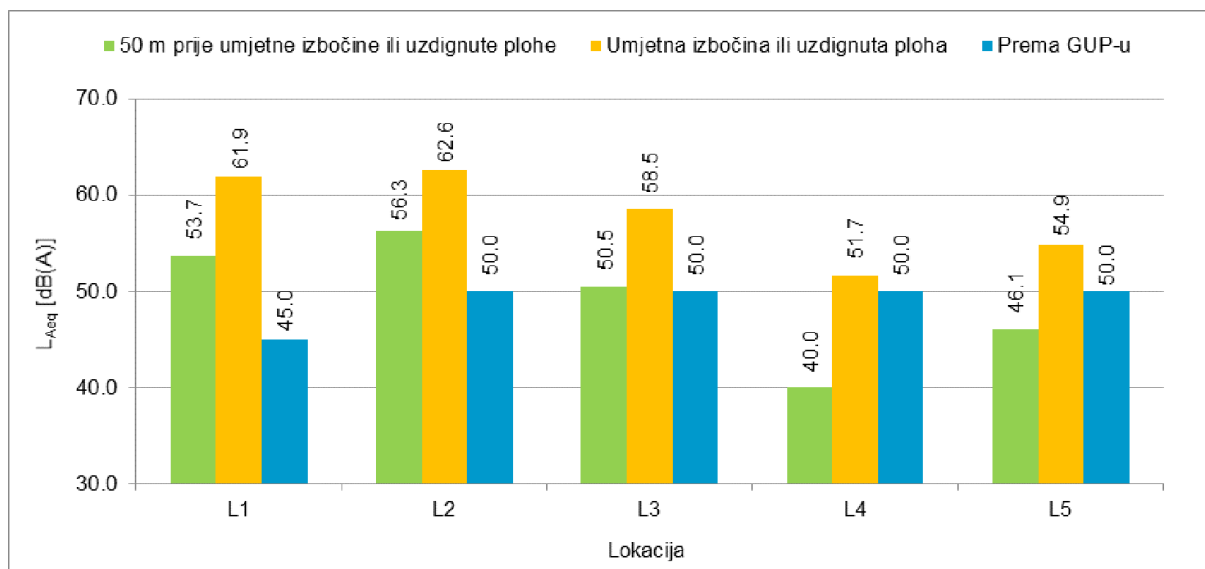
U nastavku su prikazane ekvivalentne razine buke za petnaestminutni period u razdoblju „dan“ i „noć“.

Slika 85. prikazuje da su razine buke za razdoblje „dan“ 50 m prije uzdignute plohe ili umjetne izbočine i na uzdignutoj plohi ili umjetnoj izbočini veće od najviše dopuštenih razina buke (Tablica 2.) na lokaciji u Ulici Dragutina Golika (L1), Jablanskoj ulici (L2), Ulici Hrgovići (L3) i u Ulici Srednjaci (L4). Razina buke za razdoblje „dan“ 50 m prije umjetne izbočine i na umjetnoj izbočini je manja od najviše dopuštenih razina buke (Tablica 2.) na lokaciji u Trnjanskoj ulici (L5). Na lokaciji u Nalješkovićevoj ulici (L6) i Ulici Pile IV (L7). razine buke na umjetnoj izbočini su veće najviših dopuštenih razina buke (Tablica 2.) dok je razina buke 50 m prije umjetne izbočine manja od najviših dopuštenih razina buke (Tablica 2.).



Slika 85. Usporedba ekvivalentnih razina buke dobivenih mjerenjem s najvišim dopuštenim razinama propisanih GUP-om za razdoblje „dan“

Slika 86. prikazuje da su razine buke za razdoblje „noć“ 50 m prije uzdignute plohe ili umjetne izbočine i na uzdignutoj plohi ili umjetnoj izbočini veće od najviše dopuštenih razina buke (Tablica 2.) na lokaciji u Ulici Dragutina Golika (L1), Jablanskoj ulici (L2) i u Ulici Hrgovići (L3). Razina buke na lokaciji u Ulici Srednjaci (L4) i Trnjanskoj ulici (L5) na umjetnoj izbočini veće su od najviših dopuštenih razina buke (Tablica 2.) dok je razina buke 50 m prije umjetne izbočine manja od najviših dopuštenih razina buke (Tablica 2.).



