

## STROJNI RAZREZ POSNETKOV IZ KORPUSA GOVORJENE SLOVENŠČINE GOS 2.1 IN FONETIČNE MERITVE

**Nejc Robida**

Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana  
nejc.robida@ff.uni-lj.si

**Jaka Čibej**

Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana  
jaka.cibej@ff.uni-lj.si

**Simon Krek**

Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana  
simon.krek@ff.uni-lj.si

DOI:10.4312/Obdobja.43.267-274

V prispevku smo se posvetili kvantitativni fonetični analizi slovenskega govornega jezika z metodo strojnega razreza posnetkov z vsiljeno poravnavo na besede, zloge in glasove. Na izbranih posnetkih iz korpusa govorne slovenščine Gos 2.1 smo najprej analizirali kakovost strojnega razreza, nato pa opravili statistične analize na fonetičnih meritvah trajanja samoglasnikov *a* in *i*.

fonetika, vsiljena poravnava, fonetična analiza, govorni korpusi, kvantitativne metode

This article focuses on a quantitative phonetic analysis of spoken Slovenian by using the forced alignment method to segment recordings into words, syllables, and phonemes. A selection of recordings from the Gos 2.1 Corpus of Spoken Slovenian was first analyzed to determine the quality of the forced alignment. This was followed by a statistical analysis of automatic measures of duration for the vowels *a* and *i*.

phonetics, forced alignment, phonetic analysis, speech corpora, quantitative methods

### 1 Uvod

Številne dosedanje eksperimentalnofonetične in fonološke raziskave za slovenščino (glej npr. Srebot Rejec 1988; Petek idr. 1996; Tivadar 1999, 2003, 2004a, 2004b, 2008, 2023; Jurgec 2005, 2006, 2011; Horjak 2019) so temeljile na analizi manjših zbirk posnetkov z omejenim številom govorcev. Srebot Rejec (1988) je v svoji raziskavi npr. uporabila tri govorce, Petek idr. (1996) so meritve opravili pri dveh govorcih (moški in ženska), Tivadar je v članku (2004a) obravnaval gradivo šestih različnih govorcev, Jurgec (2005) pa je za svojo analizo izbral deset govorcev. Zadnjih trideset let tako raziskovalci intenzivno preizprašujejo trenutno aktualni fonetično-fonološki sistem, ki je opisan v *Slovenski slovnici* (1976–2004) in *Slovenskem pravopisu* (2001).

Zbiranje zvočnih posnetkov je dolgotrajno in zamudno, ročna analiza po posameznih glasovih pa zahteva zelo veliko časa, zato je metoda težko prenosljiva na večje količine podatkov. Novejši tehnološki postopki, ki omogočajo razrez posnetkov na besede, zloge in celo posamezne glasove, lahko prihranijo precej logističnega dela,<sup>1</sup> obenem pa odpirajo možnosti za strojno podprte primerjave značilnosti glasov z naprednejšimi kvantitativnimi in statističnimi metodami. Na voljo je že mnogo odprtodostopnih zbirk posnetkov – najnovejša in največja strojno berljiva govorna zbirka za slovenščino je korpus govorne slovenščine Gos 2.1 (Verdonik idr. 2023), ki je nastal v okviru projekta Razvoj slovenščine v digitalnem okolju.

Empirični podatki so pri pripravi jezikovnih priročnikov nujni, da ti odsevajo realno jezikovno rabo, motivacija za našo raziskavo pa je nastajajoči *Pravopis 8.0*,<sup>2</sup> ki med slogovno-pojasnjevalnim razdelkom v členu {325} navaja, da razlik med dolgimi in kratkimi samoglasniki govorci v sodobni slovenščini večinoma ne zaznavajo, hkrati pa člen {505} ob predvidenem kratkem izgovoru samoglasnikov poudari tudi mogoč nekratki izgovor kratkih naglašanih samoglasnikov. V prispevku bomo zato obravnavali poskusni strojni razrez vzorca posnetkov iz zbirke Gos 2.1 na posamezne glasove in opravili statistično analizo meritev trajanja izgovora samoglasnikov *a* in *i*.

