

IX.1.1. Dugotrajni prosječni spektar glasa u govoru

Dugotrajni prosječni spektar glasa na temelju govora (DPSG, ili prema engl. LTASS – *long term average spectrum of speech*), obavještava o timbralnim osobinama glasa, uobičajen je postupak pri mjerenju timbra, pa tako i na Odsjeku za fonetiku Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Izvodi se prema programima: AS (*Average Spectrum*, Škarić i Stamenković), te u Praatu (Boersma i Weenink).

Uobičajeno se mjeri na standardiziranim tekstovima, frikativnom ili nefrikativnom u trajanju oko 70 s (Škarić, 1993). Ti tekstovi⁹ prilagođeni su prema esejističkoj prozi tako da oponašaju normalan govor i da se mogu neutralno čitati kao obična proza. Metodički je dobro uspoređivati glasove na temelju istih tekstova jer se tada mogu uspoređivati rezultati različitih fonetskih i drugih akustičkih ispitivanja glasove kvalitete.

IX.2. Akustičke mjere na temelju fonacije

Uobičajeno se u objektivnom opisu zvučnih osobina glasove kvalitete u različitim programima, a u posljednjem desetljeću najviše na temelju programa Praat (Boersma i Weenink, www.fon.hum.uva.nl/praat/), na temelju fonacije samoglasnika mjere:

- $\bar{x}f_0$ (F_0) – prosječna vrijednost osnovnog tona, tj. fundamentalne frekvencije (u Hz),
- s.d. f_0 – standardna devijacija (raspršenje) fundamentalne frekvencije,
- raspon tona (minimalna i maksimalna vrijednost f_0 – u Hz),
- *jitter* (u %) – uobičajeno lokalne vrijednosti,
- *shimmer* (u dB) – uobičajeno lokalne vrijednosti,
- HNR (u dB) – odnos harmoničnoga i šumnog dijela spektra,
- prekidi glasa (*voice breaks*) – zdravi glasovi tijekom fonacije zadržanoga vokala /a/ bez problema zadržavaju zvučnost i tijekom fonacije ne smije biti bezvučnih dijelova (engl. *unvoiced pitch frames*).

Nadalje, moguća je kombinacija neovisnih varijabli percepcijske ljestvice i izabranih akustičkih mjera – indeks težine disfonije: DSI (engl. *The dysphonia severity Index*) (opširnije u poglavlju IX.2.3.).

Tehnički uvjeti snimanja

U metodičkom smislu, pri mjerenju akustičkih mjera, vrlo su važni tehnički uvjeti snimanja glasova radi valjanosti, točnosti – preciznosti, pouzdanosti podataka u donošenju procjene glasove kvalitete, kao i zbog mogućnosti usporedbe rezultata različitih ispitivanja. Trebamo biti svjesni da su akustička

⁹ Uz autorovo dopuštenje koriste se za prigode ortofonskih istraživanja od 1993. god.

mjerenja akustike glasa, u svrhu procjene estetskih i patoloških varijabli, vrlo vulnerabilna i da traže vrhunski stručni pristup, tj. visoku kvalitetu snimanja. Stoga iznimno treba paziti na vrstu prostorije u kojoj se snima, tj. na njezine akustičke osobine, moguće učinke okolnoga šuma, vrstu šuma, vrstu mikrofona te udaljenost ispitanika od mikrofona. Pri interpretaciji rezultata moraju se uzeti u obzir i drugi faktori, kao što su individualni faktori spol, dob, količina uzoraka jednoga govornika, usporedba između više govornika. Recentna istraživanja donose standard primjerenoga snimanja zvuka, pogotovo za kliničku uporabu. Deliyski i sur. (2005a, b) obavještavaju o kritičnoj razini šuma koji djeluje na nevalidnost mjerenja glasove kvalitete (VQ: engl. *voice quality*). Pri mjerenju vokalne patologije, moguća preporučena razina je iznad 42 dB SNR za mjerenje glasa sa sigurnošću od 99%, prihvatljiva, iznad 30 dB SNR, a neprihvatljiva razina je ispod 30 dB SNR (odnos signala i šuma). Uzorkovanje (engl. *sampling rate*) treba biti od 44,1 Hz.

Nadalje, treba rezultate muških i ženskih glasova izdvojiti, jer se razlikuju u fiziološkim osobinama (Kent i Ball, ur. 2000; Baken i Orlikoff 2000). Postoji i razlika s obzirom na utjecaj buke, jer, u odnosu na spol, na F_0 ženskih glasova najviše utječe nestacionarna buka – buka govora i grada (Deliyski i sur., 2005a).

Starački glasovi neće se uprosječivati s mladima zbog promjena mišićnih laringalnih funkcija. Zatim, i intrasubjektivna varijabilnost može biti velika, pa moramo uzeti više uzoraka glasa iste osobe, a za usporedbe bolje je uzeti u uprosječivanju veći broj ispitanika.

Što se tiče mikrofona, normative vrijednosti pri usporedbama naveli su već Titze i Winholtz (1993). Preporučuju da je najbolje snimati s kondenzacijskim mikrofonom, jer on daje bolje rezultate od dinamičkih, koji nemaju uravnoteženu vanjsku izvedbu. Takav mali kondenzacijski balansiran mikrofoni (s balansiranim *outputom*) treba biti postavljen na glavu na udaljenosti od ustiju manjoj od 10 cm, postavlja se na glavu pod kutem od 45^0 od ustiju, a mjeri se na lagodnom tonu zadržane fonacije vokala /a/ najmanje 10 s na intenzitetu od 88 dB (jer je tipična SPL za tehničke uvjete snimanja 66 dB SNR). U svakom slučaju treba koristiti kondenzacijski mikrofoni, makar postavljen u šupljini stola (s okolnim praznim prostorom) u studiju da dodir ne bi utjecao na mjerenja. U potonjem slučaju, mikrofoni treba biti oko 30 cm od ustiju, s dopuštanjem ambijentalne buke manje od 50 dB. Što se tiče F_0 , ona je razmjerno otporna na razine šuma, djelovanje buke, ali *jitter* i *shimmer* rastu s rastom razine šuma.

