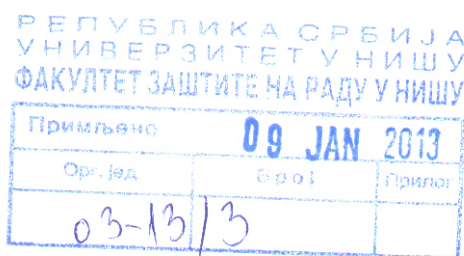


DOKUMENTACIJA TEHNIČKOG REŠENJA

IDENTIFIKACIONI PODACI

Autori rešenja	Momir Praščević, Dragan Cvetković, Darko Mihajlov
Naziv tehničkog rešenja	NAISS model za proračun nivoa emisije buke drumskog saobraćaja u urbanim sredinama
Vrsta tehničkog rešenja	M85 - Nova metoda (novi algoritam)
Naručilac tehničkog rešenja	Fakultet zaštite na radu u Nišu (Realizacija aktivnosti projekata TR 37020 "Razvoj metodologija i sredstava za zaštitu od buke urbanih sredina" i III 43014 "Unapređenje sistema monitoringa i procene dugotrajne izloženosti stanovništva zagađujućim supstancama u životnoj sredini primenom neuronskih mreža")
Godina izrade rešenja	2011-2012
Rešenje prihvatilo	Fakultet zaštite na radu u Nišu
Rešenje realizovao	Fakultet zaštite na radu u Nišu
Način verifikacije	Poređenje proračunatih vrednosti nivoa emisije buke NAISS modelom sa proračunatim vrednostima nivoa emisije buke drugim empirijskim modelima i poređenje sa eksperimentalno izmerenim vrednostima nivoa emisije buke drumskog saobraćaja na teritoriji grada Niša.
Način primene	Proračun nivoa buke emisije drumskog saobraćaja primenom datih jednačina na osnovu podataka o strukturi saobraćajnog toka.



OPIS TEHNIČKOG REŠENJA

OBLAST NA KOJU SE TEHNIČKO REŠENJE ODNOSI

Tehničko rešenje se odnosi i primenjuje u naučnoj oblasti "Inženjerstvo zaštite životne sredine i zaštite na radu" a prema primenjenim naučnim metodama pripada naučnoj disciplini tehničke akustike, odnosno pod-disciplini buke u životnoj sredini.

PROBLEM KOJI SE REŠAVA

Saobraćajna buka, kao glavni izvor buke u urbanim naseljima je veoma značajan ekološki problem u smislu ozbiljnog narušavanja zdravlja populacije i smanjenja njene radne produktivnosti. Stalni razvoj saobraćajne infrastrukture, povećanje broja motornih vozila na gradskim saobraćajnicama kao i povećana brzina vozila s jedne strane, i nedostatak odgovarajućih propisa i zakona o praćenju, kontroli i redukciji nivoa buke s druge strane, dovode do alarmantnih nivoa saobraćajne buke.

Najnoviji podaci o ugroženosti stanovništva bukom u životnoj sredini dobijeni nakon prvog kruga izrade strateških karata buke za aglomeracije u zemljama Evropske Unije ukazuju da je u urbanim sredinama 54% populacije (56,001,200 stanovnika) izloženo celodnevnim nivoima buke većim od 55 dB(A) a 15% populacije (15,754,500 stanovnika) celodnevnim nivoima buke većim od 65 dB(A). Pored toga van aglomeracija dodatnih 33,437,244 stanovnika živi u zonama gde je celodnevni nivo buke veći od 55 dB(A) , odnosno 7.657,083 stanovnika u u zonama gde je celodnevni nivo buke veći od 65 dB(A). Od ukupno 89,438,444 stanovnika koji su izloženi celodnevnim nivoima buke većim od 55 dB(A) čak blizu 89 miliona je izloženo buci koju generiše saobraćaj (drumski, železnički i avionski). Broj ljudi koji je izložen celodnevnim nivoima buke većim od 55 dB(A) koji potiču od drumskog saobraćaja je blizu 68 miliona što ukazuje na drumski saobraćaj kao dominantni izvor buke.

U mnogim industrijalizovanim zemljama i zemljama u razvoju doneti su različiti propisi u cilju definisanja maksimalno dozvoljenih nivoa emisije buke motornih vozila, buke unutar vozila kao i imisije buke u urbanim zonama. Međutim, čak i sa veoma "tihim" motornim vozilima i zakonskom favorizacijom njihovog korišćenja potrebno je mnogo godina da se postojeći zastareli vozni park kompletno zameni. U međuvremenu, potrebno je preduzimati neke druge oblike mera snižavanja nivoa buke koje između ostalog uključuju potpunu ili delimičnu zabranu saobraćaja, planiranje korišćenja građevinskog zemljišta koje podrazumeva akustičko zoniranje urbanog prostora, postavljanje barijera između izvora i prijemnika i projektovanje odgovarajuće zvučne zaštite stambenih objekata.

Da bi se preduzele odgovarajuće mere za snižavanje nivoa buke, neophodno je znati funkcionalnu vezu između emisije buke i parametara saobraćaja. Takođe je u cilju poboljšanja kvaliteta življenja u urbanim naseljima, veoma važno što preciznije modeliranje nivoa saobraćajne buke modelom za predikciju ekvivalentnog nivoa buke L_{eq} , u funkciji skupa informacija o protoku i kompoziciji saobraćaja i karakteristikama saobraćajnica. Polazeći od postojećeg stanja nivoa saobraćajne buke i prognozirano nivoa buke modelom, moguće je proceniti efekte buke u toku izrade planskih i razvojnih projekata stambenih naselja kada se planiraju nove gradske saobraćajnice, proširuju ili dislociraju postojeće, kada se povećava protok motornih vozila ili kada se uvodi nova svetlosna signalizacija raskrsnica. Modeliranje nivoa buke takođe omogućava i akustičko zoniranje i zoniranje urbanih oblasti prema nameni prostora.

STANJE REŠENOSTI PROBLEMA U SVETU I U SRBIJI

Teorijsko rešenje problema modeliranja nivoa saobraćajne buke je dosta složeno, zbog velikog broja varijanti različitih faktora modela kao i zbog složenosti ili nedostatka analitičkih jednačina koje opisuju korelacione odnose između nivoa buke i pojedinačnih faktora koji utiču na buku.

Razvijeni teorijski modeli uključuju osobine izvora buke za proračun emisije izvora buke i modeliranje prostiranja zvučnih talasa od mesta emisije do mesta imisije zvuka, odnosno proračunske tačke. Teorijski modeli su tačniji, ali je njihovo izračunavanje dugotrajno i koristi se samo za formiranje inženjerskih modela, koji se propisuju relevantnim međunarodnim standardima, kao što je standard ISO 9613. Postoji veoma veliki broj softverskih paketa koji uključuju različite modele za proračun nivoa buke, ali su dosta složeni za korišćenje jer zahtevaju detaljnu pripremu ulaznih podataka koji se odnose na sam izvor buke kao i na digitalizovani opis modela terena, koji u velikoj meri utiče na prostiranje zvuka zbog pojava koje se javljaju na putu prostiranja zvuka (refleksija, difrakcija, apsorpcija terena, apsorpcija u vazduhu, refrakcija i sl.).

Iz tog razloga se razvijaju matematički modeli koji se zasnivaju na eksperimentalnim rezultatima merenja nivoa buke i uspostavljanju korelacione veze sa parametrima saobraćaja. Mnogi autori su ponudili veliki broj matematičkih modela (linearnih i nelinearnih, statističkih, baziranih na fazi logici ili neuro mrežama, itd.) koji opisuju saobraćajnu buku sa različitom tačnošću i koji se međusobno razlikuju po faktorima koje uzimaju u obzir. Svi modeli raspoloživi u literaturi baziraju se na uspostavljanju funkcionalne veze između parametara emisije buke i parametara saobraćaja i saobraćajnica. Funkcionalne veze dobijaju se najčešće statističkom analizom (npr. regreseionom analizom) i definišu empirijske modele prikazane jednačinama. Neke od njih su definisali Burgess, Josse i Fagoti jednačinama:

$$Leq = 55.5 + 10.2 \log Q + 0.3p - 19.3 \log(L/2) \text{ (Burgess)} \quad (1)$$

$$Leq = 38.8 + 15 \log Q - 10 \log L \text{ (Josse)} \quad (2)$$

$$Leq = 10 \log(N_c + N_m + 8N_{hv} + 88N_b) + 33.5 \text{ (Fagoti)} \quad (3)$$

gde je: p - procenat teških vozila, L - širina saobraćajnice (izražena u metrima), Q - ukupan broj vozila u toku jednog sata, N_c - broj lakih (putničkih) vozila u toku jednog sata, N_m - broj motocikala u toku jednog sata, N_{hv} - broj teških (teretnih) vozila u toku jednog sata, N_b - broj autobusa u toku jednog sata. Ukupan broj vozila u toku jednog sata, Q , u gornjim jednačinama izražen je kao ekvivalentni brojvozila i dobija se pod pretpostavkom da je jedno teretno vozilo ekvivalent sa 6 lakih vozila a jedan motocikl sa 3 laka vozila.

