
Tanja Kocjančič Antolík, Hotimir Tivadar

Ultrazvočni pogled na artikulacijo slovenskih samoglasnikov

objavljeno v:

Hotimir Tivadar (ur.): *Slovenski javni govor in jezikovno-kulturna (samo)zavest.*

Obdobja 38. Ljubljana: Znanstvena založba Filozofske fakultete, 2019.

<https://centerslo.si/simpozij-obdobja/zborniki/obdobja-38/>

© Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, 2019.

ULTRAZVOČNI POGLED NA ARTIKULACIJO SLOVENSКИH SAMOGLASNIKOV

Tanja Kocjančič Antolik

Filozofická fakulta, Praga
tkocjancic@gmail.com

Hotimir Tivadar

Filozofska fakulteta, Ljubljana
hotimir.tivadar@ff.uni-lj.si

DOI:10.4312/Obdobja.38.71-79

Dosedanji opisi slovenskih samoglasnikov so temeljili večinoma na akustičnih lastnostih, predvsem na formantih in trajanju. V prispevku je predstavljena artikulacijska analiza slovenskih samoglasnikov, opravljena s pomočjo ultrazvočnega snemanja jezika. Analiza petih govorcev potrjuje obstoj osmih samoglasnikov, ki se ne razlikujejo v trajanju, ter opazne razlike med govorci in znotraj njih.

slovenščina, samoglasniki, artikulacija, ultrazvok jezika, glasoslovje

Descriptions of Slovene vowels have been based predominantly on the acoustic properties, mainly formants and duration. The paper presents an articulatory analysis of Slovene vowels using ultrasound tongue imaging. The analysis of five speakers confirms the existence of eight vowels, which do not differ in duration, and notable differences between and within speakers.

Slovene, vowels, articulation, ultrasound tongue imaging, phonetics

1 Uvod¹

Instrumentalnofonetično raziskovanje slovenskega jezika ima že dolgo tradicijo. Že v prvi polovici 20. stoletja je med devetmesečnim študijskim bivanjem v Pragi France Bezljaj naredil artikulacijski opis slovenskih samoglasnikov (Bezljaj 1939). Predvsem artikulacijske opise samoglasnikov je potem v svoji slovnici prevzel Jože Toporišič (1976). V naslednjih desetletjih se je z razvojem akustičnih naprav (snemalnikov in programov za analizo govora) tudi v slovenščini raziskovala predvsem akustična podoba, medtem ko je artikulacijski opis slonel na Bezlajevem orisu in samoopazovanju fonetika, ki je predvsem pri pouku potreboval to vedenje.²

1 Študija je podprta s projektom OP VVV, št. CZ.02.2.69/0.0/0.0/17_050/0008466.

2 Pri tem je treba omeniti, da je bilo raziskovanje slovenske fonetike po letu 1976 sorazmerno ustavljeno, saj je veljalo nezapisano pravilo o zadostni in kakovostni raziskavi slovenske fonetike v aktualni slovnici. Fonetično-fonološke raziskave so se razmahnile šele proti koncu 20. stoletja (več o razvoju fonetike v Tivadar 2012).

1.1 Samoglasniki slovenskega jezika

Samoglasniki so v slovenščini nosilci zloga in zaradi tega osrednji fonemi slovenskega govora (kot taki so nosilci naglasa v besedi, poudarka v stavku oz. povedi in besedilu). Načeloma je splošno sprejeto dejstvo, da ima slovenščina osem samoglasnikov (Toporišič 1976–; Šuštaršič, Petek, Komar 1996; Tivadar 2004a, 2004b, 2010), v novejšem času pa se v akustičnih meritvah pojavlja tudi deveti samoglasnik (Jurgec 2011), ki ga izgovarjajo izbrani osrednjeslovenski govorniki.