Slika 86. Usporedba ekvivalentnih razina buke dobivenih mjerenjem s najvišim dopuštenim razinama propisanih GUP-om za razdoblje „noć“

7. ZAKLJUČAK

Rezultati prikazani u poglavlju 6. koji se odnose na mjerenje maksimalnih razina buke za pojedinačna osobna, kombi i laka teretna vozila te autobuse pokazuju da su kombi i laka teretna vozila pri prijelazu preko umjetne izbočine ili uzdignute plohe bučnija nego osobna vozila. Zbog ograničenog uzorka kombi i teretnih vozila te autobusa detaljnija usporedba ponašanja ovisno o tipu umjetne izbočine ili uzdignute plohe odnosi se na osobna vozila.

Iz Tablice 3. je vidljivo da su promatrane umjetne izbočine ili uzdignute plohe variraju u visini i širini te se ne može a priori zaključiti da su niže manje bučne niti se može definirati povezanost manjih ili većih širina s manjom razinom maksimalne razine buke

Može se zaključiti sljedeće (Tablica 3.):

- uža umjetna izbočina ili uzdignuta ploha neznatne razlike u visini je manje bučna (L2, L7);
- za isti materijal izvedbe i približno istu širinu povećanje visine umjetne izbočine ili uzdignute plohe (L1, L3) u značajnoj mjeri povećava razinu buke;
- umjetna izbočina ili uzdignuta ploha zanemarive razlike u širini od gume je manje bučna od betonske (L1, L3, L6);
- široko primjenjivana umjetna izbočina od gume lokacija (L1) pokazuje ponajbolja svojstva, povećanje razine buke za sve tipove vozila pri prolasku preko nje su najmanje.

Tablica 3. Prikaz podataka

Lokacija	Visina [cm]	Širina [m]	Materijal	Izvedba	Prosječne razlike maksimalnih razina buke za osobna vozila [dB(A)]
L1	6.8	1.9	guma	Trapezna umjetna izbočina u svakom voznom traku	2.5
L2	3.8	1.3	beton	Cijela širina kolnika	10.6
L3	8.3	2.1	guma	Zaobljena elipsasta umjetna izbočina u svakom voznom traku	6.2
L4	8.8	4.0	kocka	Cijela širina kolnika	8.0
L5	8.8	2.0	guma	Cijela širina kolnika	-6.2
L6	3.7	1.9	beton	Zaobljena elipsasta umjetna izbočina u svakom voznom traku	7.0
L7	11.4	1.0	beton	Cijela širina kolnika	5.3

Temeljem provedenih mjerenja razina buke 50 m prije uzdignute plohe ili umjetne izbočine i na uzdignutoj plohi ili umjetnoj izbočini vidljivo je da je razina buke uglavnom veća na uzdignutoj plohi ili umjetnoj izbočini od najviše dopuštenih razina buke kao i u odnosu na dionicu ceste bez izvedene uzdignute plohe ili umjetne izbočine. Razina buke u presjeku umjetne izbočine (Slika 59.) na lokaciji u Trnjanskoj ulici (L5) bila je manja od one udaljene 50 m. To je takav tip uzdignute plohe ili umjetne izbočine gdje su se vozila gotovo zaustavljala i polako prolazila. Stoga bi bilo uputno na većem broju uzoraka provjeriti rezultat te je eventualno preporučiti za postavljanje u isključivo stambenim zonama.

Pokazalo se i da na razinu buke u okolišu uvelike utječe i ponašanje vozača što se najbolje vidjelo tijekom mjerenja noću. Vozači su zanemarivali postojanje uzdignute plohe ili umjetne izbočine kao i ograničenje brzine te je razina buke bila veća u odnosu na dopuštene razine u periodu „dan“.

8. ZAHVALA

Posebnu zahvalu dugujem svojoj mentorici prof.dr.sc. Vesni Dragčević i komentorici dr.sc. Tamari Džambas koje su mi omogućile svu potrebnu opremu za izradu ovog rada te na prijateljskom pristupu i stručnoj pomoći bez koje ovaj rad ne bi ugledao svjetlo dana. Također se zahvaljujem na njihovom izdvojenom vremenu za mjerenja razine buke po danu i po noći na kojima su bile prisutne.

