

Specifičnosti QuickSIN testa za srpski jezik

Milan Vojnović, Miško Subotić

Sadržaj — Poslednjih godina razvijen je čitav niz novih metoda za trijažnu procenu gubitka sluha. Za sve ove metode zajedničko je to što se kao pobuda koristi govor i što je on pomešan sa nekom vrstom ometajuće buke. Sa ovakvim načinom merenja pokušavaju se simulirati realne životne situacije, tj. govorna komunikacija u bučnim sredinama. Zbog korišćenja govora kao pobudnog signala, za svaki jezik se moraju formirati jedinstvene test rečenice. Kod formiranja test rečenica za srpski jezik pokazalo se da je najveći problem energetski tok izjavne rečenice. Zbog opadanja nivoa glasa pri kraju rečenice narušava se zadati odnos govor/buka, pa percepcija ključne reči zavisi od njenog mesta u rečenici. U radu su razmatrani problemi koji se javljaju prilikom formiranja test rečenica QuickSIN metode za srpski jezik.

Ključne reči — govor u buci, odnos signal/šum, QuickSIN test, razumljivost govora, testiranje sluha.

I. UVOD

Najvažniji parametar govornih komunikacija je razumljivost. Razumljivost govora zavisi od kvaliteta izgovorene poruke, od stepena degradacije govora na putu prenošenja i od perceptivnog sistema slušaoca. Problemi vezani za perceptivni sistem, najčešće podrazumevaju različit stepen gubitka sluha. Standardna metoda za kliničku proveru sluha je tonska audiometrija. Tonskom audiometrijom se određuje prag čujnosti u funkciji frekvencije. Ovo je prilično ustaljena i razrađena metoda provere sluha i može se obavljati samo u akustički obrađenim prostorijama ili kabinama. Audio oprema koja se koristi je potpuno profesionalna, a merni lanac se mora kalibrirati jer se mere apsolutni zvučni nivoi. Zbog svega ovoga, tonska audiometrija je neprimerena za trijažna i česta merenja sluha. Ona je namenjena za detaljno i kompletno snimanje pomeranja apsolutnog praga čujnosti.

Istraživanja pokazuju da rezultati merenja sluha tonskom audiometrijom ne oslikavaju realnu perceptivnu sposobnost ispitanika [1]. Naime, pokazalo se da dve osobe sa sličnim nalazom oštećenja sluha imaju različitu sposobnost razumevanja govora. Ovo se posebno odnosi na govor u bučnim sredinama. Razloge za ovo treba tražiti u različitim vrstama pobudnog signala. Kod tonske audiometrije to su čisti sinusni tonovi, a kod normalne komunikacije je to govor aditivno pomešan sa nekom

Ovaj rad je nastao u okviru projekta "Govorna komunikacija čovek - mašina" broj 11001 koji je finansiran od strane ministarstva za nauku i zaštitu životne sredine Republike Srbije.

Milan Vojnović, Centar za unapređenje životnih aktivnosti – Inovacioni centar, Gospodar Jovanova 35, Beograd, Srbija (e-mail: vojnovicmilan@yahoo.com).

Miško Subotić, Centar za unapređenje životnih aktivnosti – Inovacioni centar, Gospodar Jovanova 35, Beograd, Srbija (e-mail: ifp2@ikomline.net).

ometajućom bukom (žamor ljudi, saobraćajna buka komunalna buka ...). Zbog ovog problema javljaju se nove metode merenja sluha primerene životnim situacijama: govorna komunikacija u bučnim sredinama [2]. To su tzv. HINT (Hearing In Noise Test - Testiranje sluha u uslovima buke) metode merenja oštećenja sluha. Zajedničko za sve ove metode je što se za testiranje koristi govor (unapred definisane test rečenice) i što se on meša sa definisanim dozama ometajuće buke. Ispitanici, čiji se sluh ispituje, treba da ispravno percipiraju ključne reči u test rečenicama. Postoji puno varijanti HINT metode u zavisnosti od broja ključnih reči, od broja test rečenica, od vrste ometajuće buke, od pola govornika, od načina na koji se estimira kvantitativni pokazatelj gubitka sluha i sl. Polazna hipoteza kod merenja razumljivosti govora uz prisustvo buke je sledeća: Osoba sa normalnim (neoštećenim) sluhom razume 50% reči ako je odnos S/N (signal/šum) 2 dB [3]. U ovom slučaju je primerenije koristiti termin odnos govor/buka, nego signal/šum.

