
UDK 808.54-41

808.54-44

Izvorni znanstveni rad

Prihvaćeno 14.05.1998.

Jan Sabol

Julius Zimmermann

Filozofická fakulta Prešovskej univerzity,
Prešov, Slovenska republika

DYNAMIKA FORMANTOVEJ ŠTRUKTÚRY SONANTICKEHO JADRA SLABIKY

DINAMIKA STRUKTURE FORMANATA SONANTNE JEZGRE SLOGA

SAŽETAK

U ovoj studiji istražujemo varijacijsku disperziju frekvencijskih (rezonancijskih) vrhova, maksimuma zvukovnog spektra, pojačavanje skupina harmonijskih sastavnica signala, formanata (Isačenko, 1968., str. 38. i dr.; Král - Sabol, 1989., str. 171 i dr.) slovačkih kratkih vokala (o istraživanju čeških vokalskih varijanata u inicijalnoj, medijalnoj i finalnoj glasovnoj kombinaciji usp. Borovičková - Malač, 1967., str. 13-29). Naša se opažanja teorijski dotiču pitanja stupnja fonološke relevantnosti zvukovnih osobina koje sadrže signalni korelativi vokalskih fonema konkretnoga fonskog sustava; a općenitije je riječ o istraživanju pojedinačnoga, varijantnog i općega, invarijantnog (kao odnosa koji se općenito primjenjuje u jezičnome sustavu) i njegova "očitovanja" u fonološkim jedinicama. Ta se problematika može suziti na fonetski i fonološki aspekt (razlikujemo, naime, ne samo I., fonetski i II. fonološki stupanj apstrakcije nego i druge vrste odnosa pojedinačnoga i općeg u zvukovnim jedinicama - Sabol, 1989., str. 30-31; 1996.) istraživanja i vrednovanja zvukovnih pojava kao različitih razina spomenutoga dijalektičkog odnosa, koji

se odražava u jeziku kao specifičnom znakovnom sustavu za idealiziranje stvarnoga svijeta.

Na osnovi odnosa pojedinačnoga i općeg u zvukovnim jedinicama (na različitim razinama ovoga odnosa, posebice na razini fona - F, fonema - Fm i morfofonema - MFm; usp. Sabol, 1989., str. 18-31 i ostala zapažanja) možemo prilično jednoznačno interpretirati i okarakterizirati pojedine fonološke teorije, koncepcije i škole; primjerice Praška škola radi na liniji Fm, Moskovska fonološka škola na liniji F i MFm, Lenjingradska fonološka škola na liniji F - dijelom i na Fm, američki generativci na liniji MFm itd. Može se reći da se tu radi o "parcijalnim" oblicima i pogledima na pojedine "vrste" odnosa između pojedinačnoga i općeg u zvukovnim jedinicama. Pretpostavljamo da su različita neslaganja pojedinih fonoloških koncepcija rezultat činjenice što se ista zvukovna pojava tumačila s različitim aspektata s obzirom na F, Fm i MFm, pri čemu su se elementi s različitim razina suprotstavljali ili stavljali jedan uz drugi kao "ravnopravni" s gledišta odnosa pojedinačnoga i općeg. Neslaganja unutar jedne fonološke koncepcije rezultat su pak činjenice da se pojedine zvukovne pojave nisu u svim slučajevima istraživale na istoj razini (usp. npr. problematiku neutralizacije koja u fonološkome istraživanju predstavlja vjerojatno najtvrdi orah, a koja istodobno obilježava mjesto na kojemu se uspješno može provjeriti čvrstina određene fonološke koncepcije - detaljnije o tome Sabol, 1983.).

U našoj eksperimentalnoj fonetskoj i fonološkoj sondaži (na temelju varijantnosti i invarijantnosti, irelevantnosti i relevantnosti fonskih obilježja u akustičkome signalu) nastojali smo - na elementima podsustava kratkih vokala slovačkoga jezika - prvenstveno odgovoriti na pitanje kakav utjecaj ima boja samoglasnika na dinamiku F1 i F2 (kod vokala i, e i F3).

Zvučnu su snimku ostvarila trojica kazivača - muškaraca; ukupno je analizirano 30 realizacija samoglasnika u kombinaciji CVC (po 6 riječi za svaki analizirani vokal).

Iz tablice 1 proizlazi da je standardno odstupanje (a time i disperzija) vrijednosti formanata veća kod F2 i F3 nego kod F1. Možemo postaviti pitanje kakvo je polje tolerancije, odnosno dopušteni raspon vrijednosti formanata, koji određuje boju (tip) vokala. Na ovo smo pitanje pokušali odgovoriti umjetnom deformacijom formanata - resintezom primarnoga govornog signala pri različitim eksperimentalnim vrijednostima F1 i F2, kao i F3.

Resintezom smo smanjili toleranciju F1 i F2 (kod vokala i, e i F3) vokala [a] u riječi [pas] prvoga ispitanika. Postupili smo tako da smo povisivali i snižavali vrijednost formanta za 10 Hz, a sluhom smo procjenjivali segmentiranu sonantnu jezgru s obzirom na to možemo li registrirati promjenu boje vokala. Auditivne je testove obavljao samo jedan percipijent. Dakle, može se pretpostaviti da bismo objektivnije rezultate dobili statističkom obradom opažanja nekolicine percipijenata. Tab. 3 prikazuje područja tolerancije vrijednosti formanata vokala [a] u riječi [pas]. Iz tablice proizlazi da najmanju toleranciju dopušta prvi formant vokala i, a najveću formanti F2 i F3 istoga

vokala. Na osnovi grube procjene možemo reći da raspon variranja od 100 Hz ne mijenja boju vokala.