Međutim, s obzirom da su uglavnom svi matematički modeli dobijeni na osnovu eksperimentalnih podataka, svaki model u sebi uključuje i određene karakteristike mernog mesta i karakteristike i specifičnosti saobraćajnog toka, tako da ne obezbeđuju tačnu aproksimaciju trenda promene ekvivalentnog nivoa buke u zavisnosti od određenog broja fizičkih parametara koji definišu saobraćaj i saobraćajnice, ako da svaki model treba veoma obazrivo primenjivati za uslove koji važe u drugim urbanim sredinama. Iz tog razloga postoji potreba za razvijanjem matematičkog modela za proračun saobraćajne buke koji će uzimati u obzir strukturu vozila i karakteristike saobraćajnica u određenim urbanim oblastima.

U Srbiji ne postoji razvijeni model za proračun emisije buke drumskog saobraćaja već se uglavnom koriste razvijeni softverski paketi za proračun buke ili modeli raspoloživi u literaturi.

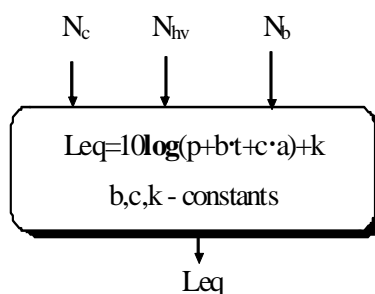
Za modeliranje nivoa saobraćajne buke na teritoriji grada Niša, korišćenje već postojećih modela ne daje dobre rezultate jer svaki model u sebi uključuje i određene karakteristike

mernog mesta i karakteristike i specifičnosti saobraćajnog toka ispitivane urbane sredine. Zbog toga je pri izradi tehničkog rešenja postavljen cilj da se razvije model koji bi najrealnije odražavao specifičnosti saobraćajne infrastrukture i saobraćajnog toka na teritoriji grada Niša.

KONCEPCIJA TEHNIČKOG REŠENJA

NAISS model za proračun nivoa emisije buke drumskog saobraćaja u urbanim sredinama zasnovan je na jednačinama koji omogućuju proračun buke drumskog saobraćaja pored gradskih saobraćajnica na teritoriji grada Niša.

Da bi se olakšalo ocenjivanje uticaja promenljivosti komponenti saobraćajnog toka na ekvivalentni nivo buke, ukupan broj vozila je razložen na broj putničkih i teretnih vozila i broj autobusa tako da model kao ulazne parametre koristi tri parametra: broj putničkih vozila (N_c), broj teretnih vozila (N_{hv}) i broj autobusa (N_b). Kao izlazni parametar model daje ekvivalentni nivo buke na rastojanju 7.5 m od saobraćajnice. Model je šematski prikazan na sl. 1.



Sl. 1 Šematski prikaz NAISS modela

Ekvivalentni nivo buke je logaritamska funkcija ekvivalentnog fluksa motornih vozila, gde konstante (b) i (c) predstavljaju relativan odnos određene klase vozila i referentnog vozila, u ovom slučaju putničkog. Konstanta (k) uzima u obzir specifičnosti prostiranja zvuka (refleksija, difrakcija, refrakcija, aprospcija) za datu poziciju. Konstante modela se određuje u procesu fitovanja eksperimentalnih podataka i optimizacije matematičkog modela koji je opisan u odeljku "Detaljan opis tehničkog modela".

Autori tehničkog rešenja su se opredelili za model koji ima tri ulaza, iako je razmatrana i varijanta modela sa jednim ulazom - ukupnim brojem vozila u toku jednog sata. Model sa tri ulazna parametra koji opisuju saobraćajni tok je izabran iz razloga mogućnosti ocenjivanja promenljivosti pojedinih kategorija saobraćajnog toka (broj putničkih vozila, broj teretnih vozila i broj autobusa) na ekvivalentni nivo buke, kao i iz razloga da pojedine kategorije saobraćajnog toka različito utiču na ekvivalentni nivo buke.

Kao referentno vozilo uzeto je putničko vozilo, a određivanjem konstanti (b) i (c) određen je ekvivalentan broj putničkih vozila koji zamenjuje dejstvo jednog teretnog vozila, odnosno jednog autobusa.

DETALJAN OPIS TEHNIČKOG REŠENJA

PARAMETRIZACIJA MODELA

Polazeći od rezultata merenja dobijenih pri sistematskom monitoringu buke drumskog saobraćaja na teritoriji grada Niša, izvršena je parametrizacija izabranog matematičkog modela, izdvajanjem funkcionlanog odnosa između ekvivalentnog nivoa buke i određenih fizičkih parametara toka drumskog saobraćaja.

Pri izboru odgovarajućeg modela za poračun buke drumskog saobraćaja postavljeni su sledeći kriterijumi:

- model kao izlazni parametar daje veličinu koja pokazuje dobru korelaciju sa subjektivnim odzivom na buku,
- model zahteva samo podatke koji su lako dostupni, i
- model treba da bude što je moguće jednostavniji da bi ga koristili svi oni koji su uključeni u planiranje i razvoj urbanih oblasti pored saobraćajnica.

Eksperimentalni podaci korišćeni u procesu fitovanja, dobijeni su merenjima na jedanaest mernih tačaka, pored glavnih gradskih drumskih saobraćajnica sa tipičnim osobinama komercijalnih, stambenih, industrijskih i bolničkih oblasti, pet puta u toku dnevnog perioda merenja (6⁰⁰ - 22⁰⁰) za svaku lokacionu tačku. Sva merenja su izvršena radnim danima isključujući sve atipične uslove, u periodu od 2004-2007. godine. Merenja su obuhvatila brojanje putničkih i teretnih vozila i autobusa i određivanje ekvivalentnog nivoa buke na sledećim mernim mestima:

1. Narodno pozorište
2. Voždova ulica
3. Trg Oktobarske revolucije
4. Dušanova ulica
5. Raskrsnica Dušanove i ulice Vojvode Mišića
6. Bulevar “12. februar”
7. Bulevar Dimitrija Tucovića
8. Knjaževačka ulica
9. Bulevar Braće Taskovića
10. Univerzitetski klinički centar
11. Bulevar Lenjina

Merna mesta od 1-5 locirana su u centralnom delu grada pored glavnih gradskih saobraćajnica, a tačke od 6-9 pored glavnih prilaznih pravaca gradu. Merna tačka 10 nalazi se u bolničkoj zoni, dok se tačka 11 nalazi pored novoizgrađene gradske saobraćajnice u novoprojektovanom delu grada, sa konstruktivnim karakteristikama koje se znatno razlikuju od ostalih saobraćajnica.

Za određivanje ekvivalentnog nivoa buke, korišćen je standardni merni sistem, zasnovan na statističkom analizatoru nivoa u amplitudnom domenu.

Konstante modela su dobijene u procesu optimizacije modela fitovanjem eksperimentalnih podataka primenom metoda Nelder-a i Mead-a za nalaženje minimuma funkcije više nezavisnih promenljivih. Metod zahteva samo izračunavanje vrednosti funkcije i konceptualno je jednostavan i vrlo pouzdan zato što za rad ne pretpostavlja praktično ništa o osobinama funkcije. Funkcija koja se minimizira formira se kao razlika izmerenog i izračunatog ekvivalentnog nivoa buke. Proces fitovanja je urađen pomoću programa napisanog u programskom paketu “Matlab”. Program, pored mogućnosti fitovanja eksperimentalnih podataka, omogućava prognozu ekvivalentnog nivoa na osnovu parametara saobraćaja, statističku analizu odstupanja izračunatog i izmerenog nivoa kao i korelacionu analizu ova dva nivoa.