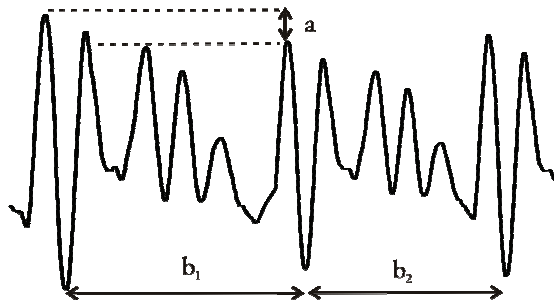
Preporuča se profesionalna oprema za snimanje (*hardware*), a treba uzeti u obzir i razliku među programima analize, tj. *software* sustavima, kvalitetu zvučnih kartica, jer i oni mogu utjecati na različite mjere u istim uzorcima zadržane fonacije. Preporučuju se VQM (*Voice Quality Measurement*), sustavi programa za analizu zvuka MDVP, Praat i TF32 Cspeech (potonji opisuju

Milenković 2001, prema: Deliyski i sur. 2005b). Osjetljivost mikrofona i udaljenost mikrofona od govornika važni su jer utječu na mjere perturbacije. Standarde primjerenog snimanja zvuka za kliničku uporabu, potvrđuje i Američki nacionalni centar za glas i govor (Titze 1995, i prema: Deliyski i sur. 2005b):

- kondenzacijski mikrofon s minimalnom osjetljivošću od 60 dB,
- mali mikrofon postavljen na glavu s balansiranim izlazom,
- udaljenost od ustiju treba biti manja od 10 cm,
- tiha prostorija – ambijentalna buka treba biti manja od 50 dB,
- uzorci glasa, SNR (odnos signala i šuma) treba biti najmanje 30 dB (manji od 15 dB uopće nije pogodan).

IX.2.1. Jitter

Mjera aperiodiciteta tona, koja se rabi u fonetskim zvučnim mjerenjima, ili *jitter*, mjera je načina variranja vibracije glasiljki od jednog do drugog ciklusa, što znači da je vremenska mjera.



Slika 42. Oscilogram s obilježenim shimmerom (a) i jitterom (b) na temelju realnoga glasa u lagodnoj fonaciji /a/

Uobičajeno se najčešće navodi vrijednost *lokalnoga jittersa* (u %), što znači, prosječna apsolutna vrijednost između konsektivnih perioda podijeljena s prosječnim periodom.

MDVP: *Jitt* – patološki prag je 1,040%

lokalni apsolutni *jitter* (u ms)

MDVP: *Jita* – patološki prag je 83,200 ms

Jitter (rap) = relativna prosječna perturbacija (*Relative Average Perturbation*) je prosječna apsolutna razlika između perioda i prosjeka između njega i dva susjedna, podijeljeno s prosječnim periodom.

MDVP: patološki prag je 0,680%

Jitter (ppq5) = kvocijent perturbacije pet točaka perioda

MDVP: *PPQ* – patološki prag je 0,840%

U ciljanom uzorku studenata fonetike ($N = 144$) snimljenih u istim tehničkim uvjetima u razdoblju od 2003. do 2009. god. u studiju Odsjeka za fonetiku u Zagrebu, prosječna vrijednost lokalnog *jittera* na temelju fonacije /a/ iznosi 0,370% što je u granicama normalne glasove kvalitete. Bez obzira na to što ekspertna slušna prosudba u tom uzorku izdvaja desetak promuklih, hrapavih glasova blažeg stupnja, samo su tri označena poremećajem srednjega stupnja pokazala patološku vrijednost iznad 1%, što je 2% glasova u odnosu na cijeli uzorak. Usporedno, u uzorku od 82 studenta glume snimljenih u razdoblju od 2003. do 2008. god. prosječna je vrijednost lokalnog *jittera* 0,304%, a patološki je *jitter* iznad 1% izmjeren samo kod jedne osobe što je 1,2% u odnosu na uzorak.

IX.2.2. Shimmer

Shimmer je mjera aperiodiciteta amplitude fundamentalne frekvencije, tj. mjera načina variranja amplitude od jednog perioda f_0 do drugog: mjeri se promjena jačine amplitude. Naziva se i kolebanje intenziteta svakog ciklusa titraja glasnica ili perturbacija amplitude. Vrijednost obiju vrijednosti f_0 , tj. *jittera* i *shimmera* bila bi hipotetski 0 (nula) kad ne bi bilo nikakvih vremenskih razlika između valova (*jitter* = 0) i kad bi svaka amplituda bila potpuno jednakoga intenziteta (*shimmer* = 0). Od tih idealiziranih vrijednosti određuju se vrijednosti za normalan glas ili pak patološki glas (v. Varošanec-Škarić, 2005: 54-55). Patološke vrijednosti u većini načina mjerenja za *jitter* se određuju od 1%, a za *shimmer* gledamo referentne vrijednosti za patološki prag u dB, u odnosu na način mjerenja u određenom programu. To znači da ne trebamo izravno uspoređivati parametre u različitim programima, iako su međusobno usporedivi. Metodološki je uputno da se u istom radu, odnosno istraživanju, uspoređuju parametri uzoraka glasova dobiveni mjerenjem u istom programu, dakle, ili u Praatu ili u MDVP-u (od engl. *Multi-Dimensional Voice Program of the Computerized Speech Lab*, Kay Elemetrics Corp.) ili pak nekom drugom. Svaki program ima svoja specifična odstupanja u mjerenju određenih parametara. O tome se više može doznati u bibliografskim jedinicama: <http://www.fon.hum.uva.nl/pratt/manual: Voice 5. Comparison with other programs> te u Boersma 1993 (Praat), Deliyski 1993 (MDVP), Deliyski i sur. 2005: 23, prema Praat, January 11, 2006; Algoritmi različitih parametara mogu se usporediti u Kent i Ball (ur., 1999).

