

Zvuk jako součást multimédií

Jiří Prajza



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
Ústav počítačových a komunikačních systémů

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Jiří Prajza
Osobní číslo: A22123
Studijní program: B0688A140008 Informační technologie v administrativě
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Zvuk jako součást multimédií
Téma práce anglicky: Sound as a Part of Multimedia

Zásady pro vypracování

1. Vypracujte literární rešerši na téma Zvuk v multimédiích.
2. Vytvořte přehled programů určených pro práci se zvukem.
3. Vybraný program popište podrobněji.
4. Vytvořte tutoriály demonstrující základní práci v tomto programu.
5. Navrhněte a následně vytvořte ukázkové soubory demonstrující změny zvukových souborů při změnách parametrů uložení nebo zvuku jako takového.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. MARSHALL, Steve. *Akustika : umění zvuku*. Praha, 2024. ISBN 978-80-7675-171-2.
2. VLACHÝ, Václav. *Praxe zvukové techniky*. 3., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Muzikus, 2008. ISBN 9788086253466 978-80-86253-46-5.
3. ŠKVOR, Zdeněk. *Akustika a elektroakustika*. Praha: Academia, 2001. ISBN 80-200-0461-0.
4. SYROVÝ, Václav. *Hudební zvuk : příspěvek k teorii zvukové tvorby*. 2., dopl. vyd. Praha: Akademie múzických umění, 2014. ISBN 9788073313234.
5. BERKA, Roman; RUND, František; HUSNÍK, Libor a SPORKA, Adam J. *Multimédia I. 2.*, dopl. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2016. ISBN 978-800-1058-596.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Tomáš Sysala, Ph.D.**
Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání bakalářské práce: **4. prosince 2024**

Termín odevzdání bakalářské práce: **9. června 2025**

doc. Ing. Jiří Vojtěšek, Ph.D. v.r.
děkan



Ing. Miroslav Matýšek, Ph.D. v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 4. prosince 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení bakalářské práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá; neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že

- jsem na bakalářské práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....

podpis autora

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zaměřuje na zvuk jako nedílnou součást multimediálního obsahu. V teoretické části popisuje fyzikální podstatu zvuku, jeho vlastnosti, digitalizaci, kompresní metody i rozdíly mezi formáty zvukových souborů. Dále se věnuje vlivu zvuku na lidské vnímání a emoce, stejně jako jeho využití ve filmech, hrách, podcastingu či reklamě. Praktická část práce využívá open-source program Audacity k demonstraci základních i pokročilých technik úpravy zvuku. Jednotlivé efekty jako zesílení, šumová redukce, změna tempa, echo či reverzní přehrávání jsou prezentovány pomocí názorných video tutoriálů. Součástí je také analýza vlivu bitratu na kvalitu a velikost výsledných souborů. Práce poskytuje komplexní pohled na význam zvuku v multimédiích a slouží jako praktický návod pro tvůrce digitálního obsahu.

Klíčová slova: zvuk, multimédia, Audacity, komprese, digitalizace, úprava zvuku

ABSTRACT

This bachelor's thesis focuses on sound as an integral component of multimedia content. The theoretical part describes the physical nature of sound, its characteristics, digitalization, compression methods, and the differences between various audio file formats. It also explores the influence of sound on human perception and emotions, as well as its applications in film, gaming, podcasting, and advertising. The practical part of the thesis utilizes the open-source software Audacity to demonstrate both basic and advanced sound editing techniques. Individual effects such as amplification, noise reduction, tempo change, echo, or reverse playback are presented through illustrative video tutorials. The work also includes an analysis of how bitrate impacts the quality and size of the resulting files. The thesis provides a comprehensive overview of the importance of sound in multimedia and serves as a practical guide for digital content creators.

Keywords: sound, multimedia, Audacity, compression, digitalization, audio editing

Děkuji panu Ing. Tomáši Sysalovi, Ph.D. za projevení vstřícnosti, laskavosti a trpělivosti za vedení bakalářské práce.

OBSAH

ÚVOD.....	13
I TEORETICKÁ ČÁST	14
1 VÝZNAM ZVUKU V MULTIMEDIÁLNÍM PROSTŘEDÍ	15
1.1 ZVUK JAKO NOSITEL INFORMACÍ	15
1.2 EMOČNÍ A PSYCHOLOGICKÝ VLIV ZVUKU	15
1.3 TECHNOLOGICKÉ ASPEKTY ZVUKU V MULTIMÉDIÍCH	16
1.4 SPECIFICKÉ VYUŽITÍ ZVUKU V RŮZNÝCH TYPECH MULTIMÉDIÍ	16
1.4.1 Film a televize	16
1.5 POČÍTAČOVÉ HRY A INTERAKTIVNÍ MÉDIA	17
1.6 HUDEBNÍ STREAMOVACÍ SLUŽBY A PODCASTY	17
2 MULTIMÉDIA.....	18
3 „ZVUK PO FYZIKÁLNÍ STRÁNCE“	20
3.1 ZDROJEM ZVUKU	20
3.2 JAK VZNIKÁ ZVUK	21
3.3 ZÁKLADNÍ FYZIKÁLNÍ VELIČINY	22
3.4 VNÍMÁNÍ ZVUKU LIDSKÝM UCHEM	22
3.5 FREKVENČNÍ ROZSAH	23
3.5.1 Význam grafu pro porozumění lidskému sluchu:	25
3.6 DYNAMICKÝ ROZSAH	25
3.7 ROZLIŠOVÁNÍ FREKVENCE.....	25
3.8 FREKVENČNÍ MASKOVÁNÍ	26
3.9 ČASOVÉ MASKOVÁNÍ.....	26
3.10 VÝŠKA ZVUKU (TÓNU)	26
3.11 BARVA ZVUKU	26
3.12 OCHRANA PŘED HLUKEM	27
4 ZVUK	28
4.1 KOMPRESSE ZVUKOVÝCH SOUBORŮ.....	28
4.2 KOMPRESSE BEZZTRÁTOVÁ.....	29
4.3 KOMPRESSE ZTRÁTOVÁ.....	29
4.4 ZVUKOVÉ FORMÁTY	29
4.4.1 Bezztrátové formáty	29
4.4.2 Ztrátové formáty.....	31
4.5 DATOVÝ TOK.....	32
5 DIGITALIZACE ANALOGOVÉHO SIGNÁLU	34

5.1	VZORKOVÁNÍ SIGNÁLU.....	34
5.2	KVANTOVÁNÍ SIGNÁLU.....	35
5.3	KÓDOVÁNÍ SIGNÁLU.....	36
5.4	DISKRETIZACE SIGNÁLU – 4BITOVÝ A/D PŘEVODNÍK.....	37
II	PRAKTICKÁ ČÁST.....	39
6	PROGRAMY PRO ÚPRAVU ZVUKU	40
6.1	ÚPRAVA ZVUKU.....	40
6.2	ADOBE AUDITION.....	40
6.2.1	Editace a mixování zvuku	40
6.2.2	Srovnání placené a zkušební verze.....	41
6.3	VIRTUALDJ	42
6.3.1	Funkce pro mixování zvuku	42
6.3.2	Možnosti editace zvuku.....	42
6.3.3	Výhody a nevýhody programu	42
6.4	AVID PRO TOOLS.....	43
6.4.1	Funkce pro nahrávání, úpravu a mix zvuku	43
6.4.2	Možnosti editace zvuku.....	43
6.4.3	Výhody a nevýhody programu	43
6.5	AUDACITY	44
6.5.1	Uživatelské rozhraní programu Audacity.....	44
6.5.2	Popis jednotlivých částí rozhraní:	44
6.5.3	Editace a mixování zvuku	45
6.5.4	Praktické využití zvukových efektů	46
6.5.5	Export a formáty zvukových nahrávek v Audacity.....	46
6.5.6	Výhody Audacity oproti jiným programům.....	47
6.5.7	Omezení Audacity.....	47
6.5.8	Výhody Audacity oproti jiným programům.....	49
6.5.9	Omezení Audacity.....	49
7	PRAKTICKÉ PŘÍKLADY S VIDEO TUTORIÁLY	50
7.1	ZESÍLENÍ A ZESLABENÍ ZVUKOVÉ STOPY	50
7.2	ZRYCHLENÍ A ZPOMALENÍ ZVUKOVÉ STOPY.....	50
7.3	ŠUM.....	51
7.4	EXPORT MLUVENÉHO SLOVA V AUDACITY – POROVNÁNÍ KVALITY A VLASTNOSTÍ PŘI 256 KB/S A 64 KB/S	52
7.4.1	Co je bitrate a proč na něm záleží	52
7.4.2	Export v 256 kb/s – výhody a nevýhody	52
7.4.3	Export v 64 kb/s – výhody a nevýhody	52
7.4.4	Zhodnocení.....	53
7.4.5	Export mluveného slova video tutoriál	53
7.5	BITOVÁ HLOUBKA – POROVNÁNÍ 8BITOVÉHO A 16BITOVÉHO ZVUKU	53
7.5.1	Výsledky a pozorování.....	54

7.5.2	Zhodnocení.....	54
7.6	FADE IN – FADE OUT.....	54
7.6.1	Zhodnocení výsledku	55
7.7	ECHO.....	55
7.7.1	Zhodnocení výsledku	55
7.8	EFEKT "REVERSE" (PŘEHRÁVÁNÍ ZVUKU POZPÁTKU).....	56
7.8.1	Popis efektu	56
7.8.2	Zhodnocení výsledku	56
7.9	EFEKT „ZMĚNA TEMPA“	56
7.9.1	Popis efektu	56
7.9.2	Zhodnocení výsledku	57
7.10	VYSTŘIŽENÍ ČÁSTI ZVUKOVÉ STOPY	57
7.11	POROVNÁNÍ VELIKOSTI SOUBORU PŘI RŮZNÝCH HODNOTÁCH BITRATU	57
7.12	ZMĚNA RYCHLOSTI A ZMĚNA TEMPA ZVUKOVÉ STOPY	60
ZÁVĚR		61
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		63
SEZNAM OBRÁZKŮ		65
SEZNAM TABULEK.....		66
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....		67
SEZNAM PŘÍLOH.....		68

ÚVOD

Multimediální prostředí je dnes neodmyslitelnou součástí moderní komunikace, vzdělávání i zábavy. Zatímco obrazová složka bývá často vnímána jako dominantní, zvuk hraje v celkovém dojmu z multimédií zcela zásadní roli. Jeho schopnost zprostředkovávat informace, vyvolávat emoce a umocňovat vizuální zážitek jej činí nenahraditelným prvkem audiovizuálního obsahu.

Cílem této bakalářské práce je analyzovat význam zvuku v rámci multimediálních systémů, popsat jeho fyzikální podstatu, digitální zpracování a praktické využití při tvorbě a úpravě zvukových nahrávek. Teoretická část se zaměřuje na základní vlastnosti zvuku, akustické principy a přehled zvukových formátů včetně kompresních metod. Praktická část je orientována na konkrétní úpravy zvuku v programu Audacity a jejich aplikaci prostřednictvím názorných příkladů s video tutoriály.