## 2 Gradivo

Korpus govorne slovenščine Gos 2.1 obsega transkripcije okrog 310 ur posnetkov (po)govora v različnih situacijah: od radijskih (100 posnetkov) in televizijskih oddaj (81 posnetkov), šolskih ur (18 posnetkov), predavanj (63 posnetkov) do zasebnih pogovorov med prijatelji ali v krogu družine ter delovnih sestankov, svetovanj in podobno. Govor iz posnetkov je transkribiran na standardiziranem in pogovornem nivoju, transkripcije pa zajemajo skoraj 2,4 milijona pojavnic. S pomočjo korpusnih metapodatkov je mogoče opazovane govorce omejiti glede na regijo bivanja, starost, izobrazbo ipd. Za namen naših meritev smo se omejili na 28 posnetkov (22 posnetkov iz kategorije *javni govor*, 6 pa iz kategorije *zasebni govor*) različnih govorcev (13 moških in 15 žensk), katerih jezik je bil v metapodatkih označen kot standardni, regija stalnega prebivališča pa osrednjeslovenska. Večina je iz starostne skupine 30–59 let (16 govorcev), v vzorcu pa sta še skupini 18–34 let (6 govorcev) in nad 60 let (3 govorci), pri 3 govorcih ni podatka o starosti. 18 govorcev ima fakultetno izobrazbo, 1 osnovnošolsko, 3 srednješolsko, 5 jih je zaključilo višjo ali visoko šolo, pri 1 podatka o izobrazbi ni bilo. Transkripcija posameznega posnetka je v povprečju zajemala približno 1.950 pojavnic (najmanj 518 in največ 5.544, polovica več kot 1.872).

1 Ročno delo zahteva tudi do osemstokrat toliko časa, kot traja sam posnetek govora (Schiel idr. 2012: 111).

2 <https://pravopis8.fran.si/gen/sp8.html>

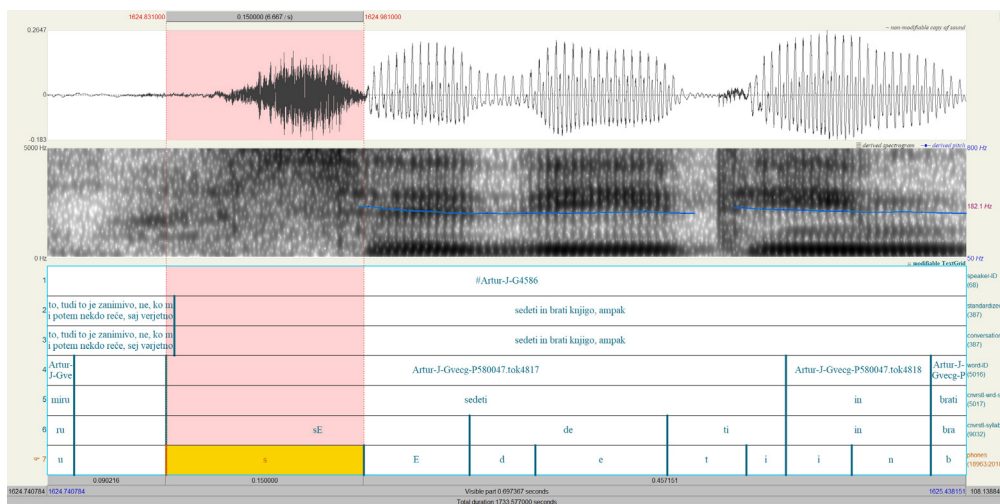
### 3 Metoda strojnega razreza na glasove