HINT metode se ne mogu strogo standardizovati. Metod testiranja treba prilagoditi za svaki jezik posebno. Zbog toga se HINT metode ne koriste u kliničkim merenjima gubitka sluha već su više namenjene za trijažno (screening) merenje gubitka sluha. QuickSIN metoda je jedna iz grupe HINT metoda [4] koja se uspešno koristi u preventivnim merenjima oštećenja sluha. Zbog svoje jednostavnosti (ne radi se adaptivna, interaktivna estimacija praga gubitka sluha) može se primenjivati u "kućnim" uslovima. Od opreme je dovoljan personalni računar opremljen standardnom audio karticom i slušalice, ili zvučnik. Testiranje se može obaviti i preko interneta što svakako daje jednu posebnu dimenziju u smislu masovnog samotestiranja sluha.

II. QUICKSIN TEST

QuickSIN test koristi rečenice dozirane određenim nivoom buke tipa žamor. Najmanja jedinica za testiranje je lista koja sadrži šest test rečenica. U svakoj test rečenici se nalazi po pet ključnih reči (30 ključnih reči za jednu listu). Test rečenice se formiraju tako što se one prvo snime u uslovima bez ometajuće buke pa se kasnije maskiraju, tj. doda im se određen nivo ometajuće buke klasičnim postupkom sabiranja audio signala. Nivo ometajuće buke koji se dodaje "čistim" rečenicama zavisi od položaja test rečenice u listi. Prva test rečenica se maskira nivoom buke od -25 dB, u poređenju sa nivoom izgovorene rečenice, druga rečenica nivoom buke od -20 dB i tako redom do poslednje, šeste, rečenice gde je nivo buke 0 dB, tj. nivo ometajuće buke i izgovorene rečenice je isti.

Kod QuickSIN metode, rečenice čita osoba ženskog pola. Kreiranje test rečenica podleže fonetskoj

izbalansiranosti glasova jezika koji se koristi za testiranja. Ometajuća buka je tipa "cocktail-party" (brbljanje, žamor) i dobija se aditivnim mešanjem govora četiri osobe: tri ženske i jedne muške. Za svaku test rečenicu postoji jedinstveni signal ometanja, odnosno nema ponavljanja ometajućeg signala na nivou svih test rečenica.

Ovako kreirane test rečenice se reprodukuju preko zvučnika, ili slušalica, a ispitanik pokušava da prepozna ključne reči. On zapisuje ono što je čuo, a na kraju, kada presluša celu listu, vrši poređenje onoga što je on zabeležio (šta je čuo) sa onim što je stvarno reprodukovano. Na osnovu broja tačno percipiranih ključnih reči (T) on izračunava "Signal to Noise Ratio Loss" (u oznaci $SNR Loss$) po sledećoj relaciji:

$$SNR Loss = 25,5 - T \quad (1)$$

U zavisnosti od dobijene vrednosti $SNR Loss$ ("Smanjenje odnosa govor/buka"), gubitak sluha se definiše prema Tabeli 1 [4].

TABELA 1. STEPEN OŠTEĆENJA SLUHA U ZAVISNOSTI OD VREDNOSTI $SNR Loss$.

$SNR Loss$	Stepen oštećenja sluha
0÷3 dB	Normalan sluh.
3÷7 dB	Blago oštećenje sluha.
7÷15 dB	Umereno oštećenje sluha.
> 15 dB	Ozbiljno oštećenje sluha.

