

# DUGOTRAJNI PROSJEČNI SPEKTAR GLASA PROFESIONALNIH PJEVAČA: ANALIZA FOLKLORNOG PJEVANJA ISTRE – TARANKANJA

GORDANA KOVAČIĆ\*, PAUL BOERSMA\*, HRVOJE DOMITROVIĆ\*\* TON WEMPE\*

Primljeno: srpanj 2003.  
Prihvaćeno: svibanj 2005.

Izvorni znanstveni rad  
UDK: 376.36

*U eksplorativnom se istraživanju na uzorku od 12 profesionalnih folklornih pjevača akustički analiziralo tarankanje – osebujan i tehnički zahtjevan način pjevanja karakterističan za folklornu tradiciju istarsko-primorske regije. Analiza dugotrajnoga prosječnog spektra (LTAS) tarankanja obavljena je primjenom računalnoga programa PRAAT. Provedena je i subjektivna (samopercepcijska) analiza. Pjevači su procjenjivali deset atributa ponuđenih u upitniku sastavljenom za istraživanje čime se htjelo utvrditi neka percepcijska obilježja tarankanja, te vokalni obrazac kojemu teže prilikom izvođenja tarankanja. Rezultati spektralne analize pokazali su da ne postoji rezonancijski fenomen poznat kao pjevački formant. U području frekvencija 2-4 kHz ustanovljeni su široki spektralni vrhovi visokih amplituda. Pojačana energija u tom dijelu spektra upućuje na fenomen govorničkoga ili glumačkoga formanta. Zbog navedenih se rezultata javila potreba usporedbe pjevanih glasova s govornim pa je u istraživanje naknadno uveden kontrolni uzorak ispitanika govornika (N=8). Za oba uzorka izračunati su dugotrajni prosječni spektri i alfa kao približni pokazatelj napetosti vokalnoga trakta. Uvedeno je i računanje parametra VF (jakost visokih formanta). Rezultati su pokazali da je za tarankanje karakterističan manji nagib spektralne ovojnice prema višim frekvencijama, tj. više su vrijednost alfa i VF u odnosu na govor, što upućuje na veću napetost glasa. Izbalansiranošću spektralne energije u području nižih frekvencija (0-2 kHz) i viših (2-4 kHz), te i između spomenutih područja – “bijeli” zvuk – rezultat je interakcije izvora glasa i supralaringalnoga postava, odnosno napetosti i nazalnosti. Takav je oblik spektra (kvaliteta glasa) proizvod imitacije folklornoga glazbala – sopila – koje su poznate po svom prodornom i nazalnom tonu. Rezultati subjektivne samopercepcijske analize pokazali su da su svi atributi (težina vokalne izvedbe, ljepota i ugodnost glasa, glasnoća, melodičnost, spolnost, otvorenost i napetost grla, visina glasa) procjenjeni uglavnom neutralnim (srednjim) vrijednostima. Iznimka je tamnoća glasa: tarankanje je procjenjeno kao svijetlije, što bi se moglo povezati s rezultatima spektralne analize, tj. s pojačanom jakošću višeg dijela spektra (visoki formanti). Težina je vokalne izvedbe tarankanja procjenjena pomalo zahtjevnom.*

**Ključne riječi:** operno pjevanje, pjevački formant, tarankanje, dugotrajni prosječni spektar (LTAS), alfa, VF, govornički/glumački formant, subjektivna (samopercepcijska) analiza

## Uvod

Folklorno se stvaralaštvo intenzivno istražuje u etnologiji, muzikologiji, koreologiji, povijesti umjetnosti i drugim znanostima, a folklorno pjevanje odnedavno i u znanosti o glasu, tj. u užem području – akustici pjevanoga glasa. Heterogenost folklornoga pjevanja koja se

odražava ne samo na razini nacionalnih zajednica nego i unutar njih samih predstavlja izazov kakav ne postoji u istraživanjima opernoga (klasičnog) pjevanja. Operno je pjevanje jednoznačno određeno u svim kulturama – od sustava vokalne pedagogije do estetskih standarada vokalne produkcije – pa je razumljivo da su akustička istraživanja pjevanoga glasa započela upravo ondje.

\* Institute of phonetic sciences University of Amsterdam, Nizozemska

\*\* Zavod za elektroakustiku Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska

Isprva fundamentalna istraživanja danas imaju i praktičnu primjenu, primjerice u vokalnoj pedagogiji. Takav je slijed moguć i u istraživanjima folklornoga pjevanja jer se pored studiranja opernog pjevanja i *jazza* otvaraju mogućnosti studiranja *pop* i *world*, tj. folklornog pjevanja. Slika 1 prikazuje akustički izmjerene osnovne vokalne parametre pjevanoga glasa.

Akustička mjerenja glasa folklornih pjevača omogućuju objektivni opis specifične kvalitete glasa koju treba razvijati u pedagogiji pjevanja u radu s novim naraštajima pjevača. Činjenica je da učenje folklornoga pjevanja metodom 's koljena na koljeno' izumire, a novi su naraštaji pjevača zainteresiranih za ovakvo pjevanje u iznimno rijetkom ili pak ni u kakvom kontaktu s autentičnim folklornim pjevačima. Osim praktične primjene u pedagogiji folklornoga pjevanja, akustička su istraživanja doprinos i etnomuzikologiji.

### Pjevački formant

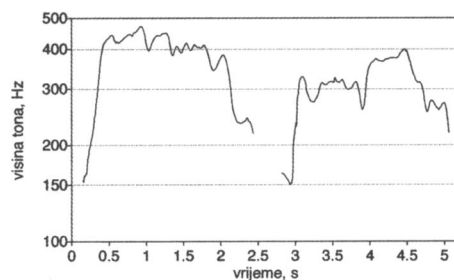
Jedna od temeljnih akustičkih karakteristika kultiviranoga profesionalnoga pjevačkoga glasa jest *pjevački formant*. O toj je pojavi karakterističnoj za dobar muški glas pisao još 1934. godine Wilmer T. Bartholomew (1934). Uočio je da muški pjevački glasovi posjeduju stanoviti formant u području 2.4-3.2 kHz, koji je u boljih i glasnijih glasova pojačan. Nadalje, prema analizama spomenutog autora postojanje je toga visokoga formanta (na prosječno 2.8-2.9 kHz) neovisno o klasifikaciji glasa (tenor, bariton), njegovoj kultiviranosti (bolji ili lošiji glas), jakosti i fundamentalnoj frekvenciji. Iako je Bartholomew smatrao da visoki formant glasu donosi poželjnu kvalitetu (briljantnost, zvonkost), naglasio je da to nije jedini i najvažniji uvjet dobre kvalitete glasa.

Pojačane harmoničke komponente u frekventnom području 2-3.3 kHz također su uočili Wolf i sur. (1935) naglasivši kako doprinose snazi pjevanoga glasa. Četrdesetak je godina kasnije u detaljnim analizama i radovima

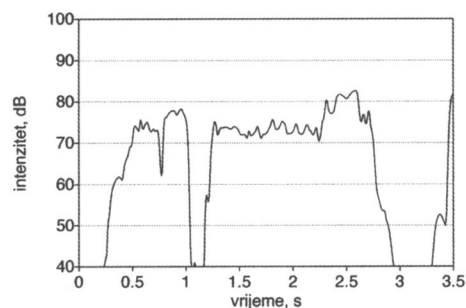
Sundberga (1972; 1973; 1974) taj fenomen dobio naziv *pjevački formant*. Dapače, od tog vremena nadalje brojne akustičke analize kakve nisu mogle biti provedene 30-ih godina prošloga stoljeća i ranije, a zbog ograničenja u alatima za tu vrstu analize glasa, potvrdile su opažanja Bartholomewa: pjevački je formant smješten na frekvenciji od otprilike 3 kHz i tipičan je za pjevani glas klasično obrazovanih basova, baritona, tenora te altova, koji su zahvaljujući upravo ovom rezonancijskom fenomenu dovoljno glasni da se čuju uz pratnju čitavoga orkestra (Sundberg, 1972, 2001). Slika 2 prikazuje dugotrajni prosječni spektar pjevanoga glasa opernog umjetnika s jasno istaknutim pjevačkim formantom čija je amplituda za samo desetak decibela niža u odnosu na amplitudu najvišega spektralnoga vrha.

Središnja frekvencija pjevačkoga formanta ovisi o više faktora. To su u prvom redu jakost i visina glasa, odnosno njegova klasifikacija. U glasnijih je glasova središnja frekvencija pjevačkoga formanta viša, i obratno (Hollien, 1983). Isto vrijedi i za visinu glasa (Sengupta, 1990). S obzirom na klasifikaciju glasa pjevački je formant u basova smješten u nižem dijelu spektra u odnosu na tenore i altove (Sundberg, 2001). Ova bi se povezanost mogla protumačiti razlikama u dimenzijama bukofaringealnog trakta na što upućuju rezultati istraživanja Dmitrieva i Kiseleva (1979). Ti su autori ispitivali i uspoređivali spektre različitih kategorija pjevačkih glasova (visokog soprana, soprana, mezzosoprana, tenora, baritona i basa) s rentgenskim snimkama larinksa i supraglotičkoga trakta u uzorku 20 pjevača. Utvrdili su povezanost između akustičkih karakteristika glasa (frekvencije niskoga i visokoga pjevačkoga formanta) i duljine bukofaringealnog trakta: što je duljina supraglotičkoga trakta (od glasnica do usana) veća, to su frekvencije niskoga i visokoga pjevačkoga formanta niže. Rezultati navode na pomisao o tjelesnoj konstituciji kao mogućem faktoru variranja središnje frekvencije pjevačkoga formanta. Važna je i pjevačka izobrazba u kojoj se, uz ostalo, uči namještati

