



FILOZOFICKÁ FAKULTA
UNIVERZITY KARLOVY
V PRAZE

FONETICKÝ ÚSTAV

Diplomová práce

Miriam Pavlíková

Statické a dynamické charakteristiky lingvopalatálního
kontaktu českého /ř/

Static and dynamic characteristics of the linguopalatal contact of the Czech /ř/

Poděkování

Děkuji doc. Mgr. Radku Skarnitzlovi, PhD. za odborné vedení práce a za neuvěřitelnou trpělivost a ochotu, se kterou k vedení přistupoval. S vděčností se obracím i na členy Fonetického ústavu a studenty, kteří absolvovali nelehký proces elektropalatografického nahrávání, a bez jejichž přispění by tato práce neměla na čem stavět. Děkuji.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, že jsem řádně citovala všechny použité prameny a literaturu a že práce nebyla využita v rámci jiného vysokoškolského studia či k získání jiného nebo stejného titulu.

V Ústí nad Orlicí 9. 5. 2013

Abstrakt

Unikátní česká frikativní vibranta – /ř/ – byla studována především Hálou a Chlumským v první polovině dvacátého století. Tyto výzkumy byly limitovány tehdejšími metodami a počtem zkoumaných subjektů. Proto jsme se rozhodli přispět k výzkumu českého /ř/ pomocí elektropalatografie (EPG). Naše práce je založena na nahrávkách čtyř žen a tří mužů, přičemž za materiál jsme zvolili čtené texty různé povahy. V praktické části jsme se okrajově věnovali dynamickým charakteristikám artikulace /ř/, zbývající část práce je zaměřena na oblast lingvopalatálního kontaktu. K popisu místa lingvopalatálního kontaktu jsme použili mírně upravenou verzi tzv. indexu anteriority (CA). Diskutovali jsme faktory ovlivňující CA jak v rámci celé skupiny účastníků, tak pro jednotlivé mluvčí. Výsledky ukazují, že kmit /ř/ se odehrává v alveolární oblasti. Index anteriority je ovlivněn především znělostí /ř/, typem čteného materiálu a v neposlední řadě se lišil v závislosti na mluvčím.

Klíčová slova: /ř/, elektropalatografie, frikativní vibranta, čeština, artikulace

Abstract

An unique Czech fricative thrill – /ř/ – was studied mainly by Dr. Hála and Dr. Chlumský in the first half of the twentieth century. The methods employed were rather simple and the experiments were done on limited sample size. We decided to revisit and extend the results with electropalatography (EPG). Four female and three men participated in the experiments that were based on reading aloud voiced and voiceless /ř/ in various contexts. We dedicated a short part to dynamic characteristics of /ř/ and focused predominantly on the area of linguopalatal contact. We described the points of linguopalatal contact during /ř/ with adjusted anteriority index (CA). The possible factors affecting the CA are discussed. We scrutinized the differences in CA depending on selected factors for the whole group and each participant. The data suggest that thrill /ř/ occurs in the alveolar area. Anteriority index was chiefly dependent on voicing /ř/, type of the read material and also differed among various speakers.

Key words: /ř/, electropalatography, fricative thrill, Czech language, articulation

Obsah

1	Úvod.....	9
1.1	Struktura práce	10
2	České ř	11
2.1	R-ové hlásky	11
2.1.1	Vibranty	12
2.2	Podobné hlásky v jazycích světa	12
2.3	Možnosti transkripce.....	12
2.4	Místo ř v českém konsonantickém systému.....	13
2.5	České ř v proudu řeči.....	14
2.6	Historický vývoj českého ř	14
2.6.1	Rozšíření hlásky ř na našem území.....	15
2.6.2	Změna $r' > ř$ ve slovanských jazycích.....	15
2.6.3	Způsob zápisu ř	16
2.7	Shrnutí poznatků z artikulační roviny.....	16
2.7.1	Místo artikulace českého ř	16
2.7.2	Způsob artikulace	23
2.8	Shrnutí poznatků z akustické roviny	24
2.8.1	Spektrální momenty jako odraz místa artikulace	26
3	Elektropalatografie	33
3.1	Palatografie.....	33
3.2	Historie elektropalatografie	33
3.3	Elektropalatografické systémy	34
3.4	Stavba umělého patra WinEPG a jeho fungování.....	35
3.5	Vyhodnocování dat.....	36
3.5.1	Kontaktové indexy	37
3.6	Adaptace na umělé patro a vliv jeho přítomnosti na artikulaci	39
3.7	Výhody a nevýhody EPG.....	41

4	Metoda.....	42
4.1	Mluvčí.....	42
4.2	Materiál	42
4.3	Nahrávání	42
4.4	Analýza	43
5	Výsledky.....	44
5.1	Přítomnost kmitu	44
5.2	Lingvopalatální kontakt.....	47
5.2.1	Hodnoty CA a místo tvoření	48
5.2.2	Potenciální vlivy na CA.....	49
5.2.3	Shrnutí.....	56
5.3	Výsledky pro jednotlivé mluvčí.....	57
5.3.1	Mluvčí F1	57
5.3.2	Mluvčí F2.....	57
5.3.3	Mluvčí F3.....	59
5.3.4	Mluvčí F4.....	61
5.3.5	Mluvčí M1.....	61
5.3.6	Mluvčí M2.....	61
5.3.7	Mluvčí M3.....	63
5.3.8	Shrnutí.....	64
5.4	Dynamické charakteristiky	64
5.4.1	Mluvčí F1	65
5.4.2	Mluvčí F2.....	65
5.4.3	Mluvčí F3.....	66
5.4.4	Mluvčí F4.....	67
5.4.5	Mluvčí M1.....	67
5.4.6	Mluvčí M2.....	68
5.4.7	Mluvčí M3.....	69
5.4.8	Shrnutí.....	69

6	Diskuse	70
7	Závěr.....	74
	Literatura.....	76
	Přílohy.....	80
	Příloha 1 – Text nahrávek.....	80
	Příloha 2 – Přiložené CD	82

Seznam zkratek

ANOVA (*Analysis of variance*) – analýza rozptylu

C – jakýkoli konsonant

C° – jakýkoli neznělý konsonant

CA (*anteriority contact index*) – index anteriority

EPG – elektropalatografie

F0 – základní frekvence

IPA (*International Phonetic Alphabet*) – mezinárodní fonetická abeceda

R₁-R₈ – číslo řady elektrod na umělém patře Reading EPG

C₁-C₈ – číslo sloupce elektrod na umělém patře Reading EPG

V – jakýkoli vokál

– začátek nebo konec slova znamenající pauzu

1 Úvod

Předkládaná práce si klade za cíl alespoň zčásti rozptýlit nejasnosti panující kolem artikulace českého ř, hlásky v jiných jazycích velmi neobvyklé, jež je pro své unikátní vlastnosti považována za pozoruhodnou.

Teoretická část zpracovává různé názory na artikulační i akustický charakter této hlásky, nečiní si však nárok na to zahrnout všechny práce, do kterých kdy byla problematika českého ř zařazena. Součástí teoretického úvodu je též seznámení s výzkumem, který byl proveden před třemi lety za účelem zkoumání místa artikulace českého ř, přesněji řečeno jeho frikativní části. V tomto případě nešlo o typickou metodu výzkumu artikulace, ale o techniku využívající vztahu akustické charakteristiky hlásky a místa jejího tvoření. Výsledky této dílčí studie byly jednou z motivací pro provedení předkládaného výzkumu.

Stěžejním oddílem praktické části naší práce bylo zkoumání lingvopalatálního kontaktu během vibrantní části ř, a to pomocí elektropalatografie. Zvolená technika spočívá ve snímání kontaktu jazyka a patra v čase. Děje se tak prostřednictvím elektrod, jimiž je osazeno umělé patro, které má mluvčí při nahrávání v ústech. Protože je materiální vybavení potřebné pro tuto metodu relativně finančně nákladné a se zapojením každého dalšího mluvčího výdaje rostou, byl výzkum proveden na základě materiálu získaného od sedmi mluvčích. V porovnání s jinými fonetickými výzkumy by bylo oprávněné považovat tento vzorek za příliš malý, v kontextu elektropalatografických studií je ale počet mluvčích spíše nadprůměrný. Z níže citovaných autorů pracovali s největším počtem mluvčích – se sedmi – McLeodová a Searl (2006), zcela běžné jsou však studie založené na nahrávkách třech až čtyř osob.

Za řečový materiál jsme zvolili čtené položky různé povahy: jednak sekvence, v nichž se ř objevovalo v intervokální pozici a u nichž jsme očekávali nejexplicitnější artikulaci, dále samostatná jednoslabičná slova, víceslabičná slova začleněná do nosných frází a krátké věty. Čtené texty, sestavené speciálně pro účely tohoto výzkumu, mají oproti jinak hodnotnějším projevům spontánním tu výhodu, že se v nich cílová hláska objevuje v nejrůznějších kontextech a pozicích. Ve spontánních projevech by se této variability dosáhlo jen stěží, neboť i samotné vymýšlení položek (s ohledem na co největší variabilitu hláskového okolí a pozice hlásky ve slově) bylo náročné.

Pro analýzu oblasti lingvopalatálního kontaktu vibrantní části ř považujeme za vhodný tzv. index anteriority (CA), navržený triem autorů Fontdevila, Pallarès a Recasens (1994). V mírně pozměněné podobě byl v naší práci tento index hlavním

parametrem, který kvantifikoval kontakt jazyka s patrem, a jehož jsme použili pro analýzu výsledků.

Použité metody však neodkrývají artikulaci českého ř v její celistvosti a složitosti mimo jiné proto, že neumožňují popsat přesný pohyb aktivního artikulačního orgánu. K zjištění přesné části jazyka, která je zodpovědná za lingvopalatální kontakt, by bylo potřebné použít jinou metodu, např. elektromagnetickou artikulografii (EMA) nebo metody odvozené.

Zahrnujíc okrajově výzkum zaměřený na místo artikulace frikativní části českého ř, a zejména pak přinášejíc nové údaje o lingvopalatálním kontaktu při kmitech jazyka, je tato práce relativně komplexním pohledem na artikulační vlastnosti této hlásky, pohledem, který využívá moderních metod zkoumání artikulace a je od doby vydání publikace Pollanda a Hály (1926) popisem nejpodrobnějším.

1.1 Struktura práce

Teoretická část práce je rozdělena do dvou tematických oddílů, z nichž první je věnován zkoumané hlásce, českému ř, a druhý pojednává o použité metodě, elektropalatografii. Kapitola zaměřená na ř obsahuje zařazení této hlásky do kontextu podobných hlásek a osvětluje specifika jeho chování v češtině; stěžejní částí je přehled artikulačních a akustických charakteristik této hlásky z pohledu různých autorů. Část pojednávající o elektropalatografii je uvedena stručným pohledem do historie metody, pokračuje popisem fungování této techniky a informuje o různých metodách analýzy získaných dat, s důrazem na postup použitý pro tento výzkum.

V praktické části je nejprve popsána metoda získání dat a jejich analýzy. Následující oddíly obsahují představení a interpretaci výsledků. V příloze na konci práce uvádíme text nahrávaných položek, samotné nahrávky a zpracovaná data jsou součástí příloženého CD.

2 České ř

České ř je hláska unikátní, která v jazycích světa s poměrně vysokou pravděpodobností nemá obdoby. O jejím zařazení do kategorie r-ových hlásek není, vzhledem ke způsobu vymezení této skupiny, větších pochyb. Většina odborníků považuje ř za vibrantu (výjimkou je Isačenko (1965: 9) a částečně Romportl (1973: 101)). Neobvyklost této hlásky spočívá ve spojení artikulačních charakteristik, jejichž kombinace je nezvyklá: vibrace a frikce. V českém konsonantickém systému není ř jedinou vibrantní hláskou, pevně danou pozici má v češtině i další alveolární vibranta – r.

2.1 R-ové hlásky

R-ové hlásky (*r-sounds, rhotics*) jsou zvláštní skupinou konsonantů, která není definovaná na základě artikulačních vlastností, jak je pro klasifikaci obvyklé, ale vyčleňuje se způsobem zápisu: patří sem hlásky, pro které se v systému IPA používá písmeno ‚r‘ v různých obměnách (např. *r ɾ ɻ ɽ ʀ ʁ ʂ*; Ladefoged & Maddieson, 1996: 215). Z hlediska způsobu artikulace do této kategorie patří vibranty (*trills*), verberanty (neboli švihy; *taps/flaps¹*), frikativy, aproximanty a jejich kombinace. Ani místo artikulace není charakteristikou, která by r-ové hlásky jednoznačně určovala, neboť existují vibranty alveolární, uvulární i další. Podobnost hlásek v této skupině je spíše akustická nebo percepční než artikulační, ale o hlavní charakteristice, která všechny r-ové hlásky spojuje, se dodnes vedou diskuze. Prototypickými zástupci třídy r-ových hlásek jsou vibranty tvořené špičkou jazyka.

R-ové hlásky mají tendenci chovat se z fonologického hlediska podobně: často obsazují privilegované pozice slabičné struktury (v jazycích, v nichž se objevují konsonantické shluky, mají podobně jako laterální aproximanty a nazály tendenci objevovat se blízko slabičného jádra (Lindauová, 1985 in Ladefoged & Maddieson, 1996: 216)), v některých jazycích jsou jediným konsonantem, který se může vyskytovat na druhé pozici konsonantických shluků v preturách nebo na začátku shluků v kodách. R-ové hlásky jsou často slabikotvorné nebo různými způsoby splývají se sousedícími vokály. Jejich chování může být významným rozdílem mezi dialekty.

¹ Terminologické rozlišení mezi *tap* a *flap* je problematické; pro potřeby naší práce ale není tento terminologický spor důležitý.

2.1.1 Vibranty

Nejčastější r-ovou hláskou v jazycích světa je vibranta [r]. Objevuje se asi v 75 % všech jazyků; 18 % z nich má ve svém inventáři ještě další dvě nebo tři r-ové hlásky.

Podstatou kategorie vibrant je kmitání jednoho artikulačního orgánu proti jinému v důsledku specifických aerodynamických podmínek. Aktivní artikulátor se přiblíží dostatečně blízko k pasivnímu artikulačnímu orgánu, a prochází-li úžinou takto vzniklou proud vzduchu o přiměřené síle, dojde k opakovanému přibližování a oddalování artikulačních orgánů (tzn. zastavování a propouštění proudu vzduchu). I relativně malá odchylka od ideální síly výdechového proudu může mít za následek absenci vibrací. Podobně jako u vibrování hlasivek ani tento děj nezahrnuje svalovou aktivitu. Ladefoged a Maddieson (1996: 217-218) řadí mezi vibranty všechny hlásky, jejichž artikulační nastavení umožňuje vibrace, bez ohledu na to, zda k nim skutečně dochází.

Artikulační orgány, u nichž nastává kmitání nejsnadněji, jsou ty tvořené relativně malou masou. Proto mezi nejběžnější vibranty patří hlásky vznikající díky kmitání špičky jazyka (apikální vibranty; pasivním artikulačním orgánem je nejčastěji alveolární nebo dentální oblast) a čípku (uvulární vibranty; vibrace proti zadní části jazyka). České ř je jedinou pravidelně se vyskytující vibrantou, při které podle Ladefogeda a Maddiesona (1996: 228) kmitá čepel jazyka. Mezi vibrantami, u nichž je přítomna frikce, převažují hlásky uvulární (např. v jižní švédštině, standardní francouzštině nebo němčině; Lindauová, 1985 in Soléová, 2002: 682).

Vibranty jsou v naprosté většině jazyků světa znělé, pouze 1,5 % vibrant tvoří hlásky neznělé. Jde o nižší podíl než u ostatních neznělých sonor (Maddieson, 1984 in Soléová, 2002: 680).

2.2 Podobné hlásky v jazycích světa

Jak bylo řečeno výše, české ř je vzácná hláska; se srovnatelnou výslovností se setkáme jen ve velmi omezeném množství případů, např. u ž v čínštině a u r ve shlucích tr- v angličtině, výslovnost podobná českému ř je i jednou z variant výslovnosti r v jihoamerických dialektech španělštiny (Romportl, 1973: 85), srovnatelná hláska se objevuje v některých polských nářečích a v lužické srbštině (Kutálková, 2005: 28). Whitley (2003: 83) připodobňuje k českému ř jednu z realizací frikativní vibranty ve španělštině.

2.3 Možnosti transkripce

Z nízké frekvence tohoto typu hlásky v jazycích světa a z nejednotnosti názorů na zařazení českého ř vyplývají i různé znaky pro jeho transkripční záznam. Původní symbol znělé

apikoalveolární vibranty v systému IPA byl [ř], v roce 1945 jej nahradilo [r]; i od tohoto znaku však bylo upuštěno a roku 1989 byl zaveden symbol s diakritickým znaménkem poukazujícím na zvýšenou polohu jazyka – [r̥]. Whitley (2003: 83) však nepovažuje za vhodné ani jedno z těchto diakritických znamének a za nejlepší řešení označuje návrat k původnímu symbolu IPA, který odpovídá českému grafému – [ř].

Ladefoged a Maddieson (1996: 228, 230) přisuzují českému ř laminální artikulaci, a proto používají symbol [ɹ]. Na jiném místě (s. 233) jej ale označují symbolem [ɹ̥].

Dankovičová (1999: 71) považuje za nejpřiléhavější označení „alveolární vibrantní frikativa“ a v souladu se současnou praxí IPA zapisuje české ř pomocí symbolu [r̥]. Použité diakritické znaménko považuje za výstižné, neboť naznačuje zvýšení polohy jazyka, ze kterého vyplývá frikativní povaha hlásky.

Neznělá varianta se od znělé tradičně odlišuje přidáním diakritického znaménka (kroužku) nad symbol pro znělou variantu, resp. pod něj, je-li to z typografického hlediska vhodné [ř̥ ř̌].

Sedmibitové kódování SAMPA užívá pro znělé [ř] symbol P\\, neznělé variantě [ř̥] pak odpovídá Q\\.

V této práci používáme českou fonetickou abecedu, naši zkoumanou hlásku tedy označujeme symbolem [ř], resp. [ř̥], jak je v českém prostředí běžné (viz např. Palková, 1994). Pokud se bude jednat o zkoumanou hlásku obecně, nikoli specificky o /ř/ coby foném nebo [ř̥ ř̌] coby hlásky, budeme pro jednoduchost a lepší čitelnost používat znak ř.

2.4 Místo ř v českém konsonantickém systému

Český foném /ř/ má dvě varianty, které jsou ve vztahu komplementární distribuce. Znělé [ř] se používá na začátku slova před vokálem, v intervokální pozici a v sousedství znělého konsonantu. Neznělé [ř̥] se objevuje na konci slova před pauzou a v přímém kontaktu s neznělým konsonantem (Hála, 1967: 29). Neobvyklé je u této hlásky chování při asimilaci znělosti. Znělé [ř] v pozici uprostřed slova nepodléhá jen regresivní znělostní asimilaci, která je v češtině běžná, nýbrž i asimilaci progresivní – změnu [ř] v neznělé [ř̥] v pozici uprostřed slova spouští předcházející i následující neznělý konsonant (např. [přestat, dvi:řka]). Iniciální [ř] však způsobuje klasickou regresivní asimilaci (např. [přebroď řeku]). Progresivní asimilace znělosti je v češtině možná za určitých podmínek také u skupiny *sh*. Artikulační asimilaci ř nepodléhá.

Postavení fonému /ř/ v konsonantickém systému češtiny je do jisté míry izolované. Historicky i artikulačně je příbuzné s vibrantou /r/, od které se ale liší

sonoritou a rozštěpeností na znělou a neznělou variantu. Přestože jde o foném izolovaný, jeho místo ve fonologickém systému je pevné zejména díky účasti na deklinačních, konjugačních a slovotvorných alternacích (např. *míra* – *míře*, *orat* – *ořu*, *starý* – *stařec*). Některé alternace r-ř však již byly odstraněny (např. typ *beru* – *béřeš*; Karlík *et al.*, 2002: 273; Petr *et al.*, 1986: 119, 187).

Naprostá většina laických mluvčích češtiny (lingvisticky nevzdělaných) si existenci dvou variant českého ř neuvědomuje. Důvodem je absence fonologicky distinktivní platnosti.

2.5 České ř v proudu řeči

Jak bylo zmíněno výše, je produkce ř z aerodynamického hlediska poměrně náročná. Znělá varianta proto často podléhá částečné nebo úplné desonorizaci (Machač, 2008: 110). Složitost artikulace se odráží i ve vysoké frekvenci poruchy ř (rotacismus bohemicus), která je nejčastější formou dyslálie v českém jazykovém prostředí. Ohnesorg (1974 in Palková, 1994: 350) uvádí, že tento typ tvoří 51,8 % všech dyslálií v češtině, následován je rotacismem (22,2 %) a různými typy sigmatismů (21,1 %).

V řeči cizinců je české ř nahrazováno nejčastěji hláskami [š ž] (Chlumský, 1911: 33, 57) nebo sekvencemi [rš rž] (Kutálková, 2005: 27). Podobně i děti nahrazují tuto hlásku spíše post-alveolárními frikativami (např. *pepš* místo *pepř*, *hoží* místo *hoří*; Ohnesorg, 1976: 45) a pomocí nich (pokud neumí ani podobné *r*) se tuto hlásku učí vyslovovat (Balašová, 1995: 79). Z poznatků zmíněných v tomto odstavci podpořených proprioceptivními pokusy vyplývala naše hypotéza o post-alveolárním místě artikulace českého ř.

2.6 Historický vývoj českého ř

Na konci praslovanského období bylo možné rozlišit souhlásky na měkké, tvrdé a párové. Mezi měkké patřilo *č, ž, š, c, dz (z), ň, j, za* tvrdé se označovaly *k, g, ch*. Párové souhlásky byly založeny na protikladu měkkosti – mezi palatalizované řadíme *z', s', d', t', n', b', m', v', r', l'*² (vznikly působením následujícího předního vokálu,³ příp. *j*), mezi tvrdé (nepalatalizované) náleží *z, s, d, t, n, b, p, m, v, r, l*. Vznik českého ř souvisí právě s vývojem palatalizace: podobně jako u jiných souhlásek existovala i u *r* v pozici před

² Ve výkladech o historické mluvnici se pro zápis palatalizovaných hlásek používá diakritické znaménko (apostrofov), tohoto úzu se držíme i v našem pojednání. Pomocí IPA by se zmiňované hlásky označovaly jako [z^ʲ] [s^ʲ] atd.

³ Mezi přední vokály v praslovanštině patřilo *i, ъ, e, ě, ę* (Lamprecht *et al.*, 1977: 42, Karlík *et al.*, 2002: 308).

předními samohláskami a před *j* palatalizovaná podoba *r'*, která se většinou dále měnila v *ř*, např.:

**kurę > kur'ě > kuřě > kuře,*

**morje > mor'e > moře.*

Výjimkou bylo *r'* následované lichým měkkým jerem uprostřed slova: v této pozici došlo k depalatalizaci (např. *mudřec*, ale *mudrca*, z pův. *мѹдрѣць*, ale *мѹдрѣца*).

Kromě cesty přes palatalizované *r'* mohlo *ř* vzejít také ze skupiny *rs*, jak se stalo např. v přejímkách z němčiny (*kurfürst > kurfiřt*).

Ke vzniku *ř* v češtině došlo během 13. století – nejstarší písemné doklady, z nichž lze usuzovat na vznik této hlásky, jsou z roku 1237. Jedná se o slova *Lukohorfany* a *Orfechov* (Lamprecht *et al.*, 1977: 71).

Fonetická podstata změny *r' > ř* tkví v asibilaci. Asibilace je souhlásková změna, ke které dochází v sousedství předních vokálů, popř. *j*, a týká se palatálních nebo palatalizovaných hlásek. Působením vokálů přední řady dochází k silnějšímu přitisknutí artikulačních orgánů, v důsledku čehož vzniká doprovodný sykavý šum. V případě *r'* jde o přitisknutí okrajů špičky jazyka k alveolárnímu výstupku. Protože se u *r'* tento sykavovitý šum mísil se šumem způsobovaným kmitající volnou špičkou jazyka, došlo ke splynutí šumů a vzniku nové hlásky – *ř* (ÚJČ, 2008; Palková, 1994). Podobný zvukový efekt vznikl i při vyslovení výše zmíněné skupiny *rs*.

Změna *r' > ř* měla za následek změnu *čř > tř*, neboť díky asibilovanému *ř* se stala skupina *čř* těžko vyslovitelnou (např. *čřěšně > třěšně*; Karlík *et al.*, 2002: 93). Charakteristikou šumu se *ř* přiblížilo sykavkám *č, š, ž, s* čímž souvisí změna *ř > ž* (např. *řebří > žebří*) a naopak *ž (š) > ř* (Lamprecht *et al.*, 1977: 71).

2.6.1 Rozšíření hlásky *ř* na našem území

Změna *r' > ř* zasáhla celé území českého jazyka s výjimkou oblasti tzv. kopaničářských nářečí, kde se místo hlásky *ř* vyslovuje *r* (*drevo* místo *dřevo*). Nepřítomnost hlásky *ř* je v tomto případě buď důsledkem slovenské kolonizace nebo vlivu sousedních západoslovenských nářečí. Se slovenštinou nemají kopaničářská nářečí společnou jen absenci *ř*, ale též tvar 1. os. sg. na *-em* (nesem). Kopaničářská nářečí jsou podskupinou východomoravských nářečí a vyskytují se v oblasti Moravské Kopanice, v protáhlém pásu u hranice se Slovenskem (Cuřín *et al.*, 1964; Karlík *et al.*, 2002; ÚJČ, 2008).

2.6.2 Změna *r' > ř* ve slovanských jazycích

Změna *r' > ř* proběhla za podobných podmínek jako na našem území i v polštině, avšak neodehrála se ve slovenštině. Právě absence *ř* v jazyce našich východních sousedů byla

první charakteristikou, která jasně diferencovala české území od území jazyka slovenského. Ve slovenštině proběhla změna $r' > r$ (např. tr'i > tri; Lamprecht *et al.*, 1977: 72).

2.6.3 Způsob zápisu ř

V nejstarších písemných památkách bylo ř zapisováno grafémem r (např. *networil*, tj. netvořil). Ve spřežkovém pravopise se pro ř používaly skupiny rs, rf, rff, rz a rzf (*oltars*, *prfiftupiwfy*, *tvarffy*, *prziklady*, *drzfiewie*, tj. oltář, přistúpivši, tváři, příklady, dřěvě). V některých staročeských památkách lze vysledovat tendenci k odlišení znělé a neznělé varianty: pro znělé [ř] se používá spřežka rz, neznělé [ř̥] je označováno jako rf. Za základní způsob zápisu se však považuje spřežka rz. Na začátku 15. století bylo s rozšířením tzv. diakritického pravopisu zavedeno psaní ř pomocí grafému ř.⁴ Od doby národního obrození se používá háček, jak jej známe dnes (Lamprecht *et al.*, 1977: 71-72).

2.7 Shrnutí poznatků z artikulační roviny

České ř nebylo vždy klasifikováno a popisováno tak jednoznačně, jak je tomu u jiných hlásek, které se v jazycích světa těší vyšší frekvenci. V současné době je nejčastěji přijímán názor, že české ř je alveolární frikativní vibranta (např. Hála, 1962: 211; Petr *et al.*, 1986: 37; Palková, 1994: 208; Čechová *et al.*, 2000: 35). Nicméně pohledů na tuto problematiku je více, proto se nejvýznamnějšími z nich budeme zabývat podrobněji. Jsme si vědomi toho, že místo artikulace a její způsob spolu úzce souvisí; kvůli větší přehlednosti se ale přesto nejprve zaměříme právě na místo tvoření a názory na způsob tvoření shrneme následně.

Při popisu českého ř si autoři často pomáhají srovnáváním s hláskami podobnými, nejčastěji s alveolární vibrantou r a post-alveolární frikativou š, příp. alveolární frikativou s a znělými protějšky zmiňovaných frikativ (viz např. Polland & Hála, 1926; Romportl, 1973; Ladefoged & Maddieson, 1996).

2.7.1 Místo artikulace českého ř

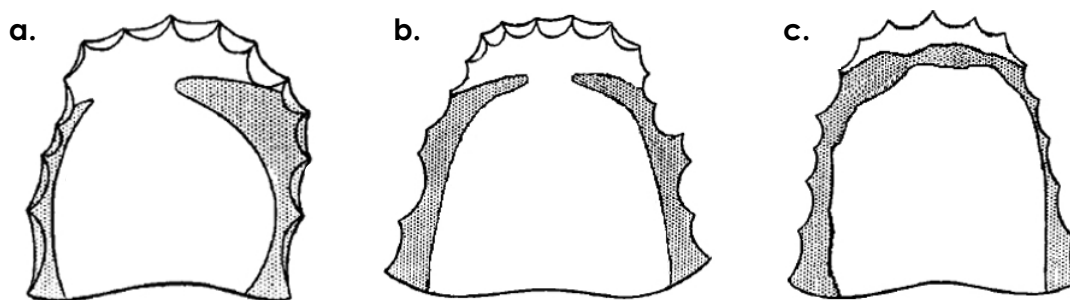
V českých výzkumech první poloviny 20. století dotýkajících se ř najdeme hojnější informace o místě tvoření ř než o způsobu jeho artikulace (Hála, 1923; Polland & Hála, 1926 a další). Výjimkou je obsáhlá studie Josefa Chlumského (1911) věnovaná pouze

⁴ V traktátu *De orthographia Bohemica*, jehož autorství je přisuzováno Mistru Janu Husovi, se toto diakritické znaménko označuje jako *punctus rotundus*. Jeho podoba se měnila, až došlo k ustálení dnešního háčku.

českému ř, která popisuje všechny aspekty této hlásky (podrobně viz oddíl 2.7.1.1 a zejména 2.7.1.3).

