

**Dorđe Kostić**, Institut za eksperimentalnu fonetiku i patologiju govora, Beograd,  
**Dr Čedomir Ilić**, Gradska bolnica, Beograd,  
**Dr Slavko Keramičević**,  
Fonijatrijsko audiološki centar SRM, Skoplje,  
**Dr Miroslav Nikolić**, Gradska bolnica, Beograd i  
**Inž. Dušan D. Kalić**, Institut za eksperimentalnu fonetiku i patologiju govora, Beograd

## FONETSKA AUDIOMETRIJA

Polazeći od toga da je ljudski govor sačinjen od tri osnovna oblika akustičke energije od kojih je jedan formantskog tipa, drugi šumnog, a treći je sastavljen od kombinacije ova dva akustička oblika, mi smo na osnovu akustičke analize izgovornih glasova u srpskohrvatskom jeziku došli do zaključka da se ceo govor ovoga jezika može predstaviti komponentama koje su karakteristične za formantni i šumni oblik govora.<sup>1</sup>

Srpskohrvatskih pet vokala okarakterisani su formantskom distribucijom akustičke energije na frekventijskom opsegu do 4000 Hz. Svaki vokal ima tri osnovna formanta.<sup>2</sup> Frekventno i intenzitetno variranje svakog od ta tri formanta dešava se u opsegu koji je karakterističan za kvalitet dotičnog vokala. Tako se kretanje prvog formanta jednog vokala može podudarati sa variranjem prvog ili drugog formanta nekog drugog vokala, a  $F_2$  jednog vokala može se dobiti ili delomično poklapati sa prvim, odnosno drugim formantom nekog drugog vokala. Treći formant uglavnom se kreće u istom frekventijskom opsegu za sve naše vokale.

Ako se izvrši ekstrakcija osnovnih komponenata formantske strukture srpskohrvatskih pet vokala, tada se dobija devet koncentrata akustične energije na području od 100 do 4000 Hz različitog nivoa. Ovi koncentri predstavljaju frekventijski i intenzitetno karakteristične komponente srpskohrvatskog vokalizma.

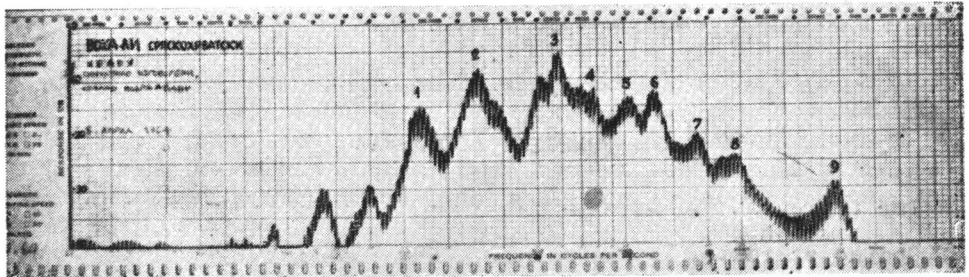
Pošto srpskohrvatski vokali u strukturi naše leksike sačinjavaju 46% svih glasova, to bi ovi akustički elementi bili fizikalni nosioci gotovo polovine celokupne zvučne jezične strane.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> D. Kostić i dr.: Akustička fonetika srpskohrvatskog jezika, 2. Saopštenje Instituta za eksperimentalnu fonetiku i patologiju govora, Beograd, 1963.

<sup>2</sup> R. K. Potter et al.: Visible Speech. D. Van Nostrand Co. Inc., New York, 1947.

<sup>3</sup> D. Kostić: Fonološka struktura srpskohrvatskog jezika. Saopštenja Instituta za eksperimentalnu fonetiku i patologiju govora, 14-28, Beograd, 1964.

Ako bi se svi ti elementi kongruisali, mi bismo dobili sintezu formantskih elemenata srpskohrvatskog vokalizma koja u svome totalu ima frekvencijsku karakteristiku pokazanu na slici 1.



(Sl. 1.)