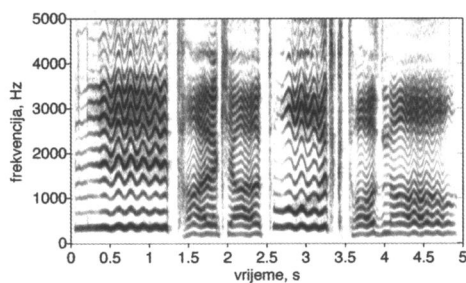
a) Intonacija, uzorak pjevanja *rock* glazbe (tenor)



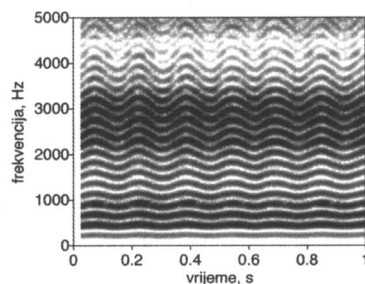
b) Dinamika, uzorak pjevanja *rock* glazbe (tenor)



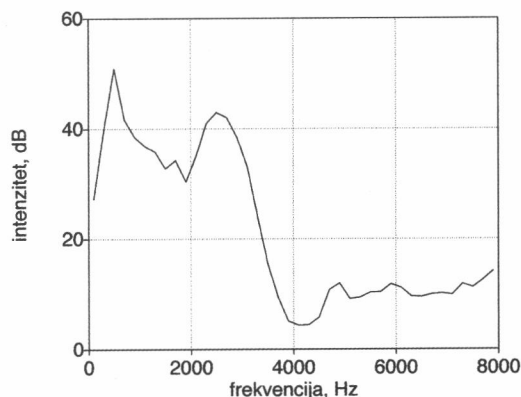
c) Harmonički sastav, uskopojasni spektrogram opernog pjevanja (alt)



d) Vibrato (operno pjevanje), uskopojasni spektrogram (tenor)



Slika 1. Prikazi osnovnih vokalnih parametara pjevanoga glasa utemeljenih na akustičkim mjerenjima



**Slika 2.** LTAS pjevanoga glasa opernog pjevača s jasno istaknutim pjevačkim formantom na oko 2.5 kHz

vokalni trakt, dakle upravljati organima bitnima za proizvodnju glasa.

Znanstvena istraživanja pjevanoga glasa provodila su se isključivo akustičkim mjerenjima glasova klasično obrazovanih pjevača. Zbog toga se u modernoj znanosti o glasu otvaraju sljedeća pitanja:

1. Postoji li pjevački formant i u neopernom ("neklasičnom") pjevanju?
2. Gdje je smješten u spektru glasa i koliko je jak?
3. Je li njegovo prisustvo rezultat pjevačkoga iskustva, izuzetnog pjevačkog talenta ili pjevačke izobrazbe?

U nekim je zemljama Zapadne Europe moguće osim opernoga i jazz pjevanja studirati i mjuzikl (*musical, Broadway*) pa i *pop*, što uključuje i *worldmusic*, tj. pjevačke stilove karakteristične za folklornu glazbu raznih krajeva svijeta. Dakle, i neoperno pjevanje zahtjeva dobro *grlo*, glas koji je rezultanta izbalansirane respiracije, fonacije, rezonancije i artikulacije – baš kao i u opernom pjevanju. Pritom je način upotrebe spomenutih sustava ponešto drugačiji, ovisno o kvaliteti glasa koju se želi postići, a to je percepcijska kategorija čiji standardi nisu svugdje jednako određeni.

## Cilj istraživanja

Cilj je istraživanja analiza dugotrajnoga prosječnog spektra *tarankanja* – osebujnog načina pjevanja karakterističnog za folklornu glazbu Istre, Kvarnera i Hrvatskoga primorja<sup>1</sup> – te utvrditi oslanja li se na pjevački formant. Tarankanje detaljno opisuje Bonifačić (1999) naglašavajući tehničku složenost i zahtjevnost toga načina pjevanja utemeljenog na glazbenom sustavu tipičnom za istarsko-primorsku regiju, tj. na istarskoj ljestvici koju karakteriziraju tijesni intervali bitno različiti od temperiranog glazbenog sustava 12 jednakih polustepena. U tonskom se nizu različito izmjenjuju cijeli stepen i polustepen pri čemu su neki intervali užji, a neki širi pa takvu glazbu nije moguće egzaktno zabilježiti standardnim glazbenim pismom, a europskom (obrazovanim) slušatelju ova glazba zvuči neugodno i nemuzikalno (Karabaić, 1956; Bonifačić, 1999; Bonifačić, 2001). Tarankanje se može izvoditi na stihovima, kombinaciji stihova i neznačenjskih slogova ili pak samo na neznačenjskim slogovima poput *ta-ra-ra*, *ta-na-na*, *ta-na-ni-na* i sl. Odatle i drugi nazivi za tarankanje – *tararajkanje*, *tarajkanje*, *tanarikanje* i dr. (Bonifačić, 1996). Svrha je takvog muziciranja imitacija specifične prodorne i nazalne boje zvuka folklornoga glazbala – *sopila (sopela)* – koje uobičajeno služe kao instrumentalna pratnja plesu, a nedostaju li instrumenti, pratnja se nadomještava upravo tarankanjem (Marošević, 2004). Zbog utjecaja temperirane glazbe, broj je izvođača koji mogu tarankati sve manji. (Preporuka je čitateljima članka posjetiti web-stranicu [www.fon.hum.uva.nl/paul/CroatianFolkSinging/](http://www.fon.hum.uva.nl/paul/CroatianFolkSinging/) na kojoj se, uz ostalo, nalazi i nekoliko primjera tarankanja u interpretaciji autentičnih pjevača, te profesionalnog ansambla LADO čiji su pjevači sudjelovali u ovom istraživanju.)

Osim akustičkoga opisa tarankanja, u istraživanju se željelo utvrditi i neka percepcijska obilježja pa je provedena subjektivna analiza. Ta je analiza zamišljena tek kao izvor temeljnih

<sup>1</sup> Uz vokalno tarankanje postoji i instrumentalno (tehnika sviranja folklornih glazbala). Podroban opis v. u Bonifačić (1996; 1999).

podataka koji bi mogli pomoći u razumijevanju rezultata akustičke analize.

Slična istraživanja u nas gotovo i nisu provedena, tj. o akustičkim obilježjima pjevanoga glasa i ispitivanju spektralnih karakteristika neopernoga pjevanja općenito postoji vrlo malen broj objavljenih istraživanja. Ona su provedena primjenom različitih metodologija, te na uzorcima različitih glazbenih i pjevačkih stilova kao što su *jazz* i *blues* (Thalén i Sundberg, 2000), *pop* (Schutte i Miller, 1993; Doskov i sur., 1995; Thalén i Sundberg, 2000), američki *country* (Burns, 1986; Stone i sur., 1999; Sundberg i sur., 1999, Cleveland i sur., 2001), alikvotno pjevanje (Bloothoof i sur., 1992; Lindestad i sur., 2001), estonijsko folklorno pjevanje (Ross, 1992), *oĵkanje* (Kovačić i sur., 2004). Upravo zbog toga, dakle zbog nedovoljnog broja istraživanja unutar svake od spomenutih glazbeno-pjevačkih kategorija, još nije moguće provoditi komparativne analize i uopće akustički definirati pojedine načine pjevanja. Faktor kojega treba imati na umu jest činjenica da u neopernom pjevanju ne postoje univerzalna pravila i standardi vokalne

produkcije, niti jednoznačna estetika. Primjerice, šum, slabost i/ili hrapavost glasa nije dozvoljena kvaliteta glasa u opernom pjevanju, dok u jazzu može biti čak poželjna (do izvjesne mjere). Odličan je primjer hrapavi glas svima dobro poznatog jazz-trubača i pjevača Louisa Armstronga, koji je oduševljavao publiku širom svijeta.

## Metodologija

### Ispitanici

Istraživanje je provedeno na uzorku od 12 muškaraca, profesionalnih folklornih pjevačaplesača (eksperimentalni uzorak). Potrebno je naglasiti da unatoč angažmanu u profesionalnom ansamblu, niti jedan ispitanik nije formalno pjevački obrazovan, niti je pohađao privatne satove pjevanja prije angažmana u ansamblu. (Za folklorno pjevanje čime se bave i ne postoje obrazovne ustanove, a ustanova u kojoj su zaposleni već pola stoljeća kontinuirano njeguje izvornost hrvatskoga folkloru.) Prosječna dob ispitanika bila je 33 godine, a prosječna duljina pjevačko-

**Tablica 1.** Kronološka dob i duljina radnog iskustva eksperimentalnog uzorka ispitanika (N=12)

VARIJABLA	M	SD	Min	Maks
DOB/godina	32.66	6.12	24.00	45.00
RADNO ISKUSTVO/godina	10.08	4.99	4.00	20.00

M-aritmetička sredina, SD-standardna devijacija, Min-minimalna vrijednost, Maks-maksimalna vrijednost.

plesnoga radnog iskustva u profesionalnom folklornom ansamblu 10 godina (tablica 1). Petorica su ispitanika pušači. U vrijeme ispitivanja svi su ispitanici bili dobroga zdravlja, tj. nisu imali poteškoća koje bi ometale normalnu proizvodnju glasa (samoprocjena). Sudjelovanje je u istraživanju bilo dobrovoljno.

