

*dr Jadranka OTAŠEVIĆ, Asistent\**  
*Pravni fakultet, Univerzitet Crne Gore*  
*Fakultet za specijalnu edukaciju*  
*i rehabilitaciju, Univerzitet u Beogradu*  
*Prof. dr Božidar OTAŠEVIĆ\*\* Docent,*  
*Kriminalističko-policijski univerzitet u Beogradu*

*Pregledni naučni rad*  
*UDK: 343.982.323*  
*343.983.2:81'342.1*  
*Primljeno: 15. jul 2021.*  
*Prihvaćeno: 31. avgust 2021.*  
*<https://doi.org/10.47152/rkkp.59.2.4>*

## VEŠTAČENJE GOVORA I DOPRINOS EFIKASNOSTI KRIVČNOG POSTUPKA

*Danas je forenzička identifikacija govora moćno sredstvo u borbi protiv kriminala, u situacijama kada treba identifikovati osumnjičenog ili osloboditi sumnje nevinog. U ovoj vrsti veštačenja primenjuje se multidisciplinarni pristup u kojem učestvuju više naučnih disciplina – lingvistika, fonetika, akustika, psihologija, matematička statistika, pravo i kriminalistika. Glas učinioca krivičnog dela karakteriše boja, jačina, snaga i brzina, odnosno niz individualnih karakteristika koje glas svakog pojedinca, nezavisno od izraženih varijacija, čini pogodnim za identifikaciju. Neka od navedenih obeležja prirodna su datost koju određuju nasledni i fiziološki faktori, a neka stečenih navika. Cilj ovog rada je da predstavi najčešće korištene procedure i načine analize-procene glasa i govora u cilju identifikacije lica kao i savremenije pristupe analizi govornog signala.*

**Ključne reči: identifikacija lica, glas-govor, veštačenje, krivično delo**

---

\* e-mail: jadrankastevovic@yahoo.com

\* e-mail: bozidarotasevic@yahoo.com

## 1. Uvod

Svako učinjeno krivično delo zahteva primenu kriminalističkih procedura, bez čije primene bi učinjeno delo ostalo siromašno u smislu nedovoljnih i nepotpunih informacija s prektičnog aspekta. Procedure se sprovode od strane ovlašćenih lica - eksperata kriminalistike, koji su dužni sprovesti kriminalističku istragu. Kriminalističke procedure podrazumevaju kriminalističko istraživanje činjeničnih okolnosti, koje posredno ili neposredno ukazuju na postojanje krivičnog dela ili izvršioca. Važnu ulogu igra struktura istraživanja koja podrazumeva sistem istraživanja krivičnih dela, koji uključuje mere i radnje otkrivanja krivičnih dela i njihovih izvršitelja, primenom neformalnih i formalnih procesnih radnji (Modly, Korajlić, Šuperina 2008: 47).

U savremenoj krivično-procesnoj praksi za uspešnost postupka utvrđivanja materijalne istine od suštinskog značaja je postojanje materijalnih dokaza. Forenzika, kao multidisciplinarna oblast, kao glavni zadatak ima obezbeđivanje materijalnih dokaza svih vrsta. U širem smislu u delokrug forenzike spadaju i sve preliminarne aktivnosti koje čine neophodan preduslov za kasnije obezbeđivanje dokaza (fiksiranje tragova krivičnih dela), kao i rad na rasvetljavanju krivičnih dela, naročito onih sa nepoznatim učinioцем. Jedan od glavnih ciljeva forenzike jeste identifikacija lica. Ona se najčešće vrši na osnovu tragova koje osoba ostavlja na licu mesta ili na nekom predmetu. Opšte je poznato da čovek od rođenja nosi informacije koje su jedinstvene i specifične za svakog pojedinca. Takve informacije su DNK, otisak prsta, boja glasa, geometrija šake, potpis, struktura oka i dr. Biometrija je nauka koja se bavi ispitivanjem tih karakteristika i osobina sa ciljem potvrde identiteta neke osobe, i polako postaje vodeća tehnologija određivanja identiteta (Ross, Jain, 2003: 2118). Razlikujemo dve osnovne klase biometrijskih tehnika i to fiziološku tehniku koja meri fiziološke karakteristike osobe, i tehniku u čijoj osnovi je ponašanje osobe. Najpoznatije fiziološke tehnike baziraju se na analizi otisaka prstiju, otisaka dlanova, analizi DNK i analizi lica, a ostale tehnike su : analiza dužice oka, rožnjače oka, geometrije dlanova i druge. Najpoznatije među tehnikama koje se baziraju na analizi ponašanja osobe su : analiza glasa, rukopisa i načina kucanja na tastaturi (Phillips, i dr., 2000:59).

