

UDK 81'342.1

534.7:81'34

81'34:781.7

Izvorni znanstveni rad

Gordana Kovačić, Paul Boersma
Institut fonetskih znanosti Sveučilišta u Amsterdamu
Nizozemska

Hrvoje Domitrović
Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb
Hrvatska

ANALIZA DUGOTRAJNOGA PROSJEČNOG SPEKTRA OJKANJA

SAŽETAK

Ojkanje je način pjevanja karakterističan za glazbeno-folklornu tradiciju gorske Hrvatske, tj. dalmatinsko zaleđe i šire dinarsko područje. Opisano je etnomuzikološki, ali ne i akustički. Ciljevi ovog eksplorativnog istraživanja bili su analiza dugotrajnoga prosječnog spektra (LTAS) ojkanja te utvrđivanje pjevačkog formanta. U istraživanju je dobrovoljno sudjelovalo dvanaest profesionalnih izvođača hrvatskih narodnih pjesama i plesova. Akustička analiza glasa obavljena je primjenom računalnog programa PRAAT. Provedena je i samopercepcijska procjena ojkanja. Analiza dugotrajnih prosječnih spektara glasova pjevača pokazala je izrazitu jakost glasa kao glavnu karakteristiku, a to se istaklo i kao najznačajnije percepcijsko obilježje. Pjevački formant nije utvrđen, no u višem dijelu spektra na oko 3,2-3,5 kHz ustanovljeno je pojačanje koje odgovara govorničkom formantu. Kako je riječ o spektrima pjevanog, a ne govornoga glasa, ovaj visoki formant zaslužuje primjereniji naziv. Budući da je on ponajprije rezultat izrazito glasnog pjevanja koje graniči s vikanjem, predložen je naziv vikački formant. Osim izrazite glasnoće, kao ostala važna percepcijska obilježja ojkanja izdvojili su se napetost grla, muževnost i otvorenost glasa. Rezultati ovog i sličnih istraživanja na problemskom području akustike folklornog pjevanja doprinose su znanosti o glasu te etnomuzikologiji, a mogu imati i praktičnu vrijednost unutar pjevačke pedagogije koja više nije ograničena samo na operno pjevanje.

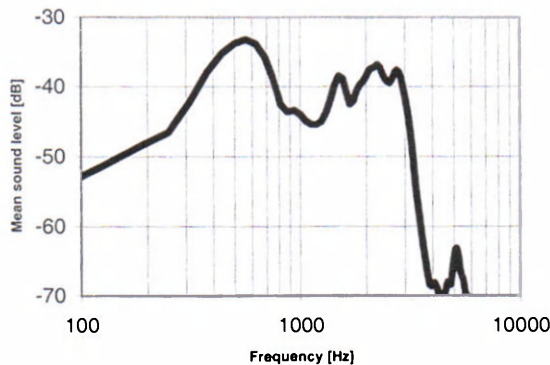
Ključne riječi: *dozivačko pjevanje, pjevački formant, vikački formant, akustička analiza glasa, LTAS*

UVOD

Pjevački formant

U akustici pjevanja, *pjevački formant* označava jednu od glavnih karakteristika školovanog pjevačkoga glasa – specifično pojačanje u spektru unutar područja 2,5 - 3,5 kHz. Prva publicirana zapažanja ove pojave datiraju još iz polovice 30-ih godina prošlog stoljeća kada su Wilmer T. Bartholomew (1934) te Wolf i sur. (1935) opisali stanoviti visoki formant tipičan za *dobar* muški pjevački glas smješten na području 2,0 – 3,3 kHz, istaknuvši da on doprinosi snazi glasa. Prema Bartholomewu (1934), postojanje ovog visokog formanta glasu daje briljantnost, a neovisno je o klasifikaciji glasa (tenor, bariton), stupnju kultiviranosti (bolji ili lošiji glas), jakosti glasa i fundamentalnoj frekvenciji. Četrdesetak godina poslije, u radovima Sundberga (1973, 1974) ta je pojava dobila naziv *pjevački formant*. Od tog vremena nadalje, brojna su istraživanja (npr. Hollien 1983, Schutte i Miller 1985, Bloothoof i Plomp 1986, Sundberg i sur. 1993, Sundberg 2001, Weiss i sur. 2001, Barrichelo i sur. 2001, Thalén i Sundberg 2001) potvrdila opažanja Bartholomewa (1934):

- pjevački formant smješten je na frekvenciji od oko 3,0 kHz
- naglašeniji je kod glasnijih glasova
- tipičan je za pjevani glas klasično obrazovanih basova, baritona, tenora te altova.



Napomena: LTAS opernog pjevača baritona tiskan je uz dozvolu Johana Sundberga.

Slika 1. Dugotrajni prosječni spektar (LTAS) muškoga pjevanoga glasa (baritona) s istaknutim pjevačkim formantom

Figure 1. Long-term average spectrum (LTAS) of a male singing voice (baritone) with a prominent singing formant

Na slici 1 prikazan je LTAS pjevanoga glasa međunarodno uglednog opernog pjevača, baritona. Kao što se može vidjeti, pjevački formant smješten je na 2,3 kHz te je za samo 4 dB slabiji od najjačeg vrha u spektru koji se nalazi na 0,6 kHz.

Variranje središnje frekvencije pjevačkog formanta posljedica je variranja jakosti glasa, pa što je ona veća, viša je i frekvencija pjevačkog formanta (Hollien, 1983). Osim toga, bitna je i klasifikacija glasa. Kod basova je položaj pjevačkog formanta u spektru najniži, a kod tenora i altova najviši (Sundberg 2001, Seidner i sur. 1983), no taj odnos možda proizlazi i iz razlika u dimenzijama bukofaringealnog trakta, što su pokazali rezultati istraživanja Dmitrieva i Kiseleva (1979). Oni su na uzorku od 20 pjevača ispitivali i usporedili spektar glasa različitih kategorija pjevačkih glasova (visoki sopran, sopran, mezzosopran, tenor, bariton i bas) s rendgenskim snimkama larinksa i supraglotičkog trakta. Utvrdili su povezanost između frekvencije niskog i visokog pjevačkog formanta s duljinom bukofaringealnog trakta. Za dulje supraglotičke traktove dobivene su niže frekvencije formantata, i obratno.