Sljedno različitim navedenim parametrima *jittera*, nazivaju se i parametri *shimmera*:

lokalni *shimmer* (u %)

MDVP: *Shim* – patološki prag je 3,810%

lokalni *shimmer* (u dB)

MDVP: *ShdB* – patološki prag je 0,350 dB

shimmer (*apq11*)

MDVP: *APQ* – patološki prag je 3,070%

Što se tiče mjere perturbacije amplitude fundamentalne frekvencije, zamijećeno je da je u odnosu na spomenuta dva uzorka glasova, *shimmer* (lokalni u dB) razlikovnija mjera. Naime, u cjelokupnom uzorku studenata fonetike, 27 glasova imalo je prosječne vrijednosti za lokalni *shimmer* iznad patološkoga praga od 0,35 dB, što iznosi 18,7%, a u skupini studenata glume, 13 osoba, što je 15,8% u odnosu na uzorak glumaca. Prosječne pak vrijednosti za lokalni *shimmer* iznosile su u skupini studenata 0,272 dB i u skupini glumaca 0,229 dB. Zanimljivo je da su patološke vrijednosti za *jitter* i *shimmer* nešto učestalije u uzorku studenata fonetike nego glume, iako glumci znatno više troše glas, tijekom školovanja i profesionalno. Ta se opažanja mogu usporediti s obzirom na fonetsku njegu glasa.

Prosječne vrijednosti lokalnog *shimmera* za studente opernog pjevanja iznose 0,261 dB: za muškarce 0,291 dB, a za studentice pjevanja 0,232 dB, što je u granicama normalnoga *shimmera*, s logično većim vrijednostima za niže muške glasove (tablica 9).

IX.2.2.1. Odnos harmonične i šumne sastavnice u spektru (HNR)

U programu Praat (Boersma i Weenink, ožujak 2003) mjera harmoničnosti (*object*) pokazuje stupanj zvučne periodičnosti koji se naziva odnos harmoničnosti (harmonika) prema šumnoj sastavnici, skraćeno se označuje HNR (*Harmonics-to-Noise Ratio*), a harmonicitet se mjeri u dB.

Kad HNR iznosi 20 dB? Ako je 99% energije signala periodički dio, a 1% šumni, HNR je $10 \cdot \log_{10}(99/1) = 20$ dB.

Što bi značilo da HNR iznosi 0 dB? Iznosio bi 0 dB kad bi bilo potpuno jednako harmoničke i šumne energije.

Harmonicitet je u fonetici, u dijelu koji se bavi glasom, mjera za glasovu kvalitetu. Uobičajeno se, za potrebe ortofonije i njege glasa, mjeri na temelju zadržane fonacije vokala. Najčešće se mjeri na temelju zadržane fonacije /a/. To je važno napomenuti, jer se vrijednosti objašnjavaju s obzirom na to na kojem je samoglasniku fonirano. Autori navode da je za zdrav glas koji fonira

/a/ ili /i/ HNR oko 20 dB; za /u/ iznosi pak oko 40 dB. Ta razlika proizlazi zbog viših frekvencija u fonaciji /a/ i /i/ nasuprot niskim frekvencijama pri fonaciji /u/, zbog čega je znatno veća osjetljivost HNR-a prema *jitteru* u fonaciji /a/ i /i/ nego u /u/.

Znači, ako govornik ima promukao glas, HNR, odnosno mjera harmoniciteta, bit će znatno niža od 20 dB. Lakše promukli glasovi bit će manje ispod 20 dB, a teže promukli znatno ispod 20 dB. Treba znati odčitati i druge neuobičajene vrijednosti HNR. Navodi se primjer patološkoga slučaja, kad je govorniku HNR iznosio 40 dB za fonaciju /i/, zbog toga što mu je glas jak u području iznad 2000 Hz.

U konkretnom primjeru, izmjerena vrijednost HNR od 24,06 dB, u skupini glumaca na temelju fonacije /a/ (muškarci) (Varošaneć-Škarić, 2008), znači raspodjelu harmoničke sastavnice od 99,53% i šumne od 0,47%, a prosječna vrijednost HNR od 20,89 dB u skupini ostalih studenata, znači raspodjelu harmoničke sastavnice od 98,97% te šumne od 1,02%.

Rezultati su usporedivi i s većim uzorkom glumaca (N= 82): HNR je nešto veći nego kod uzoraka ostalih studenata (N= 144, mjereno u više generacija pod istim tehničkim uvjetima): 24,79 dB – glumci: 23,41 dB – studenti), što je u granicama normalnoga glasa. S glumačkim su glasovima usporedive i vrijednosti HNR studenata opernoga pjevanja: 23,48 dB za muške glasove i 25,52 dB za ženske glasove (tablica 9).

