

# Procena razumljivosti govora u srpskom jeziku u prisustvu muzičkih smetnji

Dijana Kostić, Zoran Milivojević, Zoran Veličković  
Visoka tehnička škola strukovnih studija  
Niš, Srbija

koricanac@yahoo.com, zoran.milivojevic@vtsnis.edu.rs, zoran.velickovic@vtsnis.edu.rs

**Sažetak** - U prvom delu rada opisane su akustičke muzičke smetnje tipa: a) prekomerni (eng. *Augmented*) i b) umanjeni (eng. *Diminished*) akord. Nakon toga opisan je eksperiment u okviru koga je testirana razumljivost govora pomoću reči i rečenica iz SMST (eng. *Serbian Matrix Sentence Test*) baze. Govornom signalu su superponirane muzičke smetnje sa promenljivim odnosom SNR. Primenom MOS (eng. *Mean Opinion Score*) testa obavljeno je subjektivno testiranje razumljivosti. MOS rezultati prikazani su tabelarno i grafički. U drugom delu rada izvršena je komparativna analiza rezultata sa razumljivošću u prisustvu nekih drugih akustičkih ambijentalnih smetnji (reverberacija, Babble, Gauss, Industrijske smetnje i akustički šum tipa reverzni govor) i izvršena klasifikacija razumljivosti prema međunarodnom standardu IEC 60268-16:2011.

**Cljučne reči** - SMST; matrični test; muzičke smetnje; MOS.

## I. UVOD

U verbalnoj komunikaciji, razumljivost govora je jedan od bitnih uslova za uspešnu komunikaciju između ljudi. Razumljivost govora zavisi od mnoštva faktora, kao što su: brzina govora, jačine i intonacije glasa, uticaj ambijentalnih smetnji, oštećenje čula sluha kod slušalaca i dr. Da bi se utvrdila razumljivost govora razvijene su: a) objektivne i b) subjektivne metode za njegovo ispitivanje. Objektivne metode se odnose na izračunavanje odgovarajućih parametara: a) AI (eng. *Articulation Index*) [1], b) SII (eng. *Speech Intelligibility Index*) [2], c) STOI (eng. *Short Time Objective Intelligibility*) [3] ... AI predstavlja indeks artikulacije koji je razvijen u AT&Bell laboratoriji, čiji je proračun dao Krieter [1]. Indeks razumljivosti SII predstavlja meru razumljivosti govora i kreće se u opsegu od 0-100% [2]. STOI metod, zasniva se na analizi koeficijenta korelacije između vremenskih anvelopa čistog i degradiranog govornog signala u kratkom vremenskom intervalu (384ms) [3]. Realizacija objektivnih metoda podrazumeva analizu govornog signala pomoću računara. Subjektivne metode podrazumevaju testiranje razumljivosti od strane ispitanika. Najčešće se realizaciju MOS testovi nad testnom grupom. Realizuju se nad testnom grupom koja može biti sastavljena od: a) osoba sa dobrim sluhom i b) osoba sa oštećenim sluhom. MOS test se sprovodi tako što se ispitanicima reprodukuje govorni signal (reči, cele rečenice, logotomi tipa: CVC, CCV, afrikati, laterali, nazali, plozivi, frikativi) i od njih se traži da razumljivost ocene ocenom od 1 do 5 (1- loše, 2 - slabo, 3 - prihvatljivo, 4 - dobro, 5 - odlično). MOS ocena je srednja vrednost pojedinih ocena. Procenom razumljivosti govora, primenom različitih vrsta audiometrijskih testova, bavili

su se mnogi autori: Egan [4], Schultz [5], Hirsh i dr. [6] i Rubenstein i Decker [7], Giolas [8], Plomp i Mimpfen [9], Hagerman [10]... Egan je koristio harvardski fonetski balansirani listu reči prilikom testiranja i smatrao je da je potrebna obuka slušaoca, kako bi se kontrolisao efekat učinka slušaoca i upoznatost sa listom harvardski fonetski balansiranim rečima [4]. Kod testova koriste se liste fonetski balansiranih PB (eng. *Phonetic Balanced*) reči koje govornici čitaju, a ispitanici slušaju i ponavljaju. Struktura fonetskih balansiranih reči je suglasnik - samoglasnik -suglasnik (eng. *Consonant - Vowel - Consonant - CVC*) i to su jednosložne reči koje odražavaju statističku raspodelu glasova u tom dijalektu [4]. Zbog ograničenog broja CVC reči u jednom jeziku jedan isti ispitanik ne treba da bude testiran dva ili više puta, zbog realne mogućnosti da zapamti reči. Hirsh i dr. [9] i Rubenstein i Decker [7] ispitivali su odnos između broja slogova u reči i razumljivosti. Utvrdili su da sa povećanjem broja slogova (jedan, dva i tri sloga), odnosno povećanja dužine reči, povećava se i razumljivost cele reči. Schultz je utvrdio da i kada je reč pravilno početno identifikovana, postoji mogućnost zamene poznatim rečima [5]. U [8] su prikazani rezultati testiranja razumljivosti celih rečenica, i to u: a) sintaksnom i b) semantičkom kontekstu. U [9] prikazani su rezultati testiranja koje je sprovedene pomoću semantički ispravnih rečenica iz svakodnevnih konverzacije. Rezultati testiranja razumljivosti pomoću matričnih rečenica (sintaksne ali ne i nužno semantički korektne rečenice) prikazani su u [10].

