

# Elektropalatografska analiza koartikulacije u atipičnom govoru

---

**Kolarić, Dora**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, University of Zagreb, Faculty of Humanities and Social Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:131:215403>

*Rights / Prava:* [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-14**



Sveučilište u Zagrebu  
Filozofski fakultet  
University of Zagreb  
Faculty of Humanities  
and Social Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[ODRAZ - open repository of the University of Zagreb  
Faculty of Humanities and Social Sciences](#)



Sveučilište u Zagrebu

Filozofski fakultet

Odsjek za fonetiku

Dora Kolarić

**ELEKTROPALATOGRAFSKA ANALIZA KOARTIKULACIJE U ATIPIČNOM  
GOVORU**

Diplomski rad

Zagreb, rujan, 2020.

Sveučilište u Zagrebu

Filozofski fakultet

Odsjek za fonetiku

Dora Kolarić

**ELEKTROPALATOGRAFSKA ANALIZA KOARTIKULACIJE U ATIPIČNOM  
GOVORU**

Diplomski rad

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Marko Liker

Zagreb, rujan, 2020.

## **PODACI O AUTORU**

Ime i prezime: Dora Kolarić

Naziv oba studija: Fonetika – znanstveno usmjerenje/Sociologija – nastavnički smjer

## **PODACI O RADU**

Naslov rada na hrvatskome jeziku: Elektropalatografska analiza koartikulacije u atipičnom govoru

Naslov rada na engleskome jeziku: Electropalatographic analysis of coarticulation in impaired speech

Datum predaje rada: 28.08.2020.

## **IZJAVA O AUTORSTVU DIPLOMSKOGA RADA**

Ovim potvrđujem da sam osobno napisala diplomski rad pod naslovom

### **ELEKTROPALATOGRAFSKA ANALIZA KOARTIKULACIJE U ATIPIČNOM GOVORU**

i da sam njegova autorica.

Svi dijelovi rada, podaci ili ideje koje su u radu citirane ili se temelje na drugim izvorima (mrežni izvori, udžbenici, knjige, znanstveni, stručni članci i sl.) u radu su jasno označeni kao takvi te su navedeni u popisu literature.

Dora Kolarić

---

(ime i prezime studenta/ice)

Zagreb, 28. kolovoza, 2020.

## ZAHVALA

Ponajprije i ponajviše želim uputiti ovu zahvalu svome mentoru. Pišući ovaj diplomski rad, u neizvjesnim vremenima koja su nas snašla, imala sam bezrezervnu i konstantnu podršku te maksimalnu razinu razumijevanja, strpljenja i tople riječi ohrabrenja. Posebice u trenucima nesigurnosti, dileme pa čak i sumnje u samu sebe i svoje mogućnosti, uvidjela sam da kraj sebe imam mentora i osobu koja vjeruje u mene i moj rad. To me potaknulo i dalje me potiče da budem bolja i da ne odustajem.

Zahvalu upućujem i svojoj mami bez koje ne bih bila ovdje gdje sam danas. Želim joj se zahvaliti na neizmjerne ljubavi koju mi pruža svakoga dana, na toplini, suzama, smijehu i najviše na tome što me podupire i potiče u svim mojim odlukama i zacrtanim ciljevima.

*„A lot of people have gone further than they thought they could because someone else thought they could.“*

Hilary Hinton 'Zig' Ziglar

Ovaj diplomski rad izrađen je u sklopu projekta Koartikulacija u hrvatskom govoru: Instrumentalno istraživanje (KROKO) pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Marka Likera. Istraživački projekt financiran je sredstvima Hrvatske zaklade za znanost (HRZZ, IP-2016-06-5367).

# Sadržaj

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. METODA</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1. ISPITANICI</b> .....	<b>7</b>
<b>2.2. GOVORNI MATERIJAL</b> .....	<b>8</b>
<b>2.3. INSTRUMENTARIJ I PROCEDURA</b> .....	<b>9</b>
<b>2.4. ANALIZA PODATAKA</b> .....	<b>9</b>
<b>3. REZULTATI</b> .....	<b>12</b>
<b>3.1. ARTIKULACIJSKA KONFIGURACIJA ZVUČNIH I BEZVUČNIH FRIKATIVA</b> .....	<b>12</b>
3.1.1. Trajanje frikativa .....	12
3.1.2. Količina dodira .....	13
3.1.3. Količina dodira na cijelom nepcu (UK).....	13
3.1.4. Količina dodira na prednjem dijelu nepca (UK_P) .....	14
3.1.5. Količina dodira na stražnjem dijelu nepca (UK_S).....	15
3.1.6. Širina žlijeba .....	15
3.1.7. Širina žlijeba na cijelom nepcu (LAT).....	15
3.1.8. Širina žlijeba na prednjem dijelu nepca (LAT_P) .....	16
3.1.9. Širina žlijeba na stražnjem dijelu nepca (LAT_S).....	17
3.1.10. Mjesto artikulacije .....	17
<b>3.2. ARTIKULACIJSKA DINAMIKA ZVUČNIH I BEZVUČNIH FRIKATIVA</b> .....	<b>18</b>
3.2.1. Utjecaj vokalske okoline na frikative /f/ i /z/ .....	18
3.2.2. Količina dodira .....	19
3.2.3. Širina žlijeba .....	21
3.2.4. Mjesto artikulacije .....	22
<b>4. RASPRAVA I ZAKLJUČCI</b> .....	<b>24</b>
4.1. Trajanje frikativa .....	25
4.2. Količina dodira.....	25
4.3. Širina žlijeba .....	28
4.4. Mjesto artikulacije.....	30
4.5. Utjecaj vokalske okoline na frikative /f/ i /z/ .....	31
<b>5. LITERATURA</b> .....	<b>33</b>
<b>6. SAŽETAK</b> .....	<b>36</b>
<b>7. ABSTRACT</b> .....	<b>37</b>
<b>8. ŽIVOTOPIS</b> .....	<b>38</b>
<b>9. PRILOZI</b> .....	<b>39</b>



## 1. UVOD

Ljudski je govor visoko sofisticirana i složena sposobnost kojom čovjek pokušava ovladati već od najranijih mjeseci svoga života. Prvo će se javiti gukanje i nerazgovjetno brbljanje koje će svakog mjeseca, kako će se dijete i fizički i psihički razvijati, sve više nalikovati razumljivom izgovoru niza vokala i konsonanata do pojave prve riječi. Nakon pojave prve riječi kreće usvajanje ostalih glasova materinskog jezika s kojima će djeca imati više ili manje poteškoća. Međutim, prilikom govorenja svi ti glasovi postavljaju određene zahtjeve na vokalni trakt te međusobno djeluju jedan na drugog, u manjoj ili većoj mjeri. Međusobno djelovanje jednog glasa na drugi naziva se koartikulacijom. Definicija o koartikulaciji ima mnogo, a glavni razlog za to su i dalje neistraženi procesi govorne proizvodnje unutar jednog jezika, ali i neistraženost velikog broja jezika čime bi se vidjelo što je biomehanički univerzalno, a što jezično uvjetovano. Dokaz da su ljudska sposobnost govorenja i komunikacije iznimno kompleksne i visoko sofisticirane vještine govori činjenica da do danas još uvijek nije poznata temeljna jedinica govorne proizvodnje (Horga i Liker, 2016). Danas se, u fonetskim krugovima, ističu dva pristupa koji daju svoj pogled na temeljne jedinice govorne proizvodnje te na sam proces koartikulacije. Prvi pristup odnosno prva teorija smatra da su temeljne jedinice govorne proizvodnje fonološka obilježja te je sukladno tome nazvana teorijom fonoloških obilježja. S druge strane imamo koprodukcijske teorije koje artikulacijsku gestu vide kao temelj govorne proizvodnje (Farnetani i Recasens, 1997., Horga i Liker, 2016). Iako ove dvije teorije dijele težnju prema objašnjavanju koartikulacije, to rade na dva posve različita načina. Teorija fonoloških obilježja smatra da su fonološka obilježja vremenski nestrukturirane jedinice. U kontekstu anticipacijske koartikulacije odnosno koartikulacije unatrag to bi značilo da će se fonološko obilježje nekog segmenta širiti tako dugo dok ne naiđe na obilježje sa suprotnom specifikacijom (Farnetani i Recasens, 1997., Horga i Liker, 2016). Primjerice u riječi *naprijed* – glas /i/ specificiran je za obilježje +visoko koje obilježava podignutost leđa jezika; njegov koartikulacijski utjecaj širit će se sve do glasa /a/ koji ima suprotnu specifikaciju odnosno obilježje –visoko jer ne treba podignuta leđa jezika već spuštenu; tu anticipacijska koartikulacija glasa /i/ staje. U nekoj drugoj riječi, doseg anticipacijske koartikulacije bit će drugačiji, ovisno o tome koliko je udaljen neki niski glas. Suprotno ovoj teoriji, koprodukcijske teorije smatraju da su artikulacijske geste vremenski strukturirane i uvijek fiksnog trajanja bez obzira na glasovnu okolinu u kojoj se nalazile (Farnetani i Recasens, 1997., Hardcastle i Tjaden, 2008., Horga i Liker, 2016). Artikulacijska gesta uključuje više artikulatora od kojih svaki ima svoj pokret međutim

djelujući zajedno postižu određeni cilj. Drugim riječima, artikulacijska je gesta nadređena artikulacijskom pokretu. To se dokazalo eksperimentom ometanja donje čeljusti prilikom ostvarivanja dvousnenosti gdje se kao rezultat dvousnenost ipak realizirala unatoč ometanju. Ta je realizacija omogućena iz razloga što su artikulatori (gornja usna, donja usna i donja čeljust) uključeni u dvousnenost težili ostvariti zajednički cilj, a nisu bili fokusirani na ostvarivanje svog zasebnog cilja. Isto tako, ovim se eksperimentom dokazalo da geste nisu planirane isključivo na razini plana već i na razini izvedbe jer je ometanje bilo neočekivano i toliko blizu izvođenja geste da informacija o ometanju u tako kratkom vremenu nije mogla stići od periferije do mozga i nazad. Uzeći sve u obzir, Farnetani i Recasens (1997) opisali su artikulacijske geste kao planirane, serijski organizirane, dinamički specificirane i kontekstualno neovisne.

Unutar koprodukcijских teorija, važno je spomenuti Recasensov model stupnja artikulacijske angažiranosti (Recasens, Pallarès i Fontdevila, 1997). Recasens pokušava objasniti ponašanje cijelog jezika preko stražnjeg dijela jezika odnosno leđa jezika pa je sukladno tome glasove podijelio u tri skupine. U prvu skupinu ušli su glasovi koji minimalno ili uopće ne koriste leđa jezika prilikom svoje artikulacije i zbog toga im je pripisan stupanj 1 artikulacijske angažiranosti (pr. bilabijali). Druga skupina (stupanj 2) rezervirana je za glasove kojima leđa jezika trebaju, ali nisu primarni artikulator već se sjedinjuju s njime da bi ostvarili cilj (pr. glasovi /n, t, a/). Obilježje posljednje skupine je maksimalna angažiranost leđa jezika (stupanj 3) što znači da su kod tih glasova leđa jezika zapravo primarni artikulator (pr. postalveolari, palatali) (Farnetani i Recasens, 1997., Horga i Liker, 2016., Recasens i sur., 1997). Recasens je, s obzirom na stupanj angažiranosti leđa jezika, pretpostavio kako će se određeni segmenti ponašati u okolini drugih segmenata. Da bi objasnio njihovo ponašanje, uveo je dva termina: koartikulacijski otpor i koartikulacijski pritisak. Pronašao je da su glasovi s najvećim stupnjem artikulacijske angažiranosti ujedno i najotporniji na okolne utjecaje te da vrše najveći pritisak. Dok je kod glasova s najnižim stupnjem bilo obratno (najmanji otpor i najmanji pritisak na okolne glasove). S obzirom na taj rezultat, zaključio je da su koartikulacijski otpor i pritisak proporcionalni (Farnetani i Recasens, 1997., Recasens i sur., 1997). Brojna istraživanja potvrdila su Recasensovu teoriju o stupnju artikulacijske angažiranosti te koartikulacijskom otporu i pritisku (Dagenais, Lorendo i McCutcheon, 1994., Liker, Horga i Mildner, 2012., Liker i Gibbon, 2011., McLeod, Roberts i Sita, 2006., Narayanan, Alwan i Haker, 1995).

Dok su teorije koartikulacije, a posebice Recasensov model artikulacijske angažiranosti, dosta dobro objasnile i predvidjele ponašanje artikulatora u tipičnom govoru, to nije bio slučaj u atipičnom. Razlozi za proučavanje govora u atipičnim populacijama, s jedne strane, idu u smjeru boljeg razumijevanja govornih procesa općenito, dok s druge strane, takva istraživanja žele provjeriti predviđanja koja nude određene postojeće teorije i modeli (Hardcastle i Tjaden, 2008). Autori navode tri kategorije atipičnog govora koje su od interesa kada je u pitanju proučavanje koartikulacije: 1) gluhoća ili oštećen sluh, 2) afazije te 3) poremećaji govorne motoričke kontrole. Dok kod druge i treće kategorije unatoč urođenim ili stečenim poremećajima nema oštećenja sluha upravo je oštećen sluh primarna karakteristika prve skupine atipičnog govora. Opće je poznato da su govor i slušanje usko povezane sposobnosti te bez adekvatne slušne kontrole nema ni razvoja onoga što se naziva tipičan govor (Horga i Liker, 2006., Mildner, 2018., Sfakianaki, Nicolaidis, Okalidou i Vlahavas, 2018) Imajući to na umu, interes znanstvenika i stručnjaka za proučavanje koartikulacije kod gluhih i nagluhih osoba očekivan je.

Govor prelingvalno gluhih osoba posebice je zanimljiv budući da su te osobe sluh izgubile u vrijeme kada nisu imale još usvojen govor i jezik. Drugim riječima, te su osobe govor usvojile bez krucijalnih slušnih povratnih informacija. „Kao posljedica, nekoliko aspekata njihove govorne proizvodnje podložno je ili kašnjenju u razvoju ili poremećaju. Određeni aspekt koji se često smatra i prijavljuje atipičnim jest koartikulacija.“ (Sfakianaki, Nicolaidis i Okalidou, 2017: 258). Waldstein i Baum (1991) pronašli su da prelingvalno gluha djeca koartikuliraju manje u odnosu na tipično čujuće govornike. No, Sfakianaki i sur. (2017) navode da je koartikulacija samo jedan od pogođenih aspekata govorne proizvodnje. Artikulacija vokala i konsonanata također predstavlja određene izazove za prelingvalno gluhe osobe. Kod vokala često dolazi do smanjenja vokalskog prostora u usporedbi s tipičnim govornicima (Horga i Liker, 2006., Mildner i Liker, 2003., Mildner i Liker, 2008). Što se tiče konsonanata, u hrvatskom jeziku, frikativi i afrikate pokazali su se kao dvije skupine s kojima, prelingvalno gluha djeca ili s ugrađenom umjetnom pužnicom ili s tradicionalnim slušnim pomagalom, imaju najveće poteškoće (Mildner i Liker, 2003., Mildner i Liker, 2008). Afrikate su najčešće zamjenjivane okluzivima, frikativima ili nekim drugim glasovima koji sadrže frikativni aspekt (Mildner i Liker, 2003., Mildner i Liker, 2008). Što se tiče frikativa, autori (Mildner i Liker, 2008) smatraju da djeca s umjetnim pužnicama imaju poteškoća pri proizvodnji tih glasova zbog potrebe za auditivnim nadzorom što je kod slušno oštećene djece narušeno. No, osim slušno oštećene djece, poteškoće u usvajanju frikativa, a posebice

prednjih lingvalnih frikativa, imaju i djeca tipičnog jezično-govornog razvoja (Cheng, Murdoch, Goozée i Scott, 2007., Fuchs, Brunner i Busler, 2007). Fuchs i sur. (2007) navode da su alveolarni i postalveolarni frikativi podložni distorzijama kod osoba sa senzomotornim poteškoćama, slušnim oštećenjima te kod anatomskih abnormalnosti kao što je rascjep nepca.

