



FILOZOFICKÁ FAKULTA
Univerzita Karlova

Fonetický ústav

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Michaela Svatošová

**Znělost vybraných párových hlásek
v šeptané češtině**

Voicing of selected consonants in whispered Czech

Poděkování

Ráda bych poděkovala především Ing. Tomáši Bořilovi, Ph.D. za vstřícný přístup při konzultacích, pomoc se statistickým zpracováním dat i užitečné rady k psaní práce. Velmi si vážím také ochoty a času všech deseti mluvčích, kteří se mnou spolupracovali při nahrávání. Mé díky dále patří účastníkům online percepčního testu. Za mnohé vděčím i své rodině, která mi během celého studia poskytovala zázemí a podporu.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou 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 Praze, dne 8. 8. 2021

Podpis

Abstrakt

Čeština patří k jazykům, v nichž je fonologický kontrast znělosti primárně realizován přítomností či nepřítomností základní hlasivkové frekvence. Při šepotu však hlasivky nekmitají, a proto v něm znělost chybí. Přesto se lidé v určitých situacích pomocí šepotu úspěšně dorozumívají. Výzkumy na řadě jazyků ukazují, že posluchači jsou schopni znělostní páry v šepotu rozlišovat i u samostatných slov nebo slabik, které nemají žádný význam, tedy pouze na základě akustických vodítek.

Cílem této práce bylo ověřit uvedené poznatky na češtině a získat lepší představu o akustických rysech, které se na srozumitelnosti šepotu podílejí. Analyzovala jsem nahrávky znělostních párů českých exploziv a frikativ, které byly zasazeny do modálních a šeptaných pseudoslov. Z několika měřených parametrů se znělostní protějšky nejvýrazněji lišily svým trváním, ačkoli v menší míře než v modální fonaci, což naznačuje slabší zachování jinak redundantního rysu. Percepční test dále potvrdil velmi dobrou rozpoznatelnost fonologické znělosti v šepotu, ale s podstatnými rozdíly mezi jednotlivými znělostními páry. Propojení akustického a percepčního pohledu navíc umožnilo orientační odhad vlivu konkrétních parametrů na vnímanou znělost, který by mohl být podrobněji prozkoumán v dalších studiích.

Klíčová slova: fonologický kontrast znělosti, šepot, čeština, akustické koreláty znělosti, percepce

Abstract

Czech is one of the languages in which the phonological contrast of voicing is primarily realized by the presence or absence of the fundamental frequency. In whisper, however, the vocal folds do not vibrate, therefore voicing is absent. Despite that, in certain situations people do communicate successfully using whispered speech. Research on a range of languages has shown that listeners are able to discriminate voicing pairs in whisper even in isolated words or syllables which have no meaning, that is, on the basis of acoustic cues alone.

The aim of this thesis was to verify these findings for Czech and to gain a better understanding of the acoustic features that contribute to the intelligibility of whisper. I have analysed recordings of the voicing pairs of Czech plosives and fricatives embedded in modal and whispered nonsense words. Of the various parameters measured, voicing counterparts differed most prominently in duration, although to a lesser extent than in modal phonation, suggesting weaker preservation of an otherwise redundant feature. In addition, the perception test confirmed a very good recognition of phonological voicing in whisper, but with substantial variability between individual voicing pairs. Furthermore, the combination of the acoustic and perceptual perspective provided an indicative estimate of the influence of specific parameters on perceived voicing, which could be explored in more detail in future studies.

Keywords: phonological contrast of voicing, whisper, Czech, acoustic correlates of voicing, perception

Obsah

1 Úvod	8
1.1 Znělost v jazycích světa	8
1.2 Šepot	9
1.3 Výzkum znělostního kontrastu v šepotu	10
1.4 Znělost a šepot v češtině	13
1.5 Struktura a cíle práce	14
2 Metoda	16
2.1 Materiál	16
2.2 Nahrávání	18
2.3 Zpracování nahrávek	19
2.4 Akustická analýza	20
2.5 Percepční test	23
3 Výsledky	25
3.1 Akustická analýza šeptaných pseudoslov	25
3.1.1 Trvání cílové hlásky	25
3.1.2 Trvání okolních vokálů	25
3.1.3 Spektrální těžiště	29
3.1.4 Relativní intenzita vůči následujícímu vokálu	30
3.2 Srovnání parametru trvání cílové hlásky v modální a šeptané fonaci	31
3.2.1 Trvání cílové hlásky v modální fonaci	31
3.2.2 Srovnání modální a šeptané fonace	31
3.3 Percepční test	34
3.3.1 Rozpoznatelnost cílových hlásek	36
3.3.2 Rozpoznatelnost mluvčích	36
4 Diskuze	39
4.1 Znělostní kontrast z funkčního hlediska	39
4.1.1 Rozpoznatelnost znělosti podle pozice ve slově	39
4.1.2 Rozpoznatelnost jednotlivých znělostních párů	40

4.2	Znělostní kontrast z akustického hlediska	42
4.2.1	Praktický význam akustických rozdílů	42
4.2.2	Hypotézy redundance a kompenzace	45
4.3	Vliv akustických rysů na vnímanou znělost	47
4.4	Možnosti dalšího výzkumu	48
5	Závěr	50
	Seznam použité literatury	52
A	Příloha	56

1. Úvod

Předmět této práce se nachází v průniku dvou velkých témat, znělosti a šepotu, která si zasluhují krátké uvedení. V první kapitole proto nejprve stručně představuji základní poznatky o znělosti jak z fonologické, tak z fonetické perspektivy. Navazuji přiblížením sociolingvistických a akustických vlastností šepotu, které jsou doplněny shrnutím významných studií zabývajících se jeho vlivem na realizaci znělostního kontrastu. Závěrem se zaměřuji na poznatky z této oblasti, které se týkají přímo češtiny, a uvádím cíle svého výzkumu.

Druhá kapitola popisuje tvorbu materiálu, se kterým jsem pracovala, včetně průběhu nahrávání a sestavování percepčního testu. Detailněji v ní rozebírám také postup segmentace a analýzy nahrávek. Výsledky obou hlavních složek mého výzkumu, tedy akustických analýz a percepčního testu, jsou uvedeny v kapitole třetí, která zahrnuje i srovnání trvání cílových hlásek v šepotu a v modální fonaci. Ve čtvrté kapitole propojuji percepční a akustické hledisko, uvádím získané výsledky do širších souvislostí a nabízím směry, kterými by se navazující výzkum mohl ubírat. Pátou kapitolou pak shrnuji závěry práce.

1.1 Znělost v jazycích světa

Přítomnost či nepřítomnost základní hlasivkové frekvence (F_0) různými způsoby utváří fonologické inventáře jazyků světa. Může být například přítomna pouze jako inherentní charakteristika produkce všech hlásek, jejíž absence nijak neovlivňuje lexikální význam, jako je tomu v jazyce yidiš a dalších australských jazycích (UCLA Phonological Segment Inventory Database, 2019). V mnoha systémech znělost přísluší pouze vokálům a sonorám, zatímco obstruenty zůstávají jen neznělé. Vzniká tak výraznější kontrast mezi skupinou hlásek, které se obvykle vyskytují v jádrech slabik, a těmi hláskami, které tvoří hrany slabik. Z tohoto důvodu je neznělost pro obstruenty typická, takže v konsonantických inventářích nalezneme častěji neznělé obstruenty než znělé. V některých jazycích pak díky přítomnosti F_0 vzniká fonologický kontrast znělosti. Lze ho chápat jako opozici hlásek, které se liší pouze tímto rysem a v ostatních ohledech (především

z hlediska místa a způsobu artikulace) jsou produkovány stejně.

Konkrétní fonetická realizace fonologického kontrastu znělosti ovšem nabývá různých podob. Pro ilustraci na třídě exploziv můžeme využít parametru doby nástupu hlasivkového tónu (VOT, z angl. *voice onset time*), který představuje dobu mezi vypuštěním závěru a začátkem kmitání hlasivek. „Zatímco u znělých exploziv je VOT záporná, protože hlasivky kmitají již před uvolněním závěru a během exploze, u neznělých neaspirovaných má hodnotu nízkou kladnou (přibližně do 30 milisekund) a u neznělých aspirovaných exploziv dosahuje vyšších kladných hodnot.“ (Skarnitzl, 2011, s. 67) Fonologický kontrast znělosti bývá realizován odlišnými hodnotami VOT na této škále. Dvoučlenná opozice tak může vzniknout protikladem více různých dvojic hodnot. Kombinace znělé a neznělé neaspirované explozivy se považuje za využití fonetické znělosti, zatímco rozdíl mezi neznělými neaspirovanými a neznělými aspirovanými stojí na rysu aspirace. Pro zachycení obecné distinkce na této škále, ať už je realizována jakkoli, se proto používá také neutrálnější termín *napjatost* (Skarnitzl, 2011, s. 72). Aspiraci nacházíme například u germánských jazyků (k nimž patří angličtina nebo němčina), naopak v češtině nebo španělštině odpovídá fonologické znělosti přítomnost fonetické znělosti.

1.2 Šepot

Lidé se v průběhu svých životů setkávají s mnoha druhy komunikačních situací, které jsou spjaty s odlišným užíváním jazyka. Variaci jazykového chování lze sledovat na několika rovinách – volba dialektu, lexikálních prostředků nebo míra pečlivosti artikulace představují jen několik možných příkladů. Zařadit mezi ně můžeme i šepot. Ačkoli ho lidé nepoužívají tak často jako běžnou řeč, činí tak ve specifických kontextech. Cirillo (2004) pomocí dotazníkového šetření zjistila, že její respondenti šeptají nejčastěji v soukromí s cílem posílit vzájemný vztah, když se obracejí na osobu sobě blízkou. Naopak výskyt šepotu ve veřejném prostoru obvykle souvisí se záměrem nerušit ostatní přítomné (např. v knihovně) nebo sdělit informaci určenou pouze adresátovi a v ostatních lidech může vyvolat negativní reakce. Lze proto předpokládat, že šepot je alespoň do určité míry

srozumitelný, protože v opačném případě by ho lidé nejspíš nepoužívali.

Z fonetického hlediska je šepot jedním ze základních druhů fonace. Při jeho produkci k sobě hlasivkové vazy nejsou přiblíženy natolik, aby mohly začít kmitat, takže místo hlasivkového tónu vzniká pouze šum (Skarnitzl a kol., 2016, s. 21). Šepot proto z definice zcela postrádá základní hlasivkovou frekvenci F_0 , která činí řeč znělou.

Kombinace výše uvedených poznatků vede k jistému paradoxu, který spočívá v relativní srozumitelnosti šeptané řeči navzdory chybějící základní hlasivkové frekvenci. Tento zjednodušený pohled lze podrobněji rozebrat z různých perspektiv. V první řadě je nutné srozumitelnost, předpokládanou na základě osobních zkušeností, ověřit empiricky, čemuž se více věnuji v podkapitole 1.3. Přijetí tohoto východiska však nebrání úvaze nad rolí minimálních párů v jazyce.

Rozpoznávání významu ze zvuku řeči je komplexní proces, na kterém se nepochybně ve velké míře podílí situační kontext. Zahrnuje prostředí, ve kterém se mluvčí nacházejí, stejně jako znalosti o světě, které spolu sdílejí, včetně vzájemných předchozích konverzací. Pokud si představíme hypotetické odebrání určitého distinktivního rysu, nabízí se otázka, jak velký prostor vzniká pro víceznačnost a možná nedorozumění při vnímání promluv. Omezíme-li svůj pohled na lexikální významy, s nimiž je pojem minimálního páru úzce spjat, zjistíme, že právě kontextem je mnohdy jeden člen páru dosti jednoznačně vyloučen. Přispívají k tomu jak syntaktická, tak sémantická vodítka – pro ilustraci zmiňme příslušnost k jiným slovním třídám nebo gramatickou shodu s dalšími větnými členy.

Uznání vlivu kontextu na vnímání slov ovšem nevyřazuje ze hry význam jejich fonetické realizace, spíše upozorňuje, že se jedná o spojení obou faktorů. Jejich vzájemný poměr můžeme odhadnout díky experimentům, které pracují s pseudoslovy a působení syntaktických a dalších vodítek tak eliminují.

1.3 Výzkum znělostního kontrastu v šepotu

Jako jeden z prvních se na experimentální ověřování rozlišitelnosti znělostních párů v šepotu zaměřil Dannenbring (1980). Nahrál anglické obstruenty /p b t d k g s z f v θ ð/ umístěné pro vyloučení vlivu sémantického kontextu do

samostatných slabik, tedy pouze v kombinaci s vokály /i a u/. Takto vytvořené položky pak prezentoval dvanácti posluchačům, kteří měli za úkol vybrat hlásku z nabízeného znělostního páru a na škále 1–7 určit, jak moc jsou si svojí odpovědí jistí. Navzdory velmi omezenému kontextu (sémantickému i fonetickému) se jejich úspěšnost statisticky významně lišila od náhodného tipování.

Dannenbringovy závěry ověřovala pomocí mírně odlišné metody Tartter (1989). Ve svém materiálu použila kromě obstruentů také nazály a aproximanty. Experimentu se sice zúčastnilo pouze šest respondentů, hlásku však nevybírali z konkrétního znělostního páru, ale museli ji zvolit stisknutím příslušného písmena na klávesnici. Autorka tak získala možnost vyhodnotit nejen úspěšnost rozpoznání znělosti, ale také místa a způsobu artikulace. Z těchto tří rysů se respondentům nejméně dařilo správně určit znělost, přesto ji v šepotu rozpoznali u 72 % hlásek.

Podobnou úspěšnost změřil Mills (2003), jehož percepční test obsahoval nucenou volbu v rámci znělostního páru. Anglické explozivy, frikativy a afrikáty umístil do tříhláskových (CVC) slov a pseudoslov (ovšem tak, aby slova obsahující znělostní protějšky vždy spadala do stejné kategorie). Deset mluvčích tyto položky nahrálo v rámci krátké nosné věty, kontext se tedy u jednotlivých hlásek nelišil. Šest posluchačů rozpoznalo explozivy, frikativy a afrikáty v šepotu průměrně v 79 % případů, zatímco u modálních hlásek tomu tak bylo v 93 % případů. Ačkoli se v šepotu jednalo o pokles úspěšnosti oproti znělé řeči, určování se stále pohybovalo nad úrovní náhody.

Mnoho studií zaměřených na akustickou podstatu šepotu zkoumalo jevy v temporální oblasti. Schwartz (1972) chtěl sice primárně ověřit delší trvání šeptaných slabik oproti modálním, kromě toho však objevil významně delší trvání intervokálních neznělých bilabiálních exploziv oproti znělým v obou fonacích. Obdobný experiment provedli Parnell a kol. (1977) s alveolárními obstruenty. Dospěli ke stejnému závěru – neznělé hlásky měly vyšší hodnoty trvání v šepotu i v modální fonaci. Tyto výsledky potvrdila pro frikativy také Tartter (1989). Mills (2003) ve svém již zmíněném výzkumu měřil vybrané akustické parametry alveolárních hlásek. Kromě významně delšího trvání neznělých hlásek (explozivy průměrně o 30 %, frikativy o 39 %) zjistil, že jim předcházely kratší vokály.

Delší trvání všech šeptaných hlásek platí i pro srbské konsonanty, jak s využitím dvouslabičných pseudoslov ukázali Jovičić a Šarić (2008). Zjistili také, že zatímco v modální fonaci dosahují znělé obstruenty vyšší intenzity než jejich neznělé protějšky, v šepotu se tento rozdíl v důsledku absence F0 ztrácí. Van de Velde a van Heuven (2011) pak zkoumali znělostní páry /p b/, /t d/, /f v/ a /s z/ v nizozemštině. Použili reálné jedno- a dvouslabičné minimální páry, které neobsahovaly málo frekventovaná slova a cílové konsonanty se v nich nacházely v iniciální a mediální pozici. Šeptané znělostní páry se lišily trváním svých členů a také kratším trváním předchozího vokálu před neznělými hláskami. Autoři v šepotu změřili i vyšší průměrnou intenzitu exploze či frikativního šumu neznělých hlásek v rámci každého páru, ačkoli v modální fonaci tento parametr pro rozlišení znělosti relevantní nebyl, což kontrastuje s výsledky Jovičiće a Šariće.

Z představených studií vyplývá, že znělostní kontrast lidé v šepotu poměrně dobře rozlišují, ačkoli je potřeba dodat několik poznámek. Zaprvé nelze tvrdit, že by tato opozice byla rozpoznávána stejně dobře jako v modální fonaci – podstatný poznatek však představuje zjištění, že nemizí zcela. Vhodné je dále upozornit na druh nahrávaných jednotek. Využití samostatných slabik či pseudoslov se sice vzdaluje přirozenému jazyku, ale díky vyloučení vlivu sémantického kontextu poskytuje silnější argument pro význam fonetických charakteristik šepotu. Celkový pohled trochu omezuje skutečnost, že velkou část výzkumu tvoří mluvčí angličtiny a závěry tak nelze příliš generalizovat v mezijazykovém srovnání. Uspokojivě nepůsobí také pouhé jednotky respondentů v uvedených studiích.

Na výčtu akustických rysů, kterými se znělostní páry v šepotu mohou lišit, se výrazně projevuje druh fonetické realizace fonologického kontrastu znělosti v konkrétním jazyce (viz 1.1). Opozici založenou na aspiraci, kterou nacházíme v často zkoumané angličtině, nepostihuje ztráta F0 v šepotu tak silně, protože tento rys lze produkovat v obou fonacích. Hranice mezi aspiračním šumem a následujícím vokálem se sice bez přítomnosti základní hlasivkové frekvence stírá, rozlišování znělostních párů však může stát na stejných (jen méně zřetelných) rysech jako v modální řeči. Zároveň není důvod předpokládat, že by aspiraci v šepotu pro rozlišování hlásek využívali mluvčí jazyků, které s tímto rysem jinak vůbec nepracují.