Danas je kao parametar za identifikaciju lica sve više prisutan govor, zbog rastuće primene elektronskih tehnologija u javnom ili tajnom audio-snimanju u ambijentu, snimanju telefonskih i drugih razgovora. Prilikom rasvetljavanja krivičnog dela, kao i u postupku pribavljanja materijalnih dokaza, sve češće je vrlo dragoceno utvrditi ko je govornik nekog snimljenog govora ili učesnik u snimljenom razgovoru. Forenzička analiza govornog signala, kao jedna od definisanih disciplina forenzike, koristi dostignuća više različitih nauka u cilju identifikacije

govornika. Naime, nekada kao izvor forenzičkog dokaza služi snimak, tonski zapis ljudskog govora za koga treba utvrditi kojoj osobi pripada.

Govor, posmatran kao zvučni signal, nosi u sebi mnoštvo informacija. On u sebi, osim sadržaja govorne poruke nosi i informacije o govorniku, njegovom polu, starosti, poreklu, zdravstvenom i emocionalnom stanju, nivou obrazovanja itd. Pri razumevanju onoga što je rečeno čovek koristi svoje poznavanje jezika i razumevanje konteksta. Jezik ne čini samo usmena forma izražavanja već i druge simboličke forme i to akcenat, tok izgovaranja, prateća gestikulacija, mimika (verbalni usmeni govor i govor tela). Zbog toga je značajno na poseban način “slušati i čuti”, a zatim analizirati govor i jezik. Kod ovakvog načina slušanja, ciljnog i svrsishodnog, veoma je važno da subjekt koji sluša poseduje određenu veštinu slušanja. Veština ili, kako je neki teoretičari nazivaju – umeće slušanja podrazumeva mnogo toga.

## 2. Karakteristike ljudskog glasa

Vokalni trakt čoveka je specifičan izvor akustičkog signala (glasa). Frekvencijski opseg govora kreće se u rasponu od 80 Hz do 12 kHz. To je takozvano govorno frekvencijsko područje. Najvažniji je frekvencijski opseg između 250 i 5000 Hz u kojem je najveća razumljivost govora. Istraživanja na ovom području su pokazala da su frekvencije od 500 Hz, 1 kHz i 2 kHz najznačajnije za dobro razumijevanje govora. Vokali su u nižem frekvencijskom području, oni daju glasnost govoru i nosioci su govorne energije, dok su konsonanti nosioci razumljivosti govora.<sup>1</sup> Prosečna snaga vokala u govoru iznosi oko 50 W (kod glasnog govora muškarca snaga može dostići vrednost od 2000 W), snaga najtiših konsonanata iznosi svega 0,03 W (Hedeveer, Kovačić, 1997:104-129).<sup>2</sup> Dakle, iako je u proseku snaga vokala oko 1600 puta veća od snage konsonanata, ipak su konsonanti važniji za razumljivost govora. To potvrđuje da objektivne akustičke vrednosti nisu uvek u korelaciji sa subjektivnim osećajem. Za govornu komunikaciju osim akustičkih karakteristika govornog signala i njegove proizvodnje jednako je značajno i kako percipiramo glas odnosno govor (Musiek, Chermak, 2007). Svoj vlastiti govor percipiramo putem sluha i propriocepcije, a govor druge osobe percipiramo slušno i vizuelno (u neposrednom kontaktu). S aspekta percepcije