Frikativi osim auditivne kontrole zahtijevaju i složene strategije prilikom svoje artikulacije. Horga i Liker navode da „je za proizvodnju frikativa nužno precizno oblikovanje uskog prolaza zračnoj struji, koje se k tome mora održavati određeno vrijeme. Oblikovanje frikativa zahtijeva preciznu kontrolu artikulatora te koordinaciju artikulacijskih i fonacijskih mehanizama s aerodinamičkim uvjetima“ (2016: 252). Kod prednjih lingvalnih frikativa upravo je oblikovanje uskog nadgrkljanskog prolaza odnosno karakterističnog žlijeba esencijalno za njihovu produkciju (Liker i Gibbon, 2011). Žlijeb će se formirati ukoliko postoji precizna veza između aktivnog artikulatora (vrh jezika/lamina) i pasivnog artikulatora (sjekutići, alveolarni greben, palatalna zona) (Liker i Gibbon, 2011., Liker i sur., 2012). Osim precizne veze između aktivnog i pasivnog artikulatora, važan je i odnos subglotalnog i supraglotalnog tlaka. Naime, kod zvučnih se frikativa, istovremeno odvijaju dva suprotna procesa: zvučnost i frikcija. Dok su za zvučnost potrebne privučene glasnice, veći tlak ispod grkljana te niži tlak iznad grkljana, za frikciju su potrebne razmaknute glasnice, veći intraoralni tlak te snažni protok zračne struje (Fuchs i sur., 2007). Budući da je za frikciju potreban visoki intraoralni tlak, on se može toliko povisiti da transglotalna razlika potrebna za zvučnost postane neodrživa te na taj način dođe do potpunog ili djelomičnog obezvučavanja zvučnog frikativa. Da bi se spriječilo izjednačavanje tlakova ispod i iznad grkljana te održala zvučnost postoji potreba za dodatnom strategijom. Narayanan i suradnici (1995) primijetili su kod engleskih zvučnih frikativa, a Liker i Gibbon (2011) te Liker i suradnici (2012) kod hrvatskih zvučnih frikativa povećanje šupljine iza mjesta artikulacije. To povećanje šupljine bio je rezultat šireg žlijeba i manjeg jezično-nepčanog kontakta iza mjesta artikulacije kod zvučnih frikativa. Kod bezvučnih je frikativa, pronađena suprotna tendencija te je žlijeb iza mjesta suženja bio uži, a jezično-nepčani kontakt na stražnjem dijelu veći (Liker i Gibbon, 2011., Liker i sur., 2012). Upravo se ove razlike u širini žlijeba te količini jezično-nepčanog kontakta na prednjem i stražnjem dijelu nepca smatraju supraglotalnim korelatima zvučnosti kod frikativa (Horga i Liker, 2016). Spomenuti složeni procesi kontrole zvučnosti i frikativnosti zahtijevaju kako proprioceptivnu tako i slušnu kontrolu. O tim procesima i njihovoj koartikulaciji može mnogo otkriti njihova usporedba s takvim procesima u atipičnih govornika oštećenog sluha.

Metodološki gledano, istraživanje atipičnog govora postavlja određene izazove na sam proces proučavanja takvog govora. Identificiranje atipične odnosno kliničke populacije od interesa prvi je izazov (Hardcastle i Tjaden, 2008). Naime, istraživač mora saznati gdje bi mogao pronaći potencijalne ispitanike. Ukoliko se radi o ustanovama, istraživač od potencijalne ustanove i roditelja (ukoliko se radi o maloljetnim osobama) treba zatražiti pristanak za provođenje istraživanja. Sljedeći izazov jest grupiranje odnosno okupljanje osoba prema određenim karakteristikama (Hardcastle i Tjaden, 2008). Osobe s istim oštećenjem ili poremećajem neće nužno biti iste po drugim karakteristikama. Primjerice, prelingvalno gluhe osobe razlikovat će se, osim po nekim temeljnim obilježjima kao što su dob i spol, po dobi kada su izgubile sluh, po stupnju slušnog oštećenja, kada su krenule na terapiju, kada su dobile prvo slušno pomagalo, kada im je ugrađena umjetna pužnica, koliki im je prag čujnosti, imaju li dodatne poremećaje/oštećenja, itd. Sve ove karakteristike, ali i mnoge druge, esencijalne su prilikom kreiranja uzorka za istraživanje. Međutim, vrlo je teško naći ispitanike kliničke populacije koji se podudaraju u svim traženim karakteristikama te su iz tog razloga u istraživanjima atipičnog govora česti mali uzorci, a nerijetko i studije slučaja. Osim identificiranja i grupiranja atipičnih ispitanika, sami ispitanici i njihov govor često predstavljaju metodološki izazov. Jedna od čestih dilema odnosi se na proizvedeni govorni materijal koji treba ili ograničiti na samo točne realizacije ili uzeti u obzir sve proizvedene realizacije bile one točne ili netočne. Ukoliko se analiza govornog materijala ograniči samo na točne realizacije to će osigurati precizne i čiste rezultate, no s druge strane isključit će potencijalno nove i interesantne informacije (Hardcastle i Tjaden, 2008).

Jedna od najčešće korištenih metoda proučavanja govora u atipičnoj populaciji jest akustička metoda, a razlozi za njeno ekstenzivno korištenje su brojne prednosti (neinvazivnost, praktičnost, dostupnost, ekonomičnost, jednostavnost upotrebe) kao i činjenica da postoji velik broj objavljenih radova o tipičnom govoru što omogućuje direktnu usporedbu atipične i tipične populacije. No, Hardcastle i Tjaden unatoč brojnim prednostima navode rizike korištenja akustičke metode kod osoba sa dizartrijom i slušnim oštećenjima. Naime, česte promjene u glasovoj kvaliteti i rezonanciji kod tih osoba doprinose slabijem prikazu formantne strukture što negativno utječe na identificiranje akustičkih oznaka nužnih za akustičke mjere koartikulacije (2008: 513). No, proučavanje koartikulacije u kliničkoj populaciji nije nemoguće samo zahtijeva stručnjake i više vremena u usporedbi s tipičnom populacijom (Hardcastle i Tjaden, 2008). S razvojem tehnologije, razvile su se i nove fiziološke metode koje su omogućile uvid u artikulacijske i koartikulacijske procese koji se

dotada akustičkom metodom nisu mogli istražiti. Stone (2013) instrumentalne fiziološke metode dijeli s obzirom na to jesu li u direktnom (pr. elektropalatografija, elektromagnetski artikulometar) doticaju s artikulatorom/ima ili indirektnom (pr. rendgen, magnetska rezonancija). Drugi pak autori (Horga i Liker, 2016) metode dijele na instrumentalne fiziološke metode (metode vizualnog prikaza, metode praćenja pomaka točaka, metode mjerenja jezično-nepčane interakcije i metode mjerenja mišićne aktivnosti) i na akustičku metodu. Od spomenutih instrumentalnih fizioloških metoda samo jedna skupina omogućava direktni i detaljni uvid u dinamiku jezično-nepčanog dodira što se smatra najvažnijom karakteristikom artikulacije na supraglotalnoj razini (Horga i Liker, 2016., Liker i Gibbon, 2011., Liker i Gibbon, 2013). Riječ je o metodama mjerenja jezično-nepčane interakcije. Unutar spomenute skupine, nalaze se dvije metode: elektropalatografija i tlakopalatografija, no u ovom radu opširnije će se opisati prva metoda zbog toga što se koristila u provedenom istraživanju te je tlakopalatografija još uvijek u razvoju i njena uporaba nije široka.

Elektropalatografija se u fonetskim i kliničkim istraživanjima koristi posljednjih 30 godina (Stone, 2013., Wrench, 2007). Njen su značaj i prednosti prepoznali brojni stručnjaci i znanstvenici što se vidi u širokoj primjeni same metode. Stone (2013) navodi da se elektropalatografija koristi u lingvističkim istraživanjima, kod govornih poremećaja, rascjepa nepca (Gibbon, 2004., Gibbon, Smeaton-Ewins i Crampin, 2005) cerebralne paralize, Parkinsonove bolesti, otvorenog zagriža, ozljede mozga, operacije jezika te apraksije govora. Osnovu svakog elektropalatografskog sustava čine umjetno nepce te centralna procesorska jedinica (Horga i Liker, 2016). Wrench (2007) navodi da su trošak i vrijeme potrebno za izradu umjetnog nepca dvije glavne prepreke kada je u pitanju široka upotreba elektropalatografije kako u fonetskoj tako i u kliničkoj praksi. Međutim, u kratkoj povijesti upotrebe elektropalatografije, tri vrste umjetnih nepca istaknula su se i postavila temelje za daljnji razvoj i poboljšanje. To su Kay nepce proizvedeno u Americi, Reading nepce proizvedeno na Sveučilištu Reading u Europi te Rion nepce proizvedeno u Japanu (Wrench, 2007). Spomenuta tri nepca imaju sličnosti, ali i razlike. Tako je nepce američke tvrtke Kay Elemetrics sadržavalo 96 zlatnih elektroda koje su se nalazile između dva tanka sloja akrilata. Njihovo umjetno nepce prekrivalo je ispitanikovo tvrdo nepce kao i zube. Bakrene žice bile su povezane sa svakom elektrodom te su izlazile iz usta iza stražnjih kutnjaka (Wrench, 2007). Reading nepce, za razliku od Kay nepca, ima 62 srebrne elektrode koje su ugrađene u tanki sloj akrilata. Ono što je isto kod navedena dva nepca su bakrene žice koje izlaze iz svake elektrode, a iz usta dva snopa žica izlaze iza stražnjih kutnjaka. Naposljetku, nepce Rion ima

63 zlatne elektrode ugrađene u sloj akrilata, a snop žica izlazi baš kao i kod prva dva nepca iza stražnjih kutnjaka (Wrench, 2007). Osim broja i materijala od kojeg su elektrode izrađene, raspored elektroda također je važan u istraživanju. „Dva su osnovna načela: 1) ekvidistantni raspored elektroda i 2) raspored elektroda prema anatomskim karakteristikama usne šupljine svakog ispitanika.“ (Horga i Liker, 2016: 343). Rion, s jedne strane, proizvodi šest „standardiziranih“ nepca te se odabire ono nepce koje je najbliže obliku govornikova nepca (Hardcastle, Gibbon i Nicolaidis, 1991., Wrench 2007). S druge strane, Reading nepce izrađuje se posebno za svakog ispitanika prema odljevu njegove gornje čeljusti odnosno prema njegovim anatomskim karakteristikama (Hardcastle i sur., 1991). Nadalje, Reading i Kay osim što se vode drugim načelom u kontekstu rasporeda elektroda, imaju također i veću gustoću elektroda u alveolarnoj regiji (Wrench, 2007., Gibbon, Lee i Yuen, 2010). To je posebice korisno kod analize prednjih lingvalnih glasova zato što u alveolarnoj regiji razlika od samo jedne elektrode ima puno veći značaj negoli, primjerice, u velarnoj regiji. Međutim, od iznimne je važnosti da elektrode nisu smještene preblizu jedna drugoj jer bi to moglo dovesti do toga da se zbog nakupljene sline zajedno aktiviraju (Wrench, 2007) što bi dovelo do netočnih i nepouzdanih rezultata. Elektrode se na umjetnom nepcu aktiviraju u onom trenutku kada jezik dotakne umjetno nepce te se tada strujni krug zatvara, a informacija o aktiviranosti prenosi se u centralnu procesorsku jedinicu (Horga i Liker, 2016). Aktiviranost elektrode odnosno jezično-nepčani kontakt na računalu vidi se kao ispunjeni (crni) kvadratići, dok je neaktiviranost prikazana praznim (bijelim) kvadratićima (Gibbon i sur., 2010).

U ovom ću se istraživanju baviti fiziološkim istraživanjem artikulacije i koartikulacije prelingvalno gluhih osoba s umjetnom pužnicom u hrvatskom jeziku. Preciznije, elektropalatografijom će se istražiti supraglotalni korelati zvučnosti i frikativnosti kod osoba s umjetnom pužnicom. Cilj je provjeriti hoće li atipični govornici s umjetnom pužnicom koristiti iste artikulacijske i koartikulacijske obrasce u kontroli zvučnosti i frikativnosti ili će se ti obrasci razlikovati u odnosu na tipične govornike. Budući da se analizira atipični govor, pretpostavljam da će razlike među atipičnim ispitanicima biti velike te da će njihove varijabilnosti biti velike. Rezultati ovog istraživanja mogu pomoći u odgovoru na pitanje kakvi su koartikulacijski procesi u atipičnom govoru te dovesti do boljeg razumijevanja samog procesa koartikulacije.

## **2. METODA**

### **2.1. ISPITANICI**

U ovom je istraživanju sudjelovalo troje atipičnih odraslih govornika hrvatskog jezika. Sva tri govornika bila su ženskoga spola, dobi od 19 (I2), 23 (I1) te 27 (I3) godina (prosjeak = 23 godine). Većinu svoga života proveli su u sjeverozapadnoj Hrvatskoj, uglavnom u Zagrebu. Ispitanici su bili prelingvalno gluhi te su imali ugrađenu umjetnu pužnicu, no osim slušnog oštećenja nisu prijavljene nikakve dodatne dijagnosticirane poteškoće. Svi su ispitanici implantirani i rehabilitirani u SUVAG poliklinici. Dob implantacije razlikovala se kod tri ispitanika s time da je ispitaniku 1 umjetna pužnica najranije implantirana u dobi od 3 godine, zatim ispitaniku 2 u dobi od 5 godina i 3 mjeseca te naposljetku ispitaniku 3 u dobi od 10 godina. Dob početka terapije također se razlikovala. I1 krenuo je na terapiju s dvije godine, ispitanik 2 s pet godina i sedam mjeseci te ispitanik 3 s tri godine i šest mjeseci. Govorni audiogram I1 na zadnjem testiranju pokazao je prag čujnosti na 25 dB te 90% razumljivosti na 45 dB. Kod drugog ispitanika (I2) prag čujnosti je prema zadnjem govornom audiogramu iznosio 40 dB te 70% razumljivosti na 65 dB. Govorni audiogram za posljednjeg ispitanika (I3) pokazao je prag čujnosti na 30 dB te 60% razumljivosti na 50 dB.

## **2.2. GOVORNI MATERIJAL**

Govorni materijal ekstrahiran je iz korpusa KROKO (link na projekt KROKO: Koartikulacija u hrvatskom govoru, [https://fonet.ffzg.unizg.hr/?page\\_id=2113](https://fonet.ffzg.unizg.hr/?page_id=2113) posjećeno 20.07.2020.) te je prikupljen iz dijaloških situacija gdje se od svakog ispitanika tražilo da opiše put kroz mapu te da pročita riječi uz 15 ključnih točaka označenih po putu (Prilog 1). Ispitanici su eksperimentatoru morali objasniti gdje se nalazi svaka točka s određenom riječi jer je eksperimentator imao istu mapu bez označenih ključnih riječi. Cilj takvog prikupljanja podataka bio je skrenuti pozornost ispitaniku od opreme i laboratorija te dobiti što spontaniji govor. Od ukupno 15 riječi, za ovo istraživanje, odabrano je šest značenjskih riječi koje su izgovorene u spontanom govoru kod prvog i drugog ispitanika, dok su kod trećeg ispitanika, zbog otežane govorne proizvodnje, riječi snimljene jedna za drugom (nabrajanje). Dvosložne riječi bile su konstrukcije  $K_1VK_2V$  gdje je  $K_2$  bio ciljani frikativ /f/ ili /z/, a V je predstavljao jedan od tri kardinalna vokala: prednji zatvoreni /i/, stražnji zatvoreni /u/ te središnji otvoreni /a/. Vokalska okolina bila je simetrična što znači da je i s jedne i s druge strane frikativa bio isti vokal pa je svaki frikativ izgovoren u tri okoline (ii, aa, uu). Riječi su izgovorene s kratkosilaznim naglaskom na prvom slogu (/kifi/, /kãfa/, /gũfu/, /đizi/, /rãza/, /dũzu/). Svaki govornik ponovio je ciljane riječi četiri puta (6 riječi x 4 ponavljanja) što daje ukupno 24 ponavljanja kod jednog govornika, a ukupno 72 ponavljanja kod sva tri govornika.