Téma této práce bylo zvoleno s ohledem na rostoucí význam zvuku v různých oblastech multimediálního světa. Zvuk dnes nachází uplatnění nejen ve filmech, hrách či reklamě, ale také v mobilních aplikacích, asistenčních systémech a online komunikaci. Vzhledem k této široké škále využití je cílem práce nabídnout komplexní pohled na zvuk jako multimediální složku – a to jak z technického hlediska jeho zpracování, tak z pohledu jeho vlivu na lidské vnímání, emoce a celkovou uživatelskou zkušenost.

I TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝZNAM ZVUKU V MULTIMEDIÁLNÍM PROSTŘEDÍ

Zvuk je důležitým prvkem pro multimediální prostředí a jeho význam je zásadní v různých oblastech digitální komunikace a zábavy. Zvuk nejen doplňuje vizuální prvky, ale často hraje hlavní roli při předávání informací a emocí. Tato kapitola se podrobně zabývá různými aspekty významu zvuku v multimédiích, jeho vlivem na vnímání obsahu a psychologii uživatele, technickými parametry a konkrétním využitím v různých aplikacích [1].

1.1 Zvuk jako nositel informací

Zvuk hraje důležitou roli při přenosu informací, a to jak v každodenní komunikaci, tak v multimediálních systémech. Lidský sluchový systém je přirozeně uzpůsoben ke zpracování zvukových signálů, což umožňuje efektivní předávání informací:

- Mluveného slova - např. komentáře v dokumentárních filmech, audioknihy, podcasty, hlasové asistenční technologie.
- Zvukových signálů – různé akustické indikátory, jako jsou výstražné zvuky v softwaru, notifikace mobilních zařízení či alarmy.
- Hudby – Kromě estetického doplnění obsahu slouží také k vyjádření emocí a navození atmosféry [1].

1.2 Emoční a psychologický vliv zvuku

Zvuk má velmi silný vliv na lidské emoce a psychiku. Na rozdíl od statických vizuálních prvků dokáže zvuk okamžitě vyvolat určitou náladu nebo emocionální reakci. Toho se využívá v mnoha oblastech:

- Filmový průmysl – Dramatická hudba, zvukové efekty a ticho v určitých momentech mohou výrazně změnit vnímání scény. Například v hororech se zvuk používá k budování napětí.
- Reklama a marketing – reklamní hudba na pozadí může ovlivnit rozpoznání značky a zvýšit zapamatovatelnost sdělení. Příkladem zvukové identity jsou například známé firemní znělky (např. Intel, McDonald's).
- Počítačové hry – interaktivní hudba a zvukové efekty vytvářejí poutavou herní atmosféru a zvyšují ponoření hráče do hry [3].

1.3 Technologické aspekty zvuku v multimédiích

V multimédiích musí být zvuk technicky zpracován, včetně digitalizace, komprese a přehrávání. Hlavní faktory ovlivňující kvalitu zvuku jsou:

- Vzorkovací frekvenci – vyšší frekvence (např. 44,1 kHz u CD) zajišťuje lepší zvukovou kvalitu.
- Bitovou hloubku – větší bitová hloubka (např. 24 bitů oproti 16 bitům) znamená vyšší dynamický rozsah zvuku.
- Komprimační formáty – bezztrátové formáty (FLAC, WAV) vs. ztrátové formáty (MP3, AAC), které redukuje velikost souboru na úkor kvality.

1.4 Specifické využití zvuku v různých typech multimédií

Zvuk má zásadní význam v různých multimediálních aplikacích, přičemž jeho role se liší podle druhu média. V této části se podrobně podíváme na různé sféry, kde je zvuk nepostradatelný a zkoumat budeme jeho specifické vlastnosti, použité technologie i jeho celkový význam.

1.4.1 Film a televize

Zvuk ve filmu a televizi je naprosto zásadní pro vytváření atmosféry, vyvolávání emocí a zintenzivnění vyprávěcího oblouku. Audio vizuální tvorba operuje s různými kategoriemi zvukových prvků:

- Dialogy – Dialogy tvoří jádro verbálních informací a standardně se zaznamenávají buď přímo na place, nebo dodatečně v postprodukci – ať už formou dabingu, nebo technikou ADR (automatická náhrada dialogů). Dosáhnutí ideální hlasitosti a maximální srozumitelnosti řeči je klíčové pro výsledný dojem, který musí působit jak jasně, tak i zcela přirozeně.
- Hudba – zejména filmová a soundtracky, hraje zásadní roli při vyvolávání emocí a dotváření atmosféry. Dramatická hudba umocňuje napětí, zatímco subtilní melodie v romantických scénách posilují emocionální prožívání diváka.
- Zvukové efekty (SFX – Sound Effects) – Uměle generované zvuky, jež prohlubují dojem reality (třeba kroky, exploze, přírodní tóny). Specifické metody jako foley, umožňují do filmů implantovat autentické zvukové prvky (např. zvuk šustění oblečení, dotyk rukou apod.).

Další podstatnou součástí je prostorový zvuk neboli "surround sound", jenž vytváří věrné akustické kulisy a divákovi umožňuje silněji se vžít do děje. Technologie, jakými jsou Dolby Atmos nebo DTS:X, využívají objektově orientovaný zvuk, což umožňuje umisťovat zvuky přesně do konkrétních bodů v prostoru [3].

1.5 Počítačové hry a interaktivní média

Herní průmysl posunul zvukové efekty do interaktivního prostředí. Zvuk se dynamicky mění v závislosti na tom, co hráč dělá.

- Dynamická hudba – Hudba, jež se přizpůsobuje herním okolnostem (např. tichá melodie při objevování světa versus energická a napínavá skladba v boji).
- Zvukové efekty – například výstřely, kroky nebo šustění listů hráčům poskytují zpětnou vazbu o prostředí a dění ve hře.
- Dabing a dialogy – přispívají k hloubce příběhu a charakterizaci postav.

Moderní technologie jako Ray-Traced Audio (využívaná v některých hrách na Unreal Engine 5) umožňuje realistickou simulaci zvukových odrazů v prostředí, což přispívá k realističtějšímu hernímu zážitku [4].

1.6 Hudební streamovací služby a podcasty

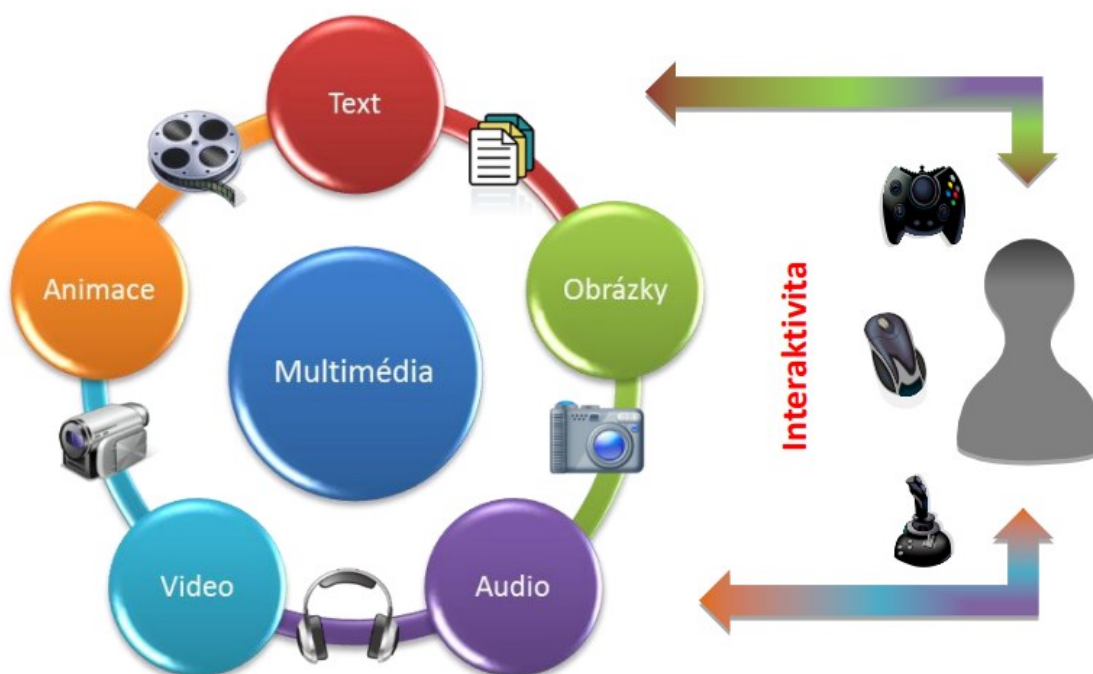
Digitální distribuce zvuku zásadně změnila způsob, jakým lidé konzumují hudbu a mluvené slovo.

- Streaming hudby – Služby jako Spotify, Apple Music nebo Tidal dávají možnost dostat se k hudbě kdekoliv a kdykoliv. Technologie jako Hi-Res Audio a Dolby Atmos Music přinášejí vyšší kvalitu poslechu.
- Podcasty – stoupající obliba podcastů ilustruje důležitost mluveného slova v digitálním světě. Podcasty nacházejí uplatnění nejen pro zábavu, ale též pro vzdělávání i firemní sdělení.
- Audioknihy – jsou alternativou ke klasické četbě, často s dramatizací, kde se střídají hlasy herců a jsou použity zvukové efekty.

2 MULTIMÉDIA

Multimédia jsou kombinací textu, obrázků, grafiky, zvuku, animací a videa, která slouží ke zprostředkování určitých typů informací. Pojem multimédia označuje kombinaci audiovizuálních technických prostředků s počítači a dalším vybavením. Multimediální systém je soubor technických prostředků vhodných pro interaktivní audiovizuální prezentace [16].

„Multimédia se vztahují k záznamu a reprodukci různých typů dat (textu, hudby, obrazu) společně na určitém médiu. V širším smyslu zahrnuje také komplex zařízení a programů, které multimediální produkci umožňují [5].“



Obrázek 1 Interaktivní multimédia [5]

Uprostřed obrázku je modrý kruh s nápisem „multimédia“, který představuje hlavní téma celého diagramu. Multimédia jsou kombinací různých typů digitálního obsahu, který lze vnímat, a často s ním interagovat prostřednictvím smyslů.

Multimédia jsou rozdělena do pěti kategorií, které jsou vizuálně odlišeny barvou a ikonou:

- Text – Označuje veškeré textové informace v multimediálním obsahu – od článků a knih po titulky ve filmech a text v prezentacích.

- **Obrázky** – Představuje statické vizuální prvky, jako jsou fotografie, ilustrace nebo grafy.
- **Audio** – Zahrnuje zvukové složky, jako je hudba, mluvené slovo, zvukové efekty a hlasové příkazy.
- **Video** – Reprezentuje dynamický obrazový obsah, např. filmy, videa na YouTube, videokonference atd.
- **Animace** – Představuje pohyblivou grafiku, animované filmy, reklamní bannery nebo interaktivní prvky v aplikacích.

