

Výzkum lingvální artikulace pomocí elektropalatografie na příkladu českých palatálních exploziv

Investigating lingual articulation using electropalatography: Czech palatal plosives

The aim of the paper is to introduce electropalatography (EPG) as a method of investigating speech production to the Czech linguistic public. Its application was demonstrated on the Czech palatal plosives [c] and [j]. The results show that the linguopalatal contact in these speech sounds is primarily coronal, with the blade of the tongue touching the front part of the artificial palate, as well as lateral, with the tongue dorsum touching the sides of the palate. Apart from revealing interesting idiosyncratic tendencies, the results also indicate different patterns depending on the voicing of the plosive.

Key words: articulation, Czech, electropalatography, palatals, voicing

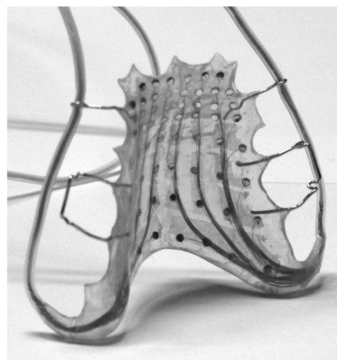
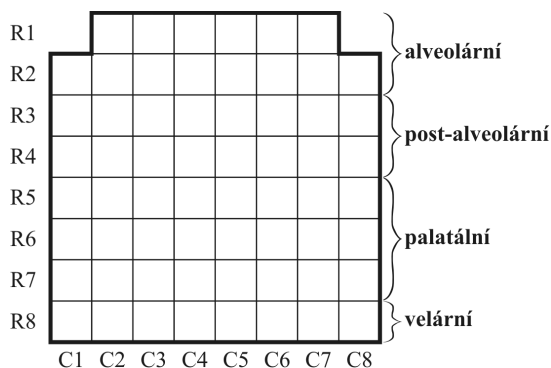
Klíčová slova: artikulace, čeština, elektropalatografie, palatály, znělost

1 Úvod

Fonetické bádání se zaměřuje na různé aspekty lidské řeči, od systémového (fonologického) přístupu ke zvukové podobě jazyka přes akustickou analýzu řečového signálu a zkoumání řečové percepce až k výzkumu samotné řečové produkce, tedy artikulace. Je zajímavé, že ačkoli se těžiště mezi těmito oblastmi během posledních přibližně 150 let různě přesouvalo, můžeme seriózní počátky všech čtyř oblastí řečových věd klást do 19. století. V případě výzkumu produkce řeči stála v popředí zájmu od počátku lingvální artikulace – zřejmě proto, že jazyk se účastní tvorby nejvyššího počtu hlásek, a také kvůli nesmírné bohatosti lingvální artikulace.

1.1 Analýza lingvální artikulace

Prvním a doposud používaným způsobem analýzy lingvální artikulace byla palatografie. Tradiční statickou palatografii představil v roce 1879 newyorský zubař Norman William Kingsley, ačkoli za jakéhosi předchůdce této metody se považuje zařízení sestavené Erasmem Darwinem, dědečkem Charlese Darwina, v roce 1803 (Kemp, 2001, s. 1472). Statická palatografie se řadí k barvicím metodám, při nichž se jeden artikulační orgán natře směsí olivového oleje a prášku z živočišného uhlí, která se po vyslovení cílové hlásky obtiskne na orgánu „protějším“. Tato metoda se dodnes používá v terénním výzkumu např. ohrožených



Obr. 1 Schematické rozdělení míst artikulace na umělém patru (nalevo); rozložení elektrod na konkrétním umělém patru.

jazyků (Ladefoged, 2003, s. 37n.). Statická palatografie vždy zachycuje pouze maximální kontakt během artikulace jediné hlásky – většinou konsonantu v intervokální pozici – a neposkytuje informace o průběhu lingvopalatálního kontaktu; analýza je navíc značně náročná. V případě tzv. přímé palatografie se na jazyk natřela kontrastní barva, která se v místech kontaktu obtiskla na patro a obtisk (palatogram) se pomocí zrcátka vyfotografoval. V případě palatografie nepřímé se podle odlitku paterní klenby daného mluvčího vytvořilo „umělé patro“ z černě nalakované papírové vrstvy, jež bylo posypáno bílým práškem, který se při kontaktu s jazykem setřel (Ladefoged, 1957).

Je to právě nepřímá palatografie, která se nejvíce podobá moderní metodě zkoumající lingvální artikulaci, elektropalatografii (EPG). I EPG využívá umělé patro vytvořené podle dentálního obtisku na míru každému mluvčímu. Toto umělé patro se však vyrábí z akrylu nebo polyesteru a je osázeno elektrodami, které detekují přítomnost nebo nepřítomnost kontaktu jazyka v průběhu času. Hlavní rozvoj EPG nastal v 70. letech 20. století, kdy byly vyvinuty tři systémy: na univerzitě v britském Readingu, americké Alabamě a japonském Tokiu (Gibbon – Nicolaidis, 1999). Dnes se již vyrábí pouze první z jmenovaných, britský systém EPG3 (Wrench, 2006), který využívá umělé patro z relativně tuhého akrylu uchycené pomocí kovových sponek za horní zuby. Vzorkovací frekvence systému EPG3 je 100 Hz, kontakt jazyka s umělým patrem je tedy detekován každých 10 milisekund. Signál je veden kabely z ústní dutiny koutky úst do externí jednotky připojené k počítači. Zároveň je snímán i akustický signál. Umělé patro systému EPG3 má 62 elektrod rozmístěných dle identifikovatelných anatomických mezníků, které do značné míry odpovídají tradičním místům artikulace (Hardcastle et al., 1991), jak ukazuje levá část obrázku 1.