1.2 Ultrazvočno snemanje jezika

Ultrazvočno snemanje jezika je metoda, ki omogoča opazovanje oblike, položaja in gibanja površine jezika v realnem času (Stone 2005). Metoda je popolnoma varna in neinvazivna, saj v najosnovnejši aplikaciji zahteva le postavitve ultrazvočne sonde pod govorčev brado in že lahko opazujemo jezik znotraj ustne votline. Ultrazvočni valovi, ki zapuščajo sondo, potujejo naravnost navzgor proti ustni votlini in se nato odbijejo na meji med dvema snovema z različnima gostotama. Pri snemanju jezika gre za mejo med tkivom jezika in zrakom oz. kostjo (ob stiku jezika in trdega neba) nad njo. Metoda omogoča dva pogleda na jezik, od strani (sagitalno) ali od spredaj (koronalno), in ustvari sliko jezika približno vsakih 15 ms.

Pri snemanju za namene artikulacijske analize je izjemno pomembno, da je sonda fiksirana pod brado in se med samim snemanjem ne premika. Le tako namreč zagotovimo, da ultrazvočni valovi ves čas potujejo v isto smer in vizualizirajo isti del jezika. Slabost metode je, da ne omogoča vizualizacije dvignjene konice jezika, saj se pod njo ustvari zračni žep, in vizualizacije preostalih artikulacij. Delni obris trdega neba in alveolarnega grebena pa lahko pridobimo, če govorec spiše vodo, ki nadomesti zrak med jezikom in trdim nebom ter s tem ultrazvočnim valovom omogoči, da dosežejo trdo nebo. Pogled na jezik od strani je poleg tega v zadnjem delu jezika omejen s senco hioidne kosti, v sprednjem pa s senco čeljustnice. Pomembna omejitev metode je tudi, da ne dovoljuje direktne primerjave posnetkov, opravljenih v različnih snemanjih, saj ni možno zagotoviti, da bi bila sonda položena na identično mesto in pod identičnim kotom.

Ultrazvočno snemanje jezika se uporablja za artikulacijsko analizo govora in kot sistem za vizualno povratno informacijo o jeziku pri logopedski korekciji glasovnih motenj (npr. Bernhardt idr. 2005; Cleland idr. 2015) ter pri korekciji izreke glasov tujega jezika (Kocjančič Antolík idr. 2019).

1.3 Cilji raziskave

Glavni cilj raziskave je analizirati in predstaviti ultrazvočni pogled na artikulacijo slovenskih samoglasnikov. Študija poskuša odgovoriti na naslednja vprašanja:

1. Kakšen je položaj jezika pri slovenskih samoglasnikih?
2. Ali obstaja razlika v položaju jezika pri artikulaciji kratkih in dolgih samoglasniških parov?
3. Ali obstaja artikulacijski dokaz o obstoju samoglasnika /Λ/?
4. Kako stabilen položaj jezika imajo govorniki v ponovitvah posameznega samoglasnika?

Rezultati bodo obogatili naše razumevanje tvorjenja slovenskih samoglasnikov in bodo v pomoč učiteljem in učencem slovenščine kot tujega jezika ter logopedom pri obravnavi motenj izreke samoglasnikov.

2 Metodologija

2.1 Govorci

V raziskavi je sodelovalo pet udeležencev (označeni so kot G1–G5), starih od 29 do 39 let (Tabela 1). V času snemanja so vsi (razen G2) živeli v Pragi na Češkem. Vsi govorci vsakodnevno uporabljajo slovenščino in so vsi (z izjemo G4) profesionalni uporabniki slovenščine (radijsko napovedovanje, poučevanje slovenščine, igra in petje). Govorci prihajajo z različnih koncev Slovenije, vsi so se vsaj delno šolali v Ljubljani in so univerzitetno izobraženi. Prav tako vsi govorijo več tujih jezikov, nekatere vsakodnevno.