Na pravé straně obrázku je část věnovaná interaktivitě (označena červeně „Interaktivita“). Tento oddíl zobrazuje spojení mezi multimediálním obsahem a uživatelem prostřednictvím interaktivních prvků.

- **Šipky** – Dvě barevné šipky označují obousměrnou komunikaci, což znamená, že uživatel nejen přijímá informace, ale také aktivně ovlivňuje multimediální obsah.
- To ilustruje zásadu, že multimédia nejsou jen pasivním zdrojem informací, ale příležitostí k dynamickému řízení.

Ovládací prvky:

- **Gamepad (ovladač)** – použití ve videohrách a interaktivních aplikacích.
- **Počítačová myš** – běžný vstupní prvek pro ovládání multimediálních aplikací.
- **Joystick** – používáný hlavně v simulacích a hrách pro přesnější ovládání.

Uživatel:

- **Šedá silueta** představuje osobu, která multimédia ovládá a interaguje s nimi prostřednictvím výše zmíněných zařízení [6].

3 „ZVUK PO FYZIKÁLNÍ STRÁNCE“

Z pohledu fyziky je zvuk definován jako mechanické vlnění, které vzniká kmitáním hmotných těles a šíří se prostřednictvím látkového (hmotného) prostředí – tedy nikoli ve vakuu. Toto vlnění potřebuje ke svému šíření médium, jako je vzduch, voda nebo pevná látka, protože vzniká přenosem energie mezi částicemi daného prostředí. Bez přítomnosti částic (například ve vesmíru) by se zvuk šířit nemohl – v naprostém vakuu je ticho.

Zvukové vlny vznikají tehdy, když nějaký objekt – například hlasivky, reproduktor nebo struna – začne kmitat. Kmitající těleso rozkmitá okolní částice vzduchu, které se začnou pohybovat a tím vzniká vlna, která se šíří dál. Lidské ucho pak tuto vlnu zachytí a mozek ji zpracuje jako sluchový vjem.

Zvuk se dělí podle frekvence (počet kmitů za sekundu) na:

- Infrazvuk (frekvence pod 16 Hz)
- Slyšitelný zvuk (zhruba 16 Hz až 20 000 Hz)
- Ultrazvuk (frekvence nad 20 000 Hz)

Tyto kategorie jsou fyzikálně všechny „zvuk“, přestože lidské ucho vnímá jen jejich určitou část. Například sloni dokážou vnímat infrazvuk, který jim slouží ke komunikaci na velké vzdálenosti. Netopýři nebo delfini používají ultrazvuk ke zjišťování polohy a orientaci v prostoru (tzv. echolokace).

Zvuk má několik dalších důležitých fyzikálních vlastností, jako je:

- amplituda (velikost výchylky částic – souvisí s hlasitostí),
- vlnová délka (vzdálenost mezi dvěma body vlny s maximální výchylkou),
- rychlost šíření (například ve vzduchu cca 343 m/s, ve vodě rychleji, v pevných látkách ještě rychleji) [7].

3.1 Zdrojem zvuku

je ve fyzikálním smyslu jakýkoli objekt, který generuje zvukové vlnění. Aby se zvuk mohl šířit, je zapotřebí hmotné prostředí, tzv. vodič zvuku. Nejčastěji tuto roli plní vzduch, ale zvuk se může šířit i kapalinami, například vodou, a pevnými látkami, jako jsou stěny budov. Vodič zajišťuje přenos zvuku od jeho zdroje k přijímači – tím může být lidské ucho, mikrofon nebo jakýkoli jiný senzor schopný detekovat akustické vlnění.

Naopak vakuum, tedy prostředí bez hmoty, zvuk šířit nedokáže, protože v něm neexistují částice, které by mohly kmitat.

Zvuk vzniká chvěním tělesa, ale to, zda se tento zvuk efektivně šíří do okolí, závisí i na vlastnostech samotného tělesa jako tzv. zářiče zvuku. Jeho schopnost vyzařovat zvuk souvisí s geometrickým tvarem objektu a směrem jeho kmitání. Typickým příkladem je napnutá struna, která kmitá mezi dvěma pevnými body.

Při chvění struny dochází k pohybu na obě strany od klidové polohy. Na jedné straně vzniká přetlak (ve směru pohybu struny), zatímco na opačné straně vzniká podtlak. Toto chvění probíhá ve vzájemně opačných fázích, což vede k jevu zvanému interference. Interference může mít za následek vzájemné zeslabení (rušení) vlnění, ale v určitých situacích může dojít i k zesílení signálu.

Dalším typem zdroje zvuku jsou tzv. ozvučnice – tělesa, která sama o sobě nekmitají, ale jsou ke kmitání nucena jiným zdrojem. Své využití nacházejí například v reproduktorech, sluchátkách nebo obecně v různých akustických měničích, kde slouží k vytváření nebo reprodukci zvuku.

Akustický signál lze zachytit pomocí mikrofону, který jej převádí na elektrický signál. Zpětná přeměna elektrického signálu na akustický probíhá pomocí reproduktoru nebo piezoměniče, které vytvářejí opět slyšitelný zvuk [7].

3.2 Jak vzniká zvuk

Zvuk může vznikat různými fyzikálními procesy. Mezi nejběžnější způsoby jeho vzniku patří:

- Proudění vzduchu kolem ostrých hran – Tento jev je typický například při hře na žesťové hudební nástroje, kdy vzduch proudí přes úzké otvory a vytváří zvuk. S obdobným efektem se lze setkat i ve větším měřítku, například při prudkém větru, který obtéká vysoké stavby, jako jsou komíny.
- Náhlá změna tlaku – Sem patří situace jako výbuchy, exploze nebo i otevření syceného nápoje. Tyto akustické jevy jsou obvykle velmi krátkodobé, ale intenzivní.
- Rychlý pohyb tělesa – Typickým příkladem je prásknutí biče nebo výstřel. I tyto zvuky mají krátké trvání, ale jsou velmi výrazné.

- Mechanické chvění nebo tření – Sem patří například drnkání strun u hudebních nástrojů nebo tření a vibrace způsobené provozem spalovacích motorů či nevyvážených elektromotorů. Tyto zdroje zvuku mohou mít pravidelný i nepravidelný charakter v závislosti na zdroji pohybu [8].

3.3 ZÁKLADNÍ FYZIKÁLNÍ VELIČINY

Zvuky lze rozdělit do dvou základních kategorií: tóny a hluky.

Tóny, označované také jako hudební zvuky, vznikají při pravidelném, periodickém kmitání určitého tělesa. Tento typ zvuku vytváří pro člověka zpravidla příjemný sluchový vjem určité výšky, což je důvod, proč jsou tóny využívány především v hudbě. Zdrojem tónů mohou být hudební nástroje, ale také například lidské hlasivky.

Naopak hluky, tedy nehudební zvuky, vznikají při nepravidelném vlnění nebo složitých, neuspořádaných kmitavých pohybech. Často se jedná o krátkodobé akustické jevy, které vznikají například nárazem těles, elektrickým výbojem nebo výstřelem. I když hluk bývá vnímán jako rušivý, v moderní hudbě se s ním běžně pracuje – například u bicích nástrojů nebo v rámci elektronických syntetizátorů.

Každý zvuk je charakterizován několika fyzikálními veličinami:

- Intenzita zvuku – vyjadřuje se pomocí veličiny zvané hladina intenzity zvuku, která se měří v decibelech (dB). Jedná se o bezrozměrnou jednotku, vyjadřující poměr dvou akustických tlaků. Označuje se symbolem L_p .
- Hlasitost – subjektivní vjem odpovídající intenzitě zvuku.
- Frekvence – určuje výšku tónu, tedy to, jak vysoko nebo hluboko zvuk vnímáme.
- Barva tónu (zabarvení) – je dána průběhem kmitání a odlišuje jednotlivé zvuky, i když mají stejnou frekvenci a hlasitost.
- Délka zvuku – závisí na době trvání daného zvukového vjemu [9].

3.4 Vnímání zvuku lidským uchem

Vnímání zvuku je velmi komplexní proces. Zjednodušeně lze říci, že zvukové vlny vyvolávají kmitání ušního bubínku, které se dále přenáší prostřednictvím sluchových kůstek – konkrétně kovádlíky a třmínku – až na sluchový nerv. Tento nerv pak předává informace do mozku, kde dochází k jejich vyhodnocení.

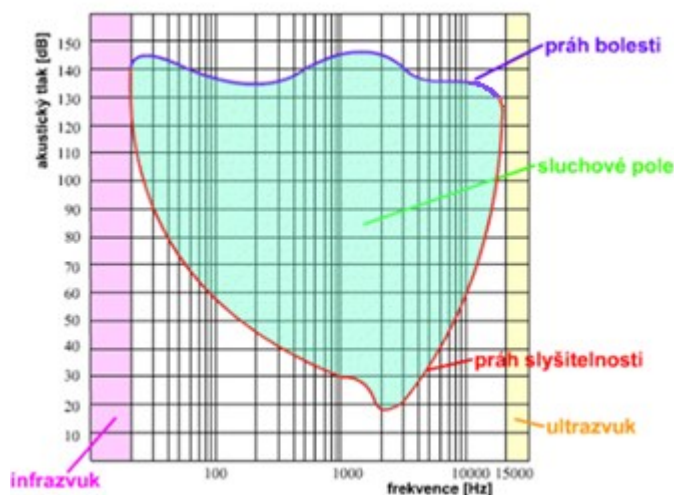
Způsob, jakým člověk zvuk vnímá, je však silně individuální. Ovlivňují jej nejen fyziologické rozdíly mezi jednotlivci, ale také věk. S přibývajícím věkem dochází ke snížení schopnosti slyšet vyšší frekvence, a tento proces může v některých případech vést až k částečné nebo úplné ztrátě sluchu.

Při vnímání zvuku člověk zaznamenává především jeho určité charakteristické vlastnosti, mezi které patří:

- Frekvenční rozsah – označuje škálu frekvencí, které je člověk schopen slyšet. U zdravého jedince se pohybuje přibližně od 16 Hz do 20 000 Hz, přičemž tento rozsah se může s věkem snižovat.
- Dynamický rozsah – vyjadřuje rozdíl mezi nejtišším a nejhlasitějším zvukem, který je lidské ucho schopné vnímat. Tento rozsah se udává v decibelech (dB).
- Rozlišovací schopnost frekvence – schopnost lidského sluchu rozpoznat jemné rozdíly mezi dvěma zvuky s blízkou frekvencí. Díky tomu jsme například schopni rozeznat různé hudební tóny nebo hlasy.
- Frekvenční maskování – je jev, kdy silnější zvuk určité frekvence zakryje (maskuje) jiný, slabší zvuk s podobnou frekvencí, takže jej lidské ucho není schopno zaznamenat.
- Časové maskování – nastává tehdy, když jeden zvuk ovlivní vnímání jiného zvuku, který se objeví krátce před ním nebo po něm. Tato vlastnost má vliv například při vnímání rychle za sebou jdoucích zvukových podnětů [7].