První řady odpovídají oblasti alveolární, následuje místo postalveolární a palatální. Nejjadnější řada elektrod se nachází na předělu mezi tvrdým a měkkým patrem a dokumentuje alespoň částečně kontakt ve velární oblasti. V alveolární části umělého patra jsou elektrody umístěny blíže u sebe, aby byly zachyceny co nejjemnější detaily výslovnosti (viz fotografie umělého patra v pravé části obrázku 1) – je dobře známo, že právě v této oblasti se v jazycích světa nachází nejvyšší počet hlásek (Maddieson, 1984).

Doposud jsme o elektropalatografii hovořili jako o metodě sloužící základnímu fonetickému výzkumu, tedy k určení artikulačních vlastností hlásek v různých jazycích. EPG se však přinejmenším stejně tak často využívá k aplikovaným účelům, zejména v oblasti řečových poruch a jejich možné nápravy. Protože se lingvopalatální kontakt v reálném čase zobrazuje na monitoru, mohou osoby trpící poruchou lingvální artikulace nacházet vyhovující idiosynkratické kompenzační mechanismy, které by u postižených hlásek vedly k adekvátnějšímu percepčnímu účinku. Gibbová a Woodová (2003) např. prokázaly užitečnost EPG pro diagnózu a následnou léčbu osmiletého chlapce po lehké mozkové obrně. McAuliffová et al. (2006) zkoumali lingvopalatální kontakt u mluvčích s Parkinsonovou chorobou; ukázalo se, že jejich výslovnost lingválních hlásek [l s t] byla z percepčního hlediska narušená, avšak kontakt jazyka s alveolární oblastí nebyl oslaben; důvody chybné výslovnosti tedy musely spočívat v jiných aspektech řečového chování. Cílem studie Carterové a Edwardsové (2004) bylo vyzkoumat již zmíněný terapeutický účinek EPG u deseti dětí s poruchou výslovnosti s nejasnou etiologií; výsledky studie ukazují, že deset sezení s terapeutem skutečně vedlo u všech dětí k významnému zlepšení výslovnosti cílových hlásek. Zájemce o úplnější přehled elektropalatografických studií odkazujeme na internetovou stránku Fiony Gibbové (2011).

V našem příspěvku se zaměříme na výzkum řeči normálních mluvčích a elektropalatografickou analýzu – včetně některých jejích metodických aspektů – ilustrujeme na českých hláskách, které se tradičně označují jako palatální explozivy, tedy [t] a [d].

1.2 České palatální explozivy

Palatální místo artikulace není v jazycích světa příliš časté. Téměř všech 317 jazyků zahrnutých v databázi UPSID (Maddieson, 1984) obsahuje bilabiální, dentální nebo alveolární a velární explozivy (více než 99 % jazyků). Palatální explozivy [t] a [d] – v mezinárodní transkripci IPA přepisovány jako [c] a [ɟ] – jsou dokumentovány pouze v 59 jazycích, což odpovídá 18,6 % (tamtéž, s. 32). Protože jsou však jako palatální hlásky často definovány i hlásky postalveolární, zahrnuje mezi ně Maddieson i toto místo artikulace. Stejně i Ladefoged a Maddieson (1996, s. 30n.) k palatálám řadí jak tradiční palatály artikulované

hřbetem jazyka (dorzo-palatální hlásky, např. maďarské), tak i hlásky artikulované čepelí jazyka (tedy koronální), např. laminální postalveolární exploziv australského jazyka východní arrernte. České „palatální“ explozivy autoři této knihy považují za jakýsi mezistupeň (tamtéž, s. 33).

Vývoj českého /t/ a /d/ začal již v praslovanské době, kdy byly součástí fonologického inventáře palatalizované /ti/ a /di/. Postupně se palatalizované souhlásky začaly v češtině vyskytovat nejen před předními, ale i před zadními samohláskami; vznikly tak dvojice typu *dáti* × *ďáti* (Lamprecht, 1966, s. 32). Až ve 13. a 14. století vlivem depalatalizačních procesů kontrast měkkých a tvrdých souhlásek zanikl: před zadními samohláskami byly vyslovovány souhlásky alveolární, zatímco před samohláskami předními – před nimiž se palatalizované souhlásky vyskytovaly původně – se palatalizovanost ještě zesílila. Došlo tím k plnému fonologickému vydělení těchto hlásek a od této doby je již můžeme řadit mezi palatály v pravém slova smyslu.