U cilju formiranja modela najpre je izvršeno fitovanje na osnovu eksperimentalnih podataka za sve merne tačke od 1-11 i na taj način je dobijen model sa jednom jednačinom za opisivanje saobraćajne buke. Zatim su merne tačke grupisane prema nivoima buke, tako da prvoj grupi pripadaju tačke od 1-9, sa nivoima između 65 i 75 dB(A), a u drugoj grupi se nalaze tačke 10 i 11, sa nivoima između 55 i 65 dB (A). Za tako formirane grupe podataka izvršeno je fitovanje i

dobijen je modeli sa jednačinama koje opisuju određivanje ekvivalentnog nivoa buke drumskog saobraćaja u funkciji strukture saobraćajnog toka:

$$\begin{aligned} Leq &= 10\log(N_c + 3.7N_{hv} + 1.9N_b) + 38.2 \\ 55\text{dB(A)} &\leq Leq \leq 65\text{dB(A)} \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} Leq &= 10\log(N_c + 11.7N_{hv} + 3.1N_b) + 44.3 \\ 65\text{dB(A)} &< Leq \leq 75\text{dB(A)} \end{aligned} \quad (5)$$

gde je: broj putničkih vozila (N_c), broj teretnih vozila (N_{hv}) i broj autobusa (N_b)

Ekvivalentni nivo buke drumskog saobraćaja na rastojanju 7.5 m od saobraćajnice određuje se NAISS modelom na osnovu broja putničkih vozila, broja teretnih vozila i broja autobusa u toku jednog sata. Na osnovu strukture saobraćajnog toka ekvivalentni nivo buke drumskog saobraćaja se izračunava jednačinom (5). Ukoliko je tako dobijeni nivo buke manji ili jednak 65 dB(A) tada se vrši ponovni proračun nivoa buke jednačinom (4).

KARAKTERISTIKE MODELA

Karakteristike formiranog NAISS modela za proračun nivoa emisije buke određene statističkom analizom odstupanja izmerenog i izračunatog nivoa buke na osnovu jednačina modela, strukture i frekvencije saobraćajnog toka, kao i korelacionom analizom ovih nivoa. Izračunati su srednja vrednost apsolutnog odstupanja izmerenog i izračunatog nivoa ($\overline{\Delta L}$), standardna devijacija odstupanja (σ) i koeficijent korelacije (r) izmerenog i prognoziranog nivoa buke za sve merne tačke.

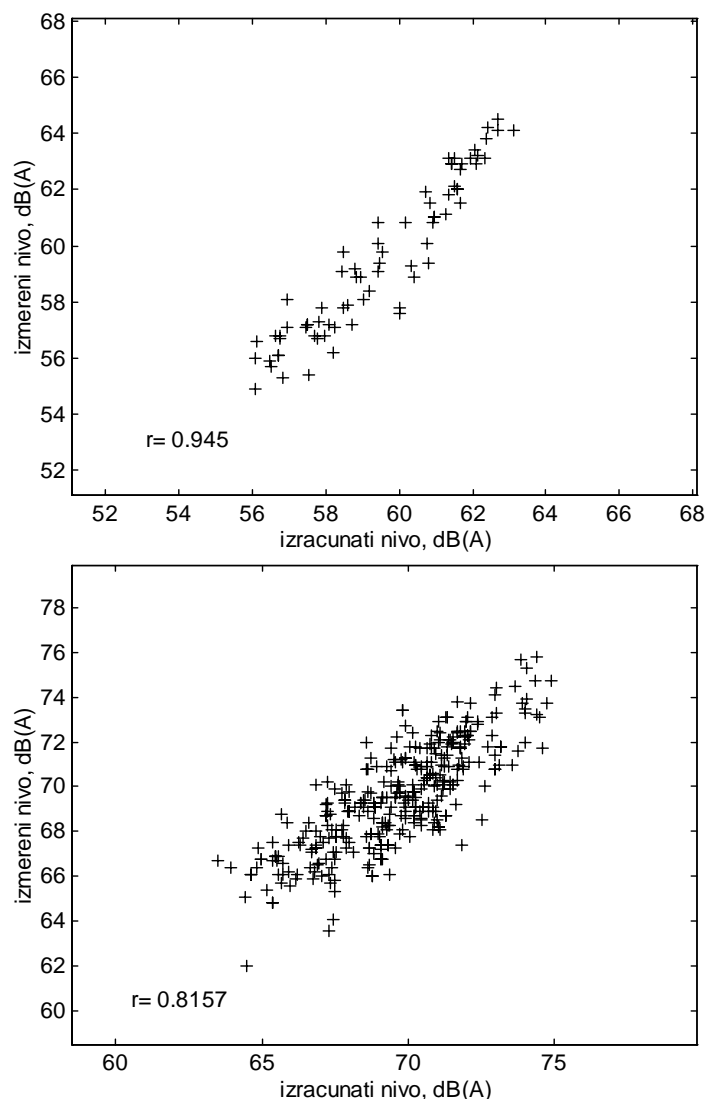
Statistička i korelaciona analiza je urađena na bazi izmerenih nivoa buke drumskih saobraćaja na 11 mernih tačaka u periodu od 2004 - 2007. godine, dakle istih podataka na osnovu kojih je model i formiran.

Rezultati statističke analize su dati u tabeli 1., pojedničano za svih 11 mernih tačaka i srednja vrednost za sve tačke.

Tabela 1. Statistički i korelacioni parametri analize NAISS modela

merno mesto	$\overline{\Delta L}$	σ	r
1	1.47	0.87	0.75
2	1.40	1.00	0.85
3	1.00	0.83	0.80
4	1.35	0.74	0.55
5	0.94	0.78	0.66
6	1.06	0.84	0.91
7	1.34	0.92	0.85
8	0.88	0.73	0.77
9	1.14	0.75	0.84
10	1.01	0.63	0.91
11	0.72	0.55	0.86
srednja vrednost	1.12	0.79	0.80

Na sl. 2. prikazan je korelacioni odnos izmerenog i izračunatog nivoa, za opsege nivoa buke od 65 do 75 dB(A) i od 55 do 95 dB(A).



Sl. 2. Korelacioni odnos izmerenog i izračunatog nivoa za nivoe buke od 55 do 65 dB(A) (gore) i za nivoe buke od 65 do 75 dB(A) (dole)

Srednja vrednost odstupanja izmerenog i izračunatog nivoa buke NAISS modelom iznosi 1.12 dB(A), dok najveće odstupanje ima vrednost 1.47 dB(A) i ono je dobijeno za mernu tačku 1. Standardna devijacija odstupanja iznosi 0.79 dB(A) tako da se može očekivati da se primenom NAISS modela u proračunu nivoa emisije buke drumskog saobraćaja u 68% slučajeva dobiju odstupanja u opsegu od 1.12 dB(A) \pm 0.79 dB, a u 95% slučajeva u opsegu od 1.12 dB(A) \pm 1.58 dB(A).

VERIFIKACIJA MODELA

Za verifikaciju NAISS modela, rezultati proračuna nivoa buke drumskog saobraćaja upoređeni su sa rezultatima proračuna nivoa buke drumskog saobraćaja primenom nekih od empirijskih metoda za proračun buku koji su bili raspoloživi u literaturi i koji su prikazani jednačinama (1) - (3).

Pored tih modela za poređenje je korišćen i CEE model koji je određen jednačinom:

$$Leq = 10 \log(N_c) + p \quad (6)$$

gde je: p - procenat teških vozila a N_c - broj lakih (putničkih) vozila u toku jednog sata,

Poređenje rezultata proračuna nivoa buke različitim metodama izvršeno je na podacima o frekvenciji saobraćajnog toka iz baze podataka o izmerenim nivoima buke drumskog saobraćaja i strukturi drumskog saobraćaja na teritoriji grada Niša u periodu od 2004. - 2007. godine. Isti podaci su korišćeni pri formiranju NAISS modela.

U cilju poređenja različitih modela izvršena je statistička analiza odstupanja izmerenog i izračunatog nivoa na osnovu jednačina različitih modela, strukture i frekvencije saobraćajnog toka. Izračunati su srednja vrednost apsolutnog odstupanja izmerenog i izračunatog nivoa (ΔL), standardna devijacija odstupanja (σ).