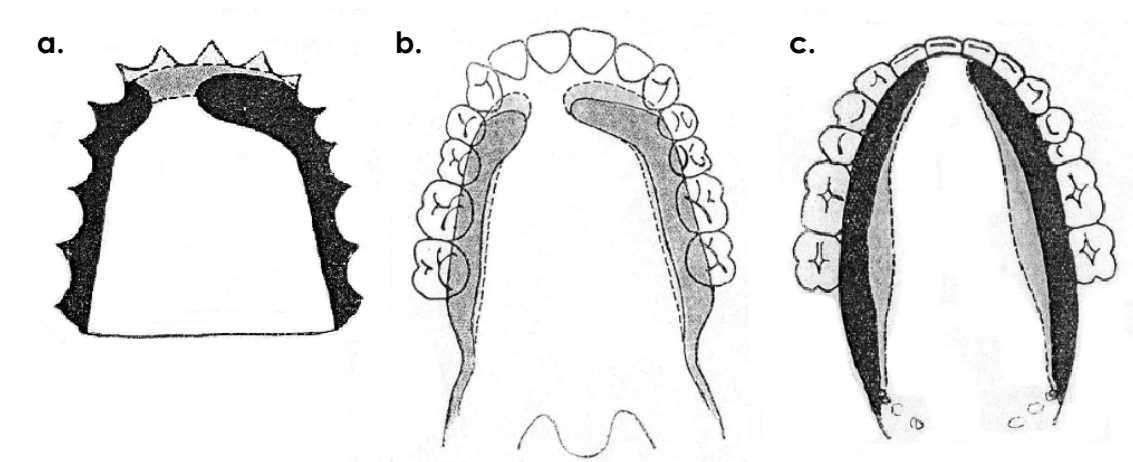
2.7.1.1 *Palatografické výzkumy českého ř*

Nejen pomocí nepřímé palatografie zkoumal české ř Josef Chlumský ve své práci z roku 1911. Pracoval se třemi mluvčími pocházejícími z různých oblastí; prvním mluvčím byl on sám, rodák z Podkrkonoší, druhým M. Schwarzer z Prahy a třetím M. Šrámek pocházející z Brna. Palatogramy pravděpodobně odrážejí výslovnost izolovaných hlásek. Otisky na umělém patře získané v tomto výzkumu vidíme na obrázku 1:



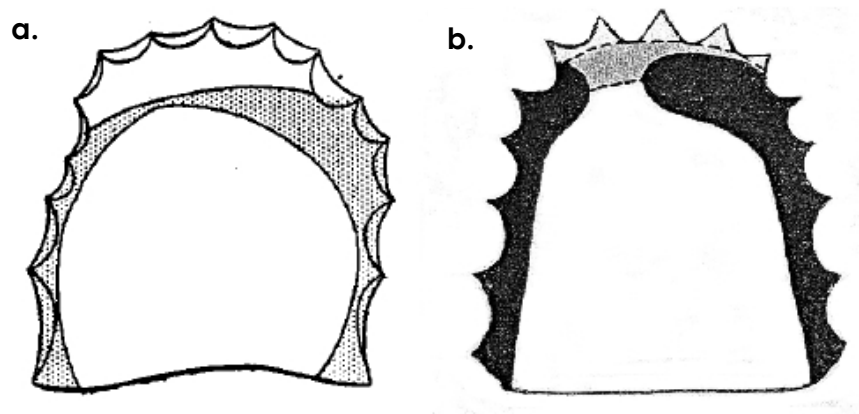
Obrázek 1. Palatogramy pro [ř] na umělém patře tří mluvčích: **(a)** Chlumského, **(b)** Schwarzera, **(c)** Šrámka. Převzato z Chlumský (1911: 35) a upraveno.

Pomocí palatografie, lingvografie a dalších metod zkoumal všechny české hlásky (ř nevyjímaje) Bohuslav Hála (1923). Svou práci započal již v roce 1914 v Chlumského laboratoři pro experimentální fonetiku. Stejně jako předchozí autor i Hála zkoumal sám sebe, v tomto případě byl však mluvčím jediným. Pro úplnost dodáváme, že Hála je rodilý Pražan. Zkoumaná hláska se objevovala v intervokalickém kontextu [ařa]. Z Hálovy práce přebíráme palatogramy a lingvogram (viz obrázek 2 na následující straně).



Obrázek 2. Výsledky Hálova výzkumu artikulace: **(a)** palatogram pro hlásku [ř] na umělém patře (tmavá plocha značí obvyklou výslovnost, světlá plocha důraznou artikulaci), získaný metodou nepřímé palatografie; **(b)** palatogram pro hlásky [ř] (světlá plocha ohraničená přerušovanou čarou) a [r] (tmavá plocha), získaný metodou přímé palatografie; **(c)** lingvogram pro hlásky [ř] (světlá plocha ohraničená přerušovanou čarou) a [r] (tmavá plocha). Převzato z Hála (1923: 27, 28).

Specificky se při výslovnosti českého ř může projevit důrazná výslovnost. Jak je vidět z palatogramů pořízených Chlumským a Hálo (viz obrázek 3), při emfatické výslovnosti dochází k větší míře lingvopalatálního kontaktu.



Obrázek 3. Palatogramy odpovídající důrazné výslovnosti [ř] **(a)** ve výzkumu Chlumského (1911: 35) a **(b)** ve výzkumu Hály (1923: 28), kde důrazné výslovnosti odpovídá světlá plocha, tmavá plocha označuje lingvopalatální kontakt při běžné artikulaci.

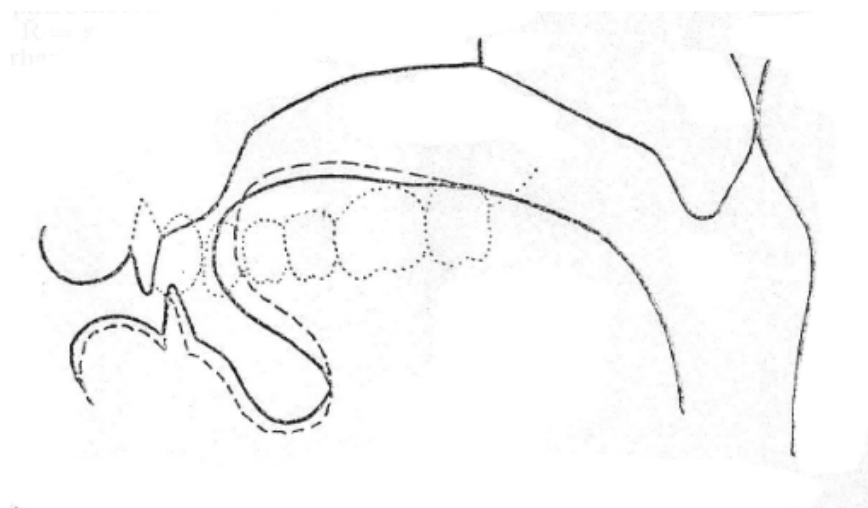
Na rozdíl od Chlumského, který ve své práci neuvádí prakticky žádné detaily své metody,⁵ je Hála (1923) v tomto ohledu důsledný. Pro techniku nepřímé palatografie zvolil

⁵ Zmiňuje pouze to, že vybavení mu poskytla Laboratoř pro experimentální fonetiku na Collège de France, tedy Jean-Pierre Rousselot (Chlumský, 1911: 34), a že si je vědom problematiky adaptace na umělé patro. Žádné další podrobnosti v jeho práci nenajdeme.

umělé patro tvořené asi 0,4 mm silný plátem z filtračního papíru, které natíral černým šelakem a posypával bílým kaolinovým práškem. Kružítkem pak přenášel průměty setřených míst na papír. Omezení umělého patra na tvrdou část paterní klenby vedlo Hála k použití další metody, vhodnější i pro výzkum velárních konsonantů – v jeho terminologii šlo o tzv. metodu barvicí, tedy přímou palatografii a lingvografii. Pro účely této techniky natíral patro nebo horní plochu jazyka kaší z mouky a vody s přídavkem arabské gumy, zabarvené černou tuší.

2.7.1.2 Další výzkumy věnované českému ř

Kromě již zmíněné palatografie používal Hála (1923) ke zkoumání českých hlásek ještě další metody: měření čelistního úhlu prováděl pomocí Grandgentova přístroje, jehož přesnost byla 0,5 mm, a polohu jazyka určoval za pomoci Atkinsonova přístroje. Výsledky tohoto měření jsou znázorněny na obrázku 4.



Obrázek 4. Přibližný průřez ústí dutinou při artikulaci [ř] (plná linka) a [r] (přerušovaná linka). Převzato z Hála (1923: 27).

Při porovnávání artikulace ř a r dospěl Hála ke zjištění, že dotyk jazyka na patře se při ř odehrává více vpředu než u r, a že obsah kontaktované plochy jazyka a patra je u ř větší, což svědčí o větší síle vyvinuté při produkci této hlásky. Za největší rozdíl považuje Hála čelistní úhel, který činí pro ř 3 mm, pro r však 6 mm, a posunutí spodní čelisti dopředu. Šířka i délka retní štěrbiny je menší než při artikulaci r.

Pomocí rentgenu zkoumali artikulaci českých hlásek Polland a Hála (1926). V souladu s Hálovou dřívější prací (1923) zde ukazují, že tvar jazyka je při artikulaci ř podobný jako při produkci r, s tím rozdílem, že ke kontaktu jazyka s paterní klenbou dochází při ř více vpředu. Aktivním artikulačním orgánem je podle autorů hřbet jazyka. Čelistní úhel naměřený pro ř se ukázal být podstatně menší než hodnota získaná pro r –

rozdíl činil 4,5 mm (srov. se 3 mm u Hály (1923)). Spodní čelist je posunuta dopředu, přesně o 1,3 mm (srov. s 2 mm, které naměřil Hála (1923)). Tito dva autoři navíc porovnávali ř se š a konstatovali následující společné znaky: 1. stejný čelistný úhel; 2. spodní čelist vysunutá lehce dopředu; 3. rty posunuty lehce dopředu a 4. zdvižená zadní část jazyka.

2.7.1.3 Chlumského výzkum věnovaný českému ř

Palatografickou část Chlumského výzkumu jsme již zmínili na začátku oddílu věnovanému místu artikulace ř, nyní se blíže podíváme na další artikulační charakteristiky ř, které autor přináší. Chlumský pohlíží na české ř jako na variantu lingválního *r*. Vede ho k tomu shoda v místě artikulace (špička jazyka proti alveolám) i způsobu artikulace (vibrace špičky jazyka).

Chlumský s Rousselotem prováděli přímé pozorování artikulace u mluvčího, kterému chyběly některé přední zuby, a konstatovali následující: 1. při artikulaci ř je jazyk víc vzadu než při *r*; 2. pro ř i *r* je špička jazyka lehce zvednutá a má tvar lžičky; 3. pro ř je čelistní úhel menší a špička jazyka se více přibližuje alveolám; 4. při ř vyvolává pohyb jazyka dojem větší měkkosti než při *r*; 5. při ř není špička jazyka tak protáhlá jako při *r*.

Další zjištění jsou výsledkem zkoumání artikulace šesti mužských mluvčích (včetně autora) z různých částí Čech a Moravy.

Rozdíl v horizontální poloze jazyka při artikulaci ř a *r* dokládá Chlumský i měřením Atkinsonovým přístrojem, jímž získal následující data: vzdálenost jazyka od horních řezáků 5-7 mm pro ř a 2-4 mm pro *r*.⁶

Svá zjištění konfrontuje Chlumský s tvrzeními Ščerby publikovanými v Mémoires de l'Académie russe des Sciences roku 1910. Ščerba zde na základě nepřímé palatografie uvádí, že při artikulaci ř není špička jazyka zvednutá jako při *r*, nýbrž leží ploše, a že ke konstrikci dochází při ř těsně za zuby, více vepředu než při *r*. Nesoulad svých vlastních výzkumů s těmito poznatky odůvodňuje Chlumský špatným provedením metody ve Ščerbově případě, tedy nedostatečnou adaptací mluvčího na umělé patro, což by mělo za následek lingvopalatální kontakt neodrážející běžnou výslovnost; případně, pokud adaptace proběhla, jednalo se podle Chlumského o specifickou výslovnost mluvčího, nikoli o obecný charakter výslovnosti ř. Dojem zploštění jazyka, o kterém mluví kromě Ščerby i Vondrák (in Chlumský, 1911: 38), může vznikat pod vlivem zmenšení čelistního úhlu a lehkého posunutí jazyka dozadu, kde je větší prostor pro vibrace.

⁶ Hála, který ve své práci z roku 1923 také používá Atkinsonův přístroj, bohužel neuvádí přesné hodnoty, ale pouze přibližný náčrt, který jsme ukázali výše. Výsledky obou autorů se shodují v tom, že vzdálenost jazyka od horních řezáků je větší u ř, přesnější srovnání však není možné.

Chlumského popis českého *ř* je, v rámci možností počátku 20. století, dosti podrobný. Typické znaky této hlásky rozdělujeme podle jeho vzoru do dvou skupin, na artikulační a akustické. Protože jde o nejpodrobnější popis zkoumané hlásky, uvádíme všechny znaky na jednom místě, i když o nich bude řeč i v příslušných kapitolách.

I. Artikulační rysy českého *ř*:

1. malý čelistní úhel nemění se po celou dobu trvání hlásky;
2. minimální vzdálenost zubů (u některých mluvčích se zuby mohou dotýkat);
3. špička jazyka je blíž alveolám než u *r*, ale je méně náchylná k dotyku;
4. špička jazyka směřuje k zadní části alveolárního výstupku;
5. špička jazyka vibruje rychleji než u *r*;
6. přítomnost kmitů:
 - a. trvání jednoho kmitu *ř* je průměrně 20 ms, zatímco u *r* 30 ms, při produkci *ř* tedy kmitá špička jazyka rychleji;
 - b. *ř* má obecně víc kmitů než *r* (u testovaných mluvčích 2-11 kmitů u *ř*, 1-7 kmitů u *r*; nejvíce kmitů má *ř* v iniciální pozici (nejčastěji 4 nebo 5), zatímco nejméně vibrantní je v mediální pozici); kmity nemusí být přítomny po celou dobu trvání hlásky, proto lze z hlediska vibrantnosti rozlišit dva, resp. tři typy *ř*:
 - i. *ř* plně vibrantní: kmity jsou přítomny po celou dobu trvání hlásky, podobně jako u *r*;
 - ii. *ř* částečně vibrantní: začíná vibrantní částí a přechází ve spirantní část (bez kmitů); spirantní část je obvykle kratší než část vibrantní, ale v některých případech může tvořit až polovinu celého trvání hlásky *ř*, někdy i více; v každém případě i tato vibrantní část stačí cizincům pro vnímání *ř* jako [rž] nebo [rš];
 - iii. kromě těchto dvou skupin se Chlumský podle svých slov setkal i s výjimečnými případy *ř* bez kmitů; dodává, že polské *rz* také není vibrantní a že právě tímto směrem se může ubírat vývoj českého *ř*;
7. lehké vysunutí rtů dopředu;
8. trvání *ř* je delší než *r*; v iniciální pozici mohou být stejně dlouhé, neboť přízvuk v češtině může prodloužit hlásku *r* a skrýt tak obvyklý poměr; lépe lze tyto hlásky srovnávat v mediální pozici, kde nemohou být ovlivňovány přízvukem – v této pozici trvání *ř* převyšuje trvání *r* asi o třetinu;
9. výdechový proud je silnější pro *ř* než *r*.

II. Akustické rysy českého ř:

1. krátká vokalická část na začátku hlásky;
2. sykavý zvuk přítomný po celou dobu trvání hlásky, způsobený silou výdechového proudu, malým čelistním úhlem a pohybem jazyka dozadu;
3. oproti *r*, které je v češtině sonorní vždy, lze u ř rozlišit tři odstíny: ř sonorní, ř částečně sonorní a ř šumové;
4. obecně slabší sonorita než u *r*; ř v mediální pozici je náchylné k desonorizaci.

K zajímavému srovnání ř se š a ž motivovala Chlumského řeč cizinců, kteří si často rozdíl mezi zmiňovanými hláskami ani neuvědomují (české ř imitují nejčastěji zvukem blížícím se š, ž, rš, rž). Za použití palatografie byly konstatovány tyto odlišnosti:

1. při produkci ř může dojít k lingvopalatálnímu kontaktu těsně za zuby, což se u š a ž nestává;
2. oblast největší konstrikce je více vpředu u ř než u š a ž;
3. plocha lingvopalatálního kontaktu je menší u ř než u š a ž.

Podobné porovnání provádí Chlumský i oproti *s* a *z*:

1. u *s* a *z* tlačí špička jazyka na přední zuby a hřbet jazyka se dotýká patra víc vpředu, než je tomu u ř;
2. plocha lingvopalatálního kontaktu je menší u ř než u š a ž.

České ř je tedy co do místa artikulace někde mezi *s* *z* a š ž, ale plocha dotyku jazyka na patře je pro ř menší než pro obě skupiny zmiňovaných sykavek.

2.7.1.4 Další názory na české ř

František Trávníček (1932) popisuje produkci ř takto: okraje hřbetu jazyka se dotýkají horních zubů a jazyk vytváří žlábek podobný jako při š ž, rozdíl je v přední části hřbetu jazyka, která se zvedá směrem k začátku tvrdého patra. Toto zvláštní nastavení artikulátorů má za následek vznik sykavého zvuku, který zní současně s šumem způsobeným vibracemi jazyka. Z hlediska postavení jazyka je podle Trávníčka ř nejpodobnější palatálám, a to nejvíce *j*, s nímž ho spojuje vydutý tvar hřbetu jazyka. Během kmitů nedochází k úplnému závěru, ale vytváří se pouze úžina.

Henry Kučera (1961) definuje české ř jako apikální vibrantu, při které se mezi špičkou jazyka a tvrdým patrem vytváří kanálek, jehož přítomnost má za následek lamino-palatální šum. Od *r* se liší rysem ostrý.

David Short (2009: 308) označuje české ř za post-alveolární vibrantní frikativu a varuje před připodobňováním k sekvenci [r] + [ž].

2.7.2 Způsob artikulace

Jak bylo řečeno výše, s českým ř jsou spojovány dvě artikulační charakteristiky, a sice frikce a vibrantnost. Mezi názory na způsob artikulace českého ř můžeme vidět dvě hlavní skupiny: někteří považují ř za hlásku „jednoduchou“, protože r-ová a sykavá složka podle nich zní simultánně (např. Trávníček, 1932: 53), zatímco jiní vidí ř jako sekvenční kombinaci vibrantního komponentu následovaného šumem (např. Ladefoged & Maddieson, 1996: 229; Dankovičová, 1999: 71). Zastánci druhého názoru ve většině přípoustějí, že vibrantní část může chybět; vibrantnost českého ř zpochybňují Isačenko (1965: 9) a Romportl (1973: 101). Isačenko interpretuje české ř přímo jako afrikátu. Hlásková [ř] je podle něj posloupností neznělého [ř̥] a charakteristického šumu, jehož akustické vlastnosti jsou ale odlišné od šumu [š]. Pár $r : \tilde{r}$ je tedy srovnatelný s páry $s : \tilde{ts}$ a $\tilde{s} : \tilde{ts}$ (Isáčenko, 1965: 9).

Co se týče počtu kmitů ř, je přípoustěna poměrně velká variabilita. Novější výzkumy hovoří o menším počtu kmitů než ty starší: v Chlumského datech (1911: 50-57) najdeme ř s jedním až jedenácti kmity, Romportl (1973: 101) považuje za nejčastější počet tři až čtyři kmity, Palková (1994: 231) hovoří o dvou až šesti kmitech, Dankovičová (1999: 71) přípoustí jeden až pět kmitů. V našem výzkumu je však převážná většina hlásek jednokmitných, což je v souladu s tvrzením Machače a Skarnitzla (2009: 75).

Z Chlumského výzkumu (1911) vyplývá, že kmity ř jsou rychlejší a kratší než u r, trvají v průměru 20 ms. Obecně lze říci, že u ř se objevuje víc kmitů než u r, avšak kmity nemusí být přítomny po celou dobu trvání hlásky. Chlumský proto rozlišuje ř plně vibrantní, částečně vibrantní a spirantní. Částečně vibrantní varianta začíná vibrantní částí a přechází v část spirantní, která bývá obvykle kratší než část první. Chlumský se však setkal i s případy, ve kterých vibrantní část zcela chyběla, a právě v této realizaci viděl budoucnost českého ř.

K podobným závěrům jako Chlumský dospěl i Isačenko (1965), který zkoumal znělé i neznělé varianty českého ř v různých pozicích na základě spektrogramů. Konstatoval, že kmity jsou buď velmi slabé, nebo se objevují jen v první fázi trvání, a že specifikem českého ř je tedy neúplný závěr, který se může periodicky opakovat nebo se vyskytovat jen na počátku trvání hlásky. Na rozdíl od r, u kterého jsou jednotlivé kmity jazyka dobře rozeznatelné i v intenzitní kontuře, u ř k dynamickým propadům nedochází.

Podle Romportla (1973) zabírá vibrantní část asi třetinu trvání hlásky. V několika případech, zejména ve finální pozici, se i v jeho výzkumu objevilo [ř̥] bez kmitů, z čehož

Romportl usuzuje, že kmitání není trvalým a nutným rysem [ř ʃ], a hláska proto musí být rozpoznatelná na základě jiných charakteristik.

2.7.2.1 *Krátké shrnutí artikulačních charakteristik českého ř*

Největší shoda panuje v otázce aktivního artikulačního orgánu: artikulace českého ř je podle naprosté většiny zmiňovaných autorů apikální; Ladefoged a Maddieson (1996: 228) ji považují za laminální. Převažující názor na oblast lingvopalatálního kontaktu českého ř hovoří o alveolárním místě (více vzadu než při *s*, ale blíže zubům než při *ž* a *r*), což je ale v rozporu s chováním ř v dětské řeči a řeči cizinců, jak bylo zmíněno výše. Oblast lingvopalatálního kontaktu je podle výzkumů Chlumského (1911) a Hály (1923) u ř menší než u alveolárních i post-alveolárních sykavek. Studie se shodují i na menším čelistním úhlu ř v porovnání s *r*.

Charakteristickým znakem českého ř je kmitání jazyka, ale zároveň je jisté, že se objevují i varianty, ve kterých žádné kmity patrné nejsou. Co se týče charakteru šumové složky ř, autoři se neshodují na tom, do jaké míry je podobný frikci š.

2.8 *Shrnutí poznatků z akustické roviny*

Čistě akusticky je zaměřena práce Borovičkové a Maláče (1967), kteří uvádějí rezonanční pásmo pro ř v oblastech 0,6-1,6 a 2,0 kHz, frikativní šum se podle jejich zjištění rozkládá ve frekvencích 2,8-8 kHz.

Zejména z akustického pohledu se na české ř zaměřil také Milan Romportl (1973). Ve svém výzkumu pracuje s nahrávkami pěti mluvčích; za materiál zvolil minimální páry (porovnával [ř r ž l] a [ř r š s], přičemž hlavní pozornost soustředil na rozdíly [ř] vs. [r], [ř] vs. [ž] a [ř] vs. [š]) i souvislou řeč. Ze spektrogramů Romportl vyčetl, že vokální segment na začátku [ř] má podobnou formantovou strukturu jako počáteční část [r], tedy 0,6 – 1,4 – 2,5 – 4 kHz. Vokální začátek považuje za potenciální součást výslovnosti každého znělého konsonantu v iniciální pozici. Široký šumový formant, který je pro [ř] charakteristický, nalézá autor mezi 2,5 – 4,5 kHz, slabší formant vidí v hodnotách nad 6 kHz, zatímco pro [ž] se ukazují dva formanty v oblasti 2,5 a 3,5 kHz. Odlišné šumové formanty [ř ʃ] a [ž š] konstatoval už Isačenko (1965), Borovičková a Maláč (1967: 35, 36, 59) a Ladefoged a Maddieson (1996: 229). Romportl však v několika případech nachází zejména u neznělých hlásek formanty velmi podobné, zejména u [ř] a [š] ve finální pozici. Spektra [ř ʃ] a [z s] spojuje pouze přítomnost jediného dominantního šumového formantu, v jeho frekvenční charakteristice se liší. Propady v nízkých frekvencích (0,5 – 1,5 kHz) jsou důsledkem kmitů jazyka. Lokus odpovídá alveolárnímu místu artikulace, jeho hodnota je

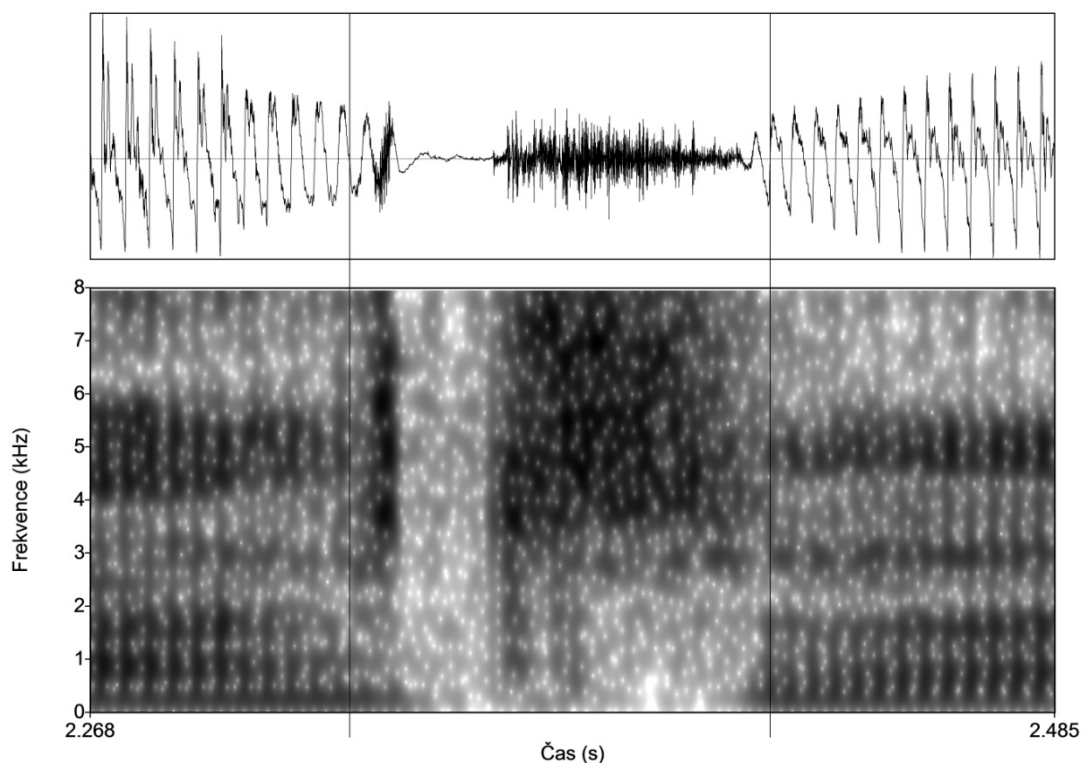
tedy zhruba 1,5 – 1,7 kHz. Při sledování průběhu základního tónu Romportl zjistil, že pro [ř] je charakteristické výrazné kolísání F0, a to zejména v šumové části.

Percepčními testy Romportl ověřil, že hlásky s převážně diskrétním spektrem vnímají čeští posluchači jako *r*, zatímco spojité (nebo převážně spojité) spektrum vnímají jako *ř*.

Chlumský (1911) měřil trvání vokalické a vibrantní části. Ukázalo se, že počáteční vokalická část *ř* trvá 70 ms, u *r* až 110 ms. Zatímco *r* má vokalickou část i na konci, i když slabší, u *ř* je nahrazena temným šumem bez vibrací. Percepční nápadnost vokalických částí *ř* dokládá výslovnost cizinců, kteří místo *řada* opakují [ažada].

Prof. Palková (1994: 231) označuje *ř* za šumovou vibrantu, při jejíž artikulaci vzniká silná šumová složka a podstatně slabší zvuk tónového charakteru. Pásmo šumu se blíží oblasti tupých sykavek.

Pro úplnost akustického pohledu na české *ř* přikládáme oscilogram a spektrogram (obrázek 5). Zobrazuje jednokmitné [ř] v sekvenci [ařa], pronesené ženskou mluvčí F4. Kmit je jasně viditelný jak v oscilogramu, tak ve spektrogramu, obklopuje jej šum, jehož formanty nejsou příliš vyrýsované.



Obrázek 5. Spektrogram zobrazující sekvenci [ařa], realizovanou mluvčí F4.

2.8.1 Spektrální momenty jako odraz místa artikulace

O místě tvoření hlásek vypovídají její spektrální momenty (srov. např. Forrestová *et al.*, 1988; Fu *et al.*, 1999; Jongman *et al.*, 2000). Této závislosti jsme využili při našem dílčím výzkumu zaměřeném na ověření místa tvoření českého ř: porovnávali jsme spektrální momenty [ř] se spektrálními momenty alveolárního [s] a post-alveolárního [š]. Neznělé hlásky jsme zvolili z důvodu eliminace nežádoucích proměnných, mezi které by znělost mohla patřit. Hlásky [s š] byly pro porovnávání se [ř] zvoleny z toho důvodu, že mají nejpodobnější způsob artikulace a co se týče místa tvoření, pokrývají obě možnosti, které se ř spojujeme, tedy alveolární a post-alveolární místo artikulace.

2.8.1.1 Teoretická východiska

Spektrum je klasickou možností dvourozměrného zobrazení zvukového signálu. Vypovídá o amplitudách jednotlivých frekvenčních složek zvuku. Považujeme-li amplitudové spektrum za distribuci hodnot, můžeme pro účel jeho popisu aplikovat statistickou analýzu pomocí spektrálních momentů. Vzorce pro výpočet spektrálních momentů jsou popsány v manuálu k programu Praat (Boersma & Weenink, 2009). Pro statistické potřeby je praktické počítat váhu hodnot z absolutního spektra, za výkon (značený p) tedy ve všech případech dosazujeme hodnotu 1.

Prvním a základním spektrálním momentem je spektrální těžiště (*centre of gravity, spectral centroid*). Jedná se o vážený průměr frekvencí přítomných ve spektru, počítaný pomocí Fourierovy transformace. Označuje oblast, ve které je soustředěna největší energie.

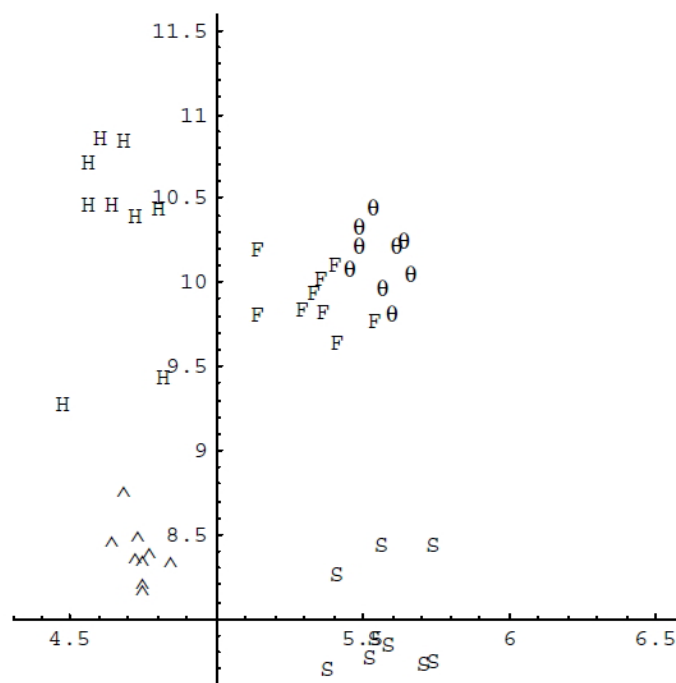
Směrodatná odchylka spektra (*standard deviation*) je druhou mocninou druhého spektrálního momentu tohoto spektra. Vypovídá o rozptylu hodnot.

Sešikmení spektra (*skewness*) je třetí spektrální moment dělený 1,5 násobkem hodnoty výkonu druhého spektrálního momentu. Sešikmení nabývá kladných nebo záporných hodnot podle toho, na kterou stranu jsou odchylky od střední hodnoty větší. Je-li sešikmení rovno nule, spektrum v oblasti spektrálního těžiště je relativně symetrické.

Špičatost spektra (*kurtosis*) je čtvrtý spektrální moment dělený druhou mocninou druhého centrálního momentu, minus 3. Špičatost vypovídá o tvaru spektra v místě spektrálního těžiště, přesněji řečeno o jeho odlišnosti od Gaussovy křivky (normálního rozdělení). Nabývá kladných nebo záporných hodnot podle toho, jestli je počet odchylek od střední hodnoty větší nebo menší než u normálního rozdělení.