Artikulační vlastnosti českého [t] a [d] byly zkoumány především pomocí tradiční statické palatografie a pomocí sagitálních řezů pořízených rentgenem (Hála, 1923; Polland – Hála, 1926). Na tyto prameny pak odkazují i další fonetici, kteří se o českých palatálách zmiňují. Podle Pollanda a Hály se při produkci [t] a [d] jazyk opírá špičkou o dolní zuby, závěr pak tvoří hřbetem na alveolách a pokračuje vyklenutím přes celé tvrdé patro, včetně laterálního kontaktu (Polland – Hála, 1926, s. 26). S odkazem na tyto autory vyvozují Patricia Keatingová a Aditi Lahiriová, že české [t] a [d] jsou „dlouhé koronální okluzivy (sahající přes anteriorní i neanteriorní oblasti) kombinované s laterálním kontaktem [j]“ (Keating – Lahiri, 1993, s. 80). Primární je tedy při artikulaci [t] a [d] koronální kontakt, kontakt hřbetu jazyka je sekundární. Dominantní charakter koronálního kontaktu naznačují i měření akustického spektra explozivního šumu [t] a [d] (Keating – Lahiri, 1993; Geng et al., 2003; Machač – Skarnitzl, 2004).

Jak vyplývá z předchozích odstavců, artikulační popisy českých palatálních exploziv jsou již téměř sto let staré. Proto je cílem tohoto článku jejich artikulaci popsat pomocí modernější metody a také za použití vyššího počtu mluvčích a rozsáhlejšího řečového materiálu. Je známo, že artikulační výzkum se vyznačuje výrazně vyšší variabilitou než výzkum založený na akustických měřeních. Domníváme se proto, že více dat odhalí zajímavé individuální realizace zkoumaných hlásek a odchylky od výše uvedeného popisu.

Bude nás rovněž zajímat, zda se i u palatálních exploziv objeví odlišné lingvopalatální vzorce v závislosti na znělosti. Výzkumy totiž naznačují statisticky významně vyšší míru kontaktu jazyka s umělým patrem u znělých (nenapjatých) obstruentů než u obstruentů neznělých (napjatých), viz např. studii Paula Dagenaise a kolegů, kteří zkoumali explozivy i frikativy v americké angličtině (Dagenais et al., 1994), nebo studii Skarnitzl et al. (2013) zaměřenou na české frikativy. Některé výzkumy zaměřené na explozivy (např. Fuchs, 2005, analyzu-

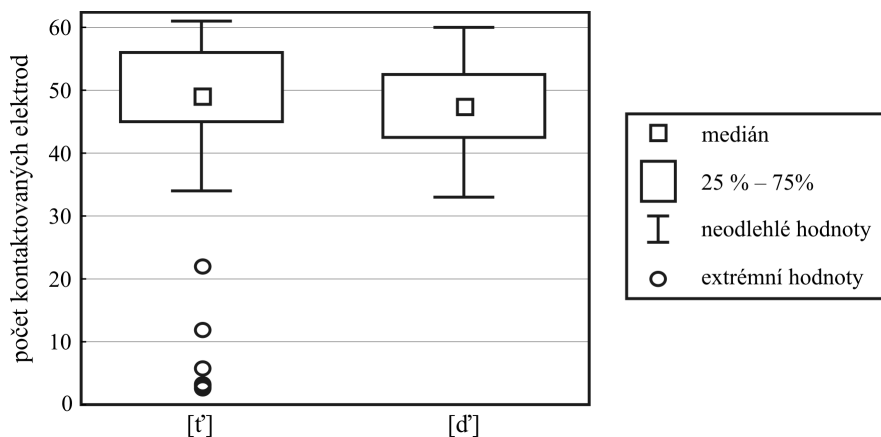
jící explozivy v němčině) však uvádějí vyšší míru kontaktu u hlásek neznělých (napjatých). Shrnutí studií zaměřených na různé koreláty napjatosti přináší Skarnitzl (2011, kapitola 5).

2 Metoda

Elektropalatografická data byla nahrána od osmi mluvčích (od čtyř žen, F1–F4, a čtyř mužů, M1–M4) v nahrávacím studiu Fonetického ústavu Filozofické fakulty UK. Všichni mluvčí byli zaměstnanci nebo studenti Fonetického ústavu (první autor je rovněž jedním z mluvčích). Stojí za zmínku, že kvůli značné nákladnosti EPG představuje osm zkoumaných mluvčích jeden z nejvyšších počtů, s nímž se v literatuře lze setkat. Před samotným nahráváním se mluvčí musí na umělé patro adaptovat – jedná se o cizí objekt v ústní dutině a je potřeba jej mít v ústech a hovořit s ním alespoň 30 minut před nahráváním (Hardcastle – Gibbon, 1997; McAuliffe et al., 2008). Mluvčí při nahrávání neviděli lingvopalatální kontakty zobrazované na monitoru. Vzorce EPG byly zpracovány v softwarovém nástroji ArticAssist (Wrench, 2006), dodávaném se systémem EPG3.