U [11] opisana je matrična baza reči iz srpskog jezika. Baza je sastavljena od po deset reči tipa: ime, glagol, broj, pridev, imenica. Proces formiranja rečenica sastoji se od biranja reči po slučajnom zakonu i kreiranje rečenice sa sintaksnom strukturom: ime - glagol - broj - pridev - imenica. Baza se sastoji od  $5 \times 10 = 50$  reči. Frekventna zastupljenost fonema upoređena je sa frekventnom zastupljenošću fonema u nekim značajnim delima napisanim na srpskom jeziku („Na Drini Čuprija“, „Gorski vjenac“, „Bakonja fra Brne“ i „Koštana“). Pokazano je da zastupljenost fonema u srpskoj matričnoj rečeničnoj – SMST (eng. *Serbian Matrix Sentence Test*) bazi odražava duh srpskog jezika. Testiranje razumljivosti pomoću MOS testa i rečenica iz SMST baze obavljeno je u različitim uslovima ambijentalnih smetnji: a) reverberacija [11], b) Babble [12], Gauss [13], Industrijski [14], muzički [15] šum, reverzni govor [16] i dr.

U ovom radu prikazani su rezultati eksperimenta u kome je testirana razumljivost pomoću MOS testa i srpske matrične baze SMST u ambijentalnim uslovima superponiranja

muzičkih smetnji MN (eng. *Musical Noise*). Muzičke smetnje su akordi (Aug i Dim) proizvedeni na klaviru i harmonici. Eksperiment je realizovan u laboratorijama Visoke tehničke škole u Nišu. Formirana je test grupa koja je sastavljena od studenata osnovnih studija sa studijskog programa Komunikacione tehnologije. Testiranje je sprovedeno za različite odnose SNR={0, -2, -5, -10} dB. Rezultati dobijeni pomoću MOS testa, koji se odnose na pojedine tipove reči, kao i celih rečenica, prikazani su tabelarno i grafički. Na osnovu analize dobijenih rezultata i poređenja sa rezultatima [12]-[16] i međunarodnim standardom IEC 60268-16:2011 [17] donosi se zaključak o razumljivosti.

Organizacija rada je sledeća. U sekciji II opisan je MN šum. U sekciji III opisan je eksperiment, grafički i tabelarno prikazani rezultati eksperimenta i izvršena komparativnu analiza. Sekcija IV je zaključak.

## II. MUZIČKE SMETNJE

Muzičke smetnje analizirane u ovom radu su akordi (trozvuci) proizvedeni na muzičkim instrumentima, i to: a) klaviru i b) harmonici. Akord predstavlja istovremeno zvučanje najmanje tri tona različite visine [18]. Akord sastavljen od tri tona, gde drugi i treći ton stoje u odnosu terce i kvinte u odnosu na prvi, osnovni ton pripada klasi kvintakorda, i može biti, zavisno od načina građenja: a) veliki - durski (velika terca i čista kvinta), b) mali - molski (mala terca i čista kvinta), c) umanjeni - Dim (eng. *Diminished*) (mala terca i umanjena kvinta) i d) prekomerni - Aug (eng. *Augmented*) (velika terca i prekomerna kvinta) [18].

## III. EKSPERIMENTALNI REZULTATI I ANALIZA

U ovom delu opisan je tok realizacije ekperimenta, njegovi rezultati i analiza rezultata. Eksperimentalnim putem izvršeno je testiranje razumljivosti govornog signala u prisustvu muzičkih smetnji (akordi: Aug i Dim). Vrednosti parametra SNR korišćenih prilikom testiranja su SNR = {0, -2, -5, -10} dB. Testiranje sprovedeno nad testnom grupom MOS testom, izvršeno je u laboratoriji Visoke tehničke škole u Nišu. Rezultati razumljivosti dobijeni MOS testom odnose se na: a) vrste reči i b) celih rečenica. Rezultati su prikazani u tabelarnoj i grafičkoj formi.

