

Zahraniční počítačové programy na spektrální analýzu hlasu

Miluše Obešlová

Summary

Spectral analysis, as a very widespread research method, is also used in human voice research. Currently, there are several companies abroad that produce software capable of analyzing the human voice and displaying its individual parameters, in addition to other audio editing functions. Some software is used in the study of speech and language in university courses around the world, some is intended primarily for clinical purposes, and others are created specifically for voice and singing teachers to teach singing as a tool for their feedback. The offer of these software is quite diverse and in connection with the rapid technological development, it continues to expand, innovate and is currently much more accessible even for ordinary users. Therefore, voice and singing pedagogy now has a great opportunity to use these new and available technologies and, in particular, to introduce them to students at universities in order to learn to work with them, use them in their studies and in their research activities, and thus contribute to the overall building of the scientific base the entire field.

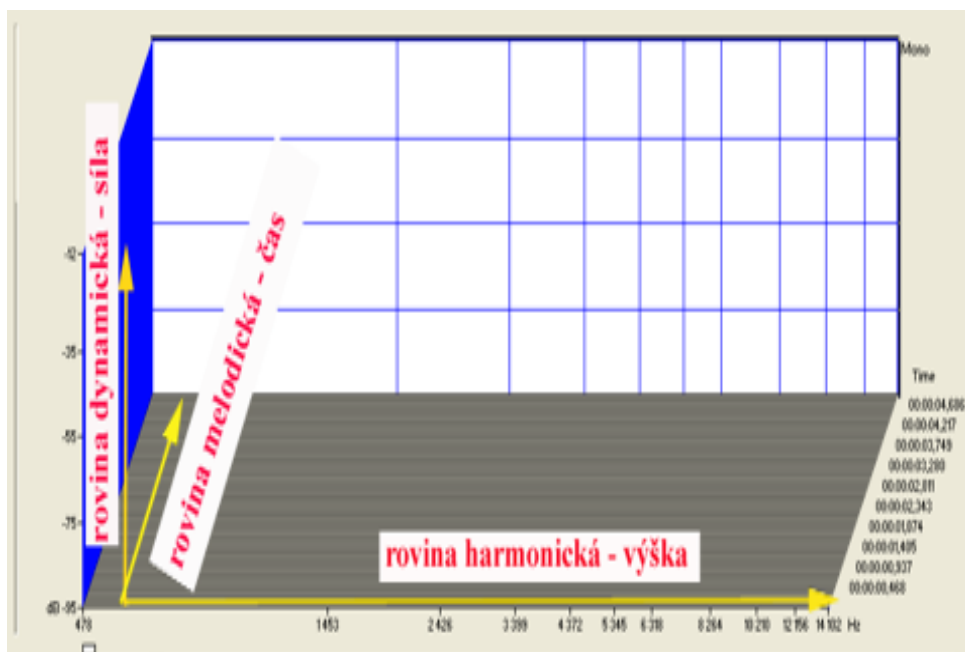
1 Úvod

Spektrální analýza je jedna z nejrozšířenějších výzkumných metod, která je hojně využívána v mnoha různých oborech a své mimořádné uplatnění má i ve výzkumu lidského hlasu. Jeho hlavní parametry a jednotlivé vlastnosti jsou velmi dobře zjištěitelné a měřitelné pomocí počítačových programů, které jsou založeny právě na principu spektrální analýzy. V současnosti produkuje několik zahraničních společností celou řadu počítačových programů, které, mimo mnoha dalších funkcí spojených s úpravou zvuku, umožňují i spektrální analýzu hlasu. Tyto softwary bývají běžnou výbavou velkých zahraničních hlasových asociací, které se zaměřují na komplexní mezioborovou péči o hlasové profesionály. Programy slouží jako pomůcka pro hlasový

trénink a zpětnou vazbu ke zjištění pokroků v hlasové edukaci či rehabilitaci, dále jsou používány pro analýzu hlasových nedostatků a obecně pro sběr akustických dat k celkovému hodnocení hlasu a jeho výzkumu.¹