Kvůli zmíněné vysoké variabilitě artikulačních dat bývá nahrávaný řečový materiál velmi kontrolovaný. Mluvčí načtli dva typy materiálu, u nichž se cílové explozivy [t] a [d'] vyskytovaly vždy v symetrickém vokalickém kontextu, tedy [tíí efe afa ofo ufu] a [idíí eđe ada odo udu]. V prvním typu materiálu se jednalo právě o tato pseudoslova, v typu druhém byla tato hlásková spojení zakomponována do vět, kde cílová exploziva byla na počátku přízvukné slabiky (např. *všichni diváci, naše děti*). Od každého mluvčího tak bylo nahráno pět realizací každé explozivy ve spojeních VCV a pět ve větách. Lingvopalatální kontakt byl celkem analyzován u 160 hlásek (8 mluvčích × 2 explozivy × 5 vokalických kontextů × 2 typy materiálu).

Analýza elektropalatografických dat je časově značně náročná. Na základě koordinace s akustickým signálem byl nejprve u každé cílové explozivy identifikován okamžik s nejvyšší mírou kontaktu během okluze. V celkovém zobrazení pak zpočátku pracujeme s 62bodovým vektorem; taková schematická zobrazení samozřejmě naznačí základní tendence přítomné v datech a i zde je použijeme pro ilustraci umístění lingvopalatálního kontaktu u českého [t] a [d']. Tato data se dají následně kombinovat s informací o frekvenci aktivace elektrod. Můžeme sledovat i dynamický průběh hlásek, to znamená změnu lingvopalatálního kontaktu v čase, v našem případě během okluze cílových hlásek. Podobná zobrazení založená na analýze celých lingvopalatálních vzorců však nelze uchopit matematicky a například statisticky porovnávat rozdíly v artikulaci u jednotlivých mluvčích. Proto bylo navrženo několik způsobů, jak redukovat elektropalatografická data do podoby kontaktních indexů; ty pak mohou vypovídat o přednosti či zadnosti kontaktu, o míře laterálnosti či centrálnosti kontaktu

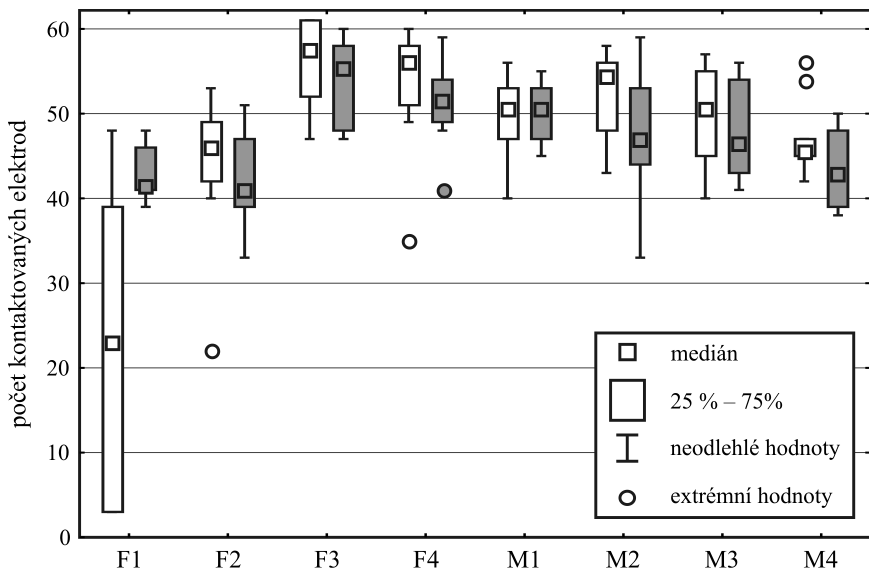


Obr. 2 Počet kontaktovaných elektrod u [t̥] a [d̥] (z celkového možného počtu 62).

nebo o jeho symetričnosti či stabilitě v různých vokalických kontextech. Přehled těchto indexů poskytují např. Fontdevila et al. (1994) nebo Gibbon a Nicolaidis (1999). Jak však bude zřejmé z následující kapitoly, pro analýzu českého [t̥] a [d̥] se žádný z těchto indexů příliš nehodí a zde budeme jako závislou proměnnou ve statistických testech používat pouze počet kontaktovaných elektrod během okluze dané hlásky.

3 Výsledky a diskuse

Počet elektrod, které byly při artikulaci českých palatál kontaktovány, zároveň představoval první údaj, na nějž jsme se při analýze zaměřili. Kdyby se jednalo o tradiční dorzo-palatální hlásky, očekávali bychom úplný závěr v palatální oblasti (viz obr. 1) a další kontakt pak v laterálních oblastech; počet kontaktovaných elektrod by se pohyboval kolem 30 (kontakt ve třech palatálních řadách by odpovídal 24 elektrodám). Jak však vyplývá z popisu v úvodu, artikulace českého [t̥] a [d̥] je zřejmě primárně koronální, sekundárně pak dorzální včetně kontaktu laterálního; počet elektrod by v takovém případě byl tedy výrazně vyšší. Křabicový graf na obrázku 2 ukazuje, že střední hodnota leží u obou zkoumaných hlásek mezi 45 a 50 kontaktovanými elektrodami. Graf také naznačuje, že v tomto zobrazení zahrnujícím všechny mluvčí a všechny kontexty není rozdíl mezi lingvopalatálním kontaktem u [t̥] a [d̥], což potvrzuje i výsledek *t*-testu: $t(158) = 0,23; p > 0,5$. Protože se [t̥] a [d̥] v češtině vyskytují převážně v kontextu předních vokálů, zajímalo nás, zda se lingvopalatální kontakt liší v závislosti na vokalickém kontextu; žádný takový efekt jsme však nezaznamenali ($p > 0,05$ pro obě expozivny).