---

1 To znači da je govorna poruka dovoljno čujna zahvaljujući vokalima, a razumljiva zahvaljujući konsonantima.

2 Iako je u proseku snaga vokala oko 1600 puta veća od snage konsonanata, ipak su konsonanti važniji za razumljivost govora. To potvrđuje da objektivne akustičke vrednosti nisu uvek u korelaciji sa subjektivnim osećajem.

možemo govoriti o tri osnovne osobine zvuka. To su intenzitet, visina i boja zvuka. Normalan intenzitet glasa (govora) pojedinca u tihom okruženju iznosi između 60 i 65 db. Ometajući faktori kod percepcije i razumevanja govora su: udaljenost između govornika (izvora zvuka) i slušaoca, nivo buke (ometajućeg šuma) i vreme reverberacije (odjeka).

Organi koji neposredno učestvuju u proizvodnji glasa čine efektorni komunikativni sistem. Ovaj sistem čine četiri mehanizma: respiratorni, fonatorni, rezonatorni, i artikulatorni. Čovek je tokom procesa disanja iskoristio vazдушnu struju, koja cirkuliše kroz bronhijalno stablo i pluća kao pokretačku snagu za vibraciju glasnica<sup>3</sup>. Vibracijom glasnica nastaje glas (proces fonacije) (Keramičijevski, 1990: 78.). Fonacija je proces koji se uči i tokom vremena se automatizuje, samim tim podložna je spoljnim uticajima tokom učenja a i kasnije. Laver (1980) ističe, da iskusan stručnjak može na osnovu glasa i govora određene osobe da proceni njegovu građu i razmeru tela, pol, uzrast, zdrastveno stanje i dr. Može se uopšteno odrediti i socijalni položaj, iz kog kraja potiče i sl. (Laver, 1980: 83). Prilikom forenzičkog upoređivanja govornih uzoraka, često se u izvještajima govori o “sličnosti kvaliteta glasa”. Takođe kada se u postupcima od svjedoka traži da opišu glasove koje su čuli oni obično komentarišu akcent i dodatno opisuju glas terminima poput “grub” ili “rezonantan” što se može shvatiti kao neformalna oznaka kvaliteta glasa<sup>4</sup>.

### 3. Forenzička analiza govora

Nekada kao izvor dokaza služi snimak, tonski zapis govora za koji treba utvrditi kojoj osobi pripada. Forenzička analiza govornog signala se sastoji iz tri analize: auditivno lingvističke analize, fonetsko akustičke analize, akustičko instrumentalne analize. Auditivno lingvistička analiza se sprovodi kroz preslušavanje snimljenih govornih signala i uočavanje određenih lingvističkih karakteristika govornika. Kako svaka osoba ima nešto karakteristično u svom govoru - način izgovaranja određenih reči, česta upotreba poštapalica ili uzrečica, karak-

---

3 *Plicae vocales* glasnice su trakasti mišićno – vezivni nabori koji se pružaju od ugla štitaste hrskavice do voklanog nastavka aritenoidne hrskavice. U toku respiracije glottis (prostor između glasnica) ima trouglasti oblik. Pri fonaciji se glasnice primiču jedna drugoj i potpuno zatvaraju otvor grkljana. Njihovo primicanje do sredine grkljana i vibriranje dovodi do nastanka zvuka.