Klasično i neklasično pjevanje

Isticanje veze *pjevački formant-klasično pjevanje* treba shvatiti kao činjenicu da su se u akustici pjevanoga glasa proučavali isključivo glasovi klasično obrazovanih pjevača jer klasično pjevanje jednoznačno je shvaćeno i poznato svim suvremenim društvima. Zbog toga je i komunikacija među istraživačima moguća – mjere se i ispituju glasovi koji su školovani vrlo definiranom vokalnom pedagogijom, a to omogućuje uspoređivanje rezultata neovisnih istraživanja te donošenje općih zaključaka. Isto se ne može reći za *neklasično* pjevanje, koje obuhvaća najrazličitije pjevačke stilove, kao što su blues, pop, folk, R&B, mjuzikl, country, rock i dr. Poseban je problem folklorno pjevanje jer je ono proizvod kulture u kojoj postoji. Iz toga proizlazi i različita estetska orijentacija, pa pjevanje kojem se dive u jednoj kulturi, u nekoj drugoj može biti procijenjeno kao manje lijepo. Nadalje, tehnički gledano, za standarde klasične glazbe ono može biti i posve neprihvatljivo. Odličan je primjer flamenco za čije su vokalne izvođenje tipični hrapavost i tremolo.

Intenzivna istraživanja klasičnog pjevanja vjerojatno su motivirana i mogućnošću primjene njihovih rezultata u vokalnoj pedagogiji, jer klasično se pjevanje dugo ostvarivalo jedino sa sustavnom vokalnom pedagogijom. Dakle, i zbog toga se ostale mnogobrojnije stilove pjevanja tek sporadično istraživalo. Ne čini se slučajno istodobna pojava znanstvenog zanimanja za druge, *neklasične* stilove pjevanja te otvaranje odsjeka za studiranje takvih stilova pri glazbenim akademijama (poglavito u razvijenim zemljama Zapadne Europe, SAD-u). Postalo je općeprihvaćeno da i *neklasično* pjevanje zahtijeva dobru kvalitetu glasa utemeljenu na usklađenoj respiraciji, fonaciji, rezonanciji i artikulaciji.

Pitanje koje je znanost o glasu gotovo nedavno otvorila, a vezano je za ove načine pjevanja, odnosi se na utvrđivanje pjevačkog formanta te općenito na ispitivanje akustičke pozadine.

O akustici glasa u folklornim i drugim *neklasičnim* načinima pjevanja malo je istraživanja. Osim što su raspršena unutar više različitih glazbenih žanrova, provedena su na iznimno malim uzorcima ispitanika pa dobivene rezultate još nije moguće generalizirati. Ta istraživanja uključuju žanrove kao što su pop (Schutte i Miller 1993, Doskov i sur. 1995, Thalén i Sundberg 2001, Borch i Sundberg 2002), *country and western* (Burns 1986, Stone i sur. 1999, Sundberg i sur. 1999, Cleveland i sur. 2001), *jazz i blues* (Thalén i Sundberg, 2001), estonijsko folklorno pjevanje (Ross, 1992). Najviše je radova o alikvotnom pjevanju (npr. Bloothoft i sur. 1992, Klingholz 1993, Rachele 1996, Lindestad i sur. 2001, Van Tongeren 2002, Grawunder 2003).

CILJ ISTRAŽIVANJA

Hrvatska se sastoji od četiri glazbeno-folklorna područja – nizinskog, središnjeg, gorskog i primorskog. Različitosti ovih prostora proizlaze iz zemljopisnog i političkog smještaja zemlje koji karakterizira prepletanje srednjoeuropske, balkanske i mediteranske kulture (Ceribašić i Čaleta 2000, Vitez 2004). Cilj je istraživanja akustički analizirati *ojkanje* – osebujan način pjevanja karakterističan za gorsku Hrvatsku (dalmatinsko zaleđe i dinarska regija). Karakterizira ga potresanje glasom na vokal [o] ili na slog [oj], a izvodi se uvijek glasno i snažno. Ojkanje je dio predslavenske baštine, a postoji u više oblika: putničko pjevanje, vojkavica, treskavica, rozgalica, orcanje, oja-noja i dr. (Marošević, 2004). Izvodi se vrlo glasno u visokom registru, a neupućenim slušateljima zvuči kao vikanje i buka pa ga i ne povezuju s glazbom (Čaleta, 1999; 2001). Čitateljima koji nisu upoznati s ojkanjem uputno je posjetiti web-stranicu koja je dio članka i na kojoj je nekoliko primjera ojkanja <http://www.fon.hum.uva.nl/paul/CroatianFolkSinging/>.

Kako su istraživanja folklornoga pjevanja primjenom akustičke analize izuzetno malobrojna, a o bilo kojem načinu pjevanja koje je dio hrvatskog folkloru ne postoje nikakvi podaci utemeljeni na takvoj znanstvenoj metodologiji, ovo je istraživanje eksplorativno. Ciljevi su (1) analiza dugotrajnoga prosječnog spektra i utvrđivanje pjevačkog formanta u ojkanju te (2) subjektivna analiza, tj. samopercepcija ojkanja kako bi se razotkrila i neka druga percepcijska obilježja osim izuzetne glasnoće koja se navodi kao glavno (Čaleta, 1999).