Eksperimentalna fonetska analiza dinamike i varijacijske disperzije strukture formanta sonantnih jezgara slogova koji se u književnome slovačkom jeziku ostvaruju kao kratki vokali - na osnovi univerzalnoga odnosa pojedinačnoga, varijantnog i općega, invarijantnog (projicirana na percepcijsku i komunikacijsku relevantnost/irelevantnost) - upućuje na jedno od temeljnih područja odnosa fonetske i fonološke razine akustičkoga signala.

Ključne riječi: akustička analiza, slovački jezik, fonologija

1. V štúdiu skúmane variačný rozptyl frekvenčných (rezonančných) vrcholov, maxím zvukového spektra, zosilnení skupín harmonických zložiek signálu, formantov (Isa-čenko, 1968, s. 38 n.; Král – Sabol, 1989, s. 171 n.) slovenských krátkych samohlások (k výskumu českých vokalických variantov v iničiálnej, mediálnej a finalnej hláskovej kombinácii porov. Borovičková – Malač, 1967, s. 13–29). Naša úvaha sa teoreticky dotýka miery fonologickej relevantnosti zvukových črt obsiahnutých v signálových korelátach vokalických foném konkrétnej fonickej sústavy, univerzálnejšie ide o skúmanie vzťahu jednotlivého, variantného a všeobecného, invariantného (ako relácie uplatňujúcej sa v jazykovom systéme vôbec) a jeho „vznenia“ vo fonických jednotkách. Túto problematiku možno zúžiť na fonetický a fonologický aspekt (rozlišujeme totiž nielen I., fonetický a II., fonologický stupeň abstrakcie, ale aj ďalšie vrstvy vzťahu jednotlivého a všeobecného vo zvukových jednotkách – Sabol, 1989, s. 30–31; 1996) skúmania a hodnotenia zvukových javov ako diferencovaných hladín uvedeného dialektického vzťahu, ktorý sa premieta v jazyku ako špecifickej znakovkej sústave na idealizáciu predmetného sveta.

1.1. Z dialektického spatia zvuku a významu v jazyku (princíp arbitrárnosti) – premietnutého cez prizmu jazykového znaku – vyplýva, že „artikulované zvukové reťazce (slovné designátory) nie sú kauzálnym, mechanickým odrazom objektívnych predmetov, ale konvenčnými materiálnymi nositeľmi kognitívneho obsahu ako odrazu predmetu vo vedomí“, preto môže „ideálny odraz nadobúdať všeobecný charakter. môže nadobúdať povahu pojmu, čiže takeho odrazu, ktorý nie je viazaný na jednotlivé vlastnosti odražajúceho predmetu objektívnej reality, ale na jeho podstatu. Nastáva diferenciácia medzi jednotlivým a všeobecným.“ (Ondruš – Sabol, 1987, s. 45–46). V tomto myšlienkovom procese – zložitom, vedomom psychickom odražení objektívnej reality – sa uplatňuje súčinnosť i protipohyb integrácie a diferenciácie, generalizácie i špecializácie; tento proces prebieha medzi dvoma pólmi základných gnozeologických kategórií – jednotlivého a všeobecného, konkrétneho a abstraktného (Ufimceva, 1970, s. 307–308; Sabol, 1981; 1989, s. 14–45 – tam aj ďalšia lit.). Treba pritom poznamenať, že „naše vedomie je schopné postihnúť všeobecne preto, lebo objektívne existuje“ (Rutkevič, 1976, s. 84).

Jazykové stváranie uvedených procesov myslenia vyjadrujúcich dialektickú súvzťahnosť všeobecného a jednotlivého presakuje skrz-naskrz celou jazykovou sústavou: prejavuje sa v opozíciách langue – parole (jazyk – reč), teda jazykový systém (kód) a jeho realizácia (správa); paradigma – syntagma; slovník – text; sociolekt – idiolekt; invariantnosť – variantnosť atď.; prejavuje sa v spáti pojmov typu fonéma – fóna, veta – výpoveď, denotácia – konotácia atď. Zrkadlí sa v ňom dichotómia virtuálny slovný znak – aktuálny slovný znak, založená na opozícii všeobecného a jednotlivého, ktorá sa premieta do protikladu synchronie a diachronie (porov. aj Ufimceva, 1970, s. 310–313). Dejiny jazykovedného myslenia poskytujú množstvo príkladov na preceňovanie, resp. absolutizáciu jedného z uvedených pólův dialektiky, čo sa odraža vo vykladoch o jazykovom systéme, vo vymedzovaní prvkov i vzťahov medzi nimi: napr. pozitivizmus sa

pohybuje na póle jednotlivého, novopozitivismus, resp. štrukturalizmus absolutizuje všeobecné (tieto poznámky uvádzame, pravdaže, veľmi zjednoduščne); z uvedného faktu vyplýva – okrem iného – aj jednostranné riešenie protikladu synchronie a diachronie v jazykovom systéme podľa týchto koncepcii.