9. LITERATURA

- [1] Ministarstvo zdravstva Republike Hrvatske, www.zdravlje.gov.hr, (2019.04.17.).
- [2] Dragčević, V., Ahac, S.: *Prometna buka*, skripta za predavanje iz kolegija Prometna buka, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 2012.
- [3] Zakon o zaštiti od buke, (NN 114/18).
- [4] Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN 145/04).
- [5] Ministarstvo mora, turizma, prometa i razvitka, Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama, (NN 105/04).
- [6] Ležeći policajci na cesti, www.tportal.hr, (2019.04.17.).
- [7] Sve o ležećim policajcima, www.oryx-asistencija.hr, (2019.04.17.).
- [8] Speed cushions, www.dft.gov.uk, (2019.02.20.).
- [9] Highways (Road Humps) Regulations 1996, www.ukroads.org, (2019.02.20.).
- [10] Road traffic noise influenced by road bumps, www.sciencedirect.com, (2019.02.21.).
- [11] Traffic noise enhancement due to speed bumps, www.academia.edu, (2019.02.20.).
- [12] 2260 Bruel & Kjaer vibration and sound, www.valuetronics.com, (2019.04.18.).
- [13] Bruel & Kjaer 2270 sound level meter and vibration analyzer, www.atecorp.com, (2019.04.18.).
- [14] Microphone, <https://sinus-leipzig.de/en/produkte/zubehoer/mikrofone>, slika zaštite od vjetra za zvukomjer. (2019.04.18.).
- [15] GUP Grada Zagreba, službene stranice Grada Zagreba, <https://www.zagreb.hr/generalni-urbanisticki-plan-grada-zagreba-gup/89066>, (2019.03.28.).
- [16] Google maps.
<https://www.google.com/maps/@45.8031676,15.9302025,110m/data=!3m1!1e3>, prikaz mjerne lokacije u Ulici Dragutina Golika na Google Mapsu, (2019.03.18.).

- [17] Google maps.
<https://www.google.com/maps/@45.7968392,15.9180849,89m/data=!3m1!1e3>, prikaz mjerne lokacije u Jablanskoj ulici na Google Mapsu, (2019.03.18.).
- [18] Google maps.
<https://www.google.com/maps/@45.784739,15.9269035,121a,35y,301.17h/data=!3m1!1e3>, prikaz mjerne lokacije u Ulici Hrgovići na Google, (2019.03.18.).
- [19] Google maps. URL:
<https://www.google.com/maps/@45.7891147,15.9409466,233a,35y,270.47h/data=!3m1!1e3>, prikaz mjerne lokacije u Ulici Srednjaci na Google Mapsu, (2019.03.18.).
- [20] Google maps. URL:
<https://www.google.com/maps/@45.7921839,15.9800302,123a,35y,270.47h/data=!3m1!1e3>, prikaz mjerne lokacije u Trnjanskoj ulici na Google Mapsu, (2019.03.18.).
- [21] Google maps. URL:
<https://www.google.com/maps/@45.7969937,15.9940348,190a,35y,355.78h,0.37t/data=!3m1!1e3>, prikaz mjerne lokacije u Nalješkovićevoj ulici na Google Mapsu, (2019.03.18.).
- [22] Google maps. URL:
<https://www.google.com/maps/@45.7974862,15.9928098,190a,35y,82.27h/data=!3m1!1e3>, prikaz mjerne lokacije u Ulici Pile IV. na Google Mapsu, (2019.03.18.).