Tablica 8. Prosječni podatci za *jitter*, *shimmer* i HNR za skupine studenata i glumaca

	Jitter (%)	Shimmer (dB)	HNR (dB)
studenti	0,370	0,272	23,41
glumci	0,304	0,229	24,79

Tablica 9. Prosječne vrijednosti akustičkih mjera za studente i studentice opernoga pjevanja

	$\bar{x} f_0$ (Hz)	s.d. f_0	Min f_0	Maks f_0	Jitter (%)	Shimmer (dB)	HNR (dB)
m	112,95	1,21	109,74	116,96	0,412	0,291	23,48
ž	214,63	1,95	208,27	219,40	0,307	0,232	25,52

IX.2.3. Indeks težine disfonije – DSI

Indeks težine disfonije (engl. *The dysphonia severity Index*: DSI) primjenjuje se u posljednjem desetljeću za ukupno mjerenje glasove kvalitete (Wuyts i sur., 2000). Pogodan je za usporedbu glasove kvalitete različitih vokalnih i nevokalnih profesionalaca, procjenu glasova budućih elitnih vokalnih izvoditelja kao što su scenski glumci i pjevači glumci (npr. operni, pjevači u mjuziklima), vokalnih profesionalaca kao što su televizijski i radijski novinari, spikeri, urednici, nevokalnih profesionalaca kao što su primjerice, kazališni redatelji (npr. istraživanje Timmermans i sur., 2002), ili općenito za usporedbu bolesnih i zdravih glasova. DSI je vrlo primjenljiv jer pokazuje odnos sveukupnih istraživanja protokola njege glasa, odnosno, upitnika koji se odnose na negu glasa, prethodno opisanu percepcijsku evaluaciju GRBAS (Hirano, 1990), evaluaciju aerodinamičkih rezultata fonacije te navedenih akustičkih mjera u uobičajenim programima kao što je MDVP.

Dakle, DSI predstavlja spoj izdvojenih mjerenja glasa, sljedno najviše postignute fundamentalne frekvencije (F_0H u Hz), najnižega intenziteta (LI u dB), maksimalnog fonacijskog vremena na temelju vokala /a/ (MPT, u uvjetima koji su prethodno opisani), i *jittera* (u %). Pokazao se kao optimalno slaganje neovisnih varijabli koje prikazuju stupanj disfonije izražen kao G (iz GRBAS ljestvice). Wuyts i sur. (2000) složili su DSI kao:

$$DSI = (0,13 \times MPT) + (0,0053 \times F_0H) - (0,26 \times LI) + (1,18 \times Jitter) + 12,4$$

Siromašan glas, loša kvaliteta glasa, teže promuklosti (koja se označava s G3) odgovara rezultatu od -5 (minus 5), a optimalna glasova kvaliteta s oznakom G0, odgovara rezultatu od $+5$.

IX.2.4. Usporedba zvučnih osobina glasa skupina glumaca i ostalih glasova

Mjerenje zvučnih osobina glasa na bazi fonacije vokala /a/, uobičajen je postupak pri mjerenju glumačkih glasova (Timmermans i sur. 2002, Varošaneć-Škarić 2003, 2005a, 2008, Ferrone i sur. 2004). To je dobra metoda, pogotovo za ciljanu usporedbu glasove kvalitete stoga što se zadržana fonacija razlikuje od emocionalnog, ekspresivnog scenskog govora koji odlikuje znatno veći raspon tona i glasnoće (Emerich i sur., 2005). Mogli bismo reći da je zadržana fonacija na lagodnom tonu i glasnoći simptom zvučnih osobina glasa, dok je ekspresivni glumački govor uvijek određena slika (*iklon*) glasa koja odražava scensku osobu koju glumac glumi.

I istraživanje Varošaneć-Škarić (2008) uzima u obzir usporedbu zvučnih osobina glumačkih i neglumačkih glasova dobivenih na temelju fonacije.

Pokazalo se da muškarci studenti glume imaju značajno veći odnos između harmoničkog i šumnog spektralnog sastava glasa na temelju zadržane fonacije na lagodnom tonu i glasnoći vokala /a/ (HNR u dB; $p = 0,001$, tablica 10).

Tablica 10. Prosječne vrijednosti akustičkih varijabli (Praat): razlike između skupina studenata glume i ostalih studenata na temelju t-testa (muškarci)

	glumci		studenti		t-test	
	\bar{x}	s.d.	\bar{x}	s.d.	p	t
$\bar{x} f_0$ (Hz)	116,334	18,913	116,851	19,988	0,931	0,087
s.d. f_0	0,964	0,306	1,531	0,968	0,015	2,523
Min f_0	113,958	18,684	113,305	19,326	0,911	0,113
Maks f_0	118,848	19,213	122,082	21,752	0,608	0,516
Jitter (%)	0,288	0,080	0,577	0,681	0,061	1,914
Shimmer (dB)	0,265	0,190	0,302	0,163	0,497	0,684
HNR (dB)	24,060	2,697	20,891	2,914	0,001	3,649
harm %	99,530	0,300	98,977	0,863		
šum %	0,470	0,300	1,023	0,863		

Nadalje, glumci imaju značajno manje prosječne devijacije f_0 kad se uzmu u obzir cjelokupne fonacije ($p = 0,01$), pa se može zaključiti da im je ton stabilniji nego ostalim muškim glasovima tijekom fonacije. Na temelju sredina fonacije, raspršenje f_0 je neznatno manje. Prosječne vrijednosti f_0 obiju skupina muških glasova podjednake su i iznose oko 116 Hz, a slične su i prosječne minimalne i maksimalne vrijednosti, s tim da je ostalim neglumčkim muškim glasovima prosječno nešto viša maksimalna vrijednost f_0 . U metodičkom smislu važan je podatak da su prosječne vrijednosti f_0 podjednake i da nema statistički značajne razlike između podataka na temelju fonacije i dobivenih posredno iz dugotrajnoga prosječnog spektra govora preko srednjih vrijednosti F0 (nultog formanta). Aperiodicitet tona (lokalni *jitter* u %) prosječno je dvostruko manji u skupini muškaraca glumaca, iako nije statistički značajno (0,288% : 0,577%); $p = 0,006$), a i prosječno raspršenje *jittera* manje je u skupini glumaca.

I glumice imaju pouzdano veći odnos HNR-a od neglumica ($p = 0,01$, tablica 11) što znači da imaju više harmoničkog zvuka.