3.5 Frekvenční rozsah

Jak již bylo zmíněno, lidské ucho obvykle vnímá zvuky v rozsahu od 16 Hz do 16 kHz, přičemž někteří lidé mohou slyšet až 20 kHz. Zvlášť významná je oblast mezi dvěma a čtyřmi kHz, která je klíčová pro rozpoznávání řeči. Na tyto frekvence je ucho nejcitlivější a nejlépe je vnímá. Největší citlivost je přitom na frekvenci 1 kHz. Tento údaj je samozřejmě průměrný a skutečná citlivost se může u jednotlivců lišit [14].



Obrázek 2 Slyšitelné pole člověka [9]

Na uvedeném obrázku je graficky znázorněno sluchové pole člověka, tedy oblast frekvencí a akustických tlaků, ve které je člověk schopen vnímat zvuk. Horizontální osa zobrazuje frekvenci zvuku v logaritmickém měřítku (v Hz), zatímco vertikální osa vyjadřuje akustický tlak (v dB – decibelech), tedy intenzitu zvuku.

Popis grafu:

- Červená křivka – práh slyšitelnosti:

Tato křivka představuje spodní hranici, pod kterou člověk běžně není schopen zvuk vnímat. Ukazuje nejnížší intenzitu (akustický tlak), při které je daný tón slyšitelný. Nejcitlivější je lidské ucho na frekvence přibližně mezi 2 000 až 5 000 Hz, což odpovídá rozsahu lidské řeči. Proto zde leží minimum této křivky – už při velmi nízké intenzitě jsou tyto frekvence slyšitelné.

- Fialová křivka – práh bolesti:

Horní hranice označuje intenzitu zvuku, při které člověk začíná pociťovat fyzickou bolest nebo nepříjemné pocity v uchu. Tato hranice se pohybuje zhruba mezi 120 až 140 dB v závislosti na frekvenci. Dlouhodobé vystavení zvuku nad touto hranicí může vést k poškození sluchu.

- Zelená plocha – sluchové pole:

Plocha mezi oběma křivkami tvoří tzv. sluchové pole člověka, tedy rozsah frekvencí a hlasitostí, které člověk je schopen vnímat bez bolesti. Nejširší je přibližně mezi 100 Hz a 10

000 Hz. Tato oblast definuje běžný rozsah slyšitelného zvuku a slouží jako referenční zóna pro tvorbu zvukových zařízení nebo akustické analýzy.

- Fialová oblast vlevo – infrazvuk:

Oblast pod 16 Hz (označená jako infrazvuk) je mimo rozsah lidského slyšení. Přestože člověk tyto frekvence neslyší, může je vnímat tělem jako vibrace nebo tlak – typicky například při zemětřeseních nebo v blízkosti těžkých strojů.

- Žlutá oblast vpravo – ultrazvuk:

Frekvence nad 20 000 Hz (označené jako ultrazvuk) přesahují lidské slyšení. V přírodě jej používají například netopýři nebo delfini. V technice se ultrazvuk uplatňuje při sonografii, nedestruktivním testování materiálů nebo čištění.

3.5.1 Význam grafu pro porozumění lidskému sluchu:

Tento graf názorně ilustruje, že:

- Lidské ucho nereaguje stejně citlivě na všechny frekvence.
- Nejlépe slyšíme frekvence v rozsahu řečového pásma (2–5 kHz).
- Naopak velmi nízké nebo vysoké frekvence (blízké hranicím slyšitelnosti) vyžadují mnohem vyšší intenzitu, aby je bylo možné slyšet.
- Delší expozice zvukům nad 85 dB může být škodlivá pro sluch, i když nepřekračuje práh bolesti [7].

3.6 Dynamický rozsah

Dynamický rozsah představuje schopnost vnímat rozdíl mezi nejtišším a nejhlasitějším zvukem. Nejvyšší citlivost lidského sluchu se nachází přibližně uprostřed tohoto rozsahu, tedy okolo 120 dB. Na jeho krajích se citlivost výrazně snižuje. Vnímání dynamického rozsahu je navíc ovlivněno věkem – s rostoucím věkem se schopnost slyšet zejména velmi tiché zvuky podstatně zhoršuje [8].

3.7 Rozlišování frekvence

Lidé dokážou rozlišit frekvenci zvuku, tedy jeho výšku. Nejcitlivější je lidské ucho uprostřed slyšitelného frekvenčního spektra, zatímco na jeho okrajích citlivost výrazně klesá. Vnímání frekvencí se ale u jednotlivců liší, což souvisí s tím, čemu se běžně říká hudební sluch.

Člověk, který pro okolí zpívá falešně, může podle vlastního vnímání zpívat správně, a to kvůli odlišnému vnímání frekvencí. Je to způsobeno tím, že svůj hlas slyší nejen ušima, ale i prostřednictvím vibrací přenášených kostmi a tělem. Proto vnímá svůj hlas odlišně, než ho slyší ostatní, a často se nepozná ani na nahrávce svého hlasu [15].

3.8 Frekvenční maskování

Frekvenční maskování označuje jev, kdy člověk nedokáže rozlišit dva tóny s blízkou frekvencí. Pokud zazní dva takové tóny současně, může jeden z nich druhý „překrýt“, takže je slyšet pouze jeden. Tato neschopnost rozeznat oba tóny zároveň závisí na tom, jak blízko jsou si frekvenčně a jak silný je maskující tón. Vnímání těchto blízkých frekvencí ovlivňuje tzv. kritické pásmo, jehož šířka se liší podle frekvence – u nízkých tónů je to přibližně 100 Hz, zatímco u vyšších frekvencí může dosahovat až 4 kHz. Tento princip frekvenčního maskování se využívá i při kompresi zvukových dat [8].

3.9 Časové maskování

Z pohledu časového průběhu může po hlasitém tónu následovat tón tišší, ale se stejnou frekvencí, přičemž jeho slyšitelnost bývá výrazně snížena. Podobný efekt nastává i v opačném případě – pokud tichý tón zazní před hlasitějším maskujícím tónem, může být rovněž částečně nebo úplně potlačen [8].

3.10 Výška zvuku (tónu)

Výška tónu závisí na frekvenci – čím vyšší frekvence, tím vyšší vnímaný zvuk. Jednoduché tóny se sinusovým průběhem mají tzv. absolutní výšku, kterou však lidské ucho samo o sobě rozpoznat nedokáže. Pro člověka je mnohem podstatnější relativní výška tónu, kterou dokáže subjektivně porovnat. V hudební akustice se za standardní výšku považuje tón o frekvenci 440 Hz, zatímco v technické praxi se běžně používá jako referenční frekvence 1000 Hz. U složených, tedy nesinusových zvuků, je stanovení přesné frekvence složitější – zpravidla se pak bere v úvahu nejnižší frekvence, která v daném zvuku zaznívá [15].

3.11 Barva zvuku

Dva tóny se stejnou frekvencí mohou znít odlišně – právě díky rozdílné barvě zvuku. Například když zazní stejný tón na klavíru a houslích, každý nástroj ho zahraje s jiným zabarvením. Tento rozdíl způsobují vyšší harmonické složky, které doplňují základní tón. Díky nim dokážeme sluchem rozlišit nejen různé hudební nástroje, ale i lidské hlasy.

Pokud jsou tyto harmonické složky tvořeny frekvencemi, které jsou celistvými násobky základního tónu, nazýváme je vyšší harmonické nebo alikvótní tóny. Podle jejich pořadí mluvíme o druhé, třetí harmonické atd. S rostoucí frekvencí harmonických tónů zní drsněji, což je například důvodem, proč žesťové (trubka, lesní roh) nástroje znějí odlišně než dřevěné dechové.

V současnosti často používáme elektronické nástroje, které vytvářejí doprovodné tóny – ty však často nejsou v harmonickém vztahu k základním tónům [15].

3.12 Ochrana před hlukem

Jak již bylo zmíněno, přílišná hlasitost může poškodit sluch. Práce v hlučném prostředí tak představuje zdravotní riziko a může negativně ovlivnit nejen pracovní výkon, ale především soustředění. Podobné nebezpečí hrozí i při poslechu hudby přes sluchátka, pokud je hlasitost příliš vysoká – i to může vést k poškození sluchu. Lidský organismus se nedokáže přizpůsobit nadměrnému hluku. Proto je v některých profesích povinné používání ochranných pomůcek, které tlumí zvukové vlny. K tomuto účelu se využívají materiály jako plst, koberce nebo dokonce vakuum.

Lidé, kteří jsou pravidelně vystaveni vysoké hladině hluku, časem přicházejí o citlivost sluchu. Prevence je proto velmi důležitá, protože ztráta sluchu je trvalá a nelze ji zvrátit. Ochrana sluchu by se tak měla uplatňovat nejen v pracovním prostředí, ale i v běžném životě [9].

4 ZVUK

Zvuk je běžnou součástí našeho každodenního života – vnímáme ho sluchem, ať už se jedná o mluvené slovo, hudbu, hluk v ulicích nebo zvuky přírody. Z hlediska lidského vnímání představuje zvuk sluchový vjem, který vzniká působením vibrací (kmitání) na sluchové ústrojí člověka. Aby člověk mohl zvuk slyšet, musí mít určitou frekvenci, tedy počet kmitů za sekundu, měřený v hertzech (Hz).

Typické frekvenční rozmezí, které zdravý člověk dokáže vnímat, je přibližně od 16 Hz do 20 000 Hz (20 kHz). Toto rozmezí se ale může lišit v závislosti na věku, genetických předpokladech, zdravotním stavu nebo tréninku sluchu. Například děti či mladí lidé mohou slyšet vyšší frekvence než starší dospělí. Také profesionální hudebníci nebo zvukaři mohou mít citlivější sluch, což jim umožňuje vnímat jemné rozdíly v tónech a výškách zvuku.

Pokud má zvuková vlna nižší frekvenci než 16 Hz, jedná se o tzv. infrazvuk. Tento typ vlnění není lidským uchem slyšitelný, ale může být vnímán tělem jako tlak nebo vibrace. Infrazvuk je přirozeně vytvářen například při zemětřesení, výbuchu sopky nebo silném větru. Naopak pokud frekvence přesahuje 20 000 Hz, jde o tzv. ultrazvuk, který je opět pro člověka neslyšitelný [10].