10. POPIS SLIKA

Slika 1. Prikaz označavanja umjetnih izbočina na kolniku (H64) [5].....	8
Slika 2. Prikaz označavanja uzdignute plohe na kolniku (H65) [5]	8
Slika 3. Prikaz dopunske ploče E44 [5].....	9
Slika 4. Prikaz prometnog znaka C10 – izbočina na cesti [5]	9
Slika 5. Prikaz prometnog znaka K17 i K18 – ploča za označavanje bočne zapreke [5]	9
Slika 6. Prikaz umjetne izbočine [5]	10
Slika 7. Prikaz uzdignute plohe [5].....	10
Slika 8. Prikaz uspornika 1 [8]	11
Slika 9. Prikaz uspornika 2 [8]	11
Slika 10. Prikaz cestovnih oznaka na usporniku [9]	Error! Bookmark not defined.
Slika 11. Upute od „Traffic Signs Regulations and General Directions 1994“ za odgovarajuće slučajeve [9]	13
Slika 12. Prikaz probnog mjerenja ispitivanja.....	16
Slika 13. Prikaz zvukomjera B&K 2260 (lijevo) [12] i B&K 2270 (desno) [13]	16
Slika 14. Prikaz tronožaca s GoPro kamerom i zvukomjerom (lijevo), prikaz mjerenja ispitivanja (sredina) te prikaz zaštite protiv vjetra (desno) [14]	16
Slika 15. Prikaz izabranih lokacija na generalnom urbanističkom planu grada Zagreba [15].	18
Slika 16. Prikaz izabranih lokacija na karti zaštite od buke grada Zagreba [15]	18
Slika 17. Promatrana dionica u Ulici Dragutina Golika [16].....	19
Slika 18. Trapezna gumena uzdignuta ploha u Ulici Dragutina Golika	20
Slika 19. Razine buke osobnih vozila na trapeznoj gumenoj uzdignutoj plohi i 50 m prije trapezne gumene uzdignute plohe – razdoblje „dan“	21
Slika 20. Razine buke autobusa na trapeznoj gumenoj uzdignutoj plohi i 50 m prije trapezne gumene uzdignute plohe – razdoblje „dan“	21
Slika 21. Razine buke lakih teretnih vozila na trapeznoj gumenoj uzdignutoj plohi i 50 m prije trapezne gumene uzdignute plohe – razdoblje „dan“	21
Slika 22. Razine buke kombija na trapeznoj gumenoj uzdignutoj plohi i 50 m prije trapezne gumene uzdignute plohe – razdoblje „dan“	22
Slika 23. Razine buke osobnih vozila na trapeznoj gumenoj uzdignutoj plohi i 50 m prije trapezne gumene uzdignute plohe – razdoblje „noć“	22

Slika 24. Razine buke autobusa na trapeznoj gumenoj uzdignutoj plohi i 50 m prije trapezne gumene uzdignute plohe – razdoblje „noć“	22
Slika 25. Ekvivalentna razina buke na trapeznoj gumenoj uzdignutoj plohi – razdoblje „dan“	23
Slika 26. Ekvivalentna razina buke 50 m prije trapezne gumene uzdignute plohe – razdoblje „dan“	23
Slika 27. Ekvivalentna razina buke na trapeznoj gumenoj uzdignutoj plohi – razdoblje „noć“	23
Slika 28. Ekvivalentna razina buke 50 m prije trapezne gumene uzdignute plohe – razdoblje „noć“	24
Slika 29. Usporedba ekvivalentnih razina buke dobivenih mjerenjem i najvišim dopuštenim razinama propisanih GUP-om	24
Slika 30. Promatrana dionica u Jablanskoj ulici [17]	25
Slika 31. Poprečna betonska umjetna izbočina u Jablanskoj ulici	25
Slika 32. Razine buke osobnih vozila na poprečnoj betonskoj umjetnoj izbočini i 50 m prije poprečne betonske umjetne izbočine – razdoblje „dan“	26
Slika 33. Razine buke lakih teretnih vozila na poprečnoj betonskoj umjetnoj izbočini i 50 m prije poprečne betonske umjetne izbočine – razdoblje „dan“	27
Slika 34. Razine buke kombija na poprečnoj betonskoj umjetnoj izbočini i 50 m prije poprečne betonske umjetne izbočine – razdoblje „dan“	27
Slika 35. Razine buke osobnih vozila na poprečnoj betonskoj umjetnoj izbočini i 50 m prije poprečne betonske umjetne izbočine – razdoblje „noć“	27
Slika 36. Ekvivalentna razina buke na poprečnoj betonskoj umjetnoj izbočini – razdoblje „dan“	28
Slika 37. Ekvivalentna razina buke 50 m prije poprečne betonske umjetne izbočine – razdoblje „dan“	28
Slika 38. Ekvivalentna razina buke na poprečnoj betonskoj umjetnoj izbočini – razdoblje „noć“	28
Slika 39. Ekvivalentna razina buke 50 m prije poprečne betonske umjetne izbočine – razdoblje „noć“	29
Slika 40. Usporedba ekvivalentnih razina buke dobivenih mjerenjem i najvišim dopuštenim razinama propisanih GUP – om.....	29
Slika 41. Promatrana dionica u Ulici Hrgovići [18].....	30
Slika 42. Zaobljena elipsasta gumena umjetna izbočina u Ulici Hrgovići	30
Slika 43. Razine buke osobnih vozila na zaobljenoj elipsastoj gumenoj umjetnoj izbočini i 50 m prije okrugle gumene umjetne izbočine – razdoblje „dan“	31