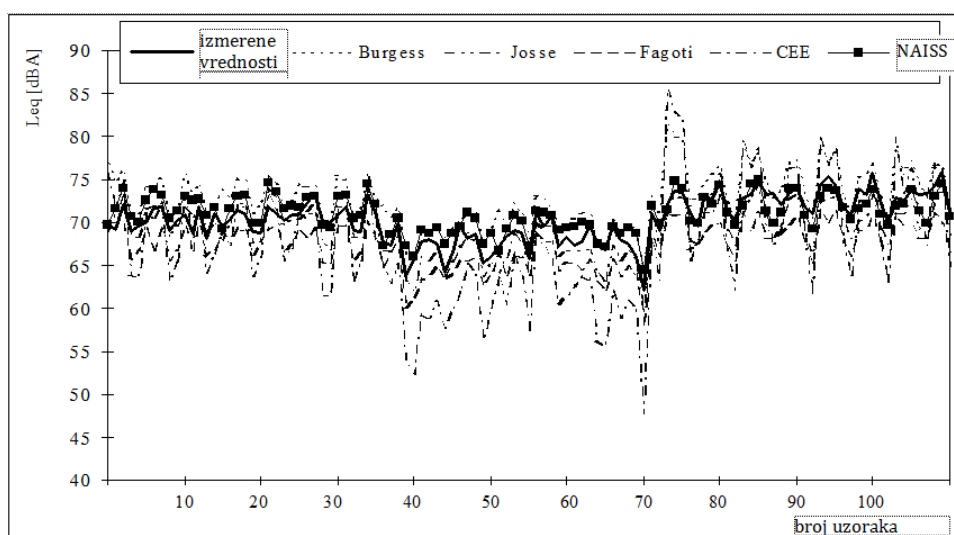
Parametri komparativne analize su dati u tabeli 2.

Tabela 2. Parametri komparativne analize različitih modela

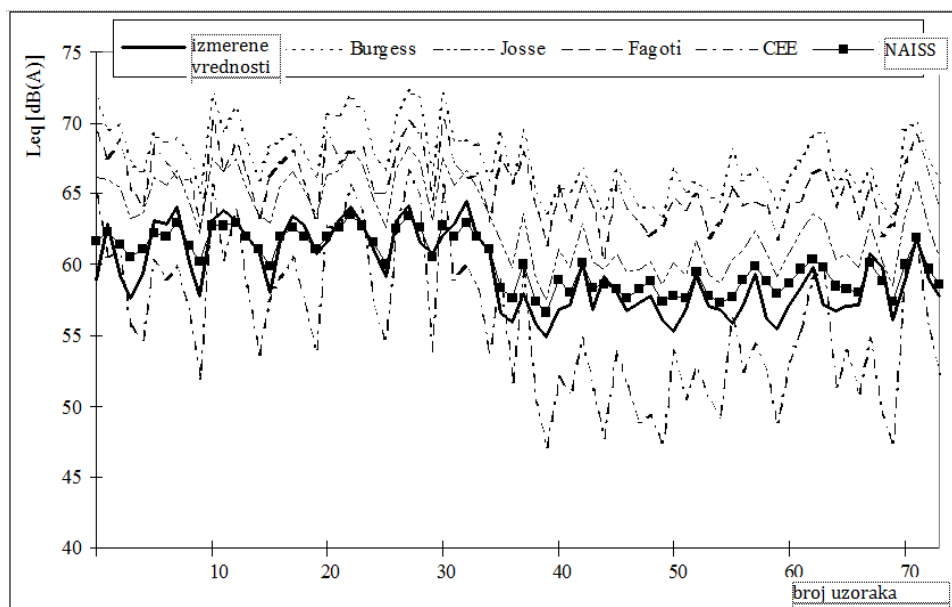
grupa podataka	pparametar	Burgess	Josse	Fagoti	CEE	NAISS
55 - 65 dB(A)	$\overline{\Delta L}$	7.94	3.53	6.04	4.36	1.07
	σ	2.10	1.23	2.25	2.52	0.75
65 - 75 dB(A)	$\overline{\Delta L}$	2.46	1.61	3.18	4.60	1.29
	σ	1.63	1.29	1.31	3.13	0.92

Rezultati komparativne analize su prikazani i na sl. 3 i 4 za oba opsega nivoa buke.

Prikazani rezultati, tabelarno i grafički, jasno ukazuju da NAISS model daje najbolje rezultate u proračunu emisije buke drumskog saobraćaja pored saobraćajnica na teritoriji grada Niša.



Sl. 3. Komparacija proračunatih nivoa buke za opsege nivoa buke od 55 do 65 dB(A)



Sl. 4. Komparacija proračunatih nivoa buke za opsege nivoa buke od 65 do 75 dB(A)

NAČIN REALIZACIJE I MESTO PRIMENE TEHNIČKOG REŠENJA

Tehničko rešenje je realizovano u okviru projekata Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnologiju Republike Srbije TR 37020 "Razvoj metodologija i sredstava za zaštitu od buke urbanih sredina" i III 43014 "Unapređenje sistema monitoringa i procene dugotrajne izloženosti stanovništva zagađujućim supstancama u životnoj sredini primenom neuronskih mreža".

NAISS model za predikciju emisije buke drumskog saobraćaja je primenjen za proračun nivoa buke drumskog saobraćaja na osnovu baze podataka o strukturi saobraćajnog toka pored gradskih saobraćajnica na teritoriji grada Niša za period 2008 - 2010. godina. Ti proračunati nivoi buke su upoređeni sa podacima o izmerenim nivoima buke drumskog saobraćaja na istim mernim mestima na kojima je izvršeno brojanje saobraćaja i utvrđivanje strukture saobraćajnog toka.

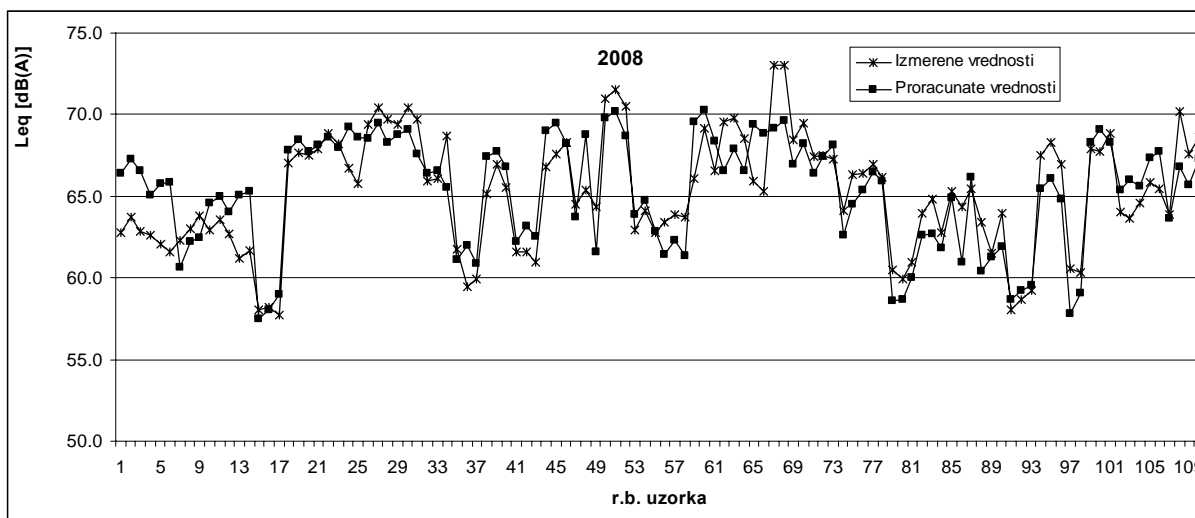
Izmerene vrednosti nivoa buke drumskog saobraćaja su dobijene u proceduri monitoringa stanja nivoa buke na teritoriji grada Niša u periodu od 2008 - 2010. godine. Sva merenja su obavljena radnim danima i u toku dnevnog perioda merenja. Uzete su u obzir merne tačke neposredno pored gradskih drumskih saobraćajnica i isključeni su svi atipični uslovi (npr. sirena automobila, prolazak automobila bez auspuha i sl.). Na svakoj od mernih tačaka određen je ekvivalentni nivo buke u petnaestominutnom mernom intervalu kao i broj putničkih, teretnih automobila i broj autobusa u istom intervalu.

Na osnovu podataka o strukturi saobraćaja primenom NAISS modela, odnosno jednačina (4) i (5) proračunat je nivo buke koji je upoređen sa izmerenim nivoima buke. Analizom je obuhvaćeno više od 300 podataka za sve tri godine.