Naknadno je u istraživanje uključen i uzorak nepjevača (kontrolni uzorak). Naime, zbog dobivenih rezultata javila se potreba usporedbe s govornim glasovima. U kontrolnom je uzorku bilo 8 muškaraca, također izvornih govornika hrvatskoga jezika, čija je prosječna kronološka dob bila 37 godina (tablica 2). Samo je jedan ispi-

**Tablica 2.** Kronološka dob kontrolnog uzorka ispitanika (N=8)

VARIJABLA	M	SD	Min	Maks
DOB/godina	37.00	4.53	31.00	45.00

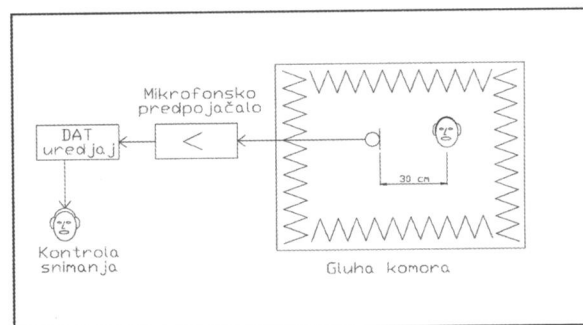
M-aritmetička sredina, SD-standardna devijacija, Min-minimalna vrijednost, Maks-maksimalna vrijednost.

tanik pušač. Sudjelovanje je u istraživanju bilo dobrovoljno. Niti jedan se ispitanik nije žalio na probleme koji bi ometali normalnu proizvodnju glasa.

## Opis ispitivanja

### *Eksperimentalni uzorak*

Zadatak je ispitanika bio otpjevati folklornu pjesmu *Homo u kolo*, a po izboru umjetničkog voditelja ansambla. Svi su pjevači pjevali u istom tonalitetu, pri čemu je prvi ton bio  $f$  (175 Hz), što je također odredio umjetnički voditelj. Pojedinačno snimanje pjevača obavljeno je u gluhoj komori Zavoda za elektroakustiku Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu. Razina je buke izmjerene u komori bila 19 dB(A). Prilikom snimanja se nastojalo minimalizirati utjecaj korištene opreme. Budući da snimanje usmjerenim mikrofonom može dovesti do koloracije u glasu ispitanika, primjerice zbog pomaka ispitanika iz akustičke osi mikrofona, što je moguće prilikom pjevanja (interpretacije) pjesme, za potrebe snimanja odabran je neusmjereni mikrofonski Behringer ECM 8000. Ispitanici su pjevali u stojećem položaju, a udaljenost je usana od mikrofona bila 0.3 m. Data im je uputa da se prilikom snimanja što manje odmiču od mikrofona. Signal je iz mikrofona vođen na mikrofonsko pretpojačalo TOA D-4 gdje je pojačan. Prilikom snimanja nije korištena korekcija signala iz mikrofona, tj. u pretpojačalu su bili isključeni filtri za boju tona. Signal je prethodno, prilikom probnih snimki, podešen tako da osigurava optimalnu razinu na DAT uređaju AIWA HD-S200 kojim se glasove ispitanika snimalo (slika 3). Ispitanici su pjesmu otpjevali tri puta. Ukoliko ispitanik nije bio zadovoljan izvedbom, snimalo se i više od tri puta. U analizu je uzet samo jedan, najuspješniji uzorak pjesme. Osim samozadovoljstva pjevača vokalnog izvedbom, kriterij prosudbe bila je i stabilna kvaliteta glasa o čemu su zajednički prosuđivali pjevač i prvi autor rada.



Slika 3. Shematski prikaz snimanja glasova pjevača

### *Kontrolni uzorak*

Prilikom snimanja govornih glasova kontrolnoga uzorka ispitanika uzeti su obzir uvjeti snimanja pjevanih glasova eksperimentalnog uzorka. Snimali su se uzorci govora, tj. čitanje zadanoga teksta u trajanju od jedne minute. To je učinjeno na Institutu za fonetske znanosti Sveučilišta u Amsterdamu u prostoriji koja je akustički projektirana tako da osigurava vrlo kvalitetne uvjete snimanja. Razina je buke bila 25 dB(A). Udaljenost je usana ispitanika od neusmjerenog mikrofona Sennheiser MKH 105 bila 0.3 m, a glasove se putem pretpojačala IFA<sup>2</sup> snimalo CD uređajem za snimanje, dakle u digitalnom formatu. Uzorci su glasova s kompaktnog diska (CD-a) prebačeni u računalo zbog postupka akustičke analize.

### *Akustička analiza*

Analiza dugotrajnoga prosječnog spektra (LTAS) glasova obavljena je računalnim programom PRAAT, v. 4.1.2., čiji su autori Paul Boersma i David Weenink s Instituta za fonetske znanosti Sveučilišta u Amsterdamu. Analizirane su frekvencije u rasponu 0-5 kHz, pri čemu je širina filtera bila podešena na 125 Hz. Frekvencija je uzorkovanja bila 44.1 kHz. Računanje LTAS obavljeno je za uzorak čitave pjesme koja je prosječno trajala 43.5 (±1.5) sekunde. Kako je cilj rada bio i utvrđivanje pjevačkoga formanta računalski je izračunata

<sup>2</sup> Pretpojačalo IFA konstruirali su i izradili Ton Wempe i Adriaan van Maanen, inženjeri Instituta za fonetske znanosti Sveučilišta u Amsterdamu.

regresijska linija za područje frekvencija od 0.6 do 4 kHz. Udaljenost spektralne ovojnice, odnosno amplituda spektralnih vrhova od regresijske linije (u dB) zorno će pokazati koliko je pojačanje spektra u području 2.5-3.5 kHz unutar kojega valja ispitati postojanje pjevačkoga formanta.

Uvođenjem kontrolnog uzorka ispitanika, u istraživanje je uvedeno ispitivanje dvaju kvantitativnih parametara. To su *alfa* ( $\alpha$ ) i  $VF^3$ . Njihovo se izračunavanje programiralo u računalnom programu *PRAAT*. Željelo se usporediti pjevani i govorni glas ispitivanjem razlika u napetosti vokalnoga trakta (parametar  $\alpha$ ), te u omjeru spektralne energije područja 2-4 kHz prema energiji ukupnoga frekvencijskog raspona kojeg se analiziralo, dakle od 0 do 5 kHz (parametar  $VF$ ). *Alfa* ( $\alpha$ ) je izračunat na način kako su ga definirali Frøkjær-Jensen i Prytz (1976), tj. kao omjer energije frekvencijskog područja iznad 1 kHz i energije u pojasu 0-1 kHz, pri čemu se u ovom istraživanju analiziralo područje 0-5 kHz. Vrijednost je  $\alpha$  izražena u dB.

Parametar  $VF$  je izveden za potrebe istraživanja, a računalo ga se prema matematičkom izrazu:

$$VF = 10 \log \left[ \frac{E_{2-4kHz}}{E_{0-5kHz}} \right]$$

Izražen je također u dB. Pojas 2-4 kHz određen je stoga što se unutar njega nalaze fenomeni i pjevačkoga i govorničkog formanta. Gore naveden matematički izraz može se primijeniti kadgod postoji potreba za kvantitativnim određenjem pjevačkoga ili govorničkog formanta. Tada područje visokih frekvencija (ovdje u brojničku 2-4 kHz) valja suziti, ovisno o tome analiziraju li se pjevani (2.5-3.5 kHz) ili govorni glasovi (3-4 kHz). Kod pjevanih dodatno treba paziti na razredu glasova (bas/bariton/tenor; alt/mezzosopran). Mjeri li se pjevački formant, simbol  $VF$  treba promijeniti u  $PF$  (pjevački formant), dok prilikom ispitivanja govorničkog formanta treba koristiti simbol  $GF$  (govornički formant). U ovom je istraživanju zbog predostrožnosti uzeta maksimalna širina područja

viših frekvencija, tj. 2-4 kHz. Predostrožnost se odnosi na činjenicu da se o akustičkim (spektralnim) karakteristikama folklornih načina pjevanja ne zna dovoljno pa je moguće utvrditi pjevački, govornički ili modifikaciju jednog od spomenutih formanta. U konačnici je radi transparentnije usporedbe spektralnih karakteristika pjevanoga i govornoga glasa za oba uzorka ispitanika izračunat prosječni LTAS.

### Subjektivna analiza

Subjektivna analiza temeljila se na samoprocjeni deset atributa ponuđenih u upitniku sastavljenom za potrebe istraživanje (v. Prilog). Cilj je bio utvrditi percepcijske dimenzije tarankanja koje služe kao vokalni model kojemu se pjevači prilikom izvođenja tarankanja nastoje maksimalno približiti radi postizanja autentičnosti izraza. Nadalje, neki atributi odnosili su se na dojam kojega pjevači o ovom načinu pjevanja imaju. Pjevačima je rečeno da se prilikom procjene osvrnu i na vlastito pjevačko iskustvo u ansamblu jer pjesma *Homo u kolo* nije jedina pjesma, tj. jedino tarankanje u njihovu repertoaru. Atribute se ocjenjivalo na skali od 1 do 5 pri čemu odabir više vrijednosti označava i viši stupanj atributa koji se ocjenjuje. Npr. ocjenjuje li se napetost grla, 1 se odnosi na vrlo opušteno grlo, 2 na opušteno grlo, 3 na neutralnu napetost, 4 na napeto grlo i 5 na vrlo napeto grlo. Samopercepcijska je procjena zamišljena kao dodatak koji bi mogao doprinijeti boljem razumijevanju rezultata akustičke analize poglavito ukoliko se utvrde neka specijalna obilježja.