Mezi vodítka, která se vyskytují univerzálně a mohla by potenciálně fonologickou znělost signalizovat, tedy patří trvání dané hlásky, trvání okolních vokálů, spektrální vlastnosti a intenzita (exploze, respektive frikativního šumu). Mills (2003, s. 14) zmiňuje ještě možný vliv rozdílných kontur vokalických tranzientů. Zároveň však přiznává, že jsou v šepotu kvůli širším formantovým pásmům obtížně měřitelné.

1.4 Znělost a šepot v češtině

V českém fonologickém inventáři figuruje znělost dvěma způsoby. Inherentně znělé jsou v modální fonaci všechny vokály a sonory, na druhé straně u obstruentů je znělost využita distinktivně (Skarnitzl a kol., 2016, s. 102). Jak jsem již zmínila, tato fonologická kategorie odpovídá fonetické znělosti, tedy přítomnosti základní hlasivkové frekvence. Znělostní páry tvoří explozivny na všech čtyřech místech artikulace (bilabiální, alveolární, palatální a velární), většina frikativ (bilabiální, alveolární a postalveolární) a afrikáty (postalveolární). Navíc neznělá velární frikativa a neznělá alveolární afrikáta se alofonicky vyskytují v podobě svých znělých protějšků v důsledku asimilace znělosti.

Šepot ovšem patří v rámci fonetiky češtiny k méně prozkoumaným oblastem. Frikativám /f v s z ʃ ʒ/ se věnovali Machač a Šturm (2010), kteří je zasadili do krátkých českých vět. Materiál nahrálo deset mluvčích nejprve v modální fonaci a o týden později v šepotu. Výsledky potvrdily významný rozdíl v trvání neznělých a znělých hlásek v obou fonacích, ačkoli v modální fonaci se rozdíl projevil o něco výrazněji. Neznělé frikativy měly také vyšší intenzitu než jejich znělé protějšky. Specifickým se ukázal labiodentální pár, který se jako jediný významně lišil v dalších parametrech (rozdíl intenzity konsonantu a okolních vokálů, spektrální těžiště).

Zajímavé výsledky přinesl percepční test, který porovnával úspěšnost posluchačů při určování frikativ s různě širokým fonetickým kontextem (samotná frikativa, frikativa v sekvenci VCV a frikativa v rámci skupiny tří slabik). Znělost určovali na posuvné škále označené slovně od *neznělý* po *znělý*, která byla pro zpracování převedena na hodnoty od 0 do 100 bodů. Ukázalo se tak, že páry

nejsou rozpoznatelné pouze na základě spektrálních vlastností a posluchačům významně pomáhají informace o trvání, spektrálním těžišti a relativní intenzitě frikativ vůči okolním vokálům.

Artikulaci šeptaných frikativ /s z ʃ ʒ/ zkoumali pomocí elektropalatografie (EPG) Skarnitzl a kol. (2013). Zatímco v modální fonaci vykazovaly znělé frikativy vyšší míru kontaktu, tento rozdíl v šepotu zmizel. Artikulace znělostních protějšků se tedy v šepotu pravděpodobně příliš neliší. Šeptané hlásky paradoxně dosahovaly podobných hodnot jako modální znělé, postalveoláry dokonce vyšších.

1.5 Struktura a cíle práce

Při zkoumání znělostního kontrastu v šepotu jsem posuzovala dvě základní otázky. První z nich se zaměřuje na funkční využití této distinkce: *Je v šepotu znělostní kontrast funkčně zachován?* Jinými slovy se lze ptát, jestli jsou mluvčí schopni jednotlivé šeptané hlásky rozpoznávat stejně dobře jako v modální fonaci. Druhé hledisko se pak soustředí na samotnou akustickou podstatu produkovaných hlásek: *Je absence F0 vyvážena jinými parametry?* Tedy nacházejí se v šepotu rysy, kterými se fonologicky znělé a neznělé hlásky liší?

Kombinací obou otázek teoreticky vznikají čtyři možné závěry, které jsou stručně zachyceny v tabulce 1.1. Pokud by percepční test neprokázal rozlišitelnost znělostních párů v šepotu a vybrané parametry znělých a neznělých hlásek by se významně nelišily, získali bychom možné vysvětlení ztráty jejich identifikovatelnosti. Výsledky by poukazovaly na úzké navázání fonologické znělosti na přítomnost základní hlasivkové frekvence, při jejíž absenci tak mizí i dané opozice. Případné objevené akustické rozdíly lze odůvodnit odlišnostmi v artikulačním nastavení mluvních orgánů.

Také v situaci, kdy posluchači znělostní kontrast v šepotu rozlišují, se nabízejí dvě varianty podle výsledků akustických analýz. Neprokáží-li významné rozdíly vlastností hlásek ve znělostních párech, zůstane rozpoznatelnost opozice znělosti otevřenou otázkou. Vhodnou cestou by pak mohlo být přezkoumání možných nedostatků provedeného experimentu, případně zaměření pozornosti na jiné akustické parametry. V opačném případě, tedy při nalezení významných

		Je v šepotu znělostní kontrast funkčně zachován?	
		ANO	NE
Je absence F0 vyvážena jinými parametry?	ANO	Tyto parametry mohou přebírat funkci znělosti.	Odlišné charakteristiky šepotu nestačí pro rozlišení opozic.
	NE	Rozlišení opozic se zakládá na jiných parametrech.	Absence F0 není kompenzována, kontrast se proto ztrácí.

Tabulka 1.1: Důsledky kombinace dvou výzkumných otázek.

rozdílů v hodnotách některých parametrů, by bylo možné uvažovat o tom, že právě tyto parametry v šepotu přebírají funkci značení znělostního kontrastu.

Pro poslední zmíněnou variantu navrhují van de Velde a van Heuven (2011) na základě srovnání s modální fonací dvě různé hypotézy. Pokud v modální fonaci nalezneme významné rozdíly v hodnotách parametrů, které odlišují znělostní páry hlásek v šepotu, jedná se o hypotézu *redundance*. Zakládá se na úvaze, že rysy sloužící k rozpoznávání hlásek v šepotu jsou přítomny i v modální fonaci společně se základní hlasivkovou frekvencí, při jejímž odebrání pouze získávají na významu. Naproti tomu hypotéza *kompenzace* předpokládá aktivní posun hodnot konkrétních rysů, které původně se znělostním kontrastem nijak zásadně nesouvisely, a to právě z důvodu vynahrazení ztráty F0, tak aby byla zachována její původní funkce.

Výše představené otázky jsem zkoumala na češtině s úmyslem zasadit je do kontextu výzkumu šepotu, který dosud probíhal převážně na jazycích, jejichž znělostní kontrast není tak silně svázan s přítomností základní hlasivkové frekvence. Kromě frikativ, kterým se již určité pozornosti dostalo (Machač a Šturm, 2010; Skarnitzl a kol., 2013), jsem se zaměřila i na třídu exploziv.

Pro zodpovězení druhé otázky jsem se rozhodla nahrát několik mluvčích při produkci fonologicky znělých i neznělých hlásek v šepotu, změřit vybrané akustické parametry znělostních protějšků a porovnat jejich hodnoty. Postup získávání dat je podrobněji popsán v podkapitolách 2.1 a 2.2 a výsledky analýz v kapitole 3. K posouzení první otázky sloužil percepční test, který jsem sestavila z části nahrávek na základě výsledků akustické analýzy. Jeho tvorba je popsána v podkapitole 2.5 a vyhodnocení v podkapitole 3.3.

2. Metoda

2.1 Materiál

V centru zájmu mého výzkumu stály páry hlásek, jejichž opozice se zakládá na kontrastu znělosti. Zaměřila jsem se proto na české explozivny a frikativy. Z druhé skupiny jsem vyřadila ty hlásky, které v českém fonologickém systému nemají znělostní protějšek na stejném místě artikulace, tedy /x/ a /f/. Získala jsem tak následujících čtrnáct cílových hlásek: /p b t d c ʃ k g f v s z ʒ ʒ/.

Hlásky jsem se rozhodla umístit do pseudoslov, a to především z toho důvodu, abych zamezila vlivu odlišných četností výskytu reálných slov v jazyce. Ačkoli by snad bylo možné najít minimální páry pro všechny dvojice hlásek, bylo by obtížné zajistit, aby oba členy páru měly podobnou frekvenci užívání. Toto hledisko je důležité nejen při produkci, ale také při percepci, a při opomenutí by mohlo mít zkreslující vliv na rozpoznávání hlásek (vliv frekvence slov na lexikální rozhodování zkoumali například Fox (1984) a Connine a kol. (1993)). Hledání vhodných minimálních párů by navíc komplikovaly požadavky na shodnou délku a strukturu všech slov.

Vzhledem k neutralizaci znělostního kontrastu na konci slov přicházelo v úvahu pouze zkoumání hlásek v iniciální a mediální pozici. Zvolila jsem jednoduchou slabičnou strukturu CV, která se v češtině běžně vyskytuje (Bičan, 2016). Záměrem bylo také její použití u všech slov, aby kombinace více různých struktur nenarušila srovnatelnost měření v oblasti trvání hlásek. Vzala jsem v potaz také odlišné vlastnosti poslední slabiky, která obvykle bývá delší, tišší a hůře ohraničitelná (což potvrdila i segmentace nahrávek). Rozhodla jsem se proto pro pseudoslova trojslabičná (CVCVCV), tak aby mediální hlásky nebyly umístěny v poslední slabice. Každá cílová hláska se v iniciální i mediální pozici objevila desetkrát.

Na pozice sousedící s cílovými hláskami jsem umístila vokál /a/. Pro zkoumání hlásek v dalších kontextech by bylo zapotřebí větší množství dat, než jaké umožnil rozsah bakalářské práce. Jednotlivé vokalické kvality totiž mohou různými způsoby ovlivňovat vlastnosti konsonantů a každou kombinaci by proto bylo nutné analyzovat zvlášť.

Aby materiál nepůsobil monotónně a lépe se mluvčím četl, využila jsem pro poslední slabiku cílových slov a také pro skupinu doplňkových slov jinou sadu hlásek. Sestávala z cílových hlásek kromě /c ʃ g ʒ/, které jsou v češtině méně frekventované (Bičan, 2016), a obsahovala navíc hlásky /m n r l j x/. Také použité vokály jsem rozšířila na /a ε ɪ o u/. Dlouhé samohlásky jsem raději ponechala stranou, aby byl zachován stejný rytmus a temporální vlastnosti slov.

Při tvorbě cílových slov jsem nejprve náhodně zkombinovala skupinu všech cílových hlásek (i s opakováním) v iniciální pozici s identickou skupinou hlásek mediálních a tyto slabiky pak doplnila vokálem /a/. Stejným způsobem vznikly poslední slabiky i skupina doplňkových slov, pouze jsem využila odlišnou sadu konsonantů a vokálů, jak bylo popsáno výše. Takto sestavená slova jsem následně jednotlivě zkontrolovala a upravila je tak, aby se v nich stejné kombinace iniciální a mediální hlásky neopakovaly více než třikrát. Pozměnila jsem také ta slova, která se podle mého uvážení příliš podobala reálným českým slovům. Unikátních cílových slov jsem vytvořila celkem 140, doplňkových pak 70.

Slova byla rozdělena do deseti bloků, z nichž polovina byla určena pro modální fonaci a polovina pro šepot. Modální a šeptané bloky byly sestaveny nezávisle na sobě, takže sice obsahovaly stejná slova, ale v jiném pořadí. Každý blok tvořilo vždy sedm řádků po šesti slovech. První a poslední slovo řádku bylo náhodně vybráno ze skupiny doplňkových slov, zbylé čtyři pozice sloužily slovům cílovým. Pro tuto strukturu jsem se rozhodla, protože jsem předpokládala, že tak získám srovnatelnou podobu produkce všech cílových slov. Řádek mohl být mluvčími vnímán jako určitá strukturní jednotka, což by je mohlo vést k mírně odlišné realizaci prvního a posledního slova (například přečtením prvního slova důrazněji a posledního s klesavou intonací a zpomalením).

K zápisu slov jsem využila běžného českého pravopisu, aby byla lehce srozumitelná laickému čtenáři. Postalveolární frikativy jsem proto zapisovala pomocí grafémů „š“ a „ž“, neznělou velární frikativu pak digrafem „ch“. Palatální hlásky odpovídající grafémům „ť ď ň“ nad sebou neměly háček, pokud po nich následoval vokál /ɪ/ nebo /ε/ (ve druhém případě jsem podle pravopisu využila grafému „ě“). Mluvčí byli na tato spojení upozorněni v instrukcích. Kromě obvyklého „i“ jsem některé výskyty vokálu /ɪ/ zapsala grafémem „y“, aby se položky přiblížily

vizuální podobě češtiny, ačkoli se běžně oba grafémy vyslovují stejně.

Slova byla vytištěna velkými písmeny a na každém řádku oddělována čárkami. Řádky byly očíslovány a měly mezi sebou větší mezery, aby si mluvčí pro orientaci na papíře nemuseli ukazovat prstem a zbytečně tak nevytvářeli rušivé zvuky. Nad prvním řádkem bylo v závorce uvedeno, jakou fonací mají mluvčí daný blok přečíst, tedy *normálně* (modální fonací) nebo *šeptem*. Kompletní podoba bloků je uvedena v Příloze A.

Pro každého mluvčího jsem vytvořila unikátní pořadí bloků tak, že se pravidelně střídaly bloky modální fonace a šepotu, aby se mluvčí dlouhým šeptáním neunavili. Polovina mluvčích začínala jedním a polovina druhým typem fonace. Pořadí vznikla náhodně až na to, že jsem zajistila, aby se určitý blok nevyskytoval nerovnoměrně například vždy na konci nahrávání.

2.2 Nahrávání

Nahrávání se zúčastnilo celkem deset mluvčích, z toho polovina muži a polovina ženy. Všichni byli rodilými mluvčími češtiny a v době nahrávání netrpěli žádným respiračním onemocněním. Jejich věk se pohyboval od 18 do 26 let (medián i průměr 22,5 let). Za účast ve výzkumu nebyli nijak odměněni.

Nahrávání proběhlo postupně během tří dnů ve fonetickém nahrávacím studiu. Mluvčí nejprve vyplnili a podepsali informovaný souhlas s účastí ve výzkumu. Následně jim byly v písemné formě předloženy instrukce, jejichž nejpodstatnější části jsem zopakovala i ústně společně se zodpovězením případných dalších otázek. Mluvčí četli slova z papírů, které měli položené před sebou na stole. V polovině nahrávání, které trvalo kolem 20 minut, byla zařazena krátká pauza.

Mluvčí byli vyzváni ke čtení s normálním úsilím a v mírném tempu, s oddělováním jednotlivých slov drobnými pauzami. Při zaváhání či chybě, které se v malé míře objevily u každého, se měli sami opravit a dané slovo zopakovat. Pokud si omyl neuvědomili, byli k opětovnému přečtení řádků s chybami vyzváni po pátém, respektive desátém bloku. Nahrávky byly uloženy se vzorkovací frekvencí 44,1 kHz a s 24-bitovou kvantizací.

2.3 Zpracování nahrávek

Z nahrávek jsem nejprve v programu Audacity (Audacity Team, 2020) odstranila všechny rušivé a chybné části tak, aby obsahovaly pouze správně přečtená pseudoslova. Pomocí zabudované funkce vyhledávání zvuku jsem pak slova jednotlivě označila a jejich přesné ohraničení ručně zkontrolovala, případně opravila. Nahrávky jednotlivých slov jsem si následně uložila pod názvem obsahujícím kód mluvěcího, druh fonace a příslušné pseudoslovo.

K nahrávkám jsem dále připojila předem připravené vzorové textgridy s transkripcí a v programu Praat (Boersma a Weenink, 2020) jsem manuálně provedla segmentaci celého materiálu. Řídila jsem se zásadami, které ve své publikaci doporučili Machač a Skarnitzl (2009), tedy průběhem oscilogramu a změnami ve formantové struktuře, které byly doplněny poslechovou kontrolou. Při jejich aplikaci na modální nahrávky jsem se nesečkala s žádnými neobvyklými problémy. Šeptané nahrávky však vyžadovaly mírně adaptovaný přístup, neboť jsem se nemohla řídit například nástupem plné formantové struktury, který signalizuje hranici mezi obstruentem a vokálem. Při segmentaci jsem se proto více orientovala podle oscilogramu. Šumová podstata všech hlásek navíc stírá rozdíly v jejich charakteru a přechody jsou proto obecně méně zřejmé.

Závěrovost zůstává jako primární vlastní rys exploziv přítomná i v šepotu. Jejich počátek jsem tedy kladla do místa nejvýraznějšího poklesu amplitudy šumu, který příslušel předchozímu vokálu. Turbulentnější explozivní šum, který vzniká prudkým rozražením artikulačních orgánů, jsem od následujícího vokalickeho šumu rozlišovala primárně v oscilogramu – exploze se obvykle vyznačovala krátkým úsekem s vyššími amplitudami, který kontrastoval s homogennější oblastí vokalickeho šumu. Tuto informaci doplňovala změna v zastoupení jednotlivých frekvenčních pásem ve spektrogramu. Kromě vymezení celé hlásky jsem značila také počátek exploze.

Ačkoli šeptané frikativy nebyly ohraničeny přítomností formantových sloupků okolních vokálů, lišily se od nich v dostatečné míře svým spektrálním složením. Hranice jsem proto umísťovala do středu přechodové oblasti mezi oběma hláskami, která bývala doprovázena změnou amplitud šumu. Počátek iniciálních frikativ jsem kladla do místa, kde byl v oscilogramu i spektrogramu zřejmý nástup šumu,

v případě pozvolného nástupu pak do středu této oblasti.