Govorec	G1	G2	G3	G4	G5
Starost	32	35	29	31	39
Spol	ž	m	ž	ž	ž
Otroštvo	Šenčur	Ljubljana	Mengeš	Lenart v Slovenskih goricah	Novo mesto
Stopnja izobrazbe	uni.	uni.	uni.	uni.	uni.
Kraj šolanja	Preddvor, Ljubljana	Ljubljana	Mengeš, Ljubljana, Praga	Lenart, Maribor, Ljubljana, Praga	Novo mesto, Ljubljana
Kraj bivanja	Praga	Ljubljana	Praga	Praga	Praga
Leta v tujini	3,5	/	3,5	5	6
Države bivanja	Češka, Slovenija	Slovenija	Češka, Slovenija	Češka, Slovenija	Češka, Rusija, Slovenija
Pogostost uporabe slovenščine	dnevno	dnevno	dnevno	2–3-krat/teden	dnevno
Tuji jeziki in pogostost uporabe	angleščina, češčina in srbohrvaščina – dnevno	angleščina in nemščina – občasno	angleščina in češčina – dnevno, francoščina – občasno	angleščina – dnevno, francoščina – občasno	češčina – 4-krat/teden, angleščina – 2-krat/teden, ruščina – 1-krat/teden

Tabela 1: Podatki o udeležencih.

2.2 Nabor besed

Raziskava je zajela devet samoglasnikov: /i, e, ε, a, ɔ, o, u, ə, ʌ/. Nabor besed (Tabela 2) vsebuje za vsak samoglasnik pet enozložnih besed v zaporedju soglasnik-samoglasnik-soglasnik (CVC), skupaj 45 besed. Besede tvorijo skupino (kvazi) minimalnih parov, ki se razlikujejo v kakovosti samoglasnika, in skupino minimalnih parov, ki se razlikujejo v kolikosti. Samoglasniki /i, e, a, ɔ, u/, ki teoretično omogočajo razlikovanje glede na dolžino trajanja, so predstavljeni z enim ali dvema paroma. Besede so bile umeščene v sredino smiselnih povedi. G1 in G2 sta opravila tri ponovitve tarčnih besed, drugi govorci pa dve.

	Minimalni pari kakovost	Minimalni pari kolikost: kratki vs. dolgi	Ostali
/i/	pit	sit – sit bil – bil	
/e/	pet		med, let, tek, cev
/ε/	pet	met – med	let, bes
/a/	pad	vas – vas kaj – kaj	
/ɔ/	pot	vod – vod pod – pod	
/o/	pot		pol, dom, kot, bos
/u/	pum	na kup – nakup pust – pusta	
/ə/	pes		vrt, dež, prst, ves, krt
/ʌ/			čas, brat, fant, prag, dokaz

Tabela 2: Nabor tarčnih besed, vključno s skupino kvaziminimalnih parov, razlikujočih se v samoglasniški kakovosti, in minimalnih parov, razlikujočih se v kolikosti.

Perceptivna ocena posnetega govora je razkrila nekaj razlik med govorci. Opažena so bila naslednja odstopanja od pričakovane izreke govorjenega knjižnega jezika (SP 2001):³ G1 [bəs] → [bəs]; G2 [bəs] → [bəs] in [pət] → [pot]; G3 [pət] → [pot] in [vət] → [vot]; G4 [pəs] → [pəs] (2-krat), [let] → [let] (2-krat), [pət]/ → [pot]/ (2-krat) in [vət] → [vot]; G5 [bəs] → [bəs]. Vse te realizacije tarčnih besed so bile izločene iz nadaljnje analize. Predstavljeni rezultati tako vključujejo 134 samoglasnikov za G1, 131 za G2, 88 za G3, 83 za G4 in 89 za G5.