Strojni razrez je bil izveden s pomočjo prostodostopnega orodja Montreal Forced Aligner (MFA; McAuliffe idr. 2017),<sup>3</sup> ki temelji na metodi vsiljene poravnave (angl. *forced alignment*). Ta metoda vzame ortografsko transkripcijo zvočnega posnetka, ustvari časovno poravnano različico ob upoštevanju strojno berljivega slovarja izgovarjav in z njegovo pomočjo v besedah poišče posnetku primerne glasove.<sup>4</sup> Orodje MFA trenutno ponuja že naučene akustične modele za 22 jezikov. Med njimi še ni slovenščine, zato je bil model naučen ločeno na podmnožici Artur-B-Brani govorne zbirke Artur 1.0 (Verdonik idr. 2023). V sami podmnožici so posnetki 1000 različnih govorcev, ki so posneli 485 ur branega govora. Poleg akustičnega modela je bil naučen še model za grafemsko-fonemsko pretvorbo, in sicer na podlagi slovarja izgovarjav OptiLEX (Žganec Gros idr. 2022).

Rezultat vsiljene poravnave je datoteka s fonetično transkripcijo posnetka, ki je razrezan na besede, zloge in posamezne glasove. Poravnani zapis s posnetkom (v formatu TextGrid) pa je mogoče analizirati npr. s prostodostopnim programom Praat (Boersma, Weenink 1992–2024).

### 4 Kvalitativna evalvacija strojnega razreza

Slika 1 predstavlja posnetek delovnega okna v programu Praat, ki prikazuje zvočni signal, spektrogram in 7 različnih označevalnih ravni, npr. ID posnetka (1),



Slika 1: Primer strojno razrezanega posnetka (besede *sedeti*) iz korpusa Gos 2.1 v programu Praat.

- 3 Primerjava kakovosti razreza različnih poravnalnikov (npr. MAUS, FAVE, LaBB-CAT in MFA) na angleškem jeziku je pokazala, da se najboljše odrežeta orodji LaBB-CAT in MFA (Gonzalez idr. 2019), zato smo za preizkus na slovenskem gradivu izbrali orodje MFA.
- 4 Metodo vsiljene poravnave podrobneje opisujejo Križaj, Žganec Gros in Dobrišek (2024). Prvi opis strojnega razreza samoglasnikov in njihovih meritev za slovenščino sta objavila Robida in Tivadar (2015).

standardizirani zapis (2), pogovorni zapis (3), ID pojavnice (4), pojavnica (5); debelejšje vertikalne modre črte predstavljajo meje začetka in konca izreka, razrez na zloge (6) in na glasove (7). Neprekinjena črta na spektrogramu označuje potek osnovnega tona.

Da bi preverili učinkovitost strojnega razreza, smo ročno popravili enega od razrezanih posnetkov. Glede na kvalitativno analizo orodje MFA najboljše razreže samoglasnike, pri katerih meje postavi precej natančno. Popravki so obsegali okno približno dolžine 10 ms.

Orodje ustrezno zaznava in razločuje tudi pripornike in različne vzglasne glasove, npr. sičnike ter šumnike (v besedi *svojih*) in nosnike (*minut*). Največje težave povzroča razrez glasu *r*, ki je bil vedno dobro ločen od glasu pred njim, a je model konec izgovora postavil tudi do 40 ms prekmalu (npr. v besedi *srečujemo*). Razrez zapornikov (npr. *p* in *b*) je tudi ročno težko določljiv. Podobno je s fonetičnimi dvoglasniki, npr. v besedi *pozdravljeni*. Pri ročnih popravkih smo se osredotočili na izrisane formante; ko so postali nestabilni, smo to označili kot drugi del dvoglasnika, kot mejo med glasom *a* in varianto fonema /v/ oz. /v̥/, torej glasom [u̥].<sup>5</sup>