METODOLOGIJA

Uzorak ispitanika

Istraživanje je provedeno na uzorku od 12 muškaraca, profesionalnih pjevača plesača, od kojih nijedan nema formalnu pjevačku izobrazbu. Za posao kojim se bave, a to je izvođenje hrvatskih folklornih pjesama i plesova, i ne postoji ustanova u kojoj bi se moglo pripremati za ovu zahtjevnju profesiju (uz iznimku plesa koji je moguće učiti u *Školi za klasični balet na Odjelu za narodne plesove* u Zagrebu).

Prosječna dob pjevača bila je 33 godine, a prosječno radno iskustvo u ansamblu 10 godina (tablica 1). Sudjelovanje u istraživanju bilo je dobrovoljno. U vrijeme ispitivanja, svi su ispitanici bili dobrog zdravlja. Petoro ispitanika su pušači.

Tablica 1. Kronološka dob i duljina radnog iskustva ispitanika profesionalnih izvođača hrvatskih narodnih pjesama i plesova (N=12)

Table 1. Chronological age and years of service of subjects, professional performers of Croatian folk songs and dances (N=12)

Varijabla/Variable	\bar{x}	sd	min	maks
Dob/Godina Age/Years	32,66	6,12	24,00	45,00
Godine radnog iskustva Years of service	10,08	4,99	4,00	20,00

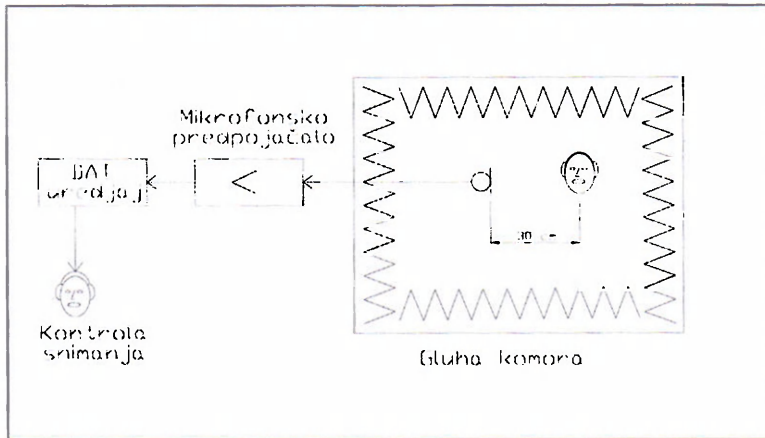
Legenda: \bar{x} -aritmetička sredina, sd-standardna devijacija, min-minimalna vrijednost, max-maksimalna vrijednost.

Legend: \bar{x} - mean, sd - standard deviation, min - minimum value, maks - maximum value.

Opis ispitivanja

Prikupljanje podataka potrebnih za istraživanje temeljilo se na pojedinačnom snimanju glasova ispitanika, čiji je zadatak bio otpjevati narodnu pjesmu *Mi smo rekli zapivati ode* (Vrlika, Dalmatinska zagora) (prilog 1) pri čemu je prvi ton bio C4 (262 Hz). To je odredio umjetnički voditelj ansambla. Snimanje je organizirano poslijepodne u gluhoj komori Zavoda za elektroakustiku pri Fakultetu elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu. Razina buke u komori bila je 19 dB(A). Da bi se minimalizirao utjecaj korištene opreme, primjerice usmjerenog mikrofona koji može dovesti do koloracije u glasu ispitanika, a zbog odmicanja ispitanika od akustičke osi mikrofona (što je moguće pri interpretaciji pjesme), za potrebe snimanja odabran je neusmjeren mikrofon *Behringer ECM 8000*. Ispitanici su pjevali u stojećem položaju. Udaljenost usana od mikrofona bila je 30 cm. Signal iz mikrofona vođen je na mikrofonsko pretpojačalo *TOA D-4* gdje je pojačan, a pri snimanju nije korištena nikakva korekcija signala iz mikrofona, tj. u pretpojačalu su bili isključeni filtri za boju tona. Za svakog je ispitanika najprije učinjeno probno snimanje kako bi se ugodila optimalna razina signala na DAT-uređaju *AIWA HD-S200*, koji se koristio u snimanju glasova (slika 2). Ispitanici su pjesmu otpjevali tri puta. Neki su pjevali i više puta ako nisu bili zadovoljni nijednom izvedbom. Za akustičku analizu odabran je samo jedan, najuspješniji uzorak. Kriterij odabira bilo je zadovoljstvo samog pjevača izvedbom te stabilna kvaliteta glasa, o čemu su

zajednički prosuđivali pjevač i prvi autor rada. Nakon snimanja glasa, pjevači su popunili upitnik (prilog 2) čija je namjena samopercepcijska procjena ožkanja.



Slika 2. Shematski prikaz snimanja glasova pjevača
Figure 2. A diagram showing the recording procedure

Akustička analiza

Analiza dugotrajnoga prosječnog spektra glasa (LTAS) obavljena je računalnim programom *PRAAT*, v. 4.1.2. Analizirale su se frekvencije u rasponu od 0 - 5 kHz. Širina filtera bila je 125 Hz, a frekvencija uzorkovanja 44,1 kHz. Računanje LTAS-a obavljeno je za uzorak čitave pjesme koja je trajala prosječno 50,75 sekundi, što je dovoljno reprezentativan uzorak signala za ovu vrstu analize. Naime, nakon 30 - 40 sekundi kontinuiranoga govora ili pjevanja, signal postaje stabilan i reprezentativan u pogledu spektralnih karakteristika (Cleveland i sur., 2001). Za svaki pojedinačni LTAS izračunat je pravac najmanjih kvadrata za područje spektra od 0,6 - 4 kHz. Taj matematički postupak temelji se na regresijskoj analizi, odnosno na metodi najmanjih kvadrata. Nagib pravca najmanjih kvadrata uputit će na pad spektralne krivulje, a udaljenost amplituda spektralnih vrhova od pravca najmanjih kvadrata zorno će pokazati koliko je pojačana energija u pojedinim frekvencijskim područjima, odnosno u području pjevačkoga formanta ako takvo pojačanje u ožkanju postoji.