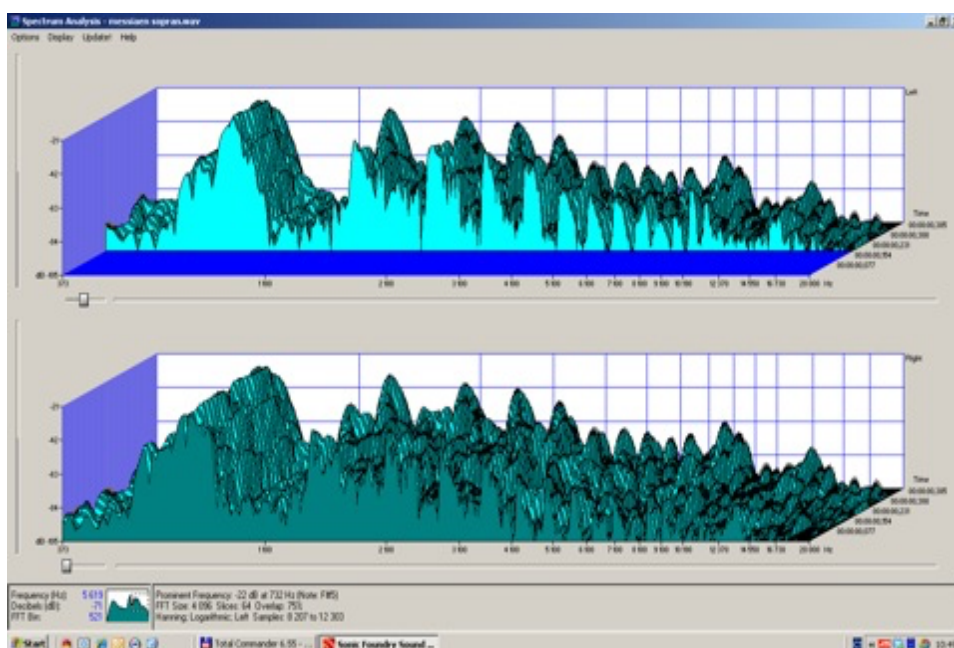
2 Zahraniční počítačové programy

Programy založené na spektrální analýze využívají matematickou metodu Fourierovy analýzy. „Prezentace spektrální analýzy je buď v úzko-pásmovém zobrazení, kde šířka analyzovaného pásma je cca do 20 Hz (úzko-pásmová spektrální analýza lépe zobrazuje velikosti jednotlivých harmonických a též mezharmnická pásma), nebo v široko-pásmovém zobrazení, kde šířka pásma přesahuje v zásadě 50 Hz (většinou se používá 300 Hz a zobrazení zachycuje hlavně frekvenční polohy a energie formantů). Parametry odvozené ze spektrální analýzy jsou založené na hodnocení rozložení akustické energie, resp. poměru v různých frekvenčních pásmech, hodnocení hladin jednotlivých harmonických, případně polohy formantů.“² V současnosti existuje několik zahraničních programů na spektrální analýzu hlasu a řeči, které blíže charakterizuje např. Ondřej Jirásek z Výzkumného centra Janáčkovy akademie múzických umění. Ten ve své studii *Vizualizace barvy zvuku*³ představuje možnosti 2D či 3D zobrazení spektrální analýzy různými počítačovými programy, jejich přednosti, výhody i nedostatky. Tyto informace jsou velice přínosné např. pro studenty, kteří se s možnostmi spektrální analýzy zvuku či hlasu teprve seznamují a hledají pro své účely a pro přehledné zobrazení spektra ten nejvhodnější program. Pro zobrazení 2D (okamžitý mini výsek spektra a 2D spektrogram) uvádí např. program *Audio Explorer*. U 3D zobrazení ukazuje, jak dochází ke skládání jednotlivých snímků do časové posloupnosti a je možné tedy sledovat, jak se složky zvuku mění dynamicky v čase. U tohoto zobrazení pro názornost a zejména pro správnou orientaci ve spektrogramu uvádí Jirásek následující schéma, tedy roviny, které je ve spektrogramu třeba sledovat. Jedná se o rovinu dynamickou (síla), rovinu melodickou (čas) a rovinu harmonickou (výška).