Virtuálnosť a aktuálnosť jazykového znaku, nesúca v sebe odliatok dialektického vzťahu všeobecného a jednotlivého, umožňuje v jednotkách jazykového systému pohyb v oboch smeroch uvedených kategórii: na zmenách vo fungovaní jazykových jednotiek možno sledovať pohyb od jednotlivého k všeobecnému (fonologizácia jednotiek zvukového systému, prechod neutralizácií medzi alternácie, rozširovanie významu slova, prechod od konotatívneho významu k denotatívnemu významu, zmena okazionalneho použitia prvku na systémové použitie atď.) aj naopak – od všeobecného k jednotlivému (defonologizácia jednotiek zvukového systému, zužovanie významu slova, vznik nového kontextového významu slova, konotácia denotatívneho významu slova najmä ako princíp inovácie estetickej informácie, vznik okazionalneho prvku atď.); pravda, na každej úrovni abstrakcií je dialektická väzba všeobecného a jednotlivého – mení sa len ich vzájomné preskupenie.

Na základe vzťahu jednotlivého a všeobecného v zvukových jednotkách (na diferencovaných „hladinách“ tejto relácie, osobitne na úrovni fóny – F, fonémy – F_m a morfo-fonémy – MF; porov. Sabol, 1989, s. 18–31 a ďalšie úvahy) môžeme dosť jednoznačne interpretovať a charakterizovať osobitné fonologické teórie, koncepcie a školy: napr. Pražská škola pracuje s hladinou F, Moskovská fonologická škola s hladinou F a MF, Leningradská fonologická škola s hladinou F s čiastočným vzťahom k F, americkí ge-nerativisti s hladinou MF atď. Dá sa povedať, že ide o „parcialný“ pohľad na jednotlivé „vrstvy“ vzťahu jednotlivého a všeobecného vo zvukových jednotkách. Nazdávame sa, že rozličné „nehody“ medzi jednotlivými fonologickými koncepciami vznikali z toho, že sa ten istý zvukový jav vysvetľoval z rozličných úrovní vzhľadom na F, F a MF_m, pričom prvky z diferencovaných „hladín“ sa kladli proti sebe či vedľa seba ako „rovnocenné“ z hľadiska vzťahu jednotlivého a všeobecného: „rozpory“ vnútri tej istej fonologickej koncepcie vyplývali z toho, že jednotlivé zvukové javy sa neskúmali vo všetkých prípadoch z tej istej úrovne (porov. napr. problematiku neutralizácii, ktoré vo fonologickom výskume predstavujú azda najtvrdší oriešok a sú zároveň miestom, na ktorom sa dá úspešne overovať nosnosť určitej fonologickej koncepcie – podrobnejšie Sabol, 1983).

1.2. Interpretácia vzťahu jednotlivého a všeobecného (konkrétneho a abstraktneho) vo zvukových jednotkách sa stala „jablkom sváru“ aj v slovenskej fonológii. E. Pauliny (1968, s. 13) fonému pokladá za „zovšeobecnú abstrakciu základných a pre daný jazyk charakteristických vlastností hlások istého druhu“; v svojej najnovšej fonologickej práci (1979) však tento svoj názor zásadne mení: jeho základnou tézou je, že „fonéma nie je abstrakciou segmentu rečového signálu, ale je to súčasť fonologickej štruktúry príslušného jazyka“ (s. 7). Vo vzťahu hláska – fonéma vychádza zo skutočnosti, že „výcho-diskovým bodom a pojmom

je fonéma, resp. fonéma ako člen príslušnej fonologickej štruktúry“; zdôrazňuje pritom, že „hláska ako fyzikálne charakterizovaná jednotka rečo-veho signálu je určovaná fonémou“ (s. 53). Na základe tézy o vnímaní a rozpoznávaní zvukov reči konštatuje, že „fonéma v dnešnom fungovaní jazyka ako dorozumievacieho prostriedku ... nie je abstrakciou hlasky, ale hlasky určujeme na základe príslušného fonologického systému“ (s. 61). (Interpretáciu vzťahu hlasky a fonémy ako vzťahu jed-notlivého a všeobecného pozri u A. Kráľa, 1978 a v koncepcii J. Sabola, najmä 1989). Treba povedať, že v poslednom výklade E. Paulinyho sa plne nerešpektuje dialektické spätie jednotlivého a všeobecného vo vzťahu fonémy a jej signálového korelátu (viac sa tu zdôrazňuje „vzťahovosť“ než „substanciálnosť“ fonémy).

1.3. Širšie, teoretické zakotvenie našej experimentálnej fonetickej analýzy a fonolo-gickej „previerky“ relevantnosti fonických prvkov pri komunikácii môžeme uzavrieť univerzálnejším konštatovaním: Vzťah jednotlivého a všeobecného v jazyku – obrazne povedané – garantuje variabilitu v jednote a jednotu v diferencovaní, a teda aj „tvorivý“ a „reprodukčný“ proces pri kognitívnom a komunikatívnom stvárňovaní textu.