Orodje MFA je prepozno odrezalo končne samoglasnike. Predvidevamo, da je orodje del izdiha zaznalo kot del izglasnega glasu, je pa kljub temu dovolj natančno zaznalo vzdihe, izdihe in tišino kot premore, če ti niso bili neobičajno kratki. Popravki v obsegu okna 10 ms so bili potrebni tudi pri nosnikih, ki so jim sledili samoglasniki. Pričakovano so se pojavile težave pri posebnih nezvočniških sklopih, ko lahko namesto posameznih glasov izgovarjamo tudi ustrezna zlitnika [c] ali [č] oz. podaljšane soglasnike. Pri besedni zvezi *priročnik z* model npr. ni zaznal glasovne premene glasu [k] v [g]. Ker trenutno takšnega modela, kot je MFA, še ne moremo naučiti regresivne asimilacije, ki posega čez besedno mejo, so takšne napake pričakovane. V besedni zvezi *ob pripravi* sta črki <b> in <p> izgovorjeni kot en glas [p], a ju model razreže na dva dela. Zato moramo premisliti, kako rešiti takšne težave pri ročnih popravkih, ali je bolje izgovor črk <b> in <p> označiti kot en glas [p] ali bi bilo bolje glas [p] vsiljeno razdeliti na dva dela.

## 5 Statistična analiza trajanja samoglasnikov *a* in *i*

Poleg izvozov datotek TextGrid, ki jih je mogoče pregledovati v programu Praat, so bile izvožene tudi tabelarične datoteke z meritvami vsakega posameznega glasu v vseh 28 razrezanih vzorčnih posnetkih. Tabela 1 prikazuje primer glavnih meritev glasov za razrezano besedo *sedeti* (trajanje, formanti in intenzivnost). Poleg navedenih meritev so npr. na voljo tudi podatki o predhodnem in naslednjem glasu, naraščanju in padanju osnovne frekvence. V tem prispevku se omejujemo na trajanje.<sup>6</sup>

5 Za fonem, zapisan s črko <v>, Tivadar (2023) predlaga zapis s simbolom /v̥/, medtem ko Unuk (2023) v svojem članku dosledno uporablja simbol /v/.

6 Orodje MFA lahko meje med različnimi fonemi določa na 10 ms natančno.

Glas <sup>1</sup>	Trajanje [s]	F1 [Hz]	F2 [Hz]	F3 [Hz]	F4 [Hz]	Intenzivnost [dB]
s	0,14	1.235,8	2.568,3	3.418,0	4.448,0	65,9
E	0,07	376,6	2.096,5	2.813,0	4.317,5	72,1
d	0,06	295,7	2.072,2	2.838,1	4.248,5	68,8
„e:	0,10	320,6	2.526,3	2.950,3	4.222,7	72,8
t	0,06	855,3	2.355,7	3.194,3	4.076,2	62,3
i	0,04	340,5	2.574,8	3.054,9	4.262,1	73,7

Tabela 1: Meritve značilnosti glasov pri pojavnici *sedeti* iz korpusa Gos 2.1.<sup>7</sup>

V Tabeli 2 je prikazana opisna statistika za trajanje glasov, ki jih obravnavamo v tej raziskavi. Pri fonemu /a/: *a* (nenaglašeni *a*), „*a* (kratki naglašeni *a*) in „*a*: (dolgi naglašeni *a*); pri fonemu /i/ pa: *i* (nenaglašeni *i*), „*i* (kratki naglašeni *i*) in „*i*: (dolgi naglašeni *i*). Povprečje in mediana se pri različnih variantah fonema /i/ ne razlikujeta bistveno, pri fonemu /a/ pa izstopa dolgi naglašeni *a*, ki je v povprečju za tretjino daljši kot drugi varianti.

Glas	Pojavitve	Povprečje [s]	Mediana [s]	Minimum [s]	Maksimum [s]	Standardni odklon [s]	Varianca	Koeficient variance
„i:	21.518	0,070	0,06	0,01	0,66	0,0390	0,0015	0,5601
„i	513	0,083	0,06	0,01	0,45	0,0712	0,0051	0,8541
i	53.546	0,070	0,05	0,01	0,74	0,0562	0,0032	0,8068
„a:	36.083	0,102	0,10	0,01	0,80	0,0602	0,0036	0,5887
„a	6.880	0,067	0,05	0,01	0,52	0,0449	0,0020	0,6706
a	46.983	0,076	0,06	0,01	1,68	0,0609	0,0037	0,8048

Tabela 2: Opisna statistika trajanja obravnavanih fonemov v vzorcu korpusa Gos 2.1.

