

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačních technologií



Bakalářská práce

SW pro zpracování audio formátů

Martin Chotětický

© 2016 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Martin Chotětický

Informatika

Název práce

SW pro zpracování audio formátů

Název anglicky

SW processing of audio formats

Cíle práce

Bakalářská práce je tematicky zaměřena na problematiku zpracování audio formátů. Hlavním cílem práce je komparace nejpoužívanějších SW pro zpracování audio formátů.

Dílní cíle práce jsou:

- sumarizace historického vývoje audio formátů,
- vypracování přehledu dostupného SW pro zpracování audio formátů.

Metodika

Metodika řešené problematiky bakalářská práce je založena na studiu a analýze odborných informačních zdrojů. Vlastní práce spočívá v komparaci nejpoužívanějších SW pro zpracování audio formátů s využitím metod hodnocení jakosti SW. Na základě syntézy teoretických poznatků a výsledků praktické části budou formulovány závěry bakalářské práce.

Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran textu.

Klíčová slova

audio formát, zvuk, hudební software, mp3, flac, wav

Doporučené zdroje informací

GREBLER, Eric. Adobe audition ignite!. Boston, Mass.: Thomson Course Technology, c2004, xiii, 326 p.

GUÉRIN, Robert. Cubase SX: nahrávání, úpravy a mixování hudby na počítači. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2004, 478 s. ISBN 80-7226-984-4.

KOPECKÝ, Pavel. Základy elektronického zvuku a jeho kreativní zpracování. 1. vyd. V Praze: Akademie múzických umění, 2008, 151 s. ISBN 978-80-7331-121-6.

SYROVÝ, Václav. Hudební zvuk: příspěvek k teorii zvukové tvorby. 2., dopl. vyd. V Praze: Akademie múzických umění, 2014, 317 s. Akustická knihovna Zvukového studia Hudební fakulty AMU. ISBN 978-80-7331-323-4.

VLACHÝ, Václav. Praxe zvukové techniky. 3., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Muzikus, c2008, 297 s. ISBN 978-80-86253-46-6.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 ZS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Pavel Šimek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra informačních technologií

Elektronicky schváleno dne 28. 10. 2015

Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 11. 2015

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 17. 11. 2016

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "SW pro zpracování audio formátů" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne.

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mě jakkoliv podporovali po celou dobu vytváření bakalářské práce, zejména rodičům, přátelům a v neposlední řadě své přítelkyni. Dále patří poděkování vedoucímu práce Ing. Pavlu Šimkovi, Ph.D za jeho ochotu a cenné rady.

Software pro zpracování audio formátů

Software processing of audio formats

Souhrn

Bakalářská práce je tematicky zaměřena na problematiku softwarů pro zpracování audio formátů a jejich hodnocení. Hlavním cílem bakalářské práce je komparace čtyř nejpoužívanějších softwarů, které se využívají v nahrávacích studiích. Dílčími úkoly práce jsou sumarizace historického vývoje audio formátů a vypracování přehledu dostupného SW pro zpracování audio formátů. Praktická část je zaměřena na výběr vhodného audio softwaru pro začínající nahrávající studia. Vyzdvihnuty jsou výhody a nevýhody jednotlivých softwarů.

Summary

Bachelor thesis has an imminent focus on detailed analysis of audio processing software and their evaluation. The main goal of this work is to compare four most popular programmes used on daily basis in recording studios, which is precisely described in the theoretical part. Secondly, a brief historical development of audio processing software and a detailed list of available products on the market are listed. Practical part represents an analysis of convenient product purchase for start-up recording companies. Every single software is evaluated including its pros and cons.

Klíčová slova

audio formát, zvuk, hudební software, mp3, flac, wav

Keywords

audio format, sound, audio software, mp3, flac, wav

Obsah

1	Úvod.....	4
2	Cíl práce a metodika	5
2.1	Cíl práce	5
2.2	Metodika	5
3	Zvuk a jeho existence v počítači.....	6
3.1	Základy zvuku.....	6
3.1.1	Definice zvuku.....	6
3.1.2	Veličiny	6
3.2	Zvukové formáty	7
3.3	Komprimované zvukové formáty	8
3.3.1	Bezztrátové zvukové formáty	9
3.3.2	Ztrátové zvukové formáty.....	10
3.4	Nekomprimované zvukové formáty.....	15
3.4.1	WAV.....	15
3.5	Kontejnery.....	15
3.6	Historie zvuku v počítači	16
3.7	Software pro zpracování audio formátů.....	17
3.7.1	Přehrávače.....	17
3.7.2	Editační programy.....	22
4	Výběr vhodného editačního programu	29
4.1	Definování uživatele	29
4.2	Kritéria pro výběr editačního programu.....	29
4.3	Testované editační programy	31
4.4	Hodnocení editačního programu pomocí projektu SQuaRE.....	32
4.4.1	Použitelnost softwaru.....	32

4.5	Výběr editačního programu metodou váženého součtu	35
4.5.1	Stanovení vah kritérií a výběr ideální varianty	36
4.5.2	Shrnutí.....	40
5	Závěr	41
6	Seznam použité literatury a zdrojů	42
7	Seznam obrázků.....	44
8	Seznam tabulek a grafů.....	44

1 Úvod

Zvukové technologie i zvuk jako takový jsou nepostradatelnou součástí našeho života. Od prvního rozhlasového vysílání, které bylo uskutečněno roku 1920, uběhlo už pomalu sto let a za tu dobu se informační i komunikační technologie vyvinuly nadměrným tempem.

Dnešní doba je dobou multimediální. Příjem informací se k nám dostává mimo školu i pomocí televizorů či počítačů, například ve formě televizních zpráv či dokumentů. Zvuk je neoddělitelnou složkou obrazové informace a je stejně nepostradatelným faktorem jako obraz samotný. Pravdou je, že při sledování filmů se spíše smíříme s horším obrazem, nežli s nekvalitním zvukem.

S vývojem počítačů a mobilních zařízení přichází k uživatelům záliba poslouchání hudby, ať už je to při práci, cestování, či jakékoliv jiné aktivitě. Mimo těchto uživatelů, kteří hudbu poslouchají, jsou tu i lidé, kteří hudbu vytváří. Mnoho talentovaných, i těch méně populárních umělců, se zpěvem baví a někteří z nich i žijí. I to je důvod, proč přibývá po celém světě řada nových nahrávacích studií.

Samotné nahrávací studio vybavené pouze hardwarovými komponenty nestačí. Aby v takovém studiu bylo možné nahrávat a zhotovit publikovatelnou verzi písně, je zapotřebí také program, který k tomu poslouží. Takovým programem je tzv. DAW software (Digital Audio Workstation). Je to program sloužící pro nahrávání, úpravu a produkci audio souborů. V této práci se bude dále nacházet pouze pod pojmem „editační program“.

Editačních programů je v dnešní době celá řada, avšak programů, kterých je využíváno v profesionálních studiích, je jen několik a většina z nich je finančně náročná. Producenti, kteří již měli šanci pracovat s více programy, se rozhodují dle svého subjektivního názoru a zkušeností z dostupných variant softwarů. Ovšem začínající producenti budou muset čelit těžkému rozhodnutí, který editační program pro své nahrávací studio zvolí.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Prvotním cílem bakalářské práce na téma „SW pro zpracování audio formátů“ je srovnání čtyř nejrozšířenějších vícestopých editačních programů pro začínající nahrávací studia a následné doporučení jednoho z nich, který vyjde nejlépe z testu. Dílčím cílem této práce je vypracování přehledu dostupného SW pro zpracování audio formátů. Dále se část práce věnuje sumarizaci historického vývoje audio formátů, kde jsou rozepsány nejpoužívanější zvukové formáty nejen této doby. V závěru se nachází aktuální verze a údaje o editačních programech, které jsou srovnávány.

2.2 Metodika

Všecké informace a data, které jsou použity v bakalářské práci, jsou získány z odborné literatury, skript a internetu. Všechny tyto zdroje jsou uvedeny v seznamu použité literatury v závěru této práce. S jejich pomocí bude popsána problematika zpracování audio formátů a přehled dostupného audio softwaru.

V praktické části bakalářské práce jsou charakterizovány a porovnávány čtyři placené DAW softwary. Softwary jsou do komparace vybrány dle portálu audiozone.cz, na kterém jsou uvedeny nahrávací studia po celé České republice včetně DAW softwarů, které používají. Vybrány jsou softwary, které se nejčastěji vyskytují v těchto nahrávacích studiích a jsou v souladu se zvolenými kritérii. K tomuto porovnávání je zvoleno a definováno šest kritérií. Ty jsou rozhodujícími faktory pro výběr vhodného editačního programu, kterým by měly být vybaveny začínající nahrávací studia.

Výběr vhodného editačního programu je proveden pomocí metody váženého součtu, ve kterém je využita metoda párového porovnání k získání vah jednotlivých kritérií. Pro hodnocení jakosti softwaru je využita metoda SQuaRE kategorie použitelnost.

3 Zvuk a jeho existence v počítači

3.1 Základy zvuku

Pro pochopení řešené problematiky by bylo vhodné znát základní fyzikální zákony pro vznik zvuku, a jak je vnímán lidským uchem.

Zvuk je podélné mechanické vlnění v látkovém prostředí, které vyvolává v lidském uchu sluchový vjem. Frekvence tohoto vlnění, které člověk dokáže vnímat, leží v rozsahu přibližně 16 Hz – 20 kHz. Tento rozsah frekvencí není žádným pravidlem. Ve skutečnosti se může u jednotlivce lišit. Za hranicemi tohoto rozsahu již člověk běžně zvuk sluchem nevnímá. Mechanické vlnění, jehož hodnota je nižší než 16 Hz, se nazývá infrazvuk a hodnota mechanického vlnění, která přesahuje horní hranici 20 kHz, je nazývána ultrazvukem.

Zdroj zvukového vlnění se nazývá zdroj zvuku a hmotné prostředí, ve kterém se toto vlnění šíří, nazýváme vodičem zvuku. Vodič zvuku, kterým nejčastěji bývá vzduch, zprostředkovává spojení mezi zdrojem zvuku a jeho přijímačem (detektorem), kterým může být ucho, mikrofon nebo snímač zvuku. Zvuk se šíří i kapalinami (např. vodou) a pevnými látkami (např. stěnami domu).[1]

3.1.1 Definice zvuku

„Zvuk je mechanické vlnění pružného prostředí, které vnímáme sluchem.“ [2]

3.1.2 Veličiny

Zvuk má několik důležitých a podstatných veličin, které výrazně ovlivňují kvalitu a veškeré parametry zvuku.

3.1.2.1 Frekvence

V případě, že je vlnění pravidelné, můžeme určit jeho frekvenci. Frekvence vyjádřena v hertzích (Hz) udává počet kmitů za 1 sekundu. Nejvýznamnější rozsah, který je nejdůležitější pro srozumitelnost řeči, a na který je lidské ucho nejvíce citlivý, je 2 až 4 kHz.[3]

3.1.2.2 Amplituda

Amplituda je veličina, která popisuje velikost změn tlaku v nosném prostředí zvuku a vystihuje tak hlasitost zvuku. Amplituda je měřena v decibelech (dB). Pro člověka je spodní hranice slyšitelnosti úrovně zvuku 0 dB, tzv. práh slyšení. Od úrovně vyšší nežli 85

dB může dojít k poškození sluchu a úroveň vyšší než zhruba 130 dB způsobuje bolest, tzv. práh bolesti.[3]

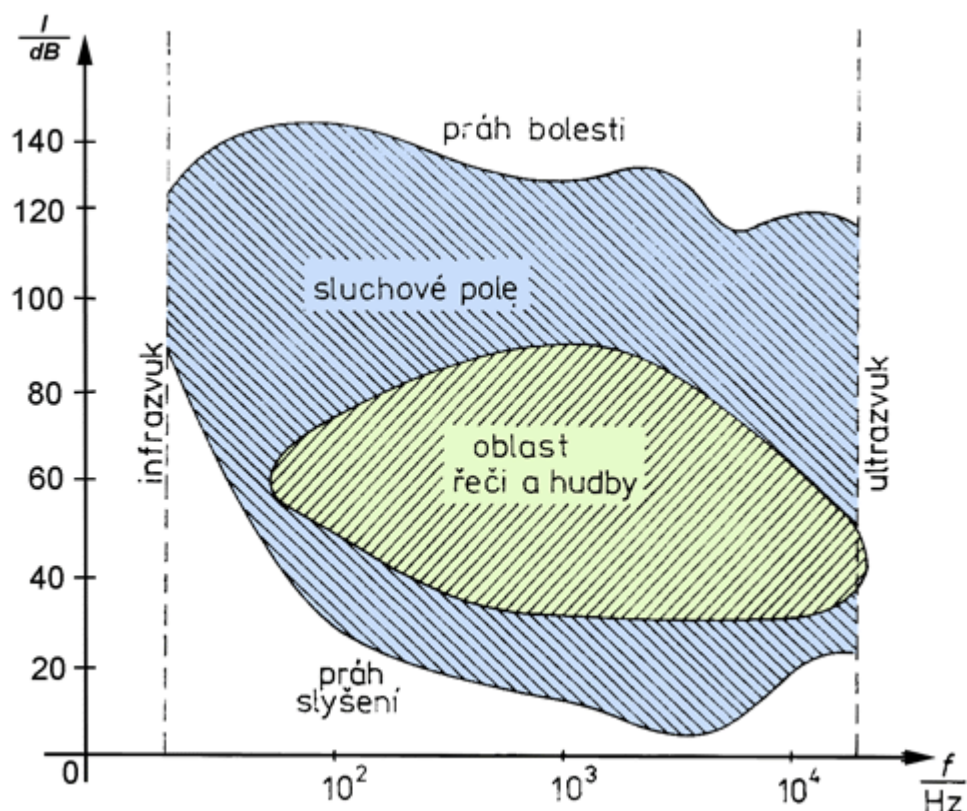
3.1.2.3 Perioda

Perioda vyjadřuje dobu trvání jednoho kmitu. Je to převrácená hodnota frekvence. Jedná se o časový údaj, a proto se nejčastěji udává v sekundách.[3]