Spektrální momenty byly pro odlišení jednotlivých míst artikulace použity např. ve výzkumech Forrestové (1988), která zkoumala rozdíly ve spektrálních momentech neznělých exploziv a frikativ. Na frikativách testovali tuto metodu také Fu *et al.* (1999),

Jongmann *et al.* (2000) a Haleyová *et al.* (2010). Všichni zmínění potvrdili, že první a třetí spektrální moment je ovlivněn místem i způsobem artikulace, zatímco na čtvrtý spektrální moment má dopad pouze způsob artikulace. Pomocí spektrálních momentů je možné rozlišit tři, a ve většině případů dokonce čtyři místa artikulace u frikativ (Fu *et al.*, 1999). Důležitost druhého spektrálního momentu pro potřeby odlišení jednotlivých míst artikulace dokazuje pouze výzkum Shadleové a Mairové (1996). Pro ilustraci přebíráme graf hodnot spektrálních momentů pro jednoho mluvčího z výzkumu Fu *et al.* (1999). Z obrázku 6 je patrné, že spektrální momenty pro jednotlivé frikativy se s výjimkou [f] a [θ] jasně vymezují; překryv [f] a [θ] lze vysvětlit tím, že na hodnoty spektrálních momentů má vliv velikost a tvar dutiny před překážkou, a pokud je překážka na rtech, nemá tyto hlásky co odlišovat.



Obrázek 6. Spektrální momenty neznělých frikativ jednoho mluvčího podle výzkumu Henryho Fu *et al.* (1999: 310). Na abscise je zobrazeno spektrální těžiště, na ordinátě směrodatná odchylka. ^ je symbol pro [š].

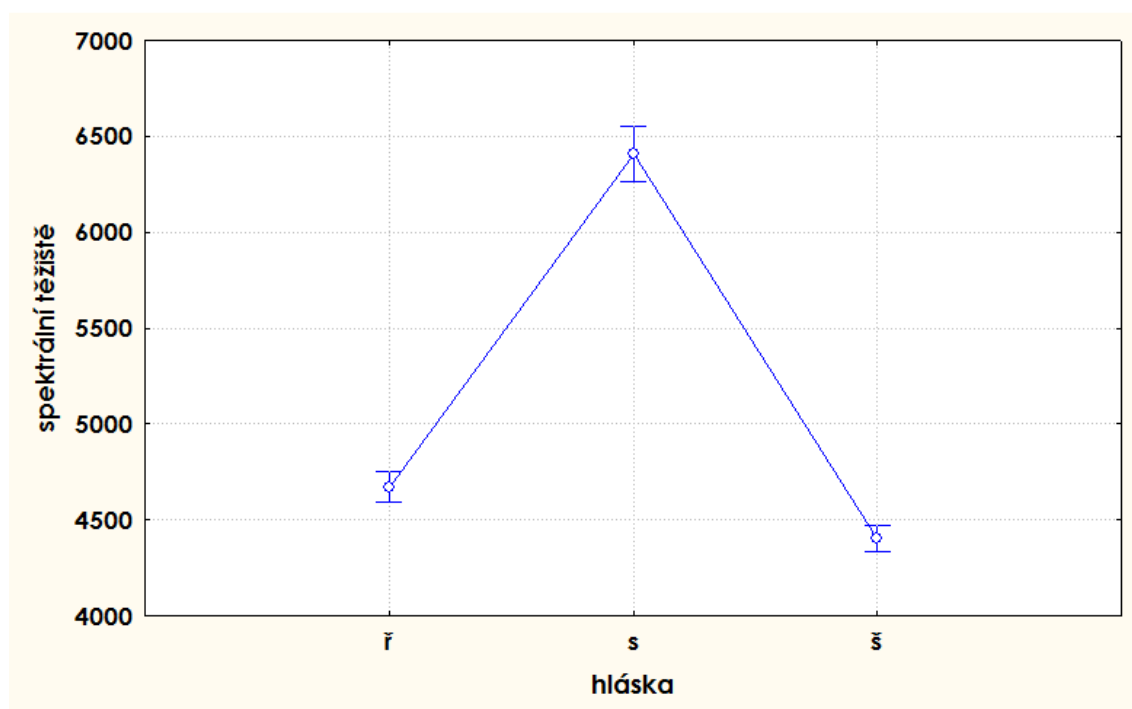
2.8.1.2 Metoda

Náš výzkum byl založen na nahrávkách osmi studentů lingvistických oborů Filozofické fakulty UK. Materiálem bylo 39 čtených dialogů o délce dvě repliky pro každého mluvčího. Z nahrávek jsme vybrali třicet výskytů hlásky [ř] a po dvaceti výskytech [s š], s ohledem na co nejvyšší vyváženost z hlediska hláskového okolí a pozice vzhledem k přízvuku. Nahrávky byly pořízeny ve zvukově ošetřené nahrávací kabině Fonetického ústavu.

Naším cílem bylo zjistit první čtyři spektrální momenty vybraných hlásek. K tomu bylo nutné nejprve cílové hlásky manuálně označovat (řídili jsme se doporučeními v publikaci Machače a Skarnitzla (2009)), výsledné hodnoty byly počítány ze středních cca 20 ms⁷ každé hlásky. Hodnoty spektrálních momentů pro hlásky [ř] jsme porovnávali s dosaženými hodnotami pro [s] a [š]; zajímaly nás také faktory, které by mohly hodnoty spektrálních momentů jakkoli ovlivňovat.

2.8.1.3 Výsledky

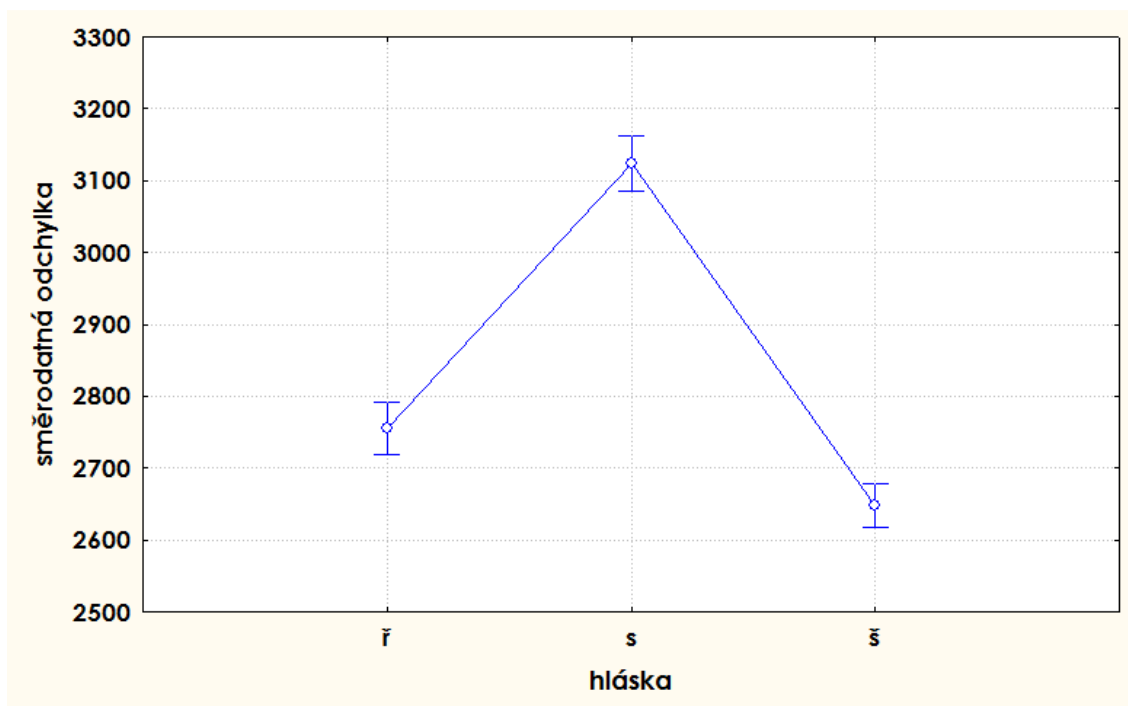
Po statistické analýze se ukázalo, že z pohledu všech čtyř spektrálních momentů je hláska [ř] podobnější postalveolárnímu [š] než alveolárnímu [s]. Rozdíly jsou (kromě případu sešikmení) statisticky významné. Fakt, že se v sešikmení různá místa artikulace frikativ neodráží, je v souladu s některými výzkumy (Shadleová & Mairová, 1996; částečně i Haleyová *et al.*, 2010⁸). Zpracované výsledky přinášíme v grafech 1 – 4 (jedná se o analýzy rozptylu zobrazující vážené průměry a 95% intervaly spolehlivosti).



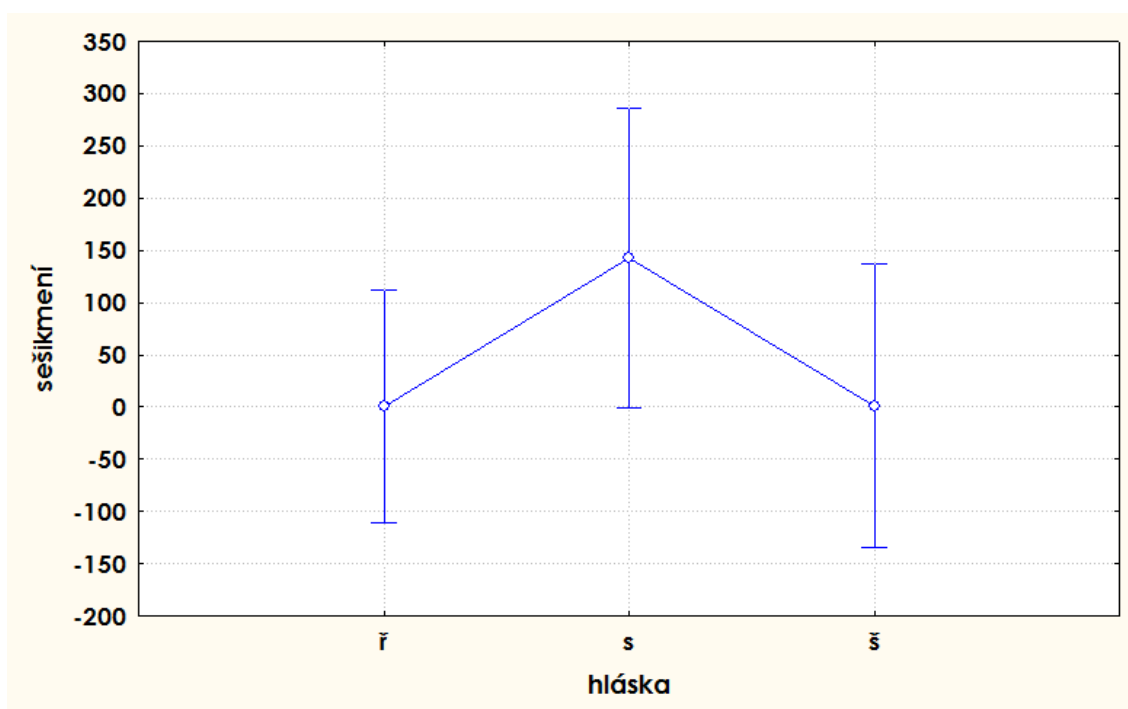
Graf 1. Spektrální těžiště hlásek [ř s š]; $F(2, 1063) = 419,65, p < 0,001$.

⁷ Od temporálního středu hlásky bylo naměřeno ± 10 ms a tento interval byl rozšířen k nejbližšímu průchodu vlny nulou, a to směrem vně z tohoto intervalu.

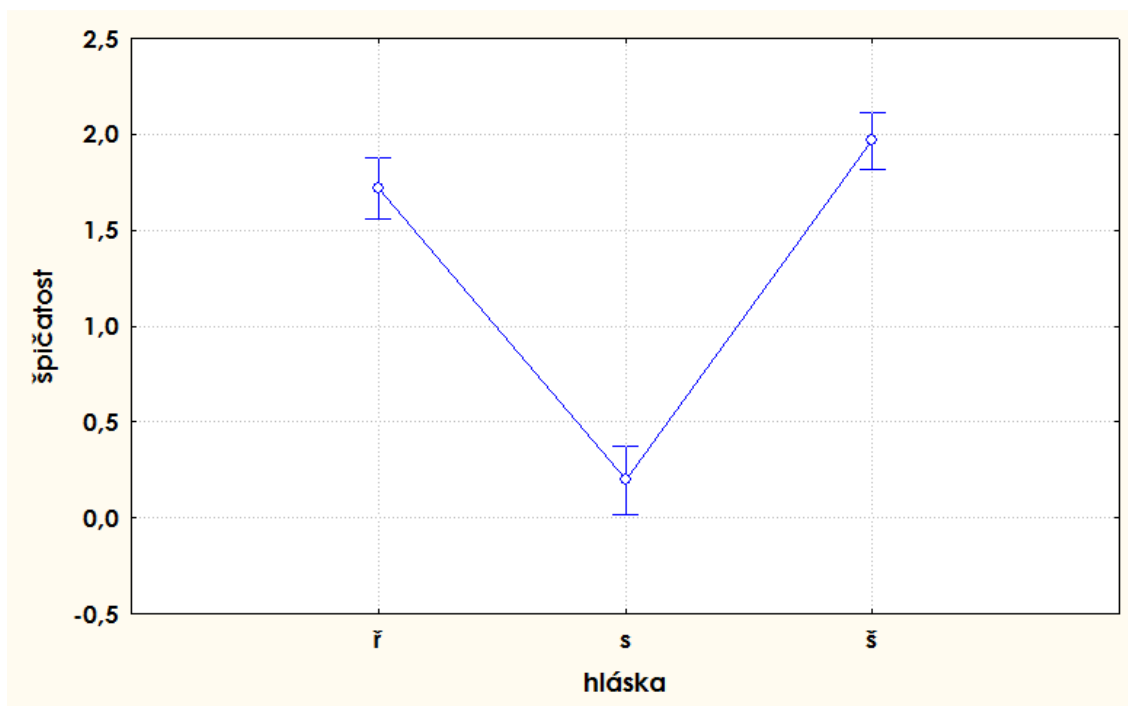
⁸ Podle výsledků Haleyové *et al.* má sešikmení schopnost rozlišit místo artikulace pouze v případě, že uvažujeme celou skupinu jejích deseti mluvčích, pro jednotlivce v sešikmení rozdíl nenachází.



Graf 2. Směrodatná odchylka pro hlásky [ř s š]; $F(2, 1063) = 151,37, p < 0,001$.



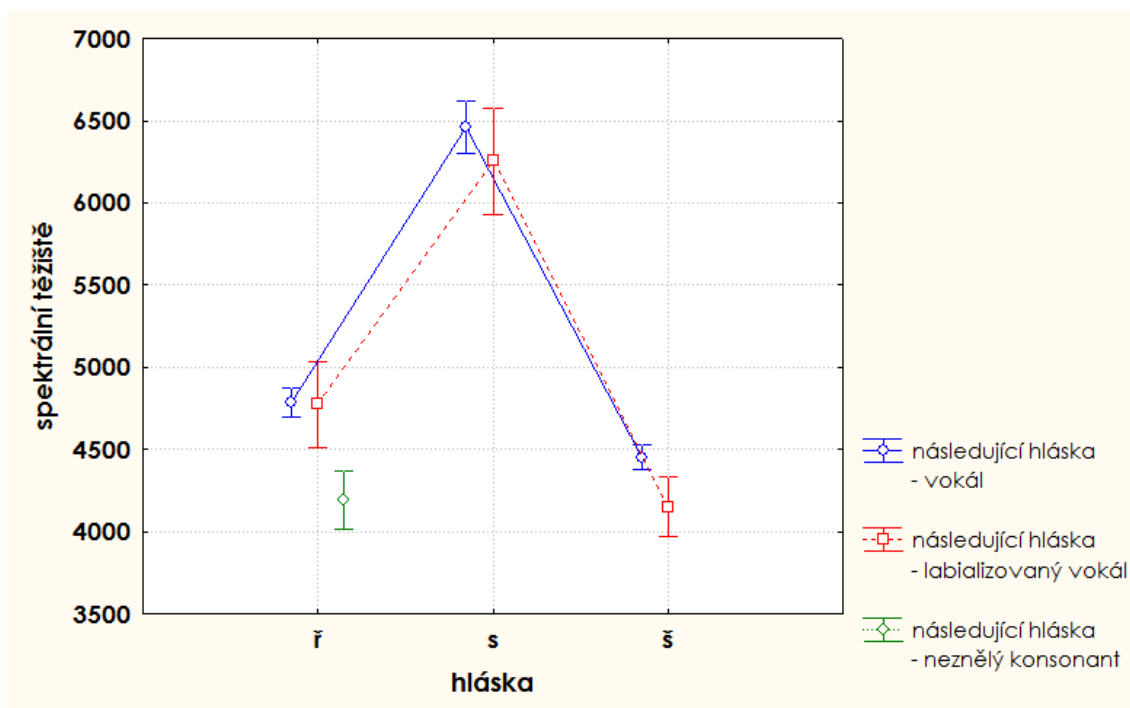
Graf 3. Sešikmení spektra hlásek [ř s š]; $F(2, 1063) = 1,3722, p = 0,25$.



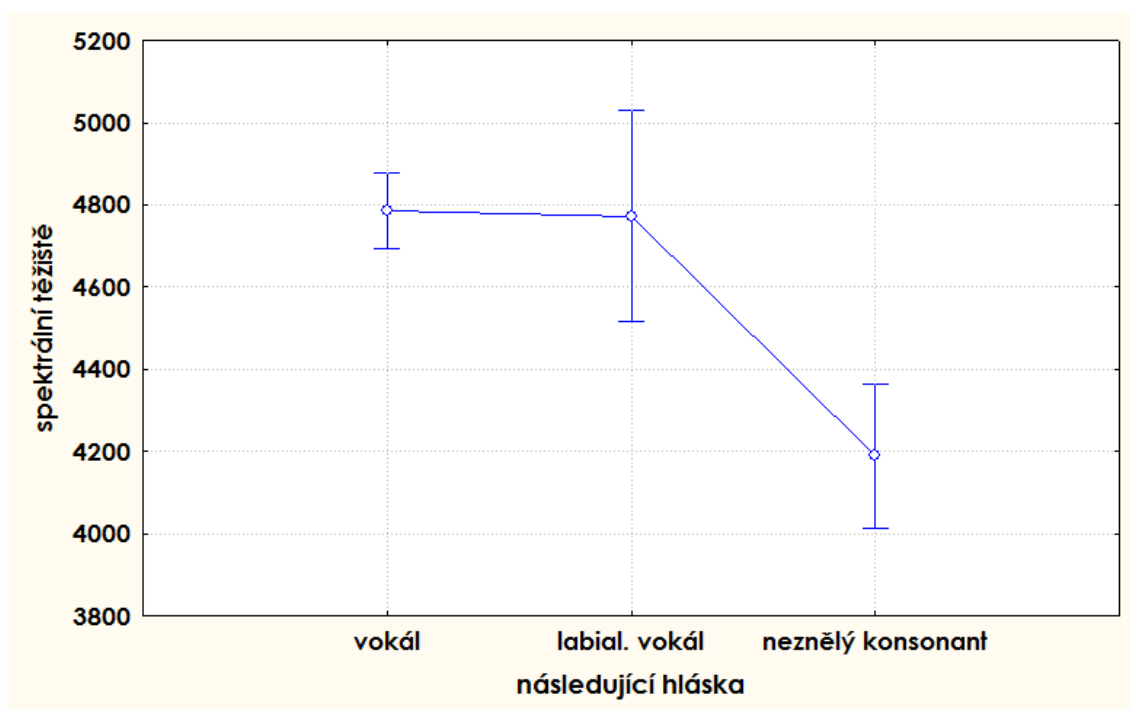
Graf 4. Špičatost spektra hlásek [ř s š]; $F(2, 1063) = 111,94, p < 0,001$.

Dalším předmětem našeho zájmu byly faktory potenciálně ovlivňující hodnoty spektrálních momentů; z tohoto důvodu jsme prověřovali vliv pohlaví, hláskového okolí a pozici zkoumané hlásky vzhledem k přízvuku. Z výsledků plyne, že až na jednu výjimku⁹ vlivům zmiňovaných faktorů podléhá nejvíce [ř]. Statisticky významný byl dopad pohlaví na směrodatnou odchylku a špičatost spektra [ř]; vliv předchozí hlásky na spektrální těžiště se projevil jako signifikantní pouze u [ř], v tomto případě však mohlo jít o skrytý vliv následující hlásky. Zde narážíme na nedokonalost materiálu, neboť vzhledem k jeho povaze nebylo možné zajistit totožné hláskové okolí pro všechny zkoumané hlásky. Následující hláskou bylo spektrální těžiště signifikantně ovlivněno pouze v případě [ř]. Statisticky významný vliv přízvuku zaznamenán nebyl. Vybrané výsledky jsou zobrazeny v grafech 5 a 6.

⁹ Statisticky významně se projevil rozdíl ve spektrálním těžišti [s] v závislosti na pohlaví.



Graf 5. Vliv následující hlásky na spektrální těžiště [ř s š]; $F(2, 1059) = 1,0854, p = 0,34$.



Graf 6. Vliv následující hlásky na spektrální těžiště hlásky [ř]; $F(2, 465) = 17,420, p < 0,001$.

Výše zmíněné výsledky naznačují, že šum českého ř vzniká na podobném místě jako š, tedy proti zadnější části alveolárního výstupku; hypotéza o post-alveolárním místě artikulace českého ř byla tedy touto metodou potvrzena.

3 Elektropalatografie

Elektropalatografie (EPG) neboli palatometrie či dynamická palatografie je technika, která umožňuje snímat a analyzovat kontakt jazyka s paterní klenbou v reálném čase, během plynulé řeči.

Elektropalatografie patří mezi rozšířené metody zkoumání artikulace jak na poli vědy, tak pro diagnostické a terapeutické účely. Uplatnění nachází při zkoumání funkčních i organických artikulačních poruch, při některých neurologických poruchách, řečových terapiích, u neslyšících atd. Pro úplnost dodáváme, že bibliografii elektropalatografických studií uspořádala Gibbonová (2011).

3.1 Palatografie

Předchůdcem moderní elektropalatografie je statická palatografie, jejíž první použití se datuje do roku 1803 (Wrench, 2012). Jde o tzv. barvicí metodu, při které se jazyk natře kontrastní látkou a sleduje se místo a plocha otisku jazyka na patře. Při tzv. přímé palatografii se otisk na patře sledoval pomocí zrcátka, nepřímá palatografie zahrnuje vložení umělého patra, takže odpadá složité zaznamenávání otisku přímo na patře, na druhou stranu je ale díky cizímu objektu v ústech řeč méně přitopená. Využívaná byla i opačná technika, při které se kontrastní látkou natíralo patro a zaznamenávala se oblast setřená dotykem jazyka. Tyto metody se v současnosti používají pouze pro výzkum v terénu. Jasnou nevýhodou je absence jakýchkoli temporálních informací o lingvopalatálním kontaktu (Gibbonová *et al.*, 2006).

V českém prostředí pracoval s palatografií např. Bohuslav Hála. Ve své práci z roku 1923 zdokumentoval všechny české hlásky pomocí přímé a nepřímé palatografie. Při přímé palatografii pracoval s hustou kaší z mouky a vody, obarvenou tuší. Jako umělé patro používal 0,4 mm silný plát z filtračního papíru, dobře přiléhající k patru. Kontrastní látkou byl černý šelak posypaný bílým kaolinovým práškem, který se setřel v místě, kde se jazyk dotkl patra. Výsledky dotyku překresloval Hála na papír, rozměry přenášeje kružítkem.

3.2 Historie elektropalatografie

První palatografický systém využívající elektrický obvod byl představen v roce 1930. Na počátku 60. let vznikaly elektropalatografické přístroje v Rusku, Japonsku a USA. V roce 1964 byl na Univerzitě ve Washingtonu představen předchůdce moderní elektropalatografie, pracující se stejnosměrným proudem. První elektropalatograf

založený na střídavém proudu byl vyroben v roce 1968. Ke konci 60. let se původně stejnosměrný elektropalatograf dočkal pokročilejších verzí, a to díky prof. Hardcastlovi z Univerzity v Edinburghu (později přesídlil na Univerzitu v Readingu) a též zásluhou prof. Fletchera z Univerzity v Utahu (později z Univerzity v Alabamě). Během 70. let už tento systém pracoval se střídavým proudem a jeho podoba se od dnešní příliš nelišila. Třemi nejvýznamnějšími pracovišti byly Univerzita v Readingu, Univerzita v Alabamě a Univerzita v Tokiu (Wrench, 2012).

3.3 Elektropalatografické systémy

Pracovišť, která se zabývají vývojem elektropalatografických systémů pro komerční využití, není mnoho; některá z nich navíc v nedávné minulosti ukončila svou činnost. Jak shrnuje Wrench (2012), současným výrobcům dominují společnosti Articulate Instruments (UK) a CompleteSpeech (USA). Articulate Instruments vyrábí systém WinEPG, vyvinutý na Univerzitě v Readingu a Univerzitě Queen Margaret v Edinburghu. Tento britský systém je využíván pro většinu výzkumů v Evropě. Společnost CompleteSpeech nyní produkuje Palatometer dříve známý pod názvem Logometrix. V severoamerickém prostředí je tento výrobce nástupcem společnosti Kay Elemetrics, která do roku 1998 produkovala tzv. Kay Palatometer. Japonský systém The Rion EPG, který patřil k nejvýznamnějším, se již od roku 1996 nevyrábí. Systém Linguagraph byl vyvinut na Kentské univerzitě v Canterbury, používá však umělá patra Reading.

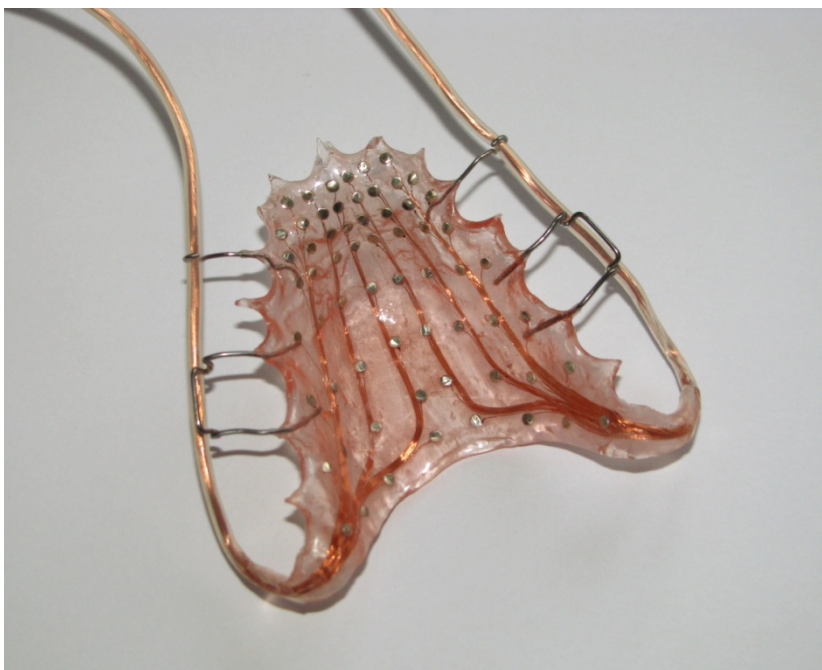
Pro předkládaný výzkum byl použit systém Reading WinEPG.

Výše zmiňované systémy se liší zejména počtem a rozmístěním elektrod, ale i provedením umělého patra a hardwarovými i softwarovými specifikacemi. Patro Reading je osazeno 62 elektrodami, Palatometer užívá povětšinou 96 sensorů a patra Rion snímají kontakt na 63 místech. Umělá patra Reading a Rion jsou vyrobena z akrylu a upevňují se pomocí kovových sponek na horní zuby. Patra Palatometer jsou tenčí a přilnou k patru tak důkladně, že není potřeba žádný další způsob uchycení (Gibbonová *et al.*, 2006; Wrench, 2012).

Původní systém Reading EPG byl navržen v roce 1974 ve spolupráci Wilfa Jonese s prof. Hardcastlem a pracoval s 8bitovým počítačem Commodore 64. V 80. letech byl software přeprogramován pro kompatibilitu s operačním systémem DOS. Na konci 80. let došlo ke změně, která umožnila současné nahrávání audio signálu. Od roku 2000 je software kompatibilní s operačním systémem Windows (Wrench, 2012).

3.4 Stavba umělého patra WinEPG a jeho fungování

Umělé patro musí být vyrobeno každému mluvčímu na míru podle jeho dentálního otisku. Obvykle kopíruje klenbu dutiny ústní od prostoru těsně za zuby po hranici tvrdého a měkkého patra. Plocha přiléhající k patru mluvčího je tvořena tvrdým plastem o síle zhruba 2 mm, do kterého se zapouštějí elektrody, jejichž umístění je pečlivě definováno s ohledem na anatomii patra, aby byly výsledky různých mluvčích do velké míry srovnatelné. Elektrody jsou uspořádány do osmi řad, z nichž každá kromě první řady čítá osm sensorů. V první řadě je elektrod pouze šest. Hustota elektrod není po celé ploše patra stejná – nejvíce sensory je osazena alveolární oblast. Umělé patro se upevňuje na horní zuby pomocí kovových sponek, podobně jako snímací ortodontická rovnátka (viz obrázek 7).



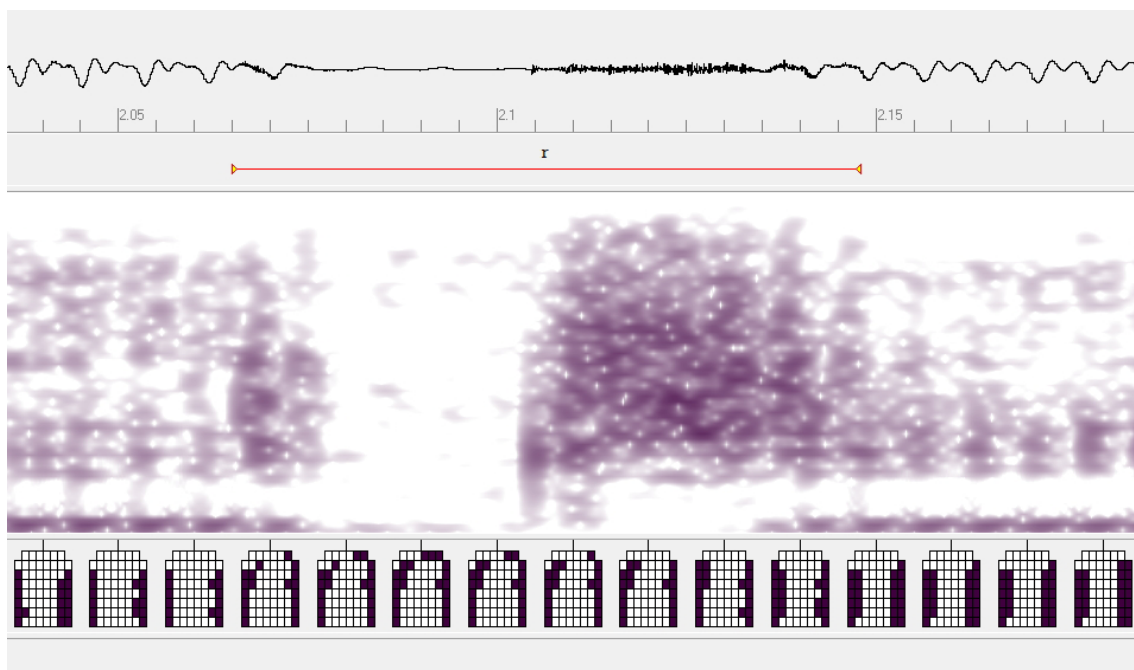
Obrázek 7. Jedno z umělých pater použitých v našem výzkumu.

Sensory jsou tvořeny kulatými stříbrnými terčíky o průměru 1,4 mm. Od každého z nich vede měděný drátek směrem do jednoho ze zadních rohů patra (zhruba za zuby moudrosti), kde jsou drátky svedeny do propojovacího kabelu a podél horních dásní vedou skrz koutky úst ven a dále do konektoru (Articulate Instruments Ltd., 2008).

