

POROVNÁNÍ PARAMETRŮ HLASOVÝCH POLÍ U HLASOVÝCH PROFESIONÁLŮ A ZAČÍNÁJÍCÍCH STUDENTŮ HERECTVÍ

Marek Frič^{a)}

^{a)} *Výzkumné centrum hudební akustiky (MARC) Parha, Akademie múzických umění v Praze, Malostranské. nám. 13, 11800 Praha 1, Česká republika
marekfrič@centrum.cz*

Abstract: Voice range profile (VRP) is an examination, which describes quantitative properties of a voice of the subject. In fact VRP describes maximal dynamic range (SPL) relative to whole tonal range. In Musical acoustic research centre (MARC) of Academy of performing arts in Prague was developed methodology for general evaluation of the physiologic properties of subject's voice "The recording of speaking and singing voice for purposes of psychoacoustic analyses." The basis of methodology is recording of different vocal tasks - habitual and supported speaking; aloud voice; singing voice; and shouting. The recordings were made for 20 voice professionals (actors and singers) and for 20 nonprofessionals – the first year students of acting. All voice range profiles of different voice manners were parametric evaluated by developed program ParVRP. The comparison of parametric VRPs showed that the main difference between professionals and students is (i) in loudness of speech (professionals had in general higher loudness) and (ii) in difference between maximal loudness in speech and in singing. Professionals reach comparable maximal loudness for singing and for speech, but students had in average 7 dB lower maximal loudness for singing than for speech.

1 Úvod

Hlasové pole (fonetogram, voice range profile) popisuje závislost dosažené maximální a minimální hladiny akustického tlaku na definované výšce hlasu subjektu při prodloužené fonaci vybraného vokálu. Typ vokálů ovlivňuje maximální dynamiku dosažitelných hlasitostí a obecně platí, že otevřené vokály [a:, o:] umožňují dosažení vyšších maximálních hladin než vokály uzavřené [u:, i:] [8]. Nejrozsáhlejší využití hlasového pole je v medicíně, kde se používá standardní zobrazení jeho hranic v podobě 2 křivek - maximální a minimální hlasitost v celém tónovém rozsahu hlasu subjektu. Standardně se pro medicínské účely popisuje celkové hlasové pole. To v hlubších polohách obsahuje jak oblast mluvního hlasu tak i zpěvu, ve vyšších polohách pak hlavně zpěvu (postupné zvyšování výšky hlasu nutí subjekt ke zpěvu). Hranice celkového hlasového pole zobrazují dynamické schopnosti subjektu v celém tónovém rozsahu. Zlomové body a charakter hraničních křivek hlasového pole umožňují určení rozsahu hlasových rejstříků [1]. Plocha hlasového pole (vocal area), vymezená hraničními křivkami, je úměrná stupni hlasové edukace (u zpěváků [2]) a je v negativním poměru k stupni hlasové patologie [3,4]. K významným identifikátorům patologie hlasu patří tónový (frekvenční) rozsah hlasu a maximální dynamický rozsah.

V literatuře popsané metody analýzy hlasového pole se rozdělují na popis absolutního hlasového pole (rovněž použito v této studii) a popis normovaného hlasového pole, kdy se naměřené hlasové pole normalizuje vzhledem k celkovému tónovému rozsahu hlasu (100 %) a interpolací se určují body maximální a minimální hlasitosti v násobcích 10% celkového tónového rozsahu subjektu. Další metodou analýzy je popis průběhu a změn na obrysech hlasového pole pomocí Fourierových deskriptorů popisujících úhly mezi body hraničních křivek hlasového pole [6].