Nazály a aproximanty se v šepotu vokálům dosti podobaly, nicméně stejně jako v modální fonaci dosahovaly nižší celkové intenzity. Vibranta /r/ byla mluvčími realizována především jako jednokmitná a její segmentace tak spočívala v ohraňování tohoto kmitu (případně celého úseku lišícího se spektrálním složením). Hlávky v poslední slabice navíc mívaly nejnižší intenzitu z celého slova, takže jejich přesná segmentace byla často problematická. Z tohoto důvodu jsem je pro akustickou analýzu nepoužila.

Většinu výše zmíněných hranic provázely také změny frekvenčního složení hlásek, které se projevovaly i v automaticky odhadovaných hodnotách formantů. Segmentaci vždy doprovázela kontrola poslechem. Příklady aplikace popsaného postupu ukazuje obrázek 2.1.

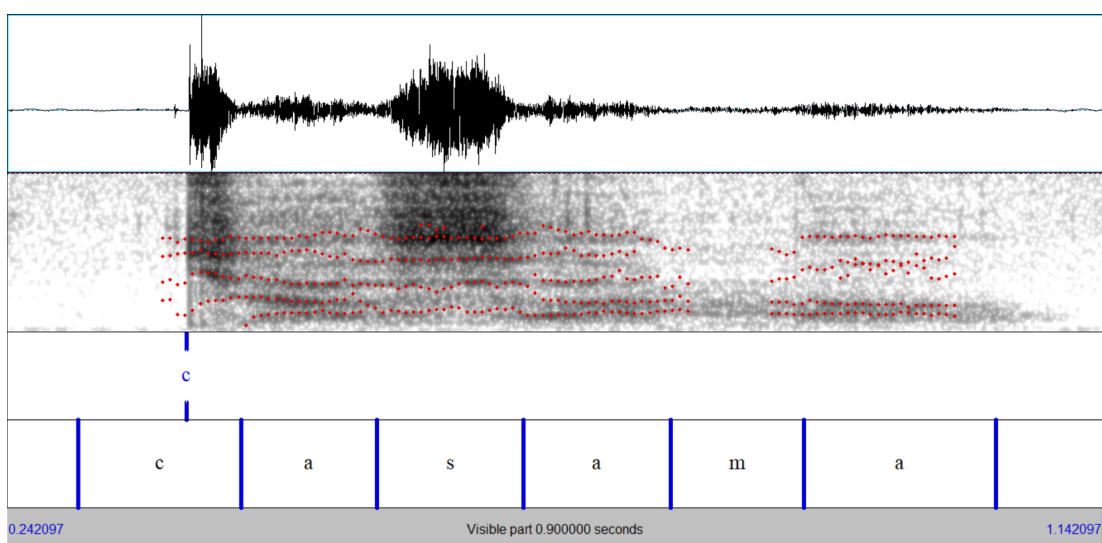
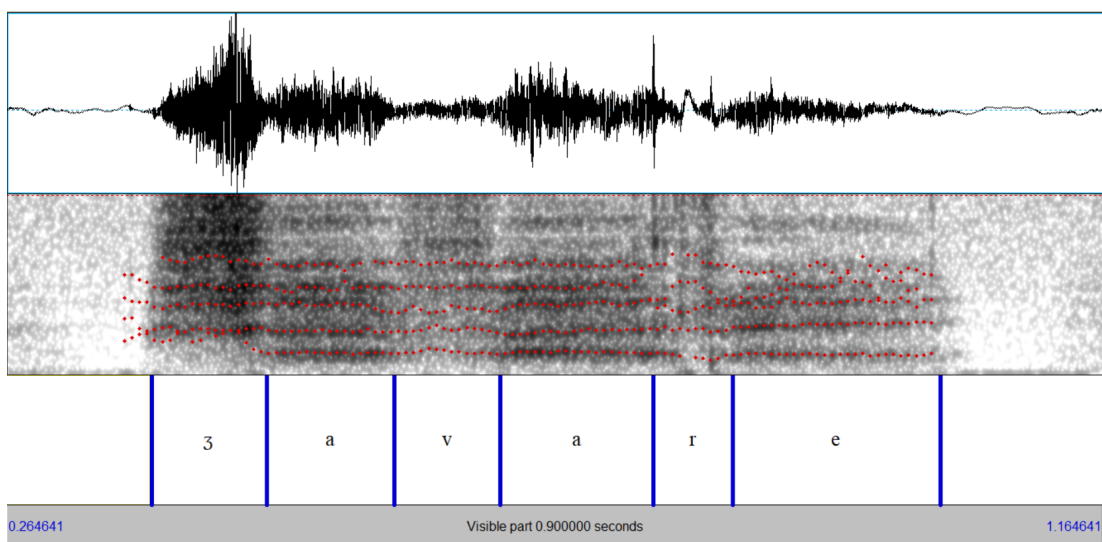
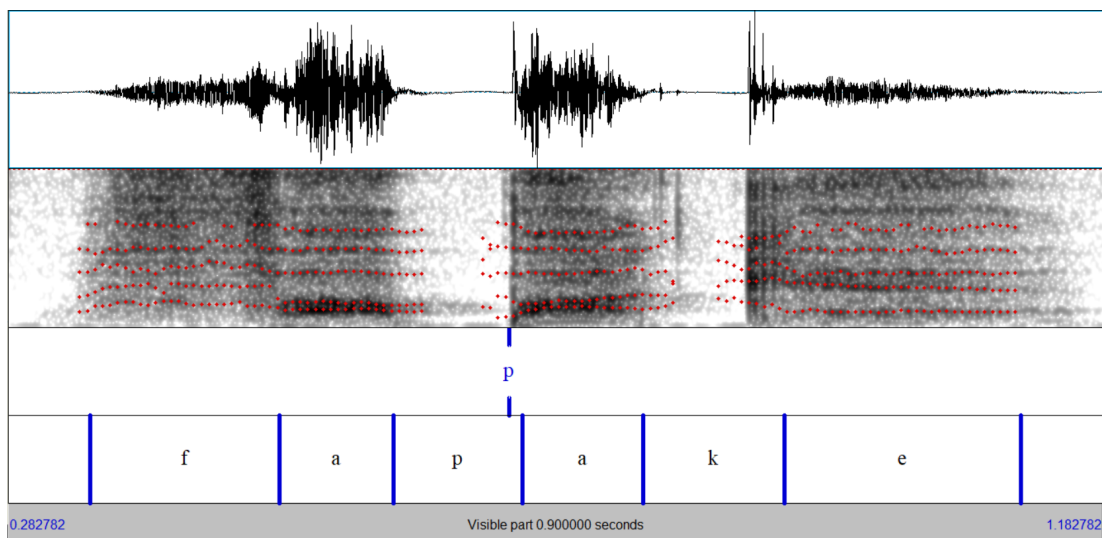
2.4 Akustická analýza

Zpracování dat a temporální měření jsem provedla v programu R (R Core Team, 2019) s využitím knihoven rPRAAT a tidyverse (Bořil a Skarnitzl, 2016; Wickham a kol., 2019). Ze zpracovaných textgridů jsem nejprve extrahovala údaje o časovém umístění hranic mezi jednotlivými segmenty. Následně jsem z nich vypočítala trvání cílových hlásek. Abych mohla srovnávat trvání hlásek od více mluvčích, kteří mluvili různě rychle, rozhodla jsem se hodnoty trvání normalizovat.

Pro výpočet průměrného hláskového artikulačního tempa každého mluvčího jsem kvůli nespolehlivosti segmentace poslední slabiky (viz 2.3) použila pouze hlávky z prvních dvou slabik, tedy (C)VCV (trvání nelze měřit u iniciálních exploziv). Normalizované trvání každé hlávky jsem vypočítala pomocí následujícího vzorce, ve kterém t a t_{norm} označují reálné a normalizované trvání a AT_m průměrné artikulační tempo daného mluvčího (v hláskách za sekundu).

$$t_{norm} = t \frac{AT_m}{10}$$

Normalizované hodnoty trvání tak odpovídaly shodnému artikulačnímu tempu 10 hlásek za sekundu.



Obrázek 2.1: Ukázka segmentace šeptaných slov *fapake*, *žavare*, *tasama*.

Spektrální těžiště jsem pomocí skriptu změřila v programu Praat, ale se získanými hrubými daty jsem dále pracovala opět v R. Spektrum jsem vytvořila vždy ze střední části frikativ (vymezenou jako 20–80 % trvání hlásky), kde bývají charakteristiky hlásek nejstabilnější a odpovídají artikulačnímu cíli. Pro explozivny byl vybraný úsek ohraničen počátkem uvolnění závěru a koncem explozivny a odpovídal tak trvání explozivního šumu. Příslušné části hlásek byly vyříznuty pomocí Hammingova okna.

Vzhledem k tomu, že i při drobných změnách vzdálenosti od mikrofonu dochází k výrazným rozdílům v naměřené intenzitě, rozhodla jsem se absolutní hodnoty tohoto parametru nesrovnávat ani zvláště pro jednotlivé mluvčí. Místo nich jsem se zaměřila pouze na relativní rozdíly mezi cílovými hláskami a okolními vokály. U frikativ a vokálů jsem opět posuzovala pouze jejich střední část (vymezenou jako 20–80 % trvání hlásky) a u exploziv samotný explozivní šum. V těchto úsecích jsem v Praatu změřila průměrnou intenzitu všech segmentů (s výchozím nastavením všech parametrů) a vypočítala z nich relativní hodnoty.

Vliv znělosti na hodnoty zkoumaných parametrů jsem analyzovala pomocí lineárního smíšeného modelu v programu R s využitím knihovny lme4 (Bates a kol., 2015). Jako fixní faktory vstupovaly proměnné znělost hlásky, znělostní pár, pohlaví mluvčího a pozice hlásky ve slově (poslední proměnná nebyla přítomna pro parametr trvání předchozího vokálu, který jsem měřila pouze v mediální pozici). Náhodnými faktory pak byli jednotliví mluvčí (s různými intercepty pro proměnnou znělost) a pseudoslova. Vizuální kontrolou odchylek jsem u modelu pro spektrální těžiště objevila heteroskedasticitu, proto jsem pro použití v modelu hodnoty těžiště zlogaritovala. Odchyly u dalších modelů žádné zásadní rozdíly oproti normálnímu rozdělení a homoskedasticitě nevykazovaly.

Pro vyhodnocení signifikantnosti vlivu znělosti na zkoumané parametry jsem využila testy pomocí poměru věrohodností (angl. *Likelihood Ratio Tests*), kterými jsem srovnávala plný model se stejným modelem, jen bez faktoru znělosti. Obdobně jsem zjišťovala významnost interakcí mezi fixními faktory, tedy srovnáním modelu obsahujícího danou interakci s modelem, který ji neobsahoval.

2.5 Percepční test

Pro percepční test jsem na základě výsledků akustických analýz vybrala čtyři mluvčí, dva muže a dvě ženy. Od každého mluvčího jsem použila 28 nahrávek reprezentujících všech čtrnáct cílových hlásek v iniciální a mediální pozici, celkem tedy 112 nahrávek. Slova jsem volila tak, aby se v percepčním testu každé objevilo pouze jednou. Se zaměřením na parametr trvání cílové hlásky, respektive parametr relativní intenzity vůči následujícímu vokálu (u iniciálních exploziv) jsem pro obě pohlaví zvolila jednoho mluvčího, jehož znělostní páry se v těchto parametrech lišily výrazněji (MUM3, SPF4), a druhého mluvčího, jehož kontrasty byly naopak menší (MPM4, SPF2). Konkrétní položky pro percepční test jsem pak vybírala tak, aby cílové hlásky co nejlépe reprezentovaly průměrné hodnoty daných parametrů u každého mluvčího.

V průběhu experimentu byly účastníkům v náhodném pořadí postupně prezentovány jednotlivé nahrávky spolu se zobrazeným slovem, jehož cílová hláska byla nahrazena podtržítkem. Účastníci měli za úkol chybějící hlásku doplnit výběrem z nabídky, která obsahovala všechny cílové konsonanty spolu s /m n r l j/. Pro popsání formátu jsem se rozhodla z toho důvodu, abych posluchače přímo neupozornila na problematiku znělosti, k čemuž metoda nucené volby mezi členy znělostního páru přispívá. Ze stejného důvodu jsem ke slovům s cílovými hláskami přidala dalších 32 doplňkových slov (8 od každého mluvčího), ve kterých podtržítka nahrazovala také hlásky /m n r l j/. Záměrem bylo, aby posluchači odpovědi zvažovali spíše podvědomě, proto měli možnost si každou nahrávku přehrát znovu pouze jedenkrát. Slova jsem zapsala pomocí stejného pravopisu jako během nahrávání. Jediným rozdílem bylo použití malých písmen, která jako běžný text působila přirozeněji. Každé položce předcházela desenzitační zvuk v podobě krátkého pípnutí.

Před spuštěním samotného experimentu účastníci potvrdili souhlas s účastí ve výzkumu a vyplnili základní osobní údaje. Následně se seznámili s průběhem experimentu a konkrétními instrukcemi. Ovládání testovacího rozhraní si pak vyzkoušeli na osmi cvičných položkách, které sestávaly ze dvou slov od každého z vybraných mluvčích. Posluchači tak měli možnost si nastavit vhodnou hlasitost a zároveň si na hlasy mluvčích zvyknout. Experiment byl po každé třetině

přerušen krátkou pauzou na odpočinek a celkově trval 10–20 minut.

Percepční test byl zadán online prostřednictvím rozhraní PsyToolkit (Stoet, 2010, 2017). Účastníci byli vyzváni, aby ho absolvovali v klidném prostředí a se sluchátky. Test vyplnilo celkem 29 lidí (9 mužů a 20 žen) ve věku od 18 do 83 let (medián 46 let). Všichni byli rodilými mluvčími češtiny.

3. Výsledky

3.1 Akustická analýza šeptaných pseudoslov

3.1.1 Trvání cílové hlásky

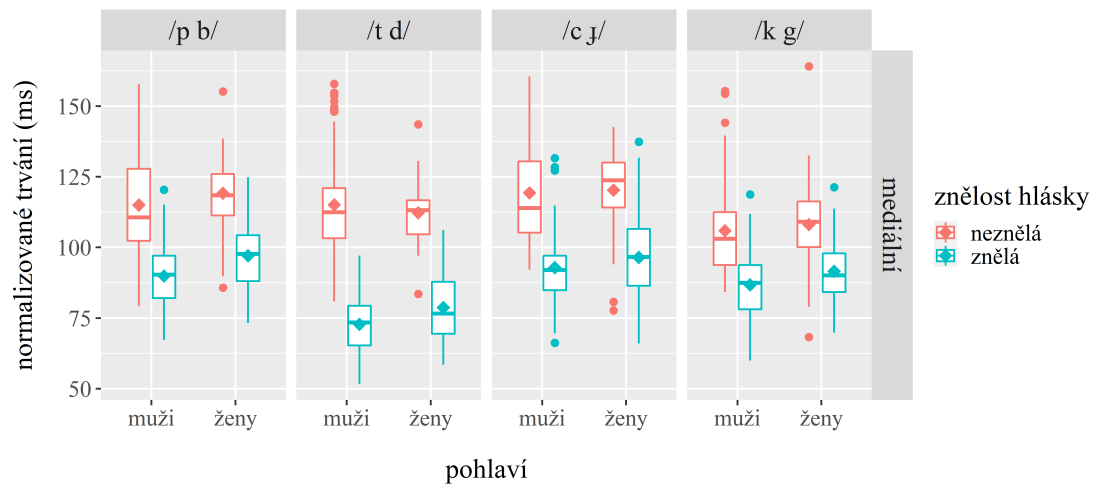
Parametr trvání cílové hlásky byl statisticky významně ovlivněn její znělostí (na hladině významnosti $\alpha = 0,05$, $p < 0,001$) a jako významné se ukázaly také interakce s faktory znělostního páru, pohlaví mluvčího a pozice hlásky ve slově (pro všechny interakce, $p < 0,001$). V grafu 3.1 vidíme hodnoty normalizovaného trvání mediálních exploziv, které byly průměrně vyšší pro neznělé hlásky. Pozorujeme zde však výrazný vliv znělostního páru na velikost tohoto rozdílu. Zatímco průměrné trvání alveolárních exploziv se lišilo o 42 ms u mužů a o 33 ms u žen, neznělé velární /k/ bylo oproti znělému /g/ průměrně delší jen o 19 ms u mužů a o 16 ms u žen.

Hodnoty normalizovaného trvání frikativ v jednotlivých skupinách zachycuje graf 3.2. Vidíme, že neznělé hlásky měly systematicky delší trvání napříč znělostními páry. Největších rozdílů mezi svými členy dosahovaly v obou pozicích labiodentální frikativy (36–70 ms), naopak nejméně se lišil pár /ʃ ʒ/ (27–33 ms).