3.1.2.4 Vlnová délka

Vlnová délka popisuje vzdálenost (délku vlny), kterou vlnění urazí za dobu jedné periody. Na rozdíl od frekvence a periody je závislá i na rychlosti šíření zvuku prostředím.[3]

Obrázek 1: Sluchové pole - grafické znázornění subjektivního vnímání závislosti hladiny intenzity zvuku na frekvenci



Zdroj: <http://edu.techmania.cz>

3.2 Zvukové formáty

Pro přiblížení práce v softwaru pro zpracování zvukových souborů je nezbytné znát samotné typy zvukových souborů. Typ souboru určuje význam dat v elektronickém souboru. Na záznamová media (např. pevný disk) lze ukládat pouze bity, tedy jedničky a nuly, proto

musí být počítač schopen na ně a zpět převést informaci. Existuje rozsáhlé množství různých formátů ukládajících různé typy informace, ale také více formátů, které prezentují jeden typ dat.

Zvuk se v počítači zpracovává jen v digitální formě. Jestliže je do počítače přiveden hudební analogový signál, tak pouze na vstup A/D převodníku zvukové karty, kterým je převeden na digitální signál. V případě, kdy je zvuk přehráván, je digitální signál převeden na vstup D/A převodníku zvukové karty, který signál převede z digitální formy na formu analogovou, aby mohl být zvuk přehrán v reproduktorech.

Formáty digitalizovaného zvuku jsou rozděleny na nekomprimované a komprimované formáty. Nekomprimované formáty zabírají více místa na disku nežli formáty komprimované, které dosahují podobné kvality. Komprimované formáty se tudíž více používají pro přenos po síti, či pro uložení na externí médium a rozdělují se na ztrátové a neztrátové.

3.3 Komprimované zvukové formáty

„Komprimace dat je postup snažící se postihnout charakter dat a eliminovat jejich datovou redundanci.“ [4]

I přesto, že dnešní kapacity pevných disků dosahují vysokých hodnot, velmi rychle by byly zaplněné, pokud by se zvukové soubory ukládaly pouze v nekomprimovaném formátu. Proto je výhodné objem dat, který připadne na skladbu, trochu zmenšit. Toto zmenšení se nazývá komprese a ať se mluví o hudbě, grafice či videu, vždy je nutno něco obětovat. Tato „oběť“, oříznutí datových toků, může být buď ztrátová či bezztrátová. U ztrátové komprese je tato změna nenávratná.

Kompresní algoritmy jsou odvozovány z psychoakustického modelu, díky kterému se odstraní z původního souboru informace, které lidský sluchový orgán není schopen zachytit. To znamená, že se ze souboru odstraní všechny frekvence mimo frekvenční rozsah 20 Hz – 20 kHz. V úvahu se bere také frekvenční a časové maskování. Pomocí frekvenčního maskování může jeden tón potlačit slyšitelnost druhého současně znějícího tónu. Časové maskování slouží k potlačení vnímání méně hlasitého tónu, kterému předchází stejný tón, ale více hlasitý.[5]

Pomocí komprese zvuku lze snížit velikost zvukového souboru až na 1/10 za cenu nepatrné ztráty kvality, kterou lze jen těžko postřehnout. Kompresních formátů je celá řada.

Jedním ze známých a využívaných formátů je MP3.

První záznamy o zvukové ztrátové kompresi se přidělují k roku 1987 v německém Erlangenu. V roce 1991 bylo uveřejněno nejvýkonnější kompresní schéma Layer III v rámci MPEG-1, které je mimo jiné základem formátu MP3.[6]

3.3.1 **Bezztrátové zvukové formáty**

Kompresi u bezztrátových zvukových formátů odstraňuje pouze určitou část dat tak, aby komprimovaný soubor bylo možné vrátit zpět do původního stavu a to opačným postupem – dekompresí. Nedochází tedy ke snížení kvality zvuku. Přebytné bity jsou odstraněny, ale je zaznamenáno, kde chybí. Při přehrávání dochází postupně k dekomprimaci souboru, takže se přehrává originální neporušená zvuková stopa.

3.3.1.1 *FLAC*

Velice populární bezztrátový formát z nadace Xiph.Org, který je k dispozici pro Windows, Mac OS X, Linux a další. Formát je open-source povahy, zcela otevřený a není zatěžován žádnými softwarovými patenty. Pro konverzi zvukových vzorků využívá lineární predikci. Další výhodou formátu FLAC je podpora streamování po internetu. Kompresi tohoto formátu může dosahovat až 4:1, standardní je však 2:1 (tzn., že dvouminutová skladba bude zabírat cca 20 MB). Hojně je tento formát využíván pro archivaci zvukových záznamů, jelikož při něm nedochází k degradaci kvality. Dále je využíván k internetové distribuci a ke streamování.[7]

3.3.1.2 *ALAC*

Formát ALAC (Apple Lossless Audio Codec), nebo také ALE, je bezztrátový audio formát vyvinutý společností Apple. Využívá kontejner MP4 a soubory s tímto formátem mají příponu *.mp4. Poprvé byl tento formát představen v roce 2004 jako součást programu QuickTime. ALAC podporuje vícekanálový zvuk, jako je například 5.1. Využívá lineární predikci, stejně jako většina bezztrátových formátů (např. výše uvedený formát FLAC). ALAC je velice nenáročný na dekompresi, proto je využíván v přenosných přístrojích s omezeným zdrojem energie jako například iPod.[8]

3.3.1.3 *Monkey's audio*

Bezztrátový formát Monkey's audio, známý také jako APE (přípona *.ape), patří mezi nejpobulárnější formáty svého druhu. Jedná se o open-source formát a jeho software je určen pro operační systém Windows, avšak pro jiné operační systémy je podporován alespoň okrajově. Kompresní poměr se pohybuje mezi 50% až 60% velikosti původního WAV souboru. Záleží na typu hudby a nastavené kvalitě kódování. Tento formát disponuje vlastním grafickým rozhraním, ve kterém je umožněno pracovat se soubory a případně volit nastavení komprese. Značnou nevýhodou tohoto formátu je chybějící podpora streamování přes internet. Uplatnění formátu se nachází především pro ukládání originálních CD do počítače.[9]

3.3.2 **Ztrátové zvukové formáty**

Během komprese u ztrátových zvukových formátů dochází k nenávratnému odstranění některých informací pomocí speciálních algoritmů, které z originálního souboru odstraní všechny zvuky, u kterých je předpokládáno, že je posluchač nemůže slyšet. Po kompresi jej nelze navrátit do původního stavu. Tohoto použití se využívá v případech, kde je možné ztrátu tolerovat. Značným pozitivním aspektem je velikost souboru v poměru s původním WAV souborem.

3.3.2.1 *MP3/MP3Pro*

Ztrátový formát MP3 (neboli MPEG-1 layer 3) byl vytvořen odborníky z Fraunhoferova institutu v Německu v roce 1991. V dnešní době patří mezi nejpoužívanější komprimované formáty. Původně měl tvořit audio složku formátu pro kódování videozáznamu, proto je jeho základ ve formátu pro zpracování videa, který využívá ztrátový algoritmus s přijatelným kompresním poměrem. Algoritmus komprese byl odvozen z psychoakustického modelu.

MP3 byl první formát, u kterého bylo použito časové maskování signálu. To slouží ke komprimaci signálu, který je komprimován až na 1/12 původního signálu, zatím co kvalita se téměř nezmění. Kvalita samotného MP3 formátu závisí na použitém softwaru pro kompresi.

Mimo formátu MP3 se můžeme setkat i s formátem MP3Pro, který je uveden jako vylepšená verze formátu MP3 pro nízký bitrate (datový tok). Tento formát obsahuje

technologii SBR (Spectral Band Replication), která dopočítává vyšší frekvence na základě analýzy nižších frekvencí. Tato informace zabírá jen malé množství kilobitů. Soubor s formátem MP3Pro, který je dekodovaný MP3 přehrávačem, tyto vysoké frekvence nepřehrává.

Hlavním důvodem vývinu komprimovaných formátů byl rozvoj informačních technologií a neustále rostoucí nároky na kapacitu.[10]

3.3.2.2 *WMA*

Windows Media Audio je komprimovaný audio formát, který byl prosazován společností Microsoft. První verze WMA1 byla vydána v roce 1999. Verze, které přicházely v rozvoji tohoto formátu, nevyzařovaly kvalitu, až od verze 9 byl formát WMA považován za kvalitní kodek. Původně byl určen jako náhrada za populárnější formát MP3, avšak spíše soupeří s formátem AAC od firmy Apple.

Větší uplatnění má formát WMA pro nízké datové toky okolo 64 kbps¹. V tomto aspektu překonává formát MP3, ale po stránce kvality je stále formát WMA pozadu.[11]

3.3.2.3 *OGG Vorbis*

Tento kodek z nadace Xiph.org se reprezentuje velmi vysokou kvalitou v rozmezí datových toků od 64 do 320 kbps. Při datovém toku okolo 80 – 200 kbps dosahuje u zvukových kompresí nejlepších výsledků. První vydání formátu Vorbis se datuje k 8. květnu roku 2000. Stejně jako formát WMA, tak i formát Vorbis měl nahradit ve své funkci formát MP3. Kontejner OGG je na rozdíl od předcházejících kontejnerů otevřený, nepatentovaný a zcela zdarma, což přináší značnou výhodu v jeho prospěch. Navíc je použitelný pro vícekanálový zvuk a je podporován většinou audio přehrávačů.

Formát je využíván u některých počítačových her a v rádiích a to nejen z důvodu jeho open-source povahy.[12]

3.3.2.4 *AAC*

Advanced Audio Coding je velmi kvalitní komprese zvuku, která má téměř neomezený počet kanálů. Byla prosazena zejména díky společnostem Apple (iTunes, QuickTime) a

¹ Kbps – Kilobit per second, česky kilobit za sekundu

Nero. Vznik formátu AAC se datuje k roku 1997. Rozdílem od ostatních formátů je to, že při přehrávání souboru jsou některé zvuky pro pravý a levý kanál stejné. Pokud se z jednoho kanálu odstraní, sníží se celková velikost souboru a datový tok.[13]

Vedle klasického AAC LC pro datový tok 80 kbps existuje také verze pro nízký datový tok. Tato verze se nazývá AAC HE (High Efficiency) a používá SBR technologii stejně jako MP3Pro.

Další verze formátu AAC jsou AC2 a AC3, které jsou převážně používány jako doprovodný zvuk k videosouborům, např. MPEG2.[14]

3.3.2.5 *Dolby Digital*

Dolby Digital je digitální ztrátová audio komprese, která byla vyvinuta společností Dolby Laboratories roku 1991 a původně byla označena jako AC3. Nejčastěji se tento formát vyskytuje v konfiguraci 5.1 kanálů, který obsahuje pět hlavních zvukových signálů (pravý přední, středový, levý přední, zadní pravý a zadní levý) a subwoofer (basový kanál sloužící ke zvýraznění zvuků nízké frekvence), u kterého nezáleží, ze kterého směru k posluchači přichází (viz. Obr. 2). Hlavní zvukové kanály mají rozsah od 20 Hz do 20 kHz a subwoofer má rozsah do 120 Hz.