4 Tokom akustičke analize, poređenja govornih uzoraka naglasak se stavlja na segmentalne osobine ili na dugotrajne osobine povezane s osnovnim tonom. Na ovaj način se ispoljavaju individualne karakteristike govornika, koje su određene dinamikom formanta u prelaznim delovima govornog signala, koji i daju krajnji govornikov „potpis“.

terističan naglasak, na forenzičaru je da tako nešto primeti i da svoje subjektivno mišljenje. Na osnovu detaljne analize moguće je odrediti u kom delu zemlje je osumnjičeni rođen, gde je živeo i gde se školovao, napraviti njegov sociolingvistički profil (verbalni kapacitet, obrazovanje, upotreba žargona), kao i psiholingvistički profil (temperament, ekspresivnost, staloznenost). U fonetsko akustičkoj analizi, se utvrđuju fizičke i fiziološke osobine glasa, kao i patološke karakteristike koje se javljaju kod govornika. Zadatak je da se na osnovu preslušanog snimka glasa i detaljne analize govornog signala otkrije niz specifičnosti koje će biti jak forenzički “marker” i sa velikom sigurnošću potvrditi identitet učinioca krivičnog dela. Forenzički marker može biti neka patologija govora, poštapalica u govoru ili karakteristike i specifičnosti svakog glasa ponaosob (Otašević, Atanasov, Čolić, 2019). Vrlo česti su zahtevi da se utvrdi da li je osoba maskirala glas, zapušila nos, stavila maramicu preko usta ili je reč o imitaciji. Analiza snimka razgovora zavisi od kvaliteta snimka, dužine razgovora i maskiranosti drugim šumovima (kao što su buka u saobraćaju ili žagor u kafiću). Smetnje i ambijentalna buka ne samo da maskiraju određena obeležja u govornom signalu nego i utiču na promene karakteristika govora. (Stacey i dr.,2018).

Za forenzičke metode je karakteristika da koriste sve moguće markere koji se mogu registrovati u govornom signalu, kao i lingvističke informacije koje u sebi nosi svaka govorna poruka (Kašić, Đorđević, 2009). Pored toga vrlo je važno naglasiti da kod forenzičkog prepoznavanja kvalitet govornih snimaka zavisi od velikog broja nepredviđenih uslova i uslovi se ne mogu kontrolisati, a snimci se ne mogu ponoviti. Prema međunarodnim standardima ova specifična veštačenja može sprovesti samo stručnjak koji ima akademsko obrazovanje u području govora kao i određena znanja iz područja elektroakustike. U našoj zemlji za ovakva veštačenja ne postoje propisane norme niti protokoli, pa se veštačenja sprovode u skladu sa kodeksom Međunarodnog udruženja forenzičara-fonetičara – The International Association for Forensic Phonetics (IAFP). Suština forenzičkog prepoznavanja je diskriminacija karakteristika u govoru dva govornika i određivanje kriterijuma na osnovu kojih se može sa manjom ili većom sigurnošću utvrditi da li postoji sličnost dva govornika. Ova procena se može dati parcijalno za svako obeležje ponaosob. Konačna ocena se daje posmatrajući celokupni milje opservacija. Tu dolaze do izražaja znanje i iskustvo forenzičara koji integriše sve rezultate analiza i okolnosti pod kojima su izvršene (Rose, 2002). Formulisanje konačne procene sprovodi se po standardima za poređenje glasova međunarodne asocijacije International Association for Identification donesenim 1991 godine, a koji su na osnovu potreba iskustava iz prakse prošireni od strane Forensic Science Service, 2000 godine (Jovičić, 2001: 41-60). Formulirana skala verbalnih ocena primenjuje se u većini Evropskih zemalja, a koristi se i kod nas u Laboratoriji za forenzičku

akustiku i fonetiku, Centra za unapređenje životnih aktivnosti, a prikazana je u tabeli 1. (Association of Forensic Sciences Providers, 2009.

**Tabela 1.** Skale verbalnih ocena identifikacije glasa

IAI standardi (1991)	Forensic Science Service (2000)	Laboratorija za akustičku fonetiku i forenziku Beograd
Potpuna identifikacija	Vrlo jaka sličnost	Vrlo visok stepen verovatnoće sličnosti
–	Jaka sličnost	Visok stepen verovatnoće sličnosti
Verovatna identifikacija	Umereno jaka sličnost	Značajan stepen verovatnoće sličnosti
–	Umerena sličnost	Određen stepen verovatnoće sličnosti
Moguća identifikacija	Ograničena sličnost	Postoji sličnost i osoba se ne može isključiti
Neodređen slučaj	Neodređen slučaj	Neodređen slučaj
Moguća eliminacija	Ograničena različitost	Postoji različitost i osoba se ne može isključiti
–	Umerena različitost	Određen stepen verovatnoće različitosti
Verovatna eliminacija	Umereno jaka različitost	Značajan stepen verovatnoće različitosti
–	Jaka različitost	Visok stepen verovatnoće različitosti
Potpuna eliminacija	Vrlo jaka različitost	Vrlo visok stepen verovatnoće različitosti