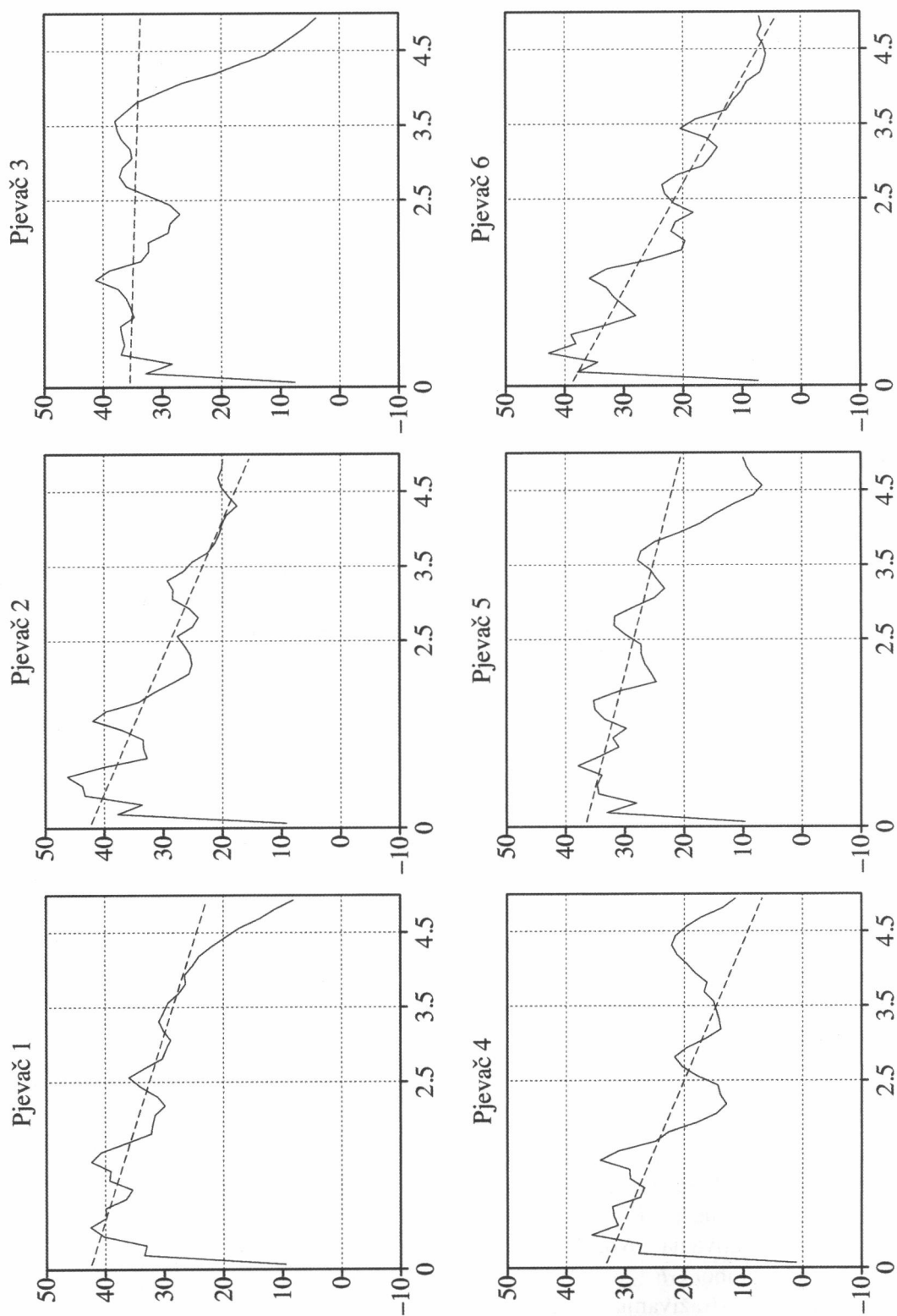
## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

### Akustička analiza

#### *Ekperimentalni uzorak*

Slika 4 prikazuje dugotrajne prosječne spektre pjevanoga glasa (LTAS) dvanaestorice pjevača. Za svaki pojedinačni LTAS izračunata je i regre-

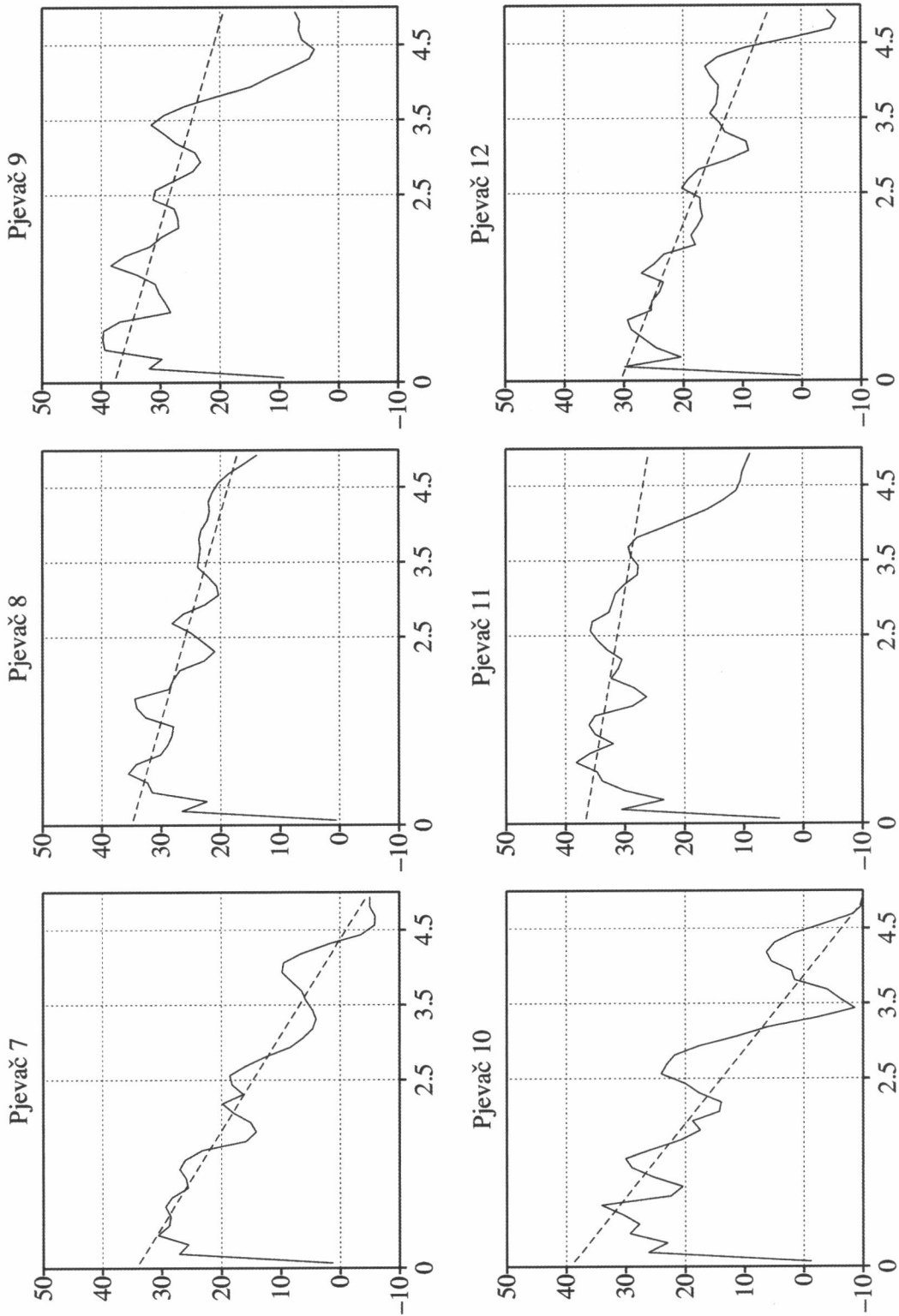
<sup>3</sup> VF je kratica za jakost visokih formanta.



nastavlja se

Slika 4. Pojedinačni dugotrajni prosječni spektri (LTAS) i regresijske linije tarankanja dvanaestorice pjevača





Napomena: Horizontalna os - frekvencija (kHz), vertikalna os - intenzitet (dB), iscrtkana crta - regresijska linija.

Slika 4. nastavak

sijska linija koja prikazuje pad spektra prema visokim frekvencijama. Istodobno se htjelo utvrditi koliko su naglašeni viši spektralni vrhovi, te postoji li specifično pojačanje spektra u području frekvencija 2.5-3.5 kHz koje bi odgovaralo pjevačkom formantu.

U nekih pjevača (npr. pjevač 6 i 7) spektralni oblik nalikuje spektru govora. Generalno gov-

oreći najveće je pojačanje spektra u području prvoga i drugoga spektralnoga vrha koji su podjednako visokih amplituda. U pojedinačnim se spektrima u području 2.5-3.5 kHz ne uočava izrazito pojačanje, tj. spektralni vrh koji bi upućivao na postojanje pjevačkoga formanta. Međutim, u širem području frekvencija od 2.5 do 4.2 kHz jasno se uočavaju dva široka spektralna

**Tablica 3.** Središnje frekvencije ( $f$ ) i relativni intenziteti ( $A$ )\* visokih formanata pri tarankanju ( $N=12$ )

ISPITANIK	VISOKI FORMANT (VF)			
	VF1		VF2	
	$f$ (kHz)	$A$ (dB)	$f$ (kHz)	$A$ (dB)
1	2.5	3.7	3.3	1.6
2	2.5	-0.8	3.3	4.9
3	2.8	2.7	3.5	3.8
4	2.8	3.3	4.4	12.2
5	2.8	4.3	3.6	3.0
6	2.7	3.4	3.4	5.6
7	2.5	4.4	4.1	7.2
8	2.7	2.9	4.3	3.6
9	2.5	3.0	3.5	6.6
10	2.7	9.8	4.2	9.3
11	2.6	4.7	3.7	0.7
12	2.5	2.6	4.2	6.9

\* Relativni intenziteti visokih formanata izračunati su na temelju LTAS kao udaljenosti njihovih vrhova od regresijske linije.

vrha čije su središnje frekvencije i amplitude za svaki pojedinačni spektar (pjevača) navedene u tablici 3.