2. V našej experimentálnej fonetickej a fonologickej sonde (na pozadí vzťahu variant-ného a invariantného, irelevantnosti a relevantnosti fonických črt v akustickom signáli) sme sa – na prvkoch krátkeho vokalickeho podsystemu slovenčiny – usilovali odpove-dať predovšetkým na otázku, aký má vplyv farba samohlások na dynamiku F_1 a F_2 (pri vokáloch *i, e* aj F_3). Na skúmanie sme zvolili spojenie CVC v nasledujúcich slovach:

<i>pisar</i>	<i>pirat</i>
<i>pes</i>	<i>pera</i>
<i>pas</i>	<i>para</i>
<i>posila</i>	<i>porada</i>
<i>pusa</i>	<i>purpur</i>

Zvukovú nahrávku uskutočnili traja ročníci – muži; spolu bolo teda analyzovaných 30 realizácii samohlások v spojení CVC (6 slov pre každú skúmanú samohlásku).

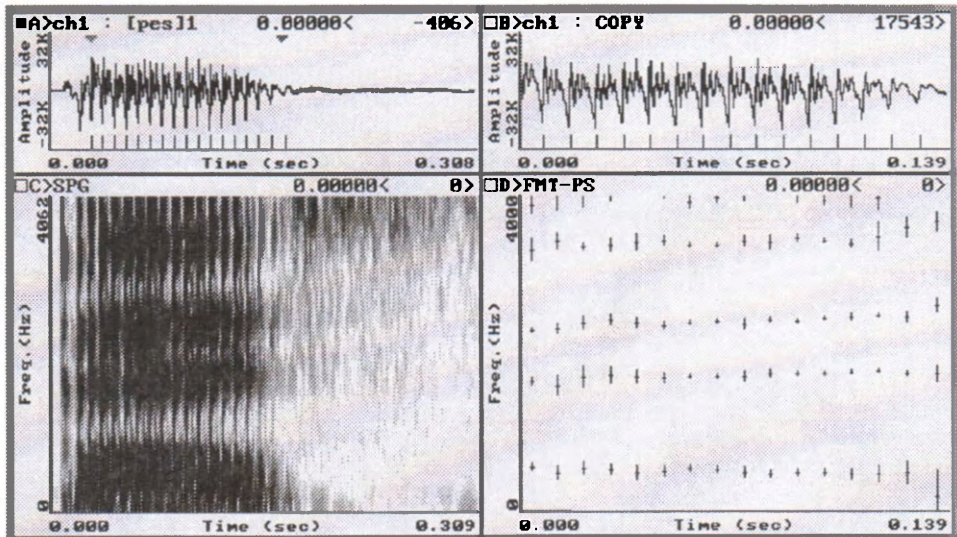
2.1. Experimentálna analýza pozostávala z nasledujúcich krokov:

- segmentovanie sonantického jadra slabik,
- LPC analýza sonantického jadra,
- nakreslenie grafu časového priebehu kolísania formantov a ich šírky pásma,
- transformácia číselných hodnôt formantov každej glotalnej vlny do tabuľkového kal-kulátora a výpočet štatistických parametrov pre každú samohlásku,
- nakreslenie grafu vypočítaných štatistických parametrov pri skúmaných samohlás-kových typoch,
- nakreslenie formantovej schémy,
- zistenie tolerančného poľa výšok formantov resyntézou pôvodných zvukových nahrávok použitím LPC parametrov a deformovaním F_1 , F_2 (pri vokáloch *i, e* aj F_3).

2.1.1. LPC analýza. Na analýzu formantov, „ohnísk“ akustickej energie sa najčastejšie používa Fourierova analýza, resp. výhodnejšie analýza lineárne predikčných koeficientov – LPC (bližšie pozri Markel – Gray, 1976), z ktorých sa dajú vypočítať hodnoty formantov a ich šírka pásma. Vzhľadom na to, že Fonetické laboratórium pri Katedre slovenského jazyka a literatúry Filozofickej fakulty Prešovskej univerzity vlastní systém CSL 4300 (pozri CSL...; Sabol – Zimmermann, 1994) a že autori s ním majú viacročnú skúsenosť, zvolili sme LPC metódu. Táto metóda vypočíta lineárne predikčné mnohočleny pre sériu rámov vzoriek signálu z určeného analyzovaného segmentu reči. Pre každý rám sa určuje komplex koreňov každého mnohočlena a každý pár koreňov je konvertovaný do zodpovedajúcej frekvencie formantu a šírky pásma.

V našej analýze sme sa opierali o predchádzajúce určenie glotalných impulzov, teda o definovanie začiatku každej periódy T_0 sonantického jadra. Rámom vzoriek v našom experimente bola séria vzoriek patriaca jednej perióde F_0 . Z praktického hľadiska treba na doplnenie ešte uviesť, že sme používali autokorelačnú submetódu, filter rádu 12 a spektrálny tvar znelých zvukov sme korigovali predzosilňovacím koeficientom 0,9.

2.1.2. Ukážka grafu časového priebehu kolísania formantov je znázornená na obr.



Sl. 1. Oscilogram, sonogram i vremenski tijek (trajanje) riječi [pes].