2 Materiál a metody

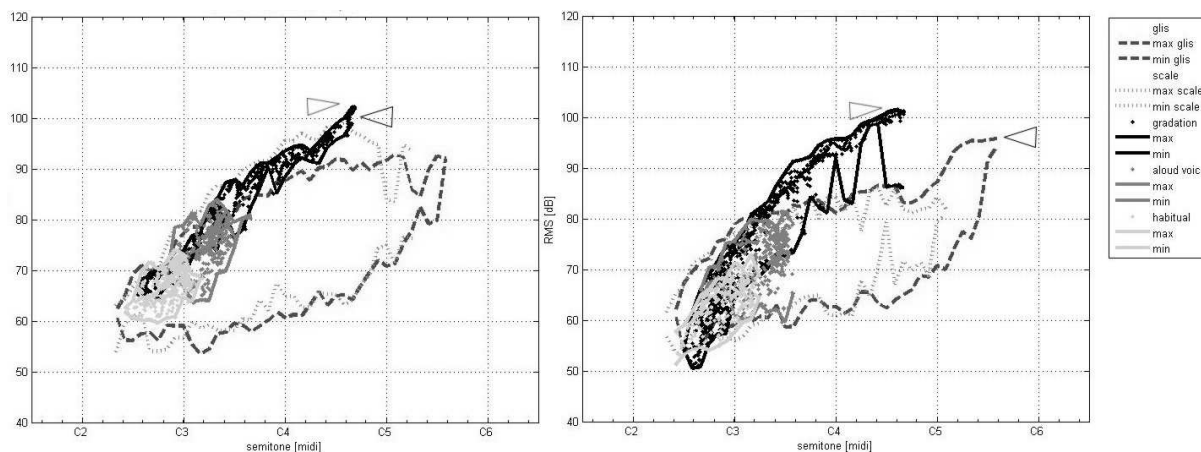
V této studii byly hodnoceny fonetogramy různých hlasových úkonů zobrazujících absolutní fyziologické možnosti hlasu subjektů 20-ti hlasových profesionálů (herců a zpěváků) a 20-ti hlasových neprofesionálů (studentů prvního ročníku herectví na DAMU Praha). Rozložení souborů subjektů podle pohlaví je uveden v Tabulce 1.

Tabulka 1. Rozložení souboru nahrávaných osob.

Všichni (N=40)	Profes. (N=20)		Neprofes. (N=20) studenti 1. r. herectví
	herci	zpěváci	
Muži 21	7	3	11
Ženy 19	4	6	9

Všechny subjekty podstoupili nahrávku nesledujících hlasových úkonů (dle metodiky „Záznam mluvního a zpěvního hlasu pro psychoakustické analýzy“) nejprve pro **habituální (neopřemý) mluvní hlas** a následně pro **opřemý (jevištní) mluvní hlas** (v případě studentů šlo o jejich představu opřemého hlasu): čtení standardizovaného textu ve dvou úrovních hlasitosti: (i) normální hlasitost, (ii) hlasitě; a následně s postupnou gradací hlasitosti (zvolání) až do maxima slov „haló“ a „máma“ (iii). Další řadou úkolů byl záznam **zpěvního hlasu** pro zpěv stupnice v celém rozsahu hlasu pro *mf* a nejtíšíší *pp*, a nejhlasitější *ff* hlasitosti a záznam glissanda v celém rozsahu hlasu pro *pp* a *ff*. Zpěvní úkoly byly prováděny při fonaci slabik se zastoupením vokálu [a:].

Uvedené nahrávky byly následně analyzovány programem ParVRP, který vypočítává pro analyzovaný segment pomocí autokorelace základní frekvenci v [Hz] a energii signálu (RMS) v [dB]. Pro každý úkol byla zvlášť sestavena hlasová pole v zobrazení na ose X výška hlasu [midi], na ose Y energie RMS [dB]. Z pozic jednotlivých znělých segmentů (délka analyzovaného segmentu 30 ms, posun 10ms) bylo vypočítáno těžiště pole pro daný úkol a určeny hranice, ze kterých byla odvozena plocha hlasového pole (v jednotkách: půltón x dB).