2.3 Snemanje govora in jezika

Govor in gibanje jezika sta bila posneta z ultrazvočnim sistemom Articulate Instruments Micro system in s programsko opremo Articulate Assistant Advances (AAA, Articulate Instruments Ltd., 2012). Micro system omogoča časovno

3 Pri tem moramo omeniti, da se kodifikacija tako v slovarju (SSKJ in SSKJ²) kot tudi v pravopisu (SP 2001) še vedno drži tradicionalne fonološke opozicije med dolgimi in kratkimi samoglasniki, ki pa v sodobnejših fonetično-fonoloških meritvah ni bila potrjena (Tivadar 2004a, 2004b, 2010; Jurgec 2011). Fonološkega razlikovanja po trajanju ni potrdila niti ta ultrazvočna raziskava.

sinhronizacijo avdio (govor) in video (jezik) signala. Slika jezika je bila ustvarjena približno vsakih 15 ms.

Vsi posnetki so bili pripravljeni v zvočno izoliranem studiu Inštituta za fonetiko Karlove univerze v Pragi. Vsi govorci so nosili posebno čelado (Articulate Instruments Ltd., 2008), ki zagotavlja, da se ultrazvočna sonda med samim snemanjem ne premika. Testni stavki so se eden za drugim izpisovali na ekranu prenosnega računalnika in govorci so dobili navodilo, da stavek preberejo takoj, ko ga vidijo. Pred začetkom snemanja govora so govorci popili nekaj požirkov vode, kar omogoča vizualizacijo alveolarnega grebena in trdega neba.

2.4 Analiza

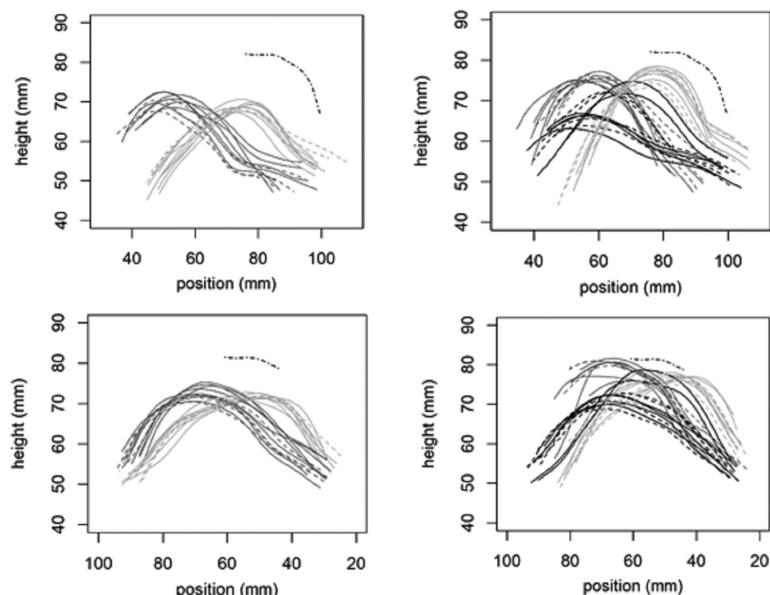
Posnetki so bili analizirani s programsko opremo AAA. S pomočjo avdio signala so bili najprej izbrani tarčni samoglasniki in njihov artikulacijsko najstabilnejši del. Ker so bili samoglasniki izrečeni v tekočem govoru, so bili podvrženi vplivu koartikulacije sosednjih glasov. Koartikulacija je zelo močno prisotna pri jezikovni artikulaciji, saj se jezik obnaša kot (najmanj) trije samostojni artikulatorji: konica, sprednji in zadnji del jezika ter del jezika, ki ni vključen v artikulacijo trenutnega glasu, a se že lahko pripravlja za izreko naslednjega. Kot artikulacijsko najstabilnejše mesto je bila pri večini samoglasnikov izbrana sredina trajanja glasu. Le pri samoglasnikih v besedah *cev*, *bil* in *pol* je bilo izbrano mesto ob koncu prve tretjine.