Protože jsou elektrody ze strany jazyka nechráněné, dojde při kontaktu jazyka s elektrodou k uzavření elektrického obvodu. Klasické EPG systémy pracují s binárními hodnotami – kontaktovaná elektroda vs. nekontaktovaná elektroda¹⁰. Systém nahrává

¹⁰ Existuje i tzv. tlaková palatografie (PPG), která zaznamenává okamžité změny v lingvopalatálním tlaku (Stoneová, 2010: 30).

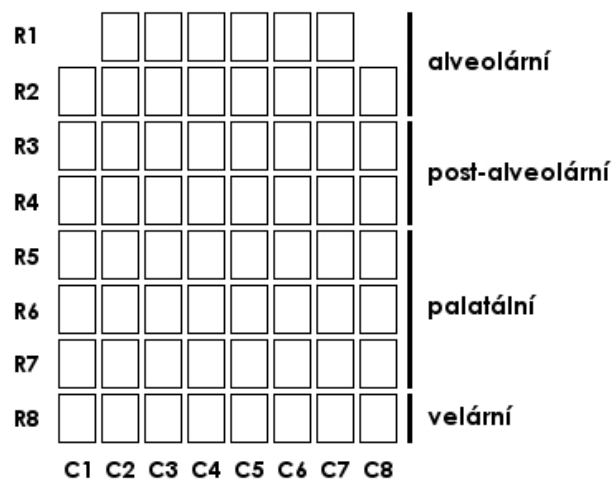
elektropalatografická data s vzorkovací frekvencí 100 Hz a až dva audio kanály a synchronizuje je (Wrench, 2008). Nahrávací a analyzační software společnosti Articulate Instruments nese název Articulate Assistant (Wrench, 2010). Zobrazuje oscilogram, spektrogram a palatogramy; kromě značkování umožňuje analýzu pomocí kontaktních indexů (viz oddíl 3.5.1) a různé typy exportu dat. Jeho grafickou stránku přibližujeme obrázkem 8.



Obrázek 8. Část analyzačního okna softwaru Articulate Assistant; zaměřeno na [ř] ve slově míří mluvčího M2 (program umožňuje libovolné přiblížení).

3.5 Vyhodnocování dat

Je užitečné spojovat jednotlivé řady elektrod s místem artikulace, které by přibližně odpovídalo dané oblasti na patře. U systému Reading se pracuje s rozlišením na zóny a detailnější podzóny: první čtyři řady se označují jako alveolární, zadní čtyři odpovídají palatálnímu místu artikulace. Podrobnější dělení zahrnuje podzóny alveolární, postalveolární, palatální a velární, přičemž palatální oblast v širokém smyslu se někdy rozlišuje na zóny prepalatální, mediopalatální a postpalatální (Fontdevila *et al.*, 1994: 142; Gibbonová & Nicolaidisová, 2006: 234). Nejčastěji používané zóny a jejich rozložení znázorňuje obrázek 9. Pro potřeby tohoto výzkumu jsme pracovali jen s prvními čtyřmi řadami (R1-R4).



Obrázek 9. Zóny odpovídající místům artikulace a číslování řad a sloupců.

Zpracování dat získaných pomocí EPG vyžaduje v první fázi určitou redukci. Základní způsoby vyhodnocování lze rozdělit do tří skupin. Metody první skupiny zachovávají prostorové informace o lingvopalatálním kontaktu, případně frekvenci aktivace elektrod. Tyto metody jsou vhodné pro zobrazení místa artikulace. Druhou skupinu tvoří metody zaměřené na dynamické změny, které dobře vypovídají o pohybu jazyka v čase. Třetí možností zpracování elektropalatografických dat je tzv. metoda kontaktních indexů (*contact index method*, viz. např. Fontdevila *et al.*, 1994), která redukuje data na jedno číslo vypovídající o celkovém charakteru zahrnutých palatogramů. Jde o metodu, která byla použita pro zpracování dat v tomto výzkumu, proto se jí budeme věnovat podrobněji.

3.5.1 Kontaktní indexy

Pro různé oblasti fonetického zájmu byly navrženy různé indexy; pravděpodobně nejrozšířenější je kvantifikace rozložení kontaktovaných elektrod v určité oblasti (včetně celého patra). Mezi tyto indexy patří např. index těžiště (*center of gravity index*, COG), Faberův index anteriority či index koartikulace (*coarticulation index*, CI).

V roce 1994 navrhli autoři Fontdevila, Pallarès a Recasens indexy přímo pro systém Reading EPG. Šlo o index anteriority (*anteriority index*, CA), index posteriority (*posteriority index*, CP) a index centrality (*centrality index*, CC). Tato trojice indexů byla sestavena, aby kvantifikovala distribuci a míru lingvopalatálního kontaktu. Hodnoty indexů jsou počítány pomocí koeficientů určených pro každou řadu a každý sloupec elektrod. Pro potřeby indexů kvantifikujících změny podél sagitální osy patra, tj. indexy anteriority a posteriority, se patro rozlišuje na osm řad (viz obrázek 9); pro index

centrality, který vypovídá o rozložení kontaktů vzhledem ke koronální ose, se oblast patra dělí na 4 zóny (C1+C8, C2+C7 atd.).

Z matematického hlediska odpovídají indexy váženým součtům aktivovaných elektrod. Koeficienty jsou nastaveny tak, aby jedna kontaktovaná elektroda v dané řadě měla větší význam než všechny kontaktované elektrody v zadnější řadě (pro CA), přednější řadě (pro CP) nebo okrajovějších sloupcích (pro CC). Vzorec pro výpočet indexu anteriority vypadá podle Fontdevily *et al.* (1994: 145) následovně:

$$CA = \left[\log \left[1(R_8/8) + 9(R_7/8) + 81(R_6/8) + 729(R_5/8) + 6561(R_4/8) + 59049(R_3/8) + 531441R_2/8 + 3587227R_1/6 + 1 \right] / \log 4185098 + 1 \right]$$

kde R_i značí počet aktivovaných elektrod v řadě i a vztahuje se k celkovému počtu elektrod této řady. První koeficient je zvolen arbitrárně, všechny ostatní se pak vypočítávají z předchozích koeficientů a počtu elektrod¹¹. Výsledná hodnota CA se pohybuje mezi 0 a 1, přičemž 0 značí nulový kontakt a 1 kontakt maximální.

Při zkoumání českého ř nás zajímaly pouze první čtyři řady, protože stačí k pokrytí obou oblastí, které jsou s místem artikulace českého ř spojovány (alveolární a post-alveolární místo). Vzorec jsme tedy upravili do následující podoby:

$$CA = \left[\log \left[1(R_4/8) + 9(R_3/8) + 81(R_2/8) + 547(R_1/6) + 1 \right] \right] / \left[\log(638 + 1) \right].$$

Takto formulované indexy poskytnou v našem případě lepší rozlišení, než kdybychom pracovali s indexy původními. V tabulce 1 na následující straně uvádíme pro následnou lepší orientaci ve výsledcích rozmezí hodnot indexu CA pro minimální a maximální počet aktivovaných elektrod v jednotlivých řadách. Menší číslo odpovídá situaci, kdy je z celého patra aktivována jediná elektroda v dané řadě, maximální hodnota rozmezí reflektuje případ, kdy jsou aktivovány všechny elektrody v dané řadě a všechny elektrody v řadách více vzadu.

¹¹ A = 1

B = 9; B/8 > A ⇒ B = 8A+1

C = 81 = (R_{6i})(A+B)+1

D = 729 = (R_{5i})(A+B+C)+1

E = 6561 = (R_{4i})(A+B+C+D)+1

F = 59049 = (R_{3i})(A+B+C+D+E)+1

G = 531441 = (R_{2i})(A+B+C+D+E+F)+1

H = 3587227 = (R_{1i})(A+B+C+D+E+F+G)+1,

kde R_{it} značí celkový počet elektrod v řadě i .

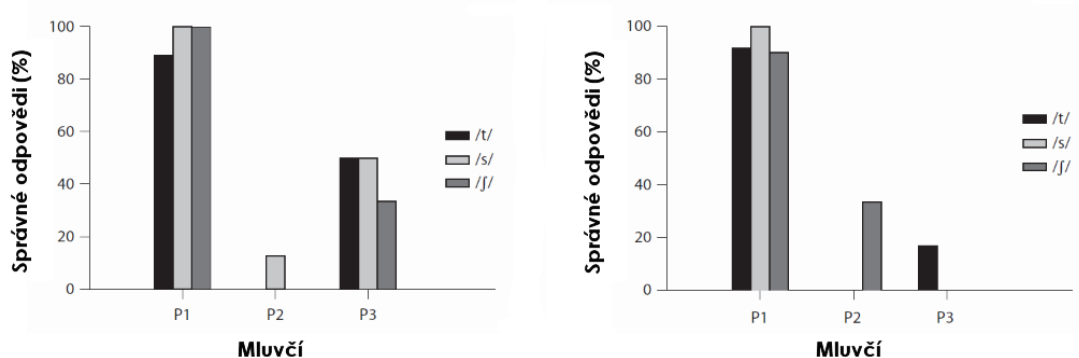
řada	rozmezí hodnot CA
R ₁	0,700257808 – 1,000000000
R ₂	0,372945892 – 0,699977625
R ₃	0,116684667 – 0,371196709
R ₄	0,018232938 – 0,107299912

Tabulka 1. Rozmezí hodnot indexu CA pro různý počet aktivovaných elektrod. Spodní hranice rozmezí odpovídá situaci, kdy je v dané řadě aktivována pouze jediná elektroda a k žádnému jinému kontaktu v ostatních řadách nedochází; horní hranice odpovídá všem kontaktovaným elektrodám v dané řadě, jsou-li současně aktivovány i všechny elektrody v řadách více vzadu.

3.6 Adaptace na umělé patro a vliv jeho přítomnosti na artikulaci

Je všeobecně přijímaným faktem, že na umělé patro coby cizí předmět v ústech si musí mluvčí určitou dobu zvykat. Názory na délku adaptace se však liší. Této problematice se věnovali například Hamlet (1984), Moorhouseová (2000), McLeodová a Searl (2008) a McAuliffeová *et al.* (2008).

McAuliffeová *et al.* (2008) provedla experiment se třemi ženskými mluvčími, které nahrávala za tři různých experimentálních podmínek: bez umělého patra, 45 minut po vložení umělého patra a 3 hodiny po vložení umělého patra. Nahrávky následně podrobila percepční analýze naivních posluchačů. Výsledky jejich hodnocení shrnuje obrázek 10. Z grafických znázornění je vidět, že u mluvčí P1 k adaptaci na umělé patro nedošlo, mluvčí P2 a P3 se na cizí předmět v ústech adaptovali naopak velmi úspěšně. Je zřejmé, že lidé se na patro adaptují nejvýznamněji již během prvních 45 minut po jeho vložení.



Obrázek 10. Procentuální vyjádření správných názorů na přítomnost umělého patra v ústech tří mluvčích po adaptaci trvajícím (a) 45 minut a (b) 3 hodiny, jinými slovy úspěšnost naivních posluchačů v rozpoznání přítomnosti patra, pokud ho mluvčí opravdu měli v ústech (převzato z McAuliffová *et al.*, 2008: 48).

V literatuře se setkáme s různě dlouhou dobou adaptace, od 20 minut, které doporučoval Fletcher (1989 in McLeodová & Searl, 2006: 193), přes třídní nošení tréninkového patra (Cayley *et al.*, 2000 in McLeodová & Searl, 2006: 193), až po jednu hodinu denně po dobu tří až pěti týdnů ve výzkumu Moorhouseové (2000 in McLeodová & Searl, 2006: 193).

Otázkou je, na základě čeho se má rozhodnout o ukončení fáze adaptace. Je možné učinit tak po přesně stanovené době, tedy bez ohledu na individuální odlišnosti mluvčích (jako např. v práci Cayleyho *et al.*, 2000 in McLeodová & Searl, 2006: 193), nebo lze tyto rozdíly vzít v úvahu a fázi adaptace ukončit buď pouze na základě posouzení výzkumníka (např. výzkum McAuliffeové *et al.*, 2003 in McLeodová & Searl, 2006: 193) nebo po dohodě výzkumníka s mluvčím (např. Stokes & Zhen, 1998 in McLeodová & Searl, 2006: 193).

McLeodová a Searl (2006) zkoumali vliv přítomnosti umělého patra ze tří hledisek. Zaprvé se zabývali dopadem na akustické vlastnosti konsonantů čili objektivní akustickou analýzou, zadruhé podrobili nahrávky transkripci experta a ověřovali tak dopad na percepci, a v neposlední řadě se zajímali i o pocit mluvčích. Co se týče akustických charakteristik konsonantů, ukázalo se, že přítomnost umělého patra má vliv na spektrální těžiště, ale nikoli na trvání hlásek. Mezi hlásky s největší pravděpodobností narušení patří dle tohoto výzkumu [č], [dž], [š], [s], [z], [dz]. Vliv umělého patra na percepci byl minimální, ale mluvčí jeho přítomnost hodnotili jako nepříjemnou, jednak z důvodu zvýšené produkce slin, ale také kvůli snížení komfortu a pocitu omezení pohybu jazyka. U několika mluvčích způsobovala přítomnost umělého patra v ústech zejména v počáteční fázi nevolnost.

V rozporu se zmíněným výzkumem jsou výsledky experimentu McAuliffeové *et al.* (2008), které ukazují, že trvání hlásek bylo umělým patrem ovlivněno u všech tří zúčastněných mluvčích. Vložení umělého patra mělo za následek snížení VOT u *t*. Důvodem by mohlo být zvýšení artikulačního tempa; toto vysvětlení ale není příliš pravděpodobné, protože u ostatních konsonantů (*s* a *š*) k ničemu podobnému nedošlo. Co se týče trvání *s* a *š*, byly výsledky pro jednotlivé mluvčí hodně odlišné.

Z výzkumu Moorhouseové (2000 in McLeodová & Searl, 2006: 193), která dokumentovala adaptaci na umělé patro u čtyř osob s řečovou apraxií a u čtyř osob bez řečových vad, vyplývá, že přítomnost umělého patra nezpůsobuje konsonantické substituce, epenteze ani elize; může ale ovlivnit místo a způsob artikulace, a to nejvíce u frikativ. Výzkum McLeodové a Searla (2006) a několika předchozích (např. Hamlet & Stoneová, 1978) dokazuje, že pro frikativy je potřeba delší adaptace než např. pro explozivny (adaptace na produkci *t* trvala 60 min, zatímco v případě *s* až 120 min).

Pro předkládaný výzkum byla zvolena fixní délka adaptace trvající zhruba 30 minut, s přihlédnutím k pocitům mluvčích. Po uplynutí této doby zněla řeč mluvčích vysoce přirozeně a sami mluvčí při artikulaci nepocítovali žádné větší problémy.

3.7 Výhody a nevýhody EPG

Elektropalatografie je oblíbená pro svou konceptuální jednoduchost, snadné provedení a relativní neinvazivitu. Umožňuje dobré zkoumání koartikulace. Není však vhodná pro zkoumání hlásek, u kterých nedochází k lingvopalatálnímu kontaktu nebo jejichž konstriktory se odehrává jinde než na tvrdém patře. Pro zmiňované hlásky (vokály, labiály, uvuláry atd.) nedostaneme ze zřejmých důvodů žádné specifické zobrazení. Tato technika není ideální ani pro zkoumání velár, neboť jim odpovídá pouze jedna – poslední – řada elektrod. Jak podotýkají Ball a Lowryová (2001: 45), zmiňovaný problém u vokálů je z části řešitelný pomocí umělého patra, které by vysílalo světelný paprsek a po odrazu od povrchu jazyka jej detekovalo. Tato technika je ve vývoji.

Významnou nevýhodou elektropalatografie je absence informací o místě kontaktu na jazyce. Díky znalostem anatomie můžeme pouze vyvozovat, která část jazyka se může dotknout daného místa na patře, např. při lingvopalatálním kontaktu v alveolární oblasti bývá aktivním artikulátorem většinou špička nebo hrot jazyka, zatímco za kontakt v palatání a velární oblasti bývá většinou zodpovědný hřbet jazyka. Surčitostí ale nemůžeme říci o aktivním artikulačním orgánu nic.

Důvodem pro použití elektropalatografie v tomto výzkumu byla relativní dostupnost vybavení v porovnání s jinými metodami; přesto její finanční nákladnost omezila náš výzkum co do počtu mluvčích. Metoda vyhovovala i z hlediska místa tvoření zkoumané hlásky, neboť ke kontaktu jazyka s patrem docházelo v oblasti, která je pomocí EPG dobře snímána, a ve které se nachází největší koncentrace elektrod. Problematické je časové rozlišení metody (10 ms), neboť kmit jazyka může být v některých případech tak krátký, že jej EPG nemusí zaznamenat, i když ve spektrogramu je jasně viditelný.

Při práci s umělým patrem si musíme být vědomi toho, že ne všichni mluvčí se adaptují (k adaptaci nedošlo např. u jedné mluvčí v experimentu McAuliffeová *et al.*, 2008), a navíc, že i u mluvčích adaptovaných nemusí získaná data zcela odpovídat skutečnosti při běžné artikulaci (akusticky, temporálně ani percepčně).

4 Metoda

4.1 Mluvčí

Náš výzkum je založen na nahrávkách sedmi mluvčích – čtyř žen (jednou z nich je autorka práce) a tří mužů. Všichni jsou rodilými mluvčími češtiny a na Fonetický ústav FF UK jsou vázáni pracovní nebo studijně. Pro označení mluvčích používáme kódy F1 – F4 a M1 – M3. Profily mluvčích jsou následující: F1 – žena, 21 let; F2 – žena, 26 let; F3 – žena, 25 let, F4 – žena, 32 let; M1 – muž, 50 let; M2 – muž, 24 let; M3 – muž, 34 let. U všech mluvčích kromě osob M1 a M3 se jednalo o první zkušenost s elektropalatografickým nahráváním.

4.2 Materiál

Protože artikulační výzkum vykazuje vysokou variabilitu, zapojili jsme zkoumanou hlásku do různých typů řečového materiálu. Pracovali jsme s jednoduchými kontexty typu VřV, se samostatnými jednoslabičnými slovy, s víceslabičnými slovy začleněnými do nosných frází i s krátkými větami. Při tvorbě položek bylo naším cílem vyvážit přítomnost několika faktorů, které by mohly ovlivňovat zkoumanou hlásku. Jednalo se zaprvé o pozici hlásky ve slově (iniciální, mediální, finální), zadruhé o hláskový kontext (vokalický, konsonantický), zatřetí z předchozích dvou vyplývající znělost/neznělost zkoumané hlásky a v neposlední řadě o výše zmiňovaný typ řečového materiálu. Čtené texty byly zvoleny kvůli možnosti větší kontextové variability a kvůli omezené délce nahrávky, kterou systém EPG umožňuje.

Nahrávaných položek bylo celkem 75, z toho 5 pseudoslov (sekvence VřV), 8 jednoslabičných slov, 26 víceslabičných slov zakomponovaných do nosných frází a 10 vět o třech slovech, přičemž každé z pseudoslov a jednoslabičných slov bylo nahráváno třikrát. U mluvčího M3 se tři položky nenahrály, proto máme k dispozici pouze 72 nahrávek. Přesné znění položek je součástí přílohy 1.

4.3 Nahrávání

Pro nahrávání byl použit systém WinEPG výrobce Articulate Instruments (Wrench, 2008). Každý ze sedmi mluvčích disponoval umělým patrem vyrobeným na míru podle jeho dentálního otisku.

V souladu s poznatkami uvedenými v oddílu 3.6 mluvčí nejprve absolvovali adaptaci na umělé patro o délce minimálně 30 minut, během kterých se účastnili běžné komunikace a četli si texty určené k nahrávání. Po uplynutí této doby byla řeč testovaných osob naprosto srozumitelná a téměř k nerozeznání od jejich běžného projevu. Bylo tedy možné

přistoupit k nahrávání: mluvčí byli požádáni, aby četli dané sekvence VřV, slova a věty. Sekvence VřV a slova se nahrávala po skupinách tří nebo pěti slov, ostatní vždy samostatně.

Nahrávání probíhalo v tiché místnosti, v níž byl kromě mluvčího přítomen asistent, který ovládal nahrávací software Articulate Assistant. Pro nahrávání byl použit mikrofon Sennheiser E840, elektropalatograf WinEPG a již zmíněný software Articulate Assistant. Výstupem každé nahrané položky byly dva soubory – zvuk ve formátu wav (digitalizovaný při vzorkovací frekvenci 22 050 Hz) a elektropalatografická data (vzorkovací frekvence 100 Hz).

Všech 75 položek našeho výzkumu bylo nahráváno najednou s texty zaměřenými na jiné hlásky. Celková doba nahrávání nepřesáhla 30 minut a mluvčí si mohli kdykoli udělat přestávku.

4.4 Analýza

Všechny zkoumané hlásky byly v programu Articulate Assistant segmentovány v souladu s publikací Pavla Machače a Radka Skarnitzla (2009). V první fázi analýzy jsme na základě spektrogramu a oscilogramu, v nejasných případech i s přihlédnutím k palatogramům, položky rozdělili podle přítomnosti/nepřítomnosti kmitu, resp. kmitů a s hláskami nevibrantními jsme již dále nepracovali. U zbylých hlásek jsme se zaměřili právě na oblast kmitu, a sice palatogram s největší mírou kontaktu, a zaznamenávali jsme počet aktivovaných elektrod v prvních čtyřech řadách. Ve výjimečných případech, kdy se dva následné palatogramy lišily rozložením kontaktovaných elektrod jinak, než že by elektrody kontaktované v jednom z nich byly jen podmnožinou elektrod aktivovaných v druhém palatogramu, jsme do analýzy zahrnuli všechny kontaktované elektrody v obou těchto palatogramech.

Zjištěné hodnoty jsme dosadili do vzorce pro výpočet indexu anteriority¹²:

$$CA = \left[\log \left[\left[1(R_4/8) + 9(R_3/8) + 81(R_2/8) + 547(R_1/6) \right] + 1 \right] \right] / \left[\log(638 + 1) \right],$$

kde R_i je počet kontaktovaných elektrod v řadě i . Výsledný index CA vypovídá o rozložení a míře lingvopalatálního kontaktu v alveolární, resp. post-alveolární zóně, a nabývá hodnot od 0 (pro nulový kontakt) do 1 (pro kontaktované všechny elektrody).

Ve statistických analýzách jsme nadále pracovali zejména s těmito indexy. Data jsme vyhodnocovali pomocí softwaru Statistica, použitým testem byla nejčastěji jednofaktorová nebo dvoufaktorová ANOVA a případně Scheffého post-hoc test.

¹² Vzorec je přesněji popsán v oddílu 3.5.1.

5 Výsledky

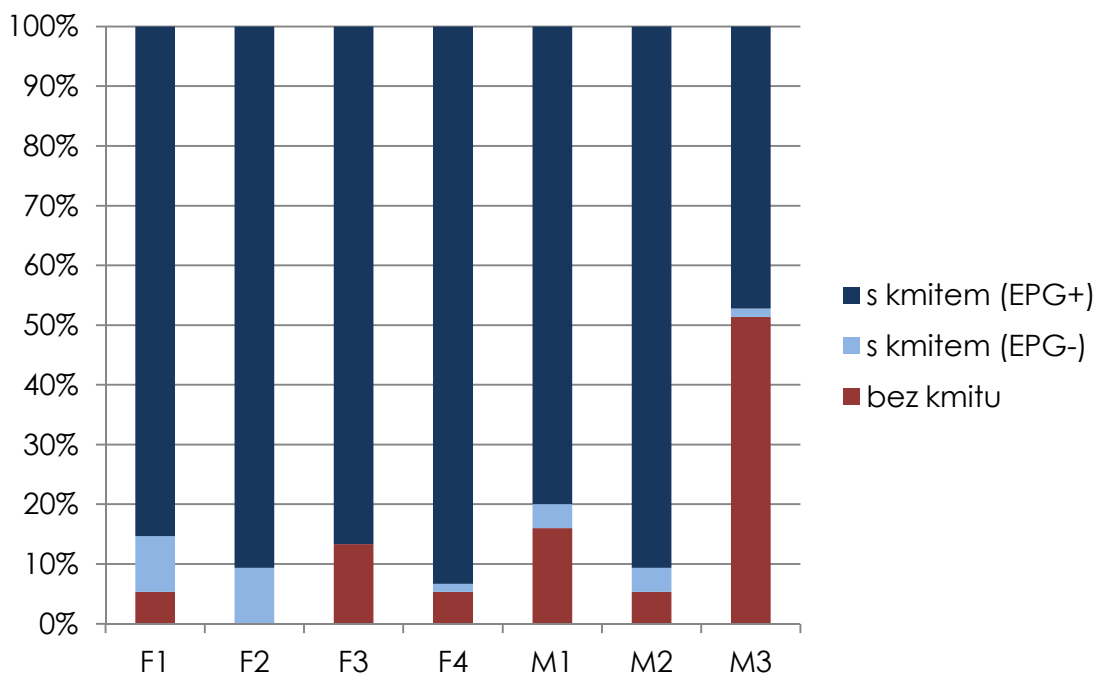
První oblastí našeho zájmu bude kvantifikace přítomnosti kmitu, resp. kmitů ve zkoumaných hláskách. Hlavní pozornost bude poté věnována analýze lingvopalatálního kontaktu, a to nejdříve v souhrnném pohledu, poté v závislosti na dalších faktorech a individuálních charakteristikách jednotlivých mluvčích.

5.1 Přítomnost kmitu

Kvantifikace kmitů není naším prvořadým zájmem, proto uvádíme pouze krátký přehled vypovídající o absolutním počtu a poměru hlásek realizovaných bez kmitu a s kmitem, resp. s více kmitu. Hlázky, jejich součástí dle spektrogramu a oscilogramu kmit je, pak dělíme na ty, u kterých pohyb jazyka elektropalatograf zachytil, a na ty, u nichž k zaznamenání nedošlo. Přesný počet položek s danou realizací je zanesen v tabulce 2, procentuální zastoupení je viditelné z grafu 7.

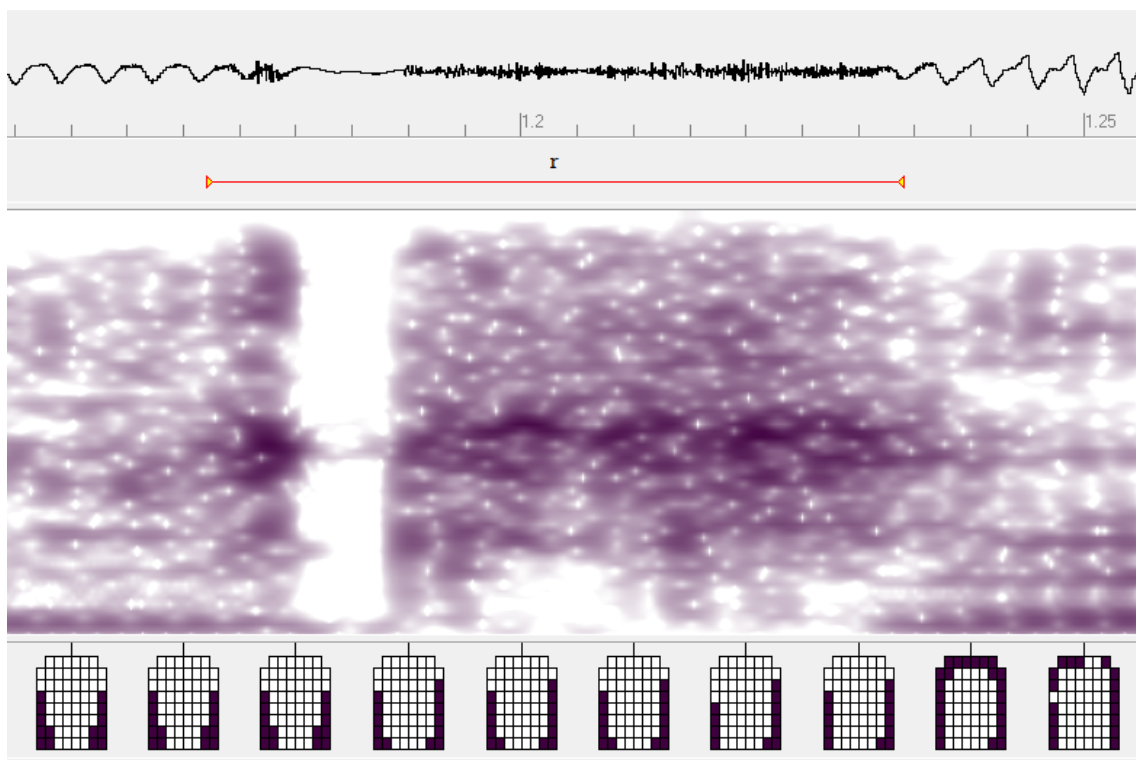
mluvčí	bez kmitu	s kmitem (EPG⁺)	s kmitem (EPG⁻)
F1	4	64	7
F2	0	68	7
F3	10	65	0
F4	4	70	1
M1	12	60	3
M2	4	68	3
M3	37	34	1

Tabulka 2. Počty hlásek realizovaných s kmitem a bez kmitu pro jednotlivé mluvčí. Zkratka EPG⁺ znamená, že kmit byl zachycen elektropalatografem, zkratka EPG⁻ odkazuje na hlázky, v jejichž realizaci byl kmit přítomen, ale není zaznamenán v elektropalatografických datech.



Graf 7. Procentuální zastoupení hlásek realizovaných s kmitem a bez kmitu pro jednotlivé mluvčí. Zkratka EPG+ znamená, že kmit byl zachycen elektropalatografem, zkratka EPG- odkazuje na hlásky, v jejichž realizaci je kmit přítomen, ale v elektropalatografických datech zaznamenán není.

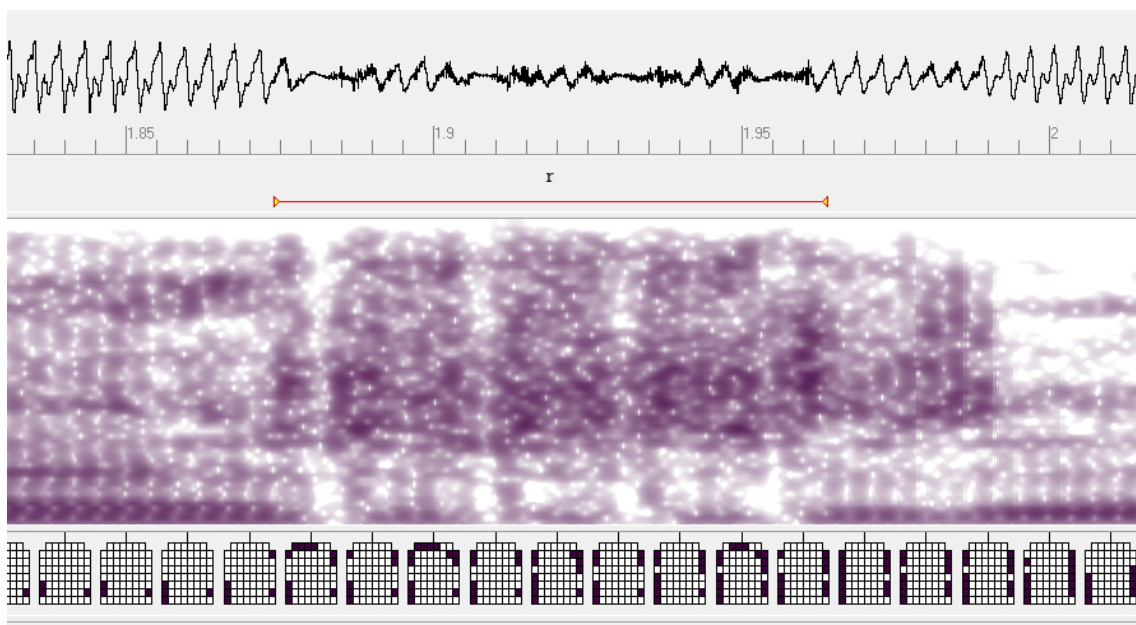
Jednoznačně největší podíl nevibrantních realizací (51 %) se objevuje u mluvčího M3. Naproti tomu u mluvčí F2 jsou ve všech zkoumaných ř kmity přítomny. Podíl nevibrantních realizací u ostatních mluvčích je mezi 5 – 16 %. Největší množství vibrantních realizací, které však nebyly pomocí EPG zaznamenány, najdeme u mluvčích F1 a F2. Příklad kmitu nezachyceného elektropalatografem přinášíme na obrázku 11 na následující straně.