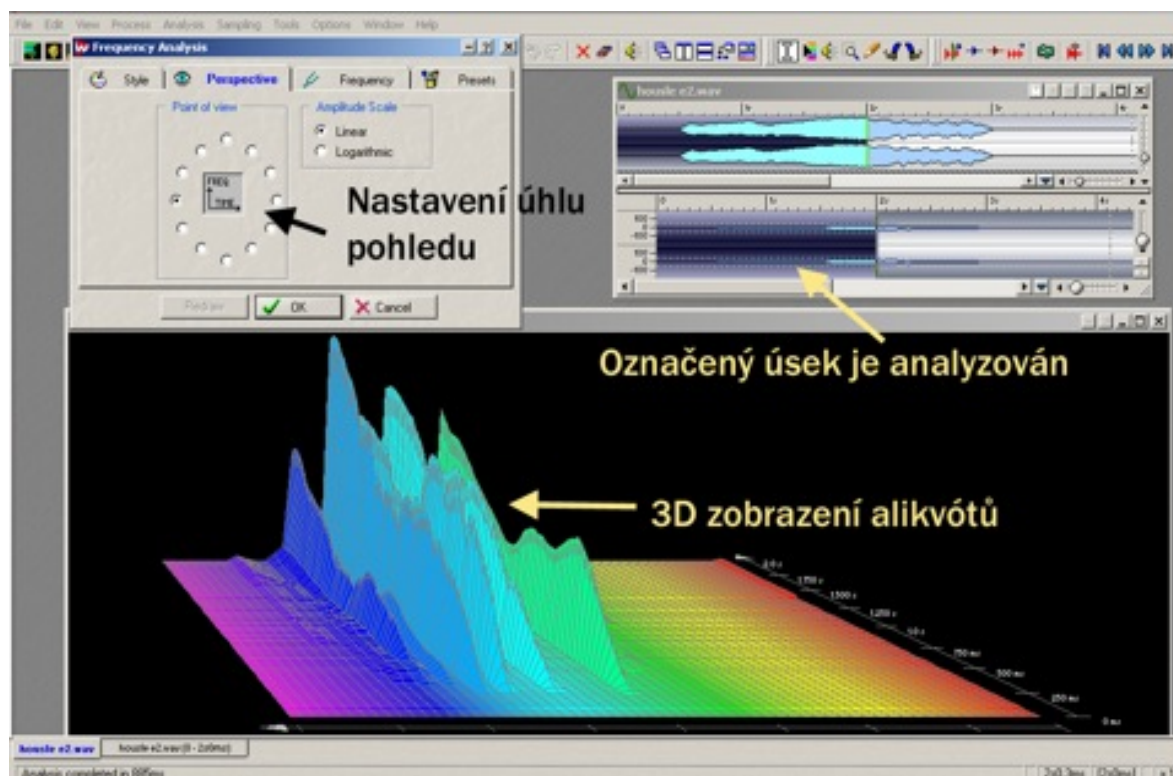
Obr.1. Tři roviny v 3D spektrogramu

Jirásek si uvědomuje hlavní nedostatek tohoto zobrazení, který spočívá v tom, že při velkém množství shorků i dalších složek vznikne složitý terén, ve kterém se hřebeny jednotlivých komponentů (například hlasitějších harmonických) mohou vzájemně překrývat. Pak je třeba pozorovat grafické zobrazení z různých úhlů, a tím se analýza stává složitější.



Obr. 2. 3D spektrogram

Spektrální analýzu lze realizovat v reálném čase i ze záznamu. Mezi programy, které umožňují analýzu v reálném čase, Jirásek uvádí např. program WaveLab či Audio Explorer. Z programů, které jsou schopné realizovat spektrální analýzu ze záznamu, uvádí Jirásek program WaveLab a Sound Forge.⁴



Obr. 3. WaveLab – 3D spektrogram, pohled zepředu

2.1 Multi-Dimensional Voice Program (MDVP)

Jedním z dalších zahraničních programů, který umožňuje spektrální analýzu hlasu, je program MDVP od firmy Kay Pentax (2008). Ten patří mezi nejběžněji používané programy zejména v klinickém prostředí. Umožňuje analýzu až 33 základních parametrů z prodloužené fonace, jako je rozsah a střední hodnota základní hlasové frekvence, hodnoty formantových frekvencí, jitter (frekvenční aperiodicita), shimmer (amplitudové nepravidelnosti), noise-to-harmonic ratio (poměr šumu k harmonickým tónům) a další. Tento program se stal „zlatým standardem klinického hodnocení akustických parametrů hlasu“.⁵ Byl porovnáván s dalšími komerčně dostupnějšími programy, jako je Praat, DrSpeech, Soundscope, EVA.