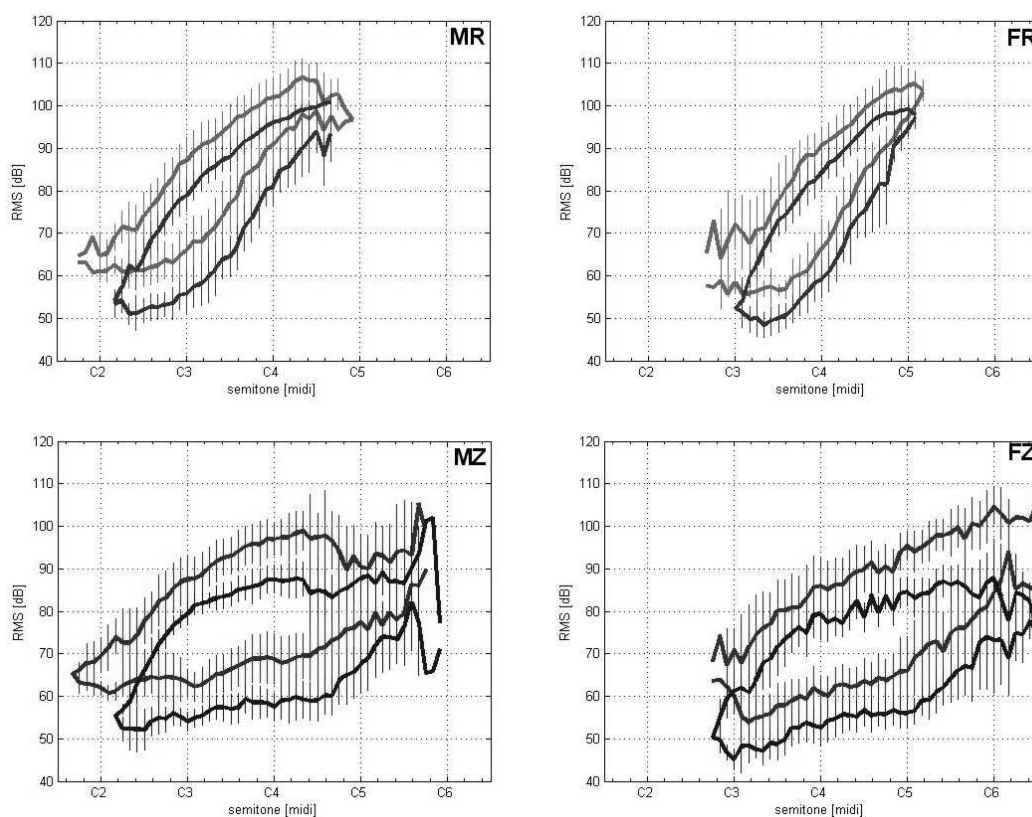


Obrázek 1. Porovnání hlasových polí: *profesionální zpěvák tenor* (vlevo), *student herectví* (vpravo). Hlasová pole zobrazují mluvní hlasové pole (odstíny šedé od nejslabší po nejtmaší odstín: habituální hlas, normální hlasitost, habituální hlas hlasitě a zvolání; puntíky – pozice znělých segmentů v hlasových polích, plná čára – hraniční křivky) a zpěvní hlasové pole (přerušovaná čára – glissando, jemně přerušovaná čára zpěv stupnice *pp* a *ff*). Tónový rozsah je definován jako vzdálenost nejhlubšího a nejvyššího tónu pro každý úkol na půltónové škále, dynamický rozsah jako vzdálenost nejtíšíšího od nejhlasitějšího na dB škále. Šípky znázorňují maximální hlasitost (směřující vpravo – maximum mluvní hlasitosti, směřující vlevo maximum zpěvní hlasitosti).

3 Výsledky

Při porovnávání výsledků parametrů fonetogramů jednotlivých skupin byl použitý T-test, kde byla určena hladina statistické významnosti $p < 0,01$. Porovnání parametrů hlasových polí bylo prováděno mezi uvedenými podskupinami: - *muži* x *ženy*; - *hlasový profesionálové* x *studenti* (všichni; muži a ženy zvlášť); - *profesionální herci* x *profesionální zpěváci* (muži a ženy zvlášť). Výsledky ukazují nesledující:

Rozdíly v parametrech hlasových polí mezi skupinou *hlasových profesionálů* a skupinou *studentů* (muži a ženy společně, ale i zvlášť) byly hlavně v hodnotách hlasitosti (RMS [dB]). *Profesionálové* pro všechny úkoly vykazovali vyšší průměrnou hlasitost (těžiště, minimum i maximum). Rozdíl však nebyl v dynamických rozsazích úkolů kromě úkolů normální hlasitost a hlasitě pro habituální mluvní hlas i úkolu hlasitý opřený mluvní hlas. V uvedených úkolech se jenom posunula celková hlasitost mluvního hlasu *profesionálů*.