Zamjetno je da je *jitter* (u %) neznakovito manji u skupini glumica (0,268% : 0,356%; $p = 0,058$), kao i *shimmer* (u dB; mjera aperiodiciteta amplitude) (0,199 dB : 0,257 dB; $p = 0,075$). Prosječna vrijednost fundamentalne frekvencije ($\bar{x}f_0$ u Hz) na temelju fonacije, glumicama je podjednaka kao i neglumicama (207,9 Hz : 210,4 Hz). Manje vrijednosti prosječnih raspršenja f_0

pokazuju da im je ton stabilniji nego neglumicama, iako ne i statistički značajno, kao kod muškaraca glumaca.

Tablica 11. Prosječne vrijednosti akustičkih varijabli (Praat): razlike između skupina studenata glume i ostalih studenata na temelju t-testa (žene)

	glumice		studentice		t-test	
	\bar{x}	s.d.	\bar{x}	s.d.	p	t
$\bar{x} f_0$ (Hz)	207,940	22,162	210,408	26,523	0,739	0,336
s.d. f_0	2,889	7,659	5,315	12,824	0,455	0,754
Min f_0	202,216	30,815	200,550	41,011	0,880	0,152
Maks f_0	212,460	18,994	218,946	22,438	0,305	1,036
Jitter (%)	0,268	0,120	0,356	0,162	0,058	1,944
Shimmer (dB)	0,199	0,114	0,257	0,087	0,075	1,818
HNR (dB)	25,877	3,619	23,179	2,966	0,011	2,639
harm %	99,630	0,400	99,398	0,448		
šum %	0,370	0,400	0,602	0,448		

IX.2.4.1. Pušački i nepušački glasovi

Muškarci pušači imaju znakovito niže prosječne vrijednosti f_0 te minimalne i maksimalne vrijednosti f_0 od nepušača ($p < 0,01$, tablica 12) te neznačajno manji odnos HNR-a i veće prosječne vrijednosti lokalnog *jittera* (0,51% : 0,34%) i *shimmera* (0,29 dB : 0,27 dB) od nepušača. Te su veće prosječne vrijednosti pušačkih glasova ispod patološkog praga prema programu Praat za lokalni *jitter* i lokalni *shimmer*.

Tablica 12. Prosječne vrijednosti akustičkih varijabli (Praat): razlike među skupinama pušača i nepušača (muškarci i žene)

Muškarci	$\bar{x} f_0$ (Hz)	s.d. f_0	Min f_0	Maks f_0	Jitter (%)	Shimmer (dB)	HNR (dB)
Nepušači	126,156	1,264	122,970	130,387	0,342	0,277	23,099
Pušači	109,033	1,247	106,225	112,677	0,510	0,290	21,917
t	3,240	0,070	3,270	3,080	1,200	0,220	1,260
p	0,000	0,940	0,000	0,000	0,240	0,820	0,210

Žene	$\bar{x} f_0$ (Hz)	s.d. f_0	Min f_0	Maks f_0	Jitter (%)	Shimmer (dB)	HNR (dB)
Nepušačice	213,379	4,392	204,959	220,672	0,337	0,248	24,171
Pušačice	202,662	3,465	196,158	207,709	0,271	0,198	25,204
t	1,490	0,310	0,830	2,130	1,670	1,710	1,050
p	0,140	0,760	0,410	0,040	0,100	0,090	0,300

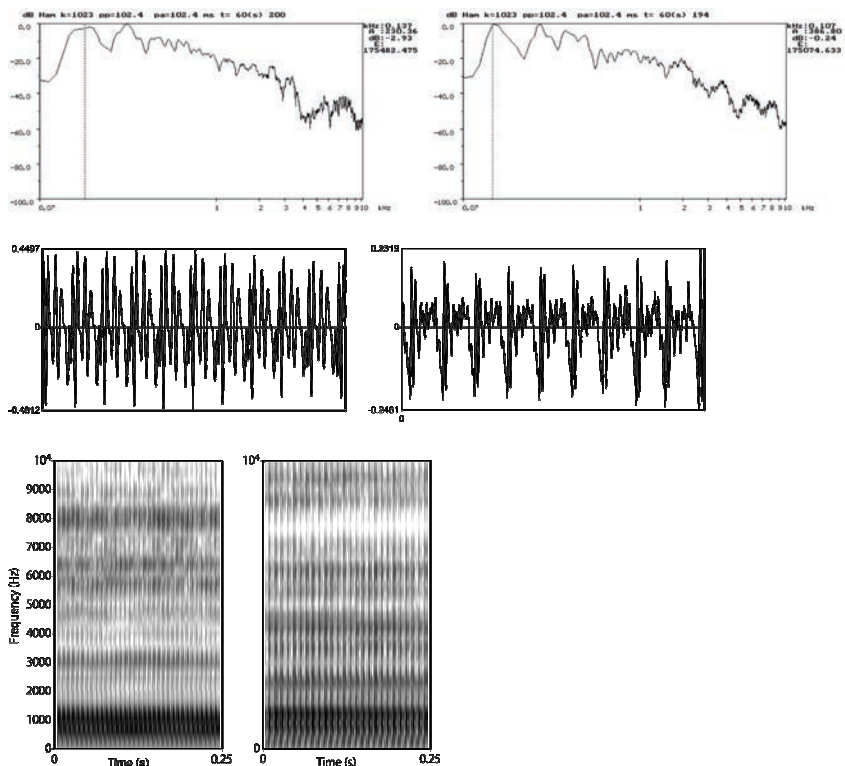
Žene pušači imaju značajno niže prosječne maksimalne vrijednost f_0 od nepušačica ($p = 0,04$, tablica 12), neznačajno niže prosječne vrijednosti f_0 , minimalne vrijednosti f_0 te manje raspone f_0 . Ostale prosječne zvučne vrijednosti, kao što su *jitter*, *shimmer* i HNR, podjednake su vrijednosti kod pušačica i nepušačica. Razvidno je da se rezultati donekle razlikuju za potonje akustičke parametre za pušačice, u odnosu na razlike između muškaraca pušača i nepušača. To se može objasniti na temelju podataka o trajanju i količini pušenja te prema količini alkoholnih pića koje tjedno konzumiraju muškarci i žene pušači. Žene su ipak umjerenije u lošim životnim navikama, što je utjecalo i na manju akustičku razliku između pušačica i nepušačica u usporedbi s muškim glasovima.