O možnostech využití tohoto softwaru informuje celá řada autorů ve svých studiích v prestižních zahraničních časopisech, jako je např. *Journal of Voice* či na WorldWideScience.org.

2.2 Praat

Praat je softwarový balík, jeden z nejdostupnějších a také nejčastěji používaných komerčních programů, který je určen především pro výzkum ve fonetice. Je využíván na univerzitách po celém světě pro řečovou analýzu i syntézu.⁶ Je schopný automaticky měřit základní frekvenci hlasu, zobrazit tzv. glotální pulzy hlasivek (důležité při zjišťování jitteru, shimmeru a poměru harmonických k šumu), vyhledat formanty, měřit intenzitu zvuku v decibelech, upravovat nahrané zvukové nahrávky, vytvářet a upravovat výsledky v podobě obrázků pro publikování atd.

2.3 VoceVista

Program *VoceVista* (Visual Feedback for Instruction in Singing) vznikl jako výsledek snahy Donalda Graye Millera, operního zpěváka a hlasového pedagoga, spojit svou profesionální pěveckou a učitelskou kariéru se zájmem o akustickou a hlasovou vědu. Donald Gray Miller se od roku 1987 věnoval výzkumu akustiky, fyziologie hlasu a zpěvu jako spolupracovník Groningen Voice Research Lab. Společně s Harmem K. Schuttem prováděli výzkum pěveckého hlasu a rozhodli se integrovat hlas z mikrofону a elektroglotografu v počítačovém programu, který by je analyzoval a zobrazoval. Vytvořili tak program *VoceVista*, který poskytuje učitelům zpěvu a jejich žákům vizuální zpětnou vazbu při výuce zpěvu. Program vznikl v době, kdy osobní počítače byly již dostatečně výkonné, aby mohly provádět analýzy spektra v reálném čase a uměly ukázat a zaznamenávat signál mikrofону, spektrální analýzu a elektroglotografický (EGG) signál současně. Program *VoceVista* byl poprvé představen na konferenci *National Association of Teachers of Singing* (NATS) v St. Louis (USA) koncem roku 1996. Od té doby byl několikrát inovován. Je používán v hlasových laboratořích a zařízeních pro přípravu budoucích zpěváků zejména v USA, Německu a Nizozemsku. Jeho poslední aktualizace byla provedena v roce 2009 a v současnosti je nahrazen novou softwarovou aplikací ***VoceVista Video***, která umožňuje nahrávat zvuk, vizualizovat a analyzovat ho v reálném čase,

a VoceVista Video^{Pro}, která navíc přidává spektra a spektogramy v ultravysokých frekvenčních rozlišeních pro vysoce přesné měření a pokročilé funkce analýzy a exportu. Software VoceVista Video je doporučován jako vhodný nástroj zpětné vazby k procvičování nebo výuce zpěvu a k dokumentaci hlasového vývoje v průběhu hlasové výchovy nebo terapie.⁷

3 Závěr

V současnosti existuje v zahraničí několik společností, které se zabývají tvorbou počítačových programů na zpracování a analýzu zvuku a lidského hlasu. Tyto programy, které jsou založeny na principu spektrální analýzy, jsou schopné analyzovat a vizualizovat jednotlivé parametry lidského hlasu jako komunikačního prostředku i uměleckého nástroje. V souvislosti s rychlým technologickým vývojem posledních let se stávají počítačové programy na analýzu lidského hlasu stále dostupnější i mimo klinické prostředí. Bývají nedílnou součástí výbavy univerzitních pracovišť po celém světě a současně běžným nástrojem pro studenty při studiu různých oborů, které jsou zaměřeny na jazyk a řeč. Tyto programy je možné použít i pro výzkum či studium pěveckého hlasu. Mimo to jsou pro zpěvní hlas a jeho výzkum vytvořeny již speciální softwary, které jsou doporučovány zejména pěveckým a hlasovým pedagogům a terapeutům jako zpětná vazba při jejich práci. Hlasová a pěvecká pedagogika má tedy nyní velkou příležitost využít tyto nové dostupné technologie a zejména je začlenit do studia na vysokých školách, aby se studenti s nimi naučili pracovat, používali je při svém studiu i ve svých výzkumných aktivitách, jak to dělají studenti příbuzných oborů. Získáváním objektivních dat tak bude možné přispět k celkovému budování tolik potřebné vědecké základny nejen pro obor hlasové a pěvecké pedagogiky, ale i pro oblast hlasové terapie.