Ako bismo izvršili filtriranje osnovnih karakterističnih komponenta i time otklonili sve ono što ne pripada određenom koncentratu, tada dobijamo prvi ispitni signal formantnog tipa koji se nalazi u opsegu oko 270 Hz. Drugi vrh, odnosno ispitni signal, nalazi se na području oko 350 Hz, treći na području oko 600 Hz, četvrti na oko 750 Hz, peti na oko 1000 Hz, šesti na oko 1350 Hz, sedmi na oko 1800 Hz, osmi vrh nalazi se na području oko 2400 Hz i deveti vrh nalazi se na području oko 4000 Hz.

Prvi vrh, odnosno ispitni signal, odgovarao bi prvom formantu vokala *i*, drugi vrh odgovarao bi prvom formantu vokala *u*, treći vrh odgovarao bi prvom formantu vokala *e* i *o*, četvrti vrh odgovarao bi prvom formantu vokala *a* i drugom formantu vokala *u*, peti vrh odgovarao bi drugom formantu vokala *o*, šesti vrh odgovarao bi drugom formantu vokala *a*, sedmi vrh odgovarao bi drugom formantu vokala *e*, osmi vrh odgovarao bi drugom formantu vokala *i*, i trećem formantu vokala *e*, *a*, *o*, — i deveti vrh odgovarao bi četvrtom formantu vokala *i*.

Osnovna karakteristika formantske strukture je i ta što je ona kontinuirana i što je zasnovana na laringijalnom glasu. I te karakteristike sadržane su u vokalnom totalu i u njegovim filtriranim komponentama.

Na ovaj način u ovim signalima zastupljena je formantska struktura srpskohrvatskog vokalizma, a svaki ispitni signal je lišen fonetskog, odnosno lingvističkog značenja tako da ima čiste karakteristike zvuka i ne postoji mogućnost interferencije lingvističkih i akustičkih komponenta. Tako se može objektivno izvršiti ocjenjivanje slušne sposobnosti percipiranja akustičkih karakteristika srpskohrvatskih vokala što do sada nije bilo moguće učiniti nijednom postojećom audiometrijom.

Prvi deo audiometrije sastoji se iz utvrđivanja slušnih sposobnosti da primi formantske oblike akustičke energije, a to znači da primi akustičku strukturu vokala. Ispitni signali, odnosno komponente, obeleženi su od 1 do 9. Audiogram je prikazan na slici 2.

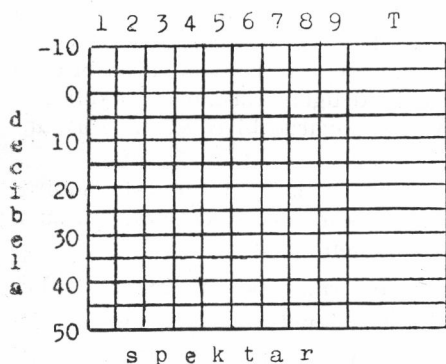
Institut za eksperimentalnu fonetiku  
i patologiju govora  
Beograd

FONETSKI AUDIOGRAM

Ime i prezime . . . . .  
Godine starosti . . . . . Pol . . . . .  
Datum ispitivanja . . . . . Doba dana . . . . .  
Ispitivač . . . . . Audiometar . . . . .

Desno uvo

Levo uvo



PRIMEĐBA:

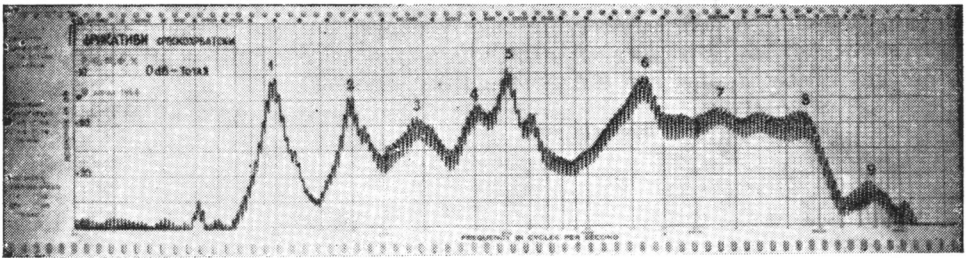
(Sl. 2.)