### A. Ekperiment

Experiment testiranja razumljivosti reči i rečenica iz SMST baze, izgovorenih na srpskom jeziku, sastoji se od sledećih koraka:

*Korak 1:* generisanje rečenica od reči iz SMST baze,

*Korak 2:* generisanja signala smetnje od muzičkih zapisa iz MN baze,

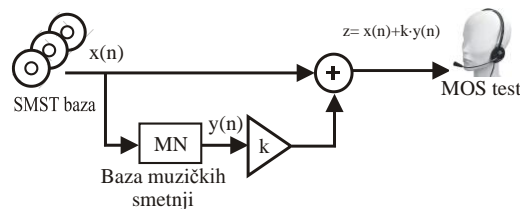
*Korak 3:* formiranje govornog signala sa superponiranom akustičkom smetnjom sa definisanim parametrom SNR (dB),

*Korak 4:* Realizacija MOS testa, i

*Korak 5:* Analiza rezultata.

Na sl.1 prikazana je blok šema ekperimenta. Signal  $x$ , predstavlja čist govorni signal dobijen iz SMST baze, signal

smetnji MN  $y$ , i  $z$  govorni signal sa superponiranom smetnjom MN i odgovarajućim SNR-om.



Slika 1. Blok šema realizacije MOS testa.

### B. Test grupa

Test grupa formirana je od 25 studenata Visoke tehničke škole Niš (15 muškog i 10 ženskog pola), starosne dobi 19-30 godina, prosečne starosti 21.9 god. Pre početka testiranja svaki od ispitanika izjasnio se da nema saznanja o oštećenju slušnog aparata.

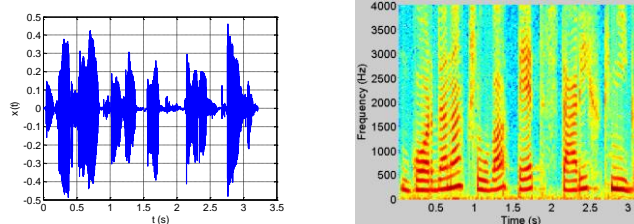
### C. MOS test

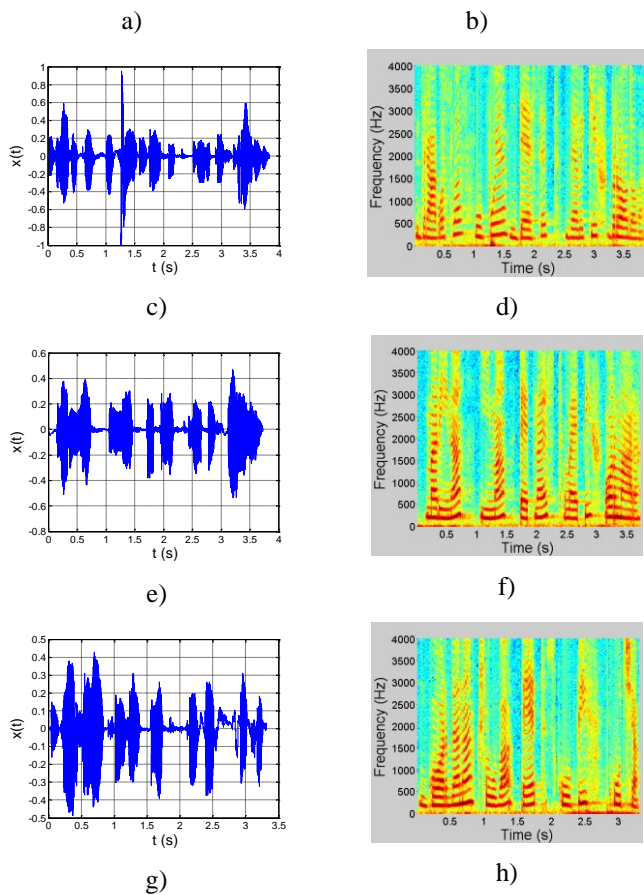
Testiranje ispitanika iz testne grupe izvršeno je pomoću MOS testa otvorenog tipa. Realizacija MOS testa odvijala se na sledeći način: nakon reprodukcije testnog signala  $z$ , putem slušalice, ispitanik je izgovarao naglas reprodukovani signal kako je razumeo. Ispitivač je beležio tačne i netačne odgovore u odgovarajuće kolone (vrste reči i cela rečenica) u formularu. Nakon toga, izvršena je statistička analiza rezultata i određen je MOS rezultat razumljivosti pojedinih vrsta reči kao i celih rečenica.

### D. Baze

Za potrebe ekperimenta formirane su baze: a) govornih signala, i b) muzičkih signala.