Samopercepcijska procjena

Samopercepcijska procjena sastojala se od procjene deset atributa ponuđenih u upitniku sastavljenom za istraživanje (prilog 2). Željelo se utvrditi glavna percepcijska obilježja ožkanja koja služe i kao model kojemu se pjevači nastoje približiti pri vlastitoj vokalnoj izvedbi. Neki atributi odnosili su se na dojam što ga pjevači o tom načinu pjevanja imaju, primjerice sveukupna težina vokalne izvedbe, ljepota i ugodna glasa, spolnost. Atribute se ocjenjivalo na skali

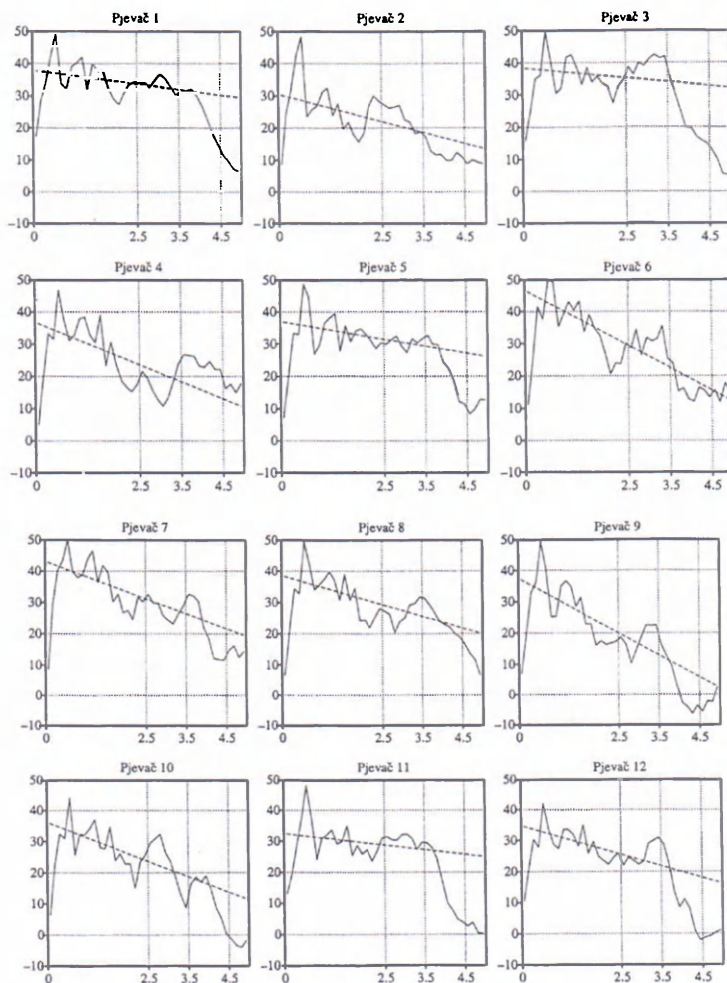
od 1 do 5, pri čemu odabir više vrijednosti znači i viši stupanj atributa koji se ocjenjuje. Npr. ocjenjuje li se glasnoća, 1 se odnosi na vrlo tih glas, 2 na tih glas, 3 na srednje glasan glas, 4 na glasan glas i 5 na vrlo glasan glas.

REZULTATI I RASPRAVA

Akustička analiza

Na slici 3 su prikazani dugotrajni prosječni spektri ojkjanja dvanaestorice pjevača. Oni prikazuju različit pad spektralnih krivulja, što jasno pokazuju nagibi pravaca najmanjih kvadrata izračunati za pojedinačne LTAS-e. Određivanjem pravaca najmanjih kvadrata željelo se najprije vizualno utvrditi jakost formanta koji bi svojim položajem u spektru odgovarao pjevačkom. Osim male razlike u amplitudama najvišeg vrha u spektru i ovog formanta, njegova veća udaljenost od pravca najmanjih kvadrata upućivala bi na prisustvo pjevačkoga formanta.

Ono što je dojmljivo u spektrima svih pjevača jest vrlo naglašen i strm prvi vrh što je rezultat vrlo glasne vokalne produkcije. Nadalje, u spektrima pjevača frekvencijske su sastavnice na oko 3,0 kHz pojačane. Ovo pojačanje odnosi se zapravo na širi raspon frekvencija unutar kojih su grupirani treći i četvrti formant (F3 i F4). U nekim spektrima ih je lakše, a u nekima teže razaznati. To je stoga što se pri pjevanju ti formanti, zajedno s petim, približavaju ili čak stapaju, što u klasičnom pjevanju rezultira jedinstvenim formantom – pjevačkim (Sundberg, 1974). U dijelu spektra u kojem se ispitivalo postoji li pjevački formant, kod nekih je ispitanika više naglašen F3, kod nekih F4, a u nekim je slučajevima čak teško razlučiti koji vrh predstavlja koji formant. Naime, istaknuti treba, pri pjevanju ih katkada nije moguće razlikovati zbog njihova približavanja i stapanja u jedan širi formant. U tom smislu, u svakom se spektru mjerio onaj vrh čija je amplituda najnaglašenija, dakle, vrh koji je najudaljeniji od pravca najmanjih kvadrata. Taj vrh označen je nazivom visoki formant jer se iz spektara može vidjeti da nema karakteristika zbog kojih bi se klasificirao kao *pjevački* (ponovno vidjeti sliku 1). Širina visokog formanta izmjerena je tako da su kao granične frekvencije uzete u obzir one čija je amplituda u odnosu na amplitudu vrha 3 dB niža (Kent i Read 2002, Fant 1960). Tako izračunate vrijednosti prikazane su u tablici 2.



Napomena: Horizontalna os predstavlja frekvenciju u kHz, a vertikalna jakost u dB. Pravac najmanjih kvadrata je iscrtkan.