S druge strane, žene pušači više pozornosti pridaju njezi glasa od muškaraca pušača.

Naravno da se ne može tvrditi da su svi pušački, odnosno nepušački glasovi podjednake zvučne osobine. Mnogi čimbenici utječu na zvučne osobine pojedinačnih glasova, pa skupni podatci mogu pokazati neke akustičke osobine različitih skupina glasova i mogu biti vrlo korisni u prevenciji oštećenja glasove kvalitete. Razlike između skupina (*inter*) i unutar skupina (*intra*) mogu biti raznolike, tj. tipične i netipične, pa samo ukupni podatci na temelju većih uzoraka, mogu pokazati smjer kretanja akustičkih varijabli u skupinama.

Tipična je razlika koja se očekuje između nepušačkoga i pušačkog glasa da nepušač ima višu f_0 u neutralnom govoru (na temelju F0) i u fonaciji samoglasnika /a/, manje raspršenje (standardnu devijaciju) f_0 , tj. da mu je ton stabilniji tijekom fonacije, dobar HNR (slika 43, tablica 13), a da pušač ima nižu f_0 , veće raspršenje tona, višu vrijednost *jittera* (3,5%) (što prelazi patološki prag i objektivno obavještava o hrapavosti glasa), višu vrijednost *shimmera* (što obavještava o većoj količini laringalnog šuma), te manji HNR. Mjera harmoniciteta, tj. HNR, za ovaj konkretni pušački glas iznosi 15,38 dB, što je objektivni pokazatelj promuklosti srednjeg stupnja.

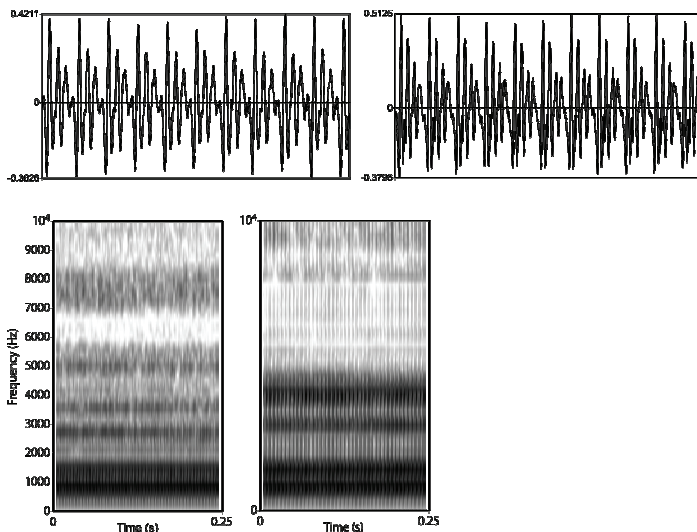
Slikovita je i razlika na sonogramima široke spektralne analize (slika 44), koji obavještavaju o načinu zatvaranja i otvaranja glasnica te o spektralnim sastavnicama. Zamjetno je da pušačkom glasom izostaje harmoničkog zvuka pogotovo u višim dijelovima spektra.



Slika 43. Tipična razlika između nepušačkoga (lijevo) i pušačkoga muškoga glasa; LTASS (gore), oscilogram (u sredini), spektrogram široke analize (dolje)

Tablica 13. Tipične akustičke vrijednosti nepušačkoga (A) i pušačkoga (B) muškoga glasa

	A	B
$\bar{x} f_0$ (Hz)	148,43	107,71
s.d. f_0	1,28	4,45
Min f_0	144,92	100,31
Maks f_0	151,52	126,66
Jitter (%)	0,303	3,501
Shimmer (dB)	0,166	0,297
HNR (dB)	27,06	15,38



Slika 44. Oscilogrami (gore) i sonogrami (dolje) široke analize tipičnih pušačkih ženskih mladih glasova

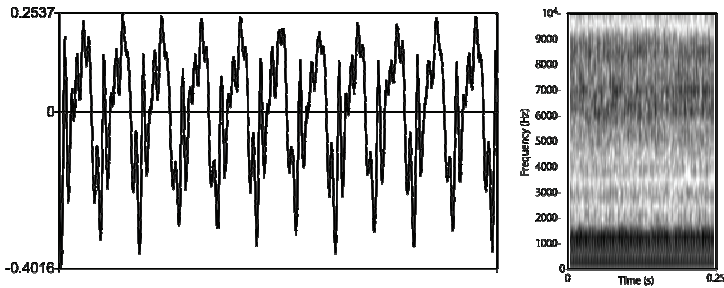
Tablica 14. Neke tipične očekivane akustičke vrijednosti unutar skupine pušačica

	A	B
$\bar{x} f_0$ (Hz)	207,32	142,77
s.d. f_0	1,18	38,79
Min f_0	204,22	81,94
Maks f_0	210,51	172,90
Jitter (%)	0,437	0,398
Shimmer (dB)	0,376	0,162
HNR (dB)	21,16	23,45

Očekivane su vrijednosti unutar skupine pušačica za *shimmer* iznad patološkog praga (slika 44, tablica 14), vrlo niska f_0 , samo 142,77 Hz u fonaciji (B), veća nestabilnost tona izražena velikim raspršenjem i s najmanjim prosječnim minimalnim vrijednostima f_0 unutar skupine pušačica. Oba glasa su ženska glumačka. Pozitivno je da oba glumačka ženska glasa imaju HNR u granicama normalnoga glasa, s tim da glas B ima više harmoniciteta, što je razvidno na spektrogramu široke analize (slika 44 desno).