Baza govornih signala formirana je pomoću reči iz SMST baze [11]. Baza sadrži 50 reči tipa: a) ime, b) glagol, c) broj, d) pridev i e) imenica (5 vrsta reči x 10 reči). Formiranje rečenica vrši se po slučajnom zakonu pomoću računara. Ukupan broj različitih rečenica je  $10^5$ . Ovim je obezbeđena neizvesnost i za ispitanika i za ispitivača. Kombinacijom reči iz svakog tipa reči, formiraju se rečenice sa sintaksnom strukturom: ime - glagol - broj - pridev - imenica. Baza je snimljena u studiju „Banker radija” u Nišu, a rečenice je čitao profesionalni spiker ženskog pola. Na sl. 2 prikazane su vremenska karakteristika (2.a, 2.c, 2.e, 2.g) i spektrogram (2.b, 2.d, 2.f, 2.h) nekih od testiranih rečenica: „Gordana čuva pet starih knjiga“, „Dragoslav kupuje deset velikih brodova“, „Marina ima petnaest lepih ormara“, „Gordana čuva pet skupih kuća“, respektivno.

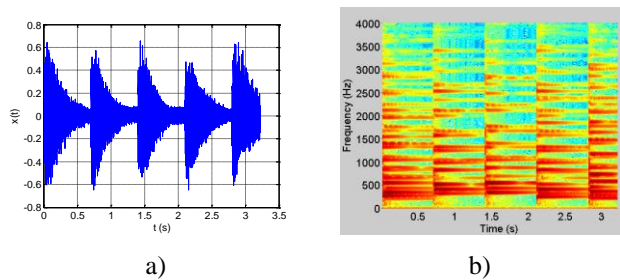




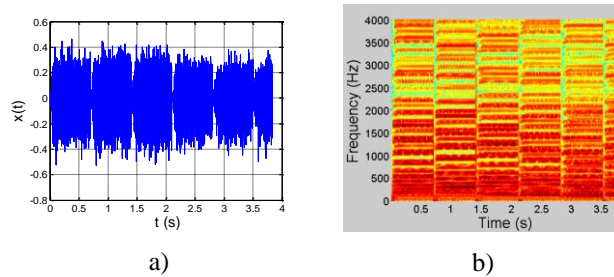
Slika 2. Vremenska i spektralna karakteristika čistog govornog signala.

a) *Baza muzičkih signala*

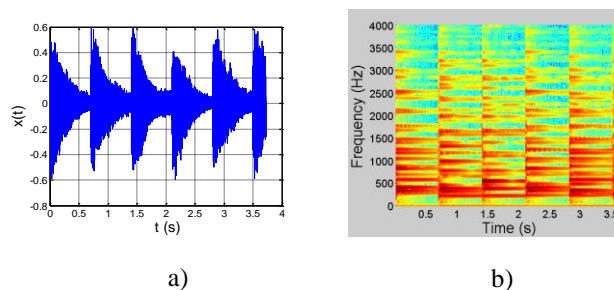
Baza muzičkih signala sastavljena je od snimaka Aug i Dim akorda interpretiranih na instrumentima: a) klaviru i b) harmonici. Na sl. 4.a prikazan je vremenski oblik muzičke smetnje AK (Aug klavir), a na sl. 4.b prikazan je vremenski oblik muzičke smetnje AH (Aug Harmonika). Njihovi spektrogrami su prikazani na sl. 3.b i sl. 4.b. Muzičke smetnje tipa DK (Dim klavir) i DH (Dim harmonika), prikazani su na slikama 5.a, 6.a (vremenski oblik) i 5.b, 6.b (spektrogrami), respektivno. Na sl.7 prikazane su vremenska karakteristika i spektrogram generisanog testnog signala  $z$  (korisnog signala sa odgovarajućom superponiranom smetnjom – AK, AH, DK i DH za SNR = 0dB).



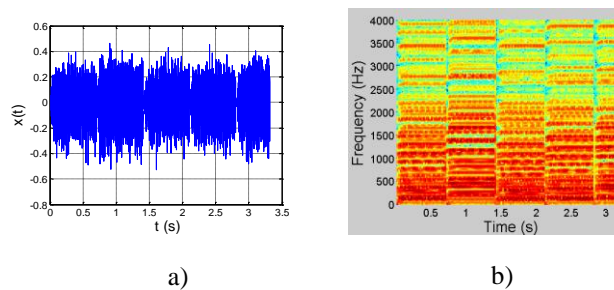
Slika 3. Signal smetnje AK: a) vremenska karakteristika i b) spektrogram.