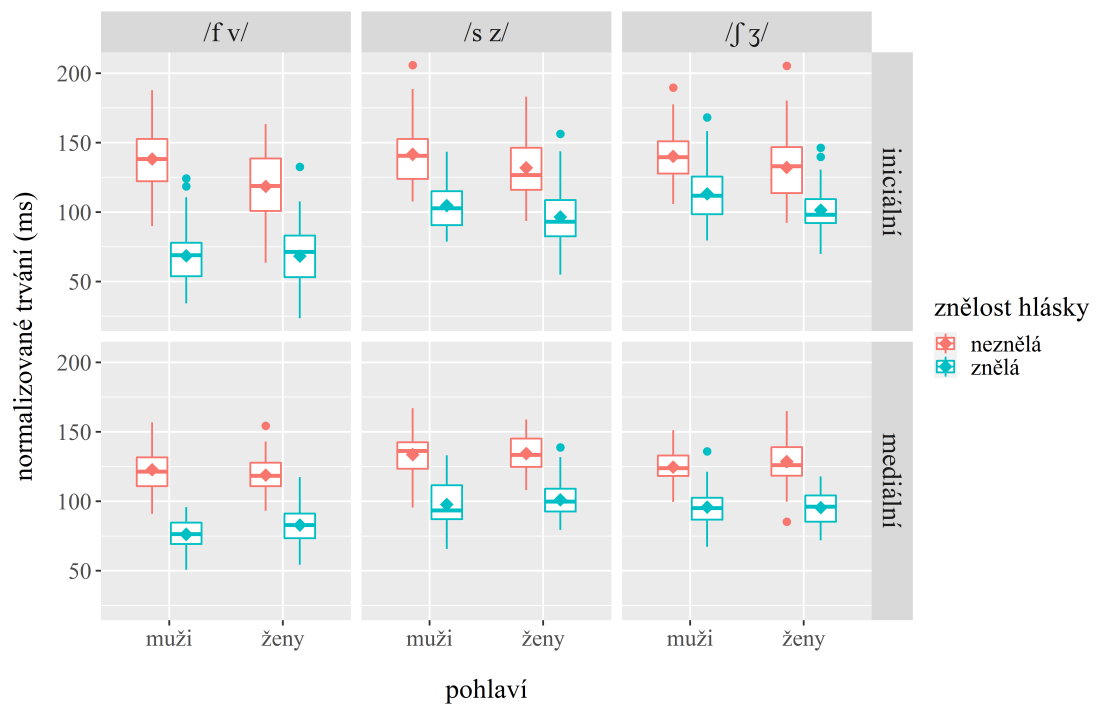
Tabulka 3.1 shrnuje průměrné rozdíly normalizovaného trvání všech hlásek spolu s vyčíslením relativního trvání neznělých hlásek vůči znělým. Právě z poměrových dat vyplývá, že neznělé frikativy (kromě iniciálního /ʃ/ u mužů) byly minimálně o 30 % delší a neznělé explozivy (kromě mediálního /k/ u žen) alespoň o 20 % delší než jejich znělé protějšky. Ve většině případů byly rozdíly i poměry průměrného normalizovaného trvání mezi členy znělostních párů mírně výraznější u mužů než pro příslušné hlásky u žen.

3.1.2 Trvání okolních vokálů

Prokázal se také vliv znělosti hlásky na trvání předcházejícího a následujícího vokálu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (pro oba parametry, $p < 0,001$). Na trvání následujícího vokálu se navíc projevila interakce znělosti se znělostním párem ($p = 0,0026$), pohlavím mluvčího ($p = 0,0057$) a pozicí hlásky ve slově



Obrázek 3.1: Hodnoty normalizovaného trvání šeptaných mediálních exploziv. Kosočtverce značí průměr pro danou skupinu hlásek.



Obrázek 3.2: Hodnoty normalizovaného trvání šeptaných frikativ. Kosočtverce značí průměr pro danou skupinu hlásek.

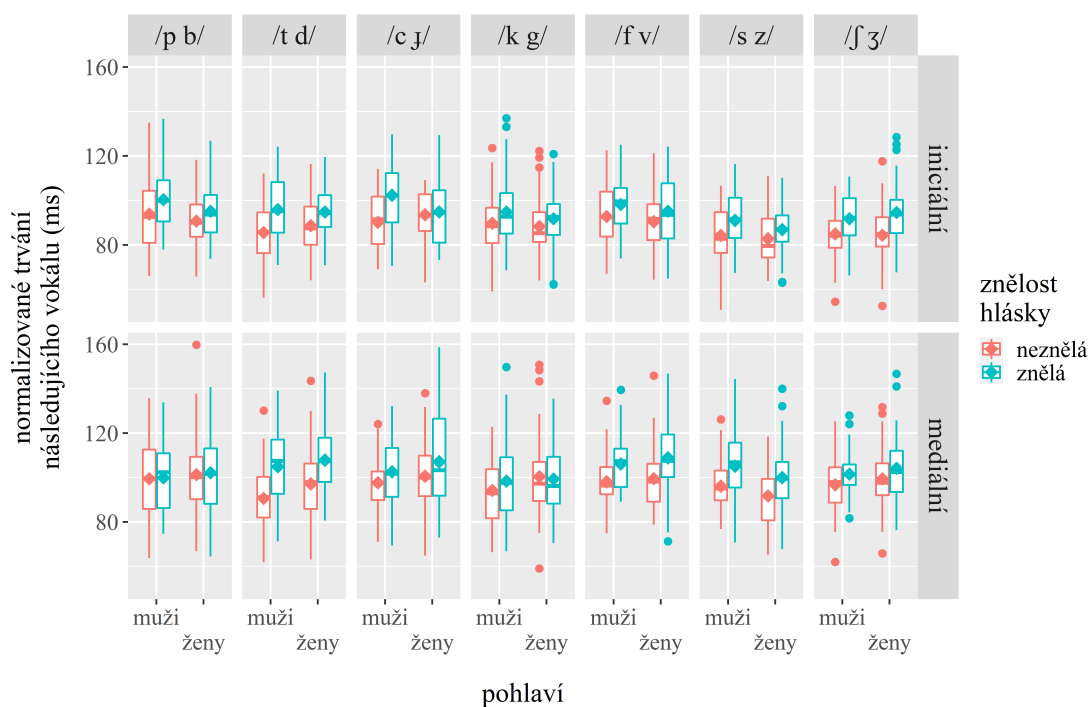
znělostní pár	pozice	muži		ženy	
		rozdíl (ms)	poměr N/Z	rozdíl (ms)	poměr N/Z
/p b/	mediální	25,1	1,28	22,1	1,23
/t d/	mediální	42,3	1,58	33,5	1,43
/c ʃ/	mediální	26,4	1,28	23,8	1,25
/k g/	mediální	19,1	1,22	16,5	1,18
/f v/	iniciální	69,7	2,02	50,3	1,74
/f v/	mediální	46,5	1,61	36,0	1,43
/s z/	iniciální	36,9	1,35	35,4	1,37
/s z/	mediální	35,9	1,37	33,3	1,33
/ʃ ʒ/	iniciální	27,0	1,24	30,6	1,30
/ʃ ʒ/	mediální	28,9	1,30	33,1	1,35

Tabulka 3.1: Rozdíly průměrného normalizovaného trvání v rámci znělostních párů šeptaných obstruentů a poměry průměrného normalizovaného trvání neznělých (N) vůči znělým (Z) členům těchto párů.

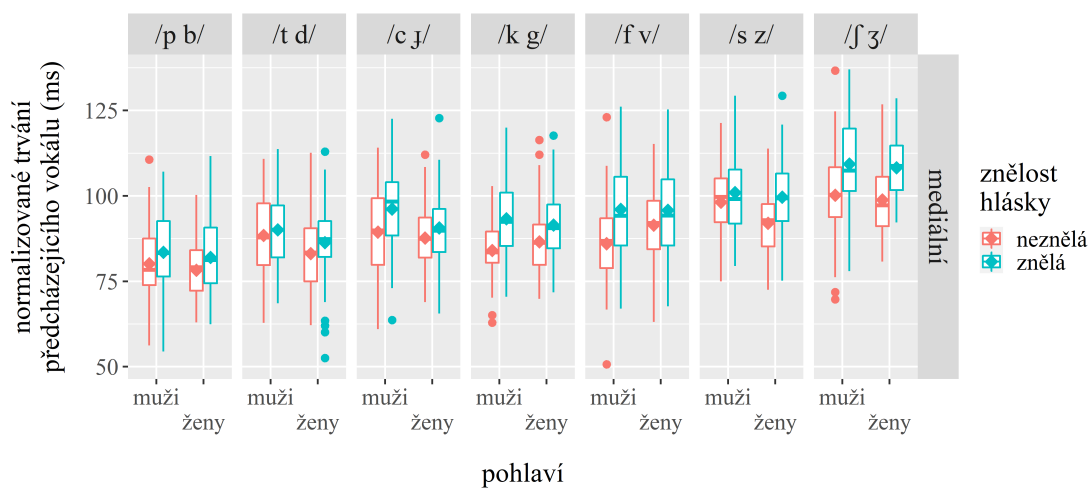
($p < 0,001$). Pro parametr trvání předcházejícího vokálu nebyla statisticky významná interakce se znělostním párem ($p = 0,3$) ani s pohlavím mluvčího ($p = 0,6$).

Největšího kontrastu dosahovalo trvání vokálů následujících po alveolárních explozivách – vokály po znělém /d/ měly průměrně o 10 % delší trvání v iniciální pozici a o 13 % delší trvání v mediální pozici než vokály následující po neznělém /t/. Rozdíly v trvání vokálů po všech ostatních párech hlásek se pohybovaly v jednotkách milisekund, celkově nejmenší jsem zaznamenala po bilabiálních a velárních explozivách. Hodnoty trvání vokálů následujících po jednotlivých obstruentech ukazuje graf 3.3.

V podobném rozsahu se pohybovaly také rozdíly průměrného normalizovaného trvání vokálů předcházejících znělým a neznělým hláskám, které pro žádný znělostní pár nepřesáhly 10 ms. Vokály před znělými hláskami tak měly průměrně o 6 % delší trvání než vokály před hláskami neznělými. Graf 3.4 zachycuje jejich hodnoty před jednotlivými znělostními páry.



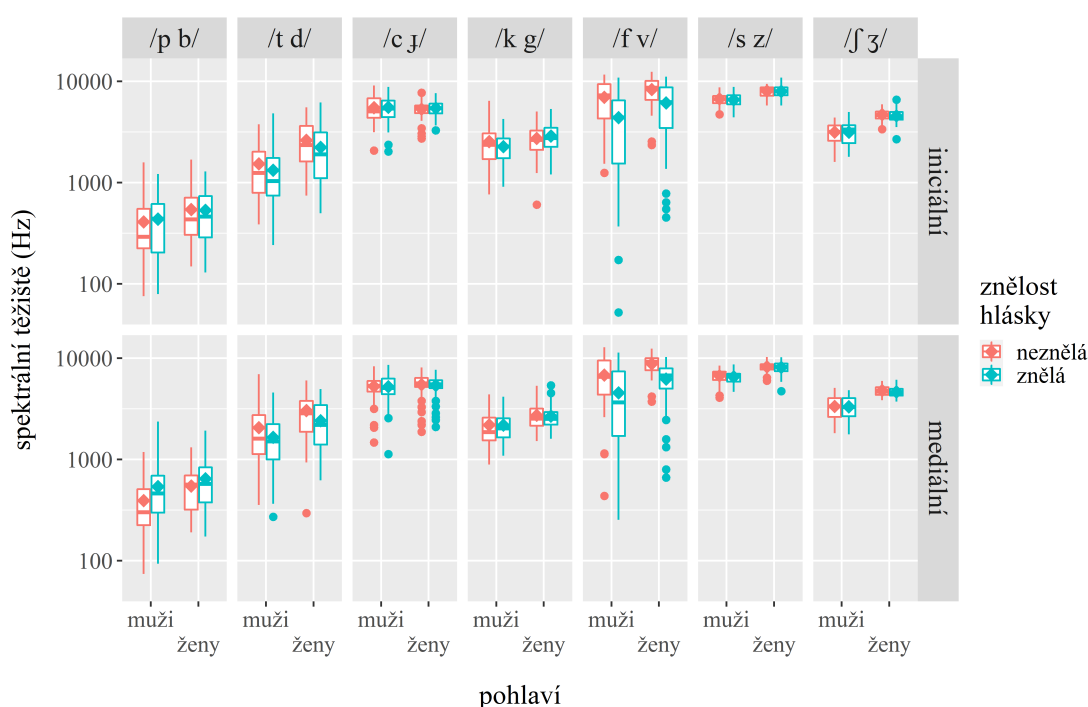
Obrázek 3.3: Hodnoty normalizovaného trvání vokálů následujících po cílových šeptaných obstruentech. Kosočtverce značí průměr pro danou skupinu hlásek.



Obrázek 3.4: Hodnoty normalizovaného trvání vokálů předcházejících cílovým šeptaným mediálním obstruentům. Kosočtverce značí průměr pro danou skupinu hlásek.

3.1.3 Spektrální těžiště

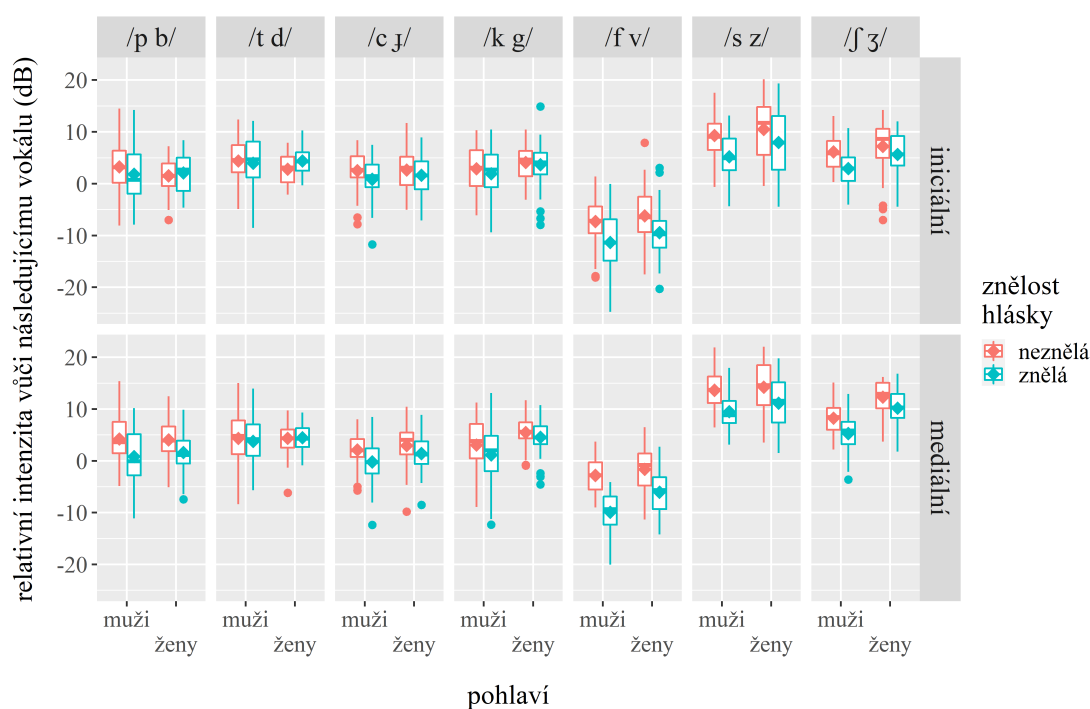
Znělost na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ statisticky významně ovlivňovala i spektrální těžiště ($p = 0,0033$), stejně jako její interakce se znělostním párem a pohlavím mluvčího (pro oba parametry, $p < 0,001$), ale interakce s pozicí hlásky ve slově významná nebyla ($p = 0,55$). Graf 3.5 ukazuje hodnoty spektrálního těžiště pro jednotlivé skupiny hlásek spolu s jejich průměry. Při pohledu na něj je zřejmé, že labiodentální frikativy mezi ostatní znělostní páry nezapadají nejen kvůli velmi výrazným rozdílům mezi průměry spektrálního těžiště (kolem 2 400 Hz, těžiště neznělých hlásek jsou tedy vyšší o 39 % u žen a o 54 % u mužů), ale také celkově větším rozptylem hodnot. S odstupem následují alveolární explozivy, jejichž průměrná spektrální těžiště měla pro neznělé /t/ přibližně o 21 % vyšší hodnoty než pro znělé /d/, což odpovídalo 308 Hz u mužů a 502 Hz u žen. Kromě výše zmíněných hlásek pak žádný rozdíl nepřekročil hranici 150 Hz. U bilabiálních exploziv nicméně nacházíme opačné chování oproti ostatním párům – znělé /b/ mělo spektrální těžiště mírně vyšší než neznělé /p/.



Obrázek 3.5: Hodnoty spektrálního těžiště šeptaných obstruentů. Kosočtverce značí průměr pro danou skupinu hlásek.

3.1.4 Relativní intenzita vůči následujícímu vokálu

Znělost měla vliv také na relativní intenzitu hlásek vůči následujícímu vokálu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ ($p < 0,001$). Navíc se prokázala významnost interakce znělosti se znělostním párem, pohlavím mluvčího i pozicí hlásky ve slově (pro všechny parametry, $p < 0,001$). Hodnoty tohoto parametru zobrazuje graf 3.6. Ze srovnání jednotlivých znělostních párů jasně vystupují neznělé frikativy /f/ a /s/, které se od svých znělých protějšků lišily průměrně o 2,5–7,1 dB. Zato rozdíly průměrů v rámci párů /t d/ a /k g/ nepřesáhly 2 dB a pro alveolární explozivy u žen se navíc jednalo o vztah v opačném směru (neznělé hlásky měly nižší relativní intenzitu než znělé). Ve většině případů byly rozdíly mírně větší v mediální pozici oproti iniciální a zároveň se výrazněji projevovaly u mužů než u žen.



Obrázek 3.6: Hodnoty relativní intenzity šeptaných obstruentů vůči následujícímu vokálu. Kosočtverce značí průměr pro danou skupinu hlásek.