Izboru najstabilnejšega mesta je sledila pridobitev pripadajoče ultrazvočne slike. Ker vsaka ultrazvočna slika predstavlja 15 ms trajanja govora, AAA omogoča izris nove, neposnete, slike na točno določenem mestu v posnetku s pomočjo interpolacije med sosednjimi posnetimi slikami. V vsaki od teh slik je bilo treba nato (avtomatsko in ročno) obrisati vidno sliko površine jezika. Rezultat postopka je pridobitev krivulje, opisane z nizom (x, y) točk. Vsak tarčni samoglasnik je torej predstavljen z eno krivuljo. Krivulje so bile nato izrisane v programu R (R Core Team, 2018) kot samostojne realizacije in kot povprečne krivulje za vsak samoglasnik. Krivulje so analizirane kvalitativno.

3 Rezultati

3.1 Dolgi in kratki samoglasniki

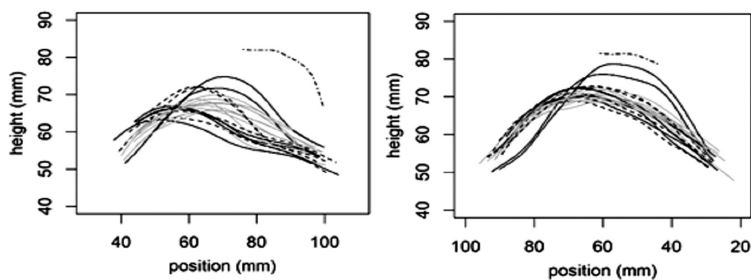
Kvalitativna primerjava položaja jezika pri samoglasniških parih /i/ – /i:/, /ε/ – /ε:/, /a/ – /a:/, /ɔ/ – /ɔ:/ in /u/ – /u:/ ni pokazala nobenih sistematičnih razlik. Slika 1 prikazuje položaj jezika govork G3 in G5 za vse posamezne produkcije zgornjih samoglasnikov. Enako kot pri G3 in G5 je bilo tudi pri vseh ostalih govorcih opaženo znatno prekrivanje med krivuljami kratkih in dolgih samoglasnikov iste kakovosti. Rezultati hkrati prikazujejo jasne razlike med samoglasniško kakovostjo, saj krivulje tvorijo pet ločenih sklopov. Edino opazno prekrivanje z ostalimi samoglasniki je pri /a/ v besedi *kaj*, kjer je zadnji del samoglasnika zaradi koartikulacije s /k/ višji.



Slika 1: Položaj jezika pri dolgih (sklenjena krivulja) in kratkih (prekinjena krivulja) samoglasnikih: levo: /e/ (svetlo siva) in /ɛ/ (temno siva); desno: /i/ (svetlo siva), /a/ (črna) in /u/ (temno siva); trdo nebo (črna, prekinjena krivulja črt in pik); G3 zgoraj, G5 spodaj. Sprednji del jezika je na desni strani slike.

3.2 Samoglasnik /A/?

Slika 2 prikazuje položaj jezika govork G3 in G5 pri /a/, /a:/ in /Λ/. Podobno kot pri primerjavi kratkih in dolgih samoglasnikov tudi tu lahko vidimo pomembno prekrivanje. Pri vseh treh glasovih jezik zavzema podobno mesto v ustni votlini, njegov položaj pa se delno razlikuje glede na glasovno okolje tarčnega samoglasnika.