Kao što je rečeno, polazna hipoteza je da osoba koja ima dobar sluh čuje 50% reči ako je odnos govor/buka 2 dB. $SNR Loss$ pokazuje za koliko decibela treba povećati odnos govor/buka da bi i osoba sa oštećenim sluhom čula isto kao i osoba sa normalnim sluhom, tj. da bi čula 50% ključnih reči.

Jednačina (1) se može generalizovati u zavisnosti od maksimalnog odnosa govor/buka, koraka promene odnosa govor/buka i broja ključnih reči:

$$SNR Loss = M + \frac{1}{2}K - 2 - \frac{K}{B}T \quad (2)$$

gde je:

M - maksimalni nivo odnosa govor/buka (25 dB za QuickSIN test - odnos govor/buka prve test rečenice),

K - korak promene odnosa govor/buka (5 dB za QuickSIN test),

2 - odnos govor/buka za razumljivost ključnih reči od 50%,

B - broj ključnih reči (5 za QuickSIN test) i

T - broj tačno percipiranih ključnih reči.

Za potrebe QuickSIN metode formirane su 126 test rečenice [5], odnosno 21 test lista ($21 \times 6 = 126$). Ove test rečenice su snimljene u uslovima niske ambijentalne buke. Test rečenice je čitala ženska osoba. Snimanje je obavljeno u prigušenoj prostoriji Centra za Unapređenje Životnih Aktivnosti u Beogradu, a korišćena je standardna laboratorijska audio oprema. Sa druge strane, ometajuća buka je formirana od govora TV spikera koji su čitali vesti. Pre miksovanja, nivoi sva četiri govornika (tri ženska i

jednog muškog) su ujednačeni. Znači, u pitanju je normalan, emotivno neobojen govor. Ova vrsta govora ima malu dinamiku. Zbog aditivnog mešanja četiri govorna signala sa malom dinamikom, na kraju se dobija žamor čija je dinamika još manja.

III. OSNOVNI PROBLEMI FORMIRANJA TEST REČENICA

Prvi problem na koji treba ukazati je neuniverzalnost testa, jer se za svaki jezik posebno moraju formirati test rečenice. Zbog specifičnosti različitih jezika postoje i razlike u načinu formiranja test rečenica, u proceduri testiranja, kao i samom vrednovanju percepcije ključnih reči. Poseban problem je formiranje test rečenica gde se, pre svega, podrazumeva izbor ključnih reči i lingvističko-leksički sklop rečenice. Kod izbora ključnih reči mora se voditi računa o populaciji za koju je test namenjen. Ako se, na primer, testira sluh dece predškolskog uzrasta onda i ključne reči moraju biti primerene njihovom uzrastu. To moraju biti reči koje su oni već usvojili u svom govoru i koje mogu bez problema da ponove. Pored toga, i sam sklop rečenice treba da bude jednostavan. Mora se voditi računa i o frekvenciji pojavljivanja izabranih ključnih reči u prirodnom govoru. Dakle, sa jedne strane postoji fonetska balansiranaost pojedinih fonema jezika, a sa druge strane frekvencija pojavljivanja ključnih reči. Obe ove statistike treba uskladiti na nivou test liste. Pravilo je da se za ključne reči uzimaju visoko-frekventne reči, reči koje se često javljaju u svakodnevnom govoru.

Ključne reči treba da imaju najviše četiri sloga. Ako je u pitanju ispitivanje sluha dece, broj slogova treba da je manji: dva-tri. Pokazalo se da ispitanici lako prepoznaju ključne reči koje su duge. Isto tako, upotreba retkih i stranih reči nije poželjna jer se i one lako percipiraju. Svakako treba izbegavati upotrebu tipičnih fraza, poslovice, uzrečica i sl. Ključne reči sastavljene od jednog sloga nisu preporučljive jer je njihova percepcija slaba iz razloga što se najčešće tiho izgovaraju. Ako se ipak koriste jednosložne reči u svojstvu ključnih reči onda se mora obratiti pažnja na njihov izgovor. Izgovor ovih ključnih reči treba da bude malo naglašeniji i po intenzitetu i po artikulaciji.