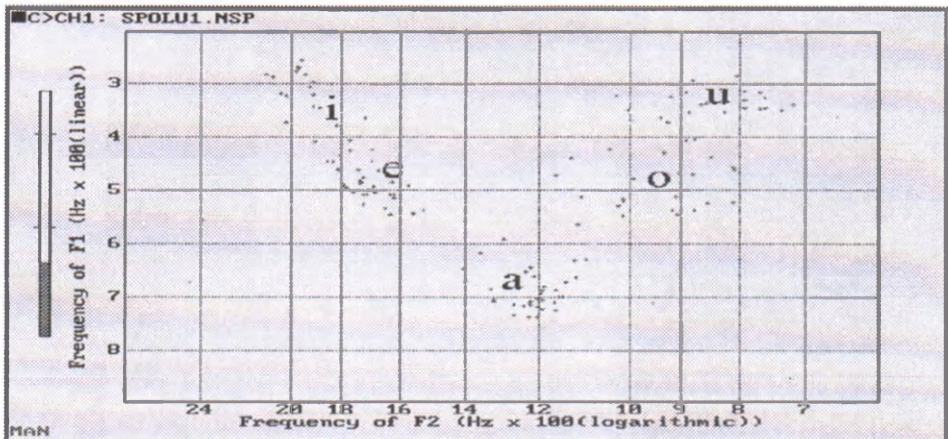
Obr. 1. Oscilogram, sonogram a časový priebeh formantov slova [pes].

Fig. 1. Oscilogram, sonogram and duration of a word [pes].

Okno A obsahuje oscilogram slova [pes], v okne B je oscilogram sonantického jadra slabiky, okno C obsahuje sonogram celého slova a okno D časový priebeh F_1 až F_3 . Hodnoty formantov sú vypočítané pre každú periódu T_0 , šírku pásma formantu v grafe (v okne D) určuje dĺžka zvislej úsečky pri každej hodnote formantu. Vzhľadom na to, že graf má predovšetkým interpretačný význam, ďalšie numerické spracovanie číselných výsledkov analýzy sme uskutočňovali v tabuľkovom kalkulátore – v programe Quattro Pro.

2.1.3. LPC analýzou bola spracovaná každá glotálna vlna sonantických jadier, teda rozborom sme získali 2 číselné charakteristiky pre každý formant a každú vlnu – výšku formantu a jeho šírku pásma (obidva údaje v Hz). Ďalej sme sa vnovali len výške formantov F_1 , F_2 a pri samohláske *i*, *e* aj F_3 . Tieto údaje sme transformovali do tabuľkového kalkulátora. V tomto výpočtovom prostredí sa štatistickým súborom stali všetky realizácie všetkých vln jednotlivých samohlások osobitne s jediným štatistickým znakom – výškou formantu. Tabuľkový kalkulátor vypočítal 4 parametre: minimálnu a maximálnu hodnotu, štandardnú odchýlku a aritmetický priemer. Vstupné údaje, teda hodnoty F_1 a F_2 každej samohlásky sme graficky zobrazili formantovou schémou na obr. 2. Táto schéma zachytáva artikulačnú klasifikáciu samohlások (predné – stredné – zadné, vysoké – prostredné – nízke), ale len veľmi málo hovorí o štatistických vlastnostiach formantov. Číselné charakteristiky formantov sú presnejšie zachytené grafom na obr. 3. Obrázok je kombináciou čiarového grafu (čiary spájajú hodnoty aritmetického priemeru formantu F_1 a F_2 , pri samohláske *i*, *e* aj F_3) a grafu typu box and whiskers (výška štvoruholníka je úmerná hodnote štandardnej odchýlky a zvislé úsečky siahajú až po minimálnu, resp. maximálnu hodnotu formantu).

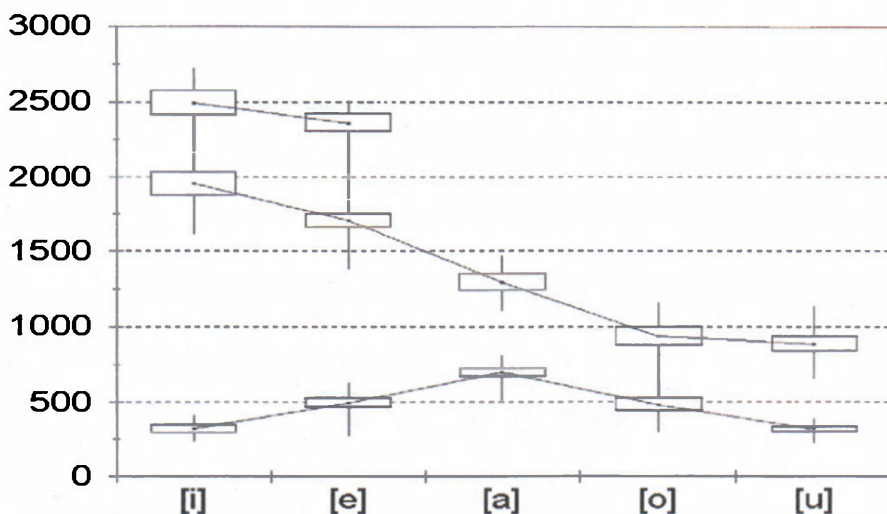
Vypočítané charakteristiky skúmaných formantov všetkých samohlások sú v tab. 1.



Sl. 2. *Shema formantata analiziranih samoglasnika*

Obr. 2. *Formantová schéma analyzovaných samohlások.*

Fig. 2. *Formants of the analyzed vowels*



Sl. 3. Grafički prikaz ovisnosti minimalne i maksimalne vrijednosti, aritmetičke sredine i standardnoga odstupanja formanta od boje vokala

Obr. 3. Graf zavislosti minimalnej a maximalnej hodnoty, aritmetického priemeru a štandardnej odchyľky formantov od farby samohlásky.