Kao što se može vidjeti, prvi takav vrh, visoki formant (VF1) smješten je na oko 2.6 kHz. Njegov položaj u spektrima ispitanika vrlo malo varira, što se ne može reći za drugi visoki formant (VF2) koji se u većine pjevača nalazi između 3.3 i 3.7 kHz. Variranje njegove središnje frekvencije i amplitude odraz je individualnih obilježja ispitanika, npr. osobina vokalnog trakta i vještine izvođenja tarankanja. Od pjevača do pjevača

odnosi amplituda visokih formanata variraju, a isto tako i njihove udaljenosti od regresijske linije pri čemu je evidentno da je vrh drugoga visokoga formanta od nje više udaljen (slika 4; tablica 3). Nepostojanje pjevačkoga formanta u neopernom pjevanju također su utvrdili Cleveland i sur. (2001) analizirajući dugotrajne spektre petorice *country* pjevača, te Ross (1992) koji je analizirao glas dviju estonijskih folklornih pjevačica. Burns (1986) također nije utvrdio pjevački formant u pjevača *country and western* glazbe, a rezultate je interpretirao kao pogrešnu

tehniku pjevanja, što se čini prebrzim zaključkom jer pjevački formant kao bitno obilježje opernoga pjevanja ne treba uzimati kao kriterij ocjene kvalitete glasa drugih načina pjevanja. Osim toga, pjevački formant i nije jedini uvjet dobre kvalitete glasa, što je davno naglasio Bartholomew (1934).

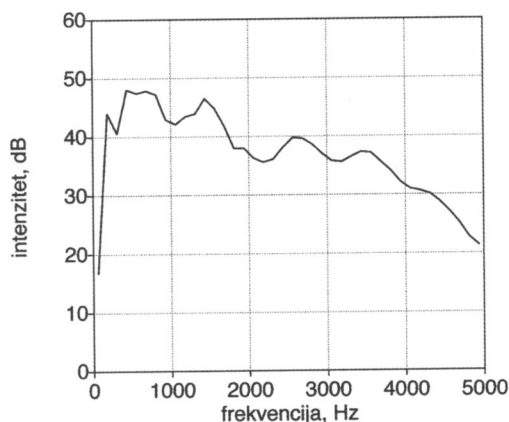
Iako su spektralne karakteristike tarankanja sličnije govoru nego opernom pjevanju, postoje i one koje ga od govora bitno razlikuju. Uz manji nagib spektralne ovojnice prema visokim frekvencijama, što u dugotrajnim spektrima jasno pokazuju regresijske linije (slika 4), to pokazuju i izraženi spektralni vrhovi na oko 2.6 kHz i 3.5 kHz. Posljednji, čija je amplituda za samo 11 dB niža u odnosu na najjači vrh (uz izuzetak trojice pjevača), ima karakteristike govornih glasova s vrlo dobrom kvalitetom (glumci, spikeri i drugi izvježbani govornici), tj. *govorničkoga* ili *glumačkoga* formanta. Taj je formant u spektru profesionalnih govornika lociran na 3.1-3.7 Hz, tj. u području četvrtoga formanta (F4), ali može biti kombinacija četvrtoga i petog formanta (F4 i F5). Ono što ga razlikuje od pjevačkog formanta jest viša središnja frekvencija i niža amplituda (Leino, 1994; Nawka i sur., 1997). Postojanje su govorničkoga ili glumačkog formanta u dugotrajnom spektru pjevanoga glasa *country* pjevača ustanovili Cleveland i sur. (2001) dodavši da taj formant zaslužuje neki drugi naziv jer je ustanovljen u pjevanom, a ne govornom glasu, te da je primjerenije govoriti o pojačanom F4 (četvrtom formantu).

Slika 5 prikazuje prosječni LTAS tarankanja eksperimentalnog uzorka. Ono što upada u oči jest izbalansirana jakost područja nižih frekvencija (0-2 kHz) i viših (2-4 kHz), te oblik spektra u kojem je (negativan) nagib prema visokim frekvencijama manji (razlika je u jakosti spektralnih vrhova područja 0-2 kHz i 2-4 kHz oko 10 dB). U oba se navedena područja frekvencija jasno uočavaju široki spektralni vrhovi. U području 2.3-3.8 kHz ističu se dva široka vrha visokih amplituda. Po spektralnim se karakteristikama tarankanje razlikuje i od govora.

Spektralni oblik kojega opisuje široki niži spektralni vrh na oko 500 Hz (*nazalni formant*), pojačano područje visokih frekvencija, tj. manji nagib spektralne ovojnice prema visokim frekvencijama, te općenito široki spektralni vrhovi upućuje na kombinaciju *nazalne* (Mysak, 1966; Kent i Read, 1992) i *napete* kvalitete glasa (Bergan i sur., 2004). Takvu kvalitetu glasa koja se temelji na obliku spektra u kojem je energija između područja nižih i viših frekvencija izbalansirana i "ravnomjerno" raspoređena, tj. u kojem je spektralna energija u području F0 i F1 (prvi formant) niža, a u području F4 i F5 (četvrti i peti formant) viša, Bergan i sur. (2004) nazivaju "bijelom"<sup>4</sup>. Naziv je očito izveden po analogiji s bijelom svjetlošću (optika) – želi se naglasiti, uvjetno rečeno, podjednaka jakost svih harmoničkih komponenti u području 0-4 kHz. Odatle mali nagib spektralne ovojnice prema visokim frekvencijama. Spomenuti su autori "bijelu" boju sintetski proizveli, dok je u ovom istraživanju ona rezultat interakcije izvora glasa (napet način foniranja) i supralaringalne aktivnosti (nazalizacija). Oboje je motivirano željom da se što više nalikuje boji tona sopila. U tu se svrhu tarankanje izvodi na slogovima bez značenja u kojima se najčešće ponavlja nazalni glas /n/ (npr. *ta-na-na*, *ni-na-ne-na* i sl.), no i boja je glasa pri pjevanju nazalna (Bonifačić, 1996) jer se pjeva "djelomice kroz nos" (Bonifačić, 2001, str. 75). Učinak je nazalizacije vokala prikazan na slici 6 koja sadrži kratkotrajne spektre izračunate za srednje stacionarne dijelove vokala /a/ u trajanju od 0.05 s za tri tonske visine:  $g \approx 198$  Hz,  $g\# \approx 207$  Hz i  $a\# \approx 237$  Hz). Radi usporedbe sa standardnom produkcijom vokala /a/, na slici su prikazani vokali /a/ ekstrahirani iz uzorka tarankanja jednoga od pjevača, te iz uzorka običnoga pjevanja jednoga od govornika. Pored svakog je kratkotrajnog spektra prikazan i pripadajući spektar s prikazom prosječnoga intenziteta u pojasu 0-1 kHz, 1-2 kHz, 2-3 kHz i 3-4 kHz. Kratkotrajni spektri tarankanja jasno pokazuju učinak nazalizacije vokala: u području nižih frekvencija amplitude su harmonika niže,

<sup>4</sup>Izvorno *whiter sound* (Bergan i sur., 2004, str. 316)

dok su u području viših, tj. iznad 2.5 kHz harmonici pojačani, što doprinosi posebnom obliku spektra u kojem postoji balans između područja nižih i viših frekvencija. Ta se izbalansiranost, u čijoj su osnovi napetost i nazalizacija, jasno vidi i na spektrima s prikazom prosječnoga intenziteta po pojasevima od tisuću herca: područje 0-1 kHz nižeg je prosječnog intenziteta u tarankanju, dok su sva ostala područja (1-2 kHz, 2-3 kHz, 3-



Slika 5. Prosječni LTAS tarankanja dvanaestorice pjevača

4 kHz) podjednakih intenziteta ("bijeli" zvuk). Nasuprot tome, u običnom je pjevanju jakost svakog višeg pojasa manja, te je veći pad spektralne ovojnice prema visokim frekvencijama.

U nastavku su komparativnom analizom rezultata akustičke analize eksperimentalnoga i kontrolnoga uzorka ispitanika ispitane razlike između tarankanja i govora.

#### Kontrolni uzorak

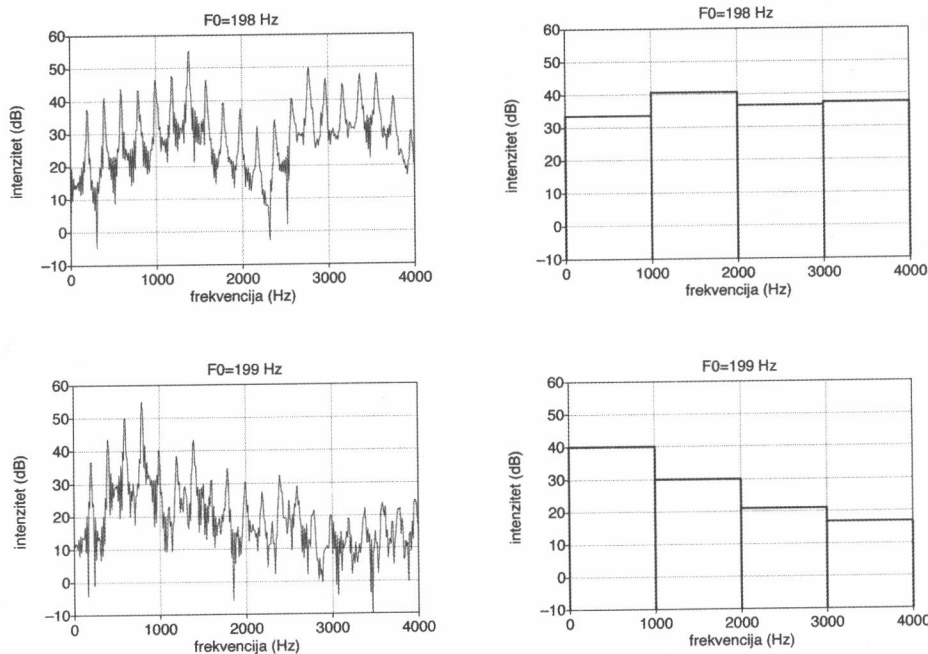
Slika 7 prikazuje prosječni LTAS tarankanja eksperimentalnoga uzorka, prosječni LTAS govornoga glasa kontrolnog uzorka, te LTAS pjevanoga glasa opernog pjevača. Posljednji, kao tipičan primjer LTAS-a opernoga pjevanja, uključen je kako bi se istakao jaz između tarankanja i opernog pjevanja. Spektralni oblik tarankanja razlikuje se i od govora, ali te su razlike manje nego u usporedbi s opernim pjevanjem. Ispitalo ih se računanjem parametara  $\alpha$  i VF, čije su vrijednosti za oba uzorka ispitanika

prikazane u grafikonu 1 i 2.