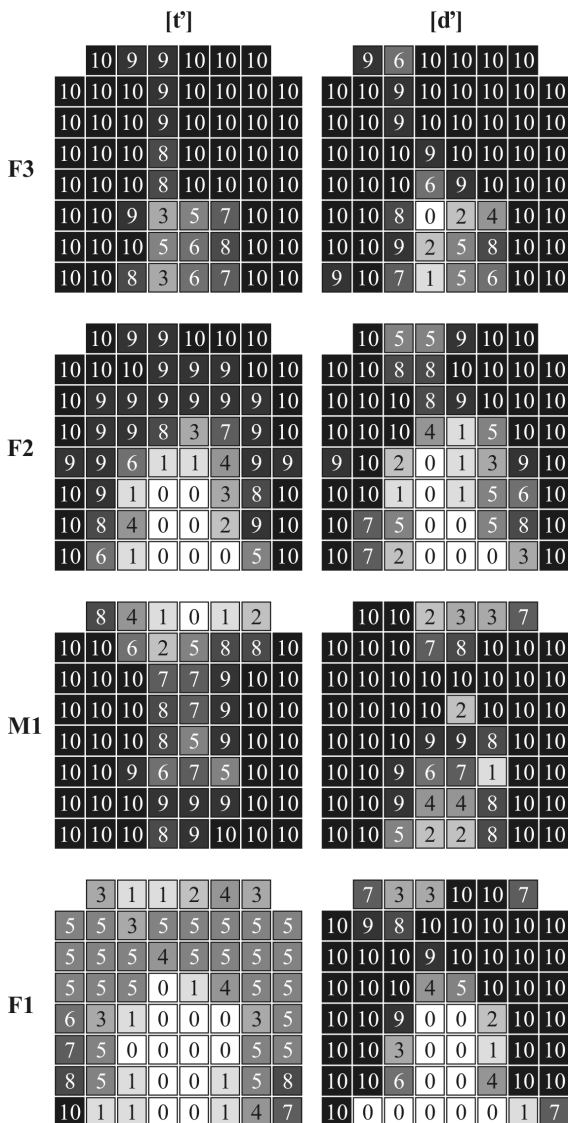


Obr. 3 Počet kontaktovaných elektrod u [t] (bílá) a [d] (šedá), z celkového možného počtu 62, pro jednotlivé mluvčí.

Data na obrázku 2 ukazují přítomnost extrémních hodnot u několika případů [t], které naznačují velmi slabý kontakt jazyka s umělým patrem a u některých položek dokonce absenci artikulačního závěru. V další analýze se proto zaměříme právě na tyto případy. Z obrázku 3 je zřejmé, že extrémní hodnoty připadají především na mluvčí F1. Podívejme se tedy přímo na zobrazení lingvopalatálních vzorců, která nám poskytnou – kromě vysvětlení zvláštní artikulace u mluvčí F1 – i bližší informace o místě artikulace [t] a [d].

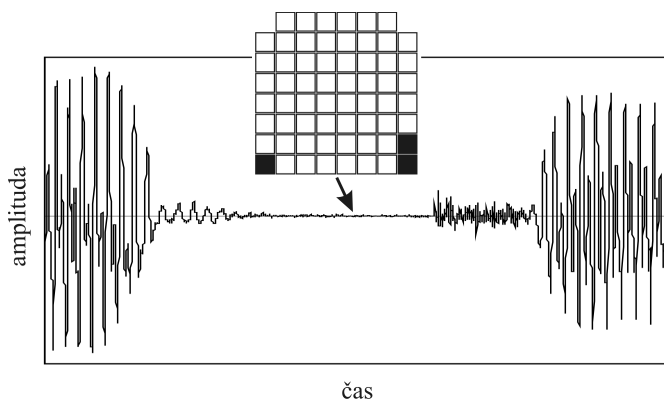
Hlavní tendence v realizaci [t] a [d] představuje obrázek 4, na němž vidíme složené (někdy také nazývané kompozitní) elektropalatografické vzorce pro čtyři mluvčí. Nejčastější realizace je zastoupena mluvčí F3 a dále můžeme podobný vzorec pozorovat u dalších tří mluvčích. Ze vzorců je patrný silný koronální a laterální kontakt; kontakt v centrální části tvrdého patra je o něco slabší, zejména v jeho zadní části. U menší skupiny mluvčích (kromě mluvčí F2, uvedené v obrázku, ještě mluvčí M4) pozorujeme výraznější oslabení až absenci kontaktu v centrální oblasti tvrdého patra. Mluvčí M1 a F1 pak představují, alespoň na základě analýzy našeho vzorku, spíše výjimečné způsoby realizace českých palatálních expoziv. U mluvčího M1 pozorujeme zejména u [t] oslabení kontaktu v centrální oblasti umělého patra a také v první řadě. Mluvčí F1 se svou artikulací znělého [d] blíží druhé skupině (zde tedy mluvčí F2); odlišná je realizace

Obr. 4 Složené vzorce EPG pro [t] a [d'] zobrazující počet kontaktovaných elektrod u čtyř vybraných mluvčích (z možných 10 pro každou hlásku). Viz text pro motivaci výběru mluvčích.



neznělého [t], kde je zřejmé, že přibližně v polovině všech realizací této hlásky nedošlo k téměř žádnému kontaktu jazyka s umělým patrem.