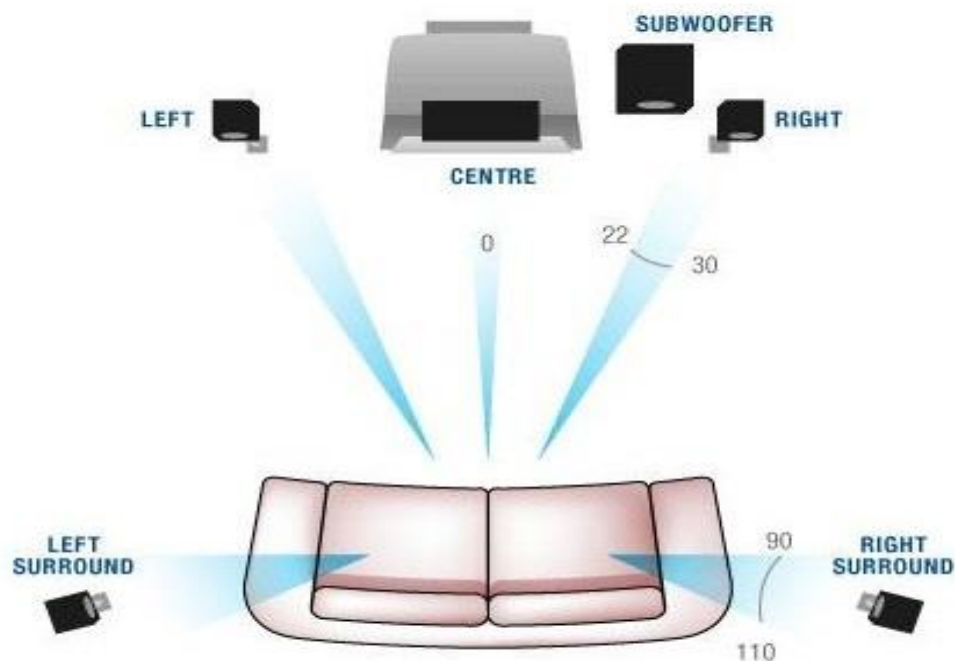
Formát Dolby Digital byl původně využíván v kinech a využíval konfiguraci 5.1, poté se rozšířil do digitálního televizního vysílání a také na laserdisky. Je možno jej použít i jako součást videosouborů AVI, OGM nebo MKV. Přípona tohoto formátu je typická jejímu původnímu názvu, a to *.ac3. Používá se převážně v případech, kdy není podstatná velikost souboru.[15]

Konfigurace u formátu Dolby Digital, které se využívají v praxi, jsou následující:

- Dolby Digital 1.0 – jedná se o konfiguraci využívající jednoho mono kanálu.
- Dolby Digital 2.0 – tato konfigurace obsahuje 2 kanály, a to stereo a mono.
- Dolby Digital 2.0 Surround – obsahuje informaci o tom, že se jedná o Dolby Surround.
- Dolby Digital 4.0 – neobvyklá varianta, která obsahuje 4 samostatné kanály (levý, střední, pravý a zadní).
- Dolby Digital 5.0 – také neobvyklá varianta, která obsahuje 5 samostatných kanálů (přední levý, střední, přední pravý, zadní levý a zadní pravý). Subwoofer se u této konfigurace nenachází.

- Dolby Digital 5.1 – Tato varianta je pro formát Dolby Digital nejčastější. Jak už bylo řečeno, obsahuje 5 samostatných kanálů, stejně jako Dolby Digital 5.0, ale navíc je zde LFE kanál neboli subwoofer. První film, který využíval tento formát, byl „Batman se vrací“ z roku 1992.
- Dolby Digital 5.1 EX – nejnovější varianta vytvořena ve spolupráci s Lucasfilm THX. Poprvé byl tento formát ve filmu „Star Wars: Epizoda I – Skrytá hrozba“. Mimo klasického 5.1 kanálu obsahuje Dolby Digital 5.1 EX ještě zadní střední kanál, který je maticově zakódován v zadních postranních kanálech. Tento formát je možno v domácích podmínkách přehrávat v konfiguraci 6.1 nebo 7.1.
- Dolby Digital Plus – jedná se o konfiguraci, která nabízí vyšší datové toky a to až do 3 Mb/s. Také podporuje větší množství zvukových kanálů (až 13.1).[16]

Obrázek 2: Typické uspořádání 5.1 prostorového zvuku



Zdroj: <http://www.brighthub.com>

3.3.2.6 DTS

DTS, celým názvem Digital Theater System, už podle jména dává najevo, že se jedná o formát používaný především pro ozvučení filmů v kinech. Mimo jiné je používán i pro disky DVD, ovšem jsou zde technické rozdíly mezi domácími a komerčními variantami.

Nejčastější a základní variantou je DTS 5.1, která je shodná s obdobnou konfigurací u formátu Dolby Digital. Formát DTS poskytuje větší kvalitu nežli Dolby Digital, ale za to potřebuje velmi vysoký datový tok. Datový tok formátu DTS může dosahovat maximální hodnoty 1536 kbps, ale DVD disky nejčastěji využívají spodní hranici datového toku, což je 768 kbps. Pro kompresi signálu se používá CAC (Coherent Acoustic Coding) s kompresním poměrem 4:1 až 8:1.

Poprvé bylo formátu DTS využito roku 1993 Stevenem Spielbergem ve filmu „Jurský park“.[17]

3.3.2.7 Speex

Formát Speex je specializovaný na kompresi řeči při velmi nízkém datovém toku. Jedná se o open-source formát vyvinutý nadací Xiph.org a je součástí projektu OGG. Je využíván například pro telefonování po internetu a také jej využívá mnoho VoIP programů. Speex je založen na CELP algoritmu a je navržen ke kompresi zvuku v rozmezí datového toku 2 – 44 kbps.[18]

Speex využívá 3 vzorkovací frekvence:

- narrowband – 8 kHz
- wideband – 16 kHz
- ultra-wideband – 32 kHz

Kvalita se nastavuje jako parametr od 0 do 10.

Postupy ke kompresi lidské řeči, které využívá formát Speex:

- variable bitrate operation (VBR)
- voice Activity Detection (VAD)
- discontinuous Transmission (DTX)[18]

3.4 Nekomprimované zvukové formáty

Oproti komprimovaným formátům existují i formáty nekomprimované. Jedná se o formáty, které jsou tzv. „v plné kráse“ bez jakéhokoliv ořezávání a obírání nepodstatných dat. Soubory těchto formátů nabývají značně větší velikosti nežli soubory komprimovaných formátů.

3.4.1 WAV

Formát WAV nebo také WAVE je v dnešní době nejrozšířenější formát pro ukládání zvukových souborů. Celý název je Waveform audio file format a byl vytvořen firmami IBM a Microsoft. Vychází z formátu RIFF (Resource Interchange File Formát), který definuje strukturu uložení dat. Jedná se o základní nekomprimovaný, bezztrátový zvukový formát. Hlavička souboru v sobě nese vzorkovací frekvenci, velikost vzorku, počet kanálů a plno dalších informací. Vzorkovací frekvence je standardní 44,1 kHz při 8 až 64 bitové hloubce kódování pro stereofonní signál. Používá se v profesionální audio technice a v nahrávacích studiích. S tímto audio formátem pracují všechny audio a video softwary pro editaci. Výhodou tedy je, že má vysokou podporu všelijakých softwarů a zařízení a uchovává veškerou zvukovou informaci. Na druhé straně oproti jiným formátům je nevýhodou velikost souboru formátu WAV. [19]

3.5 Kontejnery

Zvukové, ale i video soubory mají možnost ukládání do kontejnerů, které usnadňují univerzální nakládání s multimediálními soubory. Kontejnery integrují zvuk i video do jednoho souboru, který může navíc obsahovat i různé informace, jako jsou například titulky. Existují také soubory, které se vyskytují bez kontejneru v podobě elementárních streamů.

Formáty kontejnerů jsou individuálně rozdílné podle svých možností získat různá multimediální data. Tyto kontejnery je možné přehrát pomocí softwaru či modulu, který umožní extrahovat jednotlivé datové toky. Takovýto pomocník je znám pod názvem splitter či demuxer.

Nejpoužívanějšími audio kontejnery v dnešní době jsou AVI, OGG, QuickTime, RealMedia, a nebo Matroska.[20]

3.6 Historie zvuku v počítači

Stejně jako ostatní věci i zvukové formáty se vyvíjejí a nahrazují se lepšími. Některé svůj úkol splní a jiné nesplní. Avšak i ty, které svůj úkol nesplní, dokážou někdy ve své funkci najít své uplatnění. Veliké množství dnes využívaných formátů mělo za cíl nahradit už zasetý standard, zvukový formát MP3. Zda se cíl podařil, záleží spíše na subjektivním názoru uživatele, ale formát MP3 je stále velice používaný a podporovaný různými softwary.

První počítače sloužili především k zjednodušení práce člověka. V té době se pravděpodobně nepředpokládalo, že by počítač zajistil hobby či dokonce práci pro skupinu lidí pracujících se zvukem. Jednalo se o počítačový stroj, který vydával zvuky pouze v podobě varovných signálů.[21]

V roce 1923 došlo k první nahrávce zvuku k filmu a byla zavedena metoda zvukového záznamu ve filmu. V roce 1926 byl natočen první zvukový film „Jazz Singer“ ve zvukovém systému Vitafon. Zvuk byl nahráván na 16“ desce o rychlosti 33,5 otáček za minutu, která hrála od středu ke kraji, jak je tomu u CD. Na filmu byla naexponována synchronizační stopa. Ve 30. letech došlo k velkému rozvoji zvukových filmů.

První stereofonní film (dvoukanálový) byl pořízen v roce 1941 a v roce 1948 zavedl Ampex v USA první přístroje se záznamem zvuku na pásky.

V roce 1953 byl pořízen první širokoúhlý (35mm) film a také se na trhu začaly objevovat nahrané stereo magnetofonové pásky. Pak v roce 1955 přišel na svět i první 70mm film, který měl šestikanálový zvuk (analogový – magnetické stopy). Roku 1957 přišly na trh dlouhohrající stereo desky.

Převratem byl i rok 1963, kdy dodnes známá společnost Philips zavedla kompaktní kazetu Tape Cartridge. Rok poté přivedla tato společnost i první laserový disk.

V roce 1975 byl představen od firmy Dolby Laboratories systém Dolby Stereo (Dolby A), který pracoval na principu dynamické komprese signálu před záznamem a následné expanzi při přehrávání. Tento systém potřeboval pro čtyřkanálovou reprodukci pouze dvě zvukové stopy.

Další díl do stavebnice od firmy Dolby Laboratories byl představen v roce 1982 pod názvem Dolby Surround, který představoval „ochuzenou“ verzi Dolby Stereo. Byl určen pro domácí použití, menší předváděcí místnosti, sály apod. Další typ vyšel v roce 1986 pod názvem Dolby Stereo SR, který byl čtyřkanálový a využíval optický dvouřádkový amplitudový záznam. O rok později přichází ještě Dolby Surround Pro-Logic, který je

reprezentován jako zdokonalená verze předchozího systému. Vznikl z potřeby centrálního reproduktoru, jelikož u televizoru je obraz menší nežli prostor ozvučený předními reproduktory.

Jeden z neúspěšných digitálních formátů byl CDS (Cinema Digital Sound), který byl představen v roce 1990 ve filmu „Dick Tracey“.

Po neúspěšném CDS formátu byl vyvinut v roce 1991 více úspěšný formát Dolby Digital, který měl mnoho verzí. Například velice úspěšná verze tohoto formátu byla Dolby Stereo SRD (Dolby Digital 5.1), která byla uvedena v roce 1992.

V roce 1993 představila společnost Universal Pictures zvukový formát DTS (Digital Theater System), který byl vyvinut firmou Matsushita. Na rozdíl od Dolby Digital má DTS přibližně 4x menší kompresní poměr, což znamená, že má vyšší datový tok a lepší kvalitu zvuku.[1]

3.7 Software pro zpracování audio formátů

Aby audio soubor s určitým zvukovým formátem v počítači jen neležel, je třeba software, který jej bude zpracovávat. V dnešní době se využívá obrovské množství softwarů pro zpracování audio formátů, a to nejen na platformě PC. Tyto programy jsou rozděleny na 3 hlavní typy: přehrávače, editační programy a konvertory. V bakalářské práci budou zmíněny pouze přehrávače a editační programy, jelikož konvertování zvládají i samotné editační programy. Dalšími typy programů, které zpracovávají audio soubory, jsou například software pro grabování², vypalování CD či DJ Software. Některé se využívají k amatérským účelům a některé naopak k těm profesionálním.[22]

3.7.1 Přehrávače

Pro mnoho uživatelů je počítač plně funkčním multimediálním zařízením. I přes možnost vyhledávání a přehrávání hudby na různých internetových stránkách jako je například Youtube.com, jsou audio přehrávače stále žádoucím zbožím. Audio přehrávače slouží k přehrávání hudby (audio formátů), které jsou uloženy na počítači, případně na internetu. Každý přehrávač podporuje určité zvukové formáty a kodeky.