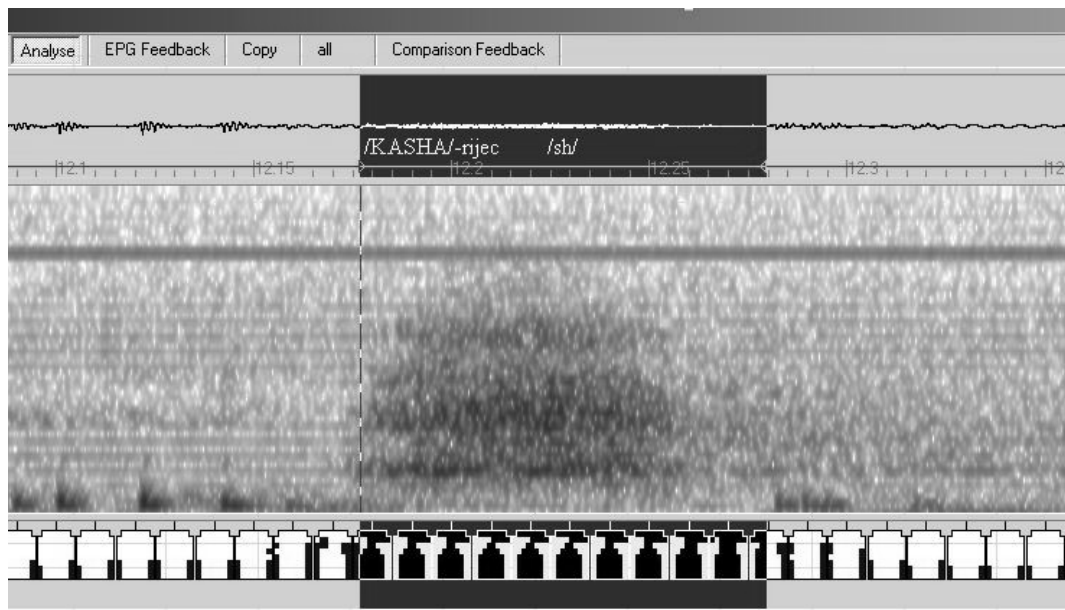


### **2.3. INSTRUMENTARIJ I PROCEDURA**

Elektropalatografski i akustički podaci snimljeni su istovremeno. Elektropalatografski signal snimljen je frekvencijom uzorkovanja od 100 Hz, a sinkronizirani zvučni zapis uzorkovanjem od 44 100 Hz. Anotacija, segmentacija i priprema podataka napravljena je pomoću programa Articulate Assistant software (Articulate Instruments Ltd., 2008a). Deskriptivna statistička analiza i vizualizacija podataka napravljena je u programu Microsoft Excel. Za svakog ispitanika izrađeno je umjetno elektropalatografsko nepce tipa Reading (Prilog 2). Umjetno nepce tipa Reading sadrži 62 elektrode, raspoređene u osam horizontalnih redova s time da prvi i drugi red predstavljaju alveolarnu zonu, treći i četvrti postalveolarnu, peti, šesti i sedmi red palatalnu te osmi red velarnu zonu (Gibbon, Lee i Yuen, 2010., Wrench, 2007). Prije samog snimanja, ispitanici su prošli proces privikavanja na nepce (desenzitivizacija) u dvije faze. Prva odnosno inicijalna faza privikavanja na nepce bila je dugotrajnija te je trajala minimalno tjedan dana po ispitaniku. U tih tjedan dana od ispitanika se tražilo da svakodnevno nose umjetno nepce sat vremena da bi se njihova artikulacija priviknula na umjetno nepce. Druga faza privikavanja na nepce dogodila se neposredno prije snimanja te je trajala minimalno 10 minuta. Tijekom te faze, ispitanici su čitali tekst po izboru da bi uvježbali artikulaciju s nepcem. U trenutku kada su ispitanici prijavili da im se salivacija smanjila te je eksperimentator procijenio da je artikulacija zadovoljavajuća, snimanje je počelo.

### **2.4. ANALIZA PODATAKA**

Segmentacija i anotacija frikativa napravljena je unutar programa Articulate Assistant verzija 1.17 (Articulate Instruments Ltd., 2008a). Kod segmentacije i anotacije korišteni su akustički kriteriji za određivanje granica frikativa. Prilikom određivanja granica, prvenstveno se gledao spektrogram i to, za određivanje početka frikativa, pojava visokofrekventnog šuma te prestanak jasno vidljivog drugog formanta vokala koji je prethodio. Kraj frikativa označen je u trenutku prestanka šuma te pojave drugog formanta vokala koji je slijedio iza frikativa (Slika 1). Osim spektrograma za određivanje granica frikativa, kao dodatna provjera, gledao se i oscilogram kod kojeg je za vrijeme trajanja frikativa bila prisutna šumnost u svakom periodu te je to bio dodatni pokazatelj gdje bi trebao biti početak, a gdje kraj frikativa.



Slika 1. Prikaz riječi /kafa/ s označenim granicama početka i kraja bezvučnog frikativa /ʃ/ u programu Articulate Assistant. Na gornjem dijelu prikaza prikazan je oscilogram, u sredini spektrogram, a na dnu pripadajući elektropalatogrami.

Uz akustičke kriterije, slušnom se kontrolom također htjelo osigurati što točnije segmentiranje i anotiranje budući da ciljani frikativi nisu uvijek bili ostvareni. U ovom diplomskom radu napravljena je široka fonetska transkripcija svih riječi uključenih u istraživanje te je transkripciju napravila autorica rada uz konzultacije s mentorom. Od tri ispitanika samo je I1 uspio realizirati svih 12 ponavljanja frikativa /ʃ/ i 12 ponavljanja frikativa /z/ (ukupno 24 ponavljanja). Ispitanik 2 realizirao je svih 12 ponavljanja frikativa /ʃ/, no samo 6 ponavljanja frikativa /z/. U ostalih šest ponavljanja I2 proizveo je frikativ /ʃ/ umjesto ciljanog /z/. Ispitanik 3 od ukupno 12 ponavljanja frikativa /ʃ/, uspješno je proizveo 10 ponavljanja, a u 2 navrata je umjesto /ʃ/ proizveo frikativ /s/. Što se tiče frikativa /z/, I3 je imao ukupno 11 točnih realizacija, dok je u jednoj riječi umjesto /z/ izgovorio afrikatu /dʒ/.

Kod frikativa su analizirane ukupno četiri varijable koristeći mjere koje su dostupne u programu Articulate Assistant (Articulate Instruments Ltd., 2008a). Navedenim varijablama istovremeno su se htjeli ispitati artikulacijski korelati te artikulacijska dinamika frikativnosti i zvučnosti. Prvo je napravljena analiza pomoću dolje navedenih mjera u sredini trajanja frikativa (*Threshold > midpoint*). Glavni razlog za takvu analizu bila je pretpostavka da će glasovi u sredini svoga trajanja imati najkarakterističniju konfiguraciju (Liker i Gibbon, 2011). Sljedeći korak u analizi bio je određivanje najkraćeg frikativa u milisekundama. Odabirom najkraćeg frikativa željelo se spriječiti prekomjerno uzorkovanje odnosno

višestruko uzorkovanje istog EPG prozorčića. Nakon što je određen najkraći frikativ (50 ms), programu je naređeno neka postavi 5 jednako razmaknutih točaka unutar trajanja svakog frikativa u analizi (*Start and End times + N equally spaced samples in between*). Raspored jednako razmaknutih točaka bio je sljedeći: točka 1 predstavljala je početak frikativa, a točka 5 kraj frikativa. Između prve i pete točke nalazile su se još tri jednako razmaknute točke kroz cijelo trajanje frikativa. U nastavku poglavlja bit će opisane varijable kao i mjere pomoću kojih su varijable analizirane:

1) MJESTO ARTIKULACIJE analizirano je mjerom centar gravitacije (CoG) (Hardcastle, Gibbon i Nicolaidis, 1991) koja mjeri ima li više kontakta na prednjem ili stražnjem dijelu nepca. Ova mjera izražena je u vrijednostima od 0 do 1 gdje veća vrijednost ukazuje na prednjiju artikulaciju dok manja vrijednost ukazuje na stražnjiju artikulaciju. Prilikom postavljanja ove mjere, u obzir je uzeto cijelo nepce te opcija izračunavanja aritmetičke sredine (*Palates > Mean* te *Axis > front/back*).

2) KOLIČINA DODIRA analizirana je mjerom ukupni jezično-nepčani kontakt koja govori o tome kolika je ukupna količina kontakta između jezika i nepca prilikom izgovaranja određenog glasa. Ova se mjera također kreće u vrijednostima od 0 do 1 gdje veća vrijednost ujedno ukazuje i na veću količinu jezično-nepčanog kontakta, a manja vrijednost na manju količinu ukupnog kontakta na nepcu (Wrench, 2008). Količina dodira mjerena je na cijelom nepcu (UK) te odvojeno za prednji (UK\_P: prednja četiri reda elektroda) i stražnji (UK\_S: stražnja četiri reda elektroda) dio nepca. Kod ovih mjera, odabrana je opcija *Palates > AreaW* te *Axis > front/back*.

3) ŠIRINA ŽLIJEBA analizirana je mjerom lateralnosti (LAT) te ukazuje ima li više dodira prema sredini nepca ili prema bočnim stranama nepca. Ova mjera, kao i prethodne dvije mjere, izražena je u vrijednostima od 0 do 1 te veća vrijednost ukazuje na širi žlijeb dok manja vrijednost ukazuje na užu žlijeb (Wrench, 2008). Lateralnost je, baš kao i mjera ukupnog kontakta, mjerena na cijelom nepcu te odvojeno na prednjem (LAT\_P: prednja četiri reda elektroda) i stražnjem (LAT\_S: stražnja četiri reda elektroda) dijelu nepca. Kod ovih triju mjera, odabrana je opcija izračunavanja aritmetičke sredine (*Palates > Mean* te *Axis > Lateral*).

4) TRAJANJE je mjereno u milisekundama.

Za svaku varijablu izračunata je unutargovornička i međugovornička varijabilnost na način da se standardna devijacija podijelila s aritmetičkom sredinom te se taj rezultat podijelio sa sto da bi se dobio prosjek. Unutargovornička varijabilnost je varijabilnost koja se računa za određenog govornika tako da se standardna devijacija neke mjere podijeli s aritmetičkom sredinom te iste mjere (kod tog jednog govornika) i pomnoži sa sto. Međugovornička varijabilnost je varijabilnost između govornika te se dobiva tako da se standardna devijacija neke mjere podijeli s aritmetičkom sredinom te iste mjere i pomnoži sa sto za sve govornike.

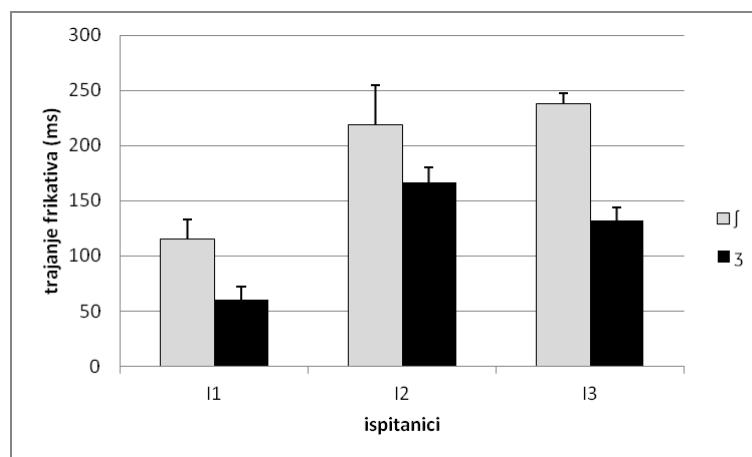
### 3. REZULTATI

Analiza rezultata bit će podijeljena na dva dijela: prvo će se prikazati rezultati dobiveni za sve gore navedene mjere s obzirom na artikulacijsku konfiguraciju, a potom rezultati dinamike.

#### 3.1. ARTIKULACIJSKA KONFIGURACIJA ZVUČNIH I BEZVUČNIH FRIKATIVA

##### 3.1.1. Trajanje frikativa

Prosječno trajanje frikativa /ʃ/ iznosilo je 188 ms (SD = 0,073), dok je prosječno trajanje frikativa /ʒ/ iznosilo 109 ms (SD = 0,047). Na slici 2 prikazano je prosječno trajanje frikativa /ʃ/ i /ʒ/ po ispitanicima.



Slika 2. Prosječno trajanje frikativa /ʃ/ i /ʒ/ za svakog ispitanika. Stupci pogrešaka pokazuju varijabilnosti za svakog ispitanika.

Kod ispitanika 1 (I1) prosječno trajanje bezvučnog frikativa iznosilo je 115 ms, kod ispitanika 2 (I2) 219 ms, a kod ispitanika 3 (I3) dobiveno je najdulje prosječno trajanje frikativa /ʃ/ te je

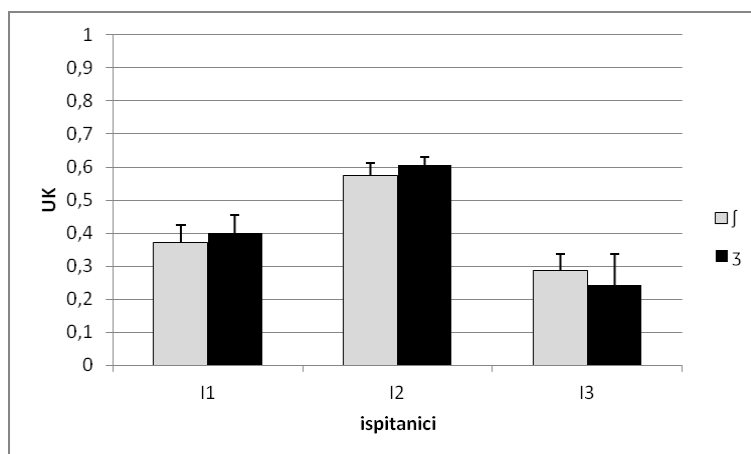
ono iznosilo 238 ms. Zvučni frikativ /z/ bio je najkraćeg trajanja kod I1 te je iznosio prosječno 60 ms, zatim je uslijedio I3 s prosječnim trajanjem od 132 ms te I2 koji je imao najduže prosječno trajanje zvučnog frikativa od 167 ms. Kod svih je ispitanika vidljiva tendencija dužeg trajanja bezvučnog frikativa /f/ u odnosu na zvučni frikativ /z/, a zanimljiv je podatak da su kod drugog i trećeg ispitanika zvučni frikativi bili duljeg trajanja negoli bezvučni frikativ prvog ispitanika čiji govor je prema auditivnom impresionističkom dojmu autorice i mentora procijenjen kao najbliži tipičnom. Prosječne unutargovorničke varijabilnosti bile su vrlo male kod svih ispitanika, posebice u slučaju frikativa /z/ (I1 = 12%; I2 = 13,3%; I3 = 11,9%). Kod trećeg ispitanika, prosječna varijabilnost frikativa /f/ iznosila je 9,6% te je to bila ujedno i najmanja varijabilnost u odnosu na druge ispitanike. Relativno niska varijabilnost kod ispitanika 3 možda je posljedica nabiranja riječi što nije bio slučaj kod druga dva govornika koji su proizveli spontani govor. Kod ispitanika 1 varijabilnost za /f/ iznosila je 17,8% dok je ispitanik 2 najviše varirao s obzirom na druge ispitanike i njegova varijabilnost za bezvučni frikativ iznosila je 35,3%. Međugovornička varijabilnost bila je veća kod /z/ (42,8%) negoli kod /f/ (38,7%).