Osnovno pitanje kod razmatranja lingvističkog aspekta test rečenice je: Da li rečenica treba da bude smisljena ili ne? Ako je rečenica previše smisljena onda ispitanik može da pogodi ključne reči koje nije čuo. Jednostavno, na osnovu iskustva i poznavanja pravila korišćenog jezika ispitanik može da predvidi koja reč nedostaje. To je tzv. kombinovanje po smislu i treba ga izbeći kod QuickSIN testiranja. Sa druge strane, ako je rečenica previše nesmislena onda se ispitanik radije opredeljuje za opciju da nije čuo rečenicu nego da ponovi nešto što nema smisla. Ovde je problem što ispitanik pretpostavlja da je bitno ponoviti celu rečenicu i da ona treba da ima neki smisao. To je pogrešno jer se "boduju" pojedinačno percipirane ključne reči, a ne cela rečenica. Dakle, test rečenice treba formirati po pravilima jezika koji se koristi, ali ne smeju da budu previše smisljene da bi se izbeglo pogađanje ključnih reči koje nisu percipirane. Pri tome, ispitaniku treba decidno, nekoliko puta, ponoviti da svrha testiranja nije da ponovi celu rečenicu već pojedinačne ključne reči. U tom smislu treba da ponovi sve što je čuo, čak i kada mu se čini

da rečenica nema nikakvog smisla. Treba ga ubediti da je testiranje tako i namešteno, da će mu se vrlo često činiti kako percipirana rečenica nema nikakav smisao.

U svakoj test rečenici ima pet ključnih reči. Ukupan broj reči u test rečenici može da bude pet ili više. To znači da sve reči u test rečenici ne moraju da budu ključne. Ipak, praksa pokazuje da ne treba preterivati sa ukupnim brojem reči u test rečenici. Ukupan broj reči ne treba da bude veći od sedam-osam. Preveliki broj reči u rečenici može da uzrokuje probleme vezane sa auditivnom memorijom. Osobe sa lošijom auditivnom memorijom će pokazati slabije rezultate testiranja koji nisu posledica lošeg sluha već zato što ne mogu da zapamte predugačke rečenice.

Po pitanju procedure testiranja, mora se obezbediti određeni tempo. Prevelike pauze između stimulusa i odgovora ispitanika nisu poželjne, jer to ostavlja prostora za kombinovanje i nagađanje nepercipiranih ključnih reči. Praksa pokazuje da je pauza od 5 sekundi sasvim dovoljna, ako se od ispitanika traži da izgovori ono što je čuo, odnosno pauza od 10 sekundi ako treba da zapiše odgovor.

Padeži su jedna od specifičnosti srpskog jezika pa se i njihova uloga mora definisati kod QuickSIN metode. Na osnovu do sada obavljenih testova QuickSIN metodom, dovoljno je da ispitanik pogodi koren test reči a ne i striktan padež reči. Naime, pokazalo se da ispitanici usklađuju padež ključne reči prema smislu rečenice. Pošto često imaju pogrešnu predstavu o smislu rečenice, jer ne čuju sve ključne reči, oni i pogrešno postavljaju padež ključne reči. Jednostavno, pravilan padež je više posledica percepcije ukupnog smisla rečenice, nego samih ključnih reči. Pošto smisao rečenice nije predmet ispitivanja, treba priznati svaku ključnu reč čiji je koren ispravno percipiran.

Preporuka je da svaka test lista (šest rečenica) ima fonetsku izbalansiranost. To znači da se glasovi jezika u test listi procentualno pojavljuju isto kao u prirodnom govoru. Problem je što je šest kratkih rečenica nedovoljno da bi se precizno uskladila frekvencija pojavljivanja fonema sa prirodnim govorom. Ako se ne može ostvariti precizna fonetska izbalansiranost na nivou pojedinačnih fonema, onda je treba ostvari bar na nivou pojedinih grupa fonema: vokali, frikativi, afrikati, plozivi i sl.