3.2 Srovnání parametru trvání cílové hlásky v modální a šeptané fonaci

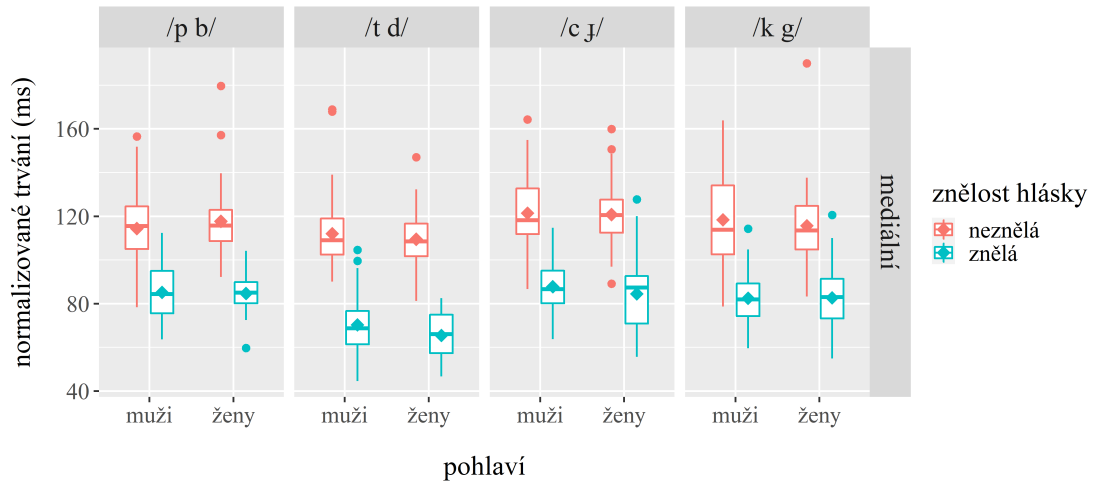
3.2.1 Trvání cílové hlásky v modální fonaci

V modálních pseudoslovech jsem změřila trvání cílových hlásek, tedy parametr, kterým se šeptané znělostní páry lišily nejvíce. Stejně jako v šepotu měla na jeho hodnoty statisticky významný vliv znělost hlásek (na hladině významnosti $\alpha = 0,05, p < 0,001$) a významné byly také interakce se znělostním párem ($p < 0,001$), pohlavím mluvčího ($p = 0,0031$) a pozicí hlásky ve slově ($p < 0,001$). Hodnoty normalizovaného trvání modálních exploziv a frikativ zobrazují grafy 3.7 a 3.8. Delší trvání neznělých hlásek se jasně projevovalo napříč znělostními páry – trvání neznělých obstruentů převyšovalo u všech skupin trvání příslušných znělých protějšků nejméně o 20 %. Mezi explozivami dosahoval největšího rozdílu alveolární pár, neznělé /t/ mělo průměrně o 63 % delší trvání než znělé /d/, což odpovídalo 43 ms.

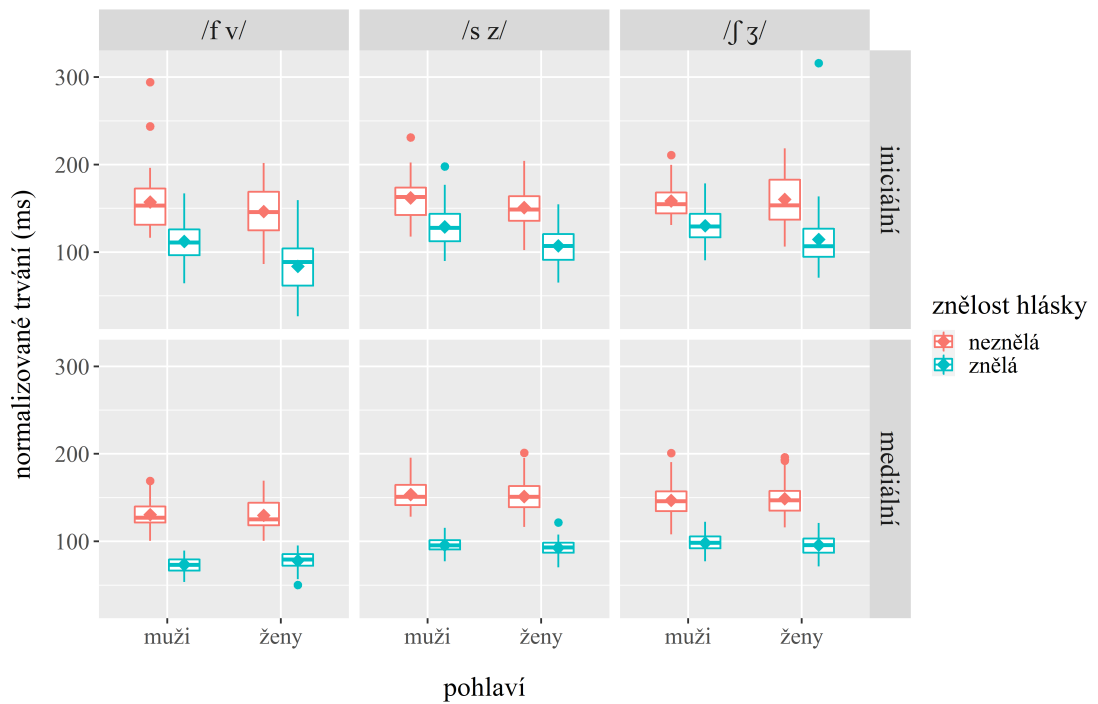
U frikativ jsem zaznamenala vždy výraznější rozdíly v jejich trvání v mediální pozici oproti pozici iniciální. Nejvíce se v tomto parametru lišily labiodentální frikativy, neznělé byly delší průměrně o 55 % (54 ms) v iniciální a o 72 % (55 ms) v mediální pozici. Tabulka 3.2 shrnuje průměrné hodnoty normalizovaného trvání všech hlásek v modální fonaci spolu s vyčíslením relativního trvání neznělých hlásek vůči znělým.

3.2.2 Srovnání modální a šeptané fonace

Určité rozdíly v poměru trvání neznělých a znělých obstruentů jsem naměřila v obou fonacích, graf 3.9 proto nabízí jejich srovnání. V mediální pozici vidíme jasné zmenšení kontrastu trvání (průměrně o 18 procentních bodů) v šepotu oproti modální fonaci u všech znělostních párů. Jedinou výraznější výjimkou byly alveolární explozivy u mužů, jejich neznělé /t/ si v obou fonacích zachovalo průměrně o 60 % delší trvání než znělé /d/. Odlišné chování nacházíme u iniciálních frikativ. Zatímco u žen zůstával poměr trvání v obou fonacích velmi podobný nebo v šepotu jen mírně klesl, u mužů data ukázala větší rozdíly v šepotu.



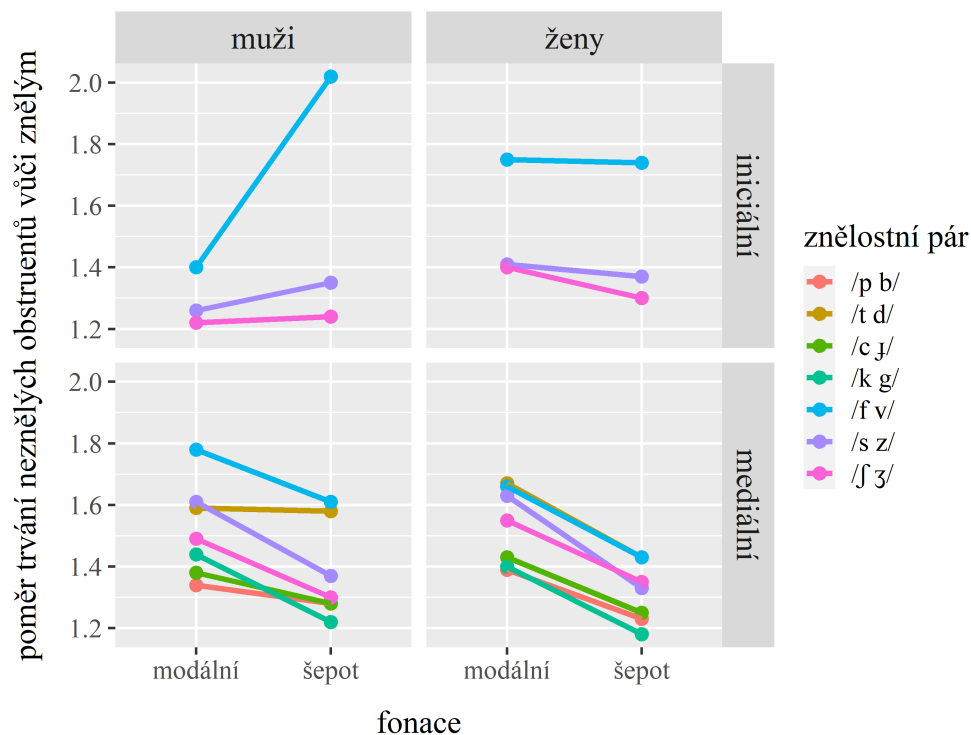
Obrázek 3.7: Hodnoty normalizovaného trvání modálních mediálních exploziv. Kosočtverce značí průměr pro danou skupinu hlásek.



Obrázek 3.8: Hodnoty normalizovaného trvání modálních frikativ. Kosočtverce značí průměr pro danou skupinu hlásek.

znělostní pár	pozice	muži		ženy	
		rozdíl (ms)	poměr N/Z	rozdíl (ms)	poměr N/Z
/p b/	mediální	29,2	1,34	33,0	1,39
/t d/	mediální	41,8	1,59	44,0	1,67
/c ʃ/	mediální	33,6	1,38	36,3	1,43
/k g/	mediální	35,9	1,44	33,0	1,40
/f v/	iniciální	45,1	1,40	62,6	1,75
/f v/	mediální	57,1	1,78	51,8	1,66
/s z/	iniciální	33,2	1,26	43,6	1,41
/s z/	mediální	57,9	1,61	58,5	1,63
/ʃ ʒ/	iniciální	28,4	1,22	45,9	1,40
/ʃ ʒ/	mediální	48,5	1,49	52,9	1,55

Tabulka 3.2: Rozdíly průměrného normalizovaného trvání v rámci znělostních párů modálních obstruentů a poměry průměrného normalizovaného trvání neznělých (N) vůči znělým (Z) členům těchto párů.



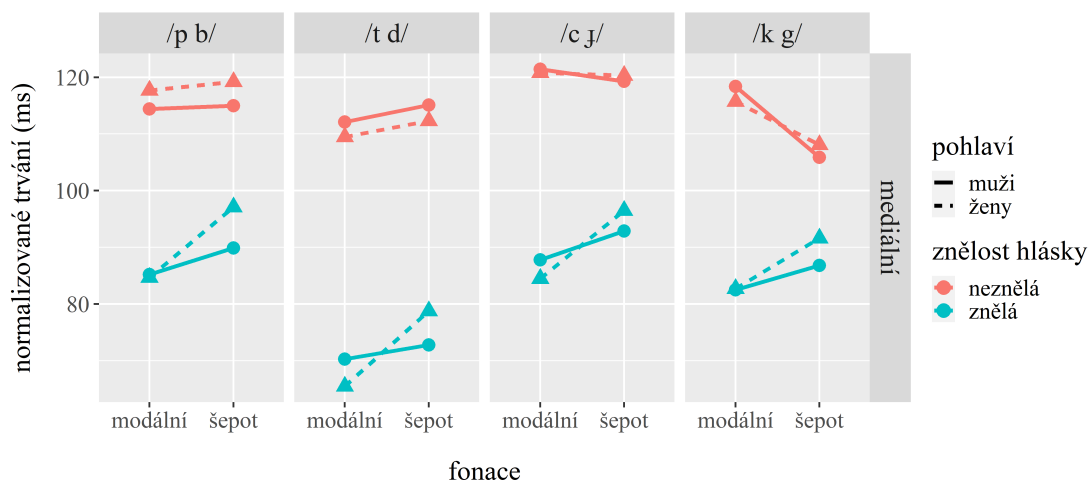
Obrázek 3.9: Poměry průměrného normalizovaného trvání neznělých obstruentů vůči znělým v modální a šepované fonaci.

Vztah obou fonací podrobněji rozebírají grafy 3.10 a 3.11, které zachycují průměrné normalizované trvání znělých a neznělých exploziv, respektive frikativ v modální fonaci a šepotu. Ukázalo se, že zmenšení kontrastu v trvání znělostních protějšků bylo u exploziv způsobeno převážně delším trváním znělých hlásek v šepotu. Průměrné trvání neznělých exploziv dosahovalo v obou fonacích srovnatelných hodnot až na velární explozivy, jejichž kratší trvání se dále podílelo na zmenšení rozdílu v rámci znělostního páru /k g/. U mediálních frikativ byla situace opačná. Ke slabšímu kontrastu mezi znělými a neznělými frikativami totiž přispělo kratší trvání neznělých frikativ v šepotu, zatímco trvání jejich znělých protějšků zůstalo v obou fonacích víceméně shodné. Naproti tomu všechny iniciální frikativy měly průměrně kratší trvání bez ohledu na znělost, z čehož pramenilo podobné nebo dokonce větší relativní trvání neznělých vůči znělým hláskám.

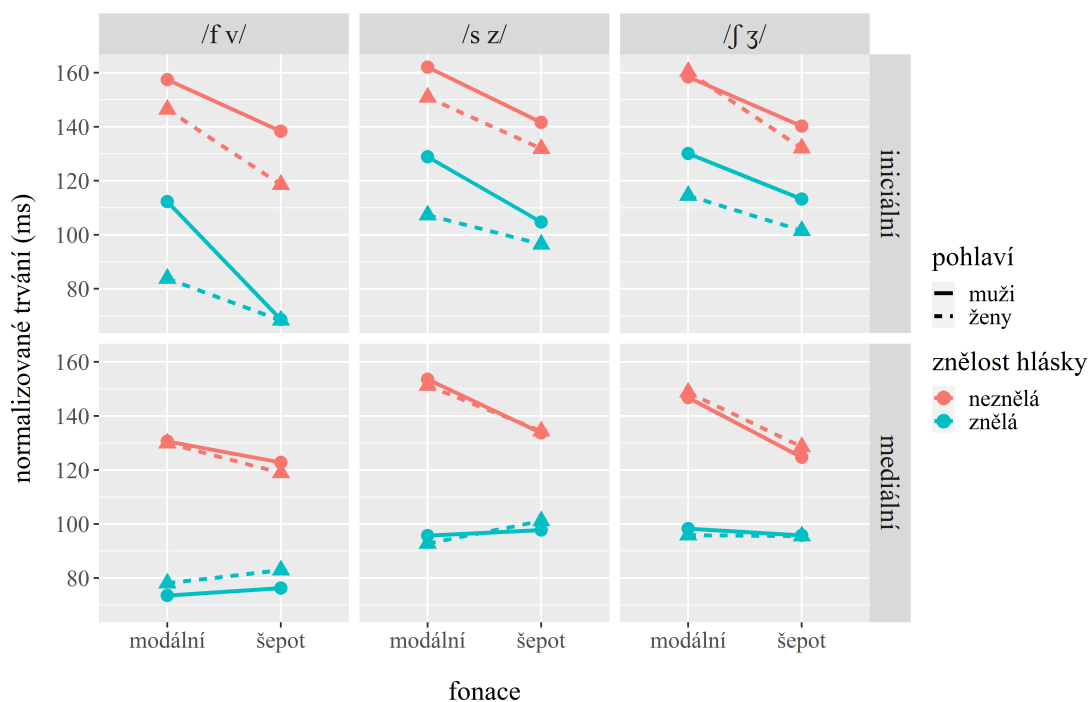
3.3 Percepční test

Odpovědi získané v percepčním testu jsem rozdělila do tří kategorií. Největší část představovaly správně určené hlásky (76 %) následované chybami v určení znělosti (22 %), tedy ve zvolení znělostního protějšku cílové hlásky. Poslední a nejmenší skupinu (2 %) tvořily nesprávné odpovědi různého druhu, v některých případech se pravděpodobně jednalo o určení iniciální hlásky místo mediální nebo naopak. Těchto 59 položek pocházelo od dvaceti různých účastníků (z celkových dvaceti devíti), z nichž osmnáct se jinak než ve znělosti spletlo nanejvýš čtyřikrát, pouze dva účastníci častěji (konkrétně v šesti a jedenácti případech). Většina účastníků tedy chybovala pouze ve znělosti nebo udělala jinou chybu jen výjimečně. Celková úspěšnost jednotlivých účastníků se pohybovala mezi 61–87 % (medián 80 %) správných odpovědí. Pro další detailní analýzy bylo vzhledem k tématu práce použito 98 % dat (tedy kategorie zahrnující správně určené hlásky a chyby v určení znělosti).

Kontrast mezi oběma analyzovanými kategoriemi proto spočíval pouze ve správném či nesprávném určení znělosti cílové hlásky. Abych se vyhnula pseudoreplikaci, vypočítala jsem pro každého účastníka indexy úspěšnosti,



Obrázek 3.10: Srovnání průměrného normalizovaného trvání mediálních exploziv v modální a šeptané fonaci.



Obrázek 3.11: Srovnání průměrného normalizovaného trvání frikativ v modální a šeptané fonaci.

kteře v rozsahu 0–1 vyjadřovaly podíl správně určených hlásek z dané skupiny (například iniciálních alveolárních frikativ). Průměrem indexů všech účastníků jsem získala výslednou úspěšnost v každé skupině, ke které jsem pomocí binomického testu (Harrell, 2021) doplnila konfidenční intervaly (s Bonferroniho korekcí podle počtu skupin).

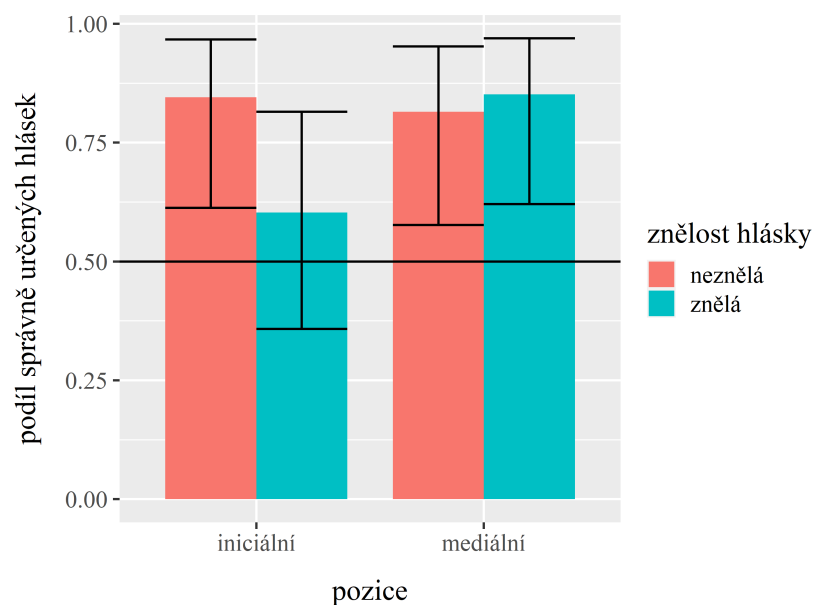
3.3.1 Rozpoznatelnost cílových hlásek

Graf 3.12 zobrazuje průměrný podíl správně určených znělých i neznělých hlásek v obou pozicích a konfidenčními intervaly na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ s Bonferroniho korekcí ($n = 4$). Konfidenční interval znělých iniciálních hlásek zahrnuje hodnotu 0,5, s danou mírou jistoty proto nelze vyloučit, že se jednalo o pouhé náhodné tipování odpovědí. U ostatních skupin hlásek bylo správné určování znělosti statisticky významné.