Note: Horizontal axis represents frequency in kHz, while vertical axis represents intensity in dB. Least-distance-squares straight-line is dashed.

Slika 3. Dugotrajni prosječni spektar (LTAS) ojkjanja i pravac najmanjih kvadrata za svakog pjevača (N=12)

Figure 3. Long-term average spectrum (LTAS) of *ojkanje* singing and least-distance-squares straight-line for each singer (N=12)

Tablica 2. Središnja frekvencija (f_c), jakost (A), raspon širine i širina visokog formanta iz spektra (LTAS-a) ožjkanja svakog pjevača (N=12)

Table 2. Mid-frequency (f_c), intensity (A), range and width of a high formant in the spectrum (LTAS) of *ožkanje* singing for each singer (N=12)

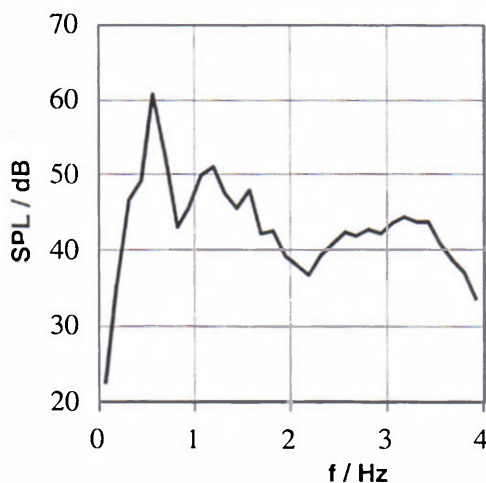
ISPITANIK SUBJECT	VISOKI FORMANT/HIGH FORMANT			
	f_c (kHz)	A (dB)	raspon širine (od-do, kHz) range (from-to, kHz)	širina (Hz) width (Hz)
1	3,0	4,0	2,9 – 3,3	400
2	2,9	6,5	2,7 – 3,0	300
3	3,2	8,0	3,0 – 3,5	500
4	3,8	9,5	3,5 – 4,0	500
5	3,5	3,5	3,4 – 3,6	200
6	3,3	11,7	3,2 – 3,3	100
7	3,6	6,7	3,5 – 3,8	300
8	3,5	6,4	3,2 – 3,8	600
9	3,4	9,1	3,1 – 3,5	400
10	2,8	10,2	2,6 – 2,9	300
11	3,0	4,3	2,7 – 3,2	500
12	3,4	8,9	3,2 – 3,6	400

Napomena: Jakost (A) visokog formanta izračunata je na temelju udaljenosti njegova vrha od pravca najmanjih kvadrata.

Note: Intensity (A) of the high formant is calculated on the basis of least-distance-squares straight-line fitting procedure.

U spektrima većine pjevača središnja je frekvencija visokog formanta iznad 3,0 kHz, tj. u rasponu od oko 3,2 – 3,5 kHz, dok njegova jakost (definirana kao udaljenost od pravca najmanjih kvadrata) uglavnom varira unutar 6,0 – 11 dB. Širina visokog formanta proteže se na oko 400 – 500 Hz. Njegov smještaj u spektru nešto je viši od uobičajenog smještaja pjevačkog formanta, a visina (amplituda) mu je bitno niža od one tipične za pjevački formant. Iako nije riječ o pjevačkom formantu, ovaj formant ne bi trebalo zanemariti. On ima osobine tzv. *govorničkog* ili *glumačkog formanta*, koji je opisan kao rezonancijska pojava karakteristična za govorničke glasove dobre kvalitete, u prvom redu glumačke odakle i dolazi naziv *glumački formant* (Leino, 1994). Budući da je ista pojava uočena u spektru govora i kod drugih izvježbanih govornika, primjerice spikera (Kuwabara i Ohgushi, 1984) te kod pjevača za koje se pretpostavlja da usvojenu pjevačku tehniku dijelom prenose i u govor ili da se ona jednostavno odražava u govornom glasu pjevača, taj se formant češće naziva *govornički* (Barrichelo i

sur., 2001). To je primjerenije jer podrazumijeva sve govorne glasove dobre kvalitete, a ne samo glumačke. Za razliku od pjevačkog, amplituda glumačkog formanta je niža, dok je njegov frekvencijski položaj u spektru nešto viši. Upravo je to pronađeno u spektrima glasova pjevača ovog istraživanja (slika 3). To možda još bolje prikazuje slika 4, na kojoj je spektar izračunat za svih dvanaestero pjevača. Slične su rezultate, dakle pojavu koja nalikuje govorničkom formantu, utvrdili Cleveland i sur. (2001) analizirajući američko country (folk) pjevanje na uzorku petorice pjevača.



- Napomena: Glasovi pjevača ovdje su pridodani jedan drugome, kao u zboru pa je SPL viši u odnosu na bilo koji pojedinačni LTAS.
- Note: Voices of all singers are added to each other, as in a choir resulting with a higher SPL when compared to each individual LTAS

Slika 4. LTAS otkanja svih pjevača (N=12)
Figure 4. LTAS of *otkanje* of all singers (N=12)

Na slici 4 jasno se uočava pojačanje spektra s vrhom unutar 3,2 – 3,5 kHz, čija je amplituda u odnosu na amplitudu najvišeg vrha u spektru otprilike 15 dB niža, a to odgovara glasovima dobre kvalitete te postojanju govorničkog formanta (Leino, 1994). S druge strane, ista se pojava može promatrati i kao karakteristika vrlo glasnoga govora i vikanja (Nawka i sur. 1997, Nordenberg i Sundberg 2003) i takva je usporedba ovdje primjerenija jer temeljna je karakteristika otkanja vrlo snažan i glasan glas koji slušatelje nenavikle na slušanje takva pjevanja podsjeća na vikanje (Čalet, 2001). Stoga se za utvrđenu rezonancijsku pojavu predlaže naziv *vikački formant*.