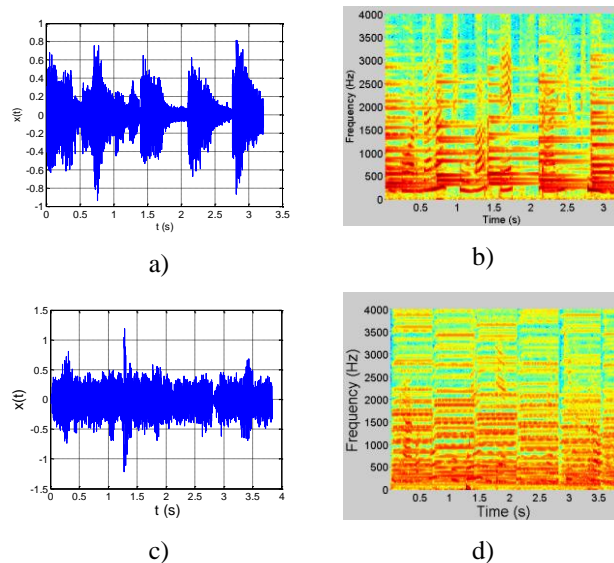
Slika 4. Signal smetnje AH: a) vremenska karakteristika i b) spektrogram.

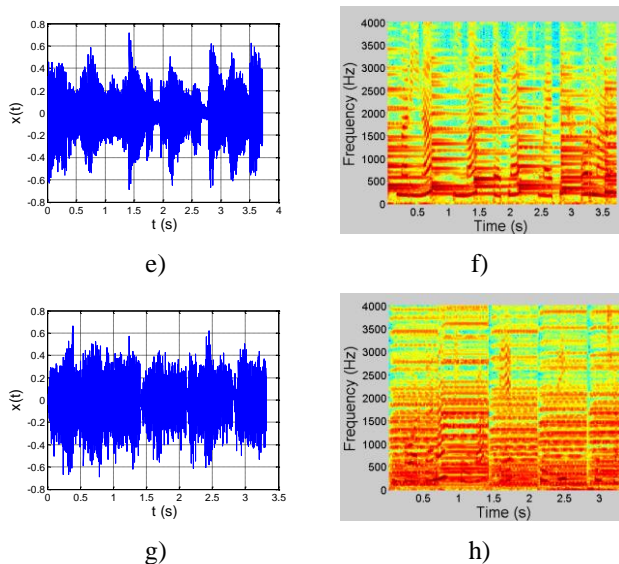


Slika 5. Signal smetnje DK: a) vremenska karakteristika i b) spektrogram.



Slika 6. Signal smetnje DH: a) vremenska karakteristika i b) spektrogram.





Slika 7. Generisani test signal  $z$  za SNR = 0dB: a) i b) AK, c) i d) AH, e) i f) DK i g) i h) DH.

### E. Rezultati

Rezultati testiranja dobijeni pomoću MOS testa prikazani su tabelarno u Tabelama I ÷ IV i slikama 9 ÷ 13. Na sl. 9÷12, grafički je prikazana razumljivost pojedinih tipova reči, kao i rečenica za akorde Aug i Dim, interpretirane na klaviru i harmonici za: a) SNR = 0 dB (sl. 9), b) SNR = -2 dB (sl. 10), c) SNR = -5 dB (sl. 11) i d) SNR = -10 dB (sl. 12). Srednja vrednost razumljivosti reči i rečenica data je u Tabelama I ÷ IV i grafički na sl. 13.

TABELA I. RAZUMLJIVOST VRSTA REČI I REČENICA U PRISUSTVU AKUSTIČKE SMETNJE TIPA AK

Vrsta reči	SNR (dB)				
	0	-2	-5	-10	$\bar{r}$
Ime	96	100	96	80	93
Glagol	100	100	92	80	93
Broj	96	96	88	76	89
Pridev	92	88	84	68	83
Imenica	88	84	84	60	79
Rečenica	19	16	11	7	13,25

TABELA II. RAZUMLJIVOST VRSTA REČI I REČENICA U PRISUSTVU AKUSTIČKE SMETNJE TIPA AH

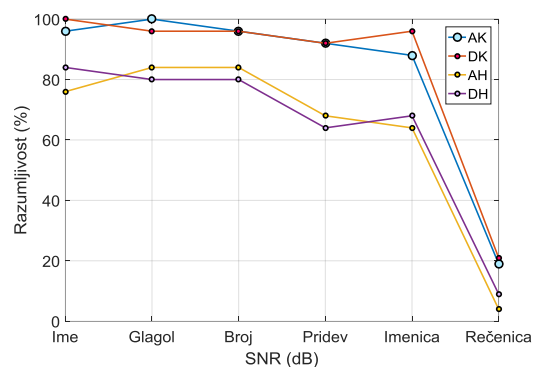
Vrsta reči	SNR (dB)				
	0	-2	-5	-10	$\bar{r}$
Ime	76	92	72	12	63
Glagol	84	72	72	12	60
Broj	84	76	64	24	62
Pridev	68	64	36	0	42
Imenica	64	56	60	12	48
Rečenica	4	5	4	0	3,25