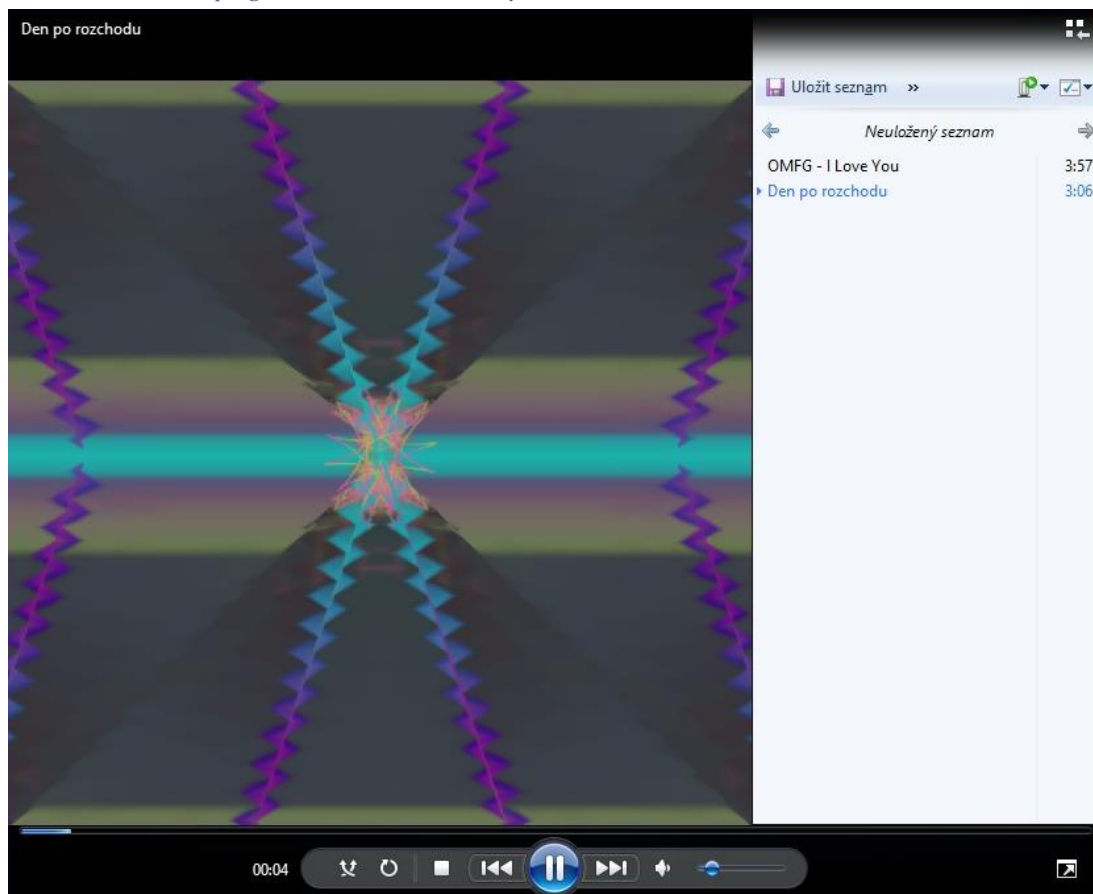
² Grabování – činnost, při které získáváme data z externího zdroje do počítače

3.7.1.1 *Windows Media Player*

Tento přehrávač je od společnosti Microsoft a je dodáván spolu s operačním systémem Windows, takže až na výjimky ho má každý uživatel ve svém počítači už předinstalovaný. Mimo přehrávání audio souborů umožňuje také přehrávání video souborů, prezentaci obrázků a je nedílnou součástí mnoha internetových služeb pro přehrávání multimediálního obsahu.

Velkou nevýhodou tohoto přehrávače pro starší verze byla jejich podpora formátů. Ty podporovali jen ty nezákladnější. Novější verze Windows Media Player podporují už větší škálu audio formátů a to například M4A, WAV, WMA, MP3, AAC a MIDI. Velmi schopný je Windows Media Player ve vizualizacích promítajících při přehrávání audio souboru. Těchto vizualizací nabízí desítky. Další silnou stránkou je knihovna medií, která slouží ke správě písniček a alb. Přehrávač Windows Media Player umožňuje synchronizaci se zařízeními a podporuje vypalování. V knihovně lze vytvořit seznam stop.[23]

Obrázek 3: Prostředí programu Windows Media Player

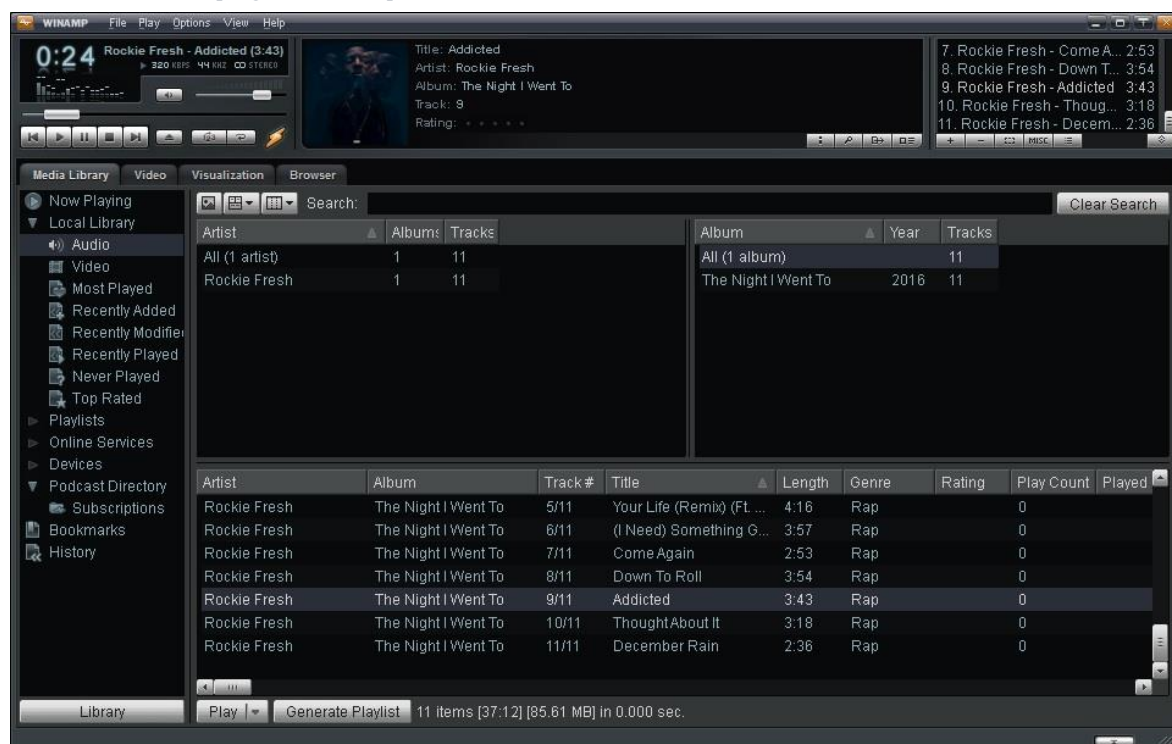


Zdroj: Vlastní zpracování autora

3.7.1.2 WinAmp

Přehrávač Winamp už mnoho let patří mezi nejpopulárnější přehrávače hudby. Pochází od společnosti Nullsoft a jeho první verze vyšla v roce 1997. Za jeho vznikem stojí dvojice Justin Frankel a Dmitry Boldyrev, kteří prezentovali Winamp jako freewarový přehrávač hudby a videa. V roce 1999 Winamp převzala společnost AOL a rozhodla o zrušení vývoje programu. Tento program je podporován na operačním systému Microsoft Windows, Android a OS X. Winamp má celou řadu funkcí pro organizaci a katalogizaci souborů a nastavení audio výstupu. Při spuštění tohoto programu je možnost navolit si libovolný grafický vzhled z nabízené škály (zhruba 4 možnosti). Dále využívá možnosti importování hudebních souborů z jiných softwarů, jako je například iTunes. V základní verzi není dostupný český jazyk.[24]

Obrázek 4: Prostředí programu WinAmp



Zdroj: Vlastní zpracování autora

3.7.1.3 iTunes

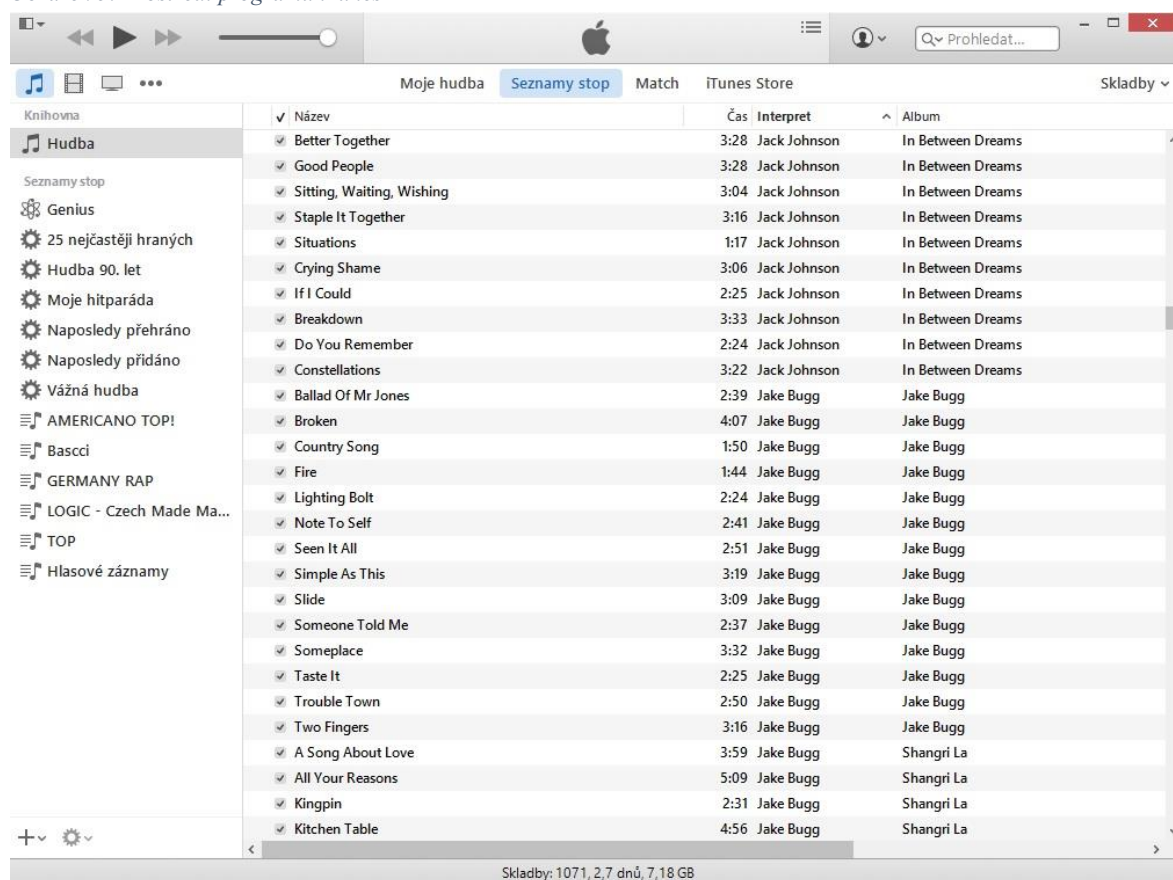
iTunes je software od firmy Apple nejen pro přehrávání hudby, ale také pro organizaci souborů a přehrávání videí. Pomocí iTunes se dá připojit k iTunes Store, internetovému obchodu, kde je možno koupit hudbu, filmy, televizní pořady, aplikace, hry, podcasty či knihy do svého zařízení. iTunes je také rozhraním pro správu různých zařízení od značky Apple (iPhone, iPod a iPad).

Poprvé byl iTunes představen v lednu 2001. Od té doby dostal tento program několik vylepšení v podobě novějších verzí. Současná verze je iTunes 12.4.3 a je ke stažení zdarma. iTunes je dostupný pro operační systémy OS X a Windows. Stejně jako audio přehrávač od Microsoftu, i iTunes od Apple podporuje ve svém software český jazyk.