Slika 44. Ekvivalentna razina buke na zaobljenoj elipsastoj gumenoj umjetnoj izbočini – razdoblje „dan“	31
Slika 45. Ekvivalentna razina buke 50 m prije zaobljene elipsaste gumene umjetne izbočine – razdoblje „dan“	32
Slika 46. Ekvivalentna razina buke na zaobljenoj elipsastoj gumenoj umjetnoj izbočini – razdoblje „noć“	32
Slika 47. Ekvivalentna razina buke 50 m prije zaobljene elipsaste gumene umjetne izbočine – razdoblje „noć“	32
Slika 48. Usporedba ekvivaletnih razina buke dobivenih mjerenjem i najvišim dopuštenim razinama propisanih GUP – om	33
Slika 49. Promatrana dionica u Ulici Srednjaci [19]	33
Slika 50. Poprečna kockasta umjetna izbočina u Ulici Srednjaci	34
Slika 51. Razine buke osobnih vozila na poprečnoj kockastoj umjetnoj izbočini i 50 m prije poprečne kockaste umjetne izbočine – razdoblje „dan“	35
Slika 52. Razine buke osobnih vozila na poprečnoj kockastoj umjetnoj izbočini i 50 m prije poprečne kockaste umjetne izbočine – razdoblje „noć“	35
Slika 53. Ekvivalentna razina buke na poprečnoj kockastoj umjetnoj izbočini – razdoblje „dan“	36
Slika 54. Ekvivalentna razina buke 50 m prije poprečne kockaste umjetne izbočine – razdoblje „dan“	36
Slika 55. Ekvivalentna razina buke na poprečnoj kockastoj umjetnoj izbočini – razdoblje „noć“	36
Slika 56. Ekvivalentna razina buke 50 m prije poprečne kockaste umjetne izbočine – razdoblje „noć“	37
Slika 57. Usporedba ekvivaletnih razina buke dobivenih mjerenjem i najvišim dopuštenim razinama propisanih GUP – om	37
Slika 58. Promatrana dionica u Trnjanskoj ulici [20]	38
Slika 59. Poprečna gumena umjetna izbočina u Trnjanskoj ulici	38
Slika 60. Razine buke osobnih vozila na poprečnoj gumenoj umjetnoj izbočini i 50 m prije poprečne gumene umjetne izbočine – razdoblje „dan“	39
Slika 61. Razine buke osobnih vozila na poprečnoj gumenoj umjetnoj izbočini i 50 m prije poprečne gumene umjetne izbočine – razdoblje „noć“	39
Slika 62. Ekvivalentna razina buke na poprečnoj gumenoj umjetnoj izbočini – razdoblje „dan“	40

Slika 63. Ekvivalentna razina buke 50 m prije poprečne gumene umjetne izbočine – razdoblje „dan“	40
Slika 64. Ekvivalentna razina buke na poprečnoj gumenoj umjetnoj izbočini – razdoblje „noć“	41
Slika 65. Ekvivalentna razina buke 50 m prije poprečne gumene umjetne izbočine – razdoblje „noć“	41
Slika 66. Usporedba ekvivalentnih razina buke dobivenih mjerenjem i najvišim dopuštenim razinama propisanih GUP – om.....	41
Slika 67. Promatrana dionica u Nalješkovićevoj ulici [21].....	42
Slika 68. Zaobljena elipsasta betonska umjetna izbočina u Nalješkovićevoj ulici	42
Slika 69. Razine buke osobnih vozila na okrugloj betonskoj umjetnoj izbočini i 50 m prije okrugle betonske umjetne izbočine – razdoblje „dan“	43
Slika 70. Ekvivalentna razina buke na zaobljenoj elipsastoj betonskoj umjetnoj izbočini – razdoblje „dan“	44
Slika 71. Ekvivalentna razina buke 50 m prije zaobljene elipsaste betonske umjetne izbočine – razdoblje „dan“	44
Slika 72. Usporedba ekvivalentnih razina buke dobivenih mjerenjem i najvišim dopuštenim razinama propisanih GUP – om.....	44
Slika 73. Promatrana dionica u Ulici Pile IV. [22]	45
Slika 74. Poprečna betonska umjetna izbočina u Ulici Pile IV.....	45
Slika 75. Razine buke osobnih vozila na poprečnoj betonskoj umjetnoj izbočini i 50 m prije poprečne betonske umjetne izbočine – razdoblje „dan“	46
Slika 76. Ekvivalentna razina buke na poprečnoj betonskoj umjetnoj izbočini – razdoblje „dan“	47
Slika 77. Ekvivalentna razina buke 50 m prije poprečne betonske umjetne izbočine – razdoblje „dan“	47
Slika 78. Usporedba ekvivalentnih razina buke dobivenih mjerenjem i najvišim dopuštenim razinama propisanih GUP – om.....	47
Slika 79. Usporedba prosječnih maksimalnih razina buke za osobna vozila za razdoblje „dan“	49
Slika 80. Usporedba prosječnih maksimalnih razina buke za autobuse za razdoblje „dan“ ...	50
Slika 81. Usporedba prosječnih maksimalnih razina buke za laka teretna vozila za razdoblje „dan“	50
Slika 82. Usporedba prosječnih maksimalnih razina buke za kombi vozila za razdoblje „dan“	51