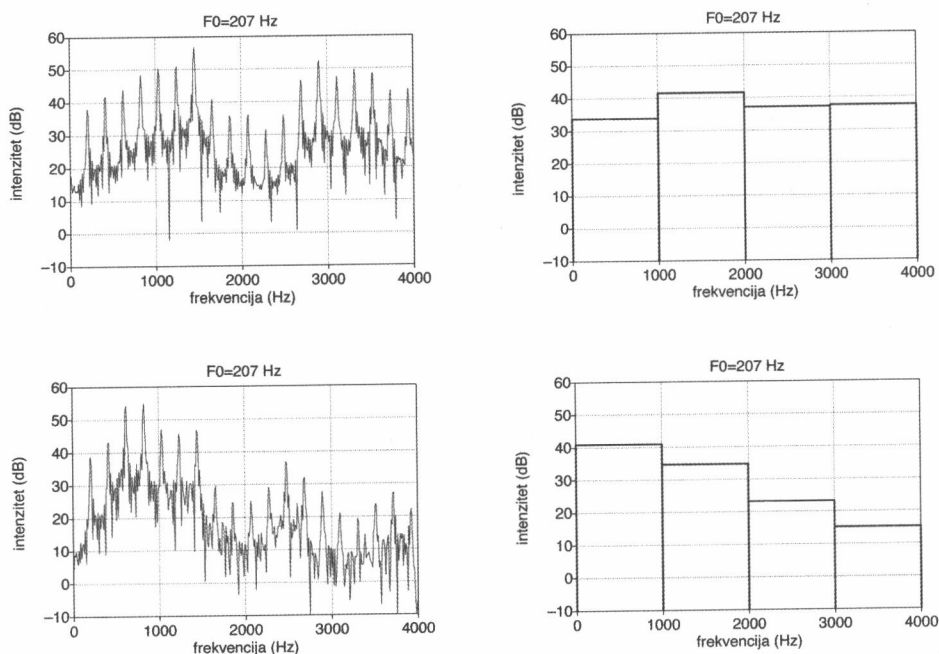
Grafikon 1 pokazuje da su  $\alpha$  i VF u govoru manje raspršeni, tj. njihove su vrijednosti smještene unutar užih raspona:  $\alpha$  unutar  $-14$  i  $-10$  dB, a VF unutar  $-23$  i  $-17$  dB. Izuzetak je drugi ispitanik. Pogleda li se grafikon 2 i vrijednosti spomenutih varijabli u tarankanju, ponajprije se uočava veća raspršenost rezultata (veće razlike među ispitanicima), a zatim i više vrijednosti obaju parametara. U desetorice se ispitanika  $\alpha$  kreće u rasponu od  $-6$  do  $2$  dB, tj. za desetak decibela više u odnosu na kontrolni uzorak. Time je potvrđen vizualnom inspekcijom utvrđen manji nagib spektralne ovojnice prema visokim frekvencijama. Dobivene vrijednosti  $\alpha$  ukazuju na veću napetost vokalnoga trakta pri tarankanju u odnosu na govor, te na "hiperfunkcionalnu fonaciju", što se može dovesti u vezu s opisom ove tehnike pjevanja kao vrlo zahtjevne pa i vokalno naporne (Bonifačić, 1991; Bonifačić, 1999). Hiperfunkcionalna je fonacija stavljena pod navodnike jer se ne misli na patološku pojavu nego na voljnu proizvodnju napete kvalitete glasa. Treba podsjetiti da nagib spektralne ovojnice ovisi o jakosti glasa pa dobiven manji nagib spektralne ovojnice, te više vrijednosti  $\alpha$  u eksperimentalnom uzorku upućuju na glasniju vokalnu produkciju pri tarankanju u odnosu na govor. Etnomuzikološka literatura ističe glasan, prodoran glas kao obilježje tarankanja jer se ono izvodi na otvorenom prostoru kao pratnja plesu (Karabaić, 1956; Bonifačić, 1996).

Vrijednosti su VF također više i raspršenije u eksperimentalnom uzorku u odnosu na kontrolni, a kreću se uglavnom od  $-16$  do  $-8$  dB. U kontrolnom su uzorku te vrijednosti između  $-23$  i  $-17$  dB, uz izuzetak drugoga ispitanika. Pri interpretaciji dobivenih razlika treba uzeti u obzir utjecaj jakosti glasa. Nordenberg i Sundberg (2003) su utvrdili da je povišenje jakosti govornoga glasa povezano s većim promjenama amplituda viših frekvencija do oko 4 kHz nego što je to slučaj s nižim frekvencijama na oko 0.5 kHz. Sličnu povezanost utvrdio je i Sundberg (1973) u analizi profesionalnoga (opernog) pjevanja ističući da je s povišenjem jakosti glasa

a) tarankanje (gore) i obično pjevanje (dolje),  $F_0 \approx 198$  Hz (ton g)



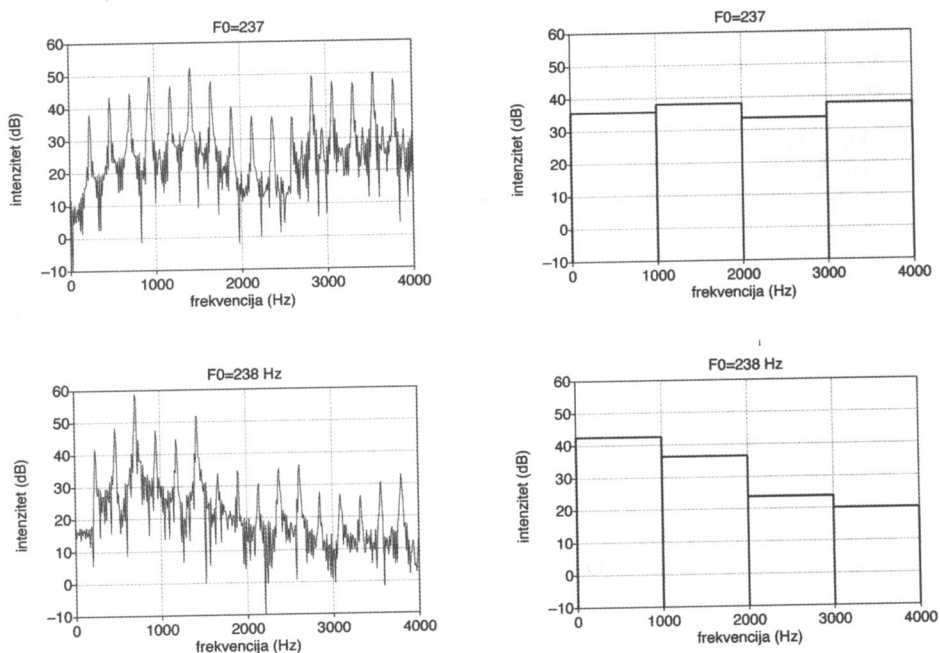
b) tarankanje (gore) i obično pjevanje (dolje),  $F_0 = 207$  Hz (ton g#)



nastavlja se

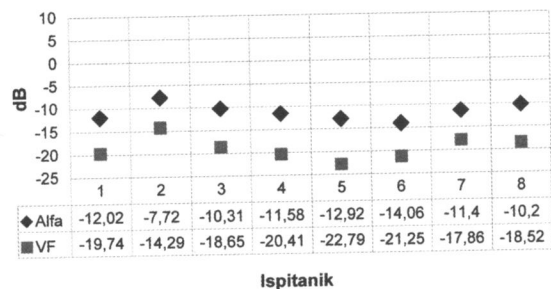
Slika 6. Kratkotrajni spektar stacionarnoga dijela vokala /a/ u trajanju 0,05 s za tri tonske visine ( $F_0$ ) ekstrahiranog iz uzorka tarankanja (jedan ispitanik eksperimentalnoga uzorka) i običnog pjevanja (jedan ispitanik kontrolnoga uzorka), te pripadajući spektar s prikazom prosječne jakosti područja frekvencija 0-1 kHz, 1-2 kHz, 2-3 kHz i 3-4 kHz

c) tarankanje (gore) i obično pjevanje (dolje),  $F_0 \approx 237$  Hz (ton a#)

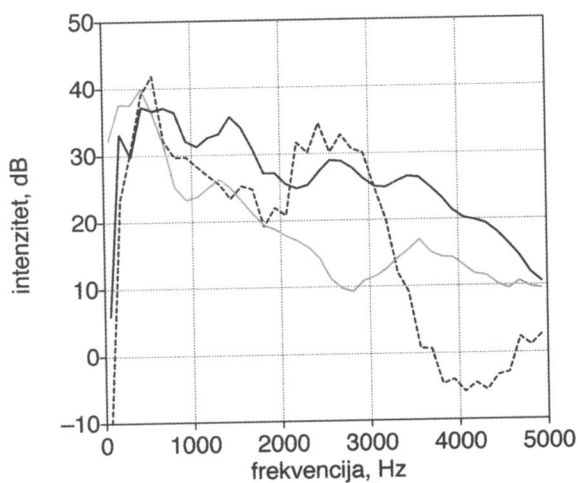
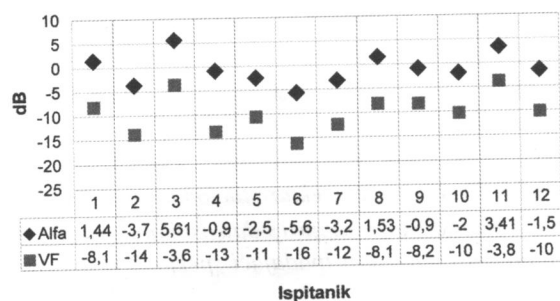


Slika 6. nastavak

Grafikon 1. Alfa i VF u kontrolnom uzorku ( $N=8$ )



Grafikon 2. Alfa i VF u eksperimentalnom uzorku ( $N=8$ )



Slika 7. Prosječni LTAS tarankanja eksperimentalnog uzorka ( $N=12$ , crna ovojnica), prosječni LTAS govora kontrolnoga uzorka ( $N=8$ , siva ovojnica), te LTAS opernoga pjevanja pjevača (isprekidana ovojnica)

porast amplitude pjevačkoga formanta značajno brži u odnosu na porast amplitude prvoga formanta. Stoga utjecaj jakosti glasa na jakost područja viših frekvencija zacijelo postoji i u tarankanju. Veća je raspršenost vrijednosti  $\alpha$  i VF u tarankanju u odnosu na govor odraz individualnih razlika u izvođenju tarankanja, tj. različitosti u sposobnostima pjevača.