Netipičnu razliku između skupine (*intra*), možemo oslikati na primjeru dvaju ženskih nepušačkih glasova. Očekivano je da nepušački glas, kao zdrav glas, ima niže vrijednosti *jittera* i *shimmera*, dobar HNR i prosječnu f_0 u

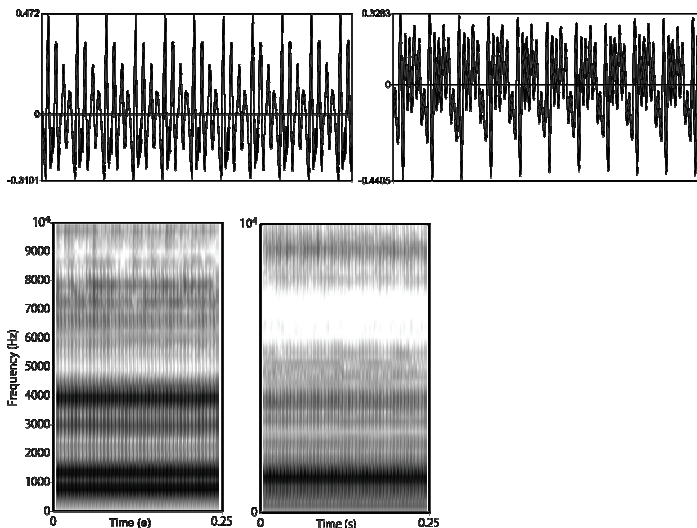
granicama normalnoga glasa (slika 46, tablica 16), a nije za očekivati da ženski nepušački glas ima vrijednosti *shimmera* iznad patološkoga praga, kao u konkretnom slučaju (N. S. – B) (slika 46 desno; *shimmer* = 0,395 dB, tablica 16). Razlike između dva nepušačka glasa u količini šumne spektralne sastavnice, zorno su prikazane na slikama široke spektralne analize, gdje je vidljivo da potonji glas ima znatno manje harmoničkog zvuka, a više šuma u nižim dijelovima kao i u području oko 4 kHz i u vrlo visokom dijelu spektra od 6 kHz do 8 kHz, na što utječe način otvaranja i zatvaranja glasnica, što znači da je zatvaranje preblago (slika 46 desno). Oba ženska glasa pripadaju glumačkim profesionalnim glasovima, a glasova kvaliteta ovog drugog glasa pokazuje i u slušnom dojmu promuklost, šumnost uslijed zlouporabe glasa (mnogo pjevačkih nastupa uz glumu). Neki nepušački glasovi mogu, uslijed zamora glasa, uz patološki *shimmer* imati i loš HNR tipičan za šumne glasove (samo 16,8 dB, primjer glumačkoga glasa) (slika 45).



Slika 45. Oscilogram i sonogram široke analize nepušačkoga glumačkoga ženskoga glasa s patološkim *shimmerom* i HNR (A. P.)

Tablica 15. Akustičke vrijednosti mjera nepušačkoga glumačkoga ženskoga glasa (patološki *shimmer*, A. P.)

	A. P.
$\bar{x}f_0$ (Hz)	199,73
s.d. f_0	1,06
Min f_0	196,64
Maks f_0	202,61
Jitter (%)	0,600
Shimmer (dB)	0,519
HNR (dB)	16,80



Slika 46. Netipične razlike ženskih nepušačkih glasova (*intra*) u usporedbi oscilograma (gore) i sonograma široke analize (dolje)

Tablica 16. Netipične razlike vrijednosti akustičkih mjera za dva nepušačka ženska glasa (*intra*)

	A	B
$\bar{x} f_0$ (Hz)	186,62	206,72
s.d. f_0	0,99	1,29
Min f_0	183,91	203,63
Maks f_0	189,76	211,00
Jitter (%)	0,124	0,407
Shimmer (dB)	0,059	0,395
HNR (dB)	30,78	22,77

Zadatak je fonetičara koji radi s vokalnim profesionalcima skrbiti o estetici glasa, upoznati ih s njegovom glasu, podjednako s pravilnom uporabom glasa kao i s poželjnim životnim navikama koje isključuju pušenje, alkoholna i gazirana pića, kasno uzimanje obroka, iako je realna situacija da će, zbog stresa i prirode posla, javne izloženosti i općenito veće ekstrovertiranosti, glumci imati loše životne navike, usporedive s vokalnim neprofesionalcima. Vidjeli smo da su muškarci glumci ugroženija skupina od žena glumica. Naravno da vokalni profesionalci trebaju biti oprezni, jer ustrajavanje na lošim životnim navikama vremenom dovodi i do znatnijih pogoršanja kvalitete glasa. Dok su u procesu učenja i svakodnevnog uvježbavanja glasa, glas se održava na zadovoljavajućoj

razini. Upravo je to pokazalo istraživanje Varošaneć-Škarić (2008) jer su ukupni podatci potvrdili važnost pravilne uporabe i njege glasa. Takva pravilna uporaba i njega glasa održavaju razmjerno dobru kvalitetu glasa budućih vokalnih profesionalaca u usporedbi s ostalim studentima slične dobi, unatoč pušenju i konzumaciji alkoholnih pića te kasnom obroku. Navedene loše životne navike, prisutne unatoč tome što su upoznati sa štetnim djelovanjem nikotina i alkohola za glas, nisu posebnost hrvatskih studenata glume. I druga istraživanja u svijetu pokazuju slične rezultate, primjerice Timmermans i sur. (2003, 2005), Broaddus-Lawrence i sur. (2000), Roy i sur. (2000), Raphael (1991), Mitchell (1994).