Nejdůležitějšími nadstandardními službami jsou obchod iTunes Store, o kterém bylo už řečeno, a knihovna, která slouží jako nástroj pro úpravu názvů audio souborů. Funkce třídění probíhá v iTunes automaticky dle nastavených tagů.[25]

Tento přehrávač podporuje audio formáty MP3, AIFF, WAV, ACC, M4A a také další formáty, které podporuje program QuickTime.[26]

Obrázek 5: Prostředí programu iTunes



Zdroj: Vlastní zpracování autora

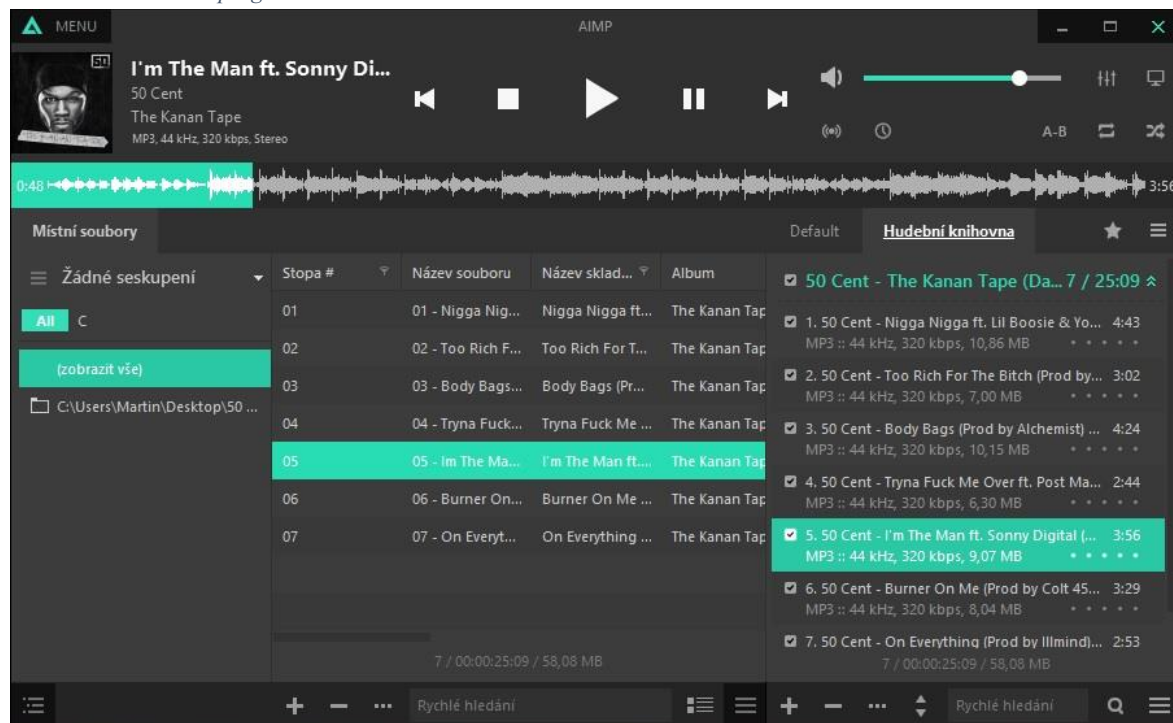
3.7.1.4 AIMP

Jedná se o freewarový audio přehrávač vytvořený ruskými vývojáři AIMP DevTeam. Stejně jako WinAmp i AIMP má možnost změny grafického vzhledu (skinu) a to ve větším množství, ovšem pouze pro prohlížeč. V základu tohoto programu je český jazyk a program samotný je podporovaný na operačním systému Microsoft Windows a Android.

Značnou výhodou tohoto přehrávače je podpora ohromného množství zvukových formátů. Mimo ty známější jako jsou například MP3, WAV, FLAC, MIDI, AAC, WMA a APE podporuje AIMP ještě například formáty CDA, MOD, RMI a SPX. Další věc, kterou AIMP podporuje je 32-bitové zpracování zvuku, ekvalizér a také umožňuje práci s několika playlisty v jeden moment. Další výhodou je knihovna, která je snadno ovladatelná a absolutně nahrazuje pouštění playlistů a složek přes průzkumník Windows. Stejně jako v iTunes, i v programu AIMP je povoleno upravovat tagy, což pomáhá k lepší práci s hudebními soubory.

Kromě přehrávání audio souborů zvládá AIMP i převod audio souborů do různých formátů a ripování hudby z CD do digitální podoby. Přehrávač dále poskytuje internetové streamování a poslouchání online rádií.[26]

Obrázek 6: Prostředí programu AIMP



Zdroj: Vlastní zpracování autora

3.7.2 Editační programy

Oproti jednoduchým přehrávačům jsou zde programy složitější, které slouží k pořízení, editaci či transpozici zvukového záznamu. Tyto programy se od sebe liší a to náročností uživatele. Profesionální nahrávací studia využívají jiných softwarů nežli amatérský uživatel, který software využívá pouze pro svoji potřebu. Existuje mnoho freewarových softwarů, ale i takových, za které je možno utratit peníze v hodnotě několika tisíců korun. Jiné je zase možno dostat od výrobce k zakoupené zvukové kartě a jsou tedy výbornou volbou pro seznámení s nahráváním.

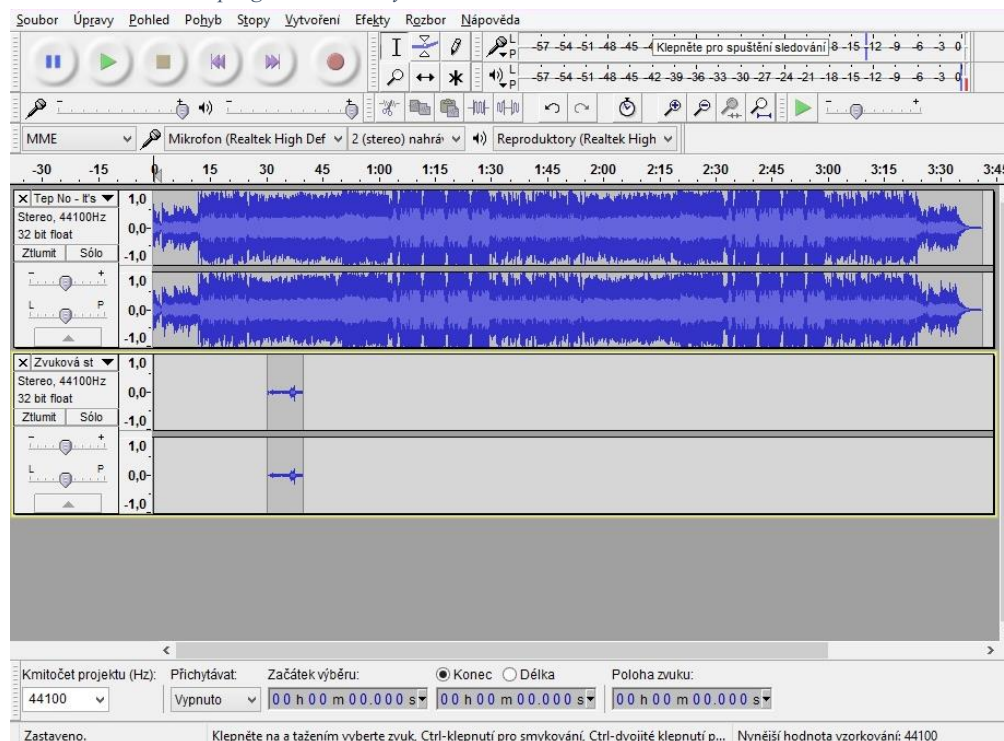
3.7.2.1 Audacity

Audacity je jedním z nejvyužívanějších freewarových softwarů, který se reprezentuje svou jednoduchostí. Je využíván především k amatérským účelům. Nabízí import, úpravu i export do náležitých formátů a podporuje spoustu šikovných plug-inů. Je podporován na operačním systému Microsoft Windows, Mac OS X, Linux a dalších. Audacity je přeloženo do několika jazyků, včetně českého jazyka.

Jak už bylo řečeno, Audacity je volně dostupný software vyvinutý skupinou dobrovolníků a distribuovaný pod licencí GNU General Public License. Poprvé bylo audacity představeno v květnu roku 2000 jako verze 0.8. Aktuální verze je 2.1.2.

Základní funkce potřebné k editaci audio souborům, které Audacity zvládá, jsou vyjmutí, kopírování a vložení, dále možnost neomezené historie provedených změn, mixování a poměrně dostačující počet základních efektů. Také obsahuje konfigurovatelný spektrogram³, analýzu frekvence, odstranění šumu a další alternativy, které pomáhají ke zkvalitnění záznamu zvuku z mikrofonu. Audacity podporuje práci s celou řadou nejpoužívanějších a nejpoužívanějších zvukových formátů jako například WAV, FLAC, MP3 nebo Ogg Vorbis.[27]

Obrázek 7: Prostředí programu Audacity



Zdroj: Vlastní zpracování autora

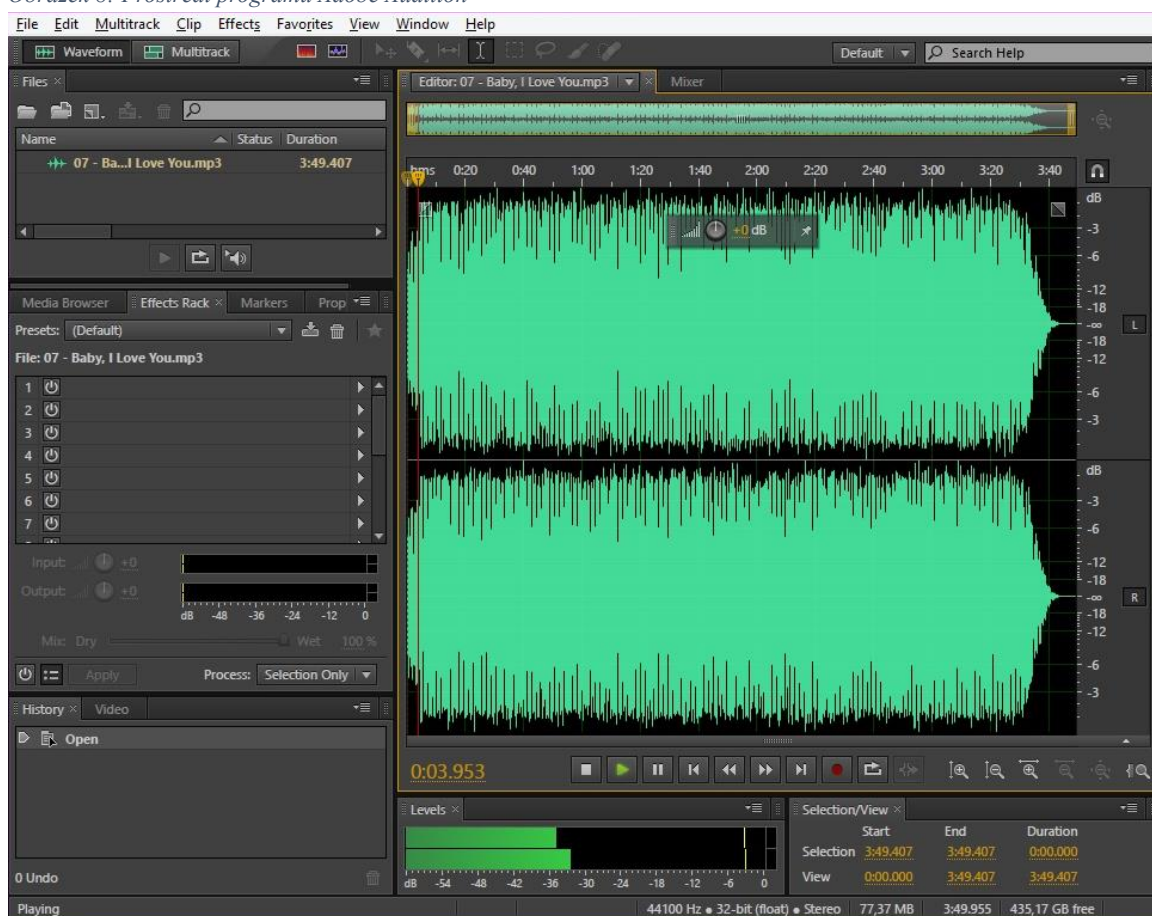
³ Spektrogram - Vizualizace zvukového spektra

3.7.2.2 Adobe Audition

Adobe Audition je software pro záznam a editaci zvuku od firmy Adobe, která je proslavená spíše díky bratrským programům, jako je například Adobe Photoshop či Adobe Reader. Adobe Audition je považován za profesionální nástroj na rozdíl od Audacity, které je používáno spíše k amatérským pracím.

První verze tohoto softwaru byla vydána v srpnu v roce 2003 a před názvem Adobe Audition byla pojmenována názvem Cool Edit Pro. Jedná se o placený software, zdarma je pouze trial verze dostupná na oficiálních stránkách. Je podporován na operačním systému Microsoft Windows 7 a výše a na Mac OS X.[28]

Obrázek 8: Prostředí programu Adobe Audition



Zdroj: Vlastní zpracování autora

3.7.2.3 Logic Pro

Také firma Apple se postarala o rozšíření škály programů pro editaci a pořízení zvuku. Software Logic Pro je jedním z nejvíce využívaných programů v profesionálních studiích. Například anglicko-americké XL studio, ve kterém nahrává zpěvačka Adele a jiní populární zpěváci, využívá k práci právě tento nahrávací software. Nejdříve byl Logic Pro podporován pouze na operačním systému od firmy Apple, ale později byl rozšířen i na operační systém Windows. Jeho cena se pohybuje okolo 5 tisíc korun českých.