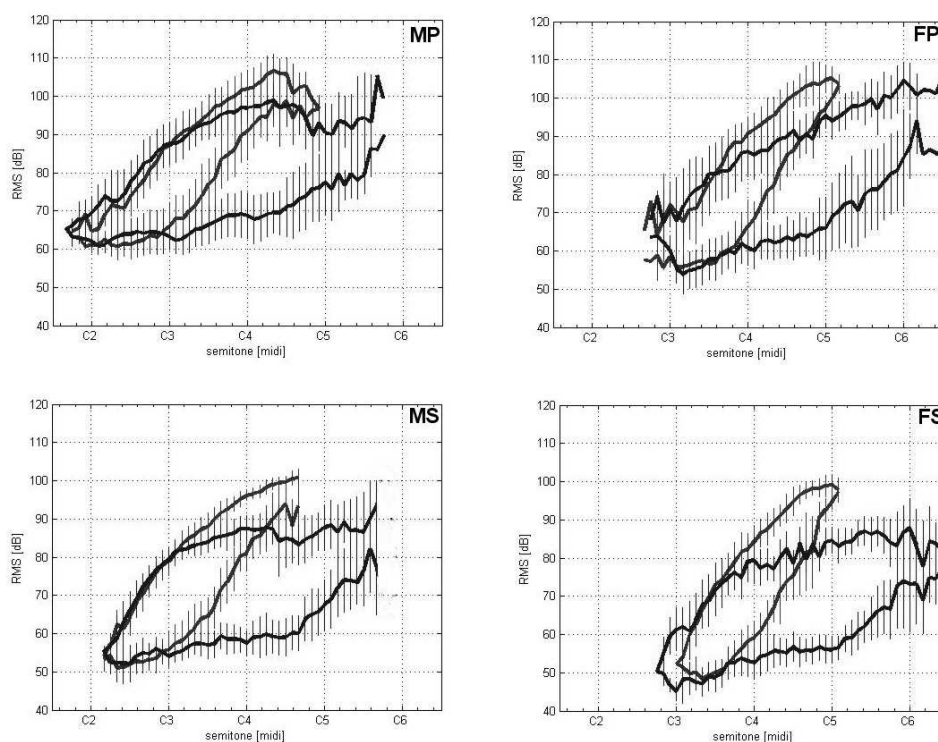


Obrázek 2. Porovnání mluvních (R) a zpěvních (Z) hlasových polí mezi *profesionály* (světlejší odstín) a *studenty* (tmavší odstín) u mužů (M) a žen (F). Hlasový profesionálové vykazují v průměru v každém hlasovém poli vyšší minimální, i maximální křivku hlasitosti. Tlustá čára zobrazuje průměrnou hodnotu maximální a minimální hlasitosti v průběhu naměřené výšky hlasu, tenké vertikální čáry zobrazují standardní odchylky na jednotlivých tónech.

V oblasti výšky hlasu nebyly pozorovány statisticky významné rozdíly mezi *skupinami všech profesionálů* a *všech studentů*, kromě úkolů hlasitého (habituálního i opřeného) mluvního hlasu, kdy skupina *všech profesionálů* vykazovala menší variabilitu výšek a menší tónový rozsah hlasu než skupina všech studentů. Obdobné výsledky se potvrdili i pro porovnání skupin profesionálů se skupinou studentů pro muže a ženy zvlášť. Tedy hlasový profesionálové při opřeném hlasu udrží menší rozptyl výšky hlasu než *studenti*.