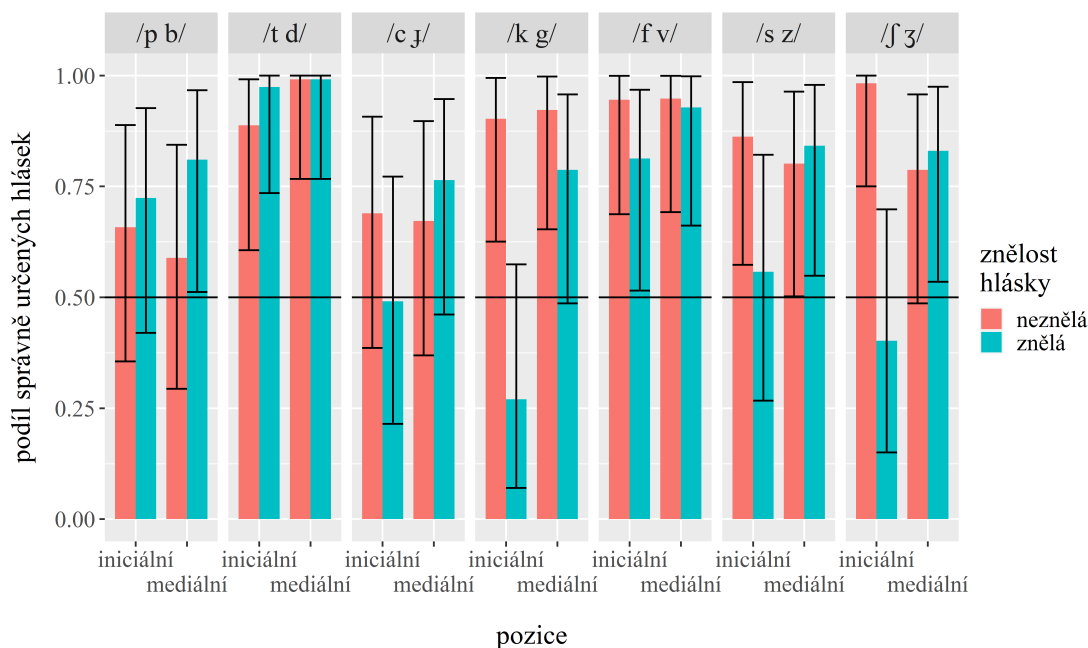
Graf 3.13 zachycuje průměrné podíly správně rozpoznávaných hlásek rozdělených podle znělosti, znělostního páru a pozice ve slově s konfidenčními intervaly na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (opět upravené Bonferroniho korekcí, $n = 28$). Pozorujeme zde výrazné rozdíly v závislosti na znělostním páru. Zatímco rozpoznatelnost obou členů párů /t d/ a /f v/ dosahovala statistické významnosti v iniciální i mediální pozici, u palatálních exploziv nelze tipování zamítnout ani v jedné z nich. V iniciální pozici byla úroveň náhody v úspěšnosti rozpoznávání převyšena celkem u sedmi obstruentů (pěti neznělých a dvou znělých), v mediální pozici dokonce u devíti (z toho čtyř neznělých a pěti znělých).

3.3.2 Rozpoznatelnost mluvčích

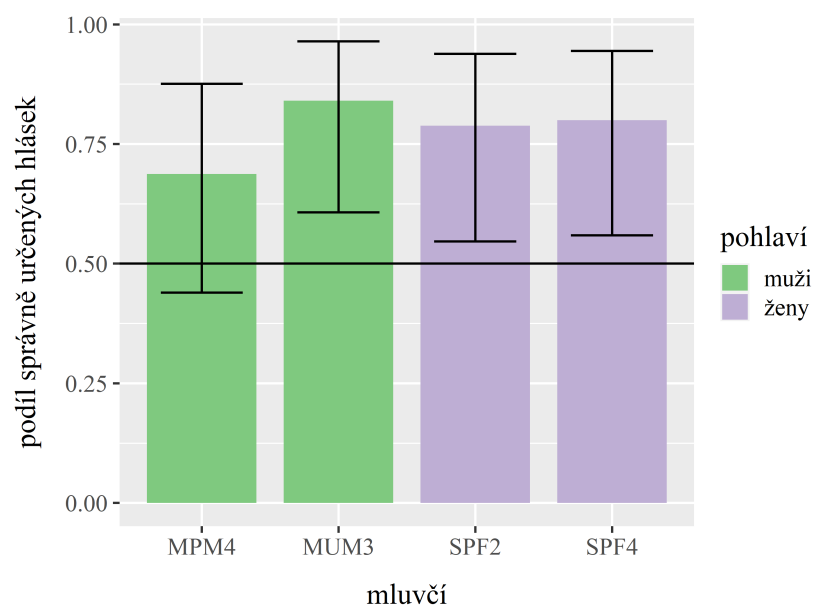
Graf 3.14 ukazuje, jak se účastníkům dařilo hlásky rozpoznávat v závislosti na mluvčím, od kterého dané slovo pocházelo. Konfidenční intervaly na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (s Bonferroniho korekcí, $n = 4$) ukazují, že se rozpoznatelnost hlásek žádného mluvčího statisticky významně nelišila od ostatních. Kromě mírné tendence u mužských mluvčích (MUM3 a MPM4) se tak neprojevil rozdíl mezi mluvčími, jejichž nahrávky obsahovaly větší nebo menší kontrasty vybraných akustických parametrů (viz 2.5).



Obrázek 3.12: Průměrný podíl správně určených znělých a neznělých hlásek v iniciální a mediální pozici (s chybovými úsečkami na hladině významnosti $\alpha = 0,05$, Bonferroniho korekce pro $n = 4$). Horizontální čára značí náhodné tipování.



Obrázek 3.13: Průměrný podíl správně určených znělých a neznělých hlásek v rámci jednotlivých znělostních párů (s chybovými úsečkami na hladině významnosti $\alpha = 0,05$, Bonferroniho korekce pro $n = 28$). Horizontální čára značí náhodné tipování.



Obrázek 3.14: Průměrný podíl správně určených hlásek podle mluvčích (s chybovými úsečkami na hladině významnosti $\alpha = 0,05$, Bonferroniho korekce pro $n = 4$). Horizontální čára značí náhodné tipování.

4. Diskuze

4.1 Znělostní kontrast z funkčního hlediska

Provedené experimenty si kladly za cíl přispět k odhalení vlastností znělostního kontrastu v šepotu ze dvou různých perspektiv. První otázka na tento druh fonace nahlížela očima běžného mluvčího, který se orientuje primárně na obsah promluv. Lexikální významy se z velké části zakládají na opozicích mezi fonémy jazyka, mezi které patří i znělostní kontrast. Mluvčím však záleží hlavně na zachování *funkce* rozdílu mezi danými páry hlásek oproti jejich fonetické realizaci. Percepčním testem jsem zkoumala právě tento aspekt, neboť jsem věnovala pozornost pouze správnosti rozpoznání hlásky a vodítka, na jejichž základě se účastník rozhodoval, jsem nechávala zcela stranou. Realita ovšem nebývá černobílá a ani na otázku *Je v šepotu znělostní kontrast funkčně zachován?* tak nelze krátce odpovědět, aniž bychom zanedbali některé důležité faktory. Ukázalo se, že účastníci nebyli schopni všechny hlásky identifikovat bezchybně ani neodpovídali jen náhodně, ale pohybovali se mezi těmito dvěma extrémy. Pro přiměřenou interpretaci jejich výsledků stojí za připomenutí, že stoprocentní úspěšnosti nemusejí lidé dosahovat vždy ani v modální fonaci, jak dokládá Mills (2003), jehož posluchači rozpoznali modální obstruenty v angličtině pouze v 93 % případů.

4.1.1 Rozpoznatelnost znělosti podle pozice ve slově

Pro smysluplné posuzování úspěšnosti jsem považovala za nutné hlásky rozdělit alespoň do skupin podle znělosti a jejich pozice ve slově. Zatímco u znělých hlásek v šepotu chybí klíčové kmitání hlasivek, realizace těch neznělých je v obou fonacích mnohem podobnější, což může vést k rozdílné míře jejich identifikovatelnosti. Mediální pozice navíc disponuje širším fonetickým kontextem než pozice na začátku slova. Na této úrovni detailu vidíme, že účastníci experimentu rozpoznali mnoho hlásek ve všech skupinách kromě znělých iniciálních hlásek. Nejnižší úspěšnost v rámci této skupiny neudivuje, protože je absencí fonetické znělosti i menším hláskovým kontextem oproti ostatním nejvíce znevýhodněna. V ostatních skupinách se odpovědi pohybovaly statisticky významně nad úrovní

náhody. Znělostní kontrast byl tedy v mediální pozici funkčně zachován.

V iniciální pozici považovali účastníci percepčního testu více znělých hlásek za neznělé než naopak. Toto zjištění nepůsobí vzhledem k absenci fonetické znělosti v šepotu nijak překvapivě a dokládají ho i další autoři (Tartter, 1989; Mills, 2003). Zároveň je vhodné si uvědomit, že neznělé obstruenty se kromě páru /f v/ objevují v češtině jako fonémy častěji než jejich příslušné znělé protějšky (Bičan, 2016). Pokud tedy posluchač váhá, vyplatí se mu předpokládat neznělý obstruent, jehož výskyt je statisticky pravděpodobnější.

Průměrná úspěšnost při identifikaci všech mediálních obstruentů činila 83 %, zatímco v iniciální pozici se vlivem větší chybovosti u znělých hlásek snížila na 72 % (pouze v mediální pozici statisticky významně převýšila náhodné odhadování). K otázce funkčního zachování znělostního kontrastu tak lze říci, že sice v šepotu oslabuje, zcela jistě však nemizí úplně, zvláště v mediální pozici. Tento závěr odpovídá výsledkům, které získali Tartter (1989) a Mills (2003) pro angličtinu. Ti v percepčních testech naměřili rozpoznatelnost hlásek 72 %, respektive 79 %. Tartter (1989) také popsala vyšší míru úspěšnosti při určování místa a způsobu artikulace oproti znělosti, což se potvrdilo i na mých datech – chyb v rozpoznání místa i způsobu artikulace se objevilo řádově menší množství než chyb v rozpoznání znělosti. Takový stav je očekávatelný, protože akustické rysy spojené s místem a způsobem artikulace v šepotu zůstávají.

4.1.2 Rozpoznatelnost jednotlivých znělostních párů

Rozdělení všech čtyř skupin podle znělostních párů odhalilo další informace. Nejvýrazněji vystupoval trend, který kopíroval obecnou úspěšnost identifikace hlásek rozdělených jen podle znělosti a pozice ve slově. Projevoval se významným poklesem rozpoznatelnosti znělých iniciálních hlásek oproti ostatním skupinám, jejichž hodnoty se vzájemně lišily podstatně méně. Tomuto pravidelnému vzorci neodpovídají pouze znělostní páry /p b/ a /t d/. Nyní postupně rozeberu chování jednotlivých párů.

Nejsnáze rozpoznatelným párem byly pro účastníky alveolární explozivy /t d/, které správně identifikovali s průměrnou úspěšností 96 %. Navzdory celkové tendenci nemělo nejnižší skóre znělé iniciální /d/, ale neznělé iniciální /t/ (89 %),

avšak i tak statisticky významně převyšovalo náhodu. Znělostní kontrast byl tedy pro tento pár funkčně téměř nezasažen. Podobně dopadly labiodentální frikativy, které byly správně rozpoznány průměrně v 91 % případů. V souladu s celkovým trendem klesla úspěšnost nejnižší pro iniciální /v/ (81 %), ale jeho rozpoznatelnost se přesto statisticky významně lišila od náhody. U obou těchto párů se ovšem nabízí otázka, jestli zachování funkčního kontrastu nevychází z jiných příčin než z rysu znělosti. Skarnitzl (2014) pomocí elektropalatografie ukázal, že české alveolární explozivy jsou často artikulovány na poměrně odlišných místech, takže je můžeme přesněji popsat jako laminální dento-alveolární /t/ a apikální alveolární až postalveolární /d/. V uvolněné výslovnosti se navíc obě hlásky mohou lišit nejen místem, ale i způsobem artikulace, pokud je znělé /d/ místo explozivy realizováno jako alveolární švih. Několik takových případů jsem zaznamenala i ve svých datech. Specifickými vlastnostmi se vyznačuje také české /v/, které se pohybuje na rozmezí mezi frikativou a aproximantou (Skarnitzl a Volín, 2005). Odpovídá tomu například jeho chování v rámci asimilace znělosti, které sice společně s ostatními obstruenty podléhá, ale stejně jako další aproximanty ji nezpůsobuje. Nacházíme tak určitou paralelu k výše zmíněnému zachování rysů místa a způsobu artikulace v šepotu, jejichž určení obvykle účastníkům nepůsobí žádné problémy. Odlišení členů znělostních párů /t d/ a /f v/ v těchto dalších rysech, které jsou přítomné i v modální fonaci, může výrazně přispět k jejich snadnějšímu rozpoznání v šepotu. Získávají tím výhodu oproti znělostním párům v „pravém“ slova smyslu, které se liší jen znělostí.

Celkovému trendu odpovídaly také alveolární a postalveolární frikativy. Znělé iniciální hlásky /z/ a /ʒ/ byly rozpoznány přibližně v polovině případů, zatímco úspěšnost u všech mediálních a u neznělých iniciálních hlásek přesahovala 75 %. Podobnou tendenci pozorujeme slaběji u palatálních exploziv s rozpoznatelností kolem 70 % (kromě iniciálního znělého /ʃ/). Na tento výsledek by mohly mít vliv následující dvě příčiny. Při srovnání všech znělostních párů si všimneme, že palatální explozivy patří v češtině k nejméně frekventovaným ze všech zkoumaných párů (Bičan, 2016). Důsledkem je jejich nižší funkční zatížení, ze kterého vychází slabší potřeba vzájemného odlišení. Z druhé strany můžeme zohlednit produkční obtížnost palatálních hlásek. Jejich artikulace vyžaduje pohyb velké hmoty jazyka,

takže se akusticky vzdalují ostatním explozivám (např. trváním exploze), ale vzájemné rozdíly mezi členy znělostního páru už tak výrazné nejsou.

Rozdíl mezi oběma pozicemi se nejméně výrazně projevil u bilabiálních exploziv, nicméně úspěšnost jejich rozpoznání byla celkově poměrně nízká a od náhody se významně lišila jen u znělého mediálního /b/. Příčina možná tkví v nedostatku akustických vodítek, protože jde o velmi tichou hlásku i v modální fonaci.

Velární explozivy kopírovaly celkový trend rozpoznatelnosti jednotlivých členů znělostních párů v obou pozicích, ovšem s extrémním poklesem úspěšnosti u iniciálního /g/, která se dokonce blížila systematickému udávání nesprávných odpovědí. Zároveň se jednalo o nejnižší úspěšnost ze všech posuzovaných skupin. Domnívám se, že roli opět hrály rozdílné frekvence obou fonémů v češtině. Když odhlédneme od asimilace znělosti, nachází se foném /g/ převážně v přejaté slovní zásobě. Ačkoli s fonémem /k/ tvoří několik minimálních párů (např. *graf – krav, golem – kolem*), má oproti němu přibližně desetkrát nižší frekvenci (Bičan, 2016). V případě větší nejistoty při určování hlásky v iniciální pozici může tento faktor přiklonit volbu k častějšímu fonému /k/. Zajímavé je, že podobný řádový rozdíl ve frekvenci fonémů nacházíme také u palatálních exploziv, přesto u nich k tak výraznému rozdílu ve správném určování nedošlo.

4.2 Znělostní kontrast z akustického hlediska

Pomocí analýz šeptaných nahrávek jsem znělostní kontrast nahlédla z druhé perspektivy, která se zaměřila na jeho akustickou podstatu. Snažila jsem se tak zodpovědět otázku *Je absence F0 vyvážena jinými parametry?* Výsledky sice prokázaly statistickou významnost všech zkoumaných parametrů pro kontrast mezi znělými a neznělými hláskami, nicméně podstatnějším krokem bylo posouzení praktického vlivu jednotlivých rozdílů, které nemusejí být pro posluchače všechny postřehnutelné. S tímto vědomím jsem výsledky akustických analýz vyhodnotila.

4.2.1 Praktický význam akustických rozdílů

Rozdíly celkového trvání cílových hlásek se pohybovaly v desítkách milisekund, čímž podstatně kontrastovaly s hodnotami rozdílů okolních vokálů, které

dosahovaly pouhých jednotek milisekund. Průměrné poměry neznělých frikativ vůči znělým odpovídaly těm, které naměřili Machač a Šturm (2010), tedy 1,6 pro labiodentální, 1,4 pro alveolární a 1,3 pro postalveolární pár. V podobném rozsahu se vyskytovaly také poměry trvání alveolárních exploziv (průměrně 1,5), ale u ostatních exploziv nabývaly nižších hodnot (mezi 1,2 a 1,3).