Nejvypělejší verze je Logic Pro X, který obsahuje sofistikované nové nástroje na profesionální skládání, střih a mixování hudby. Obsahuje obrovskou sbírku hudebních nástrojů, efektů a smyček. Výhodou je veliké množství nástrojových a efektových programů v knihovně, kterých je až přes 1500.[29]

Obrázek 9: Prostředí programu Logic Pro X



Zdroj: itunes.apple.com

3.7.2.4 Cubase

Jeden z dalších nepoužívanějších programů pro nahrávání a editaci vícestopých hudebních nahrávek je Cubase. Byl vyvinut německou firmou Steinberg. První verze tohoto editačního programu vyšla již v roce 1989. Ovšem v té době byly jeho funkce značně omezeny oproti verzím novodobějším. Díky patentovému ReWive rozhraní a neustálé podpoře softwarových vývojářů je otevřeným audio systémem, který pomalu ze dne na den rozšiřuje své možnosti.[30]

Nejnovější verze je Cubase Pro 8.5 a je dostupná pro operační systémy Windows a Mac OS X. Jeho cena se pohybuje okolo 13 490 Kč. Značnou výhodou programu Cubase Pro 8.5 je uživatelsky přívětivé rozhraní a možnost efektivního propojení s Cloudem, které tak umožní zpracování nahraného materiálu na více zařízeních a také snadnější sdílení.[31]

Obrázek 10: Prostředí programu Cubase 8.5



Zdroj: <https://www.cmias.cz>

3.7.2.5 Pro Tools

Tento editační program byl vyvinut společností Digidesign, která je dnes spíše známá pod názvem Avid Technology. Jedná se o jeden z prvních editačních programů vůbec. První vydání, ještě pod názvem společnosti Digidesign, bylo uskutečněno už v roce 1989. Od té doby se toho však hodně změnilo a dnes patří Pro Tools mezi nejpoužívanější a nejvýkonnější editační programy vůbec.[32]

Nejnovější verzí je Pro Tools 12, avšak připravují se stále nové a nové upgrady. Pro Tools je podporován na operačních systémech MS Windows a OS X a jeho cena se pohybuje okolo 15 090 Kč. Menší negativní stránkou všech verzí Pro Tools je občasná nestabilita na operačním systému Windows.[33]

Obrázek 11: Prostředí programu Pro Tools 12



Zdroj: <https://9to5mac.com>

3.7.2.6 *PreSonus Studio One*

Jeden z novějších, avšak nejrozšířenějších editačních programů, je PreSonus Studio One. Byl vyvinut společností PreSonus Software. Nejnovější verzí je PreSonus Studio One 3 Professional a obsahuje skoro všechno, co by se od moderního editačního programu očekávalo. Tento program je podporován na platformě OS X a MS Windows. Jeho výhodou oproti ostatním placeným editačním programům je cena, která se pohybuje okolo 12400 Kč.[34]

Obrázek 12: Prostředí programu PreSonus Studio One 3



Zdroj: <https://presonus.com>

4 Výběr vhodného editačního programu

V první části této práce je vypracovaný přehled dostupného softwaru pro zpracování audio formátů. Toto vypracování bylo uskutečněno pro editační programy a přehrávače. V druhé části této kapitoly dochází ke komparaci nejpoblárnějších variant editačních softwarů pro zpracování audio formátů a vyhodnocení nejlepšího výsledku z variant.

4.1 Definování uživatele

Před provedením komparace a vybráním vhodného programu je nutné definovat skupinu uživatelů, kteří budou tento druh programu využívat.

V tomto případě bude cílová skupina uživatelů vlastníky začínajících nahrávacích studií, kteří se rozhodují, jaký editační program by byl pro jejich studio nejideálnější. Předpokladem naší skupiny uživatelů je dostačující znalost dané problematiky.

Porovnávané editační programy jsou placené a výběr nejlepšího programu bude uskutečněn za pomoci kritérií, podle kterých uživatel uskuteční své rozhodnutí.

4.2 Kritéria pro výběr editačního programu

- **Požizovací cena (K1)** – priorita 1

Požizovací cena editačního programu je pro začínající studia většinou více podstatná, nežli jiná překonatelná kritéria. Cena těchto programů nebývá nejnižší a za předpokladu, že uživatel již vybavil své studio hardwarovými komponenty, jistě ocení levnější software. Do této komparace byly použity pouze placené programy, tudíž uživatel tomuto kritériu přiloží největší váhu.

- **Podpora VST a VSTi (K2)** – priorita 2

VST a VSTi jsou nejrozšířenějším formátem plug-inů⁴, které je možno koupit či stáhnout a následně přidat do programu. Některé z nich jsou však už v samotném základu programu od výrobce. Jejich úlohou je generovat a upravovat digitální audio signál. VST jsou plug-iny a VSTi jsou virtuální nástroje. Uživatel, který se bude rozhodovat, který program bude pro jeho

⁴ Plug-in – zásuvný modul

studio nejlepší, využije toto kritérium jako druhé nejdůležitější. Software, který VST a VSTi nepodporuje, využívá jiných méně rozšířených formátů, které disponují různým typem omezení.[1]

- **Podpora videa (K3)** – priorita 3

V dnešní době je pro editační programy podpora videa velice důležitá. Zvuk zpracovávají dost často právě kameramani, sound designeři, youtubeři⁵ a další. Uživatel tedy jistě ocení možnost exportu do videa přímo v programu pro editaci zvuku.

- **Export do OMF / AAF (K4)** – priorita 4

Open Media Framework je formát souboru, který není závislý na platformě, určený pro přenos digitálních médií mezi různými softwarovými aplikacemi. Tedy během práce umožní přenášet projekty například mezi střížnou a Cubase. Tím pádem má zvukař, či jiný uživatel, kompletní přístup ke všem souborům a může je dále upravovat např. měnit délky stříhů apod. Některé programy mají možnost exportu do AAF, který funguje na podobné bázi jako formát OMF. Pro uživatele je to kritérium, které stále dokáže změnit výsledek komparace, avšak není tak podstatný, jako třeba podpora VST a VSTi nebo podpora videa.

- **Použitelnost (K5)** – priorita 5

Toto kritérium bude hodnoceno pomocí jakosti softwaru. Jedná se o použitelnost softwaru, která zahrnuje atraktivnost, srozumitelnost a naučitelnost. Na všechny tyto 3 podkategorie má hlavní vliv grafické rozhraní softwaru a to, jak je daný software uživatelsky přívětivý. Grafické rozhraní se u každého z hodnocených programů liší, ať už odlišným rozložením funkcí či drobnými detaily. Uživatel, který se bude rozhodovat, jaký DAW software pořídí do svého nahrávacího studia, bude preferovat takový software, který má grafické rozhraní na vyšší úrovni. Toto kritérium bude velmi záviset na subjektivním dojmu uživatele.

⁵ Youtuber – Označení člověka, který publikuje svá natočená videa na internetovém portálu Youtube.com

- **Velikost programu v MB (K6)** – priorita 6

Prakticky nejméně důležité kritérium pro výběr editačního programu je velikost programu v MB. Uživatel se bude snažit svůj prostor na disku maximalizovat tím, že dá přednost variantě s nejmenší velikostí. Avšak tomuto kritériu přiděluje uživatel nejmenší prioritu. Zaplněnému disku může předejít například zálohováním na disk externí či virtuální.

4.3 Testované editační programy

Základní informace o těchto programech jsou rozepsány v teoretické části bakalářské práce v kapitole číslo 3.7.2. V této kapitole jsou vypsány aktuální testované verze jednotlivých programů a informace podléhající kritériím. Programy Audacity a Adobe Audition nebyly do komparace zahrnuty z důvodu způsobu jejich pořízení.

- **Logic Pro X 10.2.4 (V1)**

Cena této verze programu je 199.99\$ (4 880 Kč). VST a VSTi je u Logic Pro podporováno, avšak musí být ve formátu určeném pro Apple. U Logic Pro je video podporováno a využívá se pro tvorbu hudby k filmům a k sound designu. Logic Pro dokáže exportovat soubor do formátu AAF. Místo, které Logic Pro X 10.2.4 zabírá na disku, je 1,31 GB v základním vybavení.[29]

- **Cubase Pro 8.5 (V2)**

Cena této verze programu je 13 490 Kč. VST a VSTi je u programu Cubase podporováno. U Cubase Pro 8.5 je video podporováno a využívá se pro tvorbu hudby k filmům a k sound designu. Cubase Pro 8.5 podporuje export souboru do formátu OMF. Místo, které Cubase Pro 8.5 zabírá na disku, je 15 GB v základním vybavení.[31]

- **Pro Tools 12**

Cena této verze programu je 15 090 Kč. Pro Tools 12 nepodporuje VST a VSTi plug-iny. U Pro Tools 12 je video podporováno a využívá se pro tvorbu hudby k filmům a k sound designu. Také Pro Tools 12 podporuje export souboru do

formátu OMF. Místo, které Pro Tools 12 zabírá na disku, je 15 GB v základním vybavení.[33]

- **PreSonus Studio One 3**

Cena této verze programu je 12 400 Kč. VST a VSTi je u programu PreSonus Studio One podporováno. U PreSonus Studio One je video podporováno a využívá se pro tvorbu hudby k filmům a k sound designu. PreSonus Studio One nepodporuje export souboru do formátu OMF ani AAF. Místo, které PreSonus Studio One zabírá na disku, je 300 MB v základním vybavení.[34]

4.4 Hodnocení editačního programu pomocí projektu SQuaRE

Projekt SQuaRE je nový projekt mezinárodních norem, který se pokouší reagovat na rozdíly ve formálnosti, terminologii a celkový nesoulad a různorodost v aktuálních normách tak, aby se celkový pohled na hodnocení softwaru a informačních systémů souhrnně více sjednotil. Stejně jako většina přístupů k hodnocení softwaru, tak i SQuaRE popisuje jednotlivé atributy a možnosti pohledů na software.

Při hodnocení softwaru je potřeba navrhnout způsob, podle kterého se bude postupovat. Také mohou být zahrnuty subjektivní možnosti hodnocení. Díky tomu se může výsledný způsob lépe aplikovat na daný software.[37]

Hodnotit se budou všechny softwary pro editaci zahrnuté do komparace. Hodnocení se týká výhradně kategorie použitelnost a jejích podkategorií atraktivnost, srozumitelnost a naučitelnost, jelikož pro účely této práce jsou nejvhodnější. Známkou bude ohodnocena pouze nadkategorie použitelnost jako celek.

4.4.1 Použitelnost softwaru

Kategorii použitelnost je možné v hodnocení softwaru využít v mnoha směrech. Jedná se o schopnost informačního systému či softwarového produktu být srozumitelný, snadno naučitelný a atraktivní při používání.[37]

V práci se využijí pouze podkategorie atraktivnost, srozumitelnost a naučitelnost. Použitelnost bude hodnocena pro každý software klasifikační úrovní a to:

- 1 – vynikající

- 2 – dobrá
- 3 – vyhovující
- 4 – přijatelná s výhradami
- 5 – nepřijatelná

Každý software bude ohodnocen známkou, která bude vždy podložena argumentem uživatele hodnotícího jakost softwaru. Výsledky hodnocení budou dále zpracovány v komparaci pomocí metody váženého součtu.[37]

4.4.1.1 Atraktivnost

Atraktivnost je formulována jako schopnost systému umožnit přívětivou obsluhu a učinit užití systému přitažlivým.

Hlavním problémem, na který by se mělo při hodnocení atraktivnosti upozornit, je ovlivnění výsledku subjektivním vkusem uživatele. Hodnotí se celkové grafické rozhraní vybraných editačních audio softwarů zahrnutých do komparace.[37]

4.4.1.2 Srozumitelnost

Srozumitelnost je formulována jako vlastnost systému, která umožňuje uživateli prohlásit, zda se systém hodí pro řešení jeho problémů. Srozumitelnost je charakterizována mírou úsilí, které je nutno vynaložit pro to, aby uživatel porozuměl tomu, co může od systému očekávat.[37]

4.4.1.3 Naučitelnost

Naučitelnost je definována jako vlastnost systému, charakterizovaná mírou úsilí, které je nutno vynaložit pro rutinní využívání jeho možností. Zahrnuje také úsilí, které je potřeba vynaložit na školení personálu a dozor nad správným používáním systému.[37]

4.4.1.4 Hodnocení použitelnosti softwaru

Logic Pro X 10.2.4

Grafické rozhraní softwaru vypadá moderně a atraktivně. Všechny funkce v něm fungují na bázi drag and drop (v překladu do češtiny táhni a pusť), což ocení zejména mladí uživatelé, kteří jsou na tento styl zvyklí od her až po aplikace v Google Chrome. To je také důvod, proč může software graficky připomínat některým uživatelům mobilní aplikaci,

ačkoliv se jedná o profesionální DAW software. Plug-iny naopak vypadají jako napodobeniny skutečných přístrojů, což opět navazuje na moderní dojem.

Logic Pro X je velice srozumitelný software. Veškeré ovládací prvky jsou pohledně graficky zpracované a uživatelsky přívětivé, což dělá tento software jednoduše ovladatelným.

Míra úsilí, které je nutné vynaložit pro využívání softwaru, je velmi nízká. Software je až nadměrně jednoduchý pro užívání a i nezkušený uživatel si na něj zásluhou přívětivého grafického a uživatelského rozhraní velmi rychle zvykne.

Celková známka použitelnosti pro software Logic Pro X je 2.