TABELA III. RAZUMLJIVOST VRSTA REČI I REČENICA U PRISUSTVU AKUSTIČKE SMETNJE TIPA DK

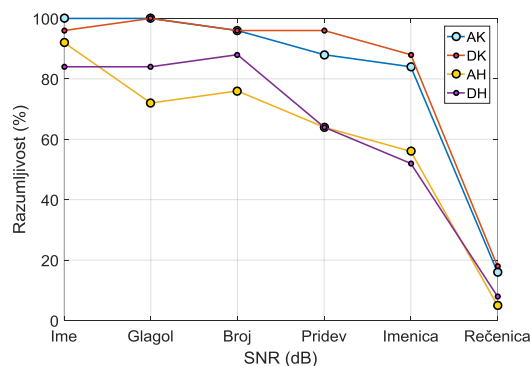
Vrsta reči	SNR (dB)				
	0	-2	-5	-10	$\bar{r}$
Ime	100	96	92	80	92
Glagol	96	100	92	96	96
Broj	96	96	100	80	93
Pridev	92	96	92	60	85
Imenica	96	88	88	64	84
Rečenica	21	18	16	6	15,25

TABELA IV. RAZUMLJIVOST VRSTA REČI I REČENICA U PRISUSTVU AKUSTIČKE SMETNJE TIPA DH

Vrsta reči	SNR (dB)				
	0	-2	-5	-10	$\bar{r}$
Ime	84	84	68	24	65
Glagol	80	84	60	20	61
Broj	80	88	52	20	60
Pridev	64	64	40	8	44
Imenica	68	52	28	16	41
Rečenica	9	8	1	0	4,5

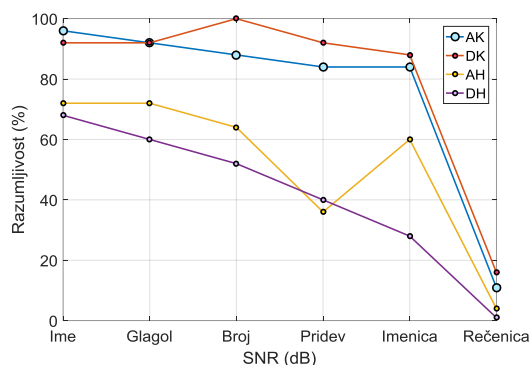


Razumljivost reči i rečenica za SNR = 0 dB za Aug i Dim akorde interpretirane na klaviru i harmonici.

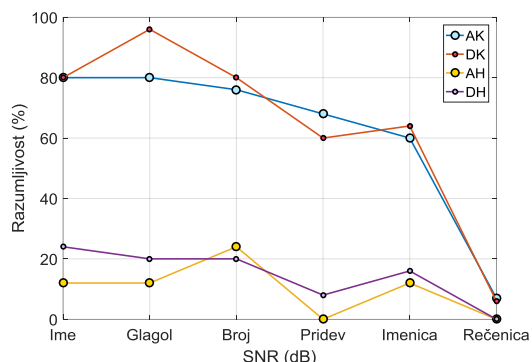


Slika 8. Razumljivost reči i rečenica za SNR = -2 dB za Aug i Dim akorde interpretirane na klaviru i harmonici.

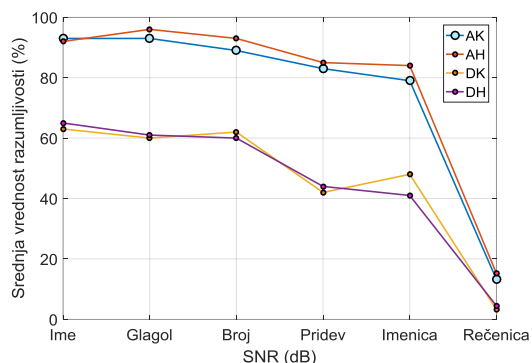




Slika 9. Razumljivost reči i rečenica za SNR = -5 dB za Aug i Dim akorde interpretirane na klaviru i harmonici.



Slika 10. Razumljivost reči i rečenica za SNR = -10 dB za Aug i Dim akorde interpretirane na klaviru i harmonici.



Slika 11. Srednja vrednost razumljivosti reči i rečenica za Aug i Dim akorde interpretirane na klaviru i harmonici.

### A. Analiza rezultata

Na osnovu rezultata prikazanih u Tabeli I i sl. 9÷12, razumljivost u prisustvu smetnje AK kreće se u granicama:

- 80 ÷ 100 % (Ime),
- 80 ÷ 100% (Glagol),
- 76 ÷ 96% (Broj),

- 68 ÷ 92 % (Pridev),
- 60 ÷ 88% (Imenica),
- 7 ÷ 19% (rečenice).