Zatímco vokály lišící se poměrem trvání jen o několik procent od sebe posluchači pravděpodobně nerozliší, výraznější rozdíly u samotných obstruentů by na rozpoznání vliv mít mohly. Například u kontrastu fonologické délky vokálů se v češtině setkáme s poměrem 1,7–1,8 pro ty páry, k jejichž odlišení nepřispívá rozdílná vokalická kvalita (Podlipský a kol., 2009). Tak vysokého poměru v mých datech dosahovaly pouze iniciální labiodentální frikativy, nicméně další páry (/t d/ a mediální /f v/) se mu blížily. S přihlédnutím k výsledkům percepčního testu vidíme, že u těchto párů (s poměrem trvání větším než 1,4) byl znělostní kontrast funkčně zachován. U dalších párů už se rozpoznatelnost snižovala. Možnou závislost znělostního kontrastu v šepotu na trvání obstruentů by však bylo vhodné dále experimentálně ověřit a odhadnout míru vlivu tohoto parametru.

V předchozí podkapitole jsem zmínila specifičnost párů /t d/ a /f v/, které se v češtině kromě znělosti často liší také místem či způsobem artikulace, což usnadňuje jejich rozpoznání. Hodnoty průměrného trvání tento poznatek potvrdily i pro šepot. Zatímco neznělé protějšky těchto párů z řady ostatních neznělých obstruentů příliš nevybočovaly, znělé /d/ i /v/ měly znatelně kratší trvání než další znělé obstruenty, což odpovídá artikulaci švihů místo exploziv a aproximanty místo frikativy.

Labiodentální frikativy se od ostatních obstruentů lišily také vlastnostmi spektrálního těžiště. Navzdory velkému rozptylu hodnot, který mohl být způsoben plochým spektrem těchto hlásek, dosáhly nejvýraznějšího rozdílu průměrů spektrálního těžiště. Nižší těžiště fonologicky znělého /v/ by mohlo souviset se ztrátou frikativního šumu ve vyšších frekvencích, ke které dochází i v modální fonaci. Percepční význam tohoto parametru ovšem zůstává otázkou. Za relevantní ho snad můžeme považovat právě pro labiodentální frikativy – rozdíl mezi členy tohoto znělostního páru spadá do podobných pásem jako rozdíl mezi neznělými

alveolárními a postalveolárními frikativami, které s pomocí spektrálního těžiště posluchači rozlišují. U dalších obstruentů však význam slábne. Problematiku velikosti vnímatelného rozdílu navíc komplikuje fakt, že se jedná o spektrální těžiště šumu, nikoli frekvence čistých tónů, ke kterým studie o diferencích limen odkazují častěji.

Kontrast znělosti se dále projevil statisticky významně odlišnými hodnotami relativní intenzity cílových hlásek vůči následujícímu vokálu. Jednotlivé znělostní páry se navíc lišily velikostí tohoto rozdílu. K úvaze ovšem zůstává, jestli se tento parametr mohl prakticky podílet na utváření fonologického kontrastu, nebo jestli se rozdíly mezi hláskami nacházejí pod hranicí vnímatelnosti. Studie měřící velikost difference limen pro intenzitu většinou pracovaly s čistými nebo složenými tóny, tedy s periodickými zvuky, a dospěly k hodnotám mezi 0,3–4 dB (Fastl a Zwicker, 2007). Zde zkoumaný materiál však tvořily foneticky neznělé obstruenty a intenzita se tak týkala širokopásmového šumu, pro který lze předpokládat menší rozlišovací schopnosti. Při posuzování velikosti nejmenšího vnímatelného rozdílu hraje důležitou roli také trvání stimulů. V případě velmi krátkého trvání explozivního šumu proto opět musíme počítat s menší citlivostí posluchačů na rozdíly v intenzitě. Z výše uvedeného vyplývá, že určitá pravděpodobnost vlivu na rozlišitelnost zůstává snad jen u znělostních párů /f v/ a /s z/, velikosti ostatních rozdílů byly příliš malé. Ke stejnému závěru dospěli analýzou šeptaných frikativ Machač a Šturm (2010).

Nízký podíl parametru relativní intenzity na rozlišování znělostního kontrastu u exploziv se dále ukázal při porovnání těchto dat s výsledky percepčního testu. Nejlépe rozpoznávaný pár /t d/ totiž patřil k těm, jejichž znělostní protějšky se relativní intenzitou lišily vůbec nejméně. Naopak u frikativních párů vidíme shodu v pořadí podle úspěšnosti určení hlásek a podle velikosti rozdílu průměrné relativní intenzity – nejlépe dopadly labiodentální frikativy s větším odstupem následované alveolárními a nakonec postalveolárními frikativami. Vzhledem k delšímu trvání šumu se zdá možné, že se průměrné rozdíly 4,7 dB u páru /f v/ a 3,5 dB u páru /s z/ podílely na vnímání fonologického kontrastu. Tato otázka však vyžaduje podrobnější výzkum.

Trvání cílových hlásek jsem měřila i v modální fonaci, ve které byly odlišnosti

mezi znělými a neznělými obstruenty podrobně popsány. Machač (2006) uvádí následující poměry trvání něznělých exploziv vůči znělým: 1,35 pro bilabiály, 1,66 pro alveoláry, 1,49 pro palatály a 1,35 pro veláry. Ve svém materiálu jsem zjistila obdobné hodnoty. Pro modální frikativy jsem sice získala o 20–30 procentních bodů nižší poměry, než které popsali Machač a Šturm (2010), avšak se zachováním pořadí párů podle velikosti poměru. Neznělé modální hlásky /t/ a /f/ tak měly o 60–80 % delší trvání než jejich znělé protějšky, což značí srovnatelné hodnoty jako výše zmíněný kontrast fonologické délky vokálů.

Kratší trvání některých hlásek v šeptané oproti modální fonaci ovšem odporuje poznatku o obecně pomalejším artikulačním tempu v šepotu, které zmiňují např. Jovičić a Šarić (2008) pro srbštinu. V jejich materiálu měly průměrně o 5 % delší trvání i neznělé šeptané obstruenty, ačkoli rozdíl oproti modální fonaci nebyl tak výrazný jako u fonologicky znělých obstruentů, jejichž trvání dosahovalo v šepotu průměrně o 13 % vyšších hodnot. Machač a Šturm (2010) zaznamenali menší rozdíly mezi fonacemi – významné prodloužení zasahovalo jen znělé frikativy. Příčiny těchto nesrovnalostí bych však spíše než v mezijazykových odlišnostech hledala v nestejně povaze nahrávaného materiálu. Zatímco mluvčí v obou zmíněných studiích četli celé věty, moje data obsahovala jen samostatná pseudoslova, která vyžadují větší soustředění. Mluvčí tedy mohli pečlivěji než obvykle přistupovat i k modálním slovům a prodlužovat naopak trvání modálních hlásek.

4.2.2 Hypotézy redundance a kompenzace

V úvodu jsem také nastínila otázku, jestli jsou rozdíly v hodnotách akustických parametrů v šepotu důsledkem přítomnosti redundantních rysů u modálních hlásek, nebo vycházejí spíše z kompenzačního mechanismu, který mluvčí zapojují až při šepotu kvůli zachování srozumitelnosti. Částečně jsem ji nahlédla srovnáním trvání cílových hlásek v obou fonacích. Tento parametr se pro rozlišení členů znělostních párů uplatňoval i v šepotu, proto dávalo jeho bližší prozkoumání smysl. Obstruenty v mediální pozici tvořily v šepotu méně výrazné kontrasty než v modální fonaci, stejná tendence se však neprojevila (nebo zcela obrátila) u iniciálních frikativ. Při srovnání hodnot průměrného trvání se ukázalo poměrně homogenní chování všech párů exploziv. Zatímco trvání neznělých členů se v obou

fonacích příliš nelišilo (s výjimkou velárního /k/, které bylo v šepotu kratší), všechny znělé protějšky měly průměrně delší trvání. Tyto výsledky odpovídají výchozímu předpokladu, že se v šepotu mění artikulační a akustická podoba především znělých hlásek, které se kvůli absenci základní hlasivkové frekvence více podobají hláskám neznělým.

S opačnou situací jsem se však setkala u frikativ. Poměr trvání u mediálních frikativ byl sice v šepotu také menší, nicméně v tomto případě ho zapříčinilo kratší trvání všech neznělých frikativ. Jejich znělé protějšky dosahovaly podobných hodnot jako v modální fonaci, v iniciální pozici dokonce i nižších. Toto zjištění působí poměrně překvapivě, protože odporuje očekávanému artikulačnímu připodobnění, které lze pozorovat u exploziv. Kratší trvání většiny šeptaných frikativ oproti modálním navíc stojí v kontrastu s výše zmíněným poznatkem o obecně delším trvání všech hlásek v šepotu.

Ze srovnání obou pozic vycházela mediální pozice jako mírně stabilnější z hlediska trvání frikativ, jejichž hodnoty měly menší rozptyl. Důvodem mohly být nejistota či drobné zaváhání mluvčích, které se častěji vyskytovaly právě na začátku promluvy. Větší roli však pravděpodobně hrály problémy při segmentaci – zvláště v šepotu se někdy hranice mezi tichem a pozvolně nastupujícím frikativním šumem hledala obtížně.

Z obou výše představených hypotéz se na základě analýzy přikláním k hypotéze redundance. Ačkoli trvání cílových hlásek v šepotu odlišovalo členy znělostních párů, nalezla jsem tento rozdíl i v modální fonaci, kde byl obvykle výraznější. Mluvčí tedy tento kontrast nevytvářeli či neposilovali s cílem zvýšit rozlišitelnost znělostních párů. V modální fonaci vycházejí různá trvání znělých a neznělých obstruentů z jejich artikulační podstaty. Jak popisuje Ohala (1997), obtížnost produkce znělých frikativ vychází z jejich dvou protichůdných složek – turbulentní šum vzniká díky vysokému intraorálnímu tlaku a rychlému proudění vzduchu úžinou, ale kmitající hlasivky potřebují vysoký transglotální tlak (a tedy nízký intraorální tlak). Během závěru foneticky znělých exploziv intraorální tlak narůstá, což opět znesnadňuje fonaci. Je tedy jednodušší udržovat obě složky v rovnováze jen po kratší dobu. Může také docházet k desonorizaci, jak se často děje u znělých českých frikativ /z ʒ/ (Machač, 2008).

Při absenci fonace však podobné argumenty pro vysvětlení rozdílů v trvání neplatí. Fungování zmíněné redundance v šepotu proto nemůžeme považovat za samozřejmé. Mluvní možná kratší trvání považují za součást fonologicky znělých obstruentů, takže tento rys (v menší míře) přenášejí i do šepotu, ve kterém pro něj z hlediska artikulace není důvod.

4.3 Vliv akustických rysů na vnímanou znělost

Spojení akustické analýzy s percepčním testem umožnilo orientační posouzení vlivu jednotlivých parametrů na úspěšnost rozpoznání hlásek. Znělostní páry zjednodušeně spadaly do jedné ze tří kategorií. S jistotou, která statisticky významně převyšovala náhodu, určovali posluchači alveolární explozivy a labiodentální frikativy. Druhou skupinu tvořily páry /s z/, /ʃ ʒ/ a /k g/ – jejich rozpoznatelnost měla podobně pozitivní tendenci, která však byla slabší a v některých pozicích nebylo možné zamítnout roli náhodného tipování. Nejhůře dopadly bilabiální a palatální explozivy, jejichž nenáhodné rozlišování testy neprokázaly.

Popsané rozdělení nejlépe vystihoval parametr celkového trvání hlásky. Znělostní protějšky párů v nejméně úspěšné kategorii se trváním průměrně lišily o více než 40 %, zatímco druhá skupina dosahovala poměrů 1,2–1,4 a u párů v poslední skupině poměry nepřesáhly hodnotu 1,3. Podpůrnou roli mohlo hrát spektrální těžiště, jehož praktický význam lze předpokládat snad jen u páru /f v/, případně /t d/, které jediné patří do první, tedy nejlépe rozpoznávané kategorie. Vzhledem ke specifickým vlastnostem obou párů (viz 4.1.2) je ovšem možné, že více než s fonologickou znělostí souvisí s rysem místa artikulace. Pokud u frikativ vezmeme v potaz ještě parametr relativní intenzity, vidíme, že mohl napomoci umístění párů /f v/ a /s z/ do obou úspěšnějších skupin. Menší rozdíly u postalveolárních frikativ nicméně nevedly k horšímu výsledku v percepčním testu, takže se pravděpodobně jedná o méně významný parametr.

Největší podíl na zachování fonologického kontrastu znělosti tak zřejmě mělo trvání cílové hlásky, následované spektrálním těžištěm. Ke stejnému pořadí dospěli při posouzení nejlépe a nejhůře hodnocených frikativ také Machač a Šturm (2010). Primární role parametru trvání by zároveň částečně vysvětlovala

vyšší úspěšnost rozpoznávání mediálních hlásek. Přítomnost předchozí hlásky (vokálu) je pro explozivy zásadní, protože vymezuje jejich trvání. Stabilnější podoby a vztažení k lokálnímu artikulačnímu tempu však posluchači mohou využívat i při rozlišování mediálních frikativ. Dalším aspektem je jistě souhra více parametrů – kombinace několika méně výrazných rozdílů může ve výsledku vést ke slyšitelnému kontrastu.

4.4 Možnosti dalšího výzkumu

Rozsah práce si vyžádal určitá omezení, která určovala množství zkoumaných jevů. Pozornost jsem proto zaměřila pouze na obstruenty obklopené vokálem /a/ (podle pozice jen z jedné či z obou stran). Takový kontext je sice pro české obstruenty běžný, ale v žádném případě ne jediný. Úplný popis jejich chování v šepotu by tedy mohlo doplnit ověření získaných poznatků na obstruentech umístěných do sousedství dalších vokalických kvalit, případně v rámci konsonantických shluků.

Dalším významným krokem při tvorbě podkladového materiálu byla volba pseudoslov místo výběru reálných českých slov. Důvody pro toto rozhodnutí jsem popsala v podkapitole 2.1. Faktem ovšem zůstává, že použití pseudoslov s sebou nese jisté nevýhody. Ačkoli poskytují relativně neutrální základ pro zkoumání fonetických jevů bez frekvenčních vlivů, které se pojí s reálnými slovy, neumožňují přímočaré zobecnění výsledků na běžnou řeč (jakkoli je tento termín problematický). Provedení srovnatelného výzkumu s reálnými českými slovy by tuto komplikaci odstranilo, vyžadovalo by však jejich velmi pečlivý výběr. Otázka generalizace závěrů souvisí také se zkoumanou populací, která měla v této práci poměrně homogenní vlastnosti. Popis šeptané češtiny jako celku ale nutně vyžaduje mnohem pestřejší skupinu mluvčích. Širší vzorek by dále umožnil prozkoumání rozdílných charakteristik hlásek u mužů a u žen, které zde byly jen nastíněny. Obě pohlaví však byla zastoupena příliš nízkým počtem mluvčích, na jehož základě nebylo možné vyvodit spolehlivé závěry.

Umělost materiálu byla navíc umocněna jeho čtenou povahou a izolovaností jednotlivých položek. Lákavě proto zní použití autentických nahrávek, u nichž by však pravděpodobně podstatnou roli z hlediska použitelnosti hrála technická

kvalita. Umístění cílových položek do nosných vět či jinak sestavených delších celků lze na druhé straně provést celkem snadno.

Percepční test odkryl zajímavý trend v úspěšnosti rozpoznávání obstruentů v češtině. U některých poměrně vysokých hodnot se však kvůli širokým konfidenčním intervalům neprokázala statistická významnost. Provedení percepčního testu s více účastníky by mohlo jednoznačněji vymezit hranici mezi zachováním a ztrátou funkce kontrastu znělosti. Mohlo by také odhalit, jestli se určování exploziv na jednotlivých místech artikulace opravdu výrazně liší, nebo jestli se v mých datech jednalo o odchylku. V rámci zkoumání percepce se dále nabízí otázka, zda-li se na míře úspěšnosti rozpoznávání hlásek projevuje věk posluchače, ale kvůli nedostatečnému zastoupení jednotlivých věkových skupin nebylo možné účastníky provedeného percepčního testu takto rozdělit.

V podkapitole 4.3 jsem představila hypotézu porovnávací vliv jednotlivých zkoumaných parametrů na zachování znělostního kontrastu. Vycházela však pouze z pozorování souvislostí mezi průměrnými hodnotami parametrů jednotlivých znělostních párů a úspěšností, s jakou byly rozpoznány v percepčním testu. Podíl konkrétního parametru na celkovém hodnocení tak bylo možné vyvozovat jen nepřímou, protože byl v percepčním testu prezentován ve spojení s ostatními rysy. Hlubší pochopení by umožnil experiment, který by manipuloval s hodnotami jednoho parametru (například trvání) při zachování dalších vlastností hlásky včetně těch, s jejichž vlivem ani nepočítáme. Posluchačům by byly prezentovány takto upravené položky a ukázalo by se, jestli postupným změnám v trvání odpovídá posun v procentu případů, ve kterých byla hláska hodnocena jako znělá či neznělá. Volba hlásky by navíc mohla být doplněna o škálu, na které by účastníci uváděli míru jistoty při výběru, což by umožnilo detailnější rozbor vztahu mezi hodnotami parametru a vnímanou znělostí. Experiment by se oproti této práci, která poskytuje spíše celkový přehled, mohl podrobněji zaměřit jen na jeden nebo několik málo znělostních párů. Nabízí se také otázka, jestli by vyšší poměr trvání členů párů /p b/, /c ʃ/ a /k g/ přispěl k lepší rozlišitelnosti, než jaké dosahovaly v mém materiálu.