Obrázek 11. Realice [ř] ve frázi Zopakuj řopík ještě jednou, pronesená mluvčí F2. Ilustruje případ, kdy je kmit jasně viditelný ve spektrogramu, ale v elektropalatografických datech zachycen není.

Z dat dále vyplývá, že způsob realizace ř není nikterak ovlivněn jeho znělostí ani pozicí ve slově. Jedinou výraznější tendencí je velmi řídká frekvence nevibrantních realizací v intervokalické pozici, což může být důsledek zvlášť explicitní artikulace mluvčích v těchto případech. Případy nezaznamenaného kmity jsou soustředěny u mluvčí F2, ve finální pozici (tzn. neznělé varianty), v materiálu typu slovo.

Naprostá většina vibrantních realizací je pouze jednokmitných. Vícekmitných hlásek bylo v našich datech necelých 6 % – ve tří čtvrtinách případů šlo o znělé varianty, nejčastěji v intervokalické pozici. Vícekmitné hlásky byly nejčastější u mluvčí F2 a mluvčího M1, naopak žádné takové realizace jsme nenalezli v materiálu mluvčí F4 a mluvčích M2 a M3. Mezi vícekmitnými realizacemi převažovaly hlásky se dvěma kmity, v jednom případě jsme se setkali i se čtyřmi kmity (viz obrázek 12).



Obrázek 12. Sekvence [eře] realizovaná mluvčí F1. Ilustruje ojedinělý případ realizace se čtyřmi kmity.

5.2 Lingvopalatální kontakt

Lingvopalatální kontakt jsme analyzovali zejména za pomoci indexu anteriority (CA). Z dat jsme vyloučili případy s nevibrantní realizací ř a také ty položky, ve kterých je sice kmit podle spektrogramu a oscilogramu přítomen, ale v elektropalatografických datech zachycen není. Případy nezaznamenaného kmitu nevypovídají o našem primárním zájmu – místu dotyku při kmitu, neboť v těchto položkách dochází většinou pouze k laterálnímu kontaktu¹³, který je typický pro celé trvání hlásky. Případy nezaznamenaného kmitu jsou navíc soustředěny zejména u některých mluvčích (F1 a F2) a výrazně převažují v některých typech položek (ve finální pozici – tzn. neznělé varianty, v materiálu typu slovo). Analyzovaná data jsou touto nerovnováhou ovlivněna, proto jsme se i z tohoto důvodu rozhodli případy s nezaznamenaným kmitem z analýz vynechat.

Naším prvotním zájmem je oblast lingvopalatálního kontaktu, o které vypovídá zmiňovaný index anteriority i prosté počty kontaktovaných elektrod v jednotlivých řadách. V následných analýzách se zaměřujeme na faktory, které by mohly mít vliv na chování CA. Soustředíme se jednak na trendy napříč mluvčími, ale i na specifika jednotlivých mluvčích.

¹³ K laterálnímu kontaktu dochází u většiny mluvčích, u mluvčího M3 nedochází typicky k téměř žádnému kontaktu (viz oddíl 5.4).

5.2.1 Hodnoty CA a místo tvoření

Index anteriority poskytuje informace o třech aspektech lingvopalatálního kontaktu: 1. číslo řady s nejpřednějším kontaktem, 2. počet aktivovaných elektrod v nejpřednější řadě a 3. obecná míra kontaktu v zadnějších řadách.

Vážené průměry hodnot indexu anteriority dosažených jednotlivými mluvčími zobrazuje tabulka 3. Průměrná hodnota CA v našich datech je rovna 0,86. Po srovnání s tabulkou 1 můžeme konstatovat, že průměrně je při kmitu ř kontaktována alespoň jedna elektroda z první řady. Totéž platí pro každého mluvčího zvlášť, neboť i mluvčí F3 s nejnižší hodnotou CA (0,74) spadá do rozmezí vypovídajícího o aktivovaných elektrodách v první řadě. K nejvíce kontaktovaným elektrodám v první řadě docházelo u mluvčí F4 (CA = 0,94), nejméně jich bylo u již zmiňované mluvčí F3.

mluvčí	CA
F1	0,85
F2	0,90
F3	0,74
F4	0,94
M1	0,88
M2	0,86
M3	0,85
průměr	0,86

Tabulka 3. Vážené průměry hodnot indexu anteriority (CA) pro jednotlivé mluvčí a jejich celkový průměr.

Protože index anteriority nevypovídá přímo o konkrétních místech artikulace, použili jsme pro přesnější určení oblasti kontaktu normalizovaný počet kontaktovaných elektrod v jednotlivých řadách (viz tabulka 4).

mluvčí	1. řada	2. řada	3. řada	4. řada
F1	0,47	0,47	0,26	0,08
F2	0,67	0,35	0,28	0,24
F3	0,23	0,53	0,31	0,25
F4	0,79	0,34	0,24	0,11
M1	0,60	0,36	0,31	0,24
M2	0,46	0,48	0,33	0,32
M3	0,43	0,48	0,17	0,11
průměr	0,52	0,43	0,27	0,19

Tabulka 4. Počet kontaktovaných elektrod připadajících na jednu elektrodu v dané řadě. Hodnoty pro jednotlivé mluvčí a jejich průměr.

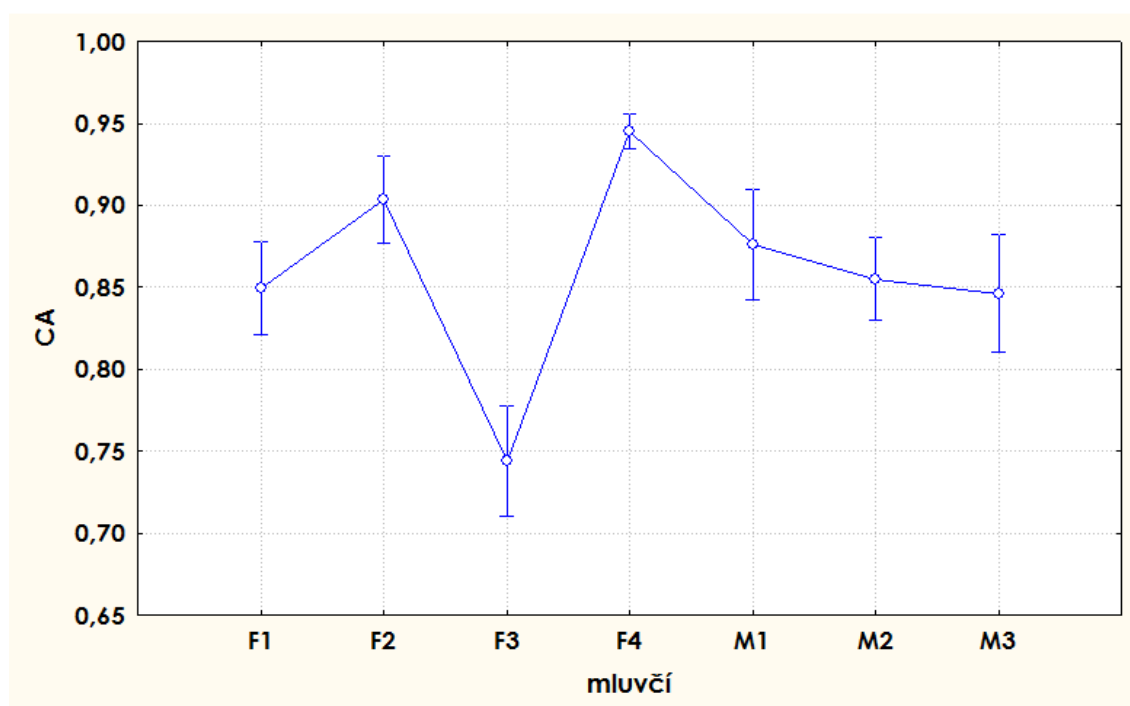
Z výše uvedených hodnot je zřejmé, že těžiště lingvopalatálního kontaktu se u všech mluvcích nachází v prvních dvou řadách, které odpovídají alveolárnímu místu tvoření.

5.2.2 Potenciální vlivy na CA

V následujících grafech je znázorněna závislost CA na sedmi vybraných faktorech (mluvčí, znělost, předcházející a následující kontext, pozice vzhledem k přízvuku, pozice ve slově a povaha materiálu). Zmíněné vlivy jsou zachyceny pomocí jednofaktorových analýz rozptylu, které jsou v případě potřeby doplněny post-hoc testy a analýzami vícefaktorovými. Analýzy rozptylu zobrazují vážené průměry a 95% intervaly spolehlivosti.

5.2.2.1 Vliv mluvcího na CA

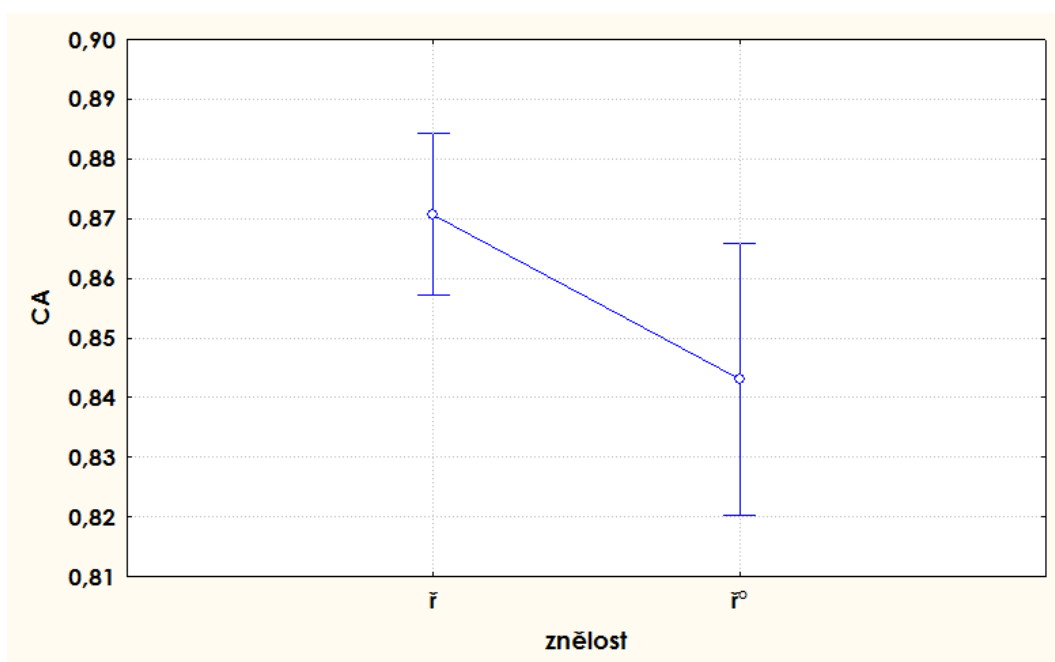
Předpokládali jsme, že jednotliví mluvčí budou dosahovat signifikantně odlišných hodnot CA. Graf 8 ukazuje, že hodnoty CA pro jednotlivé mluvčí se od sebe liší statisticky velmi významně. Pomocí Scheffého testu jsme ověřili, že rozdíl je velmi významný pro mluvčí F3 ($p < 0,001$), k podobným výsledkům jsme dospěli i u mluvčí F4, jejíž hodnoty CA jsou signifikantně odlišné od hodnot všech ostatních mluvcích s výjimkou mluvčí F2 ($p < 0,05$). Je tedy zřejmé, že existuje jakýsi průměr, který odpovídá CA nezmiňovaných mluvcích, a mluvčí F3 a F4 se od něj významně odlišují každá jedním směrem: mluvčí F4 tíhne k neanteriornější realizaci kmitu, zatímco u mluvčí F3 je počet kontaktovaných elektrod v první řadě nejmenší.



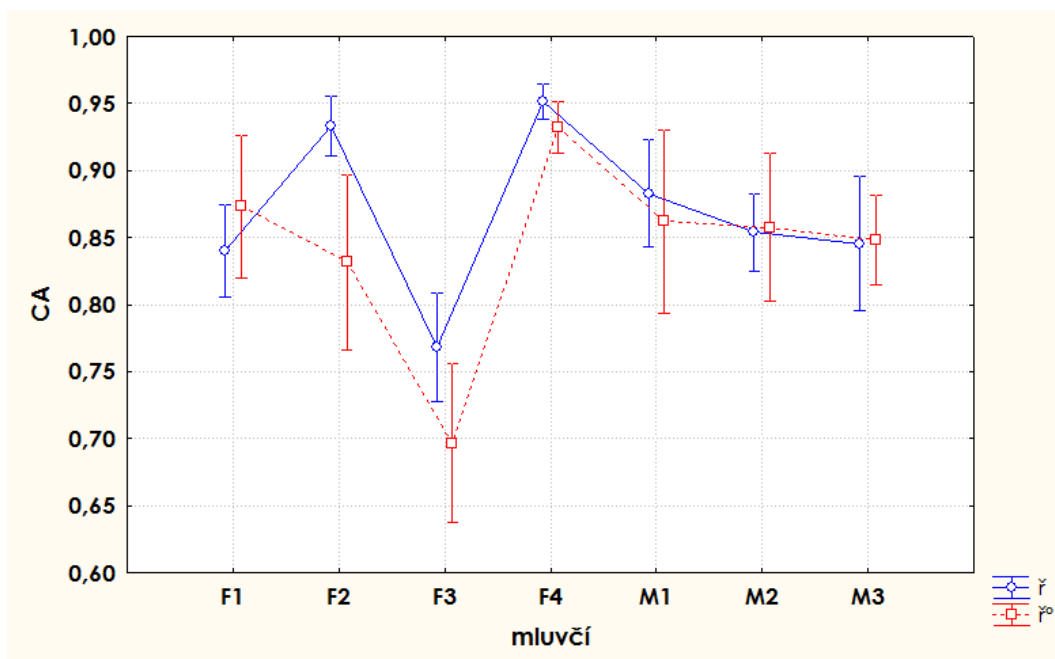
Graf 8. Vliv mluvcího na index anteriority (CA); $F(6, 422) = 21,485, p < 0,001$.

5.2.2.2 Vliv znělosti na CA

Do zkoumaného materiálu jsme zahrnuli znělou i neznělou variantu ř, proto jsme považovali za vhodné prověřit závislost CA na znělosti této hlásky. Z grafu 9, který znázorňuje vliv znělosti na CA, vyplývá, že znělé [ř] nabývá signifikantně vyššího CA než neznělé [ř̥], přičemž znělá varianta má menší rozptyl. Vztah mezi CA a znělostí u jednotlivých mluvčích vidíme v grafu 10, i tady je závislost CA na znělosti statisticky významná. Kompletní výsledky pro jednotlivé mluvčí jsou součástí oddílu 5.3, na tomto místě pouze uvádíme, že signifikantní rozdíl mezi CA znělé a neznělé varianty ř najdeme u mluvčích F2 ($p < 0,001$) a F3 ($p < 0,05$).



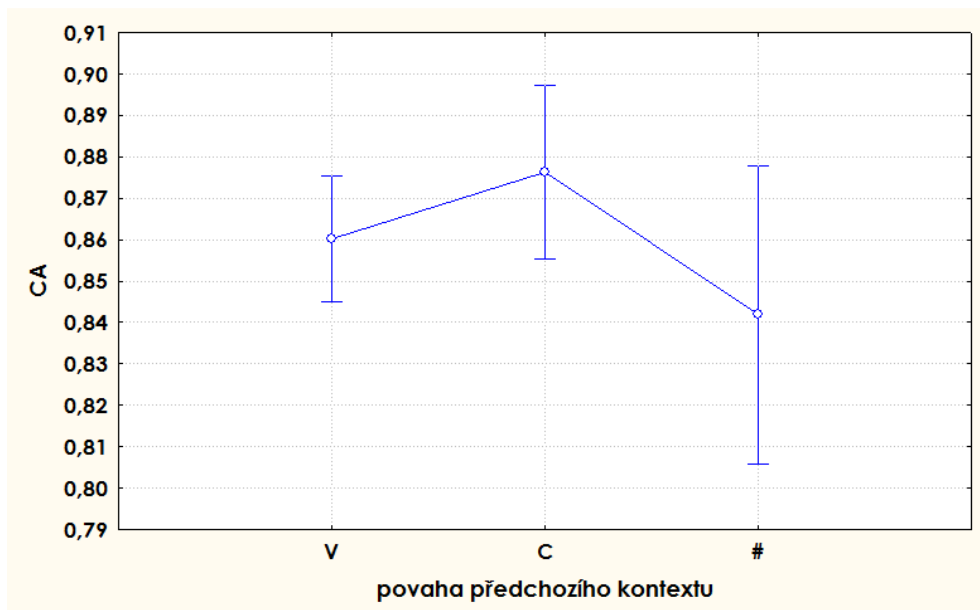
Graf 9. Vliv znělosti na index anteriority (CA) pro všechny mluvčí dohromady; $F(1, 427) = 4,6350$, $p < 0,05$.



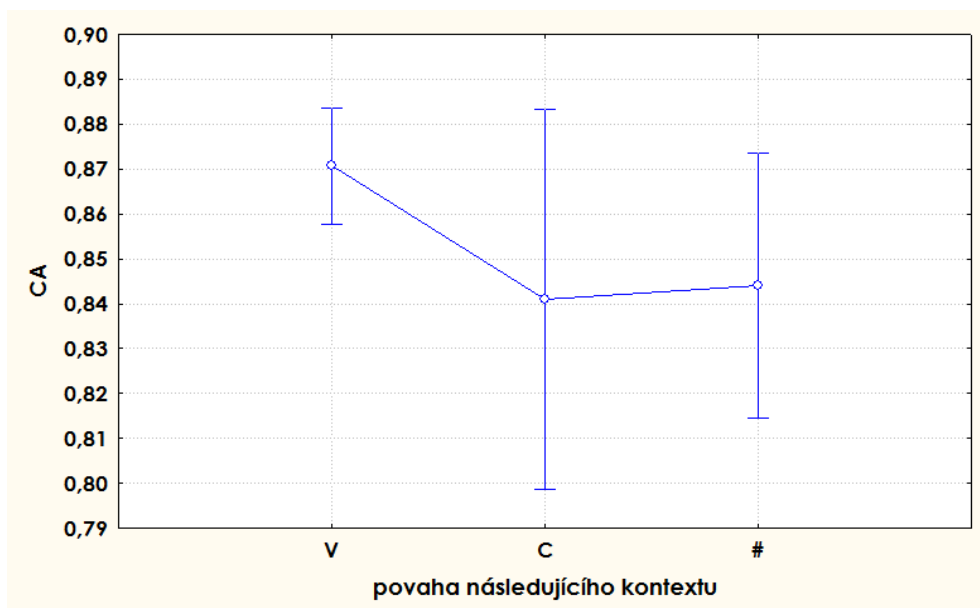
Graf 10. Vliv znělosti na index anteriority (CA) pro jednotlivé mluvčí; $F(6, 415) = 2,5646, p < 0,05$.

5.2.2.3 Vliv kontextu na CA

Při zkoumání vlivu kontextu jsme pracovali se třemi kategoriemi – s vokály, konsonanty a pauzou. Ukázalo se, že předcházející ani následující hláska nejsou pro chování CA významné (grafy 11 a 12). Zařazení jemnějších kategorií, jako jsou například znělé a neznělé konsonanty a labializované vokály, neodhalilo žádné zajímavé trendy. Za zmínku stojí pouze relativně malý rozptyl hodnot CA v sousedství vokálů.

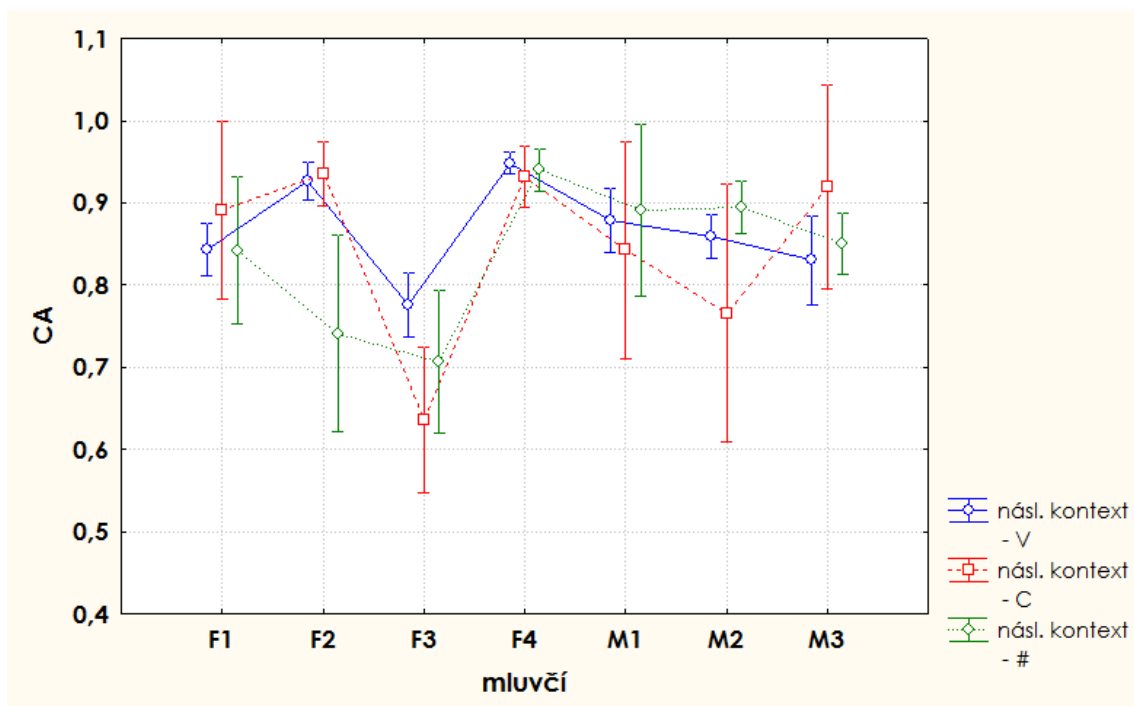


Graf 11. Vliv předcházejícího kontextu na index anteriority (CA) pro všechny mluvčí dohromady; $F(2, 426) = 1,4003, p = 0,25$.



Graf 12. Vliv následujícího kontextu na index anteriority (CA) pro všechny mluvčí dohromady; $F(2, 426) = 2,3653, p = 0,10$.

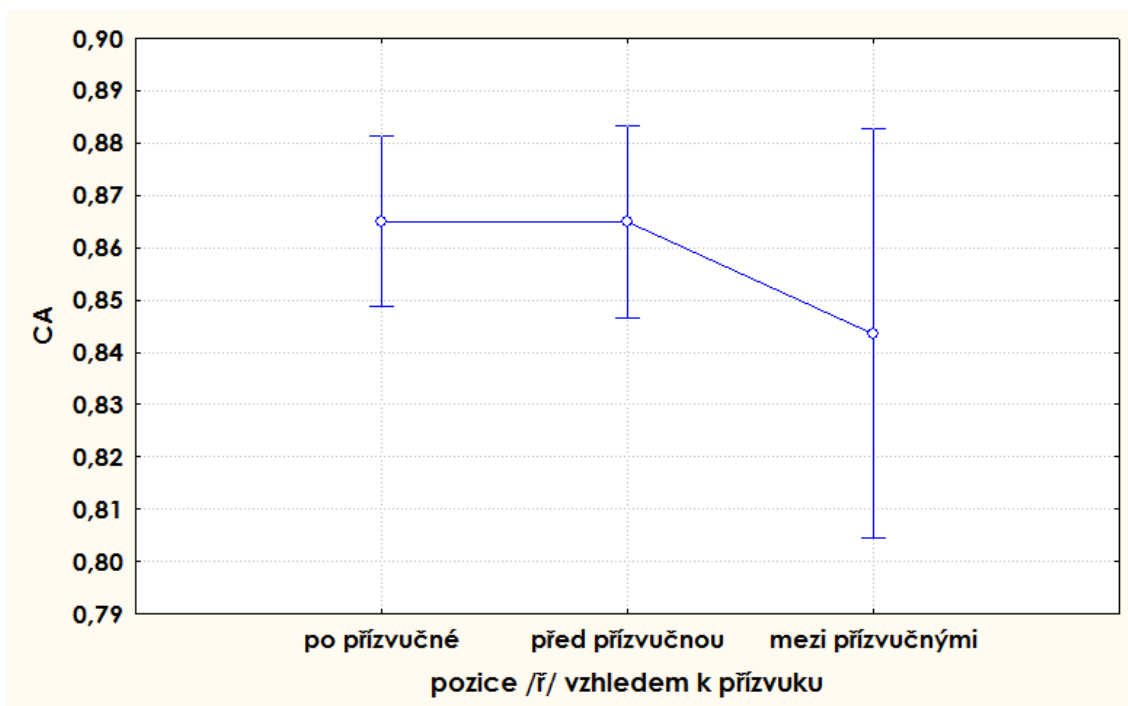
Předchozí kontext je jediný faktor, jehož vliv na CA se neprokázal ani v rámci žádného z mluvčích. Signifikantní závislost CA na následující hláске pro jednotlivé mluvčí je zobrazena v grafu 13 ($p < 0,001$). I zde je jasně vidět rozdíl mezi rozptylem hodnot CA u ř objevujících se před vokálem a rozptylem u hlásek v ostatních pozicích. Jak je podrobněji popsáno v oddílu 5.3, signifikantní vliv následujícího kontextu na CA se projevil u mluvčích F2, F3 a M2.



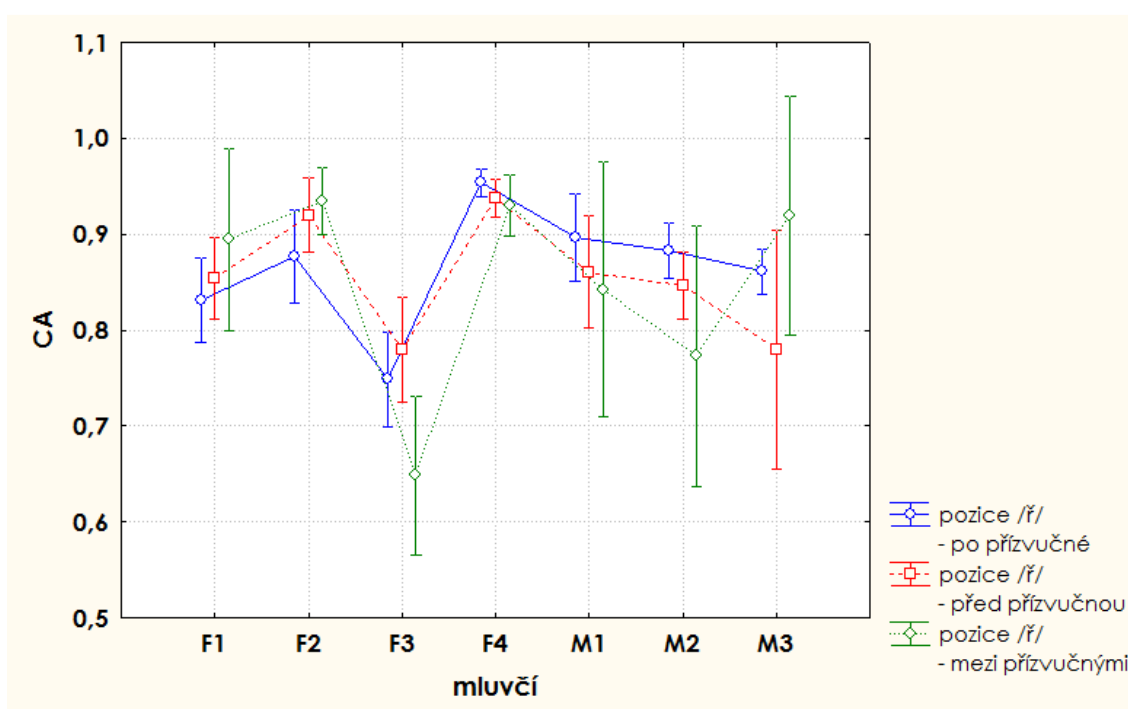
Graf 13. Vliv následujícího kontextu na index anteriority (CA) pro jednotlivé mluvčí; $F(12, 408) = 4,0182$, $p < 0,001$.

5.2.2.4 Vliv přízvuku na CA

Další kategorií, jejíž vliv na CA jsme se rozhodli prověřit, byla poloha *ř* vzhledem k slovnímu přízvuku. Statisticky významná závislost se v tomto případě neukázala v souborném pohledu na všechny mluvčí (graf 14), ale až v analýze jednotlivých mluvčích samostatně ($p < 0,05$, graf 15). Především, že signifikantní vliv přízvuku na CA se projevil u mluvčích F3, M2 a M3 (více v oddílu 5.3).



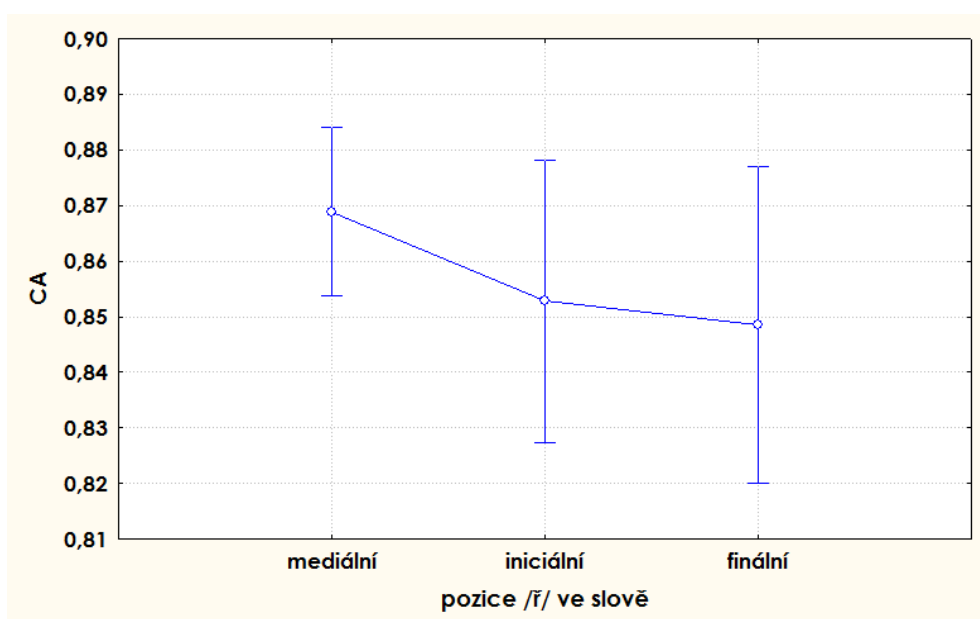
Graf 14. Vliv přízvuku na index anteriority (CA) pro všechny mluvčí dohromady; $F(2, 426) = 0,77887$, $p = 0,46$.