Než se pokusíme hledat příčiny častých anomálních realizací [t] u mluvčí F1, vrátíme se k metodám redukce elektropalatografických dat zmíněným ke konci

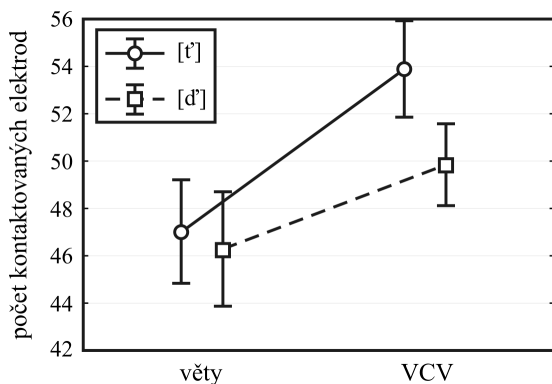


Obr. 5 Oscilogram spojení [ofo] vysloveného mluvčí F1 a palatogram odpovídající maximálnímu kontaktu během „závěrové“ části [t].

druhé části. Užitečnost kontakto­vých indexů jako index anteriority, posteriority či centrality se potvrdila při analýze hlásek, které vykazují tendenci ke kontaktu v jedné z těchto oblastí. Index anteriority byl například použit pro kvantifikaci rozdílů mezi českým [t] a [d]: Skarnitzl (2013) ukázal, že [t] je artikulováno výrazně anteriorněji než [d], které u některých mluvčích zasahuje až do post-alveolární oblasti. Jak však naznačují realizace na obrázku 4, ani jeden z navržených indexů není vhodný pro zkoumání [t] a [d]: u mluvčích dochází k rozdílům v lingvopalatálním kontaktu v přední, zadní, centrální i laterální části patra. Budeme tedy i nadále operovat pouze s počtem kontaktovaných elektrod během závěru cílových hlásek.

Vraťme se nyní k výslovnosti neznělého [t] u mluvčí F1. Již z neformálního srovnání bylo zřejmé, že geometrie umělého patra této mluvčí se výrazně odlišuje od ostatních: její paterní klenba je výrazně vyklenutá, zatímco ostatní zkoumaní mluvčí mají paterní klenbu plošší. Abychom mohli jednotlivá patra porovnat numericky, změřili jsme poměr výšky a šířky umělého patra. Výšku jsme měřili v nejvyšším bodě umělého patra, šířku pak jako vzdálenost mezi krajními elektrodami (C1 a C8) v šesté řadě. Jen pro ilustraci je u mluvčího M2 takto definovaná výška 2,1 cm a šířka 3,1 cm; výsledný poměr je tedy 0,68. I u ostatních mluvčích se poměr pohybuje mezi 0,66 a 0,75. U mluvčí F1 je výška i šířka umělého patra přesně 2,1 cm, výsledný poměr je tedy 1,0.

Je dobře známo, že mluvčí hledají idiosynkratické způsoby realizace fonetických cílů tak, aby bylo dosaženo žádaného percepčního účinku (viz např. Løfqvist, 1990; Ladefoged, 2005); v případě mluvčí F1 dané hlásky skutečně znějí jako percepčně přijatelné, okluzivní [t]. Jeden konkrétní příklad hlásky [t]



Obr. 6 Počet kontaktovaných elektrod u [t] a [d] v krátkých větách a ve spojeních VCV. Data nezahrnují mluvčí F1.

realizované mluvčí F1 ukazujeme na obrázku 5. Ze zvukové vlny spojení [ofo] bychom – alespoň dle zavedené interpretace oscilogramů – vyvozovali jednoznačně závěrovou artikulaci. Jak však můžeme vidět na odpovídajícím palatogramu získaném ze závěru [t], artikulace zdaleka závěrová není. Domníváme se, že adekvátní percepční dojem okluzivního [t] vyžaduje během fonetického cíle alespoň nějakou míru zvýšení jazyka oproti poloze neutrální – na to však elektropalatografie odpověď poskytnout nemůže. Nejsme si vědomi toho, že by podobný rozpor mezi artikulačním zobrazením na jedné straně a akustickým zobrazením a percepčním dojmem na straně druhé byl v odborné literatuře zdokumentován. Dále není zřejmý důvod, proč u mluvčí F1 pozorujeme takovou absenci kontaktu u neznělého [t], a nikoli u znělého [d] – mohl by do jisté míry souviset s rozdílem mezi napjatými a nenapjatými hláskami.