### Subjektivna analiza

Rezultati su subjektivne samopercepcijske analize tarankanja prikazani u tablici 4. Većina ponuđenih atributa procijenjena je srednjom vrijednošću s blagom tendencijom prema višoj. To su atributi težina vokalne izvedbe, ljepota glasa, glasnoća, melodičnost i spolnost. Otvorenost i napetost grla, te tamnoća, visina i ugodnost glasa procijenjeni su srednjom vrijednošću pri čemu posljednja tri atributa naginju nižoj vrijednosti. Vrijednosti standardnih devijacija pokazuju da su

**Tablica 4.** Rezultati subjektivne (samopercepcijske) analize tarankanja (N=12)

VARIJABLA	Min	Maks	M	SD	RASPON OCJENJIVANJA ATRIBUTA OD 1-5
Težina vokalne izvedbe	2.00	5.00	3.41	0.90	vrlo lagano $\Rightarrow$ vrlo teško
Ljepota glasa	2.00	5.00	3.16	0.71	vrlo nelijep $\Rightarrow$ vrlo lijep
Glasnoća	3.00	4.00	3.33	0.49	vrlo tiho $\Rightarrow$ vrlo glasno
Napetost grla	2.00	4.00	3.00	0.85	vrlo opušteno $\Rightarrow$ vrlo napeto
Tamnoća glasa	1.00	4.00	2.50	0.79	vrlo svijetao $\Rightarrow$ vrlo taman
Visina glasa	2.00	4.00	2.91	0.51	vrlo dubok $\Rightarrow$ vrlo visok
Melodičnost	2.00	4.00	3.08	0.66	vrlo monoton $\Rightarrow$ vrlo melodičan
Ugodnost glasa	1.00	4.00	2.83	1.11	vrlo neugodan $\Rightarrow$ vrlo ugodan
Spolnost	2.00	4.00	3.16	0.57	vrlo ženstven $\Rightarrow$ vrlo muževan
Otvorenost glasa	1.00	5.00	3.00	1.12	vrlo zatvoren $\Rightarrow$ vrlo otvoren

M-aritmetička sredina, SD-standardna devijacija, Min-minimalna vrijednost, Maks-maksimalna vrijednost.

u procjeni otvorenosti i ugodnosti glasa, te težini vokalne izvedbe ispitanici pokazali najmanje slaganje, dok su prilikom procjene spolnosti, visine glasa i glasnoće njihove procjene manje raspršene. Atribut koji najviše odskače od srednje vrijednosti prema nižoj jest tamnoća glasa. Prema ocjeni profesionalnih folklornih pjevača za tarankanje je karakteristična nešto svjetlija boja glasa. Vokalna je izvedba tarankanja procijenjena pomalo zahtjevnom.

### Zaključak

Cilj je istraživanja bio akustički analizirati pjevanje svojstveno za glazbeno-folklornu tradiciju istarsko-primorske regije – tarankanje – te ispitati oslanja li se na pjevački formant. To se

učinilo analizom dugotrajnoga prosječnog spektra tarankanja dvanaestorice pjevača, profesionalnih izvodilaca hrvatskih folklornih pjesama. U dugotrajnim spektrima nije pronađen pjevački formant, što bi se moglo protumačiti na više načina. Percepcijski su ciljevi opernoga i folklornoga pjevanja različiti. Glas opernih pjevača mora biti snažan i nosiv kako ga ne bi maskirala istodobna pratnja simfonijskoga orkestra (Sundberg, 1972). Budući da se od sâmihi početaka opernoga pjevanja oslanjalo na akustiku prostora i sposobnosti pjevača, sasvim je jasno da je u vokalnoj pedagogiji bilo izuzetno važno usvojiti vokalne vještine i tehniku koja će na optimalan način projicirati glas u prostor i učiniti ga čujnim u zadanim uvjetima izvođenja. To se, uz ostalo, postiže osloncem na pjevački formant. U folklornom pjevanju takvih zahtjeva nije bilo jer

pjevanje i muziciranje nije bilo namijenjeno velikim zatvorenim prostorima kao što su koncertne dvorane ili kazališta. Nerijetko se odvijalo kolektivno i bez (jasne) granice izvodilac-publika. Operno je pjevanje oduvijek bilo vođeno estetskim kriterijima koji ga bitno udaljuju od govora pa ono na izvjestan način predstavlja 'neprirodan' način vokalizacije kojega je potrebno dugo učiti. Nadalje, društvena je uloga opernoga i folklornog pjevanja različita. Folklorno je pjevanje bilo dio svakodnevnoga života puka, te događaja kao što su rođenje, krštenje, ženidba/udaja, smrt, svetkovine.

Tarankanje se kao dio folkloru istarsko-primorske regije odvija na otvorenom prostoru, najčešće kao pratnja plesu u uvjetima kada nedostaju sopile ili roženice. Zvuk je ovih folklornih glazbenih instrumenata specifičan – prodoran i nazalan (Bonifačić, 2001), a kako je svrha tarankanja zamijeniti nedostajuću instrumentalnu pratnju, ne čudi nastojanje pjevača da proizvedu što vjerniju boju tona sopila, tj. "Pjeva se snažno, djelomice kroz nos, pa je boja tona nazalna." (Bonifačić, 2001, str. 75). U tom je smislu definicija tarankanja kao vokalnog imitiranja lokalnih folklornih instrumenata (Bonifačić, 1996) ponajbolja.

Koji su akustički korelati spomenutih percepcijskih obilježja? Rezultati su istraživanja na uzorku profesionalnih folklornih pjevača pokazali da spektralne karakteristike tarankanja nimalo ne nalikuju opernom pjevanju. Bitne razlike u obliku spektra postoje i u odnosu na govor, ali nisu tako oštre kao u usporedbi s opernim pjevanjem. Osim mjerenjem spektralnih karakteristika, te se razlike ispitalo računanjem parametara alfa i VF. Njihove su vrijednosti više za tarankanje i potvrđuju vizualnom inspekcijom utvrđen manji nagib spektralne ovojnice prema visokim frekvencijama, tj. zajedno s oblikom spektra upućuju na napetost i nazalnost pri tarankanju. Ujednačene amplitude spektralnih vrhova u području 0-2 kHz i 2-4 kHz, te male razlike u prosječnoj jakosti spomenutih područja određuju specijalnu kvalitetu glasa pri tarankanju, tj. podosta "bijeli" zvuk kako ga nazi-

vaju Bergan i sur. (2004). Oblik spektra tarankanja upućuje na potrebu ispitivanja fonacije, tj. utvrđivanje karakteristika izvora glasa što bi se moglo ispitati primjerice metodom inverznog filtriranja ili elektroglografijom.

Rezultati subjektivne (samopercepcijske) analize koja je zamišljena tek kao dodatak, te izvor temeljnih podataka za provođenje složenije analize percepcijskih obilježja tarankanja, pokazali su da su ponuđeni atributi procjenjeni uglavnom srednjim vrijednostima. Najveće se slaganje procjenjivača odnosi na procjenu spolnosti, visine glasa i glasnoće, a najmanje na otvorenost i ugodnost glasa, te težinu vokalne izvedbe. Nešto svijetlija boja glasa istaknutije je percepcijsko obilježje koje bi se moglo povezati s rezultatima akustičke analize, odnosno s pojačanom energijom u višem dijelu spektra 2-4 kHz. Wang (1985) područje od 1.8-3.8 kHz naziva rasponom svjetlije boje glasa<sup>5</sup>. Pojačanje toga područja, uz istodobno oslabljeno područje nižih frekvencija (nazalnost), doprinosi ranije spomenutoj specijalnoj boji glasa, tj. podosta "bijelom" zvuku. Nadalje, tarankanje je procjenjeno kao ponešto zahtjevan način pjevanja.

Zaključuje se da tarankanje definiraju specifične spektralne karakteristike. Pretpostavka je da bi se primjenom identične metodologije istraživanja na uzorku autentičnih pjevača, koji su još specijalizirani za ovaj način pjevanja, ustanovile spektralne karakteristike koje bi upućivale na još veći stupanj napetosti glasa i nazalnosti. U području akustike pjevanoga glasa, te glasa uopće, nema podataka o sličnom spektralnom obliku, te o sličnoj kvaliteti glasa, pa se metaforički opis tarankanja kao spone između vokalne i instrumentalne glazbe (Karabaić, 1956) čini opravdanim.

#### **Napomena:**

Istraživanje je dio projekta *Akustičke karakteristike hrvatskoga folklornoga pjevanja* čije je provođenje omogućio Nuffic u sklopu programa Huygens 2002/03. Autori se najtoplije zahvaljuju ansamblu LADO, te ispitanicima govornicima, koji su dobrovoljno sudjelovali u istraživanju.