Cubase Pro 8.5

Editační program Cubase Pro 8.5 je jediný DAW software, který může mít tisíce podob. Každé okno, knoflík, či barvu je možno nastavit přesně podle požadavku uživatele. To přináší obrovskou výhodu pro uživatele pracující na notebooku nebo na jiném zařízení, které nemá minimálně dva 24 palcové monitory. Mixovací okno se přizpůsobuje samo podle aktuální práce, což je další ohromnou výhodou tohoto softwaru. Uživatelé, kterým by tato funkce nevyhovovala, mohou tuto funkci vypnout. Další funkce, která činí grafické rozhraní Cubase vynikajícím, je možnost vytvořit si více vizuálních variant mixovacích oken a jedním kliknutím mezi nimi přepínat. Celkové grafické rozhraní působí velice atraktivně, moderně a profesionálně.

Srozumitelnost softwaru je velice vysoká. Na obrovské množství funkcí a výhod, kterými je tento program reprezentován, je velmi jednoduchý na využívání.

Také naučitelnost softwaru vyplývá z jednoduchosti. Míra úsilí, které je potřeba vynaložit na využívání softwaru, je nízká.

Celková známka použitelnosti pro software Cubase Pro 8.5 je 1.

Pro Tools 12

Jeden z nejhůře graficky přehledných a uživatelsky přívětivých editačních programů je Pro Tools 12. To je z velké části dané skutečností, že byl dlouhou dobu naprostým monopoem na trhu a nepotřeboval se přizpůsobit uživatelům, jelikož uživatelé se přizpůsobili jemu. Ve verzi Pro Tools 11 a 12 se grafické prostředí tohoto softwaru změnilo k lepšímu, ačkoliv je stále typické svým šedivým pozadím a ostrými hrany, které působí

příliš nemoderně. Okna v programu Pro Tools 12 jsou poměrně přehledná, je možné je schovat a přizpůsobit jejich velikost. Stejně tak se dají schovat i stopy, se kterými se v danou chvíli nepracuje. Značnou nevýhodou v tomto softwaru je konzole na mixování, která se nedá absolutně přizpůsobit potřebám uživatele. Velikost jejích komponentů je pevně daná a nedá si nijak ovlivnit. Menu softwaru je nepřehledné.

Nepřehlednost některých částí softwaru způsobuje neatraktivnost a nesrozumitelnost. Software nepůsobí jednoduše a uživateli zabere delší dobu, nežli porozumí tomu, co může od softwaru očekávat.

Míra úsilí, které je zapotřebí vynaložit pro využívání softwaru je vysoká. Software se zřetelně liší od ostatních DAW softwarů.

V celkovém hodnocení použitelnosti má software Pro Tools 12 známku 4.

PreSonus Studio One 3

Jeden z nejnovějších profesionálních DAW softwarů je PreSonus Studio One 3. Atraktivnost softwaru je velice vysoká. Grafické rozhraní je moderní, přehledné a profesionální. Celkově je tento software založen na jednoduchosti a to ho dělá uživatelsky přívětivým. Veškerá okna jsou zaoblena a nepůsobí staromódně, jako například v softwaru Pro Tools 12. Vizualizace virtuálních nástrojů jsou zpracovány bezchybně a mají podobu skutečných nástrojů. Menu softwaru je přehledné a všechny funkce lehko dohledatelné.

Software je velmi srozumitelný. Uživatel lehce porozumí tomu, co může od softwaru očekávat.

Jednoduchost softwaru má vliv i na naučitelnost softwaru. Nezkušený uživatel vynaloží jen malé úsilí k ovládnutí softwaru.

Celková známka grafického rozhraní pro tento software je 1.

4.5 Výběr editačního programu metodou váženého součtu

Metoda váženého součtu provádí celkové hodnocení pro každou variantu, a proto je vhodná jak pro hledání nejvýhodnější varianty, tak i pro jejich uspořádání od nejlepší po nejhorší.[35]

Jako první si uživatel vypočítá váhy jednotlivých kritérií pomocí metody párového porovnání. Jedná se o hodnotu z intervalu $\langle 0;1 \rangle$, která vyjadřuje relativní důležitost tohoto kritéria v porovnání s ostatními kritérii a zároveň platí, že součet vah všech kritérií je roven

jedné.

Typ kritéria může nabývat maximalizační či minimalizační povahy. Například pro kritérium „pořizovací cena“ či „velikost programu v MB“ bude použito kritérium MIN, jelikož ideální variantou bude vždy nejnižší hodnota. Opakem tomu bude u zbylých kritérií, kde bude použito kritérium MAX, jelikož hledáme maximální hodnoty.

Aby bylo možné tuto metodu provést, je třeba převést minimalizační kritérium na maximalizační. To proběhne tak, že z každého kritéria u MIN bude vybrána jeho nejvyšší hodnota a od ní bude odečtena hodnota u každé varianty. Také vyjádřeno pomocí vztahu

$$y_{ij} = \max_{i=1, \dots, m} (y_{ij}) - y_{ij} [36]$$

kde y_{ij} je prvkem kritériální rovnice.

Dále je nezbytné, aby uživatel stanovil ideální a bazální variantu. „*Ideální varianta je hypotetická nebo reálná varianta, která dosahuje ve všech kritériích současně nejlepší možné hodnoty.*“ Ideální varianta se značí H v zápisu (h_1, \dots, h_n) . „*Bazální varianta je hypotetická nebo reálná varianta, jejíž ohodnocení je nejhorší podle všech kritérií.*“ Bazální varianta se značí D v zápisu (d_1, \dots, d_n) .

Standardizovaná kritériální matice R je vytvořena pomocí vzorce

$$r_{ij} = \frac{y_{ij} - d_j}{h_{ij} - d_j} [36]$$

kde r_{ij} je prvkem standardizované kritériální matice, y_{ij} je prvkem kritériální matice, d_j je bazální hodnota daného kritéria a h_j je daného kritéria hodnotou ideální.

Posléze je zapotřebí vypočítat agregovanou funkci užitku pomocí skalárního součinu všech prvků dané varianty a jejich určených vah. Také vyjádřeno pomocí vzorce

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^n v_j r_{ij} [36]$$

kde v_j je hodnota dané váhy a r_{ij} je prvkem standardizované kritériální matice.

Varianta, která dosáhne nejvyšší hodnoty užitku, bude tou nejlepší variantou a výsledkem pro výběr vhodného editačního programu.[36]

4.5.1 Stanovení vah kritérií a výběr ideální varianty

Váhy jednotlivých kritérií budou vypočítány pomocí metody párového porovnání. Kromě výběru preferovaného kritéria se také určuje pro všechny dvojice kritérií velikost této preference. K vyjádření této velikosti preferencí je doporučena bodovací stupnice:

- 1 – kritéria jsou stejně významná
- 3 – první kritérium je slabě významnější než druhé
- 5 – první kritérium je silně významnější než druhé
- 7 – první kritérium je velmi silně významnější než druhé
- 9 – první kritérium je absolutně významnější než druhé[36]

Tabulka 1: Tabulka preferencí kritérií

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
K1	1	3	3	3	5	9
K2	1/3	1	3	3	5	7
K3	1/3	1/3	1	3	3	5
K4	1/3	1/3	1/3	1	3	5
K5	1/5	1/5	1/3	1/3	1	7
K6	1/9	1/7	1/5	1/5	1/7	1

Zdroj: Vlastní zpracování autora

V tabulce č. 1 jsou uvedeny preference pro každou dvojici kritérií podle výše uvedené bodovací stupnice.

Tabulka 2: Výpočet vah kritérií

Kritérium	Geometrický průměr	Vážený geometrický průměr	Váhy
K1	3,2666	0,387692493	0,39
K2	2,17203	0,257784766	0,26
K3	1,30766	0,155198053	0,15
K4	0,90668	0,107608224	0,11
K5	0,56081	0,06655906	0,07
K6	0,21197	0,025157404	0,02
Suma	8,42575	1	1

Zdroj: Vlastní zpracování autora

Tabulka č. 2 zobrazuje postupný výpočet vah kritérií dle metody párového porovnání. Váhy jsou zaokrouhleny pro zjednodušení výpočtu.

Tabulka 3: Kriteriaální matice pro výběr vhodného editačního programu

	Pořizovací cena v Kč	Podpora VST a VSTi	Podpora videa	Export do OMF/AAF	Použitelnost	Velikost programu v MB
Logic Pro X 10.2.4	4800	1	1	1	3	1341,4
Cubase Pro 8.5	13490	1	1	1	1	15360
Pro Tools 12	15090	0	1	1	4	15360
PreSonus Studio One 3	12400	1	1	0	1	300
Váhy	0,39	0,26	0,15	0,11	0,07	0,02
Povaha	MIN	MAX	MAX	MAX	MIN	MIN

Zdroj: Vlastní zpracování autora

V tabulce č. 3 jsou základní hodnoty jednotlivých kritérií a váhy jsou zde stanoveny pomocí metody kvantitativního párového porovnání. U kritérií podpora VST a VSTi, podpora videa a export do OMF/AFF je hodnota 1 brána jako „Ano“ a hodnota 0 brána jako „Ne“.

Tabulka 4: Kriteriaální matice s převedenými kritérii z MIN na MAX a se stanovenou bazální a ideální variantou

	Pořizovací cena v Kč	Podpora VST a VSTi	Podpora videa	Export do OMF/AAF	Použitelnost	Velikost programu v MB
Logic Pro X 10.2.4	10290	1	1	1	1	14018,6
Cubase Pro 8.5	1600	1	1	1	3	0
Pro Tools 12	0	0	1	1	0	0
PreSonus Studio One 3	2690	1	1	0	3	15060
Váhy	0,39	0,26	0,15	0,11	0,07	0,02
Povaha	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX
Ideální varianta	10290	1	1	1	3	15060
Bazální varianta	0	0	1	1	0	0

Zdroj: Vlastní zpracování autora

V tabulce č. 4 jsou převedeny hodnoty s povahou minimalizačního kritéria na hodnoty s povahou maximalizačního kritéria. Dále je v tabulce přidána ideální a bazální varianta.

Tabulka 5: Standardizovaná kritériální matice

	Pořizovací cena v Kč	Podpora VST a VSTi	Podpora videa	Export do OMF/AAF	Použitelnost	Velikost programu v MB
Logic Pro X 10.2.4	1	1	0	1	0,33333333	0,93084993
Cubase Pro 8.5	0,15549077	1	0	1	1	0
Pro Tools 12	0	0	0	1	0	0
PreSonus Studio One 3	0,26141885	1	0	0	1	1
Váhy	0,39	0,26	0,15	0,11	0,07	0,02
Povaha	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX

Zdroj: Vlastní zpracování autora

Tabulka č. 5 představuje standardizovanou kritériální matici, ve které jsou vypočteny hodnoty jednotlivých kritérií pomocí ideální a bazální varianty.

Tabulka 6: Výsledná tabulka komparace s užitekem

	Pořizovací cena v Kč	Podpor a VST a VSTi	Podpora videa	Export do OMF/ AAF	Použitel- nost	Velikost programu v MB	Užitek
Logic Pro X 10.2.4	1	1	0	1	0,33333333	0,93084993	0,80195
Cubase Pro 8.5	0,15549077	1	0	1	1	0	0,50064
Pro Tools 12	0	0	0	1	0	0	0,11
PreSonus Studio One 3	0,26141885	1	0	0	1	1	0,45195
Váhy	0,39	0,26	0,15	0,11	0,07	0,02	

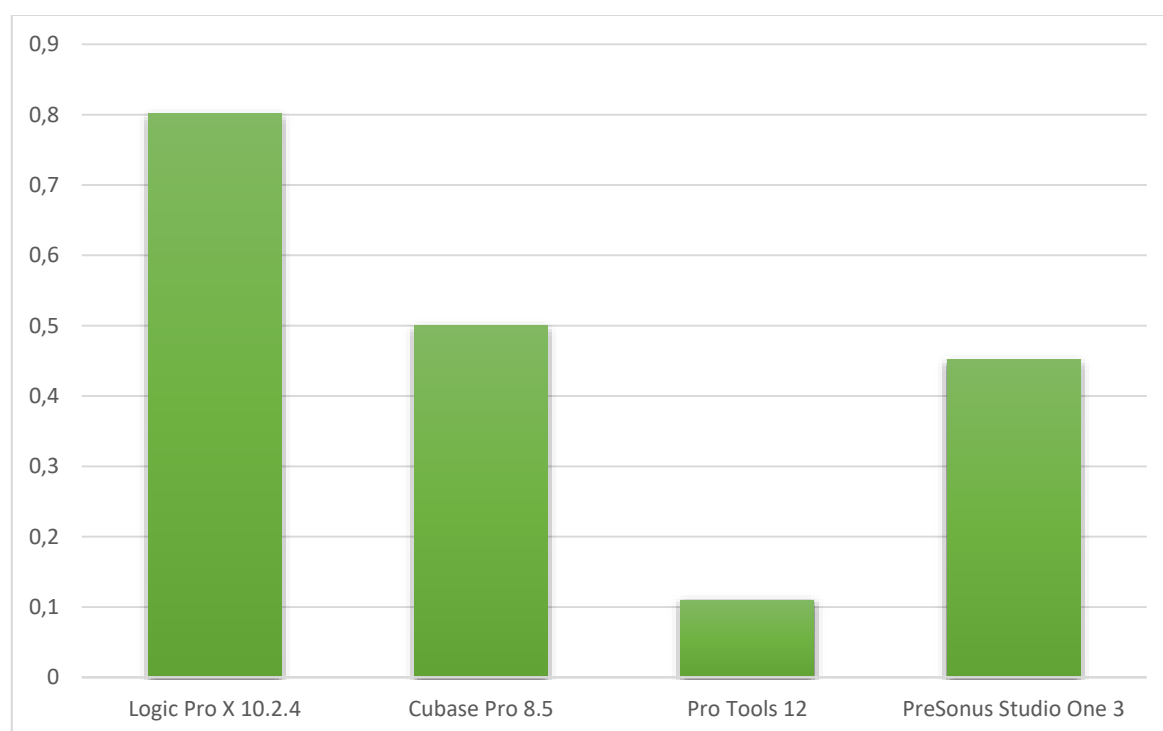
Zdroj: Vlastní zpracování autora

Tabulka č. 6 zobrazuje konečný výsledek komparace pomocí metody váženého součtu. Je zde vypočítán užitek jednotlivých editačních programů.