### 3.1. Akustičko instrumentalna analiza govora-glasa

Akustičko instrumentalna analiza zapravo predstavlja primenu metoda korišćenjem savremene tehnologije (računara), kako bi se došlo do određenih podataka i parametara koji su sadržani u akustičkom talasu, a do kojih se ne može doći korišćenjem samo čula sluha. Komunikaciona moć govora leži u signalu koji nosi govornu informaciju odnosno u akustičkom talasu. Proces nastajanja govora je izuzetno složen proces. Od abstraktne slike sadržaja koji treba da bude izgovoren formira se niz nervnih impulsa koji aktiviraju čovekov artikulacioni aparat kako bi kao rezultat nastao akustički talas koji sadrži informaciju sadržanu u početnoj abstraktnoj ideji ili poruci. Informacija koja se kroz govornu komunikaciju prenosi sastoji se od niza elemenata (glasova) iz skupa sa konačnim brojem elemenata. Simboli pomoću kojih se svaki izgovoreni glas nekog jezika može zabeležiti i koji međusobno klasifikuju različite glasove, zovu se *foneme*. Naš jezik ima 30 fonema. Brzina razmene informacija, kada je govor u pitanju, određena je fizičkim ograničenjima kojim govorni aparat čoveka podleže. Ova

ograničenja su takva da u uobičajenom govoru čovek prosečno proizvodi 10 fonema u sekundi.

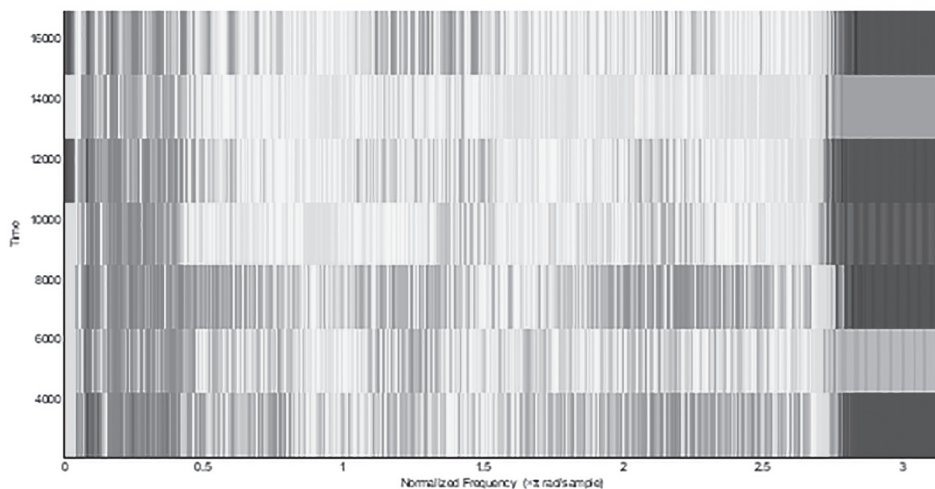
Da bi se pristupilo analizi govornog signala pomoću računara, akustički talas treba pretvoriti u električni signal. Mikrofon je taj, koji akustički talas pretvara u električni signal, ali se u zvučnim karticama računara, ovaj signal dodatno prilagođava mnogostrukim aplikacijama. Konačno, kada je signal reprezentovan na takav način moguće je primeniti veliki broj sofisticiranih<sup>5</sup> postupaka koji će iz signala izvući sve ono što je značajno i korisno sa stanovišta krajnjeg cilja, a potisnuti sve ono što je nepotrebno i neinformativno. Neki od tih postupaka su: Furijeova<sup>6</sup> transformacija, spektrogram, keprstralna analiza, razne estimacione procedure, izdvajanje specifičnih frekvencijskih obeležja i druge.