Još jedan od problema je održavanje pažnje tokom testiranja. Zbog različitog nivoa ometajuće buke u test rečenicama, nisu sve rečenice iste težine za percepciju. U prvom test rečenici nivo ometajuće buke je veoma mali u poređenju sa govorom i ta rečenica je dobro razumljiva. Sa porastom nivoa ometajuće buke opada razumljivost ključnih reči. Najgori slučaj je kod šeste test rečenice, gde je nivo govora i ometajuće buke isti. Za ovu rečenicu je predviđeno da osoba sa normalnim sluhom ispravno percipira jednu-dve ključne reči. Praksa pokazuje da su najproblematičnije poslednje tri test rečenice. Ako ispitanik izgubi na momenat koncentraciju kod ovih rečenica može se desiti da ne percipira ni jednu ključnu reč. Kada se na ovo dodaju i rezultati percepcije šeste, najteže rečenice, konačan skor neminovno prevodi ispitanika u grupu osoba sa oštećenim sluhom. Dakle, i trenutni gubitak koncentracije može da ima sudbonosan uticaj na rezultate merenja sluha. Pravila testiranja QuickSIN metodom zabranjuju ponavljanje test rečenice. Ovo je ozbiljan problem kod QuickSIN. Ako je u pitanju

provera sluha dece, pribegava se korišćenju više test rečenica sa manjim korakom promene odnosa govor/buka.

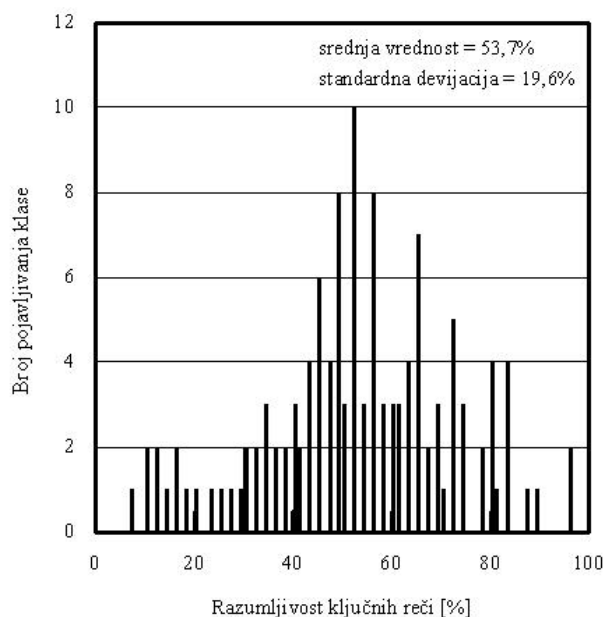
Kod sprovođenja QuickSIN testa u prisustvu supervizora, on može postepeno da podiže koncentraciju ispitanika komentarima pre reprodukcije kritičnih rečenica, tj. poslednje tri. Na primer, četvrtu, petu i šestu rečenicu može da najavi na sledeći način:

- pre 4. test rečenice: "Sada sledi jedna teška rečenica",
- pre 5. test rečenice: "Sledeća rečenica je još teža" i
- pre 6. te test rečenice: "A sada sledi najteža rečenica".

Međutim, ako testiranje obavlja sam ispitanik, onda on sam mora da se dovede u stanje visoke koncentracije i treba da bude svestan činjenice da nema mogućnost za ponavljanje test rečenica. Problem održavanja koncentracije kod ispitivanja sluha dece je posebno izražen i praktično je nemoguće realizovati ga bez supervizora.