Nije na odmet spomenuti rezultate istraživanja Bloothoofa i Plompa (1986) te Sundberga (2001) koji su pokazali da povišenje ukupne jakosti pjevanoga glasa za 10 dB istodobno rezultira i povišenjem amplitude pjevačkog formanta, i to za 16 – 19 dB, dakle manjom strminom pada spektra. Analogno tome, može se očekivati da odnos ukupne jakosti govornoga glasa i govorničkog formanta slijedi sličan trend. Otuda pojava vikačkog formanta u otkanju pjevača. Pritom on ne predstavlja neki novi formant uz već postojeći pjevački i govornički. Naprotiv, u ovom istraživanju on predstavlja modifikaciju govorničkog formanta jer se otkanje oslanja na izrazito glasnu vokalnu produkciju koja nalikuje na vrlo glasan govor, vikanje. Jedan je od razloga taj što se otkanje kao način pjevanja prakticira na otvorenom prostoru što ne isključuje i veće prostorne udaljenosti (Marošević, 2004) pa postoji potreba za povišenom glasnoćom. Budući da je u otkanju vrlo važna (tekstovna) poruka, a manje melodija koja se pjeva, oslanjanje na *vikački formant* čini se bitnim, baš kao što je oslanjanje javnih govornika na govornički formant važno jer slušateljima omogućuje razumljivost govorne poruke. Međutim, bilo bi zanimljivo ispitati dokle seže ta granica jer kod izrazito glasnog otkanja lokalnih pjevača tekstovna je poruka katkada nerazumljiva (Čaleta, 2001) pa se može pretpostaviti da prenaplašen vikački formant može imati i suprotan učinak. Tu svakako treba istaknuti važnost prvog formanta čije prenaplašavanje, bilo da je riječ o govoru ili pjevanju, umanjuje razgovijetnost (Skarić, 1991).

Samopercepcijska procjena

Rezultati samopercepcijske procjene prikazani su u tablici 3. Većinu ponuđenih atributa ispitanici su procijenili visokim vrijednostima. Točnije, glas u otkanju percepcijski je opisan kao izrazito muževan, otvoren, glasan i nešto tamniji. Posljednja dva atributa mogla bi se povezati s rezultatima analize LTAS-a, tj. s pojačanjem područja spektra na niskim frekvencijama u okolini prvoga formanta (na slici 3 i 4 visok prvi spektralni vrh) što se postiže povećanim otvaranjem usta (Skarić, 1991). Otuda i otvorenost glasa pa i dojam muževnosti što je poželjno zna li se da je izrazita dominacija muškarca nad ženom jedna od glavnih karakteristika gorske Hrvatske (Vitez, 2004). Ujedno je to pjevanje koje su ispitanici procijenili zahtjevnijim po vokalnom izvođenju naglašavajući pritom izrazitu napetost grla. Ljepota i visina glasa procijenjene su srednjom vrijednošću s težnjom prema višoj, uгода je procijenjena srednjom vrijednošću, a melodičnost vrijednošću nešto nižom od srednje. Atributi na kojima su ispitanici pokazali najveće slaganje bili su glasnoća, napetost grla i spolnost. Nasuprot tome, procjene težine vokalne izvedbe, otvorenosti glasa, visine i ugodnosti glasa bile su raspršenije.

Tablica 3. Rezultati samopercepcijske procjene pjevača (N=12) za ojkanje
Table 3. Self-evaluation results of all singers (N=12) for ojkanje singing

Varijabla Variable	min	maks	\bar{x}	sd	Opis atributa ocjenjivanih u rasponu od 1 – 5 Description of evaluated qualities ranging from 1 to 5
Težina vokalne izvedbe Vocal performance difficulty level	2,00	5,00	3,91	1,31	vrlo lagano → vrlo teško very easy – very hard
Ljepota glasa Vocal beauty	3,00	5,00	3,66	0,77	vrlo nelijep → vrlo lijep very ugly – extremely beautiful
Glasnoća Loudness	4,00	5,00	4,75	0,45	vrlo tiho → vrlo glasno very soft – very loud
Napetost grla Throat strain	4,00	5,00	4,66	0,49	vrlo opušteno → vrlo napeto very lax – very strained
Tamnoća glasa Vocal darkness	2,00	5,00	4,00	0,85	vrlo svijetao → vrlo taman very bright – very dark
Visina glasa Pitch	2,00	5,00	3,66	0,98	vrlo dubok → vrlo visok very deep – very high
Melodičnost Melodiousness	2,00	4,00	2,83	0,71	vrlo monoton → vrlo melodičan very monotonous – very melodious
Ugodnost glasa Pleasantness	1,00	5,00	3,08	0,99	vrlo neugodan → vrlo ugodan very unpleasant – very pleasant
Spolnost Sexuality	4,00	5,00	4,83	0,38	vrlo ženstven → vrlo muževan very feminine – very masculine
Otvorenost glasa Openness	2,00	5,00	4,25	1,13	vrlo zatvoren → vrlo otvoren extremely closed – extremely open

Legenda: \bar{x} -aritmetička sredina, sd-standardna devijacija, min-minimalna vrijednost, maks-maksimalna vrijednost.