Analýza případného rozdílu mezi kontaktovalými vzorci u neznělého [t] a znělého [d] však je jedním z cílů našeho výzkumu. V závěru části 1.2 jsme uvedli, že neznělé (napjaté) obstruenty bývají většinou spojovány s nižší mírou lingvo-palatálního kontaktu než obstruenty znělé (nenapjaté). Tyto tendence však byly doposud pozorovány pouze u alveolárních, postalveolárních a dorzo-palatálních obstruentů. Zajímalo nás proto, jestli se podobným způsobem budou odlišovat i [t] a [d] – hlásky, u nichž dosavadní analýza prokázala kontakt jazyka s výrazně větší částí umělého patra. Výsledky naznačil již obrázek 3: celkový počet elektrod kontaktovaný u [t] a [d] se u jednotlivých mluvčích neliší (Tukeyho HSD test: $p > 0,5$); výjimku samozřejmě představuje mluvčí F1.

Z následující analýzy jsme proto mluvčí F1 vyřadili a zaměřili se na vliv povahy řečového materiálu. Jak ukazuje obrázek 6, v případě [t] a [d] zakompono-

vaných v krátkých větách je počet kontaktovaných elektrod prakticky stejný, zatímco v pseudoslovních spojeních VCV – tedy v materiálu kontrolovanějším – již rozdíl pozorujeme: kontakt je signifikantně silnější u neznělého [t] než u znělého [d'] (Tukeyho HSD test: $p < 0,05$).

Tyto výsledky jsou v souladu s výzkumem Fuchsové (2005) a odporují našim výsledkům získaným na frikativách (Skarnitzl et al., 2013); kontakt jazyka s paterní klenbou byl výraznější u znělých hlásek [z] a [ž] než u neznělých [s] a [š]. Vedou nás proto k otázce, zda se exploziv a frikativy mohou z hlediska lingvopalatálního kontaktu chovat odlišně. Odpověď může souviset s tím, že artikulační cíle exploziv a frikativ se výrazně liší. Löfqvist a Gracco (1997) zkoumáním kinematických vlastností rtů při výslovnosti bilabiálních exploziv zjistili, že u exploziv je cíl virtuální – kdyby jej artikulační orgány měly dosáhnout, musely by se „prolnout“. Oproti tomu je zřejmé, že při artikulaci frikativ cíle dosahujeme a že virtuální není. Bylo by zajímavé roli reálnosti či virtuálnosti artikulačního cíle u exploziv a frikativ v souvislosti s jejich znělostní charakteristikou ověřit například v experimentu pomocí elektromagnetické artikulografie (EMA). V každém případě můžeme říci, že otázka artikulačních korelátů znělosti, respektive napjatosti ještě zdaleka není uspokojivě zodpovězena.

4 Závěr

Cílem tohoto článku bylo představit elektropalatografii jakožto v českém prostředí relativně novou metodu zkoumání lidské řeči. Její použití jsme demonstrovali na analýze českých hlásek, které jsou označovány jako palatální explozivy: [t] a [d']. Naše výsledky potvrdily téměř sto let staré výzkumy, podle nichž se jedná o hlásky s primárně koronálním kontaktem v přední části patra a kontaktem laterálním, tedy po stranách patra. Zdá se, že kontakt v centrální oblasti zadnějších řad umělého patra není vždy přítomen. Výsledky zároveň ukázaly značnou variabilitu realizací; pozoruhodná byla zejména téměř úplná absence kontaktu u položek [t] mluvčí F1, které jsou však z poslechového i akustického hlediska jednoznačně závěrové.

Souhrnná analýza všech položek naznačila, že prostorově rozsáhlý kontakt jazyka s patrem potřebný pro artikulaci českého [t] a [d'] zřejmě neposkytuje volnost pro jemné odlišení znělého a neznělého protějšku. Rozdíl mezi nimi se projevil pouze v kontrolovanějším materiálu, ve spojeních VCV. Jak jsme již zmínili v úvodní kapitole, právě kvůli vysoké variabilitě artikulačních strategií – a to jak mezi mluvčími, tak i v rámci jednoho mluvčího – je třeba při artikulačním výzkumu využívat silně kontrolovaného materiálu. I tak představuje elektropalatografie cennou metodu, pomocí níž můžeme hledat odpovědi nejen na otázky týkající se místa artikulace hlásek či koartikulačních procesů, ale i na otázky obecnější povahy, jako jsou například zde zkoumané koreláty artikulační napjatosti.

Poděkování

Tato studie vznikla za podpory grantu GA ČR 406/12/0300 a v rámci Programu rozvoje vědních oblastí na Univerzitě Karlově č. 10 *Lingvistika*, podprogram *Skupinová variabilita češtiny*. Děkujeme i dvěma anonymním recenzentům za cenné připomínky.