<sup>5</sup> Izvorno *bright timbre frequency range* (Wang, 1985, str. 320)



**Literatura:**

- Bartholomew, W.T. (1934): A physical definition of "good voice-quality" in the male voice. *Journal of the Acoustical society of America*, VI, July, 25-33.
- Bergan, C.C., Titze, I.R., Story, B. (2004): The perception of two vocal qualities in a synthesized vocal utterance: ring and pressed voice. *Journal of voice*, 18(3), 305-317.
- Bloothoof, G., Bringmann, E., Van Cappellen, M., Van Luipen, J.B., Thomassen, K.P. (1992): Acoustics and perception of overtone singing. *Journal of the Acoustical society of America*, 92(4), 1827-1836.
- Bonifačić, R. (1991): "Mi ćemo zakantat glason od slavića" – koncepcije izvođača o tradicijskom pjevanju u Puntu na otoku Krku. *Narodna umjetnost*, 28, 49-86.
- Bonifačić, R. (1996): *Tarankanje*: a disappearing music tradition. *Narodna umjetnost*, 33(1), 149-170.
- Bonifačić, R. (1999): *Tarankanje*: most između *sopa* i *kanta*. *Krčki kalendar*, Krk, 117-122.
- Bonifačić, R. (2001): O problematici takozvane "istarske ljestvice". *Narodna umjetnost*, 38(2), 73-95.
- Burns, P. (1986): Acoustical analysis of the underlying voice differences between two groups of professional singers: opera and country and western. *Laryngoscope*, 96(5), 549-554.
- Cleveland, T.F., Sundberg, J., Stone, R.E. (2001): Long-term-average spectrum characteristics of country singers during speaking and singing. *Journal of voice*, 15(1), 54-60.
- Dmitriev, L., Kiselev, A. (1979): Relationship between the formant structure of different types of singing voices and the dimensions of supraglottic cavities. *Folia phoniatica*, 31, 238-241.
- Doskov, D., Ivanov, T., Boyanov, B. (1995): Comparative analysis of singer's high formant in different type of singing voices. *Folia phoniatica et logopaedica*. 47, 291-295.
- Frøkjær-Jensen, B., Prytz, S. (1976): Registration of voice quality. *Bruel & Kjaer technical review*, 3, 3-17.
- Hollien, H. (1983): The puzzle of the singer's formant. U: Bless, D.M., Abbs, J.H. (Ur.): *Vocal fold physiology: Contemporary research and clinical issues*. College-Hill press. San Diego, California, 368-378.
- Karabaić, N. (1956): *Muzički folklor Hrvatskog primorja i Istre*. Rijeka, Novi list.
- Kent, R.D., Read, C. (1992): *The acoustic analysis of speech*. Singular publishing group, Inc., San Diego-London.
- Kovačić, G., Boersma, P., Domitrović, H. (2004): Analiza dugotrajnog prosječnog spektra otkanja. *Govor*, 21(1), 39-56.
- Leino, T. (1994): Long-term average spectrum study on speaking voice quality in male actors. U: Friberg, A., Iwarsson, J., Jansson, E., Sundberg, J. (Ur.): *SMAC 93, Proceedings of the Stockholm Music Acoustics Conference, July 28-August 1, 1993*. Royal Swedish Academy of music, Stockholm, 206-210.
- Lindestad, P.-Å., Södersten, M., Merker, B., Granqvist, S. (2001): Voice source characteristics in Mongolian "throat singing" studied with high-speed imaging technique, acoustic spectra, and inverse filtering. *Journal of voice*, 15(1), 78-85.
- Marošević, G. (2004): *Traditional music*. U: Vitez, Z. (Ur.): *Croatian folk culture (knjiga u elektroničkom formatu, CD)*. Institut za etnologiju i folkloristiku. Zagreb, 409-419.
- Mysak, E.D. (1966): *Phonatory and resonatory problems*. U: Rieber, R.W., Brubaker, R.S. (Ur.): *Speech pathology*. North Holland Publishing Company, Amsterdam, 150-181.
- Nawka, T., Anders, L.C., Cebulla, M., Zurakowski, D. (1997): The speaker's formant in male voices. *Journal of voice*, 11(4), 422-428.

- Nordenberg, M., Sundberg, J. (2003): Effect on LTAS of vocal loudness variation. *Tal Musik Hörssel Quarterly status and progress report*, 45, 93-100.
- Ross, J. (1992): Formant frequencies in Estonian folk singing. *Journal of the Acoustical society of America*, 91(6), 3532-3539.
- Schutte, H.K., Miller, D.G. (1993): Belting and pop, nonclassical approaches to the female middle voice: Some preliminary considerations. *Journal of voice*, 7(2), 142-150.
- Sengupta, R. (1990): Study on some aspects of the "singer's formant" in North Indian classical singing. *Journal of voice*, 4(2), 129-134.
- Stone, R.E., Jr., Cleveland, T.F., Sundberg, J. (1999): Formant frequencies in country singers' speech and singing. *Journal of voice*, 13(2), 161-167.
- Sundberg, J. (1972): A perceptual function of the "singing formant". *Speech transmission laboratory Quarterly progress and status report*, 2-3, 61-63.
- Sundberg, J. (1973): The source spectrum in professional singing. *Folia phoniatrica*, 25, 71-90.
- Sundberg, J. (1974): Articulatory interpretation of the "singing formant". *Journal of the Acoustical society of America*, 55(4), 838-844.
- Sundberg, J. (2001): Level and center frequency of the singer's formant. *Journal of voice*, 15(2), 176-186.
- Sundberg, J., Cleveland, T.F., Stone, R.E., Jr., Iwarsson, J. (1999): Voice source characteristics in six premier country singers. *Journal of voice*, 13(2), 168-183.
- Thalén, M., Sundberg, J. (2000): A method for describing different styles of singing – A comparison of a female singer's voice source in "classical", "pop", "jazz" and "blues". *Tal Musik Hörssel Quarterly status and progress report*, 39(1), 45-54.
- Wang, S. (1985): Singing voice: Bright timbre, singer's formants and larynx positions. U: Askenfelt, A., Felicetti, S., Jansson, E., Sundberg, J. (Ur.): SMAC 83, Proceedings of the Stockholm Music Acoustics Conference, July 28-August 1, 1983. Royal Swedish Academy of music, Stockholm, vol. 1, 313-322.
- Wolf, S.K., Stanley, D., Sette, W.J. (1935): Quantitative studies on the singing voice. *Journal of the Acoustical society of America*, VI(April), 255-266.

**Prilog.** Upitnik korišten za subjektivnu (samopercepcijsku) analizu tarakanja

<b>Atribut</b>	<b>Kategorije odgovora</b>
<i>Sveukupna težina vokalne izvedbe</i>	<b>1 – 2 – 3 – 4 – 5</b> (vrlo lagano → vrlo teško)
<i>Ljepota glasa</i>	<b>1 – 2 – 3 – 4 – 5</b> (vrlo nelijep → vrlo lijep)
<i>Glasnoća</i>	<b>1 – 2 – 3 – 4 – 5</b> (vrlo tih → vrlo glasan)
<i>Napetost grla</i>	<b>1 – 2 – 3 – 4 – 5</b> (vrlo opušteno → vrlo napeto)
<i>Tamnoća glasa</i>	<b>1 – 2 – 3 – 4 – 5</b> (vrlo svijetao → vrlo taman)
<i>Visina glasa</i>	<b>1 – 2 – 3 – 4 – 5</b> (vrlo dubok → vrlo visok)
<i>Melodičnost glasa</i>	<b>1 – 2 – 3 – 4 – 5</b> (vrlo monoton → vrlo melodičan)
<i>Ugodnost glasa</i>	<b>1 – 2 – 3 – 4 – 5</b> (vrlo neugodan → vrlo ugodan)
<i>Spolnost</i>	<b>1 – 2 – 3 – 4 – 5</b> (vrlo ženstven → vrlo muževan)
<i>Otvorenost glasa</i>	<b>1 – 2 – 3 – 4 – 5</b> (vrlo zatvoren → vrlo otvoren)

## Long-term average spectra in professional singers' voices: the analysis of *tarankanje* – folk singing in Istria

### Abstract

The aim of the present explorative study was to acoustically examine *tarankanje* – a special manner of singing typical for the folk music of Istrian-Littoral region. The *tarankanje* performances of twelve professional male folk singers were digitally recorded and analysed using long-term average spectrum (LTAS) in the PRAAT program. In order to reveal some perceptual features as well as vocal model the singers aim to achieve when performing *tarankanje*, subjective (self-perceptual) analysis was carried out as well. The results of the acoustic analysis gave no evidence of existence of the resonance phenomenon known as the singer's formant. The LTAS curve showed two broad pronounced peaks in 2-4 kHz region. The more pronounced energy in this region suggested the existence of the speaker's or actor's formant. For this reason, a control sample of subject speakers ( $N=8$ ) was included in the investigation afterwards. The LTAS and alpha-ratio (a measure roughly representing the vocal tract tension) were calculated for both subject samples. In order to quantify the spectral energy at higher frequencies, a parameter VF as a ratio of 2-4 kHz band to that of 0-5 kHz was calculated. The results showed that the spectral slope was flatter for *tarankanje* in comparison to speaking, thus alpha and VF values greater suggesting higher degree of vocal pressedness. Spectral energy balance in lower frequency band (0-2 kHz) and in higher frequency band (2-4 kHz) as well as between the two bands, i.e. "whitish" sound, is the result of interaction of voice source and supralaryngeal setting, that is, pressedness and nasality. Such a spectrum shape (voice quality) is produced by imitation of the folk instrument – *sopile* – that are known for its piercing and nasal tone. The results of the subjective self-perceptual assessment have shown that all attributes (overall vocal effort, beauty, pleasantness, loudness, melodiousness, genderness, throat openness and tension, voice pitch) were estimated as neutral. The exception is the darkness of the voice: *tarankanje* was evaluated as somewhat brighter. This may be related to the results of spectral analysis, that is, to pronounced energy at higher frequencies (higher formants). The overall vocal effort employed in *tarankanje* has been evaluated as somewhat higher.

**Key words:** opera singing, singer's formant, *tarankanje*, long-term average spectrum (LTAS), alfa, VF, speaker's/actor's formant, subjective (self-perceptual) assessment