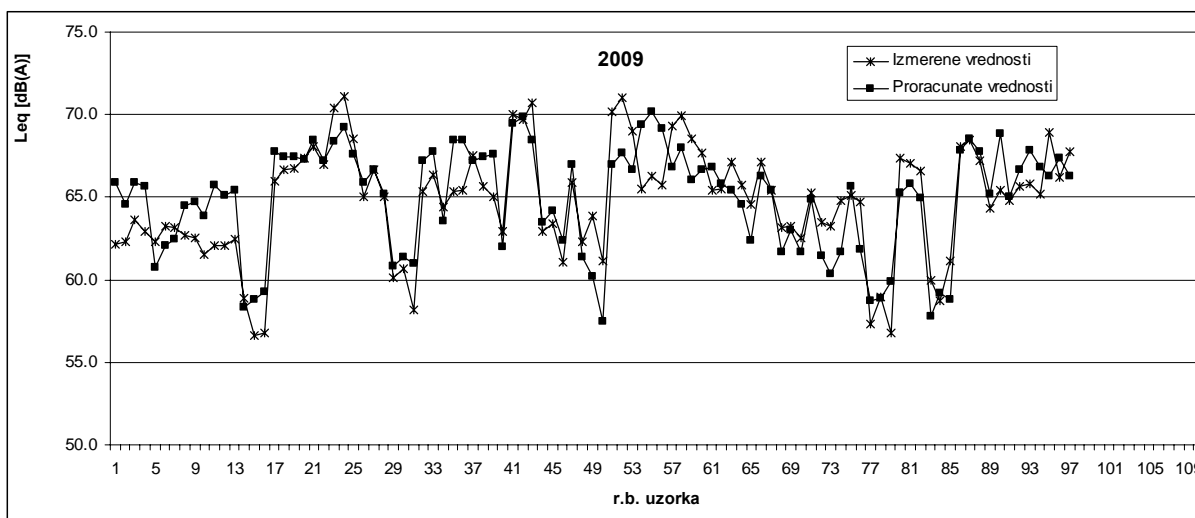
Na sl. 5 - sl. 7 prikazani su dijagrami koji pokazuju izmerene i proračunate vrednosti nivoa buke drumskog saobraćaja za 2008, 2009 i 2010. godinu.

Na sl. 8 - sl. 10 prikazani su dijagrami rasipanja koji pokazuju međusobni odnos izmerenih i proračunatih vrednosti nivoa buke drumskog saobraćaja za 2008, 2009 i 2010. godinu.

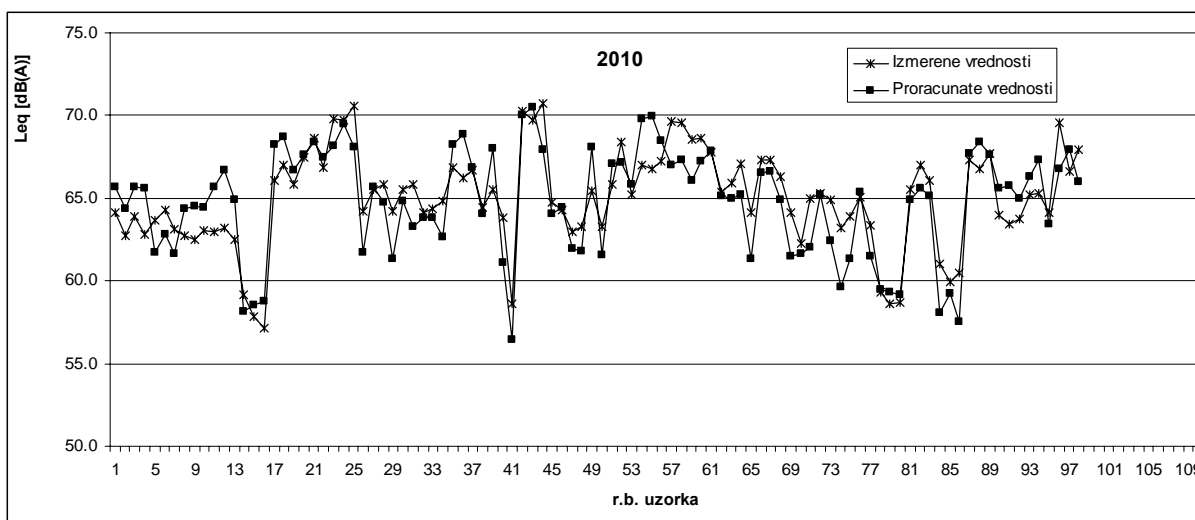
U tabeli 3. dat je pregled rezultata statističke analize odstupanja izmerenih vrednosti od proračunatih vrednosti, gde je N broj analiziranih uzoraka.



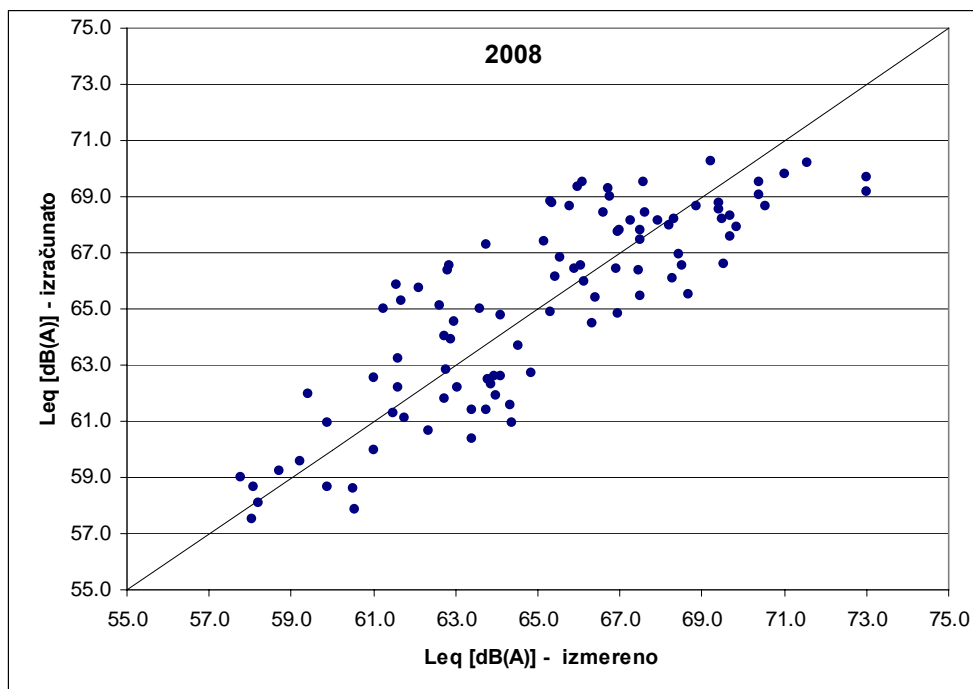
Sl. 5. Proračunati i izmereni nivoi buke na uzorku saobraćajnog toka iz 2008. godine



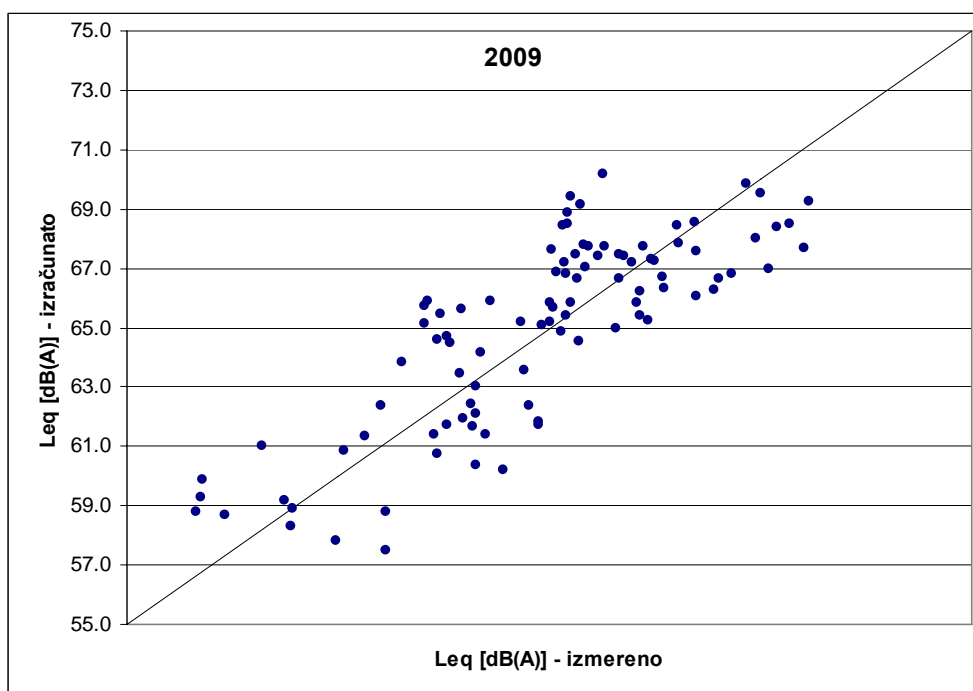
Sl. 6. Proračunati i izmereni nivoi buke na uzorku saobraćajnog toka iz 2009. godine