Povprečja variant obeh fonemov smo primerjali tudi s statističnim testom ANOVA: pri samoglasniku *i* je test sicer pokazal, da glede na vzorec obstaja statistično pomembna razlika med povprečji ( $F = 17,687$ ;  $p < 0,001$ ), a je velikost učinka povsem zanemarljiva ( $\eta^2 = 0,00047$ ),<sup>8</sup> kar nakazuje, da glede na vzorec ni razlike v trajanju med nenaglašenim *i*, kratkim naglašenim *i* in dolgim naglašenim *i*.

ANOVA za samoglasnik *a* je prav tako pokazala statistično pomembno razliko ( $F = 2.399,471$ ;  $p < 0,001$ ), velikost učinka pa je v tem primeru neprimerljivo večja ( $\eta^2 = 0,05065$ ) – kar 107-krat večja od velikosti učinka pri testu za trajanje samoglasnika *i*. To nakazuje, da se dolgi naglašeni *a* (s trajanjem v povprečju 102 ms) v trajanju dovolj razlikuje od kratkega naglašene *a* (povprečje 67 ms) in nenaglašene *a* (povprečje 76 ms), med katerima pa ni razlik v trajanju.

## 6 Sklep

Glede na rezultate iz strojnega razreza vzorca, ki smo ga za namen članka izbrali iz korpusa Gos 2.1, statistično pomembne razlike v trajanju izgovora med dolgim

7 V slovarju izgovorjav OptiLEX (Žganec Gros idr. 2022) uporabljajo računalniško berljivi MRPA (Machine Readable Phonetic Alphabet) zapis.

8 Kot majhne razlike se obravnavajo šele vrednosti nad 0,01, kar je več kot 20-krat več od našega rezultata.

in kratkim ter nenaglašenim samoglasnikom *i* ni. Obstaja pa statistično pomembna razlika v trajanju izgovora dolgega naglašenege *a* in kratkega ter nenaglašenege *a*. *Pravopis 8.0* v členu {505}<sup>9</sup> navaja, da je v knjižnem jeziku danes mogoč tudi nekratki izgovor kratkega naglašenege samoglasnika. Na 1. slovenskem pravorečnem posvetu so bila izpostavljena različna stališča glede temeljev kolikostnih nasprotij, ki jih navajajo nekateri jezikoslovci, npr. Rigler, Škrabec in Toporišič. Lahko gre za posledico diahronega pogleda na jezik ali slušnega vtisa in opisa glasoslovnega sistema predvsem na podlagi (takratnega) govora Ljubljane. Na samo knjižno izreko posameznika pa lahko vplivajo tudi različne narečne osnove (kakovostna in kolikostna razmerja iz organskega narečnega govora se lahko v knjižnem npr. ohranijo, prekoderajo, zanemarijo). V prihodnje bomo zato analizirali večji vzorec, npr. vse standardne govorce iz korpusa Gos 2.1, ne samo govorcev iz osrednje Slovenije. Opravili bomo tudi primerjavo z rezultati na celotnem korpusu Gos 2.1 in meritvami vsakega posameznega govorca, pri čemer bomo obravnavali še ostale samoglasnike in preverili, ali lahko dolgi izgovor naglašenege samoglasnika pri standardnih (profesionalnih in t. i. običajnih) govorcih iz korpusa Gos 2.1 zaznamo samo pri segmentu /a/. S tem bomo lahko odgovorili tudi na dilemo, ki jo izpostavljata Snój in Ježovnik (2021: 222): »Ker so vse moderne fonetične raziskave z izjemo Jurgčevih (2005, 2006, 2011) pretežno ali v celoti opravljene na vzorcu šolanih profesionalnih govorcev [...], pri katerih je med procesom govornega šolanja prišlo do korekcije, ne preseneča, da kolikostnega ali kakovostnega razlikovanja med odrazi kratkih in dolgih naglašenege samoglasnikov ne potrjujejo.« Rezultati pa bodo hkrati podlaga za razmislek o sodobnem knjižnem izgovoru govorcev in govork slovenskega jezika, »ki so ga že preučevale različne fonetične študije [...] od konca osemdesetih let do danes, ki pa na osnovi realnih, merljivih podatkov niso potrdile kolikostne razlike, razen pri segmentu /a/, za katerega pa Jurgec (2011) v osrednjeslovenskem prostoru dokazuje, da gre za kakovostno razliko, ne kolikost, tj. za drug samoglasniški segment« (Tivadar, Horjak 2021: 26). Zato bomo po opravljenih strojnih meritvah na večjem vzorcu pregledali tudi besede, v katerih se pojavijo kratki naglašeni samoglasniki, analizirali njihovo formantno strukturo in poiskali vzroke (ne)obstoja kolikostnih nasprotij pri različnih samoglasnikih.