Poznámky

1. Je to např. společnost *Estill Voice International*, která používá tréninkový program *Estill Voiceprint Plus* a klinický software *Voice Evalution Suite (VES)*. Estill Voice International. *Estill Voiceprint*. Online. Dostupné z: <https://estillvoice.com/>. [citováno 2024-05-02].
2. FRIČ, Marek; OTČENÁŠEK, Zdeněk; SYROVÝ Václav. *Akustika hlasu*. In: Sborník abstrakt a příspěvků 2. Symposia Umělecký hlas. Praha: AMU a Hlasové a sluchové centrum Praha, 2010, s. 56. ISBN 978-80-7331-170-4.
3. JIRÁSEK, Ondřej. *Vizualizace barvy zvuku*. Online. Výzkumné centrum JAMU. Dostupné z: <https://docplayer.cz/11661576-Vizualizace-barvy-zvuku.html>. [citováno 2024-4-24].

4. Program WaveLab je produkt společnosti *Steinberg Media Technologies*, která již od roku 1984 poskytuje celou řadu technologicky vyspělých produktů pro hudebníky a producenty hudby, videa a filmu. Dnes je společnost Steinberg jedním z největších světových výrobců hudebního a zvukového softwaru. Program WaveLab byl poprvé uveden na trh v roce 1995 a prodává se s různými inovacemi dodnes. V současnosti společnost *Steinberg Media Technologies* nabízí, mimo jiné produkty, software *SpectraLayers*, který pro zpracování zvuku používá již umělou inteligenci.

Steinberg (2024). *Webové sídlo*. Dostupné z: <https://www.steinberg.net/>. [citováno 2024-05-02].

Program Sound Forge od společnosti *Magix Software GmbH* je sada pro úpravu digitálního zvuku pro profesionální i poloprofesionální uživatele. Jedná se o standardní software pro úpravu zvuku pro umělce, producenty a inženýry pro mastering zvuku, který je na trhu již 30 let a je stále inovován.

Magix (2024). *Webové sídlo*. Dostupné z: <https://www.magix.com/>. [citováno 2024-04-18].

5. FRIČ, Marek. *Akustické metody vyšetření hlasu*. In: DRŠATA, Jakub; FRIČ, Marek; HALÍŘ, Martin, CHALOUPKA, Jiří; CHROBOK, Viktor et al. *FONIATRIE – HLAS*. Havlíčkův Brod: Tobiáš, 2011, s. 80. ISBN 978-80-7311-116-8.

6. Počítačový program Praat vytvořil prof. Paul Boersma a dr. David Weenink z Phonetic Sciences, Faculty of Humanities, University of Amsterdam.

Universiteit van Amsterdam. *Praat: doing Phonetics by Computer*. Online.

Dostupné z: <https://www.fon.hum.uva.nl/praat/>. [citováno 2024-05-06].

Návod k použití programu Praat v češtině uvádí ve své bakalářské práci KRÁČALA, Martin. *Fonetické zpracování řeči pomocí software Praat*. Brno, 2014. Bakalářská práce. Vysoké učení technické. FEKT. Ústav radioelektroniky. Další podrobný návod včetně obrazového materiálu je dostupný např. na The Education University of Hon Kong:

EdUHK. *1.2 Introduction of Praat*. Online. Dostupné z: <https://corpus-eduhk-hk/>. [citováno 2024-05-02].

7. *VoceVista*. *Webové sídlo*. Dostupné z: <https://www.vocevista.com/>. [citováno 2024-05-07]. V českém prostředí pracují se softwarem *VoceVista* při svých výzkumech např. Romana Feiferlíková a Jiří Bezděk z Katedry hudební výchovy a kultury Pedagogické fakulty Západočeské univerzity v Plzni, kteří ho využívají k získávání plastičtějšího obrazu při vyhodnocování studentských pěveckých výkonů. Používají software *VoceVista Professional (VVP)* a knihu Donalda G. Millera *Resonance in Singing* (2008).