4.1 Komprese zvukových souborů

Komprese, v obecném smyslu, je proces redukce objemu dat pro počítačovou techniku. Hlavním cílem komprese spočívá ve snížení objemu dat vyjádřené v bajtech, tedy zmenšení jejich velikosti. To vše při zachování původní informace, kterou data nesou. Úkolem je tedy redukce datového toku při přenosu dat nebo minimalizace úložné kapacity potřebné k jejich uchování. Efektem je zmenšení objemu datových souborů. Z toho vyplývá benefit, například při jejich archivaci. Komprese je zásadní rovněž při přenosu dat prostřednictvím sítě s nižší přenosovou rychlostí, jinými slovy zkrácení času nezbytné pro přenos. Je nenahraditelná také v prostředí mobilních telefonů s limitovanou datovou propustností. Tam dochází ke kompresi dat hovorů za účelem umožnění přenosu skrze GSM síť. Kódování je specifický proces, kterým se ze souboru dat odstraňují nadbytečné informace. Tyto zprvu jako nadbytečné se jevící (redundantní) údaje jsou nedílnou součástí počítačových dat, jejichž účelem je minimalizace chyb při jejich přenosu. Jedná se kupříkladu o paritu, kontrolní součet, kontrolní číslici a podobně. Existují i sofistikovanější metody jako jsou například samo-opravné kódy, které dovolují korekci jedné nebo i více chyb. Díky specifickým metodám–kódování, které je dáno vybraným kompresním algoritmem –dochází k eliminaci

redundantních (nadbytečných) informací ze souboru, a tím se navyšuje entropie dat [16]. Komprese dat se dá rozčlenit do dvou základních kategorií:

- Komprese bezztrátová
- Komprese ztrátová

4.2 Komprese bezztrátová

Bezeztrátová komprese, oproti ztrátové, obvykle nedosahuje takového stupně zhuštění dat. Hlavní výhodou je, že lze zkomprimovaného souboru získat přesnou kopii originálu. Tato vlastnost je nezbytná při manipulaci s počítačovými daty, výsledky měření, textovými dokumenty a dalšími typy souborů, u kterých by ztráta i jediného znaku mohla vést k fatálnímu poškození.

4.3 Komprese ztrátová

Během komprese dochází k neodstranitelné ztrátě části dat, která nelze již obnovit. Tato metoda nachází uplatnění v případech, kdy je ztráta jistých informací akceptovatelná a kdy nevýhoda související s určitým zkreslením je výrazně kompenzována značným zmenšením objemu souboru. Setkáme se s ní při kompresi audio a vizuálního obsahu (videí), kde je cílem dosáhnout co nejvyšší úspory dat. Algoritmy jsou navrženy tak, aby selektivně odstraňovaly informace, které lidský sluch a zrak buď nezaregistrují, nebo je dokážou snadno "doplnit" [10].

4.4 Zvukové formáty

Zvukové formáty se klasifikují dle způsobu komprese, určení a dalších specifikací [10]. Následuje detailní rozbor nejrozšířenějších formátů:

4.4.1 Bezztrátové formáty

Bezeztrátové formáty zachovávají zvuk v jeho původní podobě, což je optimální pro archivaci a profesionální úpravy.

- **WAV (Waveform Audio File Format)**

V reálném světě se formát WAVE primárně používá bez komprese. (Předpokládám, že se již pohybujeme výhradně v oblasti digitálního audia, zcela ignorujíc případné degradace, jež vznikají při konverzi z analogového formátu.) Přípona .wav se vztahuje ke "Waveform

Audio Format“, jež společně vyvinuly společnosti IBM a Microsoft. Vzhledem k tomu, že zvuk takto uložený je bezztrátový využívá při zpracovávání zvukových dat. Ovšem zásadní slabinou se jeví značné nároky na uložení dat. Výsledný soubor se tak rozsahem často dostává na desítky megabajtů. Proto se často dává přednost souborům se zmenšenou velikostí, jako je formát MPEG, reprezentovaný koncovkou.mp3 [10].

- **APPLE LOSSLESS**

Tento formát vznikl u firmy Apple Computer jako bezztrátová komprese pro hudební soubory. Je též známý jako Apple Lossless, nebo jeho varianty Apple Lossless Codec, ALAC, případně Apple Lossless Encoder, ALE.

Soubory končí na příponu m4a, jelikož pro audio kódované pomocí Apple Lossless používají MP4 kodek. Není ovšem založen na AAC, nýbrž na lineární predikci, jako i jiné bezztrátové kodeky. Můžeme zmínit Shorten či FLAC.

Podle firmy Apple se zmenší komprimované soubory zhruba na polovinu, ale zkoušky prokázaly, že objem souborů je zhruba 60 % původní, tedy nezkrácené velikosti. To je podobné ostatním bezztrátovým kompresím. Avšak na rozdíl od jiných formátů má Apple Lossless velkou přednost. Dekomprese dat tohoto formátu není náročná, a proto ho lze používat v zařízeních s omezeným výkonem [10].

- **FLAC (Free audio codec)**

Je bezztrátový audio kodek určený pro zmenšení zvukových souborů bez ztráty jakýchkoli dat. Díky tomu se uchová původní kvalita zvuku, zatímco velikost souboru se redukuje zhruba na 40–70 % původního nekomprimovaného formátu (např. WAV či AIFF). FLAC je otevřený a svobodný formát vyvinutý organizací Xiph.Org Foundatio. FLAC je ideální volba pro ty, co chtějí uchovat a pouštět hudbu v co nejlepší kvalitě, aniž by zbytečně plýtvali místem na disku. Ačkoli FLAC nemůže soutěžit se ztrátovými formáty jako MP3 v otázce objemu souborů, jeho plusy převažují v situacích, kde je prioritou zachování kvality zvuku [10].

- **WMA (Windows Media Audio)**

Je to celkem známý a používaný soubor s koncovkami .wma nebo .asf, co také měl nahradit známé MP3. Dnes konkuruje formátu AAC, ale je součástí Windows Media. Jediný oficiální kodér, který je zabudovaný ve Windows Media Playeru. Je hodně rychlý, a dokonce i rychlejší než třeba kódovač Vorbisu. Má pouze málo nastavení. Použití s platformou

Windows je však tak trochu nevýhodou tohoto formátu, protože jinde není jednoduše použitelný a vyžaduje pluginy, díky nimž je možné přehrání i na jiných operačních systémech. Výhodou je ale to, že přehrávače ve Windows Media Playeru fungují naprosto stabilně a bez problémů [10].

4.4.2 Ztrátové formáty

Ztrátové formáty slouží ke kompresi zvukových dat za cenu částečné ztráty informace. Jsou navrženy tak, aby odstranily části zvukového signálu, které jsou pro lidské ucho méně slyšitelné, a tím výrazně snížily velikost výsledného souboru.

- **MPEG3 (.mp3)**

Formát MP3 spočívá v kompresním algoritmu, který vyvinula skupina MPEG (Motion Picture Experts Group). Primárním cílem vývoje bylo dosažení co nejmenšího objemu generovaného souboru. Komprese je ztrátová, tudíž se nehodí nepoužitelná pro hudební produkci v profi kvalitě. Nicméně, s dostatečně vysokým datovým tokem (ideálně 320kbps a více), je jen mizivé procento lidí, kteří zaznamenají rozdíly v porovnání s formátem WAV. Nicméně, výrazně menší objem dat je něčím, co si jen málokdo nevšimne. Tento formát je dodnes populární pro své malé nároky na velikost, a to se projevuje na snadném používání a manipulaci. Komprese dat funguje na principu: "Eliminuji, co lidský sluch nedetekuje". Mezi výhody samozřejmě patří přidání tzv. ID3 tagu, který umožňuje vložení metadat přímo do souboru MP3. Tyto tagy obsahují informace jako název skladby, jméno interpreta, název alba, rok vydání, číslo stopy, žánr hudby a libovolný komentář a poté co to proběhne, se tyto údaje objeví během přehrávání. Nicméně, mezi jeho nedostatky se řadí problematické uchovávání řeči, neboť má tendenci zkracovat mezery mezi slovy, nebo dokonce ignorovat počáteční či koncové slabiky. Pro uchování mluveného slova se může aplikovat kodek AMR [10].

- **AAC, AC-3**

Ztrátová komprese zvuku slouží k výraznému snížení velikosti datového souboru tím, že odstraní části zvukového signálu, které jsou pro lidský sluch méně významné. Přestože při tomto typu komprese dochází ke ztrátě části původních informací, moderní algoritmy dokážou zachovat výsledný zvuk ve velmi vysoké kvalitě, často nerozeznatelné od originálu. Mezi nejrozšířenější ztrátové zvukové formáty patří AAC (Advanced Audio Coding) a AC-3 (Dolby Digital).

Formát AAC byl vyvinut jako nástupce dnes již zastaralého formátu MP3. Oproti němu nabízí lepší kompresní efektivitu, tedy vyšší kvalitu zvuku při stejném nebo i nižším datovém toku. Využívá pokročilé psychoakustické modely a pracuje s frekvenční analýzou, díky čemuž je schopen efektivně odstranit redundantní a neslyšitelné části signálu. AAC podporuje vzorkovací frekvence až do 96 kHz a umožňuje vícekanálový zvuk až s 48 kanály. Jeho využití je dnes velmi široké – je běžně používán ve službách jako YouTube, Spotify, Apple Music nebo v digitálním vysílání, například ve standardu DAB+. Dále je součástí formátu MPEG-4, a tedy běžně se vyskytuje ve video souborech s příponou .mp4, kde je zvuk uložen jako .m4a.

Formát AC-3, často označovaný jako Dolby Digital, je standard vyvinutý společností Dolby Laboratories. Je určen především pro přenos vícekanálového zvuku, typicky ve formátu 5.1 (pět hlavních kanálů a jeden subwoofer). Tento formát se stal standardem pro zvukové stopy na DVD a Blu-ray discích a je rovněž hojně využíván v televizním vysílání, například v systému DVB-T. AC-3 pracuje s datovým tokem typicky mezi 384 a 448 kbit/s, což zajišťuje velmi dobrou kvalitu zvuku i prostorovou lokalizaci jednotlivých zdrojů. Vzorkovací frekvence bývá nejčastěji 48 kHz. Díky své schopnosti efektivně přenášet prostorový zvuk je ideální pro použití v domácích kinech, televizorech a multimediálních přehrávačích.

Zatímco AAC je ideální volbou pro hudbu a mobilní zařízení díky vysoké kompresní účinnosti a široké podpoře moderních přehrávačů, AC-3 je specializované řešení pro vícekanálový zvuk v oblasti filmové a televizní produkce. Oba formáty jsou příkladem moderních ztrátových metod komprese, které dokážou nabídnout kvalitní zvuk při výrazně nižším datovém objemu než bezztrátové alternativy [10].

4.5 Datový tok

Tok dat představuje kvantitu dat potřebných k zakódování za jednu sekundu. Měří se v jednotkách jako Kbps (kilobitů za sekundu) nebo Mbps (megabitů za sekundu). Obecně: čím větší datový tok, tím vyšší kvalita videa, ale současně se zvyšuje velikost finálního souboru.

Používáme dva druhy toku dat:

- CBR (constant bitrate) představuje stálý datový tok v průběhu celého přehrávání. Vyniká snadnou kompresí, nicméně data se přenášejí konstantní rychlostí, a to i v momentě statického obrazu.

- VBR (proměnlivá datová rychlost) představuje proměnný tok dat, který se dynamicky mění podle komplexnosti obrazu a zvuku. V akčních scénách je datový tok nejvyšší, zatímco v klidných a jednoduchých pasážích je naopak nejnižší. Díky tomu je dosaženo vyšší kvality než u CBR a současně menší velikosti výsledného souboru [11].