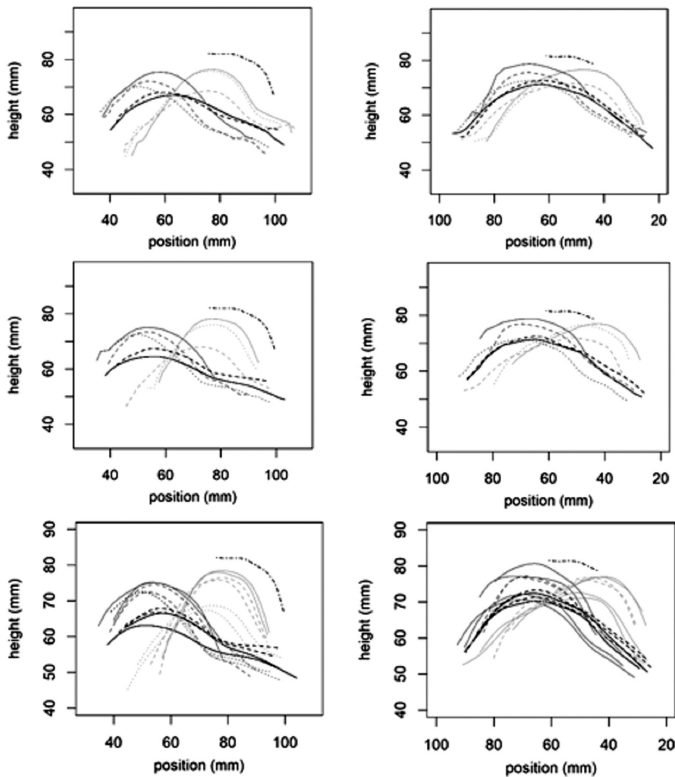
Slika 2: Položaj jezika pri izreki /a/ (črna sklenjena krivulja), /a:/ (črna prekinjena krivulja) ter /Λ/ (svetlo siva sklenjena krivulja); trdo nebo (črna, prekinjena krivulja črt in pik); G3 levo, G5 desno. Sprednji del jezika je na desni strani slike.

3.3 Samoglasniški sistem slovenščine

Zgornja in srednja vrsta Slike 3 prikazujeta povprečne krivulje jezika G3 in G5, pri čemer zgornja vsebuje vse posamezne izreke za posamezen samoglasnik, srednja pa le tiste, ki so del minimalne skupine samoglasniške kakovosti. Predstavitev obeh

povprečij jasno prikazuje vpliv koartikulacije. V zgornji vrsti lahko npr. pri obeh govorkah vidimo praktično popolno prekrivanje jezika pri glasovih /i/ in /e/. V srednji vrsti, kjer je vpliv koartikulacije poenoten, je jezik postavljen višje v ustni votlini pri /i/ kot pri /e/.

Rezultati prav tako prikazujejo globalne razlike v položaju jezika pri artikulaciji samoglasnikov slovenskega jezika. Pri /i/, /e/ in /ɛ/ je celoten jezik pomaknjen naprej v ustni votlini, pri /u/, /o/ in /ɔ/ nazaj, pri /a/ in /ə/ pa zavzema predvsem njen srednji del. Med sprednjimi samoglasniki je jezik najvišje pri /i/, sledita mu /e/ in /ɛ/. Razlika med prvima dvema je manjša kot med drugima dvema. Med zadnjimi glasovi je jezik najvišje pri /u/, sledita mu /o/ in /ɔ/. Razlike med njimi se zdijo približno enake. Položaj jezika pri srednjih samoglasnikih /a/ in /ə/ se razlikuje le v sprednjem delu, ki je višji pri /ə/. G4, ki prihaja z vzhoda Slovenije, je /ə/ v skupini minimalnih parov zamenjala z /ɛ/ (poleg narečja gre tudi za vpliv zapisa).



Slika 3: Položaj jezika pri samoglasnikih: /i/ (svetlo siva, sklenjena), /e/ (svetlo siva, prekinjena), /ɛ/ (svetlo siva, pikčasta), /a/ (črna, sklenjena), /ɔ/ (temno siva, pikčasta), /o/ (temno siva, prekinjena), /u/ (temno siva, sklenjena), /ə/ (črna, prekinjena); trdo nebo (črna, prekinjena krivulja črt in pik). Zgoraj – povprečne krivulje vseh posameznih izrek, sredina – povprečne krivulje minimalne skupine samoglasniške kakovosti, spodaj – posamezne ponovitve minimalne skupine samoglasniške kakovosti. G3 levo, G5 desno. Sprednji del jezika je na desni strani slike.