4.5.2 Shrnutí

Porovnávání DAW softwarů je provedeno na základě kritérií, kterými dané softwary disponují. Pomocí metody váženého součtu a vah, které uživatel vypočítal metodou párového porovnání, se prokázalo, že neoptimálnější editační program pro začínající nahrávací studia bude právě Logic Pro X 10.2.4, který získal nejvyšší hodnotu užitku ze všech hodnocených programů a to 0,80195. Jako druhý nejlepší editační program je dle výpočtů Cubase Pro 8.5 s viditelně rozdílnou hodnotou užitku 0,50064. Program PreSonus Studio One 3 má hodnotu užitku o trochu menší nežli program Cubase Pro 8.5. Jeho hodnota užitku je 0,45195. S nejmenší hodnotou užitku se umístil program Pro Tools 12. Užitek pro tento program je 0,11. Užitek byl vždy zaokrouhlen na pět desetinných čísel. Výsledek je také vyobrazen graficky.

Graf č. 1: Výsledný graf hodnot užitku pro porovnávané programy



Zdroj: Vlastní zpracování autora

5 Závěr

Zvuk patří k nedílné části našeho všedního života. Každý z nás se se zvukovými signály setkává denně, aniž by si to významněji uvědomoval. Veliké množství lidí se setkává se zvukem jako se zábavou ve formě písni, které byly nahrány v nahrávacím studiu.

Nahrávací studio není pouze počítač, obrazovka, reproduktory, zvuková karta či mixážní pult a mikrofon v akustické místnosti. Velikou část nahrávacího studia tvoří také DAW software, který ovládá producent a provádí v něm veškeré procesy nutné k finalizaci písni. Přesně na tyto softwary je bakalářská práce zaměřena.

Vybrat ideální software do svého nahrávacího studia není lehký úkol. Ačkoliv všechny DAW softwary slouží k totožné práci, tak každý software disponuje svými specifickými vlastnostmi a každý uživatel je hodnotí svými subjektivními názory. Právě proto byly za kritéria zvoleny snadno uchopitelné vlastnosti softwarů, dle kterých byla komparace provedena. Cena takovýchto softwarů v základním vybavení bývá vysoká, a proto v porovnání hraje největší roli právě cenová dostupnost. Poměrně velký vliv na komparaci měly i fakta, zda daný software disponuje podporou VST a VSTi a podporou videa a zda umožňuje export do formátu OMF či AAF. Vliv na komparaci, ačkoliv menší, mělo i kritérium použitelnost, které bylo hodnoceno z hlediska jakosti softwaru. Hodnoceny byly podkategorie použitelnosti atraktivnost, srozumitelnost a naučitelnost. Nejmenší vliv na komparaci měla velikost daného softwaru. Je to kritérium méně podstatné z důvodu možnosti zálohování dat na externí disky.

Do komparace byly zvoleny profesionální DAW softwary, které se v nahrávacích studiích používají nejvíce. Nejlépe ze čtyř porovnávaných softwarů dopadl Logic Pro X verze 10.2.4 a byl vybrán jako ideální DAW software pro začínající nahrávací studia. Jeho značnou výhodou byla pořizovací cena a přítomnost podpory VST a VSTi.

6 Seznam použité literatury a zdrojů

1. VLACHÝ, Václav. *Praxe zvukové techniky*. 3., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Muzikus, c2008. ISBN 978-80-86253-46-6.
2. KAŇKA, Jan. *Fyzikální podstata zvuku* [online]. [cit. 2016-09-24]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/akustika-staveb/212-fyzikalni-podstata-zvuku-vlnova-rovnice>.
3. KOPEČNÝ, Jan. *Základy fyziky: Modul 1 - Mechanika* [online]. [cit. 2016-09-24]. Dostupné z: http://www.studopory.vsb.cz/studijnimaterialy/Zaklady_fyziky/Modul1.pdf.
4. PETYOVSKEÝ, Petr. *Metody a algoritmy komprese dat: Od základních principů k aplikaci* [online]. [cit. 2016-09-24]. Dostupné z: http://zxm.speccy.cz/files/clanky/jhcon_formaty_kompresse_2008sirk_rev15.pdf.
5. *Ztrátová komprese nejen v hudebních MP3* [online]. [cit. 2016-09-24]. Dostupné z: <http://www.mpx.cz/formaty/ztratova-kompresse-nejen-v-hudebnich-mp3/>.
6. ŠVEC, Jiří. *Kompresse zvuku? Jen podvod na uši!* [online]. 2009 [cit. 2016-09-24]. Dostupné z: <http://avmania.e15.cz/kompresse-zvuku-jen-podvod-na-usi>.
7. *What is FLAC?* [online]. [cit. 2016-09-24]. Dostupné z: <https://xiph.org/flac/>.
8. *Spoon's Audio Guide* [online]. [cit. 2016-09-24]. Dostupné z: <http://www.applelossless.com/>.
9. *A fast and powerful lossless audio compressor* [online]. [cit. 2016-09-24]. Dostupné z: <http://www.monkeysaudio.com/>.
10. ŠEBESTA, Ondřej a David MORKEŠ. *MP3 a vše o něm*. Praha: Grada, 2001. Snadno a rychle (Grada). ISBN 80-247-0013-1.
11. *ITBiz: WMA* [online]. [cit. 2016-09-24]. Dostupné z: <http://www.itbiz.cz/slovník/informacni-technologie-it/wma>
12. *Ogg Vorbis stereo-specific channel coupling discussion* [online]. [cit. 2016-09-24]. Dostupné z: <https://xiph.org/vorbis/doc/stereo.html>
13. CHYTIL, Jiří. *Formát AAC* [online]. 2006 [cit. 2016-09-24]. Dostupné z: <http://programujte.com/clanek/2006050705-format-aac/>
14. *Fraunhofer* [online]. [cit. 2016-09-24]. Dostupné z: <http://www.iis.fraunhofer.de/en/ff/amm/prod/audiocodec/audiocodecs/aac1c.html>
15. *Audio formáty a kodeky: Dolby Digital - ztrátový formát* [online]. [cit. 2016-09-24]. Dostupné z: <http://www.gymozart.8u.cz/souborygympl/elearning/svt/teorie/25.Audiokodeky.pdf>
16. *Dolby Digital* [online]. [cit. 2016-09-24]. Dostupné z: <http://referaty-seminarky.cz/dolby-digital/>
17. *How movie sound works: Digital Theater Systems* [online]. [cit. 2016-09-24]. Dostupné z: <http://entertainment.howstuffworks.com/movie-sound3.htm>
18. *Speex: A free codec for free speech* [online]. [cit. 2016-09-24]. Dostupné z: <http://www.speex.org/>

19. KOSTOLÁNYOVÁ, Kateřina. *Úvod do multimédií: (grafika, hudba a zvuk)*. Ostrava: Ostravská univerzita, Pedagogická fakulta, 2003. Systém celoživotního vzdělávání Moravskoslezska. ISBN 80-7042-924-0.
20. *Formáty souborů s audiem* [online]. [cit. 2016-09-24]. Dostupné z: <http://old.zssromotovo.cz/projekt/2006/ucebnice/a04.htm>
21. BÁBÍČEK, Lukáš. *Historie a vývoj zvukových karet* [online]. 2002 [cit. 2016-09-25]. Dostupné z: <http://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/2002/xbabice1.html>
22. *Audio Software* [online]. [cit. 2016-09-25]. Dostupné z: <http://www.nch.com.au/software/audio.html>
23. *Typy souborů podporované programem Windows Media Player* [online]. [cit. 2016-09-25]. Dostupné z: <https://support.microsoft.com/cs-cz/kb/316992>
24. *About Winamp* [online]. [cit. 2016-09-25]. Dostupné z: <http://www.winamp.me/?p=54>
25. SIRACUSA, John. *MacWorld Expo San Francisco 2001* [online]. [cit. 2016-09-25]. Dostupné z: <http://archive.arstechnica.com/reviews/01q1/macwldsf/mwsf-7.html#itunes>
26. *Nejlepší hudební přehrávače pro PC: iTunes* [online]. [cit. 2016-09-25]. Dostupné z: <https://stahnu.cz/magazin/nejlepsi-hudebni-prehravace-pro-pc>
27. *Audacity: Description* [online]. [cit. 2016-10-03]. Dostupné z: <https://sourceforge.net/projects/audacity/>
28. GREBLER, Eric. *Adobe Audition ignite!*. Boston, MA: Thomson/Course Technology, c2004. ISBN 1592004296.
29. *Logic Pro X: Music production. Cranked up to X* [online]. [cit. 2016-10-04]. Dostupné z: <http://www.apple.com/logic-pro/>
30. GUÉRIN, Robert. *Cubase SX: nahrávání, úpravy a mixování hudby na počítači*. Brno: Computer Press, 2004. ISBN 80-7226-984-4.
31. *STEINBERG Cubase Pro 8.5* [online]. [cit. 2016-10-04]. Dostupné z: <http://kytary.cz/steinberg-cubase-pro-8-5/HN161346/>
32. *Pro Tools Reference Guide* [online]. [cit. 2016-10-04]. Dostupné z: <https://www.avid.com/static/resources/us/documents/ProToolsReferenceGuide.pdf>
33. *AVID Pro Tools 12* [online]. [cit. 2016-10-04]. Dostupné z: <http://kytary.cz/avid-pro-tools-12/HN157968/>
34. *Studio One 3 Professional* [online]. [cit. 2016-10-04]. Dostupné z: <https://shop.presonus.com/products/studio-one-prods/Studio-One-3-Digital-Downloads/Studio-One-3-Professional>
35. BROŽOVÁ, Helena, Tomáš ŠUBRT a Milan HOUŠKA. *Modely pro vícekritériální rozhodování*. Vyd. 1. Praha: Credit, 2003. ISBN 978-80-213-1019-3.
36. ŠUBRT, Tomáš. *Ekonomicko-matematické metody*. 2. upravené vydání. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, s.r.o., 2015. ISBN 978-80-7380-563-0.
37. VANÍČEK, Jiří. *Měření a hodnocení jakosti informačních systémů*. Vyd. 2., přeprac. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2004. ISBN 80-213-1206-8.

7 Seznam obrázků

Obrázek 1: Sluchové pole - grafické znázornění subjektivního vnímání závislosti hladiny intenzity zvuku na frekvenci.....	7
Obrázek 2: Typické uspořádání 5.1 prostorového zvuku.....	13
Obrázek 3: Prostředí programu Windows Media Player	18
Obrázek 4: Prostředí programu WinAmp	19
Obrázek 5: Prostředí programu iTunes	20
Obrázek 6: Prostředí programu AIMP	21
Obrázek 7: Prostředí programu Audacity	23
Obrázek 8: Prostředí programu Adobe Audition	24
Obrázek 9: Prostředí programu Logic Pro X.....	25
Obrázek 10: Prostředí programu Cubase 8.5	26
Obrázek 11: Prostředí programu Pro Tools 12.....	27
Obrázek 12: Prostředí programu PreSonus Studio One 3.....	28

8 Seznam tabulek a grafů

Tabulka 1: Tabulka preferencí kritérií.....	37
Tabulka 2: Výpočet vah kritérií	37
Tabulka 3: Kriteriaální matice pro výběr vhodného editačního programu.....	38
Tabulka 4: Kriteriaální matice s převedenými kritérii z MIN na MAX a se stanovenou bazální a ideální variantou.....	38
Tabulka 5: Standardizovaná kriteriaální matice	39
Tabulka 6: Výsledná tabulka komparace s užitkem.....	39
Graf č. 1: Výsledný graf hodnot užitku pro porovnávané programy	40