Istraživanje Timmermans i sur. (2002) pokazalo je da je DSI (indeks težine disfonije) bolji za buduće vokalne neprofesionalce nego za buduće vokalne profesionalce (DSI = 2,3). Muškarci su imali značajno veći *jitter* od kontrolne skupine, a općenito su imali pojave edema, neorganičkih lezija i sl. Autori objašnjavaju rezultate lošim životnim navikama budućih vokalnih profesionalaca koji kasno jedu, prekomjerno troše glas, smiju se, viču, općenito previše govore, puše. Stoga zaključuje da će im tijekom studija biti nužne vježbe glasa i tečaj prevencije i vokalne njege. Timmermans i sur. (2003, 2005) ispitivali su, nadalje, učinkovitost vježbi u uzorku od 23 buduća vokalna profesionalca (glumci i redatelji). Istraživanje je provedeno longitudinalno, prije i poslije vježbanja glasa i poduke o higijeni glasa. Percepcijska i objektivna analiza pokazala je da se nakon 18 mjeseci rada, glasova kvaliteta poboljšala, ali usvojeno znanje o štetnim životnim navikama nije uopće utjecalo na prevenciju pušenja, preglasno govorenje, stres, vrijeme zadnjeg obroka. To je istraživanje pokazalo da je najproduktivnije razdoblje za saniranje promuklosti devet mjeseci, dok su percepcijska procjena, varijable *jittera* i maksimalnog fonacijskog vremena, puno bolje nakon 18 mjeseci rada. Obeshrabrujući su bili podatci da je nakon 18 mjeseci kontinuiranog rada na glasu, čak više osoba označilo da su pušači, da redovno doživljavaju stres i da kasnije jedu. Jednako tako, i istraživanje Varošaneć-Škarić (2003a) pokazuje da i kraće uvježbavanje glasa utječe na poboljšanje kategorija fonetskih postavljanja glasa, a drugo je istraživanje pokazalo da upute o higijeni i njezi glasa ne utječu na prevenciju loših životnih navika (Varošaneć-Škarić, 2008). Izgleda da je pušenje atraktivno i popularno u profesijama vezanim uz umjetnost i medije (Raphael 1991, Broaddus-Lawrence i sur. 2000). Neki liječnici zamjećuju da psihološka labilnost i društvena nesigurnost uzrokuju još veće probleme (Mitchell, 1994). Naime, glumci u mnogim sredinama ne smiju propustiti glumljenje u predstavama i moraju glumiti i kad imaju laringitis i druge bolesti, jer postoji rizik od gubitka posla. Velik je nesrazmjer između umjetničkog talenta i društvenog postignuća, tj. velike medijske izloženosti, slave i osobne stabilnosti. Nije to samo zbog mladosti i nezrelosti, jer su loše životne navike česte i kod

vrlo poznatih profesionalnih glumaca. Podsjetimo se, životne su navike kod budućih opernih pjevača mnogo bolje. To se može razumjeti, budući da je frekvencijski raspon glasa iznimno važan za funkcionalno dobar pjevački glas. U našem istraživanju studenti pjevanja ozbiljno shvaćaju upute o pušenju, alkoholu i zadnjem obroku i o mogućim posljedicama refluksa na lošiju kvalitetu glasa, tj. promuklost. Iako je ispitano samo 15 budućih opernih pjevača, rezultati upitnika su vrlo zadovoljavajući. Naime, samo jedan student redovito puši. Vokalni profesionalci uvijek moraju imati na umu da dugotrajne loše životne navike moraju ostaviti i posljedice na glasovoj kvaliteti, koje se, zbog redovitog vježbanja glasa, u početku karijere toliko ne očituju.

X. METODIKA RADA NA DIKCIJI VOKALNIH PROFESIONALACA

X.1. Samoglasnička i suglasnička dikcija

I najveći učitelji retorike, uz dobar glas, isticali su i dobar izgovor, kao važan dio uspješne izvedbe. Ciceron, duhovito kroz Krasov govor navodi dikciju, kao grčki izraz, govoreći o prenesenom značenju (primjer iz Lucilija): «Kako je samo ljupko uredio dikciju svoju, Majstorski, kao kamičke u kakovu skladnu mozaiku!» (str. 285). Pravilan izgovor glasnika kao i naglasaka, područje je ortoepije, ispravnog govora, i traži njegu kao i glas. Između ostaloga, i stoga što nedostatna i loša dikcija utječe i na postavljanja glasove kvalitete, koja tada postaje neestetična.

Nakon Cicerona, u surječju ortoepije, Kvintilijan postavlja retoričko pitanje: «Zar ima išta potrebnije od pravilnog govora?» (str. 86). Pri tome je za određeni konzervativizam u pridržavanju pravilnog izgovora, ali ipak kaže da ne treba ni pretjerivati u očuvanju zastarjelih i izumrlih oblika. Za uzor se uzima jezična i govorna praksa obrazovanih ljudi u svakodnevnoj komunikaciji (v. str. 92). Kad govori o predobrazovanju govornika, odmah nakon pozornosti na vrstu glasa, navodi da učitelj na prvom mjestu mora popravljati pogreške u izgovoru, paziti na razgovijetnost izgovora i dikciju tj. na pravilan izgovor glasnika. Navodi da je izgovor /r/ *rho* i Demostenu zadavao muke, da je umjesto /r/ izgovarao /l/ *lambda* (v. o tome na str. 114). Znamo da je Demosten imao puno problema zbog glasa, dikcije i glatkoće govora, ali da se uspješno izborio za mjesto vrhunskoga govornika, jer je bio svjestan svojih izvedbenih mana, ustrajno je radio, od svoje mladosti, na njihovom ispravljanju (koliko je to bilo moguće).

Kvintilijan spominje loš i afektiran izgovor /s/, ali nam je teško predočiti iz toga impresionističkog naziva na što točno misli. Zanimljivo je da je svjestan da određen neispravan izgovor može biti povezan i s pogrešnom impostacijom,