Spodnja vrsta Slike 3 prikazuje stabilnost položaja jezika v ponovitvah. Podatki predstavljajo le minimalno skupino kakovosti samoglasnikov. Tako G3 kot G5 sta opravili dve ponovitvi vsake tarčne besede in slika jasno prikazuje variabilnost v ponovitvah, prav tako pa tudi variabilnost med govorcji. G3 ima npr. stabilno izreko /u/, /ɔ/, ne pa /o/, G5 pa stabilno izreko /o/, ne pa /u/ in /ɔ/. Analiza vseh govorcev ni pokazala nikakršnih sistematičnih vzorcev.

4 Diskusija

Glavni namen predstavljene raziskave je bil opis položaja jezika pri izreki slovenskih samoglasnikov. Hkrati s tem pa smo želeli preveriti, ali obstajajo razlike v položaju jezika med (teoretično dopustnimi) kratkimi in dolgimi samoglasniki ter obstoj samoglasnika /ʌ/.

Artikulacijska analiza ni pokazala nobenih razlik med samoglasniki, ki naj bi se pojavljali v kratki oz. dolgi različici. Krivulje obeh različic so se znatno prekrivale pri vseh analiziranih samoglasniških parih, kar ne nakazuje bistvenih razlik v položaju jezika. Artikulacijski rezultati v tem sledijo predhodnim akustičnim (Šuštaršič idr. 1995; Tivadar 2004a) in perceptivnim (Tivadar 2004b; Huber 2006), da govorce slovenskega jezika ne ločujejo več med dolgimi in kratkimi samoglasniki (fonološkost kolikosti). V predstavljeni raziskavi sicer nismo preverjali dejanske razlike v dolžini samoglasnikov, ampak je delitev na kratke in dolge samoglasnike izhajala iz slovarskih transkripcij (SSKJ).

Analiza položaja jezika prav tako ni potrdila obstoja glasu /ʌ/ pri sodelujočih govoricah, kar je v nasprotju s predhodnimi opažanji akustičnih meritev (Jurgec 2011). Podobno kot pri analizi kratkih in dolgih samoglasnikov tudi tu ni bilo bistvenih razlik v položaju jezika med samoglasnikoma /a/ in /ʌ/.

Rezultati vseh petih govorcev nakazujejo, da ima slovenščina osem samoglasnikov: /i, e, ε, a, ə, ɔ, o, u/, ki se razlikujejo predvsem v položaju jezika. Jezik ima pri njihovi tvorbi distinktivno različno obliko in/ali položaj v ustni votlini. Ta razlika je najopaznejša pri njihovi izreki v naboru minimalnih parov. V primerjavi samoglasnikov, izrečenih v različnih glasovnih okoljih, pa je opazen znaten vpliv koartikulacije, ki lahko bistveno spremeni obliko in položaj jezika (npr. samoglasnik /a/ na Sliki 1), kar je skladno z opisom koartikulacijskega vpliva sosednjih soglasnikov na položaj jezika pri samoglasniku (Zharkova, Hewlett 2009).

Predstavljen raziskava je prav tako razkrila zanimive razlike med govoricami in pri njih samih.⁴ Čeprav imajo na splošno vsi govorce primerljive položaje jezika, so med njimi opazne tudi manjše razlike, kot npr. razlika med /a/ in /ə/ pri obeh govoricah na Sliki 3. Te razlike so najverjetneje posledica individualnih anatomskih značilnosti in usvojenih artikulacijskih navad. Razlike so opazne tudi v ponovitvah istih govorcev, pri čemer se jezik bolj razlikuje v položaju kot v obliki. To nakazuje, da ne obstaja zgolj en sam ustrezen položaj jezika, temveč da ima jezik ciljno področje v ustni votlini, znotraj katerega se mora izvesti artikulacija.