Legend: \bar{x} - mean, sd - standard deviation, min - minimum value, maks - maximum value

ZAKLJUČAK

Cilj istraživanja bio je analizirati dugotrajni prosječni spektar ojkanja te ispitati oslanja li se ovaj osebujan način pjevanja na pjevački formant. Dodatno su ispitane i percepcijske karakteristike, pri čemu su procjenjivači bili dvanaestorica ispitanika, profesionalnih izvođača hrvatskih narodnih pjesama i plesova. Rezultati istraživanja pokazali su da u spektrima ojkanja postoji stanovito pojačanje na području 3,2 – 3,5 kHz koje ne odgovara pjevačkom formantu. Smještajem na nešto višim frekvencijama u odnosu na pjevački formant te nešto nižom amplitudom, ono nalikuje na govornički. Taj formant u spektru pjevanoga glasa američkih country pjevača također su ustanovili Cleveland i sur. (2001), koji su dodali da je možda primjerenije govoriti o pojačanom četvrtom formantu (F4). Prema dosadašnjim spoznajama (Leino 1994, Nawka i sur. 1997) govornički formant je smješten na 3,2 – 3,7 kHz, što otprilike odgovara položaju četvrtog formanta (F4), ali također može biti kombinacija četvrtog i petog (F4 i F5), dok je položaj pjevačkog nešto niži pa osim četvrtog i petog formanta može uključivati i treći formant (F3) (Sundberg, 2001). Budući da se u istraživanju analizirao izrazito glasan pjevani glas koji nalikuje na vikanje, rezonancijsku pojavu u području govorničkog formanta nazvalo se *vikačkim formantom*. Općenito se može reći da je raspored spektralnih vrhova ojkanja sličan govoru, dok visoke amplitude vrhova nalikuju vrlo glasnom govoru (vikanju).

Odsustvo pjevačkog formanta u folklornom, dakle *neklasičnom* pjevanju, utvrdio je Ross (1992) analizirajući glas dviju estonijskih folklornih pjevačica, zatim Cleveland i sur. (2001) analizirajući dugotrajne prosječne spektre petorice američkih *country* pjevača te Burns (1996) također na uzorku američkih *country and western* pjevača na temelju čega je zaključio da ti pjevači pjevaju pogrešnom tehnikom. Zaključak posljednjeg autora danas nije prihvatljiv jer se klasično pjevanje više ne promatra kao *referentna vrijednost* pri (pr)ocjenjivanju drugih načina pjevanja kao što su jazz, broadway, folk, blues, (hard) rock i dr. Jasno je da su ti stilovi drugačiji i da su akustička istraživanja i ovdje potrebna ne samo zbog stjecanja fundamentalnih spoznaja, nego i zbog njihove primjene u svakodnevnom pedagoškom radu s pjevačima zainteresiranima za spomenute stilove pjevanja. U tom smislu, nepostojanje ili pak jedva primjetno pojačanje u području pjevačkog formanta ne treba promatrati kao nedostatak jer ovaj formant ne jamči dobru kvalitetu glasa, što je istaknuo još Bartholomew (1934). Bitniji je međuodnos amplituda vrhova na 1,5, 2,5 i 3,5 kHz te njihov odnos prema cijelom spektru (Leino, 1994). Nadalje, treba imati na umu ciljeve (percepcija!) i svrhu koji se pojedinim načinom pjevanja žele postići. Dapače, treba uzeti u obzir društveno-kulturni kontekst što je u domeni etnomuzikologa, no govoreći o ciljevima percepcije, moglo bi se reći da su akustičke karakteristike ojkanja djelomice uvjetovane faktorima kao što su izvođenje na otvorenom i/ili veća prostorna udaljenost između ljudi.

Kao najvažnija percepcijska obilježja otkanjanja ispitanici pjevači istaknuli su izrazitu glasnoću, napetost grla i otvorenost glasa te muževnost, pri čemu se atributi vezani za produkciju glasa mogu povezati s rezultatima analize LTAS-a, tj. izrazita glasnoća, napetost grla i otvorenost glasa mogu se povezati s manje strmim padom spektralne krivulje u odnosu na primjerice govor ugodnom glasnoćom ili pak pjevušenje. U tom svijetlu, i dojam muževnosti vjerojatno proizlazi iz izrazite snage glasa (glasnoće), koja je u otkanjanju muškaraca poželjna kvaliteta jer simbolizira sveukupnu fizičku snagu i junaštvo.

Rezultati ovog i sličnih istraživanja na problemskom području akustike folklornog pjevanja doprinose su znanosti o glasu te etnomuzikologiji, a mogu imati i praktičnu vrijednost unutar pjevačke pedagogije koja više nije ograničena samo na operno pjevanje.

NAPOMENA:

Autori zahvaljuju *Ansamblu narodnih plesova i pjesama Hrvatske LADO* na dobrovoljnom sudjelovanju u istraživanju te prof. Johanu Sundbergu na vrijednim savjetima vezano za akustičku analizu te za «posudbu» LTAS-a pjevanoga glasa opernog pjevača (baritona) uvrštenog u članak.

REFERENCIJE

- Barrichelo, V. M. O., Heuer, R. J., Dean, C. M., Sataloff, R. T.** (2001). Comparison of singer's formant, speaker's ring, and LTA spectrum among classical singers and untrained normal speakers. *Journal of Voice* 15, 3, 344-350.
- 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.
- Bloothoof, G., Plomp, R.** (1986). The sound level of the singer's formant in professional singing. *Journal of the Acoustical Society of America* 79, 6, 2028-2033.
- 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* Oct, 92, 1827-1836.
- Borch, D. Z., Sundberg, J.** (2002). Spectral distribution of solo voice and accompaniment in pop music. *Logopedics Phoniatrics Vocology* 27, 1, 37-41.
- 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.
- Ceribašić, N., Čaleta, J.** (2000). *Hrvatska tradicijska glazba* (kompaktni disk). Zagreb: Institut za etnologiju i folkloristiku.