Fig. 3. Graphic representation of interdependency of minimal and maximal values, arithmetic means and standard deviations of formants compared with the vowel timbre.

	F ₁				F ₂				F ₃			
	MIN	MAX	STDS	AVG	MIN	MAX	STDS	AVG	MIN	MAX	STDS	AVG
[i]	229	449	55.1	320.9	1585	2169	110.3	1967.8	2132	2740	133.6	2486.3
[e]	271	638	54.9	498.6	1416	1856	81.9	1708.7	1846	2590	104.5	2389.5
[a]	509	789	56.0	698.0	1099	1458	91.9	1256.2				
[a]	294	820	84.7	485.8	752	1201	102.1	950.9				
[a]	220	386	34.2	320.9	670	1133	101.9	861.1				

Tab. 1. Minimalna i maksimalna vrijednost, standardno odstupanje (STDS) i aritmetička sredina (AVG) formanta vokala.

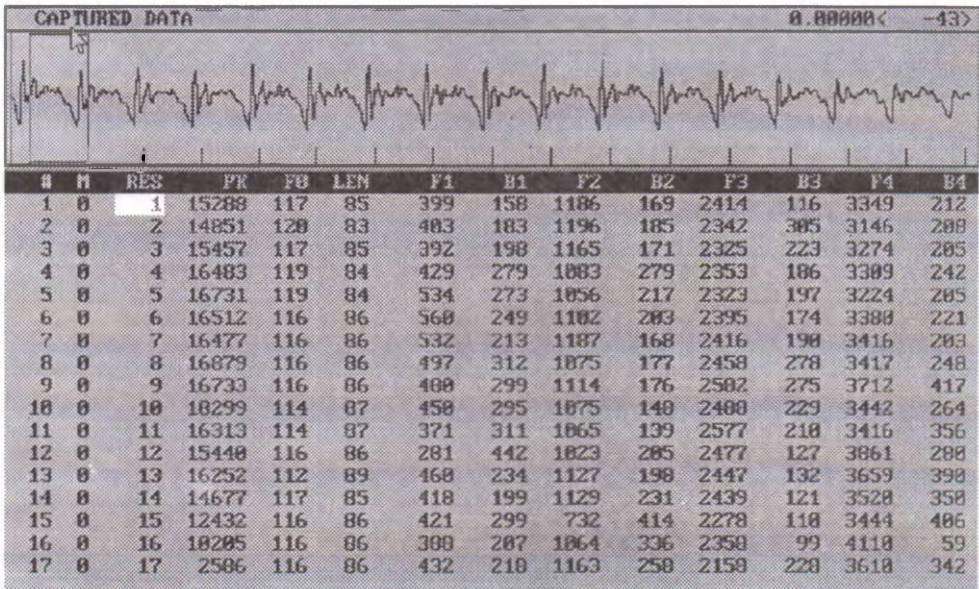
Tab. 1. Minimalna a maximalna hodnota, štandardná odchyľka (STDS) a aritmetický priemer (AVG) formantov samohlások.

Tab. 1. Minimal and maximal values, standard deviations (STDS) and arithmetic means (AVG) of the vowel formants

2.1.4. Z tab. 1 vyplýva, že štandardná odchyľka (a teda aj rozptyl) hodnôt formantov je väčšia pri F₂ a F₃, než pri F₁. Môžeme si položiť otázku, aké je tolerančné pole, teda prípustný rozsah hodnoty formantu, ktorý určuje farbu (typ) samohlásky. Na túto otázku sme sa usilovali odpovedať umelou deformáciou

formantov – resyntézou pôvodného rečového signálu pri rôznych experimentálnych hodnotách F_1 a F_2 , resp. aj F_3 .

Vypočítané LPC parametre akustickej reči umožňujú v systéme CSL 4300 (v jeho podsystéme ASL 4304) modifikovať hodnoty F_1 až F_3 a zo zmenených hodnôt formantov znova syntetizovať rečový signál. V tab. 2 sa znázorňuje v hornom okne oscilogram samohlásky [a] slova [pas] pozostávajúci zo 17 glotálnych vln a v spodnom okne hodnoty formantov F_1 až F_4 pre každú vlnu.



#	M	RES	PK	F0	LEN	F1	B1	F2	B2	F3	B3	F4	B4
1	0	1	15269	117	85	399	158	1186	169	2414	116	3349	212
2	0	2	14851	120	83	403	183	1196	185	2342	305	3146	209
3	0	3	15457	117	85	392	198	1165	171	2325	223	3274	205
4	0	4	16483	119	84	429	279	1083	279	2353	186	3309	242
5	0	5	16731	119	84	534	273	1056	217	2323	197	3224	205
6	0	6	16512	116	86	560	249	1102	203	2395	174	3380	221
7	0	7	16477	116	86	532	213	1187	168	2416	190	3416	203
8	0	8	16879	116	86	497	312	1075	177	2458	278	3417	248
9	0	9	16733	116	86	400	299	1114	176	2502	275	3712	417
10	0	10	18299	114	87	450	295	1075	140	2400	229	3442	264
11	0	11	16313	114	87	371	311	1065	139	2577	210	3416	356
12	0	12	15440	116	86	281	442	1023	205	2477	127	3061	200
13	0	13	16252	112	89	460	234	1127	190	2447	132	3659	390
14	0	14	14677	117	85	418	199	1129	231	2439	121	3528	350
15	0	15	12432	116	86	421	299	732	414	2278	110	3444	406
16	0	16	10205	116	86	300	207	1064	336	2350	99	4110	59
17	0	17	2506	116	86	432	210	1163	250	2150	220	3610	342

Tab. 2. Vrijednosti formanta F_1 do F_4 i širine njihovih zona B_1 do B_4 - izračunate prema LPC parametrima za 17 valova vokala [a] u riječi [pas].