Metoda strojnega razreza odpira dodatne možnosti za obširnejšo analizo, pri kateri bi z ročnimi popravki strojnega razreza sodelovalo več jezikoslovcev, kar bi omogočilo širšo kvantitativno evalvacijo strojnega razreza in obenem najpogostejših razhajanj med ročnimi popravljalci. V članku preizkušena metoda prispeva k večji reprezentativnosti izsledkov, saj omogoča obdelavo neprimerljivo večjih količin posnetkov, tudi z upoštevanjem korpusnih metapodatkov (npr. regija bivanja govorca, starost, izobrazba). Strojne akustične meritve trajanja glasov, osnovne frekvence, padca in rasti osnovne frekvence in formantov so osnova za obsežno analizo samoglasnikov in soglasnikov, ki je lahko močna empirična podlaga za pravopisne in pravorečne priročnike (npr. *Slovenski pravopis* 2001, *ePravopis*) in druge jezikovne vire, kot je npr. *Slovenski oblikoslovni leksikon Sloleks* (Čibej idr. 2022).

9 »Krativec (˘) označuje samoglasnike (razen polglasnika), za katere je bil nekdaj v knjižnem jeziku predviden zgolj kratki, danes pa tudi nekratki izgovor [...]« (*Pravopis 8.0*: {505}).