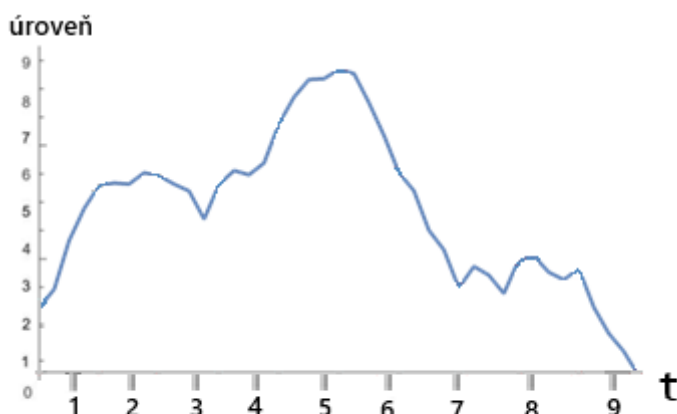
5 DIGITALIZACE ANALOGOVÉHO SIGNÁLU

Spojité signály je potřeba převést na digitální signál, jenž užívá výhradně dvou hodnot, logické nuly a logické jedničky. Takže toto časové rozdělení kanálů s digitální modulací předpokládá tři postupné kroky.

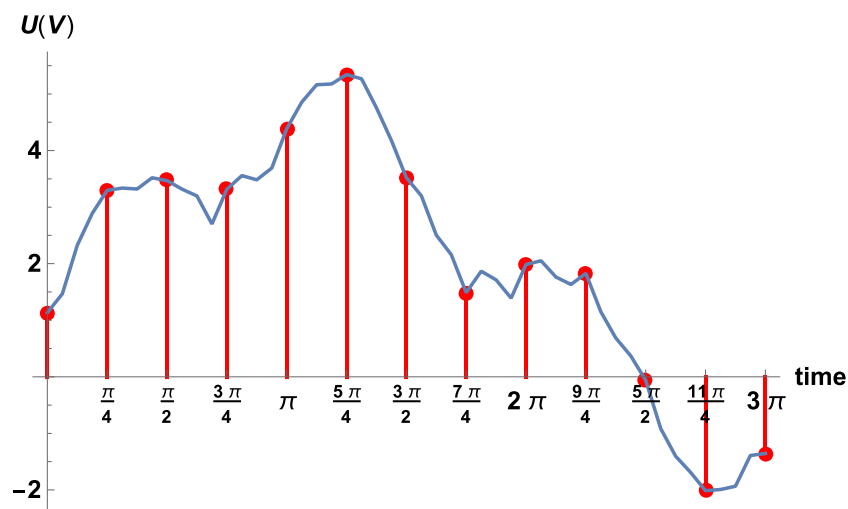
- Vzorkování
- Kvantování
- Kódování

5.1 Vzorkování signálu

V závislosti na aplikaci, požadované frekvenci vzorkování a přesnosti konverze (počet míst), se používají různé konverzní metody. Na začátku procesu máme spojitý analogový signál, viz Obrázek 1. Analogový signál je zobrazen červeně. V konkrétní časové řadě vezmeme vzorek z tohoto signálu, tedy jeho aktuální hodnotu. Dostaneme tím body, u nichž se projeví přiřazení úrovní, jak znázorňuje obrázek 3. Ukázka vzorkování signálu. Rychlost, kterou provádíme vzorkování se nazývá vzorkovací frekvence. Podmínka, jež stanoví spodní hranici pro frekvenci vzorkování, se označuje jako Nyquistova (Pokud se vzorkuje signál frekvencí rovnou či vyšší než tato hranice, nedochází ke zkreslení aliasem, jenž by generoval významné a neodstranitelné strukturální rušení ve výsledném signálu.). Dodržením této minimální vzorkovací frekvence analogového signálu nevznikne jev známý jako aliasing, což by způsobilo značné rušení ve výsledném signálu [12].



Obrázek 3 Analogový signál



Obrázek 4 Vzorkování signálu [13]

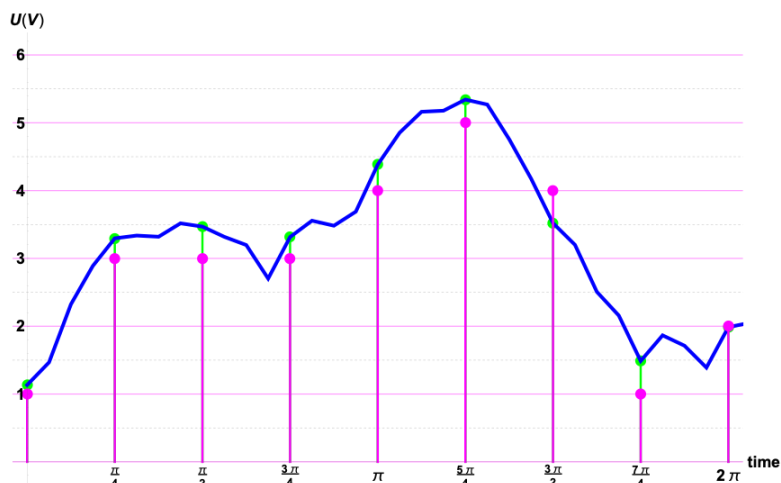
Pro výpočet vzorkovací frekvence platí:

$$f_{vz} = \frac{1}{T_{vz}} \geq 2f_{max}$$

Kde f_{vz} je vzorkovací kmitočet, kterým se vzorkuje, T_{vz} je doba a f_{max} je nejvyšší kmitočet. Ten se odvozuje od horního limitu slyšitelnosti.

5.2 Kvantování signálu

Kvantováním signálu provádíme přiřazování bodů jednotlivých vzorků ke konkrétním hodnotám předem stanovených úrovní. Ty jsou už vyjádřeny určitým binárním kódem, který odpovídá patřičné úrovni, viz Obrázek 5. Kvantování signálu



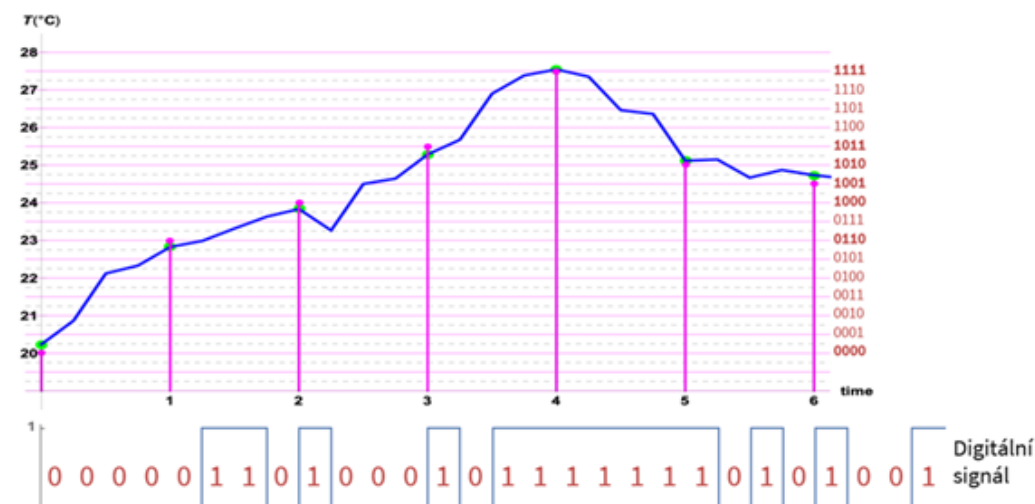
Obrázek 5 Kvantování signálu [13]

Plné černé horizontální linie znázorňují jednotlivé úrovně a jejich spojení s binárními kódy.

Čárkované černé horizontální linie zobrazují hraniční úroveň pro přiřazení vzorku jedné, nebo druhé úrovně. Modré vertikální linie pro daný čas zobrazují přiřazenou úroveň, a tím i binární kód. Analogové hodnoty tak zaokrouhlením přiřadíme již konkrétním binárním hodnotám [14].

5.3 Kódování signálu

Kódováním signálu vznikne rovnou digitální signál. Jednoduché binární kódy se nahradí kódem, který je vhodnější pro další zpracování digitálního signálu, viz Obrázek 4. Digitální signál.



Obrázek 6 Digitální signál [13]

Důvod kódování spočívá v tom, že pro fungování počítačů a dalších zařízení je nevhodné přílišné střídání logické nuly a jedničky. Kvantovaný signál se proto překóduje, ale se zachováním původního významu, a následně je jednodušší pro další zpracování [13].

5.4 Diskretizace signálu – 4bitový A/D převodník

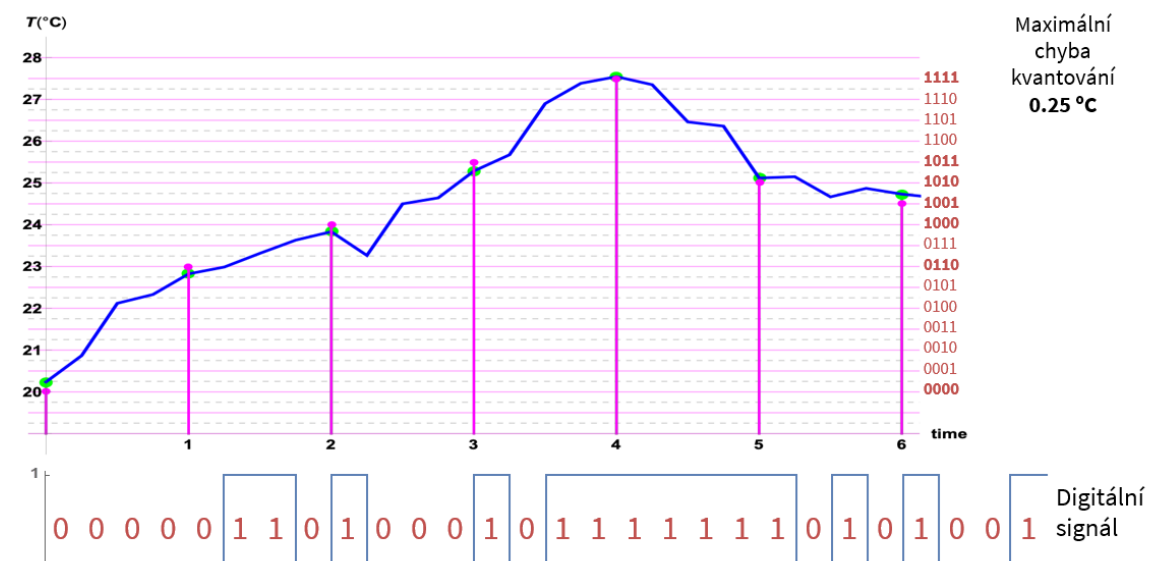
Na obrázku je znázorněn proces převodu analogového signálu teploty TTT (v rozsahu 20–28 °C) do digitální podoby pomocí 4bitového A/D převodníku. Modrá čára představuje původní analogový signál, zatímco svislé fialové čáry s tečkami znázorňují okamžiky vzorkování (sampling). V každém vzorkovacím bodě je aktuální hodnota signálu zaokrouhlena (kvantována) na nejbližší možnou hodnotu, kterou převodník dokáže reprezentovat.