Na osnovu rezultata u Tabeli I i sl.13, dolazi se do zaključka da je srednja vrednost razumljivosti u granicama od 79 ÷ 93% za vrste reči (79% Imenica, 93% Ime), a za rečenice 13,25%.

Na osnovu rezultata u Tabeli II i sl. 9 ÷ 12, razumljivost u prisustvu smetnje AH kreće se u granicama:

- 12 ÷ 92% (Ime),
- 12 ÷ 84 % (Glagol),
- 24 ÷ 84% (Broj),
- 0 ÷ 68% (Pridev),
- 12 ÷ 64% (Imenica),
- 0 ÷ 5% (Rečenice).

Na osnovu rezultata u Tabeli II i sl.13, dolazi se do zaključka da je srednja vrednost razumljivosti u granicama od 42 ÷ 63% za vrste reči (42% Pridev, 63% Ime), a za rečenice 3,25%.

Na osnovu rezultata u Tabeli III i sl. 9 ÷ 12, razumljivost u prisustvu smetnje DK kreće se u granicama:

- 80 ÷ 100% (Ime),
- 92 ÷ 100% (Glagol),
- 80 ÷ 100% (Broj),
- 60 ÷ 96% (Pridev),
- 64 ÷ 96% (Imenica),
- 6 ÷ 21% (Rečenice).

Na osnovu rezultata u Tabeli III i sl. 13, dolazi se do zaključka da je srednja vrednost razumljivosti u granicama od 84 ÷ 96% za vrste reči (84% Imenica, 96% Glagol), a za rečenice 15,25%.

Na osnovu rezultata u Tabeli IV i sl. 9÷12, razumljivost u prisustvu smetnje DH kreće se u granicama:

- 24 ÷ 84% (Ime),
- 20 ÷ 84% (Glagol),
- 20 ÷ 88% (Broj),
- 8 ÷ 96% (Pridev),
- 16 ÷ 68% (Imenica),
- 0 ÷ 9% (Rečenice).

Na osnovu rezultata u Tabeli IV i sl.13, dolazi se do zaključka da je srednja vrednost razumljivosti u granicama od 41÷65% za vrste reči (41% Imenica, 65% Ime), a za rečenice 4,5%.

Na osnovu rezultata eksperimenta uočava se da muzičke smetnje interpretirane na harmonici prave veće smetnje u

odnosu na muzičke smetnje interpretirane na klaviru. Objašnjenje je da intenzitet tona klavira nakon prvog udara opada po ekponencijalnom zakonu, dok je intenzitet tonova harmonike konstantan (sl. 3a i sl. 5.a - klavir, sl. 4.a i 6.a - harmonika).

Na osnovu komparativne analize sa rezultatima dobijenim za testiranje reči i rečenica iz SMST baze, u prisustvu ambijentalnih akustičkih smetnji: a) reverberacije [11], b) Babble [12], Gausov [13], Industrijski [14], muzički šum [15], reverzni govor [16], dolazi se do zaključka da muzičke smetnje tipa akord: a) Dur, b) Mol, c) Aug i d) Dim ne utiču u značajnoj meri na razumljivost reči i rečenica. Najveći uticaj na razumljivost govora imaju smetnja tipa reverzni govor i Babble šum. Objašnjenje za dobijene rezultate razumljivosti pronalazi se u činjenici da smetnje reverzni govor i Babble šum potiču od čoveka, odnosno njegovog govora. Samim tim i raspodela energije u spektru akustičke smetnje u velikoj meri je indentična raspodeli energije govornog signala, čime može da se objasni destruktivan uticaj ovih smetnji na razumljivost.

#### IV. ZAKLJUČAK

U radu je opisan eksperiment testiranja razumljivosti rečenica i reči izgovorenih na srpskom jeziku. Rečenice su formirane iz srpskog matičnog rečeničnog testa. Obavljeno je subjektivno testiranje pomoću MOS testa. Na osnovu rezultata koji su prikazani tabelarno i grafički, komparativnom analizom sa standardom IEC 60268-16: 2011, dolazi se do zaključka da je razumljivost reči i rečenica u prisustvu ambijentalnih akustičkih muzičkih smetnji AK i DK: a) dobra (87 ÷ 94) za ime, b) odlična (94 ÷ 96%) i dobra (87 ÷ 94%) za glagol, c) dobra (87 ÷ 94%) za broj, d) prihvatljiva (78 ÷ 87%) i dobra (87 ÷ 94%) za pridev, e) prihvatljiva (78 ÷ 87%) za imenicu i f) loša za rečenice (0 ÷ 89%). Analizom rezultata dobijenih u prisustvu smetnji AH i DH tipa, zaključuje se da razumljivost pripada kategoriji „loše razumljivosti“ i za reči (0 ÷ 67%) i za rečenice (0 ÷ 89%). Komparativnom analizom razumljivosti u prisustvu: a) dur, b) mol, c) prekomernog i d) umanjeno akorda, dolazi se do zaključka da akordi tipa mol dovode do najmanje razumljivosti.