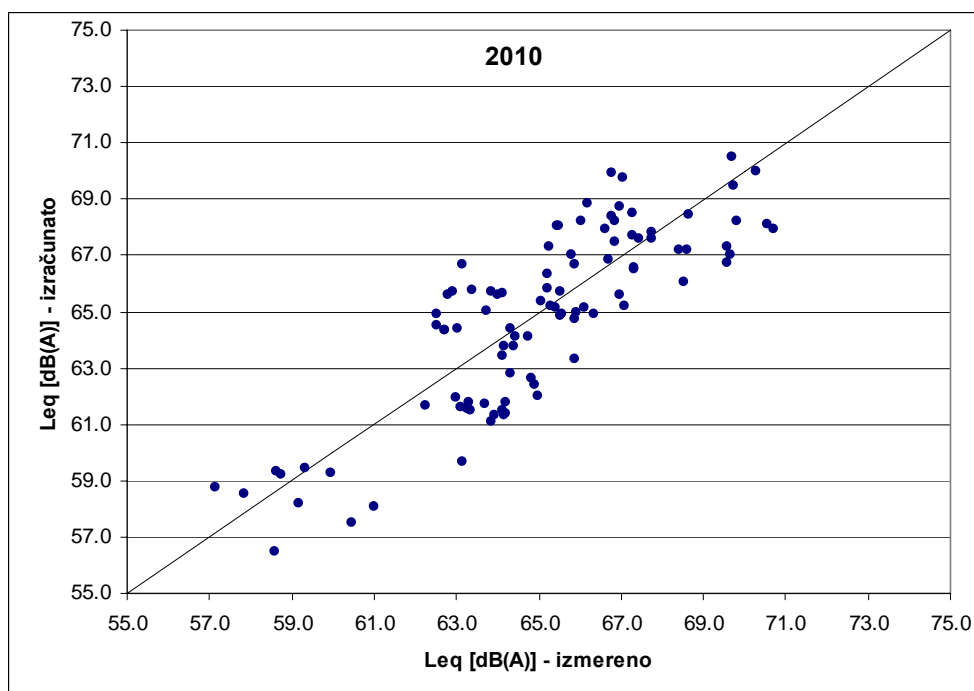
Sl. 7. Proračunati i izmereni nivoi buke na uzorku saobraćajnog toka iz 2010. godine



Sl. 8. Dijagram rasipanja proračunatih i izmerenih nivoa buke na uzorku saobraćajnog toka iz 2008. godine



Sl. 9. Dijagram rasipanja proračunatih i izmerenih nivoa buke na uzorku saobraćajnog toka iz 2009. godine



Sl. 10. Dijagram rasipanja proračunatih i izmerenih nivoa buke na uzorku saobraćajnog toka iz 2010. godine

Tabela 3. Rezultati statističke analize izmerenih i proračunatih vrednosti nivoa buke

	2008	2009	2010
$\overline{\Delta L}$ [dB(A)]	1.63	1.66	1.52
σ [dB(A)]	1.08	1.10	0.95
N	110	97	98

MOGUĆNOSTI PRIMENE TEHNIČKOG REŠENJA

NAISS model za prognozu nivoa emisije buke drumskog saobraćaja u urbanim sredinama se može koristiti za prognozu emisije drumskog saobraćaja na rastojanju 7.5m od saobraćajnice na osnovu poznate strukture saobraćajnog toka (broja putničkih vozila, broja teretnih vozila i broja autobusa). Polazeći od tako proračunatog nivoa buke modelom, moguće je proceniti efekte buke u toku izrade planskih i razvojnih projekata stambenih naselja, kada se planiraju nove gradske saobraćajnice, proširuju ili dislociraju postojeće, kada se povećava protok motornih vozila, kada se uvodi nova svetlosna signalizacija raskrsnica ili kada se planira neka mera za smanjenje nivoa buke. Modeliranje nivoa buke i proračun drumskog saobraćaja NAISS modelom može se koristiti i pri akustičkom zoniranju i zoniranju urbanih oblasti prema nameni prostora.

LITERATURA

- [1] Praščević M., Cvetković D.: „Buka u životnoj sredini“, Fakultet zaštite na radu u Nišu, Niš, 2005.
- [2] ISO 9613-1:1993, Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere
- [3] ISO 9613-2:1996, Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: General method of calculation
- [4] <http://www.softnoise.com/predictor.htm>
- [5] <http://www.datakustik.com>
- [6] <http://www.soundplan.eu>
- [7] Burgess, M. A., “Noise Prediction for Urban Traffic Conditions - Related to Measurements in the Sydney Metropolitan Area”, *Applied Acoustics*, **Vol. 10**, pp. 1-7, 1977
- [8] Josse, R., “Notions d’acoustique Paris”, *France: Ed. Eyrolles*, 1972
- [9] Fagotti, C., and A. Poggi, “Traffic Noise Abatement Strategies. The Analysis of Real Case not Really Effective”, in *Proceedings of 18th International Congress for Noise Abatement*, Bologna, Italy, pp. 223-233, 1995
- [10] Prascevic, M., D. Cvetkovic and V. Stojanovic, “Mathematical Models for Describing Road Traffic Noise”, in *Proceedings of the 1997 International Congress on Noise Control Engineering*, Budapest, Hungary, Vol. II, pp. 895-899, 1997
- [11] Prascevic, M., D. Cvetkovic, A. Deljanin and V. Stojanovic, “Modeling of Urban Traffic Noise”, in *Proceedings of the Fifth International Congress on Sound and Vibration*, Adelaide, South Australia, 1997
- [12] G. Cammarata at all., “A Neural Network Architecture for Noise Prediction”, *Neural networks*, Vol. 8, No. 6, pp. 963-973, 1995
- [13] Praščević M., Cvetković D., Mihajlov M., “The Uncertainty Sources in Environmental Noise Measurements and the Uncertainty Estimation”, *Facta Universitatis Series: Mechanical Engineering*, Vol. 9, No 2, 2011, pp. 183 - 192

PRILOZI

1. Zahtev za imenovanje recenzenata
2. Odluka o imenovanju recenzenata
3. Mišljenje recenzenata
4. Mišljenje korisnika tehničkog rešenja – JP Zavoz za urbanizam Niš
5. Mišljenje korisnika tehničkog rešenja – Uprava za privredu, održivi razvoj i zaštitu životne sredine Gradske uprave Niš
6. Mišljenje korisnika tehničkog rešenja – Fakultet zaštite na radu u Nišu
7. Odluka o prihvatanju tehničkog rešenja

Примљено	09 JAN 2013	
Орг. јед.	Број	Прилог
03-13/2		

NASTAVNO-NAUČNO VEĆE
FAKULTETA ZAŠTITE NA RADU U NIŠU

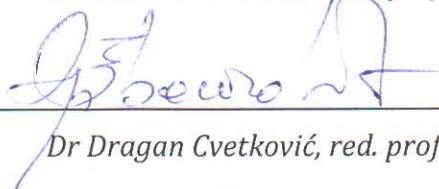
Обраћамо Вам се са захтеvom за именовање рецензата за оцену предлога техничког решења

„NAISS model za proračun nivoa emisije buke drumskog saobraćaja u urbanim sredinama“

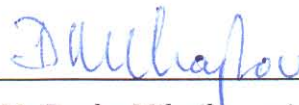
autora Dr Momira Praščevića, vanr. prof., Dr Dragana Cvetkovića, red. prof., i mr Darka Mihajlova, asistenta realizovanog u okviru rada na projektima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije TR 37020 "Razvoj metodologija i sredstava za zaštitu od buke urbanih sredina" i III 43014 "Unapređenje sistema monitoringa i procene dugotrajne izloženosti stanovništva zagađujućim supstancama u životnoj sredini primenom neuronskih mreža".



Dr Momir Praščević, vanr. prof.



Dr Dragan Cvetković, red. prof.



Mr Darko Mihajlov, asistent.