### *3.1.2. Količina dodira*

Kao što je u prethodnom poglavlju opisano, količina dodira analizirala se pomoću mjere ukupni jezično-nepčani kontakt na cijelom nepcu te odvojeno za prednji i stražnji dio nepca. Prvo će biti navedeni rezultati za ukupnu količinu dodira na cijelom nepcu za frikative /f/ i /z/, potom za količinu dodira na prednjem dijelu nepca (prednja četiri reda elektroda) za oba frikativa te će naposljetku biti prikazani rezultati za količinu dodira na stražnjem dijelu nepca (stražnja četiri reda elektroda) za zvučni i bezvučni frikativ.

### *3.1.3. Količina dodira na cijelom nepcu (UK)*

Prosjek ukupnog kontakta izmjeren na cijelom nepcu za sve ispitanike pokazao je veći jezično-nepčani dodir kod frikativa /f/ (0,418) u odnosu na frikativ /z/ (0,383) kod kojeg je bio manji kontakt. Međutim, opća tendencija većeg kontakta kod bezvučnog frikativa nije bila prisutna kod svih ispitanika. Na slici 3 prikazan je ukupni jezično-nepčani dodir kod tri ispitanika za frikative /f/ i /z/.



Slika 2. Količina dodira na cijelom nepcu za frikative /f/ i /z/ po ispitanicima. Stupci pogrešaka pokazuju varijabilnosti za svakog ispitanika.

Ispitanici 1 i 2, za razliku od trećeg ispitanika, pokazali su suprotnu tendenciju od opće tendencije rezultata te je kod njih bezvučni frikativ /f/ imao manji jezično-nepčani kontakt u odnosu na frikativ /z/ koji je imao veći kontakt. Kod ove mjere unutargovorničke varijabilnosti znatno su se razlikovale od ispitanika do ispitanika. Najmanju varijabilnost imao je ispitanik 2 (UK /f/ = 6,6%; UK /z/ = 3,7%), zatim je slijedio ispitanik 1 (UK /f/ = 14,8%; UK /z/ = 14%), a najveća varijabilnost bila je prisutna kod trećeg ispitanika (UK /f/ = 16,9%; UK /z/ = 38,8%). Međugovornička varijabilnost bila je veća kod frikativa /z/ (39,8%) u usporedbi sa /f/ (31,3%).

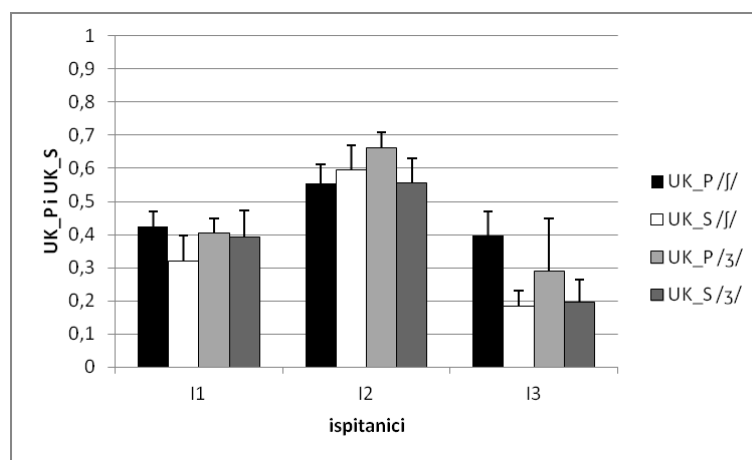
#### 3.1.4. Količina dodira na prednjem dijelu nepca (UK\_P)

Prosječna vrijednost ukupnog kontakta na prednjem dijelu nepca kod bezvučnog frikativa iznosila je 0,462 što ukazuje na deblji jezično-nepčani dodir u odnosu na zvučni frikativ kod kojeg je bio manji kontakt između jezika i nepca (0,415). Prosjeci pojedinih ispitanika ukazuju na to da su dva od ukupno tri ispitanika imala istu tendenciju kao što je opća tendencija u ovom istraživanju. Ispitanici 1 i 3 proizveli su frikativ /f/ s debljim kontaktom na prednjem dijelu nepca, a frikativ /z/ s tanjim kontaktom (Slika 4). Drugi ispitanik odstupao je od te tendencije te je proizveo zvučni frikativ s većim jezično-nepčanim kontaktom (0,661) u odnosu na bezvučni (0,553). Unutargovornička varijabilnost za ukupni kontakt na prednjem nepcu za frikativ /f/ iznosila je 10,7% kod I1, 10,8% kod I2 te 18,3% kod I3. Kod frikativa /z/ bila je manja varijabilnost u odnosu na bezvučni frikativ kod I1 (10,5%) i I2 (7,4%) dok je treći ispitanik znatno odstupao od te tendencije i njegova varijabilnost iznosila je (53,8%) za

zvučni frikativ. Međugovornička varijabilnost bila je puno veća kod zvučnog frikativa i iznosila je 41% dok je kod bezvučnog frikativa iznosila 19,5%.

### 3.1.5. Količina dodira na stražnjem dijelu nepca (UK\_S)

Na stražnjem dijelu nepca bila je ista tendencija kao i na prednjem dijelu nepca u kontekstu ukupnog prosjeka za ukupni kontakt. Veća vrijednost dobivena je za bezvučni frikativ /ʃ/ (0,378) i samim time deblji jezično-nepčani kontakt u odnosu na zvučni frikativ (0,352). No, od ukupno tri ispitanika, tendencija je bila vidljiva samo kod I2 (UK\_S /ʃ/ = 0,596; UK\_S /ʒ/ = 0,557) dok se kod druga dva ispitanika pojavila suprotna tendencija.



Slika 4. Količina dodira na prednjem i stražnjem dijelu nepca za frikative /ʃ/ i /ʒ/ po ispitanicima. Stupci pogrešaka pokazuju varijabilnosti za svakog ispitanika.

S obzirom na unutargovorničku varijabilnost, najviše je varirao I3 (UK\_S /ʃ/ = 24,7%; UK\_S /ʒ/ = 35%), zatim I1 (UK\_S /ʃ/ = 24,3%; UK\_S /ʒ/ = 20,5%), a najmanje I2 (UK\_S /ʃ/ = 12,1%; UK\_S /ʒ/ = 13%). Međugovornička varijabilnost bila je veća kod bezvučnog frikativa te je iznosila 49% dok je kod zvučnog frikativa iznosila 44,4%.

### 3.1.6. Širina žlijeba

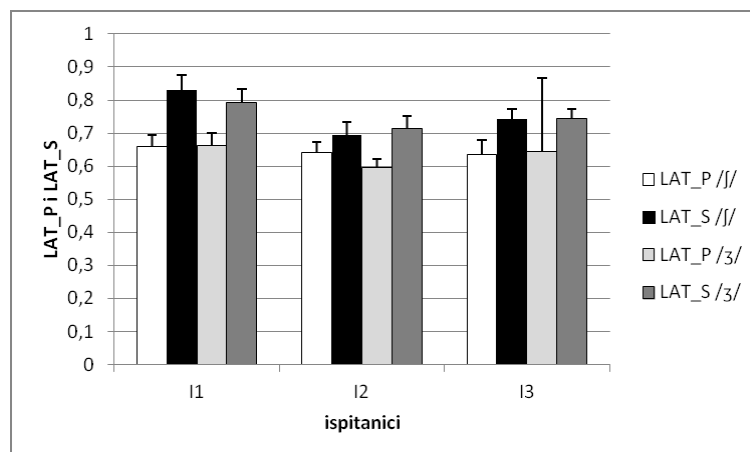
Širina žlijeba analizirala se mjerom lateralnosti na cijelom nepcu te odvojeno za prednji i stražnji dio nepca. Prvo će biti prikazani rezultati dobiveni za /ʃ/ i /ʒ/ na cijelom nepcu, potom rezultati za prednji dio nepca (prednja četiri reda elektroda) s obzirom na bezvučni i zvučni frikativ te naposljetku za stražnji dio nepca (stražnja četiri reda elektroda) uspoređujući rezultate navedenih frikativa.

### 3.1.7. Širina žlijeba na cijelom nepcu (LAT)

Ukupni prosjek lateralnosti za frikativ /f/ iznosio je 0,691 dok je za frikativ /z/ iznosio 0,707. Ove vrijednosti govore nam o širini žlijeba kod navedenih frikativa na način da manja vrijednost upućuje na uži žlijeb dok veća vrijednost govori o postojanju šireg žlijeba. Sukladno tome, kod frikativa /f/ dobiven je uži žlijeb dok je dobivena vrijednost kod frikativa /z/ pokazala postojanje šireg žlijeba. No, samo je jedan od tri ispitanika pratio opću tendenciju navedenih rezultata. Kod I3 dobivena je veća vrijednost za zvučni frikativ (0,719) u odnosu na bezvučni (0,669). Kod druga dva ispitanika (I1 i I2) vidljiva je suprotna tendencija te su oni zvučni frikativ proizveli sa užim žlijebom, a bezvučni sa širim žlijebom. Unutargovorničke varijabilnosti za frikativ /f/ bile su iznimno male te su iznosile 3,1% kod I2, 3,9% kod I1 te 5,1% kod I3. Kod frikativa /z/, u kontekstu unutargovorničke varijabilnosti, najmanje je varirao ispitanik 2 (1,8%), zatim ispitanik 1 (4,1%) te ispitanik 3 (6,6%). Što se tiče međugovorničke varijabilnosti, razlika između dva frikativa bila je minimalna, no pokazala se manja u slučaju bezvučnog frikativa (6%) u usporedbi sa zvučnim (6,5%).

### 3.1.8. Širina žlijeba na prednjem dijelu nepca (LAT\_P)

Iako se razlika između bezvučnog i zvučnog frikativa na prednjem dijelu nepca za mjeru lateralnosti pokazala mala, tendencija je ipak bila vidljiva. Ukupni prosjek za lateralnost na prednjem dijelu nepca za frikativ /f/ iznosio je 0,646 dok za frikativ /z/ 0,641. Ovaj rezultat pokazao je da kod bezvučnog frikativa na prednjem dijelu nepca postoji širi žlijeb, a kod zvučnog frikativa uži žlijeb. Među ispitanicima, samo je ispitanik 2 slijedio tendenciju ukupnog rezultata. Kod njega je prednja lateralnost za frikativ /f/ iznosila 0,641 (širi žlijeb) dok je za frikativ /z/ bila 0,595 (uži žlijeb). Ispitanik 3 pokazao je suprotnu tendenciju – frikativ /f/ imao je uži žlijeb (0,635) dok je njegov parnjak imao širi žlijeb (0,643). Kod ispitanika 1 širina žlijeba na prednjem dijelu nepca bila je ista za bezvučni i zvučni frikativ (Slika 5).





Slika 5. Prednja i stražnja lateralnost za frikative /ʃ/ i /ʒ/ po ispitanicima. Stupci pogrešaka pokazuju varijabilnosti za svakog ispitanika.

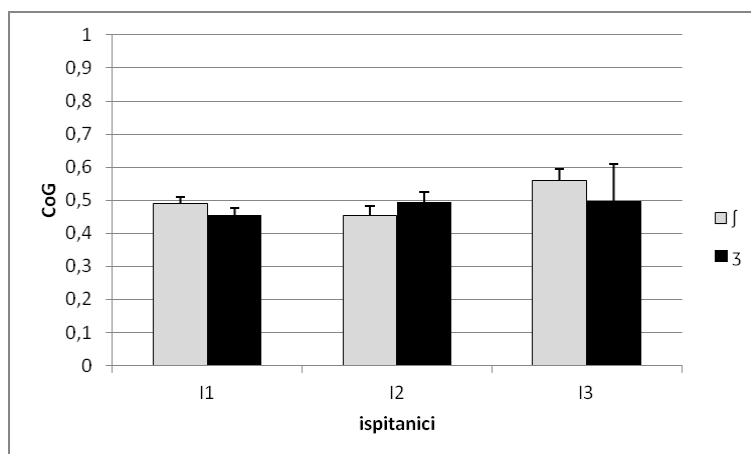
Unutargovornička varijabilnost za frikativ /ʃ/ pokazala se mala kod svih ispitanika te je bila najmanja kod I2 (4,9%), zatim I1 (5,3%) te naposljetku I3 (6,7%). Kod frikativa /ʒ/ ponovno je najmanje varirao I2 (4,4%), zatim I1 (5,8%) dok je kod I3 širina žlijeba na prednjem dijelu nepca puno više varirala (34,8%) s obzirom na varijabilnosti druga dva ispitanika i na varijabilnost kod frikativa /ʃ/. Velika varijabilnost kod trećeg ispitanika za frikativ /ʒ/ utjecala je i na međugovorničku varijabilnost kod koje je razlika između zvučnog i bezvučnog frikativa bila velika te iznosila 21,7% za /ʒ/ i 5,7% za /ʃ/.

### 3.1.9. Širina žlijeba na stražnjem dijelu nepca (LAT\_S)

Razlika je između zvučnog i bezvučnog frikativa u kontekstu ukupnog prosjeka za stražnju lateralnost bila iznimno mala no tendencija se vidjela. Frikativ /ʃ/ imao je manju vrijednost (0,756) i samim time uži žlijeb dok je zvučni parnjak imao veću vrijednost (0,757) te stvarao širi žlijeb. Ponovno se samo kod jednog ispitanika vidjela opća tendencija i to kod ispitanika 2 (LAT\_S /ʃ/ = 0,694; LAT\_S /ʒ/ = 0,713). Kod prvog ispitanika pronađena je obrnuta situacija te je on bezvučni frikativ proizveo širim žlijebom (0,83), a zvučni užim žlijebom (0,792). Kod I3 pronađena je potpuno jednaka širina žlijeba (LAT\_S /ʃ/ i /ʒ/ = 0,743) i za zvučni i za bezvučni frikativ na stražnjem dijelu nepca (Slika 5). Unutargovorničke varijabilnosti za oba frikativa bile su relativno male. Za frikativ /ʃ/ iznosile su 4,2% (I3), 5,4% (I1) te 5,7% (I2). Kod zvučnog parnjaka pojavila se slična situacija: 4,2% (I3), 5,3% (I1) te 5,5% (I2). Međugovornička varijabilnost na stražnjem dijelu nepca bila je veća kod frikativa /ʃ/ (9,3%) u usporedbi s frikativom /ʒ/ (6,4%).

### 3.1.10. Mjesto artikulacije

Dobiveni prosječni rezultat centra gravitacije za sve ispitanike za frikativ /ʃ/ iznosio je 0,498, dok je za frikativ /ʒ/ iznosio 0,479. Iako je razlika između dobivenih rezultata bila vrlo mala, frikativ /ʃ/ pokazao je tendenciju prednjije artikulacije u usporedbi s frikativom /ʒ/. Pogledamo li pojedinačne rezultate ispitanika, vidljivo je da su dva (I1 i I3) od tri ispitanika imala istu tendenciju, a to je tendencija prednjije artikulacije za /ʃ/, a stražnjije za /ʒ/ (Slika 6). Ispitanik 2 pokazao je suprotnu tendenciju te je kod njega zvučni frikativ artikuliran s prednijom artikulacijom u odnosu na bezvučni parnjak.