- 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.
- Čaleta, J. (1999). The ethnomusicological approach to the concept of the Mediterranean in music of Croatia. *Croatian Journal of Ethnology and Folklore Research* 36, 1, 183-195.
- Čaleta, J. (2001). Trends and processes in the music culture of the Dalmatian hinterland. *Music and Anthropology – Journal of musical anthropology of the Mediterranean* 6. Časopis u elektroničkom obliku, on-line: http://www.muspe.unibo.it/period/ma/index/number6/ma_ind6.htm
- Dmitriev, L., Kiselev, A. (1979). Relationship between the formant structure of different types of singing voices and the dimensions of supraglottic cavities. *Folia Phoniatrica* 31, 238-241.
- Doskov, D., Ivanov, T., Boyanov, B. (1995). Comparative analysis of singer's high formant in different type of singing voices. *Folia Phoniatrica et Logopaedica* 47, 291-295.
- Fant, G. (1960). *Acoustic theory of speech production*. 'S-Gravenhage: Mouton and Co.
- Grawunder, S. (2003). Comparison of voice production types of "western" overtone singing and South Siberian throat singing. *Proceedings of the 15th International Congress of Phonetic Sciences*, Barcelona, Spain, 1699-1702.
- Hollien, H. (1983). The puzzle of the singer's formant. U D.M. Bless i J.H. Abbs (ur.), *Vocal fold physiology: Contemporary research and clinical Issues*, 368-378. San Diego: College-Hill Press.
- Kent, R. D., Read, C. (2002). *Acoustic analysis of speech*. Singular Thompson Learning, Delmar.
- Klingholz, F. (1993). Overtone singing: productive mechanisms and acoustic data. *Journal of Voice* 7, 2, 118-122.
- Kuwabara, H., Ohgushi, K. (1984). Acoustic characteristics of professional male announcers' speech sounds. *Acustica* 55, 233-240.
- Leino, T. (1994). Long-term average spectrum study on speaking voice quality in male actors. *SMAC 93, Proceedings of the Stockholm Music Acoustics Conference* (ur. A. Friberg, J. Iwarsson, E. Jansson, J. Sundberg), 206-210.
- Lindestad, P.-A., Sodersten, 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). *Folklorna glazba*. CD-ROM Hrvatska tradicijska kultura (ur. Z. Vitez), Institut za etnologiju i folkloristiku, Zagreb, 409-422.
- 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. *Speech, Music and Hearing Q. Prog. Stat. Report* **45**, 93-100.
- Rachele, R. (1996). *Overtone singing study guide*. Cryptic Voices Productions, Amsterdam.
- Ross, J. (1992). Formant frequencies in Estonian folk singing. *Journal of the Acoustical Society of America* **91**,6, 3532-3539.
- Schutte, H. K., Miller, R. (1985). Intraindividual parameters of the singer's formant. *Folia Phoniatica* **37**, 31-35.
- 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.
- Seidner, W., Schutte, H. K., Wendler, J., Rauhut, A. (1983). Dependence of high singing formant on pitch and vowel in different voice types. *SMAC 83, Proceedings of the Stockholm Music Acoustics Conference* (ur. A. Askenfelt, S. Felicetti, E. Jansson i J. Sundberg), Vol. 1, 261-268.
- 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., 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.
- Sundberg, J. (1973). The source spectrum in professional singing. *Folia Phoniatica* **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., Gramming, P., Lovetri, J. (1993). Comparisons of pharynx, source, formant, and pressure characteristics in operatic and musical theatre singing. *Journal of Voice* **7**, 4, 301-310.
- Škarić, I. (1991). Fonetika hrvatskoga književnog jezika. U R. Katičić (ur.), *Povijesni pregled, glasovi i oblici hrvatskoga književnog jezika*, 61-359. Zagreb: Globus/HAZU.
- Thalén, M., Sundberg, J. (2001). Describing different styles of singing: a comparison of a female singer's voice source in "Classical", "Pop", "Jazz" and "Blues". *Logopedics Phoniatics Vocology* **26**, 2, 82-93.
- Van Tongeren, M. C. (2002). *Overtone singing – Physics and metaphysics of harmonics in East and West*. Amsterdam: Fusica.
- Vitez, Z. (2004). O projektu "Hrvatska tradicijska kultura" i o ovoj izložbi. CD-ROM Hrvatska tradicijska kultura (ur. Z. Vitez), Institut za etnologiju i folkloristiku, Zagreb, 9-26.
-

-
- Weiss, R., Brown, W. S., Morris, J. (2001). Singer's formant in sopranos: Fact or fiction? *Journal of Voice* 15, 4, 457-468.
- 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.
- Web-stranica <http://www.fon.hum.uva.nl/paul/CroatianFolkSinging/> - dodatak članku.
-

Gordana Kovačić, Paul Boersma

Institute of Phonetic Sciences University of Amsterdam
Netherlands

Hrvoje Domitrović

Faculty of Electrical Engineering and Computing, Zagreb
Croatia

LONG-TERM AVERAGE SPECTRUM ANALYSIS OF OJKANJE

SUMMARY

Ojkanje is a trademark of the musical folk culture(singing) of Mountainous Croatia, that is, the Dalmatian hinterland and the Dinaric region. It has been described ethnomusicologically, but not acoustically. The aim of the current explorative study was to analyse the long-term average spectrum (LTAS) of the ojkanje voice and to examine if it relies on a singer's formant. Twelve male professional Croatian folk singers and dancers voluntarily took part in the study. The acoustic analysis was performed with the PRAAT computer program. In addition, a self-perceptual evaluation of ojkanje was carried out. The LTAS analysis showed a great intensity (loudness) as the major characteristic, and this finding has been confirmed as a major quality in the self-perceptual evaluation. There was no evidence of a singer's formant. However, the LTAS curves showed a pronounced peak at 3.2-3.5 kHz suggesting a speaker's formant. This feature deserves another label because it was found in a singing voice. For the reason that it is predominantly the result of very loud singing approaching shouting, which is typical for ojkanje-singing, a different and more appropriate label is suggested – shouter's ring. Apart from its great loudness, other perceptual features of ojkanje-singing were established: laryngeal tension, masculinity, and openness of voice. The results of both the current study and other independent studies in the arena of the acoustics of folk singing contribute to voice science and to ethnomusicology. Practical applications can be found within the singing pedagogy curriculum, which in recent times has not been limited to opera singing alone.

Key words: *ojkanje singing, singing formant, ojkanje singing formant, acoustic analysis of speech, LTAS*