Literatura

FRIČ, Marek. Akustické metody vyšetření hlasu. In: DRŠATA, Jakub; FRIČ, Marek; HALÍŘ, Martin; CHALOUPKA, Jiří; CHROBOK, Viktor et al. *FONIATRIE – HLAS*. Havlíčkův Brod: Tobiaš, 2011, s. 80. ISBN 978-80-7311-116-8.

FRIČ, Marek; OTČENÁŠEK, Zdeněk; SYROVÝ Václav. *Akustika hlasu*. In: Sborník abstrakt a příspěvků 2. Symposia Umělecký hlas. Praha: AMU a Hlasové a sluchové centrum Praha, 2010, s. 56. ISBN 978-80-7331-170-4.

KRÁČALA, Martin. Fonetické zpracování řeči pomocí software Praat. Brno, 2014. Bakalářská práce. Vysoké učení technické. FEKT. Ústav radioelektroniky.

MILLER, Donald G. Resonance in Singing: Voice Building Through Acoustic. Inside View Press, 2008, 130 s. ISBN 9780975530757.

Internetové zdroje

EdUHK. *1.2 Introduction of Praat*. Online.
Dostupné z: <https://corpus-eduhk-hk/>. [citováno 2024-05-02].

Estill Voice International. *Estill Voiceprint*. Online.
Dostupné z: <https://estillvoice.com/>. [citováno 2024-05-02].

JIRÁSEK, Ondřej. *Vizualizace barvy zvuku*. Online. Výzkumné centrum JAMU.
Dostupné z: <https://docplayer.cz/11661576-Vizualizace-barvy-zvuku.html>.
[citováno 2024-4-24].

Magix (2024). *Webové sídlo*. Dostupné z: <https://www.magix.com/>.
[citováno 2024-04-18].

Steinberg (2024). *Webové sídlo*. Dostupné z: <https://www.steinberg.net/>.
[citováno 2024-04-22].

Universiteit van Amsterdam. *Praat: doing Phonetics by Computer*. Online.
Dostupné z: <https://www.fon.hum.uva.nl/praat/>. [citováno 2024-05-06].

VoceVista (bez data). *Webové sídlo*.
Dostupné z: <https://www.vocevista.com/>. [citováno 2024-04-24].

Résumé

Spektrální analýza, jako velmi rozšířená výzkumná metoda, je používána i ve výzkumu lidského hlasu. V současnosti existuje v zahraničí několik společností, které produkují softwary, které jsou schopné, mimo další funkce na úpravu zvuku, také analyzovat lidský hlas a zobrazovat jeho jednotlivé parametry. Některé softwary jsou používány při studiu řeči a jazyka v univerzitních studijních oborech po celém světě, některé jsou určeny především pro klinické účely a jiné jsou vytvořeny speciálně pro hlasové a pěvecké pedagogy k výuce zpěvu jako nástroj pro jejich zpětnou vazbu. Nabídka těchto softwarů je poměrně rozmanitá a v souvislosti s rychlým technologickým vývojem se nadále rozšiřuje, inovuje a je v současnosti mnohem dostupnější i pro běžné uživatele. Hlasová a pěvecká pedagogika má tedy nyní velkou příležitost využít tyto nové a dostupné technologie a zejména seznámit s nimi studenty na vysokých školách, aby se s nimi naučili pracovat, používali je při svém studiu i ve svých výzkumných aktivitách a přispěli tak k celkovému budování vědecké základny celého oboru.

Klíčová slova: spektrální analýza, hlas, softwary, zahraničí

Key words: spectrum analysis, voice, software, abroad

PhDr. Miluše Obešlová, Ph.D. vystudovala Vysokou školu pedagogickou v Hradci Králové a doktorské studium na Katedře hudební výchovy na Ostravské univerzitě. Od roku 1999 působí jako odborná asistentka na Hudební katedře PdF Univerzity Hradec Králové. Věnuje se problematice pěvecké a hlasové výchovy.