#### LITERATURA

- [1] K. D. Kryter, "Methods for the calculation and use of the articulation index", J. Acoust. Soc. Am. 34, 1689 -1697.
- [2] C. V. Pavlović, "Derivation of primary parameters and procedures for use in speech intelligibility predictions", J. Acoust. Soc. Am. 82, 413-422, 1987.
- [3] C. H. Tall, R. C. Hendriks, R. Heusdens, J. Jensen, "An algorithm for intelligibility prediction of time-frequency weighted noise speech", EEE Transactions on audio, speech and language processing, vol 19, no. 7, september, 2017.
- [4] J. P. Egan, "Articulation testing methods", Laryngoscope 58, 955-981, septembar, 1948

- [5] M. C. Schultz, "Word familiarity influences in speech discrimination", Journal of speech and hearing research 7.4 (1964): 395-400.
- [6] I. J. Hirsh et all, "Development of materials for speech audiometry", Speech Hear Disord 17:321-337, 1952.
- [7] H. Rubenstein, L. Decker, I. Pollack, "Word length and intelligibility", Language and Speech 2, 175-178, 1959.
- [8] T. G. Giolas, A. Epstein, "Comparative intelligibility of word lists and continuous discourse", Journal of Speech and Hearing Research 6.4 (1963): 349-358.
- [9] R. Plomp, A.M. Mimpfen, "Improving the reliability of testing the speech reception threshold for sentences", Audiology, 18, pp 43 - 52, 1979.
- [10] B. Hagerman, "Sentences for testing speech intelligibility in noise", Scand Audio, Vol. 11, pp. 79 - 87, 1982.
- [11] Z. Milivojević, D. Kostić, Z. Veličković, D. Brodić, "Serbian sentence matrix test for speech intelligibility measurement in different reverberation conditions", UNITEH Gabrovo, pp. 173-177 , 2016.
- [12] Z. Milivojević, D. Kostić, Z. Veličković, D. Brodić, "Performance of the Serbian Matrix Sentence Test in presence of the Babble Noise", IT Žabljak, pp. 237-240, 2017.
- [13] Z. Milivojević, D. Kostić, D. Brodić, "Performanse razumljivosti Srpskog MST-a u prisustvu akustičkog Gausovog šuma", INFOTEH Jahorina, pp. 327-332, 2017.
- [14] Z. Milivojević, D. Kostić, D. Brodić, "The Influence of Industrial Noise on the Performance of Speech Intelligibility Serbian Sentence Matrix Test", ICEST Niš, pp-, 2017.
- [15] D. Kostić, Z. Milivojević, Z. Veličković, "The influence of musical noise, type major and minor chord, to the intelligibility of speech in Serbian language", UNITEH Gabrovo, pp. II 212-217, 2017.
- [16] D. Kostić, Z. Milivojević, D. Brodić, "Uticaj audio šuma tipa reverzni govor na razumljivost", IT Žabljak, pp. 28-31, 2018.
- [17] International Electrotechnical Commission IEC 60268-16 - International Standard: Sound system equipment – Part 16: Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index, Switzerland: IEC, 2011.
- [18] M. Tajčević, "Osnovi teorije muzike", Prosveta, Beograd, 1962.

#### ABSTRACT

In the first part of the paper the acoustical musical noise types: a) Augmented and b) Diminished chords are described. Subsequently, an experiment was described, in which speech intelligibility was tested using words and sentences from the SMST (Serbian Matrix Sentence Test) base. The voice signal was superimposed with the musical noises with a variable SNR ratio. Using the MOS (Mean Opinion Score) test, the subjective testing of intelligibility was made. The MOS results are shown in tabular and graphical form. In the second part of the paper, a comparative analysis of results with the results of intelligibility in the presence of some other acoustic ambient noises (reverberation, Babble, Gauss, Industrial noise and acoustic noise type reverse speech) was performed, and the classification of intelligibility was made according to the international standard IEC 60268-16: 2011.

#### EVALUATION OF SPEECH INTELLIGIBILITY IN THE SERBIAN LANGUAGE IN THE PRESENCE OF THE MUSICAL NOISE

Dijana Kostić, Zoran Milivojević, Zoran Veličković