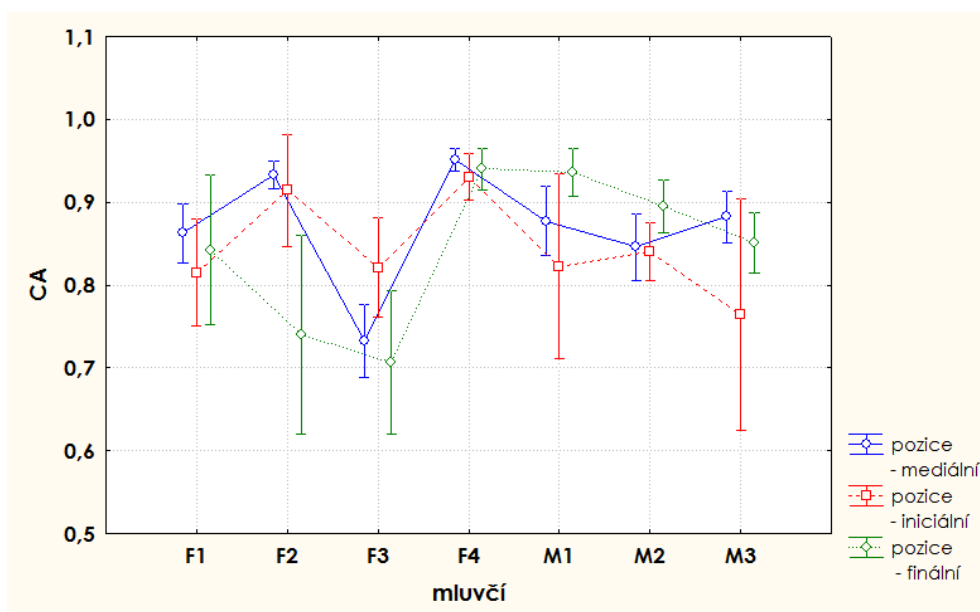
Graf 15. Vliv přízvuku na index anteriority (CA) pro jednotlivé mluvčí; $F(12, 408) = 2,6027$, $p < 0,05$.

5.2.2.5 Vliv pozice ve slově na CA

Dále jsme se věnovali závislosti CA na pozici zkoumané hlásky ve slově. Opakovala se zde podobná situace jako u vlivu přízvuku: statisticky významná závislost CA na pozici ř ve slově se neprojevila v souborném pohledu na všechny mluvčí (graf 16), ale až v porovnání pro jednotlivé mluvčí zvlášť ($p < 0,05$, graf 17). Jak je uvedeno dále v oddílu 5.3, signifikantní závislost CA na pozici ř ve slově byla nalezena u mluvčích F2 a M3.



Graf 16. Vliv pozice /ř/ ve slově na index anteriority (CA) pro všechny mluvčí dohromady; $F(2, 426) = 1,0986$, $p = 0,33$.

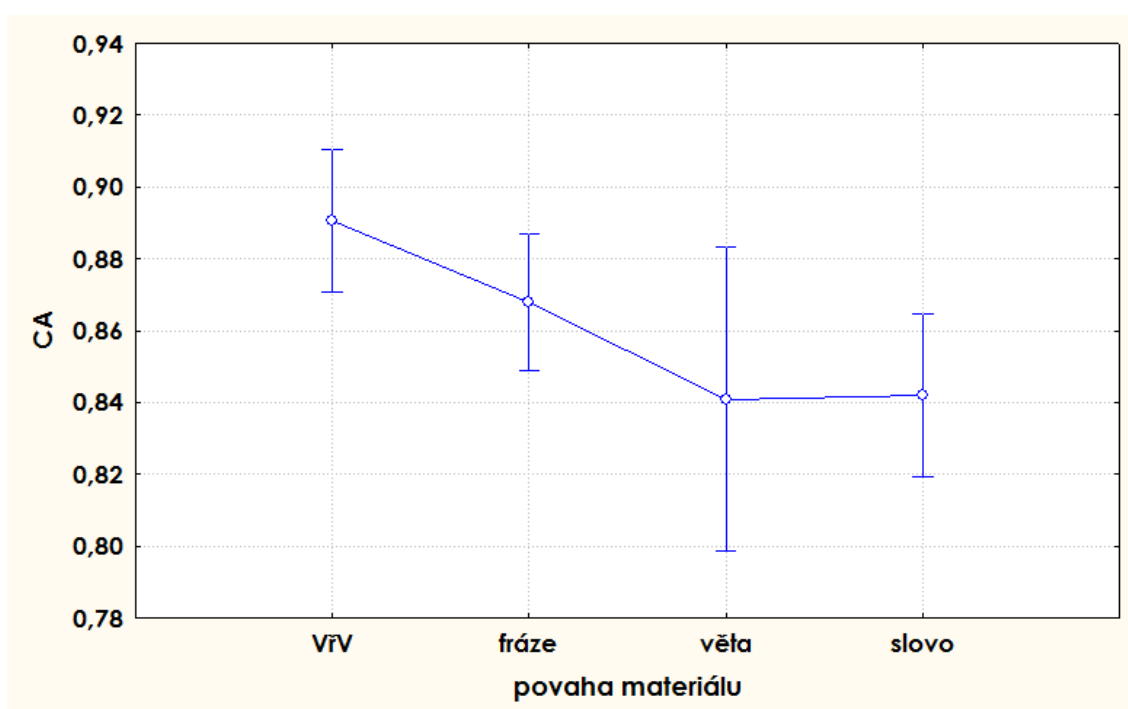


Graf 17. Vliv pozice /ř/ ve slově na index anteriority (CA) pro jednotlivé mluvčí; $F(12, 408) = 4,0337$, $p < 0,001$.

5.2.2.6 Vliv povahy materiálu na CA

Posledním zkoumaným vlivem byla povaha položek, jejichž součástí byly zkoumané hlásky. Náš materiál sestával ze čtyř různých typů položek, a sice ze sekvencí typu VřV, ze samostatných slov, z nosných frází se začleněným cílovým slovem a z krátkých vět. Nejexplicitnější výslovnost jsme očekávali u sekvencí s ř v intervokalické pozici; předpokládali jsme tedy, že v tomto typu materiálu nalezneme nejvyšší míru lingvopalatálního kontaktu. Ukázalo se, že povaha materiálu má na CA signifikantní vliv ($p < 0,05$, graf 18). Scheffého post-hoc test odhalil, že statisticky významný je pouze rozdíl mezi sekvencemi VřV a samostatnými slovy ($p < 0,05$).

Povaha materiálu měla signifikantní vliv na CA u mluvčích F2, F3 a M2 (více v oddílu 5.3).



Graf 18. Vliv materiálu na index anteriority (CA) pro všechny mluvčí dohromady; $F(3, 425) = 3,5962$, $p < 0,05$.

5.2.3 Shrnutí

V souboru dat, který zahrnuje všechny mluvčí, se jako statisticky významný projevil vliv mluvčího, znělosti a povahy materiálu, do něhož byly zkoumané hlásky zařazeny. Ostatní faktory dle našich výsledků signifikantní vliv na CA nemají. Není divu, že v artikulaci jsou mezi mluvčími velké rozdíly; analýza potenciálních vlivů na CA v rámci každého mluvčího zvláště proto může přinést zajímavé výsledky.

5.3 Výsledky pro jednotlivé mluvčí

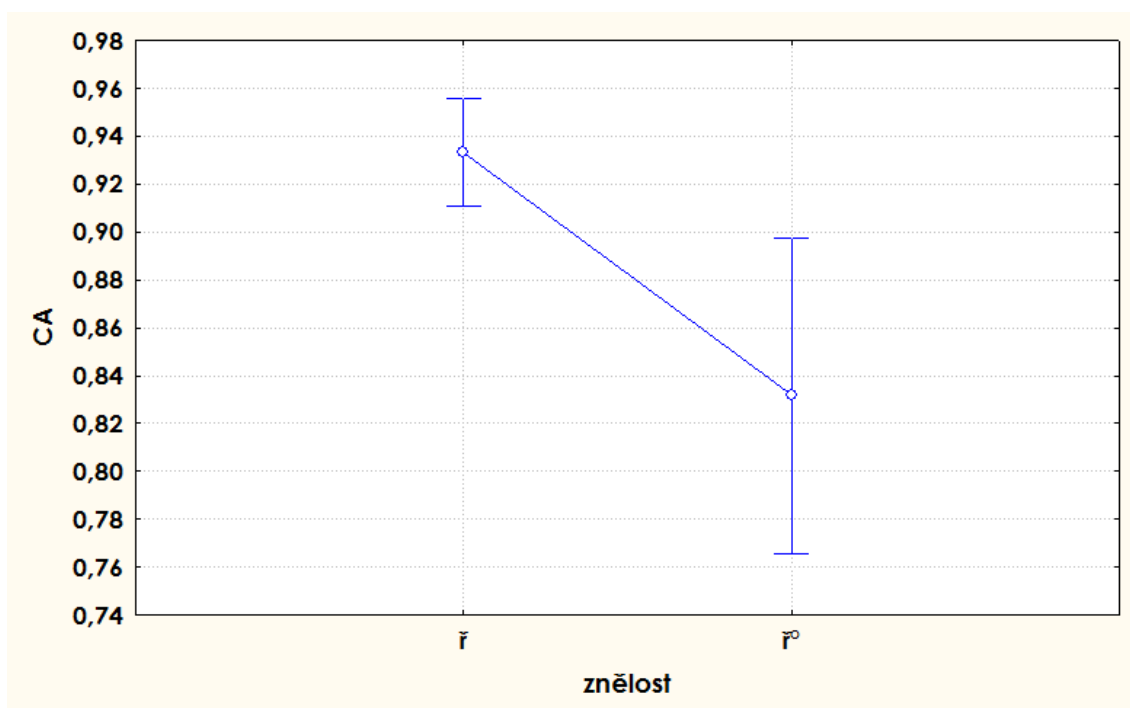
Po zpracování dat pro všechny mluvčí dohromady se nyní zaměříme na trendy charakteristické pro každého ze sedmi mluvčích zvlášť. Pracujeme se stejnými faktory jako v předchozím oddílu. Závislost CA na znělosti byla signifikantní u dvou mluvčích (F2, F3), vliv následující hlásky se ukázal jako významný u tří mluvčích (F2, F3, M2) a pozice ř ve slově významně ovlivňovala CA ve dvou případech (F2, M3). Pozice ř vzhledem k přízvuku a povaha materiálu se projevily významně u třech mluvčích – přízvuk u mluvčích F3, M2 a M3 a povaha materiálu u mluvčích F2, F3 a M2.

5.3.1 Mluvčí F1

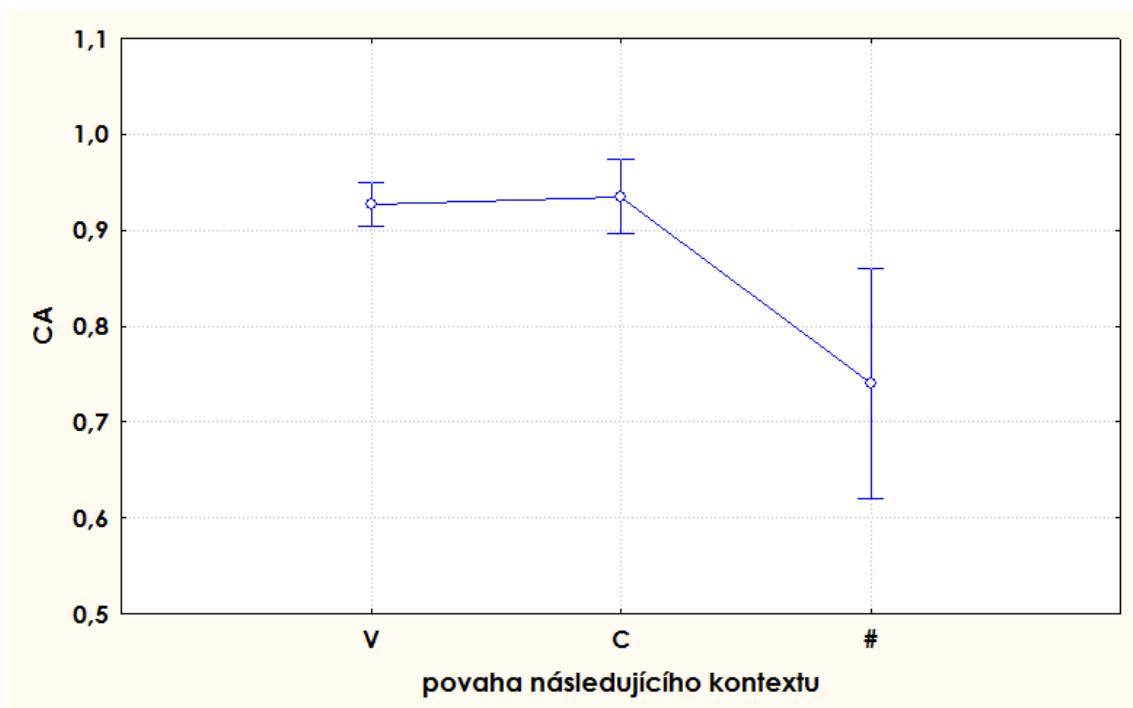
U mluvčí F1 jsme nezaznamenali žádné statisticky významné vlivy na chování CA.

5.3.2 Mluvčí F2

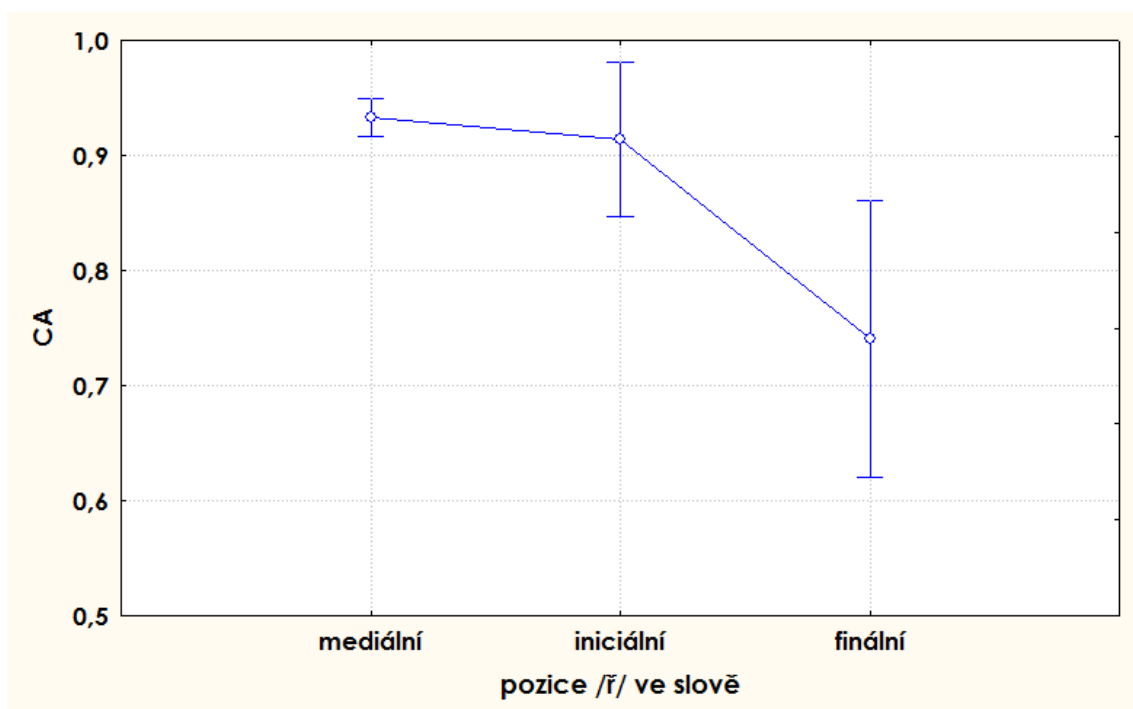
Na hodnoty CA u mluvčí F2 měly statisticky vysoce významný vliv tři faktory: znělost (graf 19, $p < 0,001$), povaha následujícího kontextu (graf 20, $p < 0,001$) a pozice ř ve slově (graf 21, $p < 0,001$). Pomocí post-hoc testu jsme ověřili, že rozdíl je významný pro hlásky ve finální pozici (Scheffého test, $p < 0,001$). Hodnotu $p < 0,05$ jsme dostali pro závislost CA na povaze materiálu (graf 22).



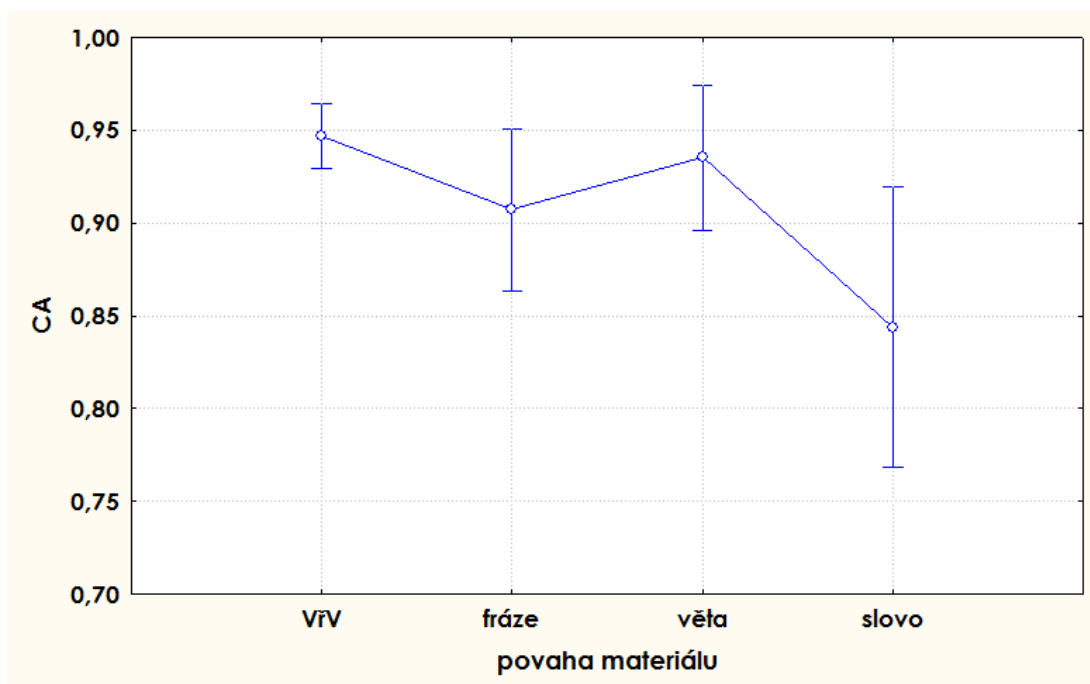
Graf 19. Vliv znělosti na index anteriority (CA) u mluvčí F2; $F(1, 66) = 14,596, p < 0,001$.



Graf 20. Vliv následujícího kontextu na index anteriority (CA) u mluvčí F2; $F(2, 65) = 16,804, p < 0,001$.



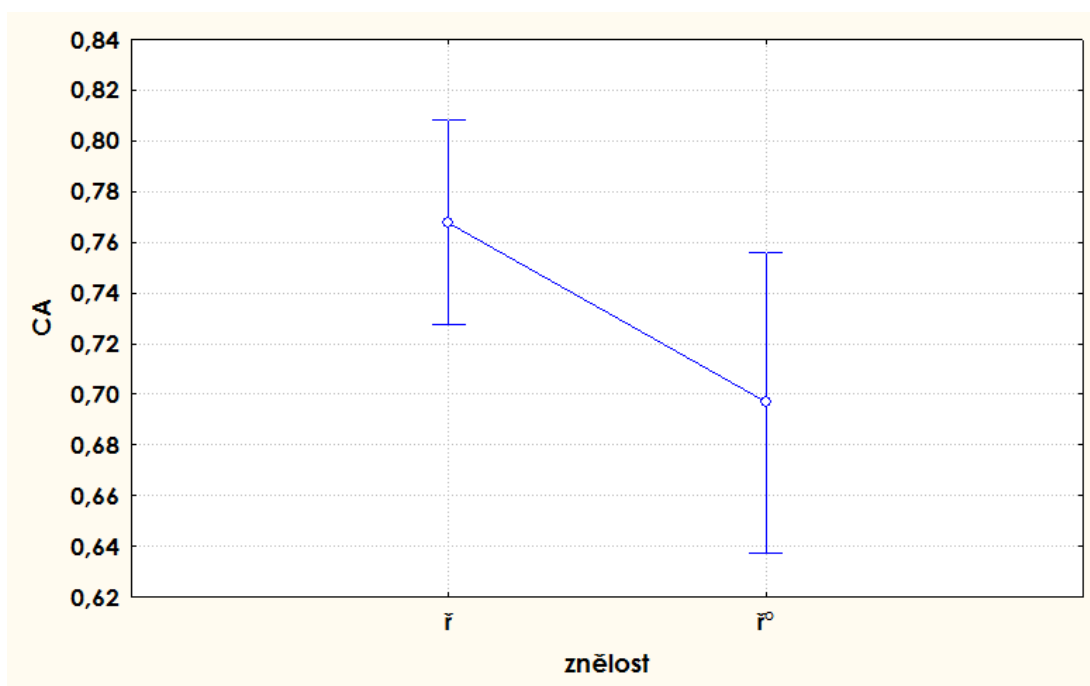
Graf 21. Vliv pozice \check{r} ve slově na index anteriority (CA) u mluvčí F2; $F(2, 65) = 17,119, p < 0,001$.



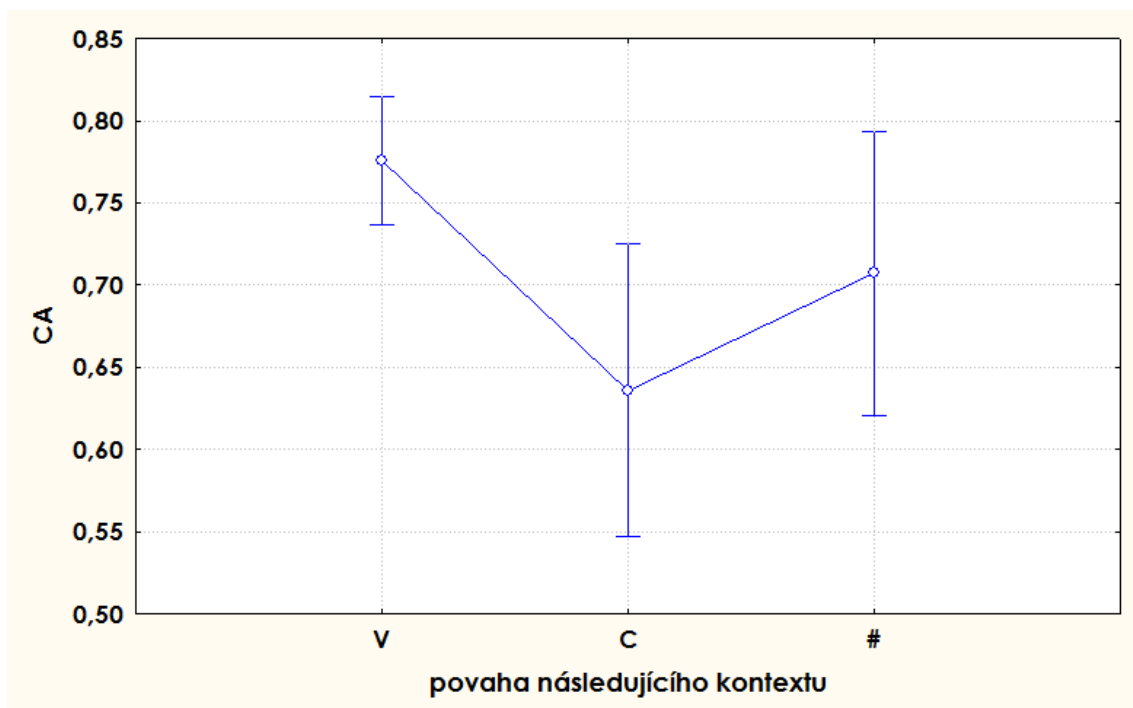
Graf 22. Vliv povahy materiálu na index anteriority (CA) u mluvčí F2; $F(3, 64) = 3,1227, p < 0,05$.

5.3.3 Mluvčí F3

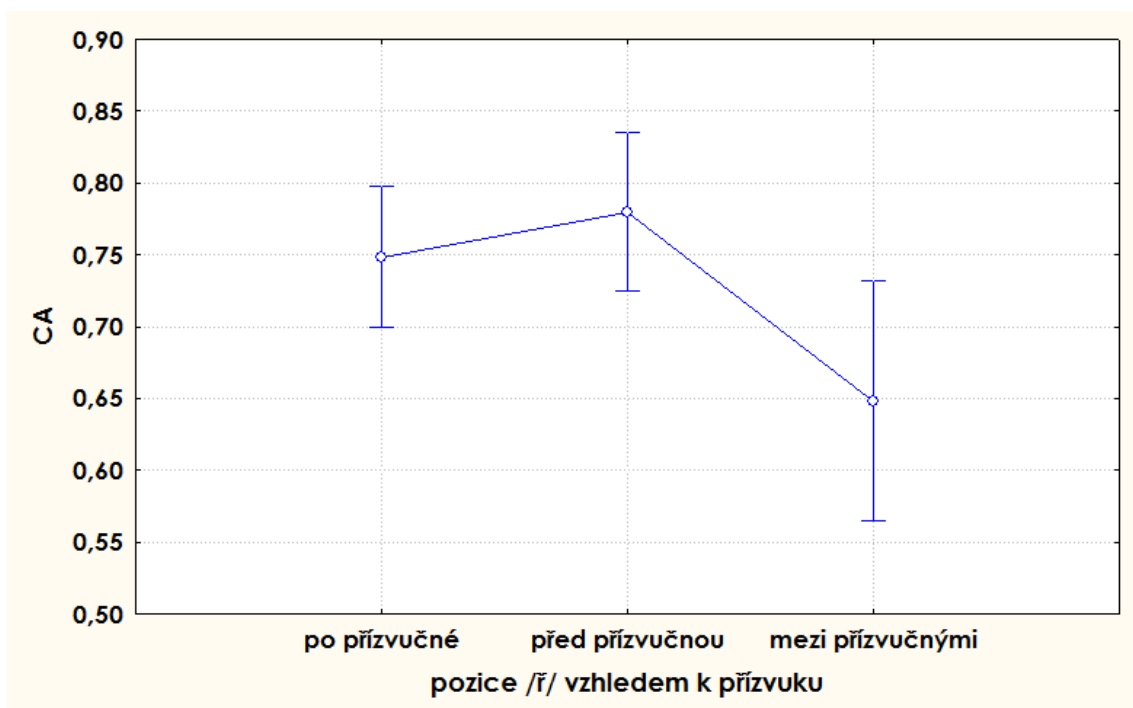
U mluvčí F3 se statisticky významně projevily čtyři faktory, a to znělost (graf 23, $p < 0,05$), následující hláska (graf 24, $p < 0,05$), pozice vzhledem k přízvuku (graf 25, $p < 0,05$) a povaha materiálu (graf 26, $p < 0,05$).



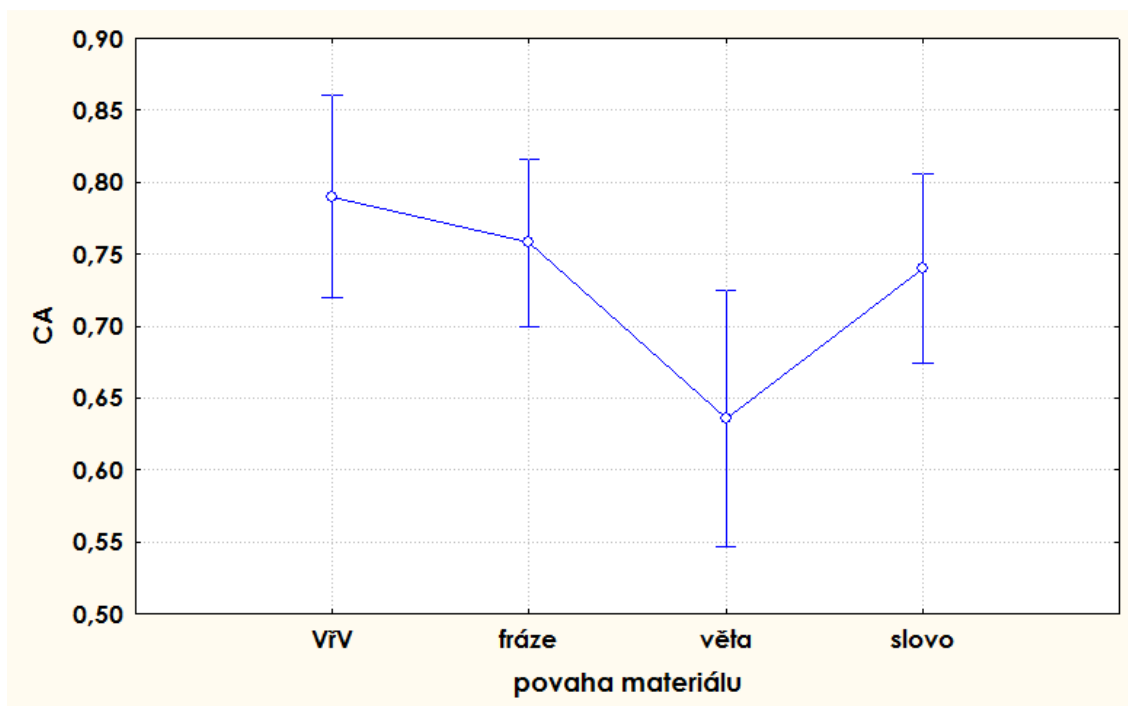
Graf 23. Vliv znělosti na index anteriority (CA) u mluvčí F3; $F(1, 63) = 4,1985, p < 0,05$.



Graf 24. Vliv následující hlásky na index anteriority (CA) u mluvčí F3; $F(2, 62) = 5,0660, p < 0,05$.



Graf 25. Vliv pozice ř vzhledem k přízvučku na index anteriority (CA) u mluvčí F3; $F(2, 62) = 3,5159, p < 0,05$.



Graf 26. Vliv povahy materiálu na index anteriority (CA) u mluvčí F3; $F(3, 61) = 2,7677, p < 0,05$.