LITERATURA

- CARTER, P. – EDWARDS, S. (2004): EPG therapy for children with longstanding speech disorders: predictions and outcomes. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 18, s. 359–372.
- DAGENAIS, P. A. – LORENDO, L. C. – McCUTCHEON, M. J. (1994): A study of voicing and context effects upon consonant linguopalatal contact patterns. *Journal of Phonetics*, 22, s. 225–238.
- FONTDEVILA, J. – PALLARÈS, M. D. – RECASENS, D. (1994): The contact index method of electropalatographic data reduction. *Journal of Phonetics*, 22, s. 141–154.
- FUCHS, S. (2005): *Articulatory correlates of the voicing contrast in alveolar obstruent production in German*. Berlin: ZAS Papers in Linguistics 41.
- GENG, CH. – WINKLER, R. – POMPINO-MARSCHALL, B. (2003): The palatal stop: Results from acoustic-articulatory recovery of articulatory movements. In: *Proceedings of the XVth ICPHS*. Barcelona: ISPhS, s. 2581–2584.
- GIBBON, F. (2011) *Bibliography of Electropalatographic (EPG) studies in English (1957–2011)* [online]. Staženo 2013-05-21. <<http://www.articulateinstruments.com/EPGrefs.pdf>>.
- GIBBON, F. – NICOLAIDIS, K. (1999): Palatography. In: W. J. Hardcastle – N. Hewlett (eds.), *Coarticulation: Theory, Data and Techniques*. Cambridge: Cambridge University Press, s. 229–245.
- GIBBON, F. E. – WOOD, S. E. (2003): Using electropalatography (EPG) to diagnose and treat articulation disorders associated with mild cerebral palsy: a case study. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 17, s. 365–374.
- HÁLA, B. (1923): *K popisu pražské výslovnosti*. Praha: Česká akademie věd a umění.
- HARDCASTLE, W. J. – GIBBON, F. (1997) Electropalatography and its clinical applications. In: M. J. Ball – C. Code (eds.), *Instrumental Clinical Phonetics*. London: Whurr Publishers, s. 149–193.
- HARDCASTLE, W. J. – GIBBON, F. – NICOLAIDIS, K. (1991): EPG data reduction methods and their implications for studies of lingual coarticulation. *Journal of Phonetics*, 19, s. 251–266.
- KEATING, P. – LAHIRI, A. (1993): Fronted velars, palatalized velars, and palatals. *Phonetica*, 50, s. 73–101.
- KEMP, J. A. (2001): The development of phonetics from the late 18th to the late 19th century. In: S. Aurox (ed.), *History Of The Language Sciences: An International Handbook On Evolution Of The Study Of Language From The Beginnings To The Present*, 2. díl. Berlin: Walter de Gruyter, s. 1468–1480.
- LADEFOGED, P. (1957): Use of Palatography. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 22, s. 764–774.

- LADEFOGED, P. (2003): *Phonetic Data Analysis: An Introduction to Fieldwork and Instrumental Techniques*. Oxford: Blackwell Publishing.
- LADEFOGED, P. (2005): Speculations on the Control of Speech. In: W. J. Hardcastle – J. M. Beck (eds.), *A Figure of Speech: A Festschrift for John Laver*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, s. 3–21.
- LADEFOGED, P. – MADDIESON, I. (1996): *The Sounds of the World's Languages*. Oxford: Blackwell Publishing.
- LAMPRECHT, A. (1966): *Vývoj fonologického systému českého jazyka*. Brno: Univerzita J. E. Purkyně v Brně.
- LÖFQVIST, A. (1990): Speech as audible gestures. In: W. J. Hardcastle – A. Marchal (eds.), *Speech Production and Speech Modelling*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, s. 289–322.
- LÖFQVIST, A. – GRACCO, V. L. (1997) Lip and jaw kinematics in bilabial stop consonant production. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 40, s. 877–893.
- MADDIESON, I. (1984): *Patterns of Sounds*. Cambridge: Cambridge University Press.
- MACHAČ, P. – SKARNITZL, R. (2004): Selected acoustic properties of the Czech palatal plosives. In: R. Vích (ed.), *13th Czech-German Workshop – Speech Processing*. Praha: AV ČR, s. 29–35.
- McAULIFFE, M. J. – LIN, E. – ROBB, M. P. – MURDOCH, B. E. (2008): Influence of a Standard Electropalatography Artificial Palate Upon Articulation: A Preliminary Study. *Folia Phoniatrica et Logopedica*, 60, s. 45–53.
- McAULIFFE, M. J. – WARD, E. C. – MURDOCH, B. E. (2006): Speech production in Parkinson's disease: I. An electropalatographic investigation of tongue-palate contact patterns. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 20, s. 1–18.
- POLLAND, B. – HÁLA, B. (1926): *Artikulace českých zvuků v rentgenových obrazech (skia-gramech)*. Praha: Česká akademie věd a umění.
- SKARNITZL, R. (2011): *Znělostní kontrast nejen v češtině*. Praha: Nakladatelství Epoque.
- SKARNITZL, R. (2013): Asymmetry in the Czech alveolar stops: An EPG study. *AUC Philologica 1/2014, Phonetica Pragensia*, XIII, s. 101–112.
- SKARNITZL, R. – ŠTURM, P. – MACHAČ, P. (2013): The phonological voicing contrast in Czech: An EPG study of phonated and whispered fricatives. In: *Proceedings of Inter-speech 2013*. Lyon: ISCA, s. 3191–3195.
- WRENCH, A. (2006): *Artic Assist* (verze 1.14). Edinburgh: Queen Margaret University College.

Fonetický ústav FF UK
 nám. Jana Palacha 2, 116 38 Praha 1
 radek.skarnitzl@ff.cuni.cz
 bartosova.pet@gmail.com