Furijeova transformacija zvučnog signala omogućava prelaz zvuka iz vremenskog domena u frekvencijski domen. Posmatranjem signala u vremenskom domenu, jasno se mogu uočiti segmenti zvučnog i bezvučnog signala, a ključna razlika jeste amplituda signala. Otklanjanjem bezvučnog dela, tačnije otklanjanjem pauza koje se javljaju pri govoru, smanjilo bi se vreme trajanja signala, a samim tim i broj odbiraka, što bi signal činilo lakšim za obradu i analizu. Algoritmi koji se bave ovakvom problematikom, bazirani su na izračunavanju kratkovremenske energije govornog signala (*short-time signal energy*) i kratkovremenske brzine prolaska kroz nulu (*short-time zero crossing rate*) (Schafer, Rabiner, 1975:670). Frekvencijski domen predstavlja ključ svih analiza govornog signala. Osnovna frekvencija glasa muškaraca javlja na oko 100Hz, žena na oko 200Hz, a dece na oko 300Hz na zapisu se traže u kom frekvencijskom opsegu su „najveći pikovi“ i dobija se podatak o polu govornika. Moguće je odrediti osnovnu učestalost govornika koja je od velikog značaja i ima veliku primenu u forenzičkim aplikacijama, opseg frekvencije glasa, izdvojiti šum iz signala i još mnogo toga. Ukoliko se posmatra spoj vremenskog i frekvencijskog domena signala, odnosno kako se menja frekvencija signala u toku vremena dobija se *Spektrogram* (eng. voiceprint), a procedura se naziva *Spektrografija*. Spektrogram je trodimenzionalna predstava govornog signala, gde je na x-osi prikazano vrijeme trajanja signala, na y-osi je prikazana frekvencija, a boje od najsvetlijih do najtamnijih su mera jačine frekvencijskih komponenti govornog signala u određenom trenutku. Svetlije boje na dijagramu označavaju one frekvencije u govoru koje su najizraženije odnosno energetske najjače (slika 1.).

---

5 Sofisticiranih - komplikovanih ali efikasnih

6 Žozef **Furije** (eng. *Joseph Fourier*) bio je francuski matematičar i fizičar. Poznat je po teoriji iz oblasti matematike koja po njemu i nosi ime, Furijeovi redovi.



Slika 1. Spektrogram govornog signala

### 3.1.1 Kepstralna analiza

Kepstralna analiza se temelji na primeni Furijeove transformacije. Najčešće se koristi za određivanje osnovne učestalosti govornog signala, odnosno primenjuje se za određivanje osnovne frekvencije glasa govornika (Nešić, Kovačević, Stevović-Otašević, 2011).

### 3.1.2. Količnik verodostojnosti

Količnik verodostojnosti (LR - Likelihood Ratio) je, može se reći, jako moćna alatka kada je reč o forenzičkoj analizi, ne samo govornih signala, već i mnogo šire. Ima široku primenu u oblasti prepoznavanja oblika, a bazira se na izračunavanju odnosa verovatnoća hipoteza „suprotnih“ značenja (Nešić, Kovačević, Stevović-Otašević, 2011).