Tab. 2. Hodnoty formantov F_1 až F_4 a ich šírky pásiem B_1 až B_4 vypočítané z LPC parametrov pre 17 vln samohlásky [a] slova [pas].

Tab. 2. Values of formants F_1 to F_4 and the range of their zones B_1 and B_4 computed according to LPC parameters for 17 realizations of the vowel [a] in the word [pas].

Resyntézou sme vyšetřili toleranciu F_1 a F_2 (pri samohláske *i*, *e* aj F_3) samohlásky [a] slova [pas] prvého rečníka. Postupovali sme tak, že sme zvyšovali a znižovali hodnotu formantu o 10 Hz a posluchom sme vyhodnocovali vysegmentované sonantické jadro so zreteľom na to, či vnímame zmenu farby samohlásky. Posluchové testy vykonával len jeden percipient; možno teda predpokladať, že objektivnejšie výsledky by sme získali štatistickým spracovaním vnemu viacerých percipientov. Tab. 3 obsahuje tolerančné pásma hodnôt formantov samohlásky [a] slova [pas]. Z tabuľky vyplýva, že najmenšiu

toleranciu pripúšťa prvý formant samohlásky *i* a najväčšiu formanty F_2 a F_3 tej istej samohlásky. Hrubým odhadom môžeme povedať, že variačné rozpätie 100 Hz nemení farbu samohlásky.

	F_1	F_2	F_3
[i]	-20	-120	-80
	+20	+120	+200
[e]	-40	-40	-60
	+80	+70	+80
[a]	-20	-40	
	+60	+80	
[o]	-20	-80	
	+80	+100	
[u]	-40	-40	
	+80	+80	

Tab. 3. Tolerancije vrijednosti formantata, koje ne utječu na opažanje promjene boje vokala.

Tab. 3. Tolerancie hodnôt formantov, ktoré nespôsobujú vnem zmeny farby samohlásky.

Tab. 3. Tolerances of formants' values that do not affect registration of changes of a vowel timbre.

3. Experimentálna fonetická analýza dynamiky a variačného rozptylu formantovej štruktúry sonantických jadier slabík realizovaných krátkymi vokálmi spisovnej slovenčiny – na pozadí univerzálneho vzťahu jednotlivého, variantného a všeobecného, invariantného (v priemete do percepčnej a komunikačnej relevantnosti/irelevantnosti) – ukázala na jednu zo základných oblastí relácie fonetickej a fonologickej hladiny akus-tického signálu. Zistilo sa, že hranice fonického rozptylu percepčne registrovaných zmien vo farbe samohlások sú diferencované podľa jednotlivých vokalických typov.

LITERATURA

- Borovičková, B., Maláč, V. The Spectral Analysis of Czech Sound Combinations. Praha, Academia 1967. 71 s. + 59 s. obr.
- CSL. Computerized Speech Lab. KAY Elemetrics Corp. Instruction Manual. Pine Brook, New Jersey, USA, 1992.
- Isačenko, A. V. Spektrografická analýza slovenských hlások. Bratislava, Vydavateľstvo SAV 1968. 263 s.
- Kráľ, A.: Kategória jednotlivého a všeobecného a vzťah fonetiky, fonológie a orto-epie. Slovenská reč, 43, 1978, s. 3–13, 88–93.
- Kráľ, A., Sabol, J. Fonetika a fonológia. Bratislava, Slovenské pedagogické nakladateľstvo 1989. 388 s.
- Markel, J. D., Gray, A. H. Linear Prediction of Speech. Berlin – Heidelberg – New York, Springer – Verlag 1976.
- Ondruš, Š., Sabol, J. Úvod do štúdia jazykov. 3. vyd. Bratislava, Slovenské pedagogické nakladateľstvo 1987. 343 s.
- Pauliny, E. Fonológia spisovnej slovenčiny. 2. vyd. Bratislava, Slovenské pedagogické nakladateľstvo 1968. 126 s.
- Pauliny, E. Slovenská fonológia. Bratislava, Slovenské pedagogické nakladateľstvo 1979. 213 s.
- Rutkevič, M. N. Dialektický materializmus. Bratislava, Pravda 1976. 583 s.
- Sabol, J. Teoretické východiská slovenskej fonológie. In: Studia Academica Slovaca. 10. Prednášky XVII. letného seminára slovenského jazyka a kultúry. Red. Š. Ondruš. Bratislava, Alfa 1981, s. 391–402.
- Sabol, J. K problematike neutralizácii fonologických protikladov v slovanských jazykoch. In: Československá slavistika. Lingvistika, historie. Red. J. Horecký. Praha, Academia 1983, s. 75–79.
- Sabol, J. Syntetická fonologická teória. Bratislava, Jazykovedný ústav Ľudovíta Štúra SAV 1989. 253 s.
- Sabol, J. Fonctický a fonologický aspekt hodnotenia zvukových javov slovenčiny. In: Studia Academica Slovaca. 25. Prednášky XXXII. letného seminára slovenského jazyka a kultúry. Red. J. Mlacek. Bratislava, STIMUL – Centrum informatiky a vzdelávania FF UK 1996, s. 183–188.
- Sabol, J., Zimmermann, J. Komunikačný štatút prizvuku v spisovnej slovenčine. Acta Facultatis Philosophicac Universitatis Šafaricanae. Spoločenskovedný zôit. 10. Prešov, Filozofická fakulta Univerzity P. J. Šafárika 1994. 91 s.
- Ufimceva, A. A. Teoretičeskije problemy slova (Kategorii obščego i otdel'nogo). In: Lcnnizm i teoretičeskije problemy jazykoznanija. Red. F. P. Filin et al. Moskva, Izd. Nauka 1970, s. 307–319.