I na kraju, problem energetskog toka izjavne rečenice. Činjenica je da nivo glasa izjavne rečenice u srpskom jeziku postepeno opada prema kraju. Nasuprot ovome, nivo ometajuće buke je relativno konstantan. Miksovanjem ova dva signala dobija se da odnos govor/buka nije isti za sve ključne reči unutar jedne test rečenice. Ova razlika u odnosu govor/buka za pojedine ključne reči uzrokuje da percepcija ključnih reči zavisi od njihovog položaja unutar test rečenice.

U prvom testu koji je obavljen, postavljen je odnos govor/buka od 2 dB kako bi se proverio ovaj hipotetički nivo koji obezbeđuje 50% razumljivosti ključnih reči. Učestvovalo je 11 ispitanika sa normalnim, neoštećenim sluhom. Svaki od slušalaca je imao 3 seanse da bi se izbegao efekat zamaranja. Pokazalo se da percepcija ovako zašumljenih rečenica nije laka i da brzo dolazi do zamaranja. Rezultati testiranja su prikazani na Sl. 1. Slika pokazuje histogramsku raspodelu percepcije ključnih reči.

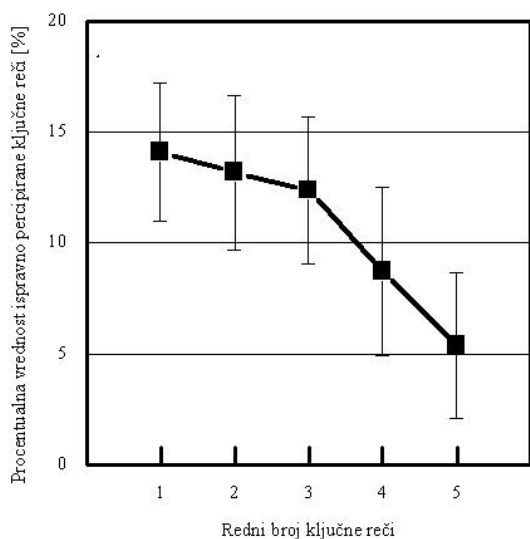


Sl. 1. Histogramska raspodela razumljivosti ključnih reči u prvom test slušanju.

Prema Sl. 1, srednja vrednost ispravno percipiranih ključnih reči u testu slušanja je iznosila 53,7%, što je

dobar rezultat obzirom da je ciljana vrednost bila 50%. Međutim, rasturanje vrednosti procentualnog pogađanja ključnih reči je veliko, jer standardna devijacija iznosi 19,6%. Ovo veliko rasturanje ukazuje na nekonzistentnost rezultata merenja i nikako ne ide u prilog jednoj metodi za procenu gubitka sluha. Tokom testiranja je uočeno da su pojedine rečenice lake za percepciju, čak i u situaciji kada se odnos govor/buka znatno smanji. Sa druge strane, postojale su test rečenice koje su bile veoma teške za percepciju. Sve je ovo uticalo da se svestranije razmotri problem nekonzistentnosti percepcije ključnih reči.

Pažnja je usmerena ka percepciji pojedinih ključnih reči u funkciji njihovog položaja unutar test rečenice. Rezultati ove analize prikazani su Sl. 2.



Sl. 2. Procentualna percepcija ključnih reči u funkciji njenog mesta u test rečenici.

Ono što je jasno uočljivo je da postoji jaka zavisnost uspešnosti percepcije od mesta ključne reči u rečenici. Ključne reči na prvom mestu se najlakše percipiraju. Procentualna vrednost percepcije ove ključne reči je 14,1%. U ovom testu ukupna procentualna razumljivost ključnih reči je 50%, a pošto ih ima 5, prosečna procentualna razumljivost je 10%. Znači prva ključna reč se percipira bolje od očekivane prosečne vrednosti. I druga i treća ključna reč su percipirane sa povećanom procentualnom tačnošću u iznosu od 13,2% i 12,4%, respektivno. Procentualna vrednost ispravne percepcije četvrtre ključne reči iznosi 8,7%. Poslednja, peta, ključna reč se najlošije percipira sa procentualnom vrednošću od 5,4%. Treba primetiti da je standardna devijacija prilično ujednačena (oko 3,5%), što znači da ne zavisi od mesta ključne reči u rečenici.