Примљено	17 JAN 2013	
Орг. јед.	Број	Прилог
03-13/13		

Odlukom Nastavno-naučnog veća Fakulteta zaštite na radu u Nišu br.03-8/4 od 11. 01. 2013. godine imenovani smo za recenzente predloga tehničkog rešenja:

„NAISS model za proračun nivoa emisije buke drumskog saobraćaja u urbanim sredinama“

autora Dr Momira Praščevića, vanr. prof., Dr Dragana Cvetkovića, red. prof., i mr Darka Mihajlova, asistenta .

Na osnovu predloga ovog tehničkog rešenja podnosimo sledeći

IZVEŠTAJ

Tehničko rešenje „NAISS model za proračun nivoa emisije buke drumskog saobraćaja u urbanim sredinama“ autora Dr Momira Praščevića, vanr. prof., Dr Dragana Cvetkovića, red. prof., i mr Darka Mihajlova, realizovanog 2011-2012, prikazano je na 13 stranica formata A4, pisanih fontom Cambria 11, standardnim proredom, i sadrži 10 slika, 3 tabele i 6 jednačina. Sastavljeno je od sledećih poglavlja:

- Opis tehničkog rešenja
 - Oblast na koju se tehničko rešenje odnosi
 - Problem koji se rešava
 - Stanje rešenosti problema u svetu i u Srbiji
 - Koncepcija tehničkog rešenja
- Detaljan opis tehničkog rešenja
 - Parametrizacija modela
 - Karakteristike modela
 - Verifikacija modela
- Način realizacije i mesto primene tehničkog rešenja
- Mogućnost primene tehničkog rešenja
- Literatura

Naručilac tehničkog rešenja je Fakultet zaštite na radu u Nišu. Tehničko rešenje je realizovano u okviru rada na projektima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije TR 37020 "Razvoj metodologija i sredstava za zaštitu od buke urbanih sredina" i III 43014 "Unapređenje sistema monitoringa i procene dugotrajne izloženosti stanovništva zagađujućim supstancama u životnoj sredini primenom neuronskih mreža".

MIŠLJENJE

Autori tehničkog rešenja „NAISS model za proračun nivoa emisije buke drumskog saobraćaja u urbanim sredinama“ detaljno su prikazali problem koji se rešava tehničkim rešenjem, stanje rešenosti problema u svetu i u Republici Srbiji i detaljno opisali razvijeni model. Tehničko rešenje poseduje stručnu komponentu, predstavlja zaokruženi rezultat koji se može primenjivati, i ima naučno-istraživački doprinos. Rezultati tehničkog rešenja izlagani su na naučnim skupovima.

NAISS model se može koristiti za prognozu nivoa emisije buke drumskog saobraćaja na rastojanju 7.5m od saobraćajnice na osnovu poznate strukture saobraćajnog toka (broja putničkih vozila, broja teretnih vozila i broja autobusa.). Polazeći od tako proračunatog nivoa buke modelom, moguće je proceniti efekte buke u toku izrade planskih i razvojnih projekata stambenih naselja, kada se planiraju nove gradske saobraćajnice, proširuju ili dislociraju postojeće saobraćajnice, kada se povećava protok motornih vozila ili kada se uvodi nova svetlosna signalizacija raskrsnica. Modeliranje nivoa buke i proračun drumskog saobraćaja može se koristiti i pri akustičkom zoniranju i zoniranju urbanih oblasti prema nameni prostora.

NAISS model je verifikovan poređenjem proračunatih vrednosti nivoa emisije buke drumskog saobraćaja NAISS modelom sa proračunatim vrednostima nivoa emisije buke drumskog saobraćaja drugim modelima raspoloživim u literaturi. Takođe, NAISS model je verifikovan poređenjem proračunatih vrednosti nivoa emisije buke drumskog saobraćaja NAISS modelom sa izmerenim vrednostima nivoa emisije buke drumskog saobraćaja neposredno pored drumskih saobraćajnica na teritoriji grada Niša. Poređenjem je obuhvaćeno više od 300 mernih podataka u toku tri godine monitoringa stanja nivoa buke na teritoriji grada Niša.

Na osnovu opisa tehničkog rešenja i dobijenih rezultata u procesu verifikacije modela mogu se doneti sledeći zaključci:

- 1. Prikazani model predstavlja jedinstveno rešenje na teritoriji Republike Srbije za proračun nivoa emisije buke drumskog saobraćaja u urbanim sredinama.*
- 2. Autori tehničkog rešenja su detaljno opisali koncepciju proračuna nivoa emisije buke drumskog saobraćaja kao i način primene modela i njegove osnovne karakteristike i prednosti u odnosu na postojeće empirijske modele koji se primenjuju u svetu.*
- 3. Projektovano tehničko rešenje ima slične mogućnosti kao i empirijski modeli za proračun nivoa emisije buke drumskog saobraćaja dostupni u literaturi, s tim što daje preciznije rezultate proračuna za urbano područje teritorije grada Niš.*
- 4. Verifikacija tehničkog rešenja poređenjem proračunatih vrednosti nivoa emisije buke drumskog saobraćaja i izmerenih vrednosti nivoa emisije buke drumskog saobraćaja pored drumskih saobraćajnica izvedna na više od 300 mernih pozicija i dobijene srednje vrednosti odstupanja proračunatih od izmerenih vrednosti manjih od 1.7 dB(A) pokazuju velike mogućnosti predloženog tehničkog rešenja i pouzdanost njegove primene u proračunu nivoa emisije buke drumskog saobraćaja.*

Tehničko rešenje „**NAISS model za proračun nivoa emisije buke drumskog saobraćaja u urbanim sredinama**“ zauzima značajno mesto u naučnoj oblasti "Inženjerstva zaštite životne sredine i zaštite na radu". S obzirom na originalnost, naučnoistraživački doprinos, uspešnu primenu i pozitivne rezultate u verifikaciji sa zadovoljstvom predlažemo da se „**NAISS model za proračun nivoa emisije buke drumskog saobraćaja u urbanim sredinama**“ prihvati kao tehničko rešenje – nova metoda (novi algoritam) - M85 prema klasifikaciji iz Pravilnika o postupku i načinu vrednovanja, i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača („Sl. glasnik RS“, br. 32/2008).

U Beogradu, 15. 01. 2013. godine



Dr Nikola Lilić, red. prof.

Rudarsko-geološki fakultet u Beogradu



Dr Aleksandar Cvjetić, docent

Rudarsko-geološki fakultet u Beogradu

76
11.01. 13

ЈП ЗАВОД
ЗА УРБАНИЗАМ
НИШ



18000 НИШ ул. 7. јула 6. Телефони: (018) 243-455, 243-363, 241-386, 241-274, 245-066 Директор: 243-095, 255-462 Факс: 241-673
<http://www.zurbnis.rs> e-mail: info@zurbnis.rs матични број: 07261063 шифра делатности: 7111 ПИБ: 100334647
Текући рачун: 105-484-32 АИК Банка А.Д. Ниш Обвезник ПДВ: Потврда бр. 127588172

ПРЕДМЕТ: Потврда коришћења техничког решења „NAISS модел за прорачун нивоа емисије буке друмског саобраћаја у урбаним срединама“

ЈП Завод за урбанизам Ниш, као јавно предузеће, обавља своју делатност пружањем услуга државним органима, органима локалне самоуправе, физичким и правним лицима. ЈП Завод за урбанизам Ниш ради на изради просторних и генералних урбанистичких планова, детаљних урбанистичких планова и пројеката, регулационих студија, студија, програма и анализа за потребе града Ниша, Републике Србије и других општина у Србији.


На основу Уговора о пословној, техничкој и научној сарадњи бр. између Факултета заштите на раду у Нишу и ЈП Завод за урбанизам Ниш, којим се регулисања пословна, техничка и научна сарадња ове две институције у циљу потпунијег коришћења материјалних и кадровских ресурса, ЈП Завод за урбанизам Ниш је корисник техничког решења „NAISS модел за прорачун нивоа емисије буке друмског саобраћаја у урбаним срединама“ аутора Др Момира Прашчевића, ванр. проф., Др Драгана Цветковића, ред. проф., и мр Дарка Михајлова, асистента, које је проистекло као резултат пројеката Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије ТР 37020 "Развој методологија и средстава за заштиту од буке урбаних средина" и Ш 43014 "Унапређење система мониторинга и процене дуготрајне изложености становништва загађујућим супстанцама у животној средини применом неуронских мрежа".

Наведено техничко решење се веома успешно користи за прорачун нивоа емисије буке друмског саобраћаја у изради просторних и генералних урбанистичких планова, детаљних урбанистичких планова и пројеката, регулационих студија у делу који се односи на процену стања животне средине и планирање мера за заштиту животне средине с аспекта буке у животној средини.