Kada postoje dva govorna signala, jedan signal je govorni signal osumnjičenog lica (uzorak osumnjičenog), a drugi pripada nepoznatom licu (uzorak nepoznatog). Formiraju se dve hipoteze. Prva glasi: uzorak osumnjičenog i nepoznatog pripadaju istom govorniku (zvaćemo je hipoteza tužioca ( $H_T$ )), dok druga glasi: uzorak osumnjičenog i nepoznatog ne potiču od istog govornika (zvaće-



mo je hipoteza odbrane ( $H_o$ ). Neka su  $p(E|H_p)$ <sup>7</sup> i  $p(E|H_o)$  verovatnoće nastanka tih hipoteza. Odnos ovih verovatnoća se naziva količnik verodostojnosti. To znači da snaga dokaza prikazana putem odnosa dve verovatnoće: verovatnoće dokaza da dva uzorka potiču od istog govornika i verovatnoće dokaza da dva uzorka potiču od različitih govornika, predstavlja količnik verodostojnosti (eng. *likelihood ratio LR*).

Drugi način razumevanja LR je da brojic u izrazu predstavlja stepen sličnosti između uzorka nepoznatog i osumnjičenog, a da imenioc predstavlja koliko su oni karakteristični, u smislu, da postoji mogućnost pronalazjenja merenja kao kod nepoznatog i osumnjičenog uzorka ali u određenoj populaciji (Rose, 2002).

Ako pretpostavimo da je verovatnoća dobijanja prve hipoteze 80%, a druge 10%, tada je  $LR=0,8/0,1=8$ . To znači da je verovatnoća da oba uzorka govornog signala pripadaju istom govorniku osam puta veća od verovatnoće da ne pripadaju istom govorniku.

Cena koju količnik verodostojnosti izražava je stepen u kojoj meri je dokaz približan hipotezi tužioca. Što je veća razlika između uzorka nepoznatog i osumnjičenog, vrednost broioca postaje manja, a što su sličniji, vrednost broioca je veća. Ako je LR veliko, tada je data tačnija podrška hipotezi tužitelja, a kada je LR vrednost manja tada tačnost odluke podržava hipotezu branioca. Vrednost podrške u oba slučaja je proporcionalna veličini LR (Rose, 2002).

### 3.1.3. PRAAT- program za analizu glasa, govora i zvuka

Ovaj program može da obrađuje učitani audio signal i ističe pojedina frekvencijska područja odnosno može da radi detaljne analize segmenata audio zapisa. Program ima mogućnost tabelarnog i grafičkog prikaza, a prikazuje spektrogram, visinu glasa, intezitet zvuka, promene u amplitudi i frekvenciji glasa i zvuka, podrhtavanja i druge parametre u zavisnosti od potrebe. Pored ovog savremenog programa koji predstavlja moćno sredstvo u domenu forenzičke analize glasa, govora i zvuka danas se koriste i drugi osavremenjeni programski paketi u kojima prednjače oni iz firme KAYPENTAX i to dva programa koja su intezivno u upotrebi CSL (Computer Speech Lab i Multi-Speech) i MDVP (Multidimensional Voice Program). Ovi programi daju mnogo više akustičkih parametara i zato su vrlo pogodni za forenzičku analizu glasa i govora.

<sup>7</sup>  $p(E|H_p)$  i  $p(E|H_o)$  su verovatnoće nastanka hipoteza. Odnos ovih verovatnoća određuje se jednačinom i naziva se količnik verodostojnosti.

## 4. Zaključak

Sve rasprostranjenija upotreba računara dovodi do poboljšanja određenih analitičkih postupaka i procesa. Tehnološki napredak je doprineo boljim rezultatima u svim oblastima pa i u oblasti kriminalistike što svakako daje doprinos ishodima krivičnih postupaka. Dobijeni podaci su tačniji, precizniji i pouzdaniji, što je važno za rasvetljenje krivičnog dela.

Pored toga, forenzička akustika se promenila tokom proteklih decenija i razvila novu dimenziju - akustičku instrumentalnu analizu. Lingvističke i fonetske analize nisu zanemarene niti odbačene. Naprotiv, zaključci koji proizlaze iz ovih polja potvrđuju da se one i dalje razvijaju kroz ove nove analize i satavni su i neodvojivi deo forenzičkog veštačenja govora. To ukazuje na to da i pored primene softverskih programa, ljudski faktor odnosno znanje i iskustvo stručnjaka koji se bave ovim poslom je i dalje nezamenljivo.