## Literatura

- BOERSMA, Paul, WEENINK, David, 2024: *Praat: Doing Phonetics by Computer*. Verzija 6.4.12. <https://www.fon.hum.uva.nl/praat/>.
- ČIBEJ, Jaka, GANTAR, Kaja, DOBROVOLJC, Kaja, KREK, Simon, HOLOZAN, Peter, ERJAVEC, Tomaž, ROMIH, Miro, ARHAR HOLDT, Špela, KRSNIK, Luka, ROBNIK-ŠIKONJA, Marko, 2022: *Morphological Lexicon Sloleks 3.0*. Slovenian language resource repository CLARIN.SI. <http://hdl.handle.net/11356/1745>.
- GONZALEZ, Simon, GRAMA, James, TRAVIS, Catherine, 2020: Comparing the Performance of Forced Aligners Used in Sociophonetic Research. *Linguistics Vanguard* VI/1. [https://openresearch-repository.anu.edu.au/bitstream/1885/261248/1/01\\_Gonzalez%2B%20choa\\_Comparing\\_the\\_performance\\_of\\_2020.pdf](https://openresearch-repository.anu.edu.au/bitstream/1885/261248/1/01_Gonzalez%2B%20choa_Comparing_the_performance_of_2020.pdf).
- HORJAK, Luka, 2019: Akustična analiza polglasnika: ob osemdesetletnici izida Orisa slovenskega knjižnega izgovora Franceta Bezljaja. Hotimir Tivadar (ur.): *Slovenski javni govor in jezikovno kulturna (samo)zavest. Obdobja 38*. Ljubljana: Znanstvena založba Filozofske fakultete. 39–47.
- JURGEC, Peter, 2005: Formant Frequencies of Standard Slovene Vowels. *Govor* XII/2. 127–144.
- JURGEC, Peter, 2006: O nenaglašeni /e/ in /o/ v standardni slovenščini. *Slavistična revija* LIV/2. 173–185.
- JURGEC, Peter, 2011: Slovenščina ima 9 samoglasnikov. *Slavistična revija* LIX/3. 243–268.
- KRIŽAJ, Janez, ŽGANEC GROS, Jerneja, DOBRIŠEK, Simon, 2024 (v tisku): Utilizing Forced Alignment for Phonetic Analysis of Slovene Speech. *Proceedings of the Language Technologies and Digital Humanities Conference 2024*.
- MCAULIFFE, Michael, SOCOLOF, Michaela, MIHUC, Sarah, WAGNER, Michael, SONDEREGGER, Morgan, 2017: Montreal Forced Aligner: Trainable Text-Speech Alignment Using Kaldi. *Proceedings of the 18th Conference of the International Speech Communication Association*. Francija: International Speech Communication Association (ISCA). 498–502. [https://montreal-forced-aligner.readthedocs.io/en/latest/\\_downloads/998b0c31eadaf048e8e3de805b9ef8e6/MFA\\_paper\\_Interspeech2017.pdf](https://montreal-forced-aligner.readthedocs.io/en/latest/_downloads/998b0c31eadaf048e8e3de805b9ef8e6/MFA_paper_Interspeech2017.pdf).
- PETEK, Bojan, ŠUŠTARŠIČ, Rastislav, KOMAR, Smiljana, 1996: An Acoustic Analysis of Contemporary Vowels of the Standard Slovenian Language. *Proceedings ICSLP 96, Fourth International Conference on Spoken Language Processing*. Wilmington: University of Delaware/Applied Science. 133–136. <http://www.asel.udel.edu/icslp/cdrom/vol1/820/a820.pdf>.
- Pravopis 8.0: Pravila novega slovenskega pravopisa za javno razpravo*. <https://pravopis8.fran.si/gen/sp8.html> (dostop 3. 5. 2024).
- ROBIDA, Nejc, TIVADAR, Hotimir, 2015: Problemi samodejne meritve samoglasnikov. Mojca Smolej (ur.): *Slovnica in slovar – aktualni jezikovni opis. Obdobja 34*. Ljubljana: Znanstvena založba Filozofske fakultete. 643–654.
- SCHIEL, Florian, DRAXLER, Christoph, BAUMANN, Angela, ELBOGEN, Tania, STEEN, Alexander, 2012: *The Production of Speech Corpora*. Verzija 2.5. <https://www.bas.uni-muenchen.de/Forschung/BITS/TP1/Cookbook/> (dostop 4. 5. 2024).
- Slovenski pravopis*, 2001. Ljubljana: Založba ZRC, ZRC SAZU.
- SNOJ, Marko, JEŽOVNIK, Janoš, 2021: Kolikostna nasprotja v knjižni izreki. Tanja Mirtič, Marko Snoj (ur.): *1. slovenski pravorečni posvet*. Ljubljana: Slovenska akademija znanosti in umetnosti. 217–225.