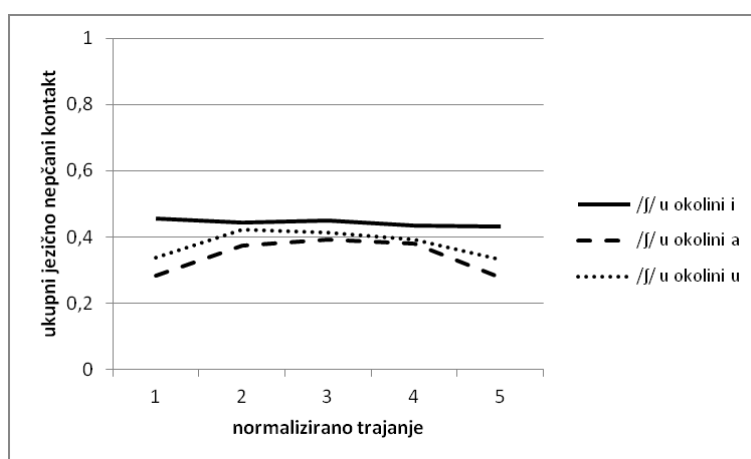
Slika 6. Mjesto artikulacije za frikative /f/ i /z/ kod svakog ispitanika. Stupci pogrešaka pokazuju varijabilnosti za svakog ispitanika.

Dobivena unutargovornička varijabilnost za frikativ /f/ iznosila je 4,2% za I1 te 6% za I2 i I3. Kod frikativa /z/ najveća varijabilnost pojavila se kod ispitanika 3 (22,7%), zatim kod I2 (6,1%) i naposljetku kod I1 (4,6%). Međugovornička varijabilnost bila je veća kod zvučnog (15,2%), a manja kod bezvučnog frikativa (10,2%).

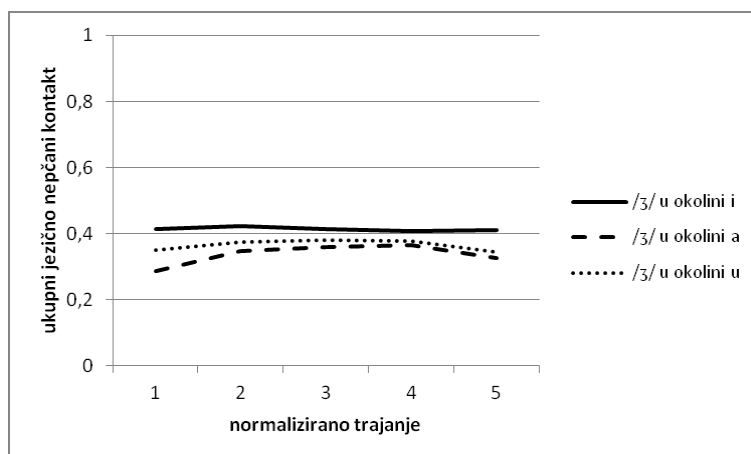
### 3.2. ARTIKULACIJSKA DINAMIKA ZVUČNIH I BEZVUČNIH FRIKATIVA

#### 3.2.1. Utjecaj vokalske okoline na frikative /f/ i /z/

Na slikama 7. i 8. može se vidjeti dinamika jezično-nepčanog dodira tijekom frikativa /f/ i /z/ u različitim vokalskim okolinama za sve ispitanike.



Slika 7. Utjecaj vokala /i/, /a/ te /u/ na frikativ /f/.

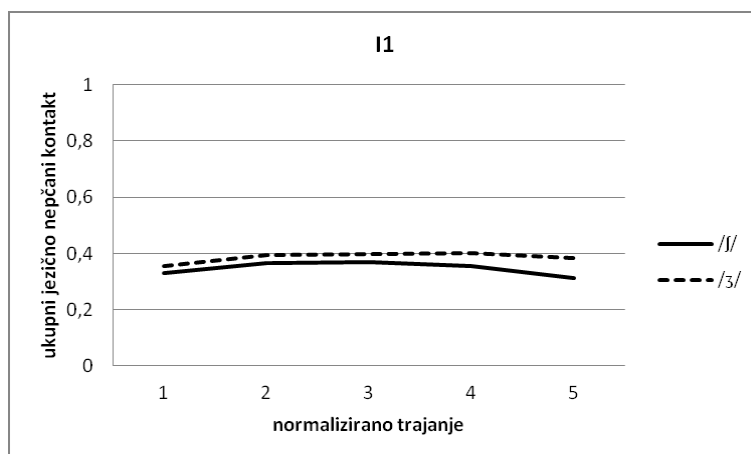


Slika 8. Utjecaj vokala /i/, /a/ te /u/ na frikativ /ʒ/.

Na slici 7. može se vidjeti da količina jezično-nepčanog kontakta tijekom trajanja frikativa /ʃ/ u okolini prednjeg vokala /i/ ostaje relativno jednaka tijekom cijelog njegovog trajanja, dok u okolini vokala /a/ i /u/ količina jezično-nepčanog kontakta prvo raste pa se zadržava na približno istoj vrijednosti te na kraju trajanja pada. Kod frikativa /ʒ/ može se vidjeti ista tendencija kao i kod bezvučnog frikativa. U okolini vokala /i/ količina jezično-nepčanog kontakta ostaje relativno jednaka tijekom cijelog trajanja frikativa /ʒ/, dok u okolini vokala /a/ te /u/ količina jezično-nepčanog kontakta prvo raste pa stagnira te na kraju pada (Slika 8).

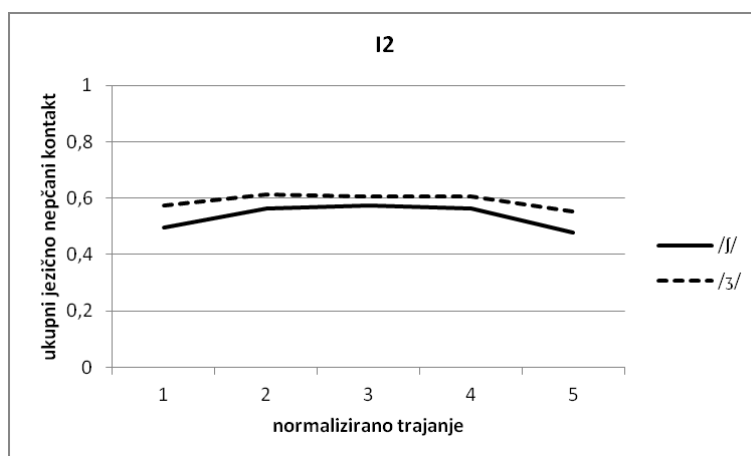
### 3.2.2. Količina dodira

Dinamika kretanja frikativa kroz pet jednako razmaknutih točaka s obzirom na ukupni jezično-nepčani kontakt pokazuje sličnu tendenciju bezvučnog i zvučnog frikativa. Drugim riječima, kod svakog ispitanika vidi se slično kretanje jezika kod frikativa /ʃ/ i /ʒ/, ali razlike među ispitanicima ipak postoje. Na slici 9. prikazani su rezultati ispitanika 1 za ukupni jezično-nepčani kontakt te je vidljivo da je početak frikativa /ʒ/ jednak početku frikativa /ʃ/. U sredini njihova trajanja, frikativi se zadržavaju na približno istim vrijednostima dok prema kraju, vrijednosti za frikativ /ʃ/ počinju opadati dok kod zvučnog i dalje ostaju približno iste vrijednosti kao i u sredini njegova trajanja. Ono što se također sa slike može iščitati je to da se dva frikativa ni u jednoj točki ne poklapaju.



Slika 9. Prosječne vrijednosti količine dodira tijekom trajanja frikativa /f/ i /z/ kod ispitanika 1.

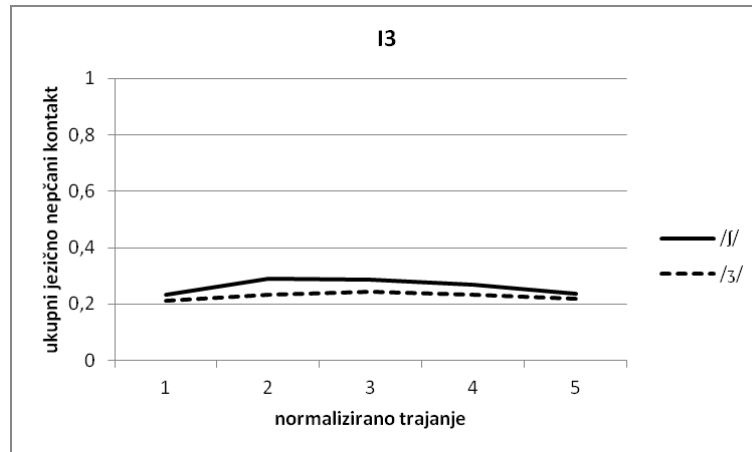
Kod ispitanika 2 (Slika 10) vidi se slično kretanje jezika i kod zvučnog i kod bezvučnog frikativa. Vrijednosti za ukupni jezično-nepčani kontakt kod oba frikativa prvo rastu, zatim se zadržavaju na približno istim vrijednostima u sredini njihova trajanja te na kraju padaju. Kao i kod prvog ispitanika, dva se frikativa ni u jednoj točki ne poklapaju.



Slika 10. Prosječne vrijednosti količine dodira tijekom trajanja frikativa /f/ i /z/ kod ispitanika 2.

Na slici 11. prikazani su rezultati analize ukupnog jezično-nepčanog kontakta za zvučni i bezvučni frikativ za ispitanika 3. Usporedbom ovog ispitanika sa ostala dva ispitanika, može se uočiti suprotna tendencija s obzirom na ukupni kontakt. Naime, kod ispitanika 1 i 2 veći ukupni kontakt ima frikativ /z/, a manji frikativ /f/ dok kod ispitanika 3 veći ukupni kontakt ima /f/, a manji frikativ /z/. Kod ispitanika 3, linija jezika za frikativ /z/ tijekom cijelog svog

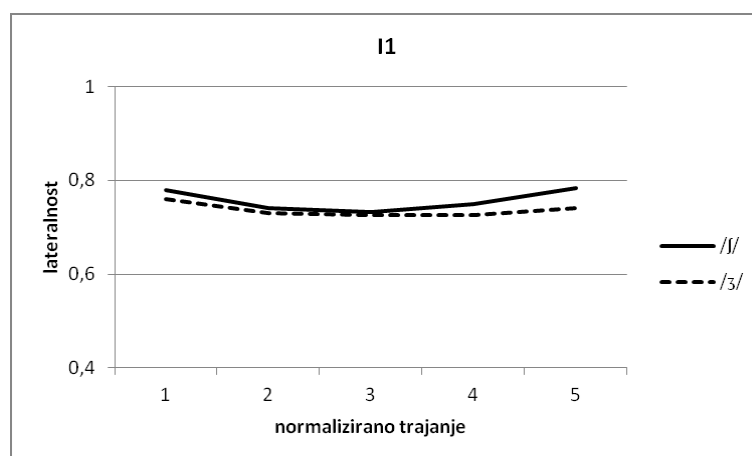
trajanja ostaje na približno istim vrijednostima. Kod bezvučnog frikativa, količina jezično-nepčanog kontakta prvo raste pa se zadržava na približno istoj vrijednosti te na kraju pada. Isto tako, dva se frikativa ni u jednoj točki ne poklapaju.



Slika 11. Prosječne vrijednosti količine dodira tijekom trajanja frikativa /s/ i /z/ kod ispitanika 3.

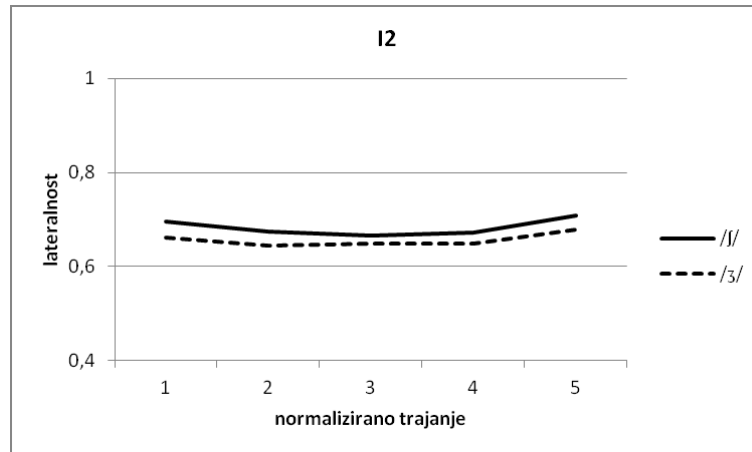
### 3.2.3. Širina žlijeba

Na slikama 12, 13 i 14 prikazani su rezultati analize lateralnosti za svakog ispitanika pojedinačno te dobivene vrijednosti za oba frikativa. Kod ispitanika 1 vidi se slična dinamika kretanja jezika i kod zvučnog i kod bezvučnog frikativa. Vrijednosti oba frikativa na početku trajanja prvo padaju, zatim u sredini stagniraju te prema kraju njihova trajanja rastu. Isto tako, na slici 12 vidi se da je /z/ ipak stabilniji u usporedbi sa /s/. U sredini trajanja frikativa može se vidjeti da se linije za /s/ i /z/ poklapaju.



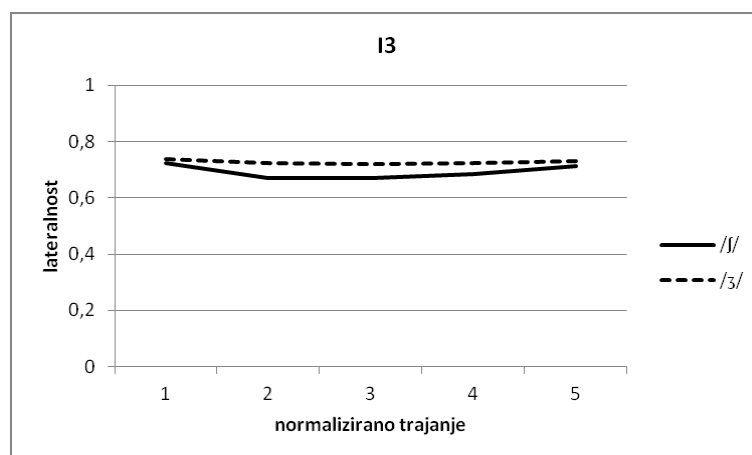
Slika 12. Prosječne vrijednosti lateralnosti tijekom trajanja frikativa /s/ i /z/ kod ispitanika 1.

Kod drugog je ispitanika bila ista situacija kao i kod njegovih rezultata za ukupni kontakt. Naime, ovaj je ispitanik ponovno pokazao jednaku dinamiku u kretanju jezika za /ʃ/ i /ʒ/. Na početku trajanja za oba frikativa može se vidjeti kako vrijednosti padaju, zatim se zadržavaju na približno istim vrijednostima te prema kraju rastu (Slika 13). Kod ovog ispitanika, linije se ni u jednoj točki ne poklapaju.



Slika 13. Prosječne vrijednosti lateralnosti tijekom trajanja frikativa /ʃ/ i /ʒ/ kod ispitanika 2.