Sledeće što je bilo interesantno je da se analizira odnos govor/buka na nivou svake ključne reči. Da bi se ovo moglo analizirati, u svim test rečenicama je izvršena markacija početka i kraja ključnih reči. Nakon toga je određen odnos govor/buka za ovako markirane segmente [6]. Konačni rezultati ove nalize su u skladu sa Sl. 2 i pokazuju da odnos govor/buka opada prema kraju test rečenice. To znači da je najveći odnos govor/buka za prvu

ključnu reč (oko 0 dB), a najmanji za poslednju, petu ključnu reč (oko -7 dB). Ovo su ogromne razlike odnosa govor/buka i svakako imaju presudan uticaj u neujednačenoj percepciji ključnih reči.

Svi ovi rezultati ukazuju na potrebu da se odnos govor/buka mora postavljati na nivou ključnih reči, a ne na nivou test rečenice. Drugim rečima, energetska tok test rečenice i ometajuće buke moraju biti usklađeni.

IV. ZAKLJUČAK

QuickSIN metod je pogodan za trijažno samo-testiranje oštećenja sluha jer je procedura testa vrlo jednostavna. Praksa je pokazala da formiranje test rečenica nije naivan zadatak i da se mora razrešiti čitav niz problema. Ispostavilo se da je najveći problem postavljanje odnosa govor/buka. Specifičnost izjavne rečenice u srpskom jeziku je što ona ima izražen trend smanjenja nivoa glasa prema kraju rečenice. Jedan od načina da se umanjí zavisnost percepcije ključnih reči od položaja unutar test rečenice je usklađivanje energetske anvelope ometajuće buke sa energetska anvelopom izgovora test rečenice.

LITERATURA

- [1] M Killion, P. Niquette, "What Can the Pure-Tone Audiogram Tell Us About A Patient's SNR Loss?", *The hearing Journal*, 53 (3), pp. 46-53, 2000.
- [2] M. Nilsson, S.D. Soli, J.A. Sullivan, "Development of the Hearing in Noise Test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise", *Journal of the Acoustical Society of America*, 95, pp. 1085-1099, 1994.
- [3] M. Killion, "New Thinking on Hearing in Noise: A Generalized Articulation Index", *Seminars in Hearing*, 23 (1), pp. 57-75, 2002.
- [4] Etymotic Research, "QuickSIN Speech in Noise Test Version 1.3", Elk Grove Village, IL, 2001.
- [5] M. Vojnović, "QuickSIN Test Method for Hearing Loss Measurement", *Speech and Language*, Interdisciplinary research III, Editors: S. T. Jovičić, M. Sovilj, ISBN 978-86-81879-27-6, LAAC IEPSP, Belgrade, pp. 241-258, 2009.
- [6] M. Vojnović, M. Subotić, "Odnos signal/šum u QuickSIN Testu", *LIV Konferencija ETRAN-a*, Zbornik radova, (u pripremi za štampu), 2010.

ABSTRACT

In recent years, a lot of new methods for screening hearing loss measurement are developed. All these methods use a speech mixed with noise as a stimulus. With this method of hearing loss measurement we are trying to simulate real life situations, i.e. voice communication in noisy environments. Due to the use of speech as a stimulus, for each language must be created a unique test sentences. The biggest problem in forming the test sentences for the Serbian language is the energy flow. The energy flow in Serbian declarative sentence decreasing towards the end. Because of that, speech/noise ratio is different for particular key words. That means that the perception of keywords depends on its place in the sentence. The paper deals with problems that occurred during the formation of sentences QuickSIN test methods for the Serbian language.

QUICKSIN TEST SPECIFIC FOR SERBIAN LANGUAGE

Milan Vojnović, Miško Subotić