Slika 83. Usporedba prosječnih maksimalnih razina buke za osobna vozila za razdoblje „noć“	51
Slika 84. Usporedba prosječnih maksimalnih razina buke za autobuse za razdoblje „noć“ ...	52
Slika 85. Usporedba ekvivalentnih razina buke dobivenih mjerenjem i najvišim dopuštenim razinama propisanih GUP – om za razdoblje „dan“	52
Slika 86. Usporedba ekvivalentnih razina buke dobivenih mjerenjem i najvišim dopuštenim razinama propisanih GUP – om za razdoblje „noć“	53

11. POPIS TABLICA

Tablica 1. Dopuštene ocjenske razine buke imisije u otvorenom prostoru [4]	5
Tablica 2. Najviše dopuštene planske razine buke prema karti zaštite od buke grada Zagreba [15].....	17
Tablica 3. Prikaz podataka	55

12. SAŽETAK

Umjetne izbočine i uzdignute plohe učestalo se primjenjuju na gradskim cestama na kojima je značajna učestalost prometnih nesreća uzrokovanih neprilagođenom brzinom vožnje, kao mjera povećanja sigurnosti prometa. Posljedice su povećani zdravstveni problemi i materijalni troškovi nastali uslijed lakših do vrlo teških ozljeda pa čak i smrtnih ishoda po sudionike u prometu te oštećenja vozila, infrastrukture i okolnih objekata. Uz sve prednosti cestovnog prometa kao odgovora na zahtjeve ubrzanog ritma života današnjice, on je i najveći izvor povećanih razina buke u okolišu. Jedna od mjera koja dovodi do smanjenja razina buke je i smanjenje brzine. U ovom je radu razmotrena mogućnost dvojakog efekta smanjena brzine, kao doprinosa povećanju sigurnosti prometa i smanjenju razine buke s ciljem povećanja kvalitete života stanovnika koji rade i borave u blizini cesta na kojima su primijenjene umjetne izbočine i uzdignute plohe. Analizirana je učinkovitost njihove primjene na smanjenje razine buke u području uz dvotračne dvosmjerne prometnice u gradskim sredinama pretežito stambene namjene u periodima dan i noć, za različite tipove umjetnih izbočina i uzdignutih ploha te ovisno o tipu vozila i strukturi prometnog toka.

Ključne riječi: buka okoliša, umjetne izbočine i uzdignute plohe, razina buke

13. SUMMARY

Speed humps are traffic safety measure commonly used at urban roads at which traffic accidents caused by high driving speeds are frequent. Main consequences of these traffic accidents are health problems and material costs i.e. light and very severe injuries or even deaths of traffic participants, as well as the damages of vehicles, infrastructure and surrounding facilities. Despite its many benefits, road traffic represents the largest source of environmental noise today. One of the noise mitigation measures which is frequently applied in urban areas is speed reduction. This paper deals with the possibility of using this speed reduction measure to simultaneously increase the traffic safety and reduce the noise levels, and all with the aim of increasing the quality of life of residents near the roads where speed humps are applied. Noise emissions in day and night periods at various speed humps placed at several two-way two-lane urban roads were analysed, taking into account the vehicle type and traffic flow structure.

Key words: environmental noise, speed humps, noise levels.