5.3.4 Mluvčí F4

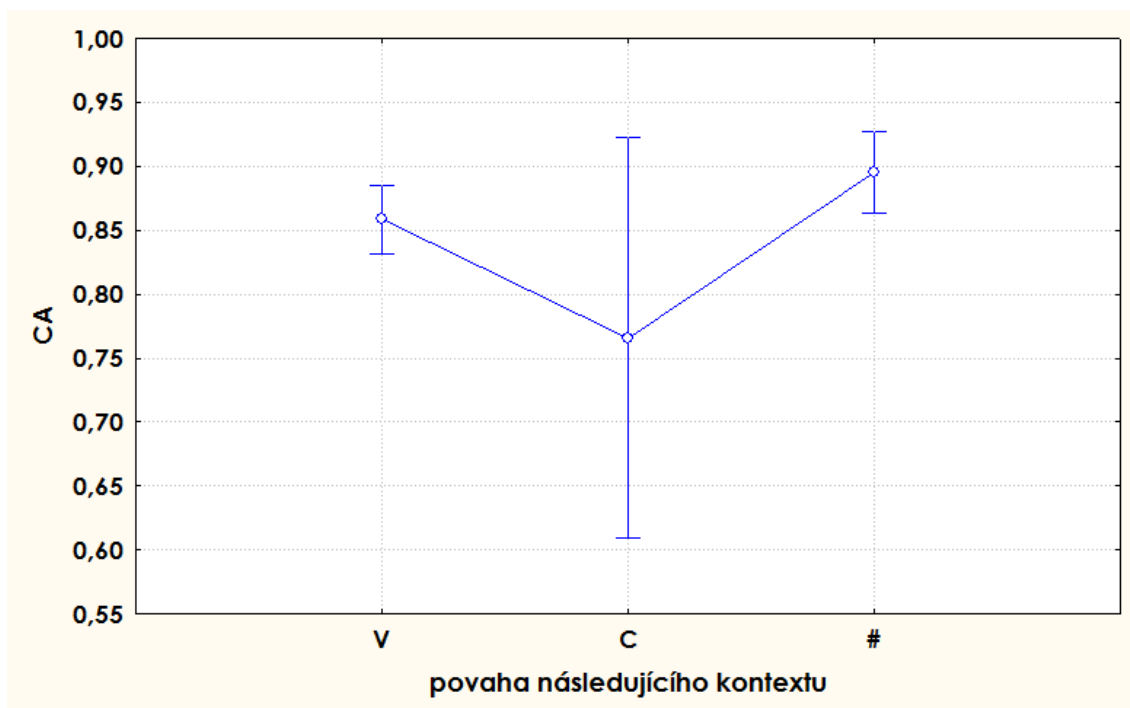
Pro mluvčí F4 jsme nenalezli žádné signifikantní vlivy na hodnoty CA.

5.3.5 Mluvčí M1

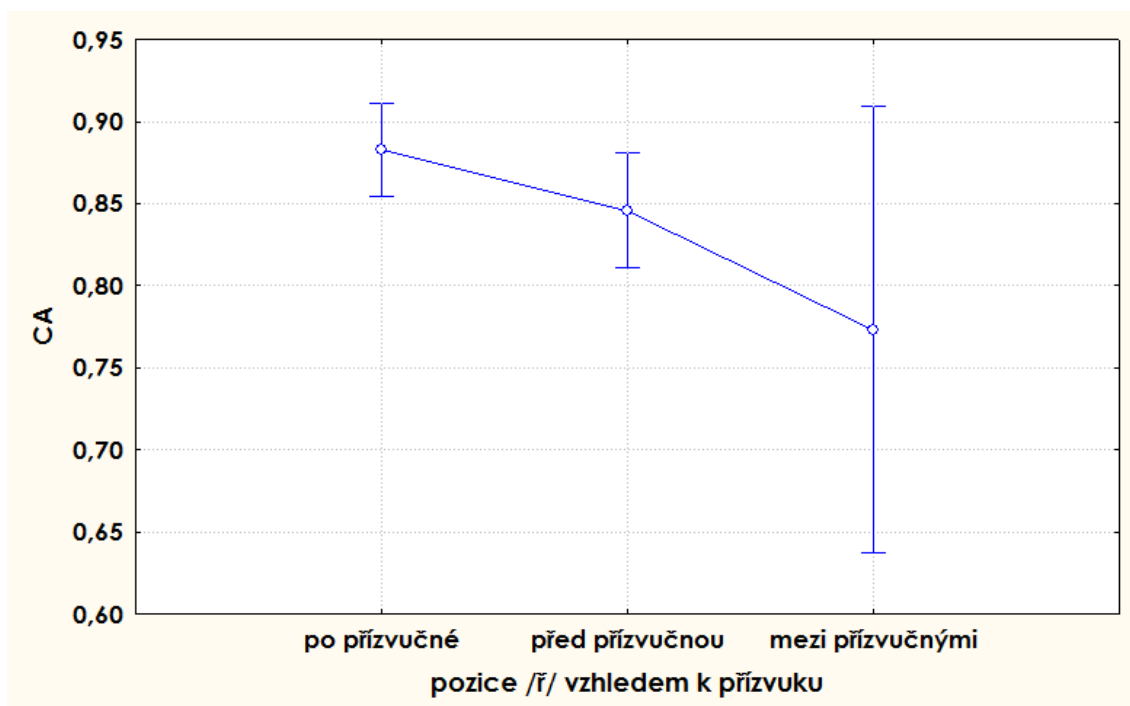
Mluvčí M1 je třetím a posledním případem, u kterého nebyla prokázána žádná statisticky významná závislost CA na některém z faktorů.

5.3.6 Mluvčí M2

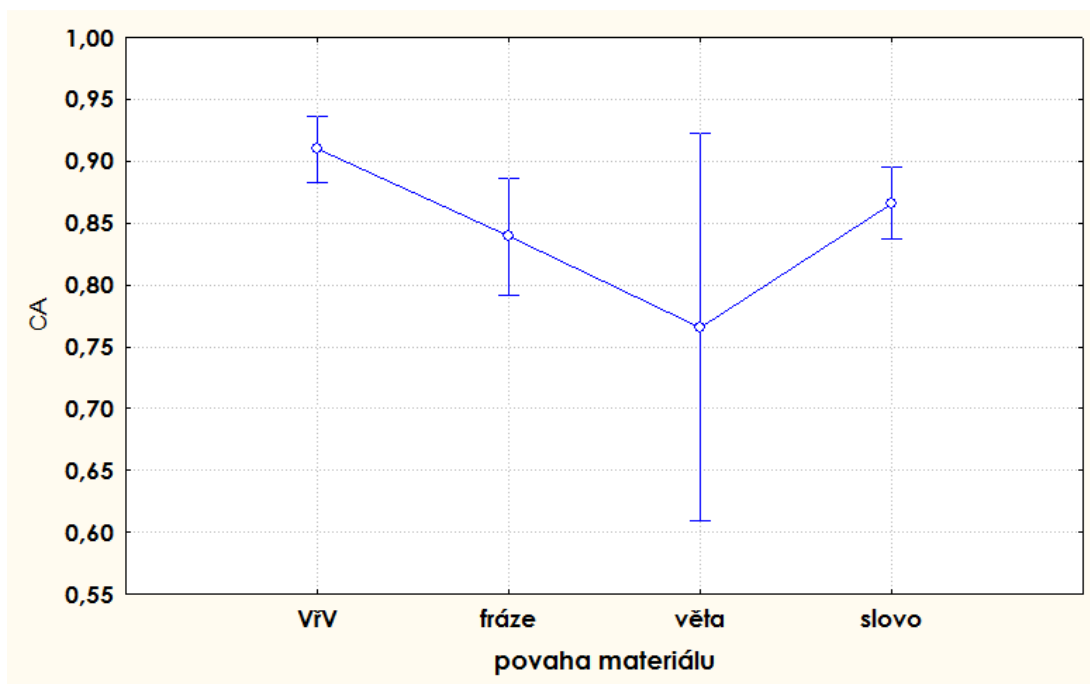
U mluvčího M2 jsme našli statisticky významné vlivy následující hlásky (graf 27, $p < 0,05$), pozice vzhledem k přízvuku (graf 28, $p < 0,05$) a povahy materiálu (graf 29, $p < 0,05$).



Graf 27. Vliv následující hlásky na index anteriority (CA) u mluvčího M2; $F(2, 65) = 4,3582$, $p < 0,05$.



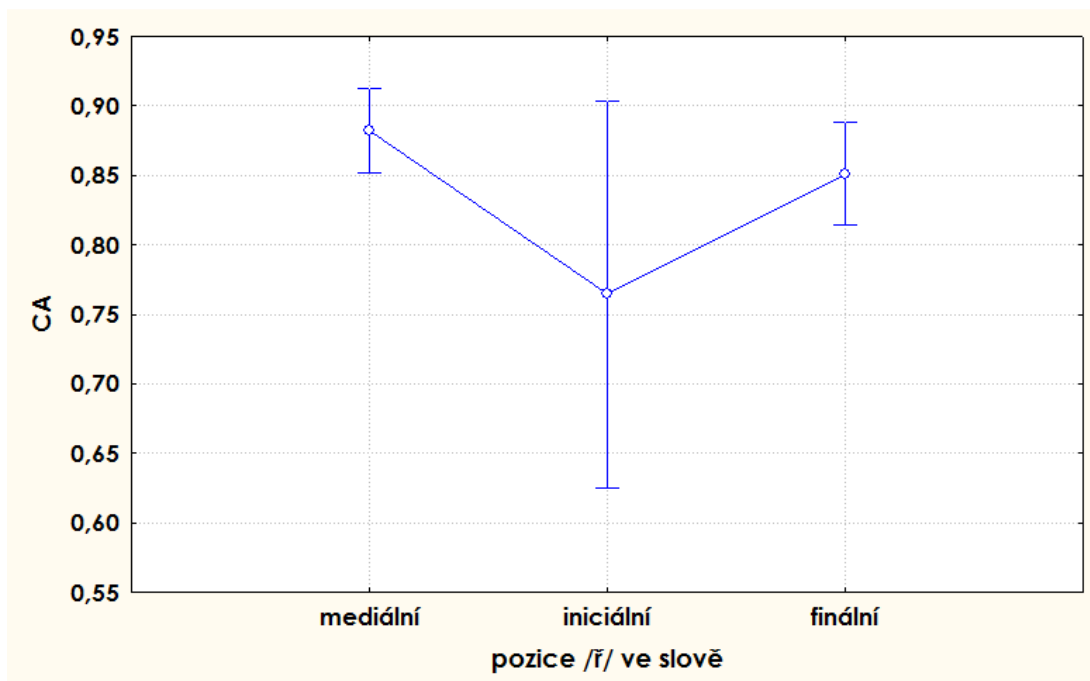
Graf 28. Vliv pozice \tilde{r} vzhledem k přízvučce na index anteriority (CA) u mluvčího M2; $F(2, 65) = 4,4848$, $p < 0,05$.



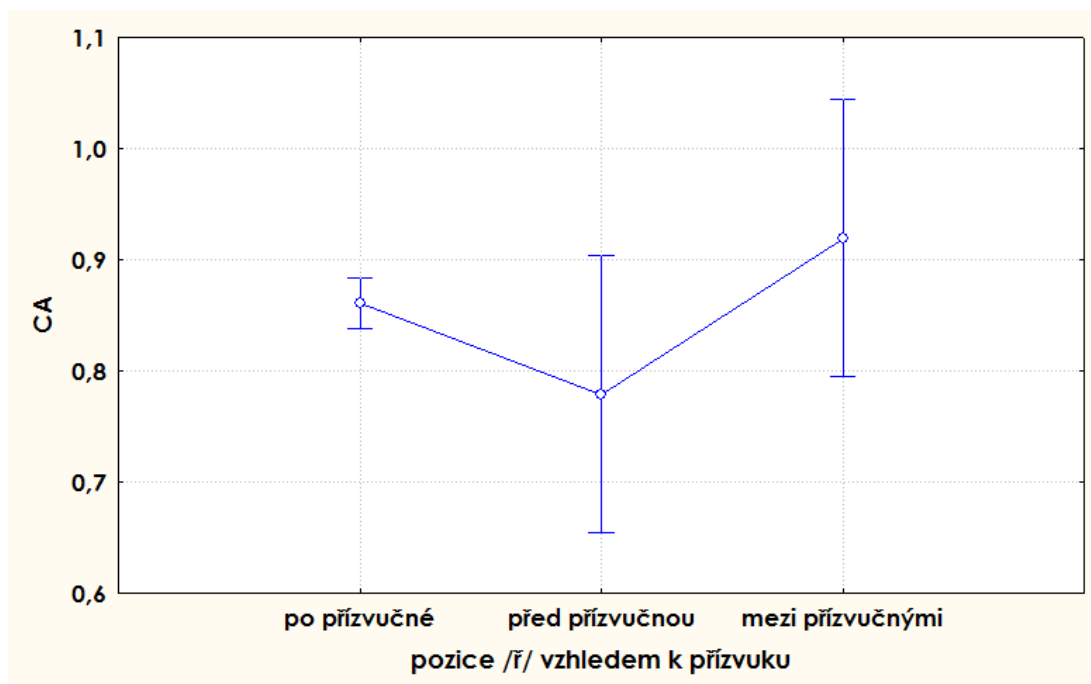
Graf 29. Vliv povahy materiálu na index anteriority (CA) u mluvčího M2; $F(3, 64) = 4,0598, p < 0,05$.

5.3.7 Mluvčí M3

V položkách mluvčího M2 jsou signifikantní závislosti mezi CA a pozicí ř ve slově (graf 30, $p < 0,05$) a mezi CA a pozicí ř vzhledem k přízvuku (graf 31, $p < 0,05$).



Graf 30. Vliv pozice ř ve slově na index anteriority (CA) u mluvčího M3; $F(2, 31) = 4,3409, p < 0,05$.



Graf 31. Vliv pozice *r* vzhledem k přízvuku na index anteriority (CA) u mluvčího M3; $F(2, 31) = 3,6953$, $p < 0,05$.

5.3.8 Shrnutí

U třech mluvčích (F1, F4 a M1) jsme neodhalili signifikantní závislost CA na žádném ze zkoumaných faktorů. Naproti tomu u mluvčích F2 a F3 je CA významně ovlivňováno hned čtyřmi faktory (u mluvčí F2 jde o znělost, vliv následujícího kontextu, pozici *r* ve slově a povahu materiálu, u mluvčí F3 se jedná o tytéž faktory, akorát místo vlivu pozice *r* ve slově se jako významná projevila pozice vzhledem k přízvuku), v materiálu mluvčího M2 se ukázala signifikantní závislost mezi CA a třemi faktory (povaha následujícího kontextu, pozice *r* vzhledem k přízvuku a povaha materiálu), u mluvčího M3 mají na CA významný vliv dva faktory (pozice *r* vzhledem k přízvuku a pozice ve slově).

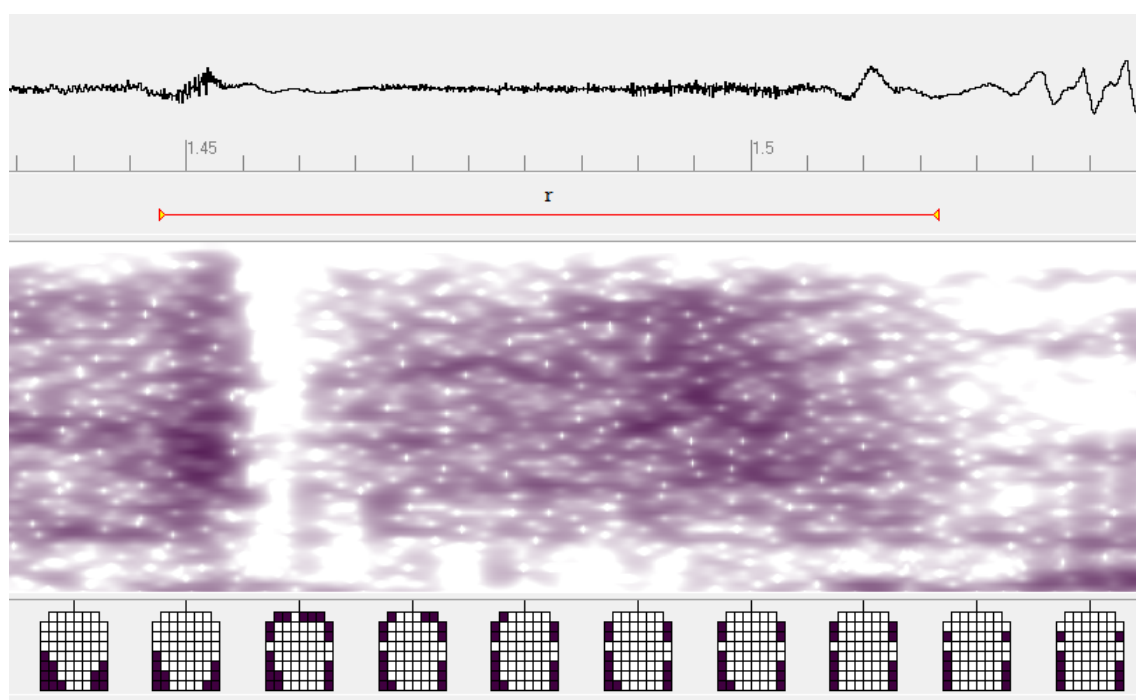
5.4 Dynamické charakteristiky

Současně se zkoumáním statických specifík českého *r* jsme věnovali dílčí pozornost také dynamickým charakteristikám lingvopalatálního kontaktu této hlásky. Obecně lze říci, že mluvčí inklinují k laterálnímu kontaktu po celou dobu trvání hlásky. Mluvčí F2, F3 a M2 mají při výslovnosti *r* v naprosté většině případů úplný laterální kontakt, u mluvčí F1 je kontakt slabší, občas s převahou na levé straně. Laterální kontakt s důrazem na pravou stranu jsme našli u mluvčího M2. Pouze u mluvčího M3 k laterálnímu kontaktu ve většině případů nedochází, a pokud ano, tak spíše na levé straně. Kmit se objevuje zhruba mezi

10 – 20 % trvání hlásky, u mluvčích F2 a M1 pak spíše na začátku tohoto rozmezí, v některých případech mluvčího M2 však může kmit zasahovat až do poloviny trvání hlásky (viz obrázek 18). Maximální míra kontaktu při kmitu odpovídá buď celé kontaktované řadě elektrod, nebo vzniká mezi aktivovanými elektrodami úžina, jejíž šíře se mezi jednotlivými mluvčími liší.

5.4.1 Mluvčí F1

U mluvčí F1 vytváří jazyk při kmitu úžinu o šířce odpovídající nejčastěji jedné až dvou elektrodám (viz obrázek 13). Výjimečné nejsou ale ani případy celé kontaktované řady. Striktura má většinou rychlý nástup – po čistě laterálním kontaktu následuje největší míra lingvopalatálního kontaktu, který je typicky uvolňován o něco pomaleji, než nastává. Největší míra kontaktu se u této mluvčí projeví většinou na jednom palatogramu, trvá tedy maximálně necelých 20 ms. Dojde-li k aktivaci celé řady elektrod, je trvání takového kontaktu typicky o něco delší.

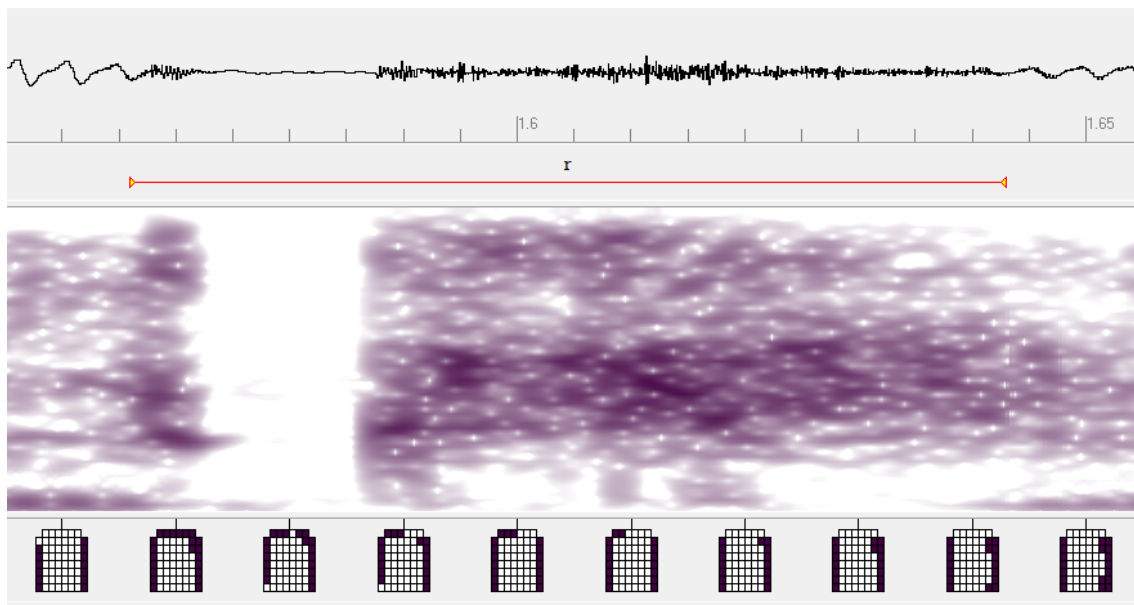


Obrázek 13. Realizace ř ve slově křupat, mluvčí F1.

5.4.2 Mluvčí F2

Mezi položkami mluvčí F2 byly o poznání častější případy s celou kontaktovanou řadou elektrod, zároveň ale docházelo i ke strikturám odpovídajícím šířce až čtyř elektrod. Trend

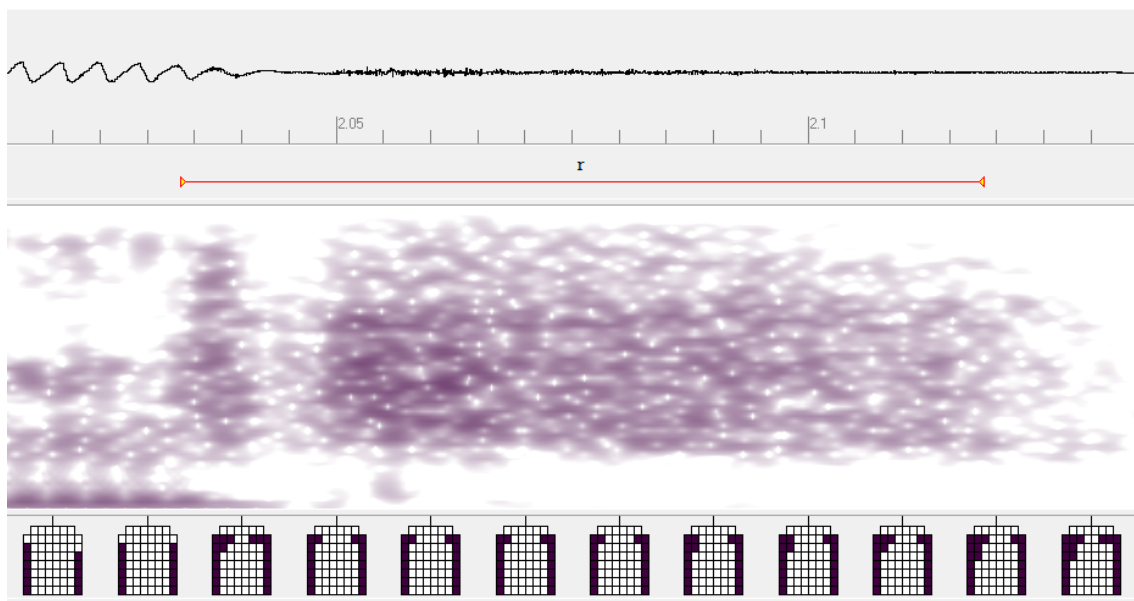
rychlejšího vytvoření striktury a pomalejšího uvolňování nalezneme i zde. Příklad průběhu realizace ř této mluví uvádíme na obrázku 14.



Obrázek 14. Realizace ř ve slově čtyři, mluví F2.

5.4.3 Mluví F3

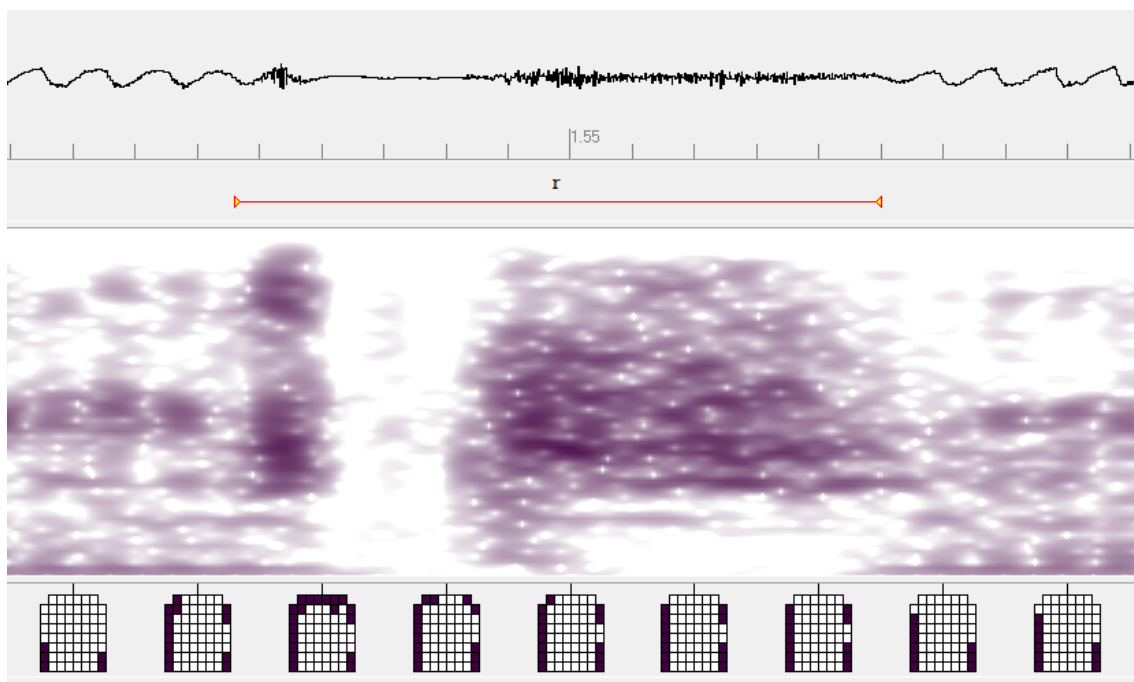
U mluví F3 se nejčastěji vyskytuje úžina odpovídající šířce dvou až tří elektrod (viz např. obrázek 15). Nástup striktury je rychlý, za typickou charakteristiku pro tuto mluví lze označit více kontaktů než jenom laterální po velkou část trvání hlásky.



Obrázek 15. Realizace ř ve spojení zaměř dobře, mluví F3.

5.4.4 Mluvčí F4

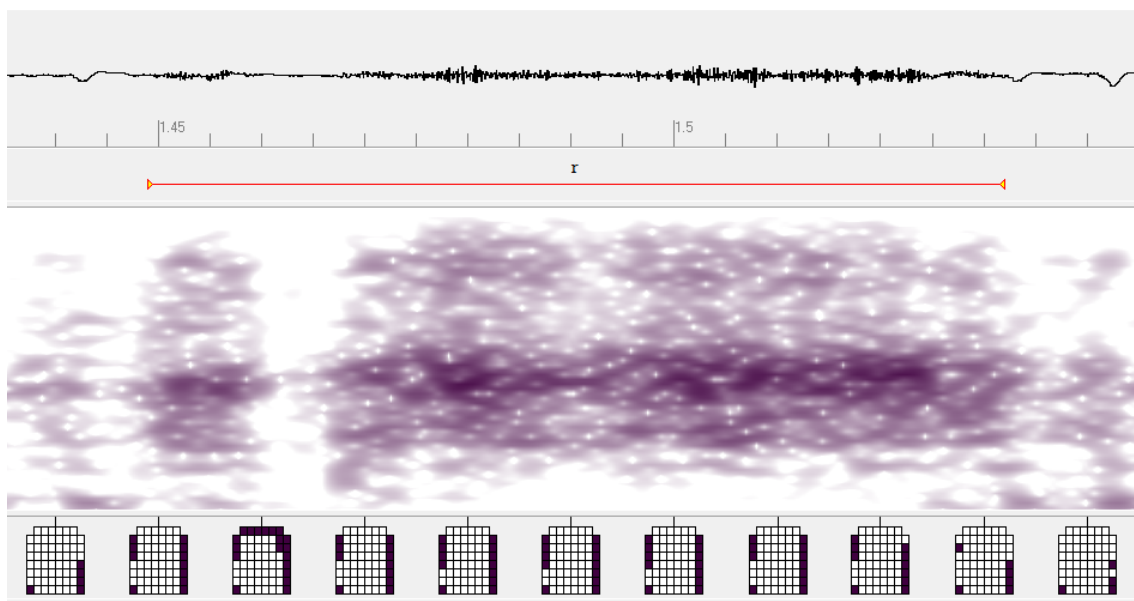
Ve výslovnosti mluvčí F4 dochází při kmitu ř v naprosté většině případů k aktivaci všech elektrod v řadě (viz např. obrázek 16). Kontaktované jsou nejčastěji všechny elektrody v první řadě, někdy i větší počet elektrod z řady druhé. Kmit je v průměru delší než u ostatních mluvčích.



Obrázek 16. Realizace ř ve slově pařát, mluvčí F4.

5.4.5 Mluvčí M1

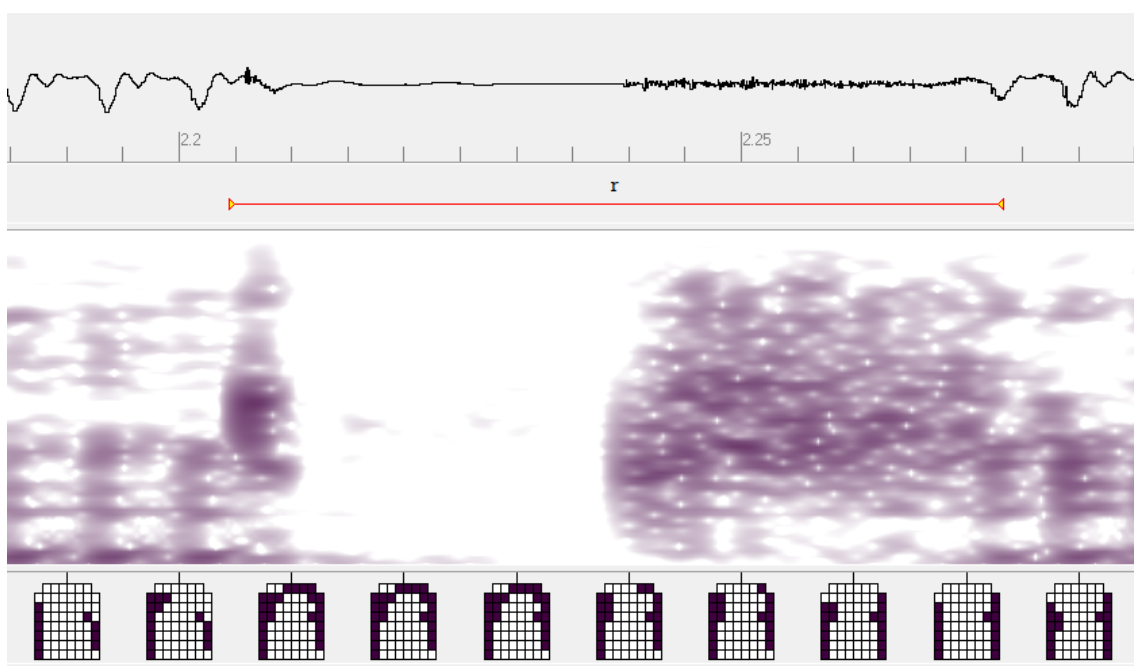
Pro mluvčího M1 jsou nejčastější realizace s celou kontaktovanou řadou elektrod (jako např. v případě obrázku 17 na následující straně), ale ojedinělé nejsou ani případy se strikturou odpovídající šířce jedné až dvou elektrod. K maximální míře kontaktu dochází u tohoto mluvčího velice rychle, ve většině případu můžeme během celého průběhu hlásky vidět jiný než laterální kontakt pouze na jednom palatogramu.