5. Závěr

Lidé obvykle šepot pokládají za relativně srozumitelný způsob komunikace, ale často si neuvědomují, že k pochopení významu celého sdělení přispívá kromě zvuku řeči řada dalších vodítek. Míru, kterou se na porozumění podílí samotný akustický signál, zkoumala i tato práce. Zaměřila jsem se v ní na percepci a fonetickou realizaci znělosti u vybraných českých obstruentů, které tvoří znělostní páry. Jedním z cílů bylo ověření schopnosti posluchačů fonologickou znělost hlásek v šepotu správně určovat, a to navzdory absenci F0 a sémantického kontextu. Studie zatím v tomto ohledu docházely k poměrně slibným výsledkům, nicméně zkoumaly převážně jazyky, ve kterých se fonologický kontrast znělosti nerealizuje přímo přítomností základní hlasivkové frekvence. Druhé těžiště spočívalo v analýze několika akustických parametrů v šepotu a posouzení jejich provázanosti s fonologickou znělostí.

Zkoumaný materiál tvořily nahrávky trojslabičných pseudoslov namluvené deseti mluvčími v modální i šeptané fonaci. Část šeptaných nahrávek sloužila také k sestavení percepčního testu. Zúčastnilo se ho 29 posluchačů, kteří z nabídky podle poslechu vybírali hlásku patřící na místo vyznačené v zobrazeném slově podtržítkem.

Díky percepčnímu testu se ukázalo, že rozlišitelnost znělých a neznělých hlásek nelze posuzovat jen jako celek, protože mezi jednotlivými znělostními páry panovaly značné rozdíly. Posluchači v šepotu s přesvědčivou jistotou rozpoznávali hlásky /t d/ a /f v/, zato v případě bilabiálních a palatálních exploziv se jejich odpovědi blížily náhodnému tipování. Pro většinu hlásek však platilo, že byly s vyšší úspěšností správně určovány v mediální pozici než v pozici iniciální. Pomocí analýzy všech nahrávek jsem dále zjistila, že popsané míře úspěšnosti v identifikaci hlásek poměrně přesně odpovídala velikost poměru průměrného trvání neznělých členů párů vůči znělým. Jinými slovy čím více se znělostní protějšky lišily trváním, tím lépe je posluchači byli schopni rozpoznat.

Neznělé a znělé obstruenty měly rozdílné trvání i v modální fonaci. Ze srovnání vyplynulo, že mluvčí pravděpodobně kontrast trvání podvědomě neposilovali, protože poměry trvání neznělých a znělých hlásek dosahovaly v šepotu většinou

nižších hodnot. To naznačuje spíše redundantní přítomnost tohoto parametru v modální řeči.

Hlásky v rámci obou nejlépe rozpoznatelných párů se kromě trvání lišily také hodnotami spektrálního těžiště. Zároveň je třeba vzít v úvahu, že zmíněné páry možná není správné posuzovat spolu s ostatními „pravými“ znělostními páry, pro které je přítomnost či nepřítomnost základní hlasivkové frekvence jediným rozlišujícím rysem. Ke kontrastu znělosti se totiž nejspíše přidává odlišné místo, respektive způsob artikulace, jejichž charakteristiky nejsou druhem fonace tolik ovlivněny.

Výsledky tak sice naznačily odpovědi na položené otázky, zároveň však otevřely otázky nové. Navazující výzkum může obrátit pozornost k jednotlivým slibným parametrům a pomocí manipulací podrobněji rozkrýt sílu jejich vlivu na vnímání znělosti v šepotu. Tyto poznatky snad dále umožní lépe pochopit souhru fonetické složky řeči s dalšími složkami, které společně vedou k porozumění. V každém případě skrývá šepot ještě mnoho neznámého.

Seznam použité literatury

- AUDACITY TEAM (2020). Audacity®: Free Audio Editor and Recorder. URL <https://audacityteam.org/>.
- BATES, D., MÄCHLER, M., BOLKER, B. a WALKER, S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, **67**(1), 1–48.
- BIČAN, A. (2016). Phonological Corpus of Czech. URL <https://ujc.avcr.cz/phword>.
- BOERSMA, P. a WEENINK, D. (2020). Praat: doing phonetics by computer. URL <https://www.praat.org/>.
- BOŘIL, T. a SKARNITZL, R. (2016). Tools rPraat and mPraat. In SOJKA, P., HORÁK, A., KOPEČEK, I. a PALA, K., editors, *Text, Speech, and Dialogue*, Lecture Notes in Computer Science, pages 367–374, Cham, 2016. Springer International Publishing.
- CIRILLO, J. (2004). Communication by unvoiced speech: the role of whispering. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, **76**(2), 413–423.
- CONNINE, C. M., TITONE, D. a WANG, J. (1993). Auditory Word Recognition: Extrinsic and Intrinsic Effects of Word Frequency. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **19**(1), 81–94.
- DANNENBRING, G. L. (1980). Perceptual Discrimination of Whispered Phoneme Pairs. *Perceptual and Motor Skills*, **51**(3), 979–985.
- FASTL, H. a ZWICKER, E. (2007). *Psychoacoustics: Facts and Models*. Number 22 in Springer Series in Information Sciences. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 3rd edition.
- FOX, R. A. (1984). Effect of lexical status on phonetic categorization. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **10**(4), 526–540.

- HARRELL, F. E. (2021). Hmisc: Harrell Miscellaneous. URL <https://CRAN.R-project.org/package=Hmisc>.
- JOVIČIĆ, S. T. a ŠARIĆ, Z. (2008). Acoustic Analysis of Consonants in Whispered Speech. *Journal of Voice*, **22**(3), 263–274.
- MACHAČ, P. (2006). *Temporální a spektrální struktura českých explozív*. Rigorózní práce, Univerzita Karlova, Filozofická fakulta, Ústav obecné lingvistiky, Praha.
- MACHAČ, P. (2008). Desonorizace českých intervokálních frikativ. *AUC Philologica 2/2007, Phonetica Pragensia XI*, **2007**(2), 105–116.
- MACHAČ, P. a SKARNITZL, R. (2009). *Fonetická segmentace hlásek*. Epoque, Praha.
- MACHAČ, P. a ŠTURM, P. (2010). The phonological contrast of voicing in whispered Czech and its phonetic correlates – a preliminary study. *20th Czech-German Workshop – Speech Processing*, pages 34–43.
- MILLS, T. (2003). Cues to voicing contrasts in whispered Scottish obstruents. Master's thesis, University of Edinburgh.
- OHALA, J. J. (1997). Aerodynamics of phonology. *Proc. 4th Seoul International Conference on Linguistics*, pages 92–97.
- PARNELL, M., AMERMAN, J. D. a WELLS, G. B. (1977). Closure and constriction duration for alveolar consonants during voiced and whispered speaking conditions. *The Journal of the Acoustical Society of America*, **61**(2), 612–613.
- PODLIPSKÝ, V. J., SKARNITZL, R. a VOLÍN, J. (2009). High Front Vowels in Czech: A Contrast in Quantity or Quality? *Proceedings of Interspeech 2009*, **10**, 132–135.
- R CORE TEAM (2019). R: A Language and Environment for Statistical Computing. URL <https://www.R-project.org/>.

- SCHWARTZ, M. F. (1972). Bilabial Closure Durations for /p/, /b/, and /m/ in Voiced and Whispered Vowel Environments. *The Journal of the Acoustical Society of America*, **51**, 2025–2029.
- SKARNITZL, R. (2011). *Znělostní kontrast nejen v češtině*. Epocha, Praha.
- SKARNITZL, R. (2014). Asymmetry in the Czech Alveolar Stops: An EPG Study. *AUC Philologica 1/2014, Phonetica Pragensia XIII*, **2014**(1), 101–112.
- SKARNITZL, R. a VOLÍN, J. (2005). Czech Voiced Labiodental Continuant Discrimination from Basic Acoustic Data. *Proceedings of Interspeech 2005*, pages 2921–2924.
- SKARNITZL, R., ŠTURM, P. a MACHAČ, P. (2013). The phonological voicing contrast in Czech: An EPG study of phonated and whispered fricatives. *Proceedings of Interspeech 2013*, pages 3191–3195.
- SKARNITZL, R., ŠTURM, P. a VOLÍN, J. (2016). *Zvuková báze řečové komunikace: fonetický a fonologický popis řeči*. Univerzita Karlova v Praze, Nakladatelství Karolinum, Praha.
- STOET, G. (2010). PsyToolkit: A software package for programming psychological experiments using Linux. *Behavior Research Methods*, **42**(4), 1096–1104.
- STOET, G. (2017). PsyToolkit: A Novel Web-Based Method for Running Online Questionnaires and Reaction-Time Experiments. *Teaching of Psychology*, **44**(1), 24–31. Publisher: SAGE Publications Inc.
- TARTTER, V. C. (1989). What's in a whisper? *The Journal of the Acoustical Society of America*, **86**(5), 1678–1683.
- UCLA PHONOLOGICAL SEGMENT INVENTORY DATABASE (2019). Yidiñ sound inventory (UPSID). In MORAN, S. a MCCLOY, D., editors, *PHOIBLE 2.0*. Max Planck Institute for the Science of Human History, Jena. URL <https://phoible.org/inventories/view/633>.
- VAN DE VELDE, D. J. a VAN HEUVEN, V. J. J. P. (2011). Compensatory Strategies for Voicing of Initial and Medial Plosives and Fricatives in Whispered

Speech in Dutch. *Proceedings of the International Congress of Phonetic Sciences*, **17**, 2058–2061.

WICKHAM, H., AVERICK, M., BRYAN, J., CHANG, W., MCGOWAN, L. D., FRANÇOIS, R., GROLEMUND, G., HAYES, A., HENRY, L., HESTER, J., KUHN, M., PEDERSEN, T. L., MILLER, E., BACHE, S. M., MÜLLER, K., OOMS, J., ROBINSON, D., SEIDEL, D. P., SPINU, V., TAKAHASHI, K., VAUGHAN, D., WILKE, C., WOO, K. a YUTANI, H. (2019). Welcome to the Tidyverse. *Journal of Open Source Software*, **4**(43), 1686–1691.

A. Příloha

Bloky k nahrávání modálních (A–E) a šeptaných (F–J) pseudoslov.

A

(normálně)

- 1 BACHUZO, GATANE, BADAZY, ŤAKANU, ĎAKAPA, KESEMA
- 2 NUKORE, ZAĎALO, GATAPY, SATAKE, TAPAZA, BAZUNE
- 3 KAVATO, VABAGU, PAVALE, KATAPI, FAŤASA, JIPULY
- 4 CHEMUFA, ĎABAGA, SAKADĚ, SAŤAJO, VAŤAZE, SONIDU
- 5 LOMIZE, ZAPAFE, BABATE, ĎAŽALA, TAKAŽI, NUTAZE
- 6 NEREBU, TAĎAVE, ŽAVARE, KAZAPY, PAŤAŽA, VUJENI
- 7 SYCHENA, ŽAŽAKY, BASATU, BAZAVY, GABARY, MEFEJO

B

(normálně)

- 1 JOVUKY, ŠADAFU, GAŠADA, SABAFU, ŤAFASI, VEPATY
- 2 RABEZI, ŽAĎADE, SAFATE, GAĎACHA, FAĎAVE, MERYFE
- 3 MANAPE, SAFAMA, ĎAGAPE, KASANE, GAFAŽE, CHELIMA
- 4 LODEKE, BAZACHA, GAŽATE, ŤAZAGY, BAŠAKA, NAVERE
- 5 RIFAKY, ZAGAPA, VAPAZE, DAFADE, FADAJU, LISEDO
- 6 KANAMI, FABACHU, ŠAKASA, ŤASAMA, VAGADU, JENOBA
- 7 DAKELY, TAZATY, ŠATAZA, PATAŠU, TABATĚ, DERESI

C

(normálně)

- 1 DENOSY, ŠAKACHU, DAPATE, ĎAŽANA, VAĎABA, RAFATA
- 2 FAREKE, ZAVAKO, SAĎAZU, VAŽABE, ŠAŠANY, CHATURY
- 3 KEZOLU, DASAVA, ŽAFASE, ĎAŠAKA, ŽAKALA, ZEPEVA
- 4 JAVAMI, GADAFU, ĎATARY, PAPARE, KASAVO, ZOFENE
- 5 TEJOSA, ZAŤAJA, SABAŽE, DASANU, ŤAKAFA, MIBATE
- 6 JODAVY, PAZAGY, ĎAZAVA, ŤAFALE, DAŤAGE, JUMAPA
- 7 VIPAMA, ŤAFANO, ŤAGAŠA, VAŽAJE, PAŽAFE, LAMERE

D

(normálně)

- 1 TEBINO, FAVAMU, DAVABO, ĎASABE, DAFAGA, CHEJELO
- 2 JIPIRE, PAFÁŠE, ŽAŽADO, VAŽADA, TAGAKE, BAJATE
- 3 SUTANA, GASADU, ŽAGATA, GAPASA, SAZADA, FESEMY
- 4 RAJADE, FADAŠA, KAŽAJE, BAGAZU, PAVAMI, VAPAMY
- 5 TAZAJA, DAŤABE, ZATANO, TAŠAMU, FATACHY, FAZUTO
- 6 NAFEBY, FAPAKE, BAŠALA, VAGAPA, BAŠACHU, BUSALU
- 7 BEDEVY, DAZARA, PAPAVU, ŤAŠALE, ŠADAPU, DOPEJI

E

(normálně)

- 1 CHUZADA, ŠAVANO, TAKAGY, ŽAĎATO, ĎAVAJA, PEKULA
- 2 LUMACHU, VADALO, BAĎAGE, TADAJA, FAZARI, SOLIVE
- 3 JILERY, ŠABABE, ZAĎAFE, KASATA, KAĎAŠI, MEPIDE
- 4 RACHUNA, ZAPAJO, KAĎAME, ŽAPAME, PAGAVE, MYREJA
- 5 POFISY, ŠAGADU, ŤAŠAFY, KADARA, ŽAĎAFO, FOLUCHY
- 6 ZEKECHA, KABASI, SASADA, TAKARY, DAVACHA, LBEJA
- 7 LONYRA, FAVAME, ŠADACHO, ZAŠATA, ZATANE, LECHARA

F

(šeptem)

- 1 CHELIMA, ĎASABE, KAĎAME, KAZAPY, PAVAMI, BAJATE
- 2 BAZUNE, TAZATY, DAZARA, SABAFU, BAŠALA, JODAVY
- 3 NAFEBY, FAZARI, ŽAĎAFO, PAGAVE, ĎAGAPE, ZEPEVA
- 4 VUJENI, ŤAZAGY, KASATA, ŠAKASA, KADARA, FESEMY
- 5 CHATURY, ŽAĎATO, PAĎAŽA, FATACHY, DAĎABE, TEJOSA
- 6 RIFAKY, BAŠACHU, PAZAGY, ŤAKANU, DAPATE, NUTAZE
- 7 SONIDU, ŠATAZA, FAVAME, PAPARE, BADAZY, CHEMUFA

G

(septem)

- 1 JUMAPA, ZAŠATA, VAĐABA, KATAPI, ŠADAFU, RAFATA
- 2 KEZOLU, TAKARY, ŠABABE, ZAŤAFE, ŽAŽADO, NAVERE
- 3 ZEKECHA, DAFAGA, DAŤAGE, VAŽADA, ŤAKAFA, KANAMI
- 4 RACHUNA, TAGAKE, ŽAKALA, TAĐAVE, GAŠADA, LABEJA
- 5 LECHARA, ŽAPAME, VAŽABE, FABACHU, ZAPAJO, MEPIDE
- 6 JIPIRE, ŠADACHO, KAŽAJE, SAZADA, ŤAFALE, VEPATY
- 7 MEFEJO, KABASI, SAFAMA, GATAPY, ĐAKAPA, PEKULA

H

(septem)

- 1 FAREKE, VABAGU, VAŽAJE, ŠAVANO, DASANU, BEDEVY
- 2 CHEJELO, ŠADAPU, DAVACHA, PAŽAFE, ŤASAMA, DOPEJI
- 3 POFISY, ZATANE, PAVALE, VADALO, SABAŽE, LOMIZE
- 4 LAMERE, ŽAGATA, VAGAPA, ĐAVAJA, ŽAŽAKY, KESEMA
- 5 LODEKE, GADAFU, ŠAKACHU, PAPAVU, ZAGAPA, DAKELY
- 6 MANAPE, PAFÁŠE, ĐAŽANA, KAĐAŠI, SAĐAZU, BACHUZO
- 7 NUKORE, FAŤASA, ŤAŠAFY, VAGADU, ĐABAGA, NEREBU

I

(septem)

- 1 BUSALU, GASADU, ĎAŠAKA, KASANE, BAŤAGE, FAZUTO
- 2 MIBATE, GAŽATE, BAŠAKA, ŽAĎADE, TAŠAMU, LISEDO
- 3 MERYFE, FAPAKE, SAŤAJO, TAKAGY, TADAJA, DERESI
- 4 CHUZADA, DAVABO, GATANE, FAĎAVE, SASADA, SYCHENA
- 5 SOLIVE, GABARY, ZAŤAJA, DASAVA, GAPASA, VAPAMY
- 6 JAVAMI, ŽAFASE, BAZACHA, ZATANO, ĎAŽALA, VIPAMA
- 7 ZOFENE, FAVAMU, ŤAGAŠA, ZAĎALO, GAFAŽE, MYREJA

J

(septem)

- 1 DENOSY, FADAJU, DAFADE, ŠAGADU, ĎATARY, RAJADE
- 2 JILERY, BAGAZU, ĎAZAVA, BABATE, ZAVAKO, FOLUCHY
- 3 TEBINO, GAĎACHA, ŤAFASI, ŤAŠALE, SAKADĚ, RABEZI
- 4 JENOBA, TAKAŽI, BAZAVY, FADAŠA, SAFATE, SUTANA
- 5 LONYRA, VAŤAZE, PATAŠU, ŽAVARE, ŤAFANO, JIPULY
- 6 JOVUKY, TABATĚ, SATAKE, ZAPAFE, BASATU, LUMACHU
- 7 TAZAJA, ŠAŠANY, TAPAZA, VAPAZE, KASAVO, KAVATO