Овај документ служи као потврда о коришћењу техничког решења „NAISS модел за прорачун нивоа емисије буке друмског саобраћаја у урбаним срединама“ у ЈП Завод за урбанизам Ниш и у друге сврхе се не може користити.

ЈП Завод за урбанизам Ниш

в.д. директора


Лјубица Митић, дипл. инж. грађ.



Република Србија
ГРАД НИШ
УПРАВА ЗА ПРИВРЕДУ,
ОДРЖИВИ РАЗВОЈ И
ЗАШТИТУ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ
Бр 05-35/13
16. 01. 2013 год.
Г Р А Д Н И Ш

PREDMET: Potvrda korišćenja tehničkog rešenja „NAISS model za proračun nivoa emisije buke drumskog saobraćaja u urbanim sredinama“

Odsek za zaštitu životne sredine Uprave za privredu, održivi razvoj i zaštitu životne sredine Gradske uprave Grada Niša obavlja poslove kontrole kvaliteta životne sredine; organizuje i učestvuje u izradi akcionih i sanacionih planova i programa; prati podatke o kvalitetu vode, vazduha, zemljišta, komunalne buke i radioaktivnosti u životnoj sredini; stara se o prevenciji i zaštiti od udesa; uspostavlja bazu podataka, izrađuje i održava katastar zagađivača; priprema i realizuje program suzbijanja štetnih organizama; daje saglasnosti na analize uticaja objekata i planova na životnu sredinu i dr.

Na osnovu Ugovora o svojinskim pravima na rezultatima istraživanja na naučnoistraživačkom projektu br. 05-123/2012 Grad Niš Uprava za privredu, održivi razvoj i zaštitu životne sredine je korisnik tehničkog rešenja „NAISS model za proračun nivoa emisije buke drumskog saobraćaja u urbanim sredinama“ autora Dr Momira Praševića, vanr. prof., Dr Dragana Cvetkovića, red. prof., i mr Darka Mihajlova, asistenta, koje je proisteklo kao rezultat projekata Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije TR 37020 "Razvoj metodologija i sredstava za zaštitu od buke urbanih sredina" i III 43014 "Unapređenje sistema monitoringa i procene dugotrajne izloženosti stanovništva zagađujućim supstancama u životnoj sredini primenom neuronskih mreža".

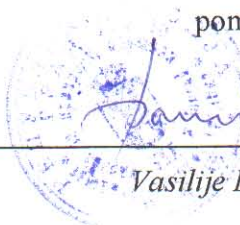
Navedeno tehničko rešenje se veoma uspešno koristi za proračun nivoa emisije buke drumskog saobraćaja za potrebe realizacije poslova kontrole kvaliteta životne sredine, izrade akcionih i sanacionih planova i davanja saglasnosti na analize uticaja objekata i planova na životnu sredinu.

Ovaj dokument služi kao potvrda o korišćenju tehničkog rešenja „NAISS model za proračun nivoa emisije buke drumskog saobraćaja u urbanim sredinama“ u Odseku za zaštitu životne sredine Uprave za privredu, održivi razvoj i zaštitu životne sredine Gradske uprave Grada Niša.

Uprava za privredu održivi razvoj i zaštitu životne
sredine

Odsek za zaštitu životne sredine

pomoćnik načelnika



Vasilije Daković, dipl. pravnik



U N I V E R Z I T E T U N I Š U
FAKULTET ZAŠTITE NA RADU U NIŠU

REPUBLIKA SRBIJA, 18000 Niš, Čarnojevića 10 A, Tel:(018)529-701, Faks: (018)249-962
T.R. 840-1747666-77; PIB 100663853; M.B. 07226063; E-mail: dekanat@znr fak.ni.ac.rs
www.znr fak.ni.ac.rs

РЕПУБЛИКА СРБИЈА
УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ФАКУЛТЕТ ЗАШТИТЕ НА РАДУ У НИШУ

№ 01-57/11

11 JAN 2013

PREDMET: Potvrda korišćenja tehničkog rešenja „NAISS model za proračun nivoa emisije buke drumskog saobraćaja u urbanim sredinama“

Laboratorija za buku i vibracije Fakulteta zaštite na radu u Nišu je organizaciona jedinica Fakulteta koja se bavi nastavnim, naučnoistraživačkim i stručnim radom. Naučno-istraživački rad Laboratorija sprovodi u sledećim oblastima: komunalna buka, mapiranje buke, buka motornih vozila, akustička aktivnost izvora buke, građevinska akustika, prostorna akustika, uticaj bukenog čoveka, pasivna i aktivna kontrola buke, merenje i ocena buke u životnoj sredini, monitoring stanja nivoa buke u gradovima, izrada karata buke i akcionih planova i projektovanje zaštite od buke.

Laboratorija za buku i vibracije kao organizaciona jedinica Fakulteta je korisnik tehničkog rešenja „NAISS model za proračun nivoa emisije buke drumskog saobraćaja u urbanim sredinama“, autora Dr Momira Praščevića, vanr. prof., Dr Dragana Cvetkovića, red. prof., i mr Darka Mihajlova, asistenta, koji predstavlja jedan od rezultata projekata Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije TR 37020 "Razvoj metodologija i sredstava za zaštitu od buke urbanih sredina" i III 43014 "Unapređenje sistema monitoringa i procene dugotrajne izloženosti stanovništva zagađujućim supstancama u životnoj sredini primenom neuronskih mreža".

Navedeno tehničko rešenje se veoma uspešno koristi za proračun nivoa emisije buke drumskog saobraćaja u realizaciji sledećih aktivnosti laboratorije:

- monitoring nivoa buke u urbanim sredinama za odabir kritičnih mernih lokacija na kojima je potrebno vršiti monitoring buke;
- merenje i ocena stanja nivoa buke u životnoj sredini za ocenu rezidualne buke na tretiranim lokalitetima koja je uzrokovana drumskim saobraćajem susednim saobraćajnicama a na osnovu strukture drumskog saobraćaja;

- akustičko zoniranje urbanih područja prema nameni prostora za definisanje tampon zone oko drumskih saobraćajnica;
- projektovanje zaštite od buke za ocenu prethodnog (zatečenog) stanja buke na lokaciji a koje je posledica uticaja drumskog saobraćaja.

Ovaj dokument služi kao potvrda o korišćenju tehničkog rešenja „NAISS model za proračun nivoa emisije buke drumskog saobraćaja u urbanim sredinama“ u Laboratoriji za buku i vibracije Fakulteta zaštite na radu u Nišu i u druge svrhe se ne može koristiti.



Dekan Fakulteta zaštite na radu u Nišu

Dr Ljiljana Živković, red. prof.



У Н И В Е Р З И Т Е Т У Н И Ш У

ФАКУЛТЕТ ЗАШТИТЕ НА РАДУ У НИШУ

РЕПУБЛИКА СРБИЈА, 18000 Ниш, Чарнојевића 10 А, Тел:(018)529-701
Факс: (018)249-962, Т.Р. 840-1747666-77; ПИБ 100663853; М.Б. 07226063
E-mail: dekanatat@znrfaq.ni.ac.rs www.znrfaq.ni.ac.rs

Број: 03-60/4

Ниш, 18 JAN 2013

Наставно-научно веће Факултета заштите на раду у Нишу, на седници одржаној 18.01.2013. године, донело је

ОДЛУКУ

Усваја се извештај рецензената др Николе Лилића, ред. проф. и др Александра Цвијетића, доцента Рударско-геолошког факултета у Београду, о испуњености критеријума за признавање техничког решења реализованог у оквиру рада на пројектима Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије ТР 37020 „Развој методологија и средстава за заштиту од буке урбаних средина“ и ИИИ 43014 „Унапређење система мониторинга и процене дуготрајне изложености становништва загађујућим супстанцама у животној средини применом неуронских мрежа“, под називом: „NAISS модел за прорачун нивоа емисије буке друмског саобраћаја у урбаним срединама“, аутора др Момира Прашчевића, ванр. проф., др Драгана Цветковића, ред. проф. и мр Дарка Михајлова, асистента Факултета заштите на раду у Нишу, као техничко решење категорије М85 – нова метода (нови алгоритам).

ПРЕДСЕДНИК НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА
ФАКУЛТЕТА ЗАШТИТЕ НА РАДУ У НИШУ
ДЕКАН ФАКУЛТЕТА


Др Љиљана Живковић, ред. проф.