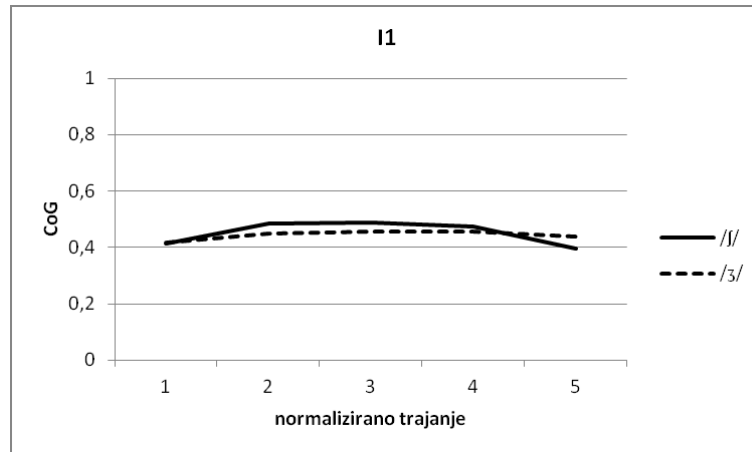
Ispitanik 3 ne pokazuje istu dinamiku kretanja jezika kod dva frikativa kao što je slučaj kod prethodna dva ispitanika. Kod ovog se ispitanika, frikativ /ʒ/ od početka do kraja svoga trajanja zadržava na gotovo istoj vrijednosti što je suprotno rezultatima kod I1 i I2. Što se tiče frikativa /ʃ/, njegova vrijednost na početku pada, zatim stagnira te na kraju trajanja lagano raste. Kao i kod I2, linije frikativa ni u jednoj točki se ne poklapaju (Slika 14).



Slika 14. Prosječne vrijednosti lateralnosti tijekom trajanja frikativa /ʃ/ i /ʒ/ kod ispitanika 3.

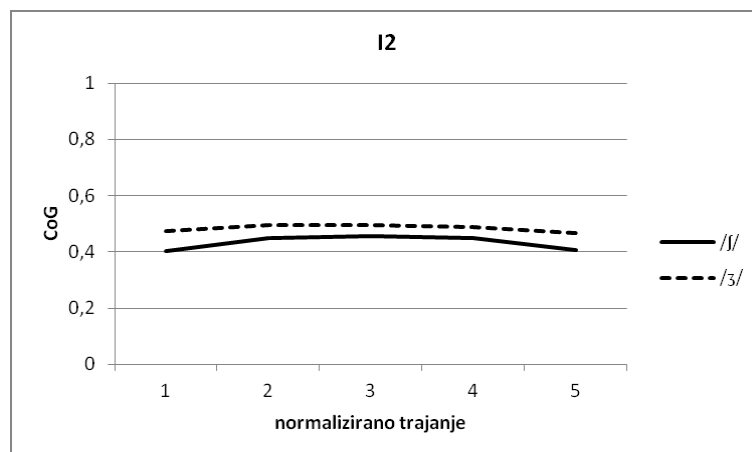
### 3.2.4. Mjesto artikulacije

Na slikama 15, 16 i 17 mogu se vidjeti prosječne vrijednosti centra gravitacije tijekom trajanja frikativa /ʃ/ i /ʒ/ kod tri ispitanika. Kod ispitanika 1 vidi se da vrijednost za frikativ /ʃ/ prvo raste, zatim se zadržava na približno istoj vrijednosti te prema kraju svoga trajanja pada i poklapa se sa zvučnim frikativom. S druge strane, vrijednost frikativa /ʒ/ lagano raste te se od sredine do kraja svoga trajanja zadržava na približno istoj vrijednosti.



Slika 15. Prosječne CoG vrijednosti tijekom trajanja frikativa /ʃ/ i /ʒ/ kod ispitanika 1.

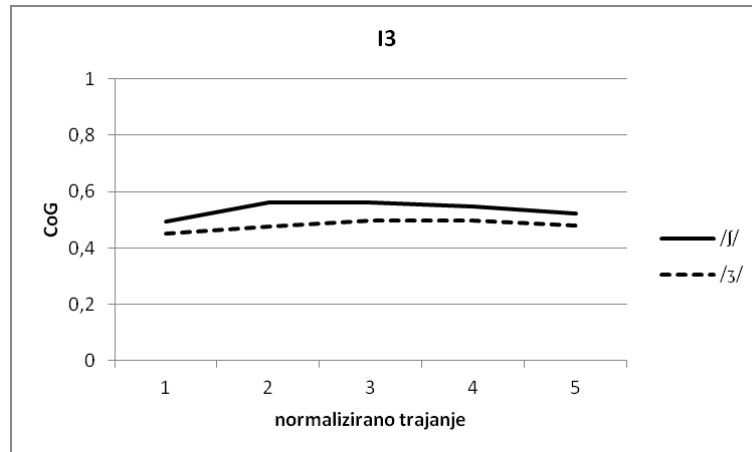
Kod ispitanika 2 nema poklapanja dva frikativa kao kod I1. Na slici 16 vidi se da vrijednost frikativa /ʃ/ prvo raste, zatim stagnira i na kraju trajanja frikativa pada. Suprotno tome, linija za frikativ /ʒ/ puno je ravnija odnosno vrijednost za zvučni frikativ zadržava se na približno istoj vrijednosti tijekom cijelog trajanja frikativa.



Slika 16. Prosječne CoG vrijednosti tijekom trajanja frikativa /ʃ/ i /ʒ/ kod ispitanika 2.

Kod posljednjeg ispitanika, ponovno se vidi suprotna tendencija s obzirom na prva dva ispitanika. Naime, ispitanik 3 je proizveo frikativ /ʃ/ prednijom artikulacijom dok je zvučni frikativ proizveo stražnijom artikulacijom što je obrnuto u odnosu na artikulaciju I1 i I2.

Također, kod ovog ispitanika dva se frikativa ni u jednom trenu ne poklapaju. Kod frikativa /f/, vrijednost prvo raste zatim se kratko zadržava na istoj vrijednosti i naposljetku blago pada. S druge strane, vrijednost zvučnog frikativa prvo raste i zatim ostaje na približno istoj vrijednosti do kraja svoga trajanja. Ono što se može primijetiti kod sva tri ispitanika jest ravnija linija kod frikativa /z/ u usporedbi s frikativom /f/.



Slika 17. Prosječne CoG vrijednosti tijekom trajanja frikativa /f/ i /z/ kod ispitanika 3.

#### 4. RASPRAVA I ZAKLJUČCI

Elektropalatografsko istraživanje hrvatskih frikativa /f/ i /z/ kod prelingvalno gluhih osoba s umjetnom pužnicom pružilo je uvid u dosad neistražene aspekte atipičnog govora te su dobiveni rezultati pokazali sličnosti i razlike atipičnih ispitanika s tipičnom populacijom. Ispitivani parametri artikulacijske konfiguracije frikativa /f/ i /z/ pokazali su da se sva tri atipična ispitanika ovog istraživanja u trajanju te mjestu artikulacije zvučnih i bezvučnih frikativa slažu s tipičnim govornicima. U preostala dva parametra (količina dodira te širina žlijeba) rezultati ispitanika su varirali. Tako su za količinu dodira na cijelom nepcu I2 i I3 pokazali tendenciju kao i tipični govornici (/f/ je imao tanji jezično-nepčani dodir, a /z/ deblji) dok je za količinu dodira na prednjem i stražnjem dijelu nepca samo I2 pokazao tendenciju kao i tipični (/f/ tanji jezično-nepčani dodir na prednjem dijelu nepca, a širi na stražnjem dijelu nepca; /z/ širi jezično-nepčani dodir na prednjem, a tanji jezično-nepčani dodir na stražnjem dijelu nepca). Slična situacija javila se i kod širine žlijeba za prednji i stražnji dio nepca gdje je ponovno samo I2 pratio tendenciju tipične populacije (/f/ širi žlijeb na prednjem dijelu, a uži žlijeb na stražnjem dijelu nepca; /z/ uži žlijeb na prednjem, a širi žlijeb na stražnjem dijelu nepca). Parametri artikulacijske dinamike frikativa /f/ i /z/ pokazali su da se



podaci samo jednog ispitanika (I1) slažu s podacima za tipične govornike. Rezultati utjecaja vokalske okoline na frikative u skladu su s koprodukcijским teorijama.

#### *4.1. Trajanje frikativa*

Ukupno prosječno trajanje frikativa pokazalo je tendenciju duljeg trajanja bezvučnog frikativa u usporedbi sa zvučnim koji je bio kraćeg trajanja te se takva tendencija javila kod sva tri ispitanika. Ovaj rezultat istovjetan je s akustičkim podacima za tipične hrvatske frikative /ʃ/ i /ʒ/ (Bakran, 1996) kao i s dobivenim podacima za tipične njemačke postalveolarne frikative (Fuchs i sur., 2007). Iako, opća tendencija ovog istraživanja pokazuje kraće trajanje zvučnog frikativa u usporedbi s bezvučnim, zanimljiv je podatak da su zvučni frikativi drugog i trećeg ispitanika duljeg trajanja negoli bezvučni frikativ prvog ispitanika. To je zanimljivo zato što je govor prvog ispitanika, prema auditivnom impresionističkom dojmu autorice i mentora diplomskog rada, procijenjen kao najbliži tipičnome. Duljina odnosno trajanje zvučnih pa i bezvučnih frikativa kod ovih ispitanika govori o načinu proizvodnje njihovih frikativa, a razlog njihovog duljenja može biti općenito spori govor i mali odsječci govora koje su proizveli ili nesigurnost same artikulacije. Što se tiče varijabilnosti, one su vrlo male kod svih ispitanika no zanimljiv je podatak da treći ispitanik (I3) ima najmanju varijabilnost kod oba frikativa u odnosu na druga dva ispitanika. Tako mala varijabilnost neočekivana je budući da je izgovor trećeg ispitanika, perceptivno procijenjen lošijim, od strane autorice i mentora diplomskog rada, s obzirom na I1 i I2. Moguć razlog male varijabilnosti trećeg ispitanika jest činjenica da je upravo taj ispitanik nabrajao ciljane riječi, dok su druga dva ispitanika proizvela spontani govor, a u spontanom govoru dolazi do puno veće varijabilnosti nego kada se samo nabrajaju riječi. Usporedbom I1 i I3, vidi se (Slika 2) veća varijabilnost u trajanju kod prvog ispitanika, čiji je govor procijenjen kao najbliži tipičnome, što govori o tome da određene varijabilnosti u spontanom govoru mora biti.

#### *4.2. Količina dodira*

Količina dodira analizirala se na cijelom nepcu te odvojeno za prednji i stražnji dio nepca. Rezultati količine dodira na cijelom nepcu pokazali su da kod frikativa /ʃ/ postoji veći jezično-nepčani dodir u usporedbi s frikativom /ʒ/. Iako je tendencija ukupnog prosjeka količine dodira pokazala da se /ʃ/ artikulira s debljim jezično-nepčani kontaktom negoli /ʒ/, iz pojedinih rezultata ispitanika može se iščitati da je ta tendencija prisutna samo kod I3. Kod I1 i I2 ta je tendencija bila obrnuta te su oni /ʃ/ proizveli s tanjim, a /ʒ/ s debljim jezično-nepčanim kontaktom. Rezultati prvog i drugog ispitanika slažu se s podacima dobivenim na

tipičnim ispitanicima za njemačke (Fuchs i sur., 2007.) i češke postalveolarne frikative (Skarnitzl, Šturm i Machač, 2013), no hrvatski istraživači nisu pronašli razliku u ukupnom kontaktu između hrvatskih alveolarnih zvučnih i bezvučnih frikativa kada su koristili ovu mjeru na cijelom nepcu (Liker i sur., 2012). Iz tog razloga, količinu dodira analizirali su odvojeno za prednji (prva četiri reda elektroda) i stražnji dio nepca (stražnja četiri reda elektroda), a budući da u hrvatskoj literaturi ne postoje podaci za ove mjere u atipičnom govoru, odlučila sam iskoristiti te iste mjere.

Ukupni prosjek količine dodira na prednjem i stražnjem dijelu nepca pokazao je istu tendenciju to jest deblji jezično-nepčani dodir i na prednjem i na stražnjem dijelu nepca za bezvučni frikativ /s/ te tanji jezično-nepčani dodir na prednjem i stražnjem dijelu nepca za zvučni frikativ /z/. Međutim, pojedinačni rezultati ispitanika nisu slijedili trend ukupnog prosjeka. Ispitanik 1 i ispitanik 3 frikativ /s/ proizveli su na način da je više jezično-nepčanog kontakta bilo na prednjem dijelu nepca, a manje na stražnjem dijelu nepca dok je I2 pokazao suprotnu tendenciju. Kod proizvodnje frikativa /z/ ponovno su prvi i treći ispitanik koristili istu strategiju gdje je na prednjem dijelu nepca bilo manje jezično-nepčanog kontakta, a na stražnjem više kontakta. Ispitanik 2 pokazao je suprotnu tendenciju te je zvučni postalveolarni frikativ proizveo s debljim kontaktom na prednjem dijelu te tanjim jezično-nepčanim kontaktom na stražnjem dijelu nepca. Takva tendencija pronađena je i kod tipičnih govornika (manje jezično-nepčanog kontakta na stražnjem dijelu nepca kod zvučnih frikativa) (Narayanan i sur., 1995., Liker i sur., 2012). Mogući razlog za ovakvu jezičnu konfiguraciju jest potreba za održavanjem transglotalne razlike kod zvučnih frikativa na način da se iza mjesta artikulacije smanji količina jezično-nepčanog kontakta i samim time poveća šupljina. Međutim, strategija povećanja šupljine iza mjesta artikulacije karakteristika je zvučnih okluziva zato što prilikom njihove proizvodnje dolazi do stvaranja pregrade u oralnoj šupljini te brzo dolazi do izjednačavanja tlakova ispod i iznad grkljana. Da bi se to izjednačavanje tlakova kod zvučnih okluziva spriječilo, oni koriste strategiju povećanja šupljine da bi produljili trajanje transglotalne razlike potrebne za održavanje zvučnosti (Westbury, 1983). Takva strategija, osim kod zvučnih okluziva, primijećena je i kod proizvodnje hrvatskih zvučnih frikativa (Liker i Gibbon, 2011., Liker i Gibbon, 2013), a Liker i sur. (2012) pretpostavljaju da je razlog tome činjenica da u hrvatskom jeziku, zvučni frikativi trebaju održavati potpunu zvučnost tijekom cijelog svog trajanja.

Ispitanici I1 i I3 pokazuju suprotnu tendenciju s obzirom na tipične ispitanike (više jezično-nepčanog kontakta na stražnjem dijelu nepca kod zvučnih frikativa). Ukoliko se pođe

od pretpostavke da i zvučni frikativi, kao i zvučni okluzivi, primjenjuju strategiju povećanja šupljine iza mjesta artikulacije, iz rezultata se vidi da ova dva ispitanika nisu koristila ovu strategiju te su zvučnost realizirali pomoću nekih drugih znakova za regulaciju zvučnosti. Isto tako, zanimljivo je da je ispitanik 1, čiji govor je procijenjen kao najbliži tipičnome, imao suprotne tendencije u usporedbi s tipičnim govornicima u kontekstu mjera količine dodira na prednjem i stražnjem dijelu nepca. Varijabilnost ukupnog kontakta na prednjem dijelu nepca bila je manja kod bezvučnog frikativa /f/ (13,2%) u usporedbi sa zvučnim /z/ (23,9%). Ovako velika razlika između varijabilnosti bezvučnog i zvučnog frikativa dijelom je uzrokovana visokom varijabilnosti trećeg ispitanika za zvučni frikativ (53,8%), a tako visoka varijabilnost kod I3 može upućivati na nestabilnost artikulacije i prisutnost određenih poteškoća u regulaciji zvučnog frikativa. Varijabilnost ukupnog kontakta na stražnjem dijelu nepca ponovno je bila manja kod bezvučnog frikativa /f/ (20,3%) u odnosu na zvučni /z/ (22,8%) što može upućivati da ispitanici bolje reguliraju proizvodnju bezvučnog frikativa u odnosu na zvučni frikativ kod kojeg je potrebno istovremeno regulirati dvije suprotne strategije (zvučnost i frikciju) te održavati zvučnost tijekom cijelog trajanja frikativa na način da se poveća šupljinu iza mjesta artikulacije. Usporedba varijabilnosti na prednjem i stražnjem dijelu nepca pokazuje da je ukupno manje varijabilnosti na prednjem dijelu nepca što ima smisla budući da se radi o lingvalnim frikativima koji se proizvode vrhom jezika (Horga i Liker, 2016) i potrebna je velika preciznost između aktivnog i pasivnog artikulatora te određeni stupanj otpora vrha jezika na okolne glasove.