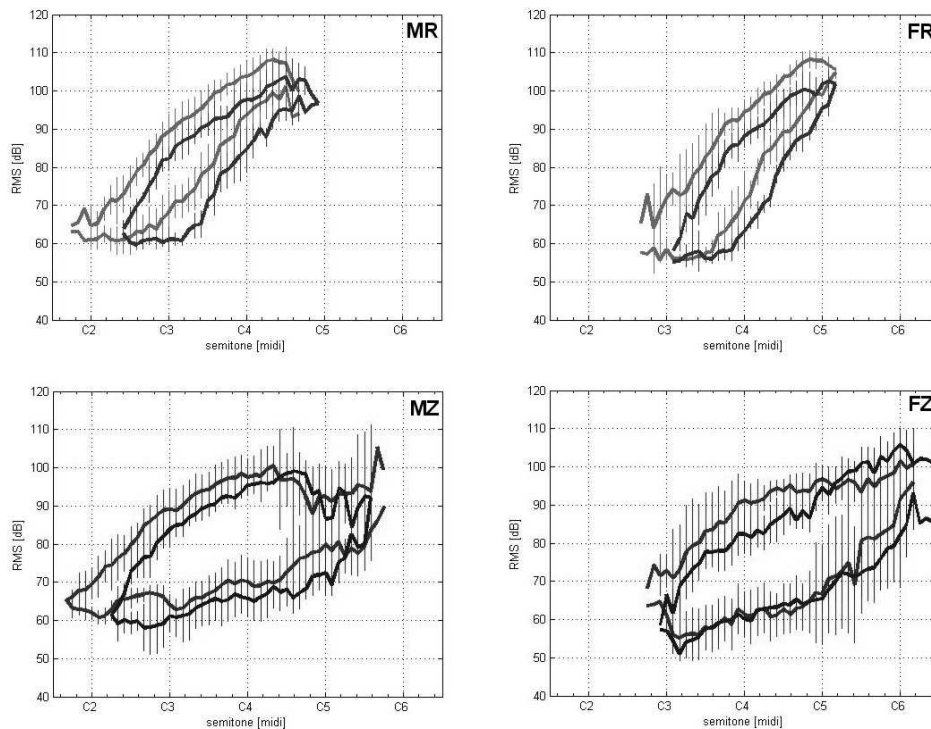
Porovnávání parametrů hlasových polí mezi úkoly habituálního a opřeného mluvního hlasu; mezi úkoly habituálního i opřeného mluvního a zpěvního hlasu ukázalo společně pro skupinu *profesionálů* i skupinu *studentů* zvýšení hlasitosti při úkolech opřeného mluvního hlasu vůči úkolům habituálního mluvního hlasu, a to pro a) porovnání normální hlasitosti (habituální vůči opřené), tak pro b) porovnání hlasu se zvýšenou hlasitostí. Naopak porovnání gradace hlasitosti volání nepřineslo statisticky relevantní rozdíl mezi habituálním a opřeným hlasem ani u skupiny profesionálů ani u studentů. Tedy gradace hlasitosti u studentů i u profesionálů má obdobný charakter při opřeném i habituálním hlasu.

Porovnání parametrů fonetogramů zpěvu a mluvního hlasu celkově ukazuje u skupiny *profesionálů* i skupiny *studentů* zvýšení tónového rozsahu hlasu a plochy hlasového pole u zpěvu v porovnání s mluvním hlasovým polem. Podskupiny *studentů* (muži i ženy) na rozdíl od skupin *profesionálů* ukazují snížení maximální hlasitosti dosažené u zpěvu oproti maximální hlasitostem dosažených mluvním hlasem.



Obrázek 3. Porovnání mluvních (světější odstín) a zpěvních (tmavší odstín) hlasových polí u profesionálů (P) i u studentů (S) (M - muži, F - ženy). Hlasoví profesionálové dosahují v průměru podobné maxima hlasitosti pro řeč i zpěv, kdežto studenti mají signifikantně nižší maximální hlasitosti pro zpěv jako pro řeč.

Porovnání podskupiny *profesionálů herců* s podskupinou *profesionálů zpěváků* nevykazuje žádný výrazný společný trend společně pro muže i ženy, ale u mužů i žen osobitně se projevuje nižší hlasová poloha herců než zpěváků při řeči; u mužů herci dosahovali větší rozdíly tónových rozsahů mezi zpěvem a řečí než zpěváci; naopak ženy zpěvačky měly větší rozdíl tónových rozsahů zpěvu vůči řeči.



Obrázek 4. Porovnání mluvních (R - nahoře) a zpěvních (Z - dole) hlasových polí u profesionálů (M - muži, F - ženy) mezi herci (světlejší odstín) a zpěváky (tmavší odstín). Herci - muži vykazují v průměru nižší nejhlubší polohy hlasu při řeči i zpěvu než zpěváci. Při zpěvu dosahovali herci, muži větších tónových rozsahů, naopak u žen měly větší tónový rozsah zpěvačky než herečky.

4 Diskuze a závěr

Výsledky této studie ukazují rozdíly ve fonetogramech mezi skupinami: - *muži x ženy* (hlavně ve výšce hlasu); - *profesionálé x studenty* (rozdíl v celkové hlasitosti, rozdíl v stabilitě výšky hlasu při opřeném mluvním hlasu, ale hlavně rozdíl v maximální hlasitosti dosažené při řeči a při zpěvu); - *profesionálové herci x profesionálové zpěváci* (rozdíl v tónových rozsazích mezi zpěvem a řečí, různé pro skupinu mužů a skupinu žen).