Jelikož jde o 4bitový převodník, existuje $2^4 = 16$ možných diskrétních úrovní (kvantizačních stavů). Každá z těchto úrovní je znázorněna na pravé straně obrázku jako binární číslo (např. 0000, 0001, ..., 1111). Rozlišení převodníku je tedy:

$$\frac{28^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}}{2^4 - 1} = \frac{8^{\circ}\text{C}}{15} \approx 0,53^{\circ}\text{C}$$

Maximální kvantizační chyba je polovina tohoto kroku, tedy přibližně 0,25 °C, jak je uvedeno v pravé části obrázku.

Ve spodní části obrázku je vidět výsledek digitalizace – **digitální signál** v binární podobě. Tento signál odpovídá diskrétním hodnotám teploty získaným vzorkováním a kvantováním. Lze si všimnout, že některé jemné změny v analogovém signálu nejsou v digitální verzi zachyceny, což je důsledek omezeného rozlišení [13].



Obrázek 7 Výsledek digitalizace [13]

II PRAKTICKÁ ČÁST

6 PROGRAMY PRO ÚPRAVU ZVUKU

V rámci praktické části byl pro úpravu zvukových nahrávek primárně využíván open-source program Audacity, který poskytuje široké možnosti pro nahrávání, střih, efektování a export zvukových stop. Během zpracování byly v programu demonstrovány různé zvukové úpravy, jako je zesílení, redukce šumu, změna tempa, použití efektů typu echo nebo reverzního přehrávání. Vedle Audacity byly v práci zmíněny také další profesionální nástroje pro editaci zvuku, jako například Adobe Audition, VirtualDJ či Avid Pro Tools, které představují alternativy vhodné pro pokročilou studiovou produkci, DJing nebo filmovou postprodukcí. Jejich zmínka slouží pro kontextové srovnání, avšak veškeré praktické úpravy a příklady byly realizovány výhradně v prostředí programu Audacity.

6.1 Úprava zvuku

Úprava zvuku je nezbytnou součástí postprodukčního procesu, která významně ovlivňuje výslednou kvalitu audiovizuálního obsahu. Ať už se jedná o film, hudební nahrávku, podcast nebo jiný multimediální projekt, správná práce se zvukem zajišťuje jeho čistotu, vyváženost a estetickou kvalitu.

Proces úpravy zvuku zahrnuje několik klíčových operací, jako je odstranění šumu, vyrovnání hlasitosti, aplikace efektů, mixování více zvukových stop nebo synchronizace s obrazem. Moderní technologie umožňují detailní úpravy pomocí specializovaného softwaru, mezi který patří Adobe Audition, Audacity, Pro Tools či Logic Pro.

V této kapitole se zaměříme na principy a techniky úpravy zvuku.

6.2 Adobe Audition

Adobe Audition je profesionální software pro úpravu a zpracování zvuku, vyvinutý společností Adobe Inc. Jedná se o výkonný nástroj určený pro širokou škálu uživatelů, od zvukových inženýrů a hudebníků až po tvůrce podcastů a filmové producenty. Program nabízí pokročilé možnosti editace zvuku, včetně vícestopého mixování, restaurace zvuku, spektrální analýzy a aplikace různých efektů. Díky své integraci s dalšími produkty Adobe, jako je Premiere Pro, se často využívá v profesionálních postprodukčních procesech.

6.2.1 Editace a mixování zvuku

Adobe Audition poskytuje širokou škálu funkcí, které z něj činí jedno z nejpokročilejších řešení pro úpravu zvuku. Mezi klíčové faktory patří:

- **Vícekanálové nahrávání a editace** – možnost pracovat s několika zvukovými stopami současně.
- **Spektrální zobrazení** – vizuální analýza zvuku umožňující detailní úpravy, například odstranění nechtěných šumů nebo rušení.
- **Obnovení a čištění zvuku** – nástroje pro redukci šumu, odstranění kliknutí, praskání nebo ozvěny.
- **Dynamická úprava zvuku** – ekvalizace, komprese a další efekty pro optimalizaci zvukové kvality.
- **Integrace s Adobe Creative Cloud** – možnost snadné spolupráce s jinými aplikacemi, jako je Adobe Premiere Pro.

6.2.2 Srovnání placené a zkušební verze

Adobe Audition je dostupný formou měsíčního nebo ročního předplatného, přičemž Adobe nabízí také časově omezenou zkušební verzi zdarma. Mezi hlavní rozdíly mezi těmito verzemi patří:

Funkce	Placená verze	Zkušební verze
Doba používání	Neomezená	7 dní
Přístup ke všem funkcím	Ano	Ano
Cloudová synchronizace	Ano	Omezená
Technická podpora	Ano	Ne
Kompatibilita s ostatními Adobe produkty	Ano	Ano

Hlavním omezením zkušební verze je její časová platnost – po uplynutí sedmidenní lhůty je nutné zakoupit plnou verzi, aby bylo možné software dále používat. Na rozdíl od některých jiných programů však zkušební verze Adobe Audition není funkčně omezena, což umožňuje uživatelům plně otestovat jeho možnosti před zakoupením.

Adobe Audition je tak ideálním nástrojem pro profesionální úpravu zvuku, a díky širokým možnostem zpracování je vhodný nejen pro filmovou a hudební produkci, ale také pro tvorbu podcastů, audioknih nebo živých vysílání.

6.3 VirtualDJ

VirtualDJ je populární softwarová aplikace určená především pro digitální mixování hudby a DJing. Vyvíjená společností Atomix Productions, tato aplikace umožňuje uživatelům vytvářet dynamické hudební mixy v reálném čase. VirtualDJ je dostupný pro operační systémy Windows i macOS a nabízí základní verzi zdarma pro nekomerční použití, zatímco profesionální verze je licencována formou placeného přístupu.

6.3.1 Funkce pro mixování zvuku

Program je zaměřen především na práci s více zvukovými stopami současně, což je vhodné pro živé vystupování DJů i domácí uživatele. Umožňuje synchronizaci tempa skladeb (tzv. beatmatching), vizuální analýzu waveformů, looping, změnu tóniny a tempa, vkládání cue bodů a využití různých zvukových efektů. Uživatel má k dispozici množství nástrojů pro práci v reálném čase, mezi které patří například echo, flanger, reverb a další. Dále je možné využít vestavěný sampler pro přehrávání zvukových smyček, efektů či beatů. VirtualDJ také podporuje pokročilé funkce jako je Automix (automatické přechody mezi skladbami) nebo práce s více než dvěma přehrávači (tzv. decky), v závislosti na použité verzi softwaru a hardwarové konfiguraci.

6.3.2 Možnosti editace zvuku

Přestože VirtualDJ není klasickým DAW (Digital Audio Workstation) a neumožňuje podrobnou nelineární editaci zvukových stop, poskytuje určité možnosti úprav, zejména v reálném čase. Mezi tyto funkce patří například změna tempa a ladění, práce s cue body nebo aplikace efektů během přehrávání. Pro offline střih, mastering či podrobnější editace není tento program primárně určen.

6.3.3 Výhody a nevýhody programu

Mezi hlavní výhody programu patří přehledné a intuitivní uživatelské rozhraní, bohatá funkční výbava i ve verzi zdarma a široká podpora hardwarových zařízení jako jsou DJ kontrolery či mixážní pulty. Další výhodou je aktivní vývoj a komunita, která poskytuje rozsáhlou podporu. Nevýhodou je naopak omezená možnost klasické studiové editace zvuku a nutnost zakoupit profesionální verzi pro přístup k některým pokročilým funkcím, jako je nahrávání do vícekanálového formátu nebo plná podpora externích MIDI zařízení. VirtualDJ také není vhodný pro kompozici nebo tvorbu hudby, jelikož neobsahuje funkce typické pro digitální pracovní stanice, jako jsou sekvencery nebo virtuální nástroje.

6.4 Avid Pro Tools

Avid Pro Tools je profesionální digitální audio pracovní stanice (DAW), která patří mezi nejrozšířenější nástroje pro nahrávání, úpravu, mix a mastering zvuku ve studiové i filmové produkci. Vyvíjen je společností Avid Technology a je dostupný pro operační systémy Windows a macOS. Program se dlouhodobě používá ve špičkových nahrávacích studiích, televizních a filmových produkcích, a stal se jakýmsi průmyslovým standardem pro práci se zvukem na profesionální úrovni. Nabízí několik verzí – od základní varianty Pro Tools Artist, určené pro začínající uživatele, až po nejpokročilejší verzi Pro Tools Ultimate pro rozsáhlé projekty a multikanálový mix.

6.4.1 Funkce pro nahrávání, úpravu a mix zvuku

Pro Tools poskytuje rozsáhlé možnosti nahrávání zvuku ve vysoké kvalitě, a to s podporou vícestopého záznamu a editace. Nabízí přesnou časovou synchronizaci, pokročilé nástroje pro střih, úpravy a tvorbu efektů. Mezi klíčové funkce patří nedestruktivní editace, možnost práce s MIDI, automatizace parametrů, layering zvukových stop, podpora VST/AAX pluginů a komplexní routing signálu. Uživatelé mohou využívat knihovnu profesionálních efektů, virtuálních nástrojů a rozsáhlé možnosti pro mastering. Program podporuje jak stereo, tak i surround formáty, což ho činí ideálním nástrojem pro filmové a televizní aplikace.

6.4.2 Možnosti editace zvuku

Avid Pro Tools umožňuje velmi detailní úpravy zvukových nahrávek s využitím waveform a spektrálního zobrazení. Obsahuje nástroje pro časové zarovnání, korekci ladění, odstranění šumu, redukci ruchů a pokročilé formy efektování. Uživatel může přesně upravovat jednotlivé segmenty stopy, provádět dynamické změny a exportovat výsledný mix v různých formátech a kvalitě. Díky funkcím jako Elastic Audio, Clip Gain nebo Beat Detective je možné efektivně upravovat timing, hlasitost i strukturu skladeb.

6.4.3 Výhody a nevýhody programu

Mezi hlavní výhody Avid Pro Tools patří jeho profesionální stabilita, rozsáhlé možnosti úprav a kompatibilita s průmyslovými standardy. Program umožňuje velmi precizní práci s velkými projekty, je kompatibilní s profesionálním hardwarem (např. Avid HDX systémy) a integruje se s dalšími nástroji a formáty využívanými v postprodukci. Významnou předností je rovněž podpora rozsáhlé knihovny pluginů a nástrojů.