- SREBOT-REJEC, Tatjana, 1988: *Word Accent and Vowel Duration in Standard Slovene. An Acoustic and Linguistic Investigation*. München: Verlag Otto Sagner.
- TIVADAR, Hotimir, 1999: Fonem /v/ v slovenskem govornem knjižnem jeziku. *Slavistična revija* XLVII/3. 341–361.
- TIVADAR, Hotimir, 2003: *Govorjena podoba slovenskega knjižnega jezika – pravorečni vidik*. Magistrsko delo. Ljubljana, Praga: Filozofska fakulteta.
- 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 fonetično-fonološke raziskave (na primeru analize fonoloških parov). *Jezik in slovnstvo* XLIX/2. 17–36.
- TIVADAR, Hotimir, 2008: *Kakovost in trajanje samoglasnikov v govornem knjižnem jeziku*. Doktorska disertacija. Ljubljana, Praga: Filozofska fakulteta.
- TIVADAR, Hotimir, HORJAK, Luka, 2021: Smiselna kodifikacija slovenskega pravorečja. Tanja Mirtič, Marko Snoj (ur.): *1. slovenski pravorečni posvet*. Ljubljana: Slovenska akademija znanosti in umetnosti. 17–34.
- TIVADAR, Hotimir, 2023: Normativni vidik slovenščine v tretjem tisočletju – artikulacija, percepcija in kodifikacija fonema /v/. *Jezikoslovni zapiski: zbornik Inštituta za slovenski jezik Frana Ramovša* XXIX/2. 77–112.
- TOPORIŠIČ, Jože, 2004: *Slovenska slovnica*. 4., prenovljena in razširjena izdaja. Maribor: Obzorja.
- UNUK, Drago, 2023: Fonetično-fonološki status fonema /v/ v slovenskem govornem knjižnem jeziku. *Jezikoslovni zapiski: zbornik Inštituta za slovenski jezik Frana Ramovša* XXIX/2. 37–75.
- VERDONIK, Darinka, BIZJAK, Andreja, ŽGANK, Andrej, BERNJAK, Mitja, ANTLOGA, Špela, MAJHENIČ, Simona, ČAKŠ, Peter, PUCER, Matevž, CVETKO, Mitja, ZELENIK, Marijana, PAVLIČ, Jani, DOBRIŠEK, Simon, KRIŽAJ, Janez, STRLE, Gregor, IVANOVSKA, Marija, GRM, Klemen, BAJEC, Marko, LEBAR BAJEC, Iztok, JELOVŠEK, Tjaša, LOKOVŠEK, Jure, LONGYKA, Jure, TROJAR, Mitja, ŽGANEC GROS, Jerneja, MIHELIC, Aleš, VESNICER, Boštjan, DRETNIK, Naum, BORDON, David, 2023: *ASR database ARTUR 1.0 (audio)*. Slovenian language resource repository CLARIN.SI. <http://hdl.handle.net/11356/1776>.
- VERDONIK, Darinka, ZWITTER VITEZ, Ana, ZEMLJARIČ MIKLAVČIČ, Jana, KREK, Simon, STABEJ, Marko, ERJAVEC, Tomaž, POTOČNIK, Tomaž, SEPESYMAUČEC, Mirjam, MAJHENIČ, Simona, ŽGANK, Andrej, BIZJAK, Andreja, GRIL, Lucija, DOBRIŠEK, Simon, KRIŽAJ, Janez, BAJEC, Marko, LEBAR BAJEC, Iztok, ŠOLTES, Tjaša, TROJAR, Mitja, BERNJAK, Mitja, DRETNIK, Naum, STRLE, Gregor, DOBROVOLJC, Kaja, LJUBEŠIČ, Nikola, RUPNIK, Peter, 2023: *Spoken corpus Gos 2.1 (transcriptions)*. Slovenian language resource repository CLARIN.SI. <http://hdl.handle.net/11356/1863>.
- ŽGANEC GROS, Jerneja, MIRTIC, Tanja, ROMIH, Miroslav, AHACIČ, Kozma, 2022: *Slovar izgovarjav OptiLEX*. Ljubljana: Založba ZRC.

Prispevek je nastal v okviru raziskovalnega projekta Temeljne raziskave za razvoj govornih virov in tehnologij za slovenski jezik (MEZZANINE, J7-4642) in raziskovalnega programa Jezikovni viri in tehnologije za slovenski jezik (P6-0411), ki ju financira Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije (ARIS). Za učenje modelov za vsiljeno poravnavo in strojni razrez posnetkov se avtorji iskreno zahvaljujemo dr. Janezu Križaju in dr. Simonu Dobrišku s Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Zahvaljujemo se tudi recenzentoma članka za koristne in strokovne pripombe.