Ján Sabol
Július Zimmermann
Faculty of Philosophy, Prešov, Slovakia

THE DYNAMICS OF THE FORMANT STRUCTURE OF THE SONANT SYLLABLE NUCLEUS

SUMMARY

The study investigates the variation dispersion of frequency (resonant) peaks, the maximum of the sound spectre, the intensification of the groups of harmonic signal components or formants (Isačenko 1968, p.38, Král', Sabol 1989, p. 171) of Slovakian short vowels (on the study of Czech vocalic variants in the initial, medial and final sound combination cf. Borovičková, Maláč 1967, pp. 13-29). Our observations theoretically touch on the extent of the phonological relevance of sound characteristics contained in the signal correlatives of vocalic phonemes of a particular phonic system. At a more general level the paper deals with the particular, the variant and the general, the invariant (as a relation which is commonly applied in the linguistic system) and its "manifestation" in the phonological units. These issues may be narrowed down to a phonetic and phonological aspect (namely, we distinguish not only I., phonetic and II., the phonological degree of abstractness but also some other kind of relationship between the particular and the general in the sound units) of research and evaluation of sound phenomena as the different levels of the dialectical relationship which is manifested in language as a specific system of signs for the idealization of the real world.

On the basis of the relationship of the particular and general in the sound units (at the different "levels" of this relationship, particularly at the level of a phone - F, phoneme - Fm and morphophoneme - MFm cf. Sabol 1989, pp. 18-31) it might unambiguously explain and characterize individual phonological theories, conceptions and schools; for example, the Prague School works along the line Fm, the Moscow phonological school along the line F and MFm, the Petrograd phonological school along the line F and partly Fm, the American followers of generative grammar along the line MFm. It might be claimed that it is a question of "partial" aspects and views on particular "kinds" of relationships between particular and general in the sound units. Let us assume that different "incompatibilities" of particular phonological conceptions have derived from the fact that the same sound phenomenon was interpreted from

different aspects with regard to F, Fm and MFm with elements from different levels being opposed or positioned one along the other "equally" from the point of view of particular and general. The incompatibility within one phonological conception is the result of the fact that particular sound phenomena were not studied at the same level (cf. the problem of neutralization which is probably the most difficult to solve in the phonological research and which at the same time marks the point where the plausibility of a particular phonological conception can best be testified; see Sabol 1983 for more elaborated data).

In the experimental phonetic and phonological testing (based on the variant and the invariant, relevance and irrelevance of the phonic features in the acoustic signal) an attempt was made first of all to answer the question about the impact of timbre of vowels on the dynamics of F1 and F2 (in vowels i, e and F3) by using elements of the subsystem of short Slovakian vowels.

Three male subjects were recorded on tape producing 30 realizations of vowels in the combination CVC and these were analyzed (six words for each analyzed vowel).

Table 1 shows that standard deviation (and consequently dispersion) of the formant values is higher in formants F2 and F3 than in F1. The question might be posed as to the field of tolerance or allowed range of formants responsible for the vowel (type) timbre. To answer the question an artificial deformation of formants was performed by a resynthesis of the primary speech signal with different experimental values of F1, F2 and F3.

By using resynthesis the tolerance of formants F1 and F2 was reduced (in vowels i and e also F3) of the vowel [a] in the word [pas] of the first subject). The values of the formant were increased and decreased by 10 Hz and the segmented sonant nucleus was evaluated audibly as to whether the change of timbre could be registered. Only one judge evaluated the tests, hence it might be assumed that more objective data would be obtained if the statistically processed data of a few judges had been made. Table 3 presents the areas of tolerance of the formant values of the vowel [a] in the word [pas]. The Table shows that the first formant of the vowel i allows for the lowest tolerance and the formants F1 and F3 show the highest tolerance of the same vowel. According to the rough assessment it might be assumed that the range of variations by 100 Hz does not affect vowel timbre.

The experimental phonetic analysis of the dynamics and variation dispersion of the formant structure of the syllable sonant nuclei realized in standard Slovakian as short vowels, on the basis of universal interrelationships of the particular and general, the variant and general and invariant (projected into perception and communicational relevance/irrelevance), suggests one of the fundamental group of relationships between phonetic and phonological levels of an acoustic signal.

Key words: acoustic analysis, Slovak language, phonology