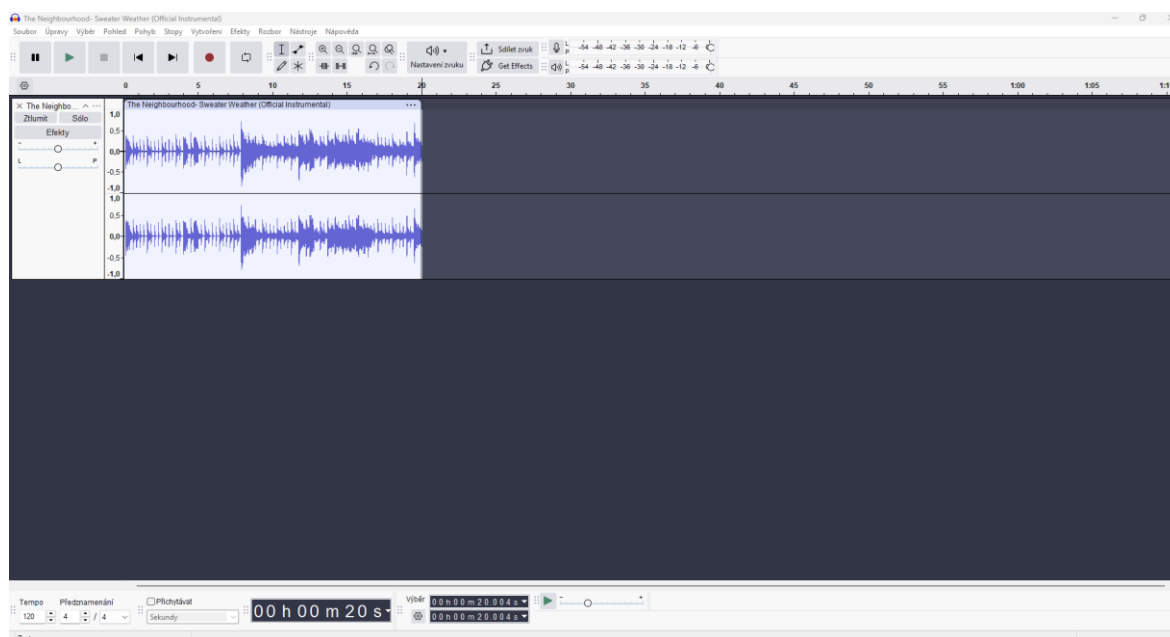
Na druhou stranu je nevýhodou vyšší pořizovací cena, především u pokročilejších verzí, a vyšší nároky na technické vybavení počítače. Pro začátečníky může být také rozhraní programu méně intuitivní a vyžaduje delší dobu na zaškolení. Bezplatná verze Pro Tools Intro nabízí jen omezené funkce a je vhodná spíše pro první seznámení s programem.

6.5 Audacity

Audacity je populární open-source software pro nahrávání a úpravu zvuku. Díky své dostupnosti a široké škále funkcí si získal oblibu nejen mezi amatérskými tvůrci, ale i mezi profesionály hledajícími bezplatnou alternativu ke komerčním řešením. Program je vyvíjen komunitou dobrovolníků a je dostupný pro operační systémy Windows, macOS a Linux.

6.5.1 Uživatelské rozhraní programu Audacity

Pro snadné a efektivní zpracování zvuku je důležité znát prostředí, ve kterém se úpravy provádějí. Následující obrázek zobrazuje hlavní okno programu Audacity.



Obrázek 8 Prostředí Audacity

6.5.2 Popis jednotlivých částí rozhraní:

Horní panel nástrojů:

- Přehrávání (▶), zastavení (■), pauza (⏏), nahrávání (⏻) – ovládání přehrávání nebo záznamu a loop.
- Nástroje pro výběr, stříh, zoom a posun stop.

- Přístup k nabídkám jako Efekty, Nástroje, Rozbor atd.

Zvuková stopa:

- Uprostřed je zobrazená dvoukanálová zvuková vlna načteného souboru (stereo stopa).
- Vlevo u každé stopy jsou ovládací prvky Ztlumit, Sólo, Panning (P) a Hlasitost (Gain).
- Každá stopa má svůj vlastní název, který je možné změnit.

Časová osa (timeline):

- Nahoře nad zvukovou vlnou se nachází časová osa, kde lze orientačně určit pozici přehrávání.
- Měřítka je ve vteřinách, lze přiblížit nebo oddálit pomocí zoomu.

Indikátor výběru a doba trvání:

- Ve spodní části (vlevo dole) je pole pro nastavení tempa, měřítka výběru a jeho časové délky.
- Vpravo dole jsou časy začátku a konce výběru, který lze editovat ručně.

Zobrazení úrovně hlasitosti (měřáky):

- V pravé horní části se nachází měřáky hlasitosti pro vstup i výstup – indikují reálnou úroveň signálu během přehrávání nebo záznamu.

6.5.3 Editace a mixování zvuku

Audacity nabízí široké spektrum funkcí pro práci se zvukem, mezi které patří:

- Vícekanálové nahrávání a editace – umožňuje nahrávání a úpravu více zvukových stop současně.
- Podpora různých formátů – kompatibilita s běžnými formáty jako WAV, MP3, FLAC, AIFF a Ogg Vorbis.
- Efekty a filtry – obsahuje řadu vestavěných efektů, jako jsou ekvalizace, reverb, odstranění šumu nebo změna rychlosti a výšky tónu.

- Spektrální analýza – vizuální zobrazení zvuku usnadňuje úpravy specifických frekvencí.
- Podpora pluginů – možnost rozšíření funkcí pomocí VST, LADSPA a Nyquist pluginů.

6.5.4 Praktické využití zvukových efektů

Při práci se zvukem nestačí pouze znát jednotlivé efekty, ale také chápat jejich praktické využití v reálných situacích. Tato část shrnuje nejčastěji používané efekty v programu Audacity spolu s konkrétními příklady použití a doporučeními.

Efekt	Popis	Vhodné použití
Fade In	Postupné zesilování zvuku od ticha po normální hlasitost.	Začátek písně, podcastu, videa – působí profesionálně a přirozeně.
Fade Out	Postupné zeslabení zvuku až do ticha.	Zakončení skladby, audioknihy, reklamního spotu.
Echo (Ozvěna)	Simuluje prostorový efekt ozvěny opakujících se zvukových impulzů.	Zvýraznění slova v podcastu, beatové pasáže, elektronická hudba.
Reverse	Obrací přehrávání zvuku pozpátku.	Experimentální zvuk, budování napětí ve scéně, „flashback“ momenty.
Změna tempa	Mění rychlost přehrávání bez ovlivnění výšky tónu.	Úprava délky nahrávky (např. do časového limitu), rychlejší střih.
Změna rychlosti	Mění zároveň tempo i výšku (jako přehrávání kazety rychleji/pomaleji).	Hudební experimenty, zrychlení výukových materiálů.
Zesílení/Zeslabení	Úprava hlasitosti vybraného úseku.	Vyrovnání špiček, ztišení hlasitých pasáží, zvýraznění slabých.
Odstranění šumu	Analýza a eliminace rušivého pozadí (např. šum z mikrofону).	Vyčištění hlasových nahrávek, rozhovorů, podcastů.
Reverb	Přidává dojem prostoru, simulace ozvěny místnosti či haly.	Hudba, ambientní projekty, divadelní zvuk.

6.5.5 Export a formáty zvukových nahrávek v Audacity

Po dokončení úprav zvuku je nezbytné exportovat výsledný projekt do zvoleného formátu, který odpovídá zamýšlenému účelu – ať už jde o archivaci, online publikaci, střih videa nebo přenos přes internet. Program Audacity podporuje export do celé řady zvukových formátů, přičemž uživatel může volit mezi různým bitratem, typem komprese a metadaty.

6.5.6 Výhody Audacity oproti jiným programům

Oproti komerčním řešením, jako je Adobe Audition nebo Steinberg WaveLab, má Audacity několik klíčových výhod:

- Bezplatná dostupnost – jako open-source software je Audacity k dispozici zdarma, což z něj činí ideální volbu pro uživatele, kteří nechtějí investovat do placených alternativ.
- Nízké hardwarové nároky – na rozdíl od některých profesionálních nástrojů je Audacity nenáročný na výkon počítače a běží plynule i na starších systémech.
- Jednoduché ovládání – uživatelské rozhraní je přehledné a intuitivní, což umožňuje rychlé zvládnutí základních úprav i začátečníkům.
- Široká komunita a podpora – díky aktivní uživatelské základně je k dispozici mnoho návodů, fór a rozšíření, které usnadňují práci s programem.
- Offline úpravy – Audacity umožňuje úpravy zvuku bez nutnosti připojení k internetu nebo využívání cloudových služeb.

6.5.7 Omezení Audacity

I když Audacity nabízí řadu pokročilých funkcí, má i některá omezení. Například nepodporuje nedestruktivní editaci, což znamená, že změny provedené v projektu nelze vrátit zpět bez použití historie úprav. Také mu chybí pokročilé funkce pro mixování více stop nebo přímá integrace s dalšími programy, jakou nabízí například Adobe Audition. Celkově je Audacity skvělou volbou pro základní až středně pokročilou úpravu zvuku. Díky své jednoduchosti, dostupnosti a široké škále funkcí se stal jedním z nejpoužívanějších nástrojů pro úpravu zvuku ve vzdělávání, amatérské tvorbě i poloprofesionální produkci.

Nejčastější formáty podporované v Audacity:

Formát	Přípona	Typ komprese	Využití
WAV	.wav	Bezztrátový	Profesionální nahrávky, střih, archivace
MP3	.mp3	Ztrátový	Podcasty, internet, mobilní použití
FLAC	.flac	Bezztrátový	Vysoce kvalitní audio, archivace
OGG	.ogg	Ztrátový	Alternativa k MP3, svobodný formát
AIFF	.aiff	Bezztrátový	Audio na platformách Apple/macOS

Volba bitratu a jeho vliv na kvalitu:

Bitrate (datový tok) udává množství dat použitých k uložení jedné sekundy zvuku.

Vyšší bitrate znamená vyšší kvalitu, ale také větší velikost souboru.

Bitrate (MP3)	Kvalita	Typické využití
320 kb/s	Výborná	Hudba, archivace
192 kb/s	Dobrá	Podcasty, běžné použití
128 kb/s	Průměrná	Mluvené slovo, přenos přes internet
64 kb/s	Nízká	Rychlý přenos, kompromis
16–8 kb/s	Velmi nízká (nouzová)	GSM moduly, robotické hlášení, testy

Nastavení metadat při exportu:

Při exportu např. do formátu MP3, Audacity nabízí možnost vložit tzv. ID3 tagy – metadata, která se zobrazí při přehrávání:

Pole	Popis
Název skladby	Např. „Znělka podcastu“
Interpret	Jméno autora či interpreta
Album	Název série, podcastu nebo alba
Rok	Rok vzniku
Číslo stopy	Pořadí skladby v albu
Žánr	Hudba, podcast, dokument atd.
Komentář	Doplňující informace

Metadata jsou důležitá zejména při distribuci digitálního obsahu, protože zajišťují správné zobrazení ve přehrávačích, online platformách a mobilních aplikacích.

Postup exportu v Audacity:

- Dokončí úpravy nahrávky.
- Jdi na Soubor → Exportovat a zvol formát (např. „