Obecné zvýšení hlasitosti mluvnímho hlasu profesionálů oproti studentům naznačuje, že se jedná o změny kvantitativních vlastností hlasovým tréninkem. Porovnání výsledků změn parametrů hlasových polí u podskupin (*profesionálové x studenty*; *herci x zpěváci*) ukazuje na rozdílné užití hlasu v závislosti na typu hlasu (mluvní nebo zpěvní), což podporuje myšlenku různých hlasových rejstříků pro zpěv a pro mluvní hlas. Mluvní hlas u všech podskupin vykazoval trend užšího soustředění polohy hlasu na fonetogramu kolem křivky gradace hlasitosti, naproti tomu zpěvní hlas vykazoval podstatně širších tónových rozsahů (kromě podskupiny profesionálních zpěváků, mužů) a obecně i širších dynamických rozsahů na jednom tónu v celém tónovém rozsahu. Separace skupiny *mužů profesionálních zpěváků* může být způsobená tím, že *operní zpěváci muži* po hlasovém tréninku dokáží mít mluvní tónový rozsah na úrovni zpěvního.

Výrazný rozdíl ve schopnosti dosáhnout maximální hlasitosti zpěvu na úrovních maximálních hlasitostí mluvnímho hlasu u *profesionálů* oproti *studentům* potvrzuje účinnost hlasového tréninku na hlasový výkon.

Nižší poloha mluvního hlasu u herců (mužů i žen) než u zpěváků a hlavně větší tónový rozsah mluvního hlasu herců proti zpěvákům ukazuje na jiný způsob užití hlasu, nebo v souvislosti s jiným hlasovým tréninkem u herců a u zpěváků. Obdobně Walzak a spol [7] ukazují rozšíření mluvního tónového rozsahu a prohloubení nejnižších poloh hlasu při tréninku herců. V naší skupině zpěváků převažovali operní zpěváci a u mužů tenoři, proto může být tato odchylka způsobená i nerovnoměrným výběrem skupiny *mužů zpěváků*, respektive že se v tomto případě jedná o specifikum pro operních zpěváků.

Prezentovaná studie má jenom srovnávací charakter kvantitativních vlastností hlasu jednotlivých podskupin subjektů. Studie je součástí větší studie o kvalitě hlasu a porovnání kvalitativních psychoakustických vlastností zvuků. Podklady získané z kvantitativní analýzy budou srovnány s výsledky kvalitativních testů, které se přímo zabývají rozdílnými vlastnostmi jednotlivých mluvních a zpěvních rejstříků.

Poděkování

Na vytváření datových podkladů analýz fonetogramů se podílela Mgr. Klára Kadlecová. Studie byla podpořena Ministerstvem školství a mládeže České republiky projektem č.: 1M6138498401.

Literatura

- [1] Sulter, A. M., Schutte, H. K., Miller, D. G. (1995): Differences in phonetogram features between male and female subjects with and without vocal training, *J. of Voice*, 9(4), 363-377.
- [2] Frič, M. (2001): Diagnostická analýza hlasových profesionálov, Bratislava 2001, Diplomová práca, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave.
- [3] Frič, M. (2004): Biofyzikálne aspekty tvorby ľudského hlasu a metódy hodnotenia kvality hlasu. Rigorózna práca, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave.
- [4] Frič, M., Šram, F., Švec, J. G. (2005): Akustické prejavy patológie hlasu (dyšnosť a chrapľavosť) Národný kongres SSO - 17. kongres detskej otolaryngológie a 3. Česko-slovenský foniatrický kongres, Piešťany, Slovensko, 8. – 10. 9. 2005. (Presentace)
- [5] Frič, M., Šram, F., Švec, J. G., Čechová, H. (2007): Specific acoustical properties of voice and dynamical properties of vocal folds in patients with unilateral recurrent nerve paresis and effect of thyroplasty operation. 7th Pan European Voice Conference PEVOC 7, August 29th - September 1st, 2007, Groningen, the Netherlands: in Programme and Abstracts. Groningen Voice Research Lab, Groningen, the Netherlands: 44.
- [6] Sulter, A. M., Wit, H. P., Schulte H. K., Miller D. G. (1994): A structured approach to voice range profile (phonetogram) analysis, *J. of Speech and Hearing Research*, 37, 1076-1085.
- [7] Walzak, P., McCabe, P., Madill C., Sheard, Ch. (2007): Acoustic Changes in Student Actors' Voices After 12 Months of Training, *Journal of Voice*, 22(3), 300-313.
- [8] Lamesch, S., Boris Doval, Castellengo, M. (2008): Phonetograms of laryngeal source parameters for different vowels and laryngeal mechanisms (Abstrakt), *J. Acoust. Soc. Am.*, 123, 3243.