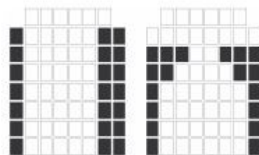
Rezultati dinamike ukupnog jezično-nepčanog kontakta pokazali su sličnu tendenciju odnosno slično kretanje jezika kod oba frikativa kod sva tri ispitanika. Drugim riječima, linija jezika na početku, u sredini i na kraju bezvučnog frikativa podudarala se s početkom, sredinom i krajem zvučnog frikativa (Slika 9, 10 i 11). Takvo kretanje jezika upućuje na sličnu jezičnu konfiguraciju kod oba frikativa. Taj je rezultat suprotan rezultatu tipičnih govornika kod kojih je pronađeno da frikativ /f/ tvori konveksniju liniju jezika u odnosu na frikativ /z/ koji tvori ravniju liniju (Liker i Gibbon, 2013). Ovakve jezične konfiguracije kod tipične populacije posljedica su složene glotalno-supraglotalne koordinacije kod bezvučnih i zvučnih frikativa. Naime, budući da kod bezvučnih frikativa glasnice ne rade i zračna struja može neometano izlaziti iz pluća, bezvučni frikativi moraju određenom jezičnom konfiguracijom odnosno određenim oblikovanjem šupljina na supraglotalnoj razini usmjeriti taj zrak prema van. Oni to postižu na način da prvo podignu stražnji dio jezika čime zatvaraju bočne strane i osiguravaju lakše usmjeravanje zraka iz pluća, a tek potom naprijed stvaraju

uski žlijeb (Liker i Gibbon, 2013). S druge strane, zvučni frikativi istovremeno moraju ostvariti dvije suprotne strategije (zvučnost i frikciju) te se vjeruje da prilikom svoje proizvodnje uključuju strategiju povećanja šupljine iza mjesta artikulacije (Liker i Gibbon, 2011., Liker i Gibbon, 2013). Takva strategija zahtijeva spuštanje larinksa, koji posljedično spušta i stražnji dio jezika te sprječava kontakt jezika i nepca. Liker i Gibbon (2013) navode da jednom kada dođe do kontakta između jezika i nepca, automatski se stvara uski žlijeb te time objašnjavaju ravnomjerniji dodir te posljedično ravniju liniju jezika kod zvučnih frikativa. Uspoređujući tri ispitanika ovog istraživanja s podacima za tipične ispitanike, nijedan ispitanik ne formira jezične konfiguracije kao što to rade tipični govornici. Kod I3, linija za /z/ najravnija je u usporedbi s druga dva ispitanika te bi takva konfiguracija mogla upućivati na sličnost s tipičnim govornicima no kod ovog ispitanika ukupni kontakt je suprotan tipičnim govornicima (/f/ ima više jezično-nepčanog kontakta, a /z/ manje).

#### 4.3. Širina žlijeba

Širina žlijeba analizirala se na cijelom nepcu te odvojeno za prednji i stražnji dio nepca. Analiza širine žlijeba na cijelom nepcu pokazala je uži žlijeb kod bezvučnog frikativa te širi žlijeb kod zvučnog frikativa što se slaže s rezultatima (ovog istraživanja) dobivenim za količinu dodira na cijelom nepcu gdje je bezvučni imao deblji jezično-nepčani dodir, a zvučni tanji dodir. Iako se u ovom istraživanju rezultati količine dodira i širine žlijeba poklapaju te bi takvi rezultati mogli navesti na zaključak da se širina žlijeba može tumačiti pomoću količine dodira, Liker i Gibbon (2011) upozoravaju da istraživači ne bi smjeli zaključivati o širini žlijeba na temelju mjere ukupnog jezično-nepčanog dodira. Navode (Liker i Gibbon, 2011) da ista količina dodira kod dva ispitanika može rezultirati potpuno drugačijom slikom širine žlijeba što su i potkrijepili elektropalatogramima dvaju ispitanika (Slika 18).

Figure 3: Electropalatograms at maximum contact point in /aʃa/. M1 (left) with similar AGW and PGW compared to M2 (right) with significantly different AGW and PGW.



Slika 18. Preuzeto iz Liker i Gibbon (2011).

Iz tog razloga za određivanje širine žlijeba kod frikativa treba koristiti mjeru koja direktno govori o širini žlijeba, a to je mjera lateralnosti koja je korištena u ovom i mnogim drugim istraživanjima (Dixit i Hoffman, 2004., Liker i Gibbon, 2011., Liker i sur., 2012., Liker i Gibbon, 2013., McLeod i sur., 2006).

Analiza širine žlijeba odvojeno za prednji i stražnji dio nepca pokazala je suprotne tendencije kod bezvučnog i zvučnog postalveolarnog frikativa. Na prednjem dijelu nepca, frikativ /f/ imao je širi žlijeb u usporedbi s frikativom /ʒ/, dok se na stražnjem dijelu nepca pojavila suprotna tendencija te je frikativ /f/ imao užu žlijeb dok je njegov zvučni parnjak imao širi žlijeb. Ovi rezultati istovjetni su s rezultatima dobivenim za tipične ispitanike (Dagenais i sur., 1994., Liker i Gibbon, 2011). No, spomenuta jezična konfiguracija za bezvučni i zvučni frikativ (pronađena kod tipičnih ispitanika) vidljiva je samo kod I2. Kod ispitanika 1, širina žlijeba na prednjem dijelu nepca kod oba frikativa bila je jednaka dok je na stražnjem dijelu nepca bezvučni frikativ imao širi žlijeb, a zvučni užu žlijeb što je suprotno podacima za tipične govornike. Ispitanik 3 na prednjem dijelu nepca pokazao je suprotnu tendenciju s obzirom na tipične govornike te je bezvučni frikativ proizveo sa užim žlijebom, a zvučni parnjak sa širim žlijebom. Na stražnjem dijelu nepca, I3 proizveo je oba frikativa s jednakom širinom žlijeba. Liker i suradnici navode da „kvantifikacija širine žlijeba na prednjem i stražnjem dijelu nepca omogućuje detaljni uvid u proizvodnju frikativa te ukazuje na oblik samog žlijeba“ (2012: 210). Podaci o širini žlijeba za ova tri ispitanika jasno ukazuju na to da samo jedan od ukupno tri ispitanika koristi širinu žlijeba kao znak za reguliranje zvučnosti kod zvučnih frikativa. Zanimljiv je podatak da se radi o I2, a ne o I1 čiji je govor na temelju auditivnog impresionističkog dojma procijenjen kao govor najbliži tipičnome. Ovaj rezultat također ukazuje na to da I2 za razliku od I1 i I3 koristi složeniju strategiju prilikom proizvodnje zvučnih frikativa, a to je precizno formiranje uskog žlijeba koji je širi na stražnjem dijelu, a užu na prednjem dijelu nepca.

Rezultati dinamike žlijeba pokazali su da se rezultati samo kod ispitanika 1 poklapaju s podacima za tipične govornike. Naime, kod I1 zvučni i bezvučni frikativ poklapaju se u sredini svoga trajanja što je istovjetno s rezultatima za postalveolarne frikative kod tipičnih govornika (Liker i Gibbon, 2013). Kod ispitanika 2 vidi se (Slika 13) gotovo identična dinamika kretanja jezika za /f/ i /ʒ/ no ni u jednom trenutku se dvije linije ne poklapaju što je suprotno tipičnim govornicima. Ispitanik 3 ponovno je imao najravniju liniju jezika za zvučni frikativ u usporedbi s druga dva ispitanika no zbog cjelokupne suprotne tendencije (širi žlijeb za /f/, užu za /ʒ/), njegovi rezultati su bez obzira na dobru tendenciju suprotni podacima za

tipične ispitanike. Formiranje uskog žlijeba složena je strategija za ostvarivanje zvučnosti te je rezultat fine grkljansko-nadgrkljanske regulacije za koju su potrebne proprioceptivna te slušna kontrola. S obzirom na to, ne čudi podatak da su ispitanici u ovom istraživanju imali poteškoća sa složenijim dinamičkim regulacijama prilikom proizvodnje frikativa (kao što je formiranje žlijeba), a manje poteškoća imali su u jednostavnijim regulacijama (kao što je razlika u trajanju bezvučnog i zvučnog frikativa).

#### *4.4. Mjesto artikulacije*

Mjesto artikulacije analizirano je mjerom centar gravitacije na cijelom nepcu. Ta mjera govori o relativnom odnosu dva glasa odnosno govori o tome koji je glas prednjiji, a koji stražnjiji. Ukupni su rezultati pokazali tendenciju prednjijeg mjesta artikulacije za bezvučni frikativ /f/ u odnosu na zvučni frikativ /z/. Međutim, analiza podataka artikulacijskih zona na prosječnim elektropalatogramima pokazala je isto mjesto artikulacije za /f/ i /z/ kod triju ispitanika. S time da je kod ispitanika 1 i 2 najviše dodirnutih elektroda bilo u trećem redu te se shodno tome može tvrditi da su njihovi frikativi /f/ i /z/ postalveolarni budući da je prema shematskom prikazu Reading nepca (Prilog 2) treći red postalveolarna artikulacijska zona. Frikativi /f/ i /z/ trećeg ispitanika također pripadaju postalveolarnoj zoni no kod ovog je ispitanika najviše dodirnutih elektroda bilo u četvrtom redu što govori da ovaj ispitanik ima stražnjiju artikulaciju postalveolarnih frikativa u usporedbi s I1 i I2 (Prilog 3). Dobiveni rezultati za mjesto artikulacije slažu se s rezultatima tipičnih ispitanika koji su također frikative /f/ i /z/ ostvarili kao postalveolarne (Bakran, 1996., Liker, 2009).

Liker i Gibbon (2013) analizirali su dinamiku mjesta artikulacije kod postalveolarnih /f/ i /z/ te su pronašli da frikativi u sredini svoga trajanja imaju gotovo identične vrijednosti dok je na rubovima trajanja bezvučni frikativ uvijek imao niže vrijednosti. Ovakvu jezičnu konfiguraciju za bezvučni frikativ povezali su s kasnijim formiranjem tipične jezične konfiguracije do koje dolazi zato što bezvučni frikativ najprije ostvaruje kontakt jezika i nepca te stvara žlijeb iza mjesta artikulacije da bi nakon toga povećao kontakt i stvorio žlijeb na mjestu artikulacije (Liker i Gibbon, 2013). Kasnije formiranje tipične konfiguracije bezvučnog frikativa daje okolnim glasovima prostora da utječu na frikativ i stvaraju pritisak na njega čime je bezvučni frikativ manje otporan i podložniji utjecajima te samim time varijabilniji. S druge strane, vizualno ravniju liniju kod zvučnog frikativa autori objašnjavaju ravnomjernijim stvaranjem kontakta između jezika i nepca na način da zvučni frikativ čim dotakne nepce formira i žlijeb na mjestu artikulacije. Samim time, zvučni frikativ ima

stabilniju jezičnu konfiguraciju te ne dopušta veliki koartikulacijski pritisak okolnih glasova već on zbog svoje potrebe za specifičnom jezičnom konfiguracijom te istovremenim održavanjem zvučnosti i frikcije pruža otpor te ne dopušta utjecaj glasovne okoline. U ovom istraživanju jedino kod I1 pronađena je tendencija kao i kod tipičnih ispitanika (Liker i Gibbon, 2013). Kod I2 ni u jednom trenutku ne dolazi do poklapanja linija frikativa niti se vidi tendencija opisana kod tipičnih ispitanika. Treći ispitanik osim što nije ostvario jezičnu konfiguraciju kao tipični ispitanici, imao je suprotnu cjelokupnu tendenciju gdje je frikativ /ʃ/ tijekom cijelog trajanja imao više vrijednosti u usporedbi s frikativom /ʒ/. Kao i kod širine žlijeba, korištenje različitih strategija između ispitanika kao i dokaz o suprotnim strategijama u usporedbi s tipičnom populacijom (dva od tri ispitanika) navode na zaključak da ovi ispitanici ne koriste sve znakove zvučnosti već neke koriste, a druge ne za proizvodnju zvučnih i bezvučnih frikativa.

#### *4.5. Utjecaj vokalske okoline na frikative /ʃ/ i /ʒ/*

Utjecaj vokalske okoline na frikative /ʃ/ i /ʒ/ analizirao se pomoću mjere ukupnog jezično-nepčanog dodira u cijelom trajanju frikativa. Prvi dobiveni podatak analize bio je taj da je zvučni frikativ /ʒ/ otporniji na utjecaj okolnih vokala u usporedbi s bezvučnim parnjakom. To se može vidjeti u manjoj razlici između vrijednosti na početku, u sredini i na kraju trajanja kod zvučnog frikativa u usporedbi s bezvučnim (Slika 7 i 8) čime se linije na grafu kod zvučnog frikativa vizualno čine ravnije. Ovakav rezultat suprotan je očekivanjima gdje bi očekivali da će zapravo bezvučni frikativ biti otporniji na vokalsku okolinu, no uzmemo li u obzir složenu koordinaciju zvučnosti i frikcije kod /ʒ/, leđa jezika moraju biti puno više angažiranija i samim time otpornija na utjecaj okolnih glasova. Ovakav rezultat u skladu je i s koprodukcijским teorijama koje kažu da će onaj glas čija su leđa jezika angažiranija ujedno imati veliki koartikulacijski otpor te neće dopuštati utjecaj glasovne okoline, ali i veliki koartikulacijski pritisak čime će taj glas utjecati na okolne glasove (Recasens i sur., 1997). Drugi rezultat analize pokazao je da oba frikativa manje koartikuliraju u sredini svoga trajanja negoli na rubovima što je za očekivati s obzirom da do sredine svoga trajanja glasovi postižu svoju tipičnu jezičnu konfiguraciju te je onda prema kraju polako gube te su upravo iz tog razloga glasovi više varijabilni na rubovima svoga trajanja u usporedbi sa sredinom. Treći rezultat ove analize odnosio se na variranje frikativa s obzirom na određeni vokal. Tako su i zvučni i bezvučni frikativ najmanje koartikulirali u okolini vokala /i/, zatim vokala /u/, a najviše u okolini vokala /a/. Dobiveni podatak o koartikulaciji s okolnim vokalima istovjetan je s rezultatima dobivenim za tipične češke postalveolarne frikative (Skarnitzl i sur., 2013).

Ovaj rezultat ponovno je u skladu s koprodukcijским teorijama prema kojima će koartikulacija glasova s jednakim stupnjem angažiranosti leđa jezika biti mala. Iz tog razloga postalveolarni frikativi /ʃ/ i /ʒ/ koji prema modelu artikulacijske angažiranosti imaju pripisan stupanj 3, minimalno koartikuliraju u okolini s visokim vokalom /i/ koji također ima pripisan najviši stupanj (= 3). S druge strane, vokalu /a/ pripisan je stupanj 2 te u svojoj artikulaciji treba spuštена leđa jezika te samim time puno više koartikulira s oba frikativa koji trebaju podignuta leđa jezika (Recasens i sur., 1997).