Drugi deo fonetske audiometrije obuhvata šumne oblike govornog spektra. Svi suglasnici su okarakterisani prisustvom, odnosno odsustvom laringijalnog glasa, i kontinuiranim, odnosno diskontinuiranim šumnim oblikom zvučni kon-

sonanti prema bezvučnim (plozivi i afrikati prema frikativima, nazalima i lateralima). Karakteristika suglasnika je i ta što se karakteristične osobine jednih nalaze kao elementi u osobinama drugih. Tako, frikcionni oblik frikativa postoji kao elemenat afrikata i ploziva, odnosno laterala i nazala, ili diskontinuirani oblik sa karakteristikom trajanja diskontinuiteta postoji kod roralā (r) afrikata i ploziva.

Ako bi se uzela šumna karakteristika suglasnika **f**, **s**, **š**, i **h**, i njima dodala karakteristika roralā **r**, dobili bi se svi karakteristični oblici srpskohrvatskog konsonantizma jer su u ovim glasovima zastupljeni akustički koncentraci od kojih je suglasnički sistem u našem jeziku izgrađen, kao što su u formantima vokala zastupljeni koncentraci od kojih je u našem jeziku vokalni sistem izgrađen.

Suglasnički total pokazuje frekvencijsku karakteristiku koja je prikazana na slici 3.



(Sl. 3.)

Prvi koncentrat nalazi se na 100 Hz, drugi koncentrat nalazi se na 200 Hz, treći se nalazi na 280 Hz, četvrti na oko 400 Hz, peti na oko 500 Hz, šesti na oko 1700 Hz, sedmi na oko 2800 Hz, osmi na oko 4800 Hz i deveti se nalazi na oko 7500 Hz.

Iz slike se vidi da su prvi, peti, šesti koncentrat gotovo na istom nivou, dok su drugi, četvrti, sedmi i osmi na nižem nivou, a treći koncentrat, a naročito deveti na najnižem nivou.

Kao što je kod akustičke energije formantnog tipa moguće ustanoviti objektivnu sposobnost slušnog aparata da ih primi, tako je to moguće i za akustičku energiju šumnih oblika koji su karakteristični za konsonantski sistem.

I u drugom delu fonetske audiometrije koji se odnosi na suglasnički sistem, a koji u našem jeziku iznosi oko 54% svih izgovornih glasova u leksičkoj strukturi, otklonjen je fonološki odnosno lingvistički aspekt, a sačuvan je čisto akustički.

Na osnovu ova dva dela fonetske audiometrije koji sačinjavaju celinu moguće je, sa sigurnošću koju pruža tonalna audiometrija, audiometrijski utvrditi pomoću signala ekstrahovanih iz izgovornih glasova sposobnost našega sluha da primi zvučnu stranu govora, nezavisno od njegovog značenja. Na slici 4 prikazan je fonetski audiogram jedne osobe s normalnim sluhom.

Institut za eksperimentalnu fonetiku  
i patologiju govora  
Beograd

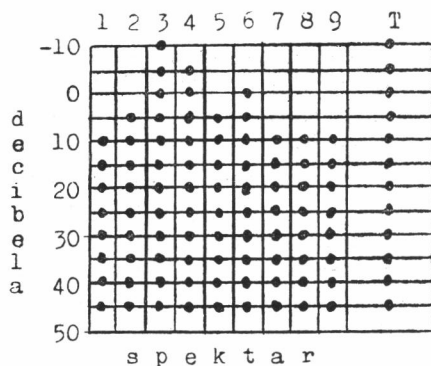
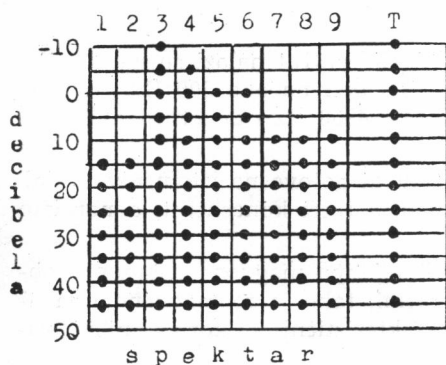
FONETSKI AUDIOGRAM