## Literatura

- Heđever, M., Kovačić, G. (1997). *Akustika glasa i govora, Skripta za kolegij Govorna akustika za studente logopedije*. Zagreb: Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet u Zagrebu.
- Jovičić, S.T. (2001) Forenzički aspekti prepoznavanja govornika. *Nauka Tehnika Bezbednost*, 1, str. 41-60.
- Kašić, Z. & Đorđević, J. (2009) About linguistic expertise in crime solving. In: *Proceeding of First conference with international participation: Law and forensics in criminal law*, (str. 333-340) Belgrade: Academy of Criminalistic and Police Studies.
- Keramitičjevski, S.(1990) *Opšta logopedija*, Beograd: Naučna knjiga.
- Laver, J. (1980) The phonetic description of voice quality. *Cambridge Studies in Linguistics London*, 31, str. 1-186.
- Modly, D. Korajlić, N., Šuperina, M. (2008) *Rječnik kriminalistike*, Zagreb: Strukovna Udruga kriminalista Hrvatske.
- Musiek, F.E, Chermak, G.D. (2007). *Handbook of (central) auditory processing disorders: Auditori neuroscience and diagnosis. V. 1*. San Diego: Plural Publishing.
- Nešić, L., Kovačević, J, Stevović-Otašević, J. (2011) Forenzička analiza govornog signala. *Pravni život*, 60(5-6), str. 87 – 102.
- Otašević J, Atanasov S, Čolić G. (2019) Utilization of voice analysis method in criminal investigations, U: S. Jaćimovski et al. (Eds.) *International Scienti-*

*fic Conference “Archibald Reiss days” of international significance, Thematic Collection of papers II, Belgrade: University of Criminal Investigation and Police Studies, str.261-271.*

- Phillips, P.J., Martin, A., Wilson, C.L., Przybocki, M, (2000) An introduction evaluating biometric systems. *Computer*, 33(2), str. 56-63. doi:10.1109/2.820040
- Rose, P. (2002) *Forensic speaker identification*, London and NY: CRC Press.
- Rose, P. (2002) *Forensic speaker recognition*, London and NY: Taylor & Francis.
- Ross, A, Jain, A, (2003) Information fusion in biometrics. *Pattern recognition letters*, 24(13), str.2115-2125. doi: 10.1016/S0167-8655(03)00079-5
- Schafer, R.W, Rabiner, L.R (1975) Digital representations of speech signals. *Proceedings of the IEEE*, 63(4), str.662-677. doi: 10.1109/PROC.1975.9799
- Stacey, P., Dunn, A., Smith, H., Robson, J., Baguley, T. (2018). Forensic voice discrimination: The effect of speech type and background noise on performance. doi: 10.1002/acp.3478

**Jadranka Otašević PhD,**

*Assistant*

*Faculty for Special Education and Rehabilitation, University of Belgrade*

**Božidar Otašević PhD,**

*Assistant professor,*

*University of Criminal Investigation and Police Studies*

## **VOICE-BASED IDENTIFICATION AND CONTRIBUTION TO THE EFFICIENCY OF CRIMINAL PROCEEDINGS**

*Today, forensic voice identification is a powerful tool in the fight against crime, in situations where it is necessary to identify a suspect or to acquit an innocent person. In this type of expertise, multidisciplinary approach is applied in which several scientific disciplines are included - linguistics, phonetics, acoustics, psychology, mathematical statistics, law and criminalistics. The perpetrator's voice is characterized by pitch, volume, timbre, or tone of the sound produced i.e., a series of individual characteristics that make each individual's voice, regardle-*

*ss of the variations expressed, suitable for identification. Some of these characteristics are natural features, determined by hereditary and physiological factors, and some are acquired habits. The aim of this paper is to present the most commonly used procedures and methods of analysis-assessment of voice and speech in order to identify persons as well as more modern approaches to the analysis of the speech signal.*

**Keywords:** *identification of persons, voice-speech, expertise, criminal offense*