4 O različnem položaju jezika pri tvorbi polglasnika v obalnem govoru je pisala Jana Volk (2018).

5 Zaključek

Ultrazvočni pogled na slovenske samoglasnike je potrdil obstoj osmih različnih samoglasnikov ter predstavil pomembne razlike med govorce in v ponovitvah istih govorcev. Menimo, da bodo rezultati v pomoč logopedom in učiteljem slovenščine kot tujega jezika pri predstavitvi artikulacije slovenskih samoglasnikov. V prihodnjih raziskavah bi bilo treba vključiti več govorcev ter združiti akustično, artikulacijsko in perceptivno analizo govora istih govorcev. Le tako bi dobili kar najširši pogled na slovenski samoglasniški sistem.

Literatura

- Articulate Instruments Ltd, 2008: *Ultrasound Stabilisation Headset Users Manual: Revision 1.4*. Edinburgh, UK: Articulate Instruments Ltd.
- Articulate Instruments Ltd, 2012: *Articulate Assistant Advanced User Guide: Version 2.14*. Edinburgh, UK: Articulate Instruments Ltd.
- BERNHARDT, Barbara, BACSFALVI, Penelope, GICK, Bryan, RADANOV, Bosko, WILLIAMS, Rhea, 2005: Exploring the use of electropalatography and ultrasound in speech habilitation. *Journal of Speech-Language Pathology & Audiology* 29. 169–182.
- BEZLAJ, France, 1939: *Oris slovenskega knjižnega izgovora*. Ljubljana: Znanstveno društvo.
- CLELAND, Joanne, SCOBIE, James, WRENCH, Alan, 2015: Using ultrasound visual biofeedback to treat persistent primary speech sound disorders. *Clinical Linguistics and Phonetics* 29. 575–597.
- HUBER, Damjan, 2006: Percepcija samoglasniških opozicij pri dijakih pomurskih srednjih šol. *Jezik in slovnstvo* LI/1. 71–83.
- JURGEČ, Peter, 2011: Slovenščina ima 9 samoglasnikov. *Slavistična revija* LIX/3. 243–268.
- KOCJANČIČ ANTOLIK, Tanja, PILLOT-LOISEAU Claire, KAMIYAMA, Takeki, 2019: The effectiveness of real-time ultrasound visual feedback on tongue movements in L2 pronunciation training. *Journal of second language pronunciation* V/2. 72–79.
- R Core Team, 2018: *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. www.R-project.org.
- STONE, Maureen, 2005: A guide to analysing tongue motion from ultrasound images. *Clinical Linguistics & Phonetics* XIX/6–7. 455–501.
- ŠUŠTARŠIČ, Rastislav, KOMAR, Smiljana, PETEK, Bojan, 1995: Slovene. *Journal of the International Phonetic Association* 25. 86–90.
- TIVADAR, Hotimir, 2004a: Fonetično-fonološke lastnosti samoglasnikov v sodobnem knjižnem jeziku. *Slavistična revija* LII/1. 31–48.
- TIVADAR, Hotimir, 2004b: Priprava, izvedba in pomen perceptivnih testov za fonetičnofonološke raziskave (na primeru analize fonoloških parov). *Jezik in slovnstvo* XLIX/2. 17–36.
- TIVADAR, Hotimir, 2010: Normativni vidik slovenščine v 3. tisočletju – knjižna slovenščina med realnostjo in idealnostjo. *Slavistična revija* LVIII/1. 105–116.
- VOLK, Jana, 2018: Polglasnik v slovenskem spontanem govoru prebivalcev Obale. *Jezik in slovnstvo* LXIII/1. 19–37.
- ZHARKOVA, Natalia, HEWLETT, Nigel, 2009: Measuring lingual coarticulation from midsagittal tongue contours: Description and example calculations using English /t/ and /a/. *Journal of Phonetics* XXXVII/2. 248–256.