Obrázek 17. Realizace *ř* ve frázi Zopakuj řídit ještě jednou, mluvčí M1.

5.4.6 Mluvčí M2

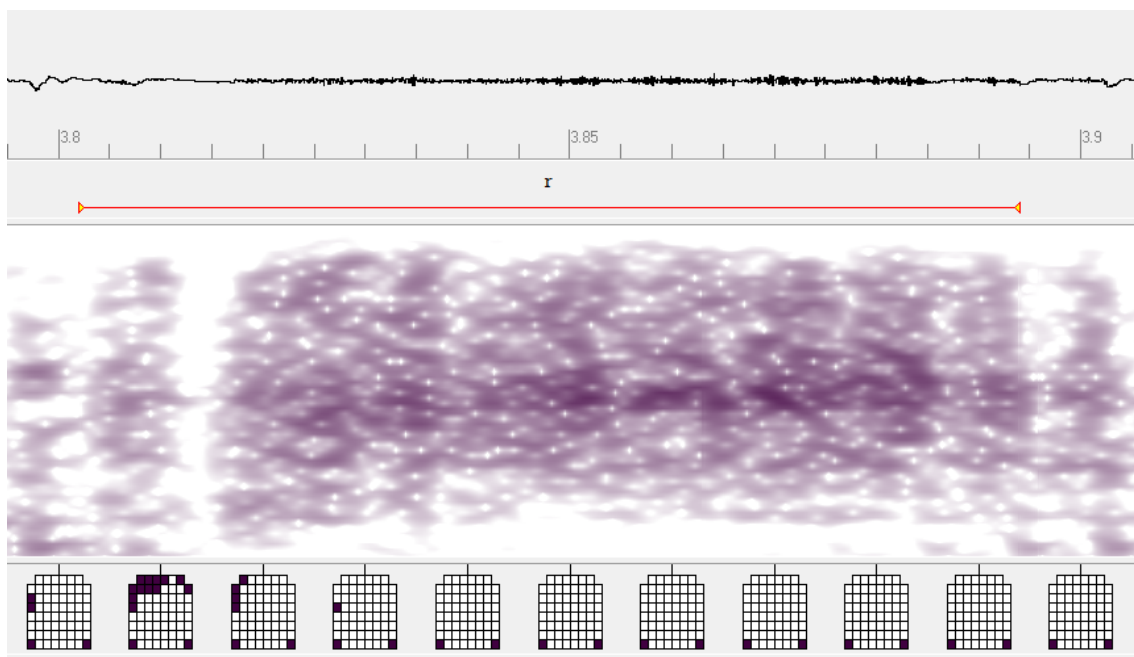
U mluvčího M2 nacházíme podobný počet případů bez úžiny i s úžinou, přičemž šířka případné úžiny odpovídá převážně jedné až dvěma elektrodám. Maximálnímu lingvopalatálnímu kontaktu předchází často větší míra kontaktu než pouze laterální, podobné je to i při uvolňování. Průběh artikulace *ř* u tohoto mluvčího reprezentuje obrázek 18.



Obrázek 18. Realizace *ř* ve slově čtyři, mluvčí M2.

5.4.7 Mluvčí M3

Mluvčí M3 má nejméně výrazné kmity. Při jejich realizaci vzniká úžina o šířce odpovídající až třem elektrodám. Vznik i uvolňování striktury jsou rychlé. Tento mluvčí se liší od ostatních častou absencí laterálního kontaktu; pokud laterální kontakt nastane, pak spíše na levé straně (viz obrázek 19).



Obrázek 19. Realizace ř v sekvenci ořo, mluvčí M3.

5.4.8 Shrnutí

Při zkoumání dynamických vlastností českého ř jsme se zaměřili na oblast kmitu, neboť ve zbytku trvání hlásky většinou dochází pouze k laterálnímu kontaktu (výjimkou je mluvčí M3). Zjistili jsme, že kmit se odehrává většinou mezi 10 – 20 % trvání hlásky a že k největší míře kontaktu dochází poměrně rychle, většinou v rámci 20 ms. Uvolňování maximálního kontaktu může být u některých mluvčích pomalejší.

6 Diskuse

Použitá metoda – elektropalatografie – se při zkoumání *ř* ukázala jako lehce problematická, neboť v necelých 5 % případech vibrantních realizací hlásek EPG (kvůli rozlišení 10 ms) kmit nezaznamenal. S touto komplikací jsme počítali, neboť je zřejmé, že kmit je rychlý artikulační úkon. Případy s nezaznamenaným kmitem jsme vyloučili a analýzy jsme zpracovali pouze pro položky, ve kterých byl kmit *ř* pomocí EPG zachycen. Další nevýhodou elektropalatografie je absence informací o aktivním artikulačním orgánu, takže je nemožné ověřit, která část jazyka je za kontakt při kmitu zodpovědná.

Při elektropalatografických výzkumech je potřeba mít na paměti, že umělé patro, ač je tenké a vyrobené na míru, představuje cizí předmět v ústech a artikulaci může ovlivňovat. Studie zaměřené na zkoumání doby potřebné k adaptaci se shodují v tom, že k nejvýznamnější adaptaci a potažmo nárůstu přirozenosti artikulace dochází během první půl hodiny přítomnosti patra v ústech (viz např. McAuliffeová *et al.*, 2008); tuto doporučenou dobu jsme před nahráváním dodrželi, je však možné, že se mluvčí „naučí“ s umělým patrem mluvit trochu jinak než běžně, a výsledky získané pomocí EPG nemusí odpovídat obvyklé výslovnosti. Výzkumy věnované adaptaci také naznačují, že ne u všech mluvčích k adaptaci dojde. Mluvčí, na jejichž nahrávkách je náš výzkum založen, se adaptovali dobře (přítomnost umělého patra je nejvíce percepčně patrná v některých položkách mluvčího M1). Pro ověření úspěšnosti adaptace by bylo vhodné připravit percepční test s položkami nahranými jednak za normálních okolností, ale i s umělým patrem v ústech a podle úspěšnosti posluchačů v usuzování na přítomnost/nepřítomnost patra se pak vyjádřit k úspěšnosti adaptace. Do testu by bylo možné zahrnout položky pořizené po různě dlouhé době adaptace.

Za poznámku stojí i vztah skutečných artikulačních oblastí a zón na umělém patře. Jak bylo řečeno výše, elektrody jsou umístovány na základě anatomických specifik, přesto je diskutabilní, do jaké míry jsou takto získané výsledky mezi jednotlivými mluvčími porovnatelné. V artikulačním výzkumu se projevuje vysoká variabilita, proto obvykle nedosahuje mnoha statisticky významných výsledků.

S vysokou finanční nákladností použité metody souvisí fakt, že mluvčí zahrnutí v této studii netvoří v žádném případě reprezentativní vzorek. Proto nám nezbyvá než se smířit s tím, že závěry nebudou tak zobecnitelné, jak bychom si přáli. Všichni naši mluvčí jsou navíc lingvisticky vzdělaní a k fonetice mají odborný vztah. Věříme však, že jejich artikulace nebyla při nahrávání tímto faktorem ovlivněna. Pro úplnost dodáváme, že jednou z mluvčích byla i autorka této práce. Uvedená situace – malý počet mluvčích a zařazení autora studie mezi nahrávané osoby – je však v tomto typu výzkumu běžná,

a naše práce dokonce patří co do počtu mluvčích mezi nadprůměrné (srov. např. s McAuliffeová *et al.*, 2008, McLeodová & Searl, 2006).

Z hlediska materiálu není pochyb o tom, že hodnotnější by byl výzkum provedený na základě spontánní řeči. V našem případě ale proti této variantě stálo jednak časové omezení délky nahrávky v systému EPG, a také snaha zasadit cílovou hlásku do různých kontextů z hlediska hláskového okolí a pozice ve slově. Materiálem tedy byly čtené texty různé povahy, od sekvencí *s ř* v intervokalické pozici, u kterých jsme očekávali nejexplicitnější výslovnost, po věty složené ze tří slov. Můžeme potvrdit, že u všech mluvčích je v položkách zahrnujících sekvence VřV a samostatná slova patrná větší explicitnost a důraznost výslovnosti, v největší míře u mluvčího M3. Jednotliví mluvčí se však lišili v explicitnosti artikulace nahrávky jako celku, například fráze a věty nahrané mluvčí F1 jsou v poměrně rychlém tempu a znějí velice přirozeně, zatímco mluvčí F4 má pomalejší mluvní tempo a o explicitní výslovnosti se dá hovořit u všech jejích položek.

Stěžejní částí výsledků prezentovaných v předchozím oddílu jsou údaje o oblasti lingvopalatálního kontaktu při kmitu *ř*. Za pomoci indexu interiority jsme dospěli k závěru, že při kmitu jazyka je pasivním artikulačním orgánem alveolární oblast patra. Toto zjištění je potřeba dát do souvislosti se závěry, ke kterým jsme došli ve starším výzkumu věnovaném nepřímému zkoumání místa artikulace. Zmiňovaná studie byla zaměřena na porovnávání hodnot spektrálních momentů [*ř*] se spektrálními momenty hlásek alveolárních a post-alveolárních (reprezentovaných v tomto případě [*s*] a [*š*]), neboť hodnoty těchto akustických parametrů odrážejí místo artikulace. Výsledky našeho výzkumu jasně ukazovaly signifikantní podobnost spektrálních momentů [*ř*] se [*š*], což s ohledem na předpoklady znamená, že by tyto hlásky měly sdílet stejné místo artikulace, tedy post-alveolární. Protože jsme však pracovali se středními 20 ms hlásek, toto rozmezí u [*ř*] nezahrnovalo oblast kmitu a vypovídalo pouze o šumové části. Ze závěrů uvedených výzkumů vyplývá, že vibrantní část odpovídá alveolárnímu místu artikulace, zatímco následující šumová část má charakter post-alveolární. O alveolárním místě artikulace českého *ř* hovořili např. Hála (1962: 211), Petr *et al.* (1986: 37) a Palková (1994: 208). Percepčně je české *ř* však zřejmě podobnější hláskám [*š ž*] než [*s z*], neboť jeho šum odpovídá spíše post-alveolárním a právě jimi je *ř* dětmi a cizinci nejčastěji nahrazováno (Chlumský, 1911: 33, 57, Ohnesorg, 1976: 45, Balašová, 1995: 79).

Faktory, jejichž vliv na hodnoty CA jsme zkoumali, jsou velice provázané. Například kategorie pozice *ř* ve slově se z velké části kryje s kategorií následující hlásky (příslušnost do kategorií se liší pouze u *ř* v mediální pozici, kterému odpovídají dvě různé hodnoty

z kategorie následujících hlásek – jak konsonant, tak vokál). Co se týče faktorů ovlivňujících hodnoty CA napříč mluvčími, signifikantních rozdílů dosáhl vliv znělosti a typu materiálu. Statisticky významně vyšší hodnota CA pro znělé varianty nejspíš souvisí s tím, že poměrně značná část znělých [ř] se objevovala v intervokální pozici a v typu materiálu VřV, ve kterém byla výslovnost nejexplicitnější. Dalším důvodem by mohla být napjatost znělé varianty, jež by se projevila právě vyšší mírou lingvopalatálního kontaktu (srov. např. Skarnitzl, 2011: 154). U povahy materiálu, tedy rozdílu mezi sekvencemi VřV, samostatně nahranými jednoslabičnými slovy, slovy zakomponovanými do nosných frází a krátkými větami, jsme předpokládali, že explicitnost výslovnosti bude klesat v pořadí, v jakém jsou jednotlivé typy materiálu vypsány, a tedy že k největší míře kontaktu bude docházet u prvně jmenovaných. Výsledky naznačují, že nejvyšších hodnot CA dosahovaly položky typu VřV následované frázemi, což může být opět způsobeno intervokální pozicí, která se objevuje i v položkách typu fráze, zatímco CA samostatných slov, pro něž vycházely hodnoty CA nejnižší, bude ovlivněno tím, že se ve všech případech jednalo o ř v iniciální nebo finální pozici.

Hodnoty CA se signifikantně lišily samozřejmě také napříč mluvčími, což je v artikulačním výzkumu očekávatelné. Podobných výsledků dosahovali mluvčí F1, F2, M1, M2 a M3, signifikantně se od nich lišila mluvčí F3 (kromě interakce s CA u F2) a mluvčí F4. Mluvčí F4 se od ostatních odlišuje také výrazně menším rozptylem. Artikulace kmitu je nejméně anteriorní u mluvčí F3 (nejvíce se blíží naší hypotéze o post-alveolaritě ř), zatímco jasně nejanteriornější výsledky najdeme u mluvčí F4.

V rámci materiálu každého mluvčího zvlášť se jako nejsilnější vlivy prokázaly kategorie následující hlásky, pozice vzhledem k přízvuku a povaha materiálu (závislost CA na těchto faktorech byla signifikantní u třech mluvčích). Co se týče povahy následujícího kontextu, najdeme u všech mluvčích, u nichž se závislost projevila signifikantně, stejnou tendenci pouze v tom, že nejvyšších výsledků dosahoval CA u realizací ř následovaných vokálem. Velice rozkolísaná je situace závislosti CA na pozici ř vzhledem k přízvuku, zde lze jediný společný trend spatřovat v nejmenším rozptyle u položek s ř v pozici před přízvuknou a v největším rozptyle v pozici mezi přízvuknými. Pozice před přízvuknou je ve všech případech zároveň pozicí, za kterou následuje vokál, zatímco pozice mezi přízvuknými je vždy následována konsonantem. Může tedy jít o skrytý vliv hláskového okolí. Z hlediska povahy materiálu najdeme u všech mluvčích podobnou situaci: nejvyššího CA dosahují položky typu VřV a nejnižšího položky větné (co se týče větných položek, výjimku tvoří mluvčí F2, u níž lze vysoké CA u ř v těchto položkách přičíst relativně explicitní výslovnosti).

K otázce variability připomeňme, že mezi jednotlivými mluvčími i mezi realizacemi ř v různých pozicích byly poměrně značné rozdíly ve směrodatné odchylce. Nejkonzistentnější byla co do hodnot CA mluvčí F4, zatímco největší rozdíly mezi jednotlivými realizacemi najdeme u mluvčích F3 a M1. V souhrnném pohledu měly nejmenší rozptyl položky s ř v intervokalické pozici, a to bez ohledu na to, zda šlo o samostatné sekvence VřV, nebo zda bylo ř v této pozici součástí slov v nosných frázích. Největšího rozptylu dosahovaly položky, ve kterých po ř následoval konsonant; všechny tyto případy se objevovaly v materiálu typu věta. Tyto výsledky jsou v souladu s našimi očekávaními, že s rostoucí přirozeností a složitostí materiálu (od sekvencí k větám) bude růst rozptyl; vliv okolních hlásek také není překvapivý (ř v intervokalické pozici je nejstabilnější, zatímco sousední konsonanty ř hodně ovlivňují).

Kromě lingvopalatálního kontaktu jsme se okrajově zabývali i dynamickými charakteristikami artikulace ř. Při kmitu jazyk vytváří úžinu, případně aktivuje všechny elektrody v řadě (nebo i nějaké navíc), ale nejedná se o klasický závěr, jak jej známe u exploziv. V počáteční části hlásky a ve zbytku trvání následujícím za kmitem dochází většinou pouze k laterálnímu kontaktu. Vzhledem k relativně vysokému počtu nevibrantních realizací (zvláště u mluvčího M3) konstatujeme v souladu s Chluským (1911) a Romportlem (1973), že vibrantnost není nutným rysem ř, neboť většina realizací bez kmitu zní přirozeně a nemáme problém taková ř rozpoznat. Co se týče počtu kmitů, naše výsledky odpovídají zjištěním Machače a Skarnitzla (2009: 75), že česká ř jsou ve velké většině jednokmitná.

7 Závěr

Hypotéza o odlišnosti reálného místa artikulace českého ř od obecně přijímaného názoru, že české ř je alveolární, vznikla na základě proprioceptivních pokusů a pozorování řeči dětí a cizinců. Tato vodítka naznačovala, že by skutečné místo artikulace českého ř mohlo být post-alveolární. Naše hypotéza o post-alveolárním místě tvoření se potvrdila v dílčím výzkumu, který předcházel této práci: akusticky, za pomoci spektrálních momentů, jsme ověřili, že typ šumu neznělého [ř] je výrazně podobnější frikci post-alveolárního [š] než alveolárního [s]. Povzbuzeni výsledky této studie jsme se rozhodli provést klasický artikulační výzkum, a to pomocí elektropalatografie. Zaměřili jsme se konkrétně na oblast lingvopalatálního kontaktu při kmitu.

Výzkum byl založen na nahrávkách čtyř žen a tří mužů ve věku od 21 do 50 let. Kromě zvukové stopy byla pomocí přístroje WinEPG pořízena i elektropalatografická data. Protože se nahrávání uskutečnilo speciálně pro účely této studie, mohli jsme si dovolit sestavit poměrně bohatý materiál. Naší snahou bylo zařadit položky, v nichž by se zkoumané hlásky objevovaly v různých pozicích co do hláskového okolí, pozice ve slově a pozice vzhledem k přízvuku. Materiál byl různorodý i z hlediska obecné povahy položek – do nahrávaných textů jsme zařadili sekvence s ř v intervokalické pozici, samostatná slova, slova začleněná do nosných frází i krátké věty. Se spontánními projevy jsme nepracovali kvůli omezení délky elektropalatografických nahrávek.

Stěžejním přínosem naší práce byla analýza lingvopalatálního kontaktu během kmitu znělé i neznělé varianty českého ř. Pro analýzu místa tvoření jsme použili index CA vypovídající o míře anteriority kontaktované oblasti. Definici indexu, jak jej navrhli Fontdevila, Pallarès a Recasens (1994), jsme upravili tak, aby byl tento parametr citlivější v oblasti našeho zájmu – pracovali jsme pouze s prvními čtyřmi řadami umělého patra. Zajímali jsme se jednak o samotné hodnoty CA, v druhé řadě jsme pak analyzovali různé faktory, které by mohly mít na chování CA vliv.

Index anteriority jsme počítali pouze pro položky s vibrantní realizací ř, jejichž kmit byl pomocí EPG zaznamenán. Podíl vyloučených položek (položek bez kmitu a položek s kmitem, který EPG nezachytil) se u všech mluvčích pohyboval mezi 6 – 20 %, pouze u mluvčího M3 dosáhl 53 %.

Průměrná hodnota indexu anteriority činila 0,86, hodnoty pro jednotlivé mluvčí se pohybovaly od 0,74 pro F3 do 0,94 pro F4. Z těchto výsledků vyplývá, že u všech mluvčích byla ve většině případů kontaktována alespoň jedna elektroda z první řady, většinou však více. Převaha aktivovaných elektrod spadá u všech mluvčích do prvních dvou řad, proto

můžeme říci, že lingvopalatální kontakt se při kmitu odehrává jednoznačně v alveolární oblasti, což vyvrací naši pracovní hypotézu.

Statisticky významný vliv na index anteriority měly faktory mluvčího, znělosti a povahy materiálu. Při analýze jednotlivých mluvčích jsme zjistili, že kategoriemi, které způsobovaly signifikantní rozdíly v CA u nejvíce mluvčích – u třech – byla povaha následující hlásky, pozice ř vzhledem k přízvuku a povaha materiálu. U dvou mluvčích se jako statisticky významná ukázala závislost CA na znělosti a pozici ř ve slově. Jediným faktorem, jehož vliv na CA se neprojevil jako signifikantní ani v jednom případě, je povaha předcházející hlásky.

Shrňme-li výsledky analýz zaměřených na dynamické charakteristiky lingvopalatálního kontaktu českého ř, můžeme konstatovat, že pro všechny mluvčí kromě mluvčího M3 je typický laterální kontakt po celou dobu trvání hlásky. Někteří mluvčí tíhnou k lehce nesymetrickému kontaktu, pouze u mluvčího M3 nenacházíme laterální kontakt téměř žádný. Kmit se odehrává zhruba mezi 10 – 20 % trvání hlásky, u mluvčích F2 a M1 pak spíše na začátku tohoto rozmezí, u mluvčího M2 na konci, v některých případech až do poloviny trvání hlásky. Časté jsou realizace, při kterých dochází k aktivaci všech elektrod v řadě (případně i dalších elektrod v okolních řadách), podobné frekvence dosahují případy, ve kterých vzniká mezi aktivovanými elektrodami úžina o šíři odpovídající nejčastěji dvěma elektrodám.

Popsané artikulační charakteristiky českého ř jsou zaměřeny na lingvopalatální kontakt při kmitu. Použitá metoda a následné analýzy přinášejí však jen část informací o artikulaci, které by bylo možné získat jinými technikami. Co se týče lingvopalatálního kontaktu, v současnosti se již v jiné práci zabýváme jeho symetričností, dále bychom se mohli hlouběji věnovat počtu kmitů a jejich délce nebo pomocí jiné metody zkoumat chování aktivní artikulačního orgánu. V případě ř však zcela jistě není jedinou zajímavou stránkou artikulace, neméně záslužná by byla analýza jeho akustických vlastností, kterých se v této práci dotýkáme jen z hlediska spektrálních momentů šumové části, a zejména pak percepčních vlastností, jimž se v této práci nevěnujeme vůbec.

Literatura

- Balašová, J. (1995). *Logopedie: cvičné texty - metody a techniky výuky správné výslovnosti souhlásek a didaktický materiál*. Praha: Akademie Jana Ámose Komenského, str. 69.
- Ball, M. J. & Lowry, O. L. (2001). *Methods in Clinical Phonetics*. London: Whurr Publishers.
- Boersma, P. & Weenink, D. (2009). Praat: doing phonetics by computer (Verze 5.2). Cit. 2013-03-01, www.praat.org.
- Borovičková, B. & Maláč, V. (1967). *The spectral analysis of Czech sound combinations*. Praha: Academia.
- Cuřín, F., Koudela, B., Mátl, A., Svěrák, F. & Šmilauer, V. (1964). *Vývoj českého jazyka a dialektologie*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Čechová, M. et al. (2000). *Čeština - řeč a jazyk*. Praha: ISV.
- Dankovičová, J. (1999). Czech. In: *Handbook of the International Phonetic Association: a guide to the use of the International Phonetic Alphabet*. Cambridge: Cambridge University Press, str. 71.
- Fontdevila, J., Pallarès, M. D. & Recasens, D. (1994). The contact index method of electropalatographic data reduction. *Journal of Phonetics*, 22, str. 141-154.
- Forrest, K., Weismar, G., Milenkovic, P. & Dougall, R. N. (1988). Statistical analysis of word-initial voiceless obstruents: Preliminary data. *Journal of the American Statistical Association*, 84/1, str. 115-123.
- Fu, H., Rodman, R., McAllister, D., Bitzer, D. & Xu, B. (1999). Classification of voiceless fricatives through spectral moments. In: *Proceedings of the 5th International Conference on Information Systems Analysis and Synthesis (ISAS'99)*. Skokie: International Institute of Informatics and Systemics, str. 307-11.
- Gibbon, F. (2011). *Bibliography of Electropalatographic (EPG) studies in English (1957-2011)*. Cit. 2013-01-03, www.articulateinstruments.com/EPGrefs.pdf.
- Gibbon, F. & Nicolaidis, K. (2006). Palatography. In: W. J. Hardcastle & N. Hewlett (Eds.), *Coarticulation: Theory, Data, and Techniques*. Cambridge: Cambridge University Press, str. 229-245.
- Hála, B. (1923). *K popisu pražské výslovnosti: Studie z experimentální fonetiky*. Praha: Česká akademie věd a umění.

- Hála, B. (1962). *Uvedení do fonetiky češtiny na obecně fonetickém základě*. Praha: Nakladatelství československé akademie věd.
- Hála, B. (1967). *Výslovnost spisovné češtiny I: zásady a pravidla. Výslovnost slov českých*. Praha : Academia.
- Haley, K. L., Seelinger, E., Mandulak, K. C. & Zajac, D. J. (2010). Evaluating the spectral distinction between sibilant fricatives through a speaker-centered approach. *Journal of Phonetics*, 38, str. 548-554.
- Hamlet, S. L. (1984). Aerodynamic and palatographic characteristics of the early stages of speech adaptation to a dental appliance. *Journal of Phonetics*, 12, str. 157–167.
- Hamlet, S. L. & Stone, M. (1978). Compensatory alveolar consonant production induced by wearing a dental prosthesis. *Journal of Phonetics*, 6, str. 227–248.
- Isačenko, A. V. (1965). Zur Akustik des tschechischen ř-Lautes. *Phonetica*, 12, str. 1-12.
- Jongman, A., Wang, Y. & Sereno, J. (2000). Acoustic and perceptual properties of English fricatives. In: *Proceedings of the 6th International Conference on Spoken Language Processing*, I, str. 536-539.
- Karlík, P. et al. (2002). *Encyklopedický slovník češtiny*. Praha: Nakladatelství Lidové noviny.
- Kučera, H. (1961). *The Phonology of Czech*. 's-Gravenhage: Mouton & Co.
- Kutálková, D. (2005). *Logopedická prevence: průvodce vývojem dětské řeči*. Praha: Portál.
- Ladefoged, P. & Maddieson, I. (1996). *Sounds of the World's Languages*. Oxford: Blackwell.
- Lamprecht, A., Šlosar, D. & Bauer, J. (1977). *Historický vývoj češtiny*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Machač, P. (2008). Desonorizace českých intervokalických frikativ. *AUC Philologica* 2/2007, *Phonetica Pragensia*, XI, str. 105 – 116.
- Machač, P. & Skarnitzl, R. (2009). *Fonetická segmentace hlásek*. Praha: Epoque.
- McAuliffe, M. J., Lin, E., Robb, M. P. & Murdoch, B. E. (2008). Influence of a standard electropalatography artificial palate upon articulation: A areliminary study. *Folia Phoniatica et Logopedica*, 60, str. 45-53.

- McLeod, S. & Searl, J. (2006). Adaptation to an electropalatograph palate: Acoustic, impressionistic, and perceptual data. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 15, str. 192-206.
- Ohnesorg, K. (1976). *Naše dítě se učí mluvit*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, str. 45.
- Palková, Z. (1994). *Fonetika a fonologie češtiny*. Praha: Karolinum.
- Petr, J. et al. (1986). *Mluvnice češtiny I*. Praha: Academia.
- Polland, B. & Hála, B. (1926). *Artikulace českých zvuků v roentgenových obrazech (skiagramech)*. Praha: Česká akademie věd a umění.
- Romportl, M. (1967). Ř und das tschechische Konsonantensystem. In: M. Romportl, *Studies in Phonetics*. Praha: Academia, str. 84-104.
- Shadle, C. H. & Mair, S. J. (1996). Quantifying spectral characteristics of fricatives. In: *Proceeding of ICSLP*, 3, str. 1521-1524.
- Short, D. (2009). Czech and Slovak. In: B. Comrie (Ed.), *The World's Major Languages*. Oxon: Routledge, str. 305-329.
- Skarnitzl, R. (2011). *Znělostní kontrast nejen v češtině*. Praha: Epoque.
- Solé, M.-J. (2002). Aerodynamic characteristics of trills and phonological patterning. *Journal of Phonetics*, 30, str. 655-688.
- Statsoft, Inc. (2007). *Statistica (Verze 8.0)*. Tulsa: Statsoft, Inc.
- Stone, M. (2010). Laboratory techniques for investigating speech articulation. In: W. J. Hardcastle, J. Laver & F. Gibbon (Eds.), *The Handbook of Phonetic Science*. Oxford: Blackwell. Cit. 2013-01-03, http://media.johnwiley.com.au/product_data/excerpt/00/14051459/1405145900.pdf.
- Trávníček, F. (1932). *Úvod do české fonetiky*. Praha: Česká grafická unie.
- Ústav pro jazyk český AV ČR (2008): *České ř. Internetová jazyková příručka Ústavu pro jazyk český Akademie věd ČR*. Cit. 2013-01-03, <http://prirucka.ujc.cas.cz/?id=148>.
- Whitley, M. S. (2003). Rhotic representation: problems and proposals. *Journal of the International Phonetic Association*, 33/1, str. 81 – 86.

Wrench, A. (2008). *Manual for WinEPG System (revision 1.17)*. Edinburgh: Queen Margaret University College.

Wrench, A. (2010). *Artic Assist (verze 1.18)*. Edinburgh: Queen Margaret University College.

Wrench, A. (2012). *Electropalatography*. Cit. 2012-12-20,
<http://www.articulateinstruments.com/electropalatography.htm>.

Přílohy

Příloha 1 – Text nahrávek

V Příloze 1 uvádíme text všech nahrávaných položek. Seřazeny jsou podle typu materiálu, prázdným řádkem jsou pak odděleny skupiny lišící se pozicí cílové hlásky ve slově, příp. typem hláskového okolí.

1. Sekvence VřV

- iři
- eře
- ařa
- ořo
- uřu

2. Jednoslabičná slova

- řid'
- řež
- řad'

- miř
- keř
- vař
- hoř
- kuř

3. Slova zakomponovaná do nosné fráze

- Zopakuj čtyři ještě jednou.
- Zopakuj dveře ještě jednou.
- Zopakuj zařad' ještě jednou.
- Zopakuj ořou ještě jednou.
- Zopakuj pobuřuj ještě jednou.
- Zopakuj míří ještě jednou.
- Zopakuj pařát ještě jednou.

- Zopakuj řidič ještě jednou.
- Zopakuj řemen ještě jednou.
- Zopakuj řasa ještě jednou.
- Zopakuj řopík ještě jednou.
- Zopakuj řuchne ještě jednou.
- Zopakuj řídký ještě jednou.
- Zopakuj řádit ještě jednou.

- Zopakuj břicho ještě jednou.
- Zopakuj dřevo ještě jednou.
- Zopakuj vřava ještě jednou.
- Zopakuj dřou ještě jednou.
- Zopakuj dřu ještě jednou.
- Zopakuj břímě ještě jednou.

- Zopakuj přišel ještě jednou.
- Zopakuj křehký ještě jednou.
- Zopakuj přazka ještě jednou.
- Zopakuj křoví ještě jednou.
- Zopakuj křupat ještě jednou.
- Zopakuj třímat ještě jednou.

4. Krátké věty

- Potom zamiř přesně.
- Potom zaměř lépe.
- Vejce uvař málo.
- Pak se ponoř rychle.
- Pak si zakuř fajfku.

- Potom zamiř dobře.
- Potom zaměř dobře.
- Vejce uvař hodně.
- Pak se ponoř hodně.
- Pak si zakuř dýmku.

Příloha 2 – Příložené CD

Příložené CD obsahuje kromě textu práce ve formátu .pdf také složky s názvem *Nahrávky* a *Analýzy*. Jejich obsah je následující:

Nahrávky

1. nahrávky ve formátu .wav;
2. elektropalatografická data včetně anotací (formát .epg a .ann).

Pro analýzu nahrávek v softwaru Articulate Assistant je nutný USB klíč.

Analýzy

1. tabulka s daty extrahovanými z programu Articulate Assistant; její součástí jsou hodnoty CA a indexy pro kategorie znělosti, hláskového okolí, pozice ř ve slově, pozice ř vzhledem k přízvuku a povahy materiálu; první list obsahuje všechny položky, druhý list se omezuje na položky s vibranní realizací ř, na třetím listu najdeme pouze položky, jejichž kmit byl zaznamenán pomocí EPG a jež byly základem většiny analýz (EPG_CA_kategorie.xls);
2. tabulka s přesnými hodnotami analýz rozptylu (ANOVA_hodnoty.xls).