S obzirom na sve izneseno, možemo zaključiti da je artikulacijska konfiguracija postalveolarnih frikativa /ʃ/ i /ʒ/ kod ova tri atipična ispitanika usporediva s artikulacijskom konfiguracijom ovih frikativa u tipičnoj čujućoj populaciji s obzirom na trajanje i mjesto artikulacije. Međutim, koartikulacijski se procesi (analizirani kroz artikulacijsku dinamiku i utjecaj vokala na frikative) pronađeni kod atipičnih govornika ovog ispitivanja razlikuju od postojećih podataka za tipične govornike i to kod svakog ispitanika na drugačiji način. Od tri ispitanika, ispitanik 1 najbliži je tipičnim govornicima u kontekstu koartikulacijskih karakteristika odnosno koartikulacijskih obrazaca koje koristi prilikom proizvodnje postalveolarnih frikativa. No, bez obzira na rezultate artikulacijske konfiguracije i artikulacijske dinamike, rezultati utjecaja vokala na frikative pokazali su da se koartikulacijski procesi kod svih ispitanika općenito mogu objasniti koprodukcijским teorijama. Na kraju je bitno naglasiti da treba postojati određena opreznost prilikom generaliziranja ovih rezultata na ostatak atipične populacije. Prvi razlog za oprez jest mali broj ispitanika kao i činjenica da ispitanici nisu identični po svim kriterijima (dob implantacije umjetne pužnice, dob početka terapije, trajanje terapije, prag čujnosti, razumljivost). Drugi razlog za oprez je korištenje artikulacijskih i koartikulacijskih strategija ispitanika s umjetnom pužnicom koje se razlikuju od ispitanika do ispitanika. Zbog svega toga, nužno je provoditi dodatna istraživanja prije izvođenja generalnih zaključaka o njihovim artikulacijskim i koartikulacijskim procesima.



## 5. LITERATURA

1. Bakran, J. (1996). *Zvučna slika hrvatskoga govora*. Ibis grafika.
2. Cheng, H. Y., Murdoch, B. E., Goozee, J. V., & Scott, D. (2007). Electropalatographic assessment of tongue-to-palate contact patterns and variability in children, adolescents, and adults. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50, 375-392.
3. Dagenais, P. A., Lorendo, L. C., & McCutcheon, M. J. (1994). A study of voicing and context effects upon consonant linguapalatal contact patterns. *Journal of phonetics*, 22(3), 225-238.
4. Dixit, R. P., & Hoffman, P. R. (2004). Articulatory characteristics of fricatives and affricates in Hindi: An electropalatographic study. *Journal of the International Phonetic Association*, 141-159.
5. Farnetani, E., & Recasens, D. (1997). Coarticulation and connected speech processes. *The handbook of phonetic sciences*, 371-404.
6. Fuchs, S., Brunner, J., & Busler, A. (2007). Temporal and spatial aspects concerning the realizations of the voicing contrast in German alveolar and postalveolar fricatives. *Advances in Speech Language Pathology*, 9(1), 90-100.
7. Gibbon, F. E. (2004). Abnormal patterns of tongue-palate contact in the speech of individuals with cleft palate. *Clinical linguistics & phonetics*, 18(4-5), 285-311.
8. Gibbon, F. E., Lee, A., & Yuen, I. (2010). Tongue-palate contact during selected vowels in normal speech. *The Cleft palate-craniofacial journal*, 47(4), 405-412.
9. Gibbon, F., Smeaton-Ewins, P., & Crampin, L. (2005). Tongue-palate contact during selected vowels in children with cleft palate. *Folia phoniatica et logopaedica*, 57(4), 181-192.
10. Hardcastle, W. J., Gibbon, F., & Nicolaidis, K. (1991). EPG data reduction methods and their implications for studies of lingual coarticulation. *Journal of Phonetics*, 19(3-4), 251-266.
11. Hardcastle, B., & Tjaden, K. (2008). Coarticulation and Speech Impairment. *The handbook of clinical linguistics*, 506-524. Blackwell Publishing.

12. Horga, D., & Liker, M. (2006). Voice and pronunciation of cochlear implant speakers. *Clinical linguistics & phonetics*, 20(2-3), 211-217.
13. Horga, D., & Liker, M. (2016). *Artikulacijska fonetika: anatomija i fiziologija izgovora*. Ibis grafika.
14. Liker, M. (2009). Elektropalatografska analiza hrvatskih glasova (neobjavljena doktorska disertacija). Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska.
15. Liker, M., & Gibbon, F. (2011). Groove Width in Croatian Voiced and Voiceless Postalveolar Fricatives. In *ICPhS*, 1238-1241.
16. Liker, M., & Gibbon, F. E. (2013). Differences in EPG contact dynamics between voiced and voiceless lingual fricatives. *Journal of the International Phonetic Association*, 43(1), 49-64.
17. Liker, M., Horga, D., & Mildner, V. (2012). Electropalatographic specification of Croatian fricatives/s/and/z. *Clinical linguistics & phonetics*, 26(3), 199-215.
18. McLeod, S., Roberts, A., & Sita, J. (2006). Tongue/palate contact for the production of /s/ and /z/. *Clinical linguistics & phonetics*, 20(1), 51-66.
19. Mildner, V. (2018). Aspects of coarticulation.
20. Mildner, V., & Liker, M. (2003). Acoustic analysis of the speech of children with cochlear implants and comparison with hearing controls. In *Proceedings of the 15th International Congress of Phonetic Sciences* (Vol. 1, pp. 2377-2380). Causal Productions.
21. Mildner, V., & Liker, M. (2008). Fricatives, affricates, and vowels in Croatian children with cochlear implants. *Clinical linguistics & phonetics*, 22(10-11), 845-856.
22. Narayanan, S. S., Alwan, A. A., & Haker, K. (1995). An articulatory study of fricative consonants using magnetic resonance imaging. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 98(3), 1325-1347.
23. Recasens, D., Pallarès, M. D., & Fontdevila, J. (1997). A model of lingual coarticulation based on articulatory constraints. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 102(1), 544-561.

24. Sfakianaki, A., Nicolaidis, K., & Okalidou, A. (2017). Vowel-to-vowel coarticulation in Greek normal-hearing and hearing-impaired speech. In *Proceedings of the international symposium on monolingual and bilingual speech* (p. 258).
25. Sfakianaki, A., Nicolaidis, K., Okalidou, A., & Vlahavas, G. (2018). Coarticulatory dynamics in Greek disyllables produced by young adults with and without hearing loss. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 32(12), 1162-1184.
26. Skarnitzl, R., Šturm, P., & Machač, P. (2013). The phonological voicing contrast in Czech: an EPG study of phonated and whispered fricatives. In *INTERSPEECH* (pp. 3191-3195).
27. Stone, M. (2013). Laboratory techniques for investigating speech articulation. *The handbook of phonetic sciences*, 2, 9-31.
28. Waldstein, R. S., & Baum, S. R. (1991). Anticipatory coarticulation in the speech of profoundly hearing-impaired and normally hearing children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 34(6), 1276-1285.
29. Westbury, J. R. (1983). Enlargement of the supraglottal cavity and its relation to stop consonant voicing. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 73(4), 1322-1336.
30. Wrench, A. A. (2007). Advances in EPG palate design. *Advances in Speech Language Pathology*, 9(1), 3-12.
31. Wrench, A. (2008). Articulate Assistant user guide, version 1.17. *Musselburgh: Articulate Instruments Limited, Queen Margaret University*.

## 6. SAŽETAK

### Elektropalatografska analiza koartikulacije u atipičnom govoru

U ovom su se istraživanju elektropalatografijom istraživali supraglotalni korelati zvučnosti i frikativnosti kod osoba s umjetnom pužnicom. Tri odrasla prelingvalno gluha ispitanika hrvatskog jezika bili su ispitanici u ovom istraživanju. Govorni materijal sadržavao je šest značenjskih riječi, proizvedenih u spontanom govoru, konstrukcije  $K_1VK_2V$  gdje je  $K_2$  bio ciljani frikativ /ʃ/ ili /ʒ/, a V je predstavljao jedan od tri hrvatska kardinalna vokala /i, a, u/. Odabrane su ukupno četiri varijable kako bi se proučila artikulacijska konfiguracija i dinamika frikativa: mjesto artikulacije, količina dodira, širina žlijeba te trajanje. Rezultati su pokazali da se podaci atipičnih ispitanika podudaraju s podacima dobivenim na tipičnim ispitanicima u dvije varijable: trajanje i mjesto artikulacije, dok se u preostale dvije varijable atipični govornici razlikuju od tipičnih. Kao što je očekivano, razlike među atipičnim ispitanicima pokazale su se velike kao i njihove varijabilnosti. Isto tako, pokazalo se da atipični govornici koriste različite artikulacijske i koartikulacijske obrasce u odnosu na tipične govornike.

Ključne riječi: koartikulacija, frikativi, umjetna pužnica, elektropalatografija

## 7. ABSTRACT

### **Electropalatographic analysis of coarticulation in impaired speech**

This study investigated supraglottal correlates of voicing and frication in postalveolar fricatives /ʃ/ and /ʒ/ using electropalatography. Participants in this study were prelingually deaf adult speakers of Croatian with cochlear implants. Speech material consisted of six words produced in spontaneous speech. Each word consisted of  $K_1VK_2V$  where  $K_2$  was fricative /ʃ/ or /ʒ/ and V was one of the three vowels in Croatian /i, a, u/. There were four variables in total to investigate the articulatory configuration and the dynamics of targeted fricatives: the place of articulation, the amount of contact, groove width, and duration. The results showed that atypical participants have very similar results in terms of duration and place of articulation when compared to the typical population but they differ in groove width and amount of contact. As expected, differences between atypical speakers were great as well as their variability. Also, the data from this research showed that atypical speakers use different patterns in terms of articulation and coarticulation when compared to typical speakers.

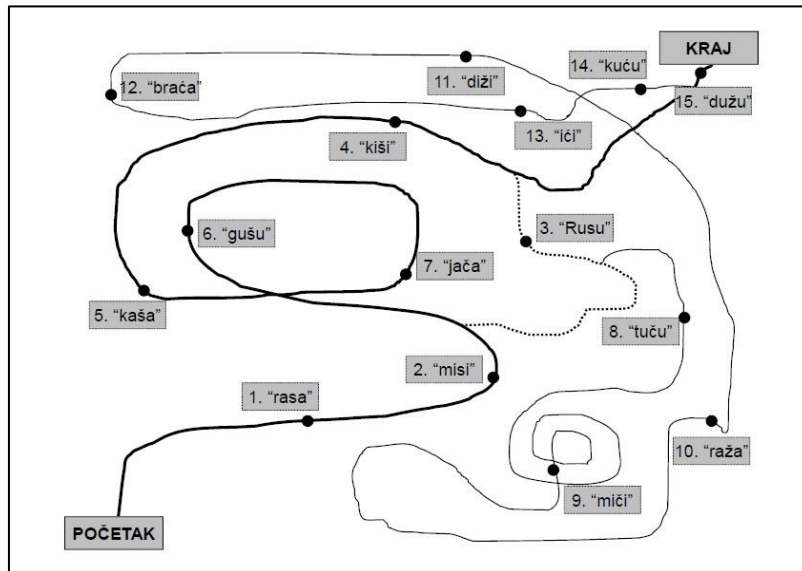
**Keywords:** coarticulation, fricatives, cochlear implant, electropalatography

## 8. ŽIVOTOPIS

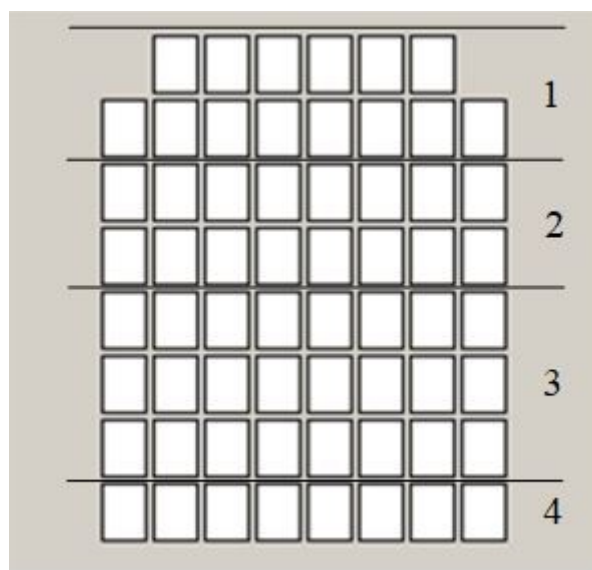
Dora Kolarić rođena je 1995. godine u Varaždinu. Osnovnu je školu završila u Novom Marofu te je 2010. godine upisala Prvu gimnaziju Varaždin. Na Filozofskom fakultetu u Zagrebu 2014. godine upisuje preddiplomski dvopredmetni studij fonetike i sociologije. Na preddiplomskom studiju aktivno sudjeluje u radu studentske udruge fonetičara Eufonija te zajedno sa svojim kolegama prima Posebnu Rektorovu nagradu za projekt FonET – edukacijski trening za nefonetičare 2015. godine. Na diplomskom studiju 2017. godine upisuje znanstveno usmjerenje fonetike te nastavnički smjer sociologije. 2019. godine, na znanstvenom skupu Hrvatskoga društva za primijenjenu lingvistiku, zajedno s profesorom Markom Likerom, održala je izlaganje pod nazivom *Elektropalatografska i ultrazvučna analiza apikalnih i laminalnih frikativa u hrvatskom*.

## 9. PRILOZI

**Prilog 1.** Mapa s ključnim točkama korištena u istraživanju kako bi se prikupio spontani govor ispitanika. Od ukupno 15 riječi, za potrebe ovog istraživanja analiziralo se šest riječi: kaša, kiši, gušu, raža, diži, dužu.



**Prilog 2.** Reading nepce s pripadajućim artikulacijskim zonama: 1 – alveolarna; 2 – postalveolarna; 3 – palatalna; 4 – velarna. Shematski prikaz elektropalatograma preuzet je iz programa Articulate Assistant, a horizontalne linije i zone dodala je autorica diplomskog rada po uzoru na članak Gibbon i sur. (2010).



**Prilog 3.** Prosječni elektropalogrami za frikative /ʃ/ i /ʒ/ za svakog ispitanika.

Ispitanik 1

/ʃ/

	0	0	0	0	0	0	
68	86	79	10	0	0	5	4
98	95	63	0	0	59	90	98
98	87	7	0	0	0	93	100
98	38	0	0	0	0	16	99
100	38	0	0	0	0	38	100
100	38	1	0	0	0	53	100
100	10	0	0	0	0	55	100

/ʒ/

	0	0	0	0	0	0	
54	71	62	15	0	0	0	10
100	98	78	0	0	68	98	93
100	98	0	0	0	0	100	100
100	48	0	0	0	0	33	100
100	38	0	0	0	0	75	100
100	36	0	0	0	0	80	100
100	60	0	0	0	0	74	100

Ispitanik 2

/ʃ/

	35	8	0	0	0	0	
98	95	71	27	0	2	56	92
100	100	97	7	0	84	97	99
100	99	40	0	0	45	94	100
100	99	5	0	0	20	100	100
100	100	61	0	0	35	100	100
100	100	70	0	0	38	100	100
100	100	14	0	0	26	100	100

/ʒ/

	83	33	15	0	0	6	
95	95	95	75	0	26	62	95
95	95	95	40	0	94	95	95
95	95	70	0	0	83	95	95
95	93	3	0	0	30	95	95
95	95	53	0	0	32	95	95
95	95	63	0	0	22	95	95
90	95	13	0	0	0	81	95



Ispitanik 3

/f/

	23	0	0	0	0	7	
0	91	72	13	0	35	21	96
100	99	93	20	0	0	35	0
100	99	54	0	0	0	35	100
100	95	0	0	0	0	11	0
100	91	0	0	0	0	0	0
38	27	0	0	0	0	0	0
38	82	4	0	0	0	0	0

/z/

	20	0	0	0	0	3	
0	59	39	7	0	20	32	75
90	89	46	0	0	0	33	0
90	83	24	0	0	0	26	90
95	72	5	0	0	0	2	0
100	94	7	0	0	0	0	0
54	54	2	0	0	0	0	0
54	66	9	0	0	0	0	0