Ime i prezime . *Dragoljub. Vasić.* . . . . .  
Godine starosti *19.* . . . . . Pol *muški.* . . . . .  
Datum ispitivanja *2.3.65.* . . . . . Doba dana *po. podne*  
Ispitivač . *T.K.* . . . . . Audiometar *PETERS.*

Vokali

Desno uvo

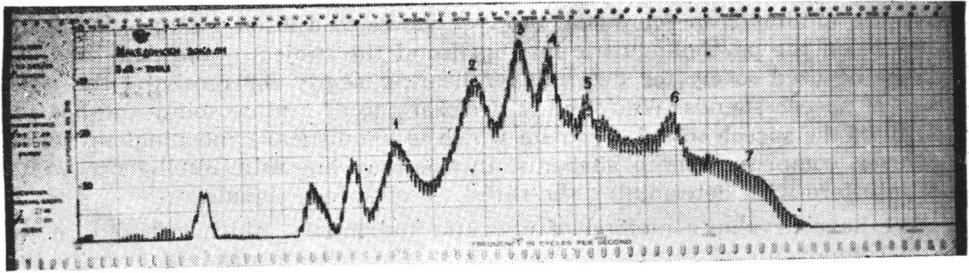
Levo uvo



PRIMEDBA:

(Sl. 4.)

Koliko je fonetska audiometrija vezana za specifičnost jednog jezika pokazuju razlike koje se lako mogu uočiti i na tako srodnim jezicima kao što su makedonski i srpskohrvatski. Na slici 5 data je frekventna analiza kongruisa-



(Sl. 5.)

nih makedonskih vokala, vide se razlike u položajima komponenata u odnosu na srpskohrvatske vokale (slika 1).

Prema tome, fonetska audiometrija nije univerzalna kao tonalna jer je vezana za fonetsku strukturu jezika. U tome i leži jedan deo njene audiološke vrednosti, jer pored toga što je metodološki univerzalna, ona je fonetski specijalizovana i čini stepen prelaza od tonalne ka čisto govornoj audiometriji odvajajući se od tonalne specifičnošću jezika na kome je građena, noseći elemente govorne, jer je potpuni reprezent govornih akustičkih karakteristika.

## SUMMARY

### **Dorđe Kestić,**

Senior Research Fellow, Inst. of Experimental Phonetic and Speech Pathology — Belgrade

### **Dr. Čedomir Ilić,**

Head of the ORL department of the City Hospital — Belgrade

### **Dr. Slavčo Keramičievski,**

Director, Center of Phoniatriy and Audiology — Skoplje

### **Dr. Miroslav Nikolić,**

Chief of the Center of Phoniatriy and Audiology, City Hospital — Belgrade

### **Dušan, D. Kalić,**

Research Assistant, Inst. of Experimental Phonetics and Speech Pathology — Belgrade

## PHONETIC AUDIOMETRY

So far tonal and verbal methods have been used for determining hearing acuity. Beside these, various objective methods have been introduced. The audiometric equipment available is used for determining the threshold of hearing for given frequencies of pure sine tones, as well as for determining the threshold of a complex speech signal carrying, or not some linguistic meaning (meaningful or meaningless logatoms). The methods of tonal audiometry are based on physiological and acoustic principles which are not simply related to the ability of the human brain to reconstruct linguistic meaning from the speech signal. All methods of speech audiometry are based on the word meaning and comprise: the reconstruction of the meaning from the signal received, and hearing acuity of the speech signal. Since the ability to reconstruct the meaning of words

from the minimum speech signal received varies to a large extent — being dependent on the psycholinguistic intelligence of the subject — the data obtained cannot be used safely for determining hearing acuity for receiving the spectrum of speech sounds. We found it necessary to determine solely the hearing acuity of the speech sound spectrum which is linguistically meaningless, which, however, comprises speech elements. In this way linguistic intelligence would not interfere with determining the threshold of speech signals.

We have developed a method of phonetic audiometry which is based on the main components of speech spectrum, with the components linguistically fully meaningless. The meaningless logatoms previously used had the acoustic form of words. We believe that our method of phonetic audiometry makes it possible to determine the acuity of hearing speech signals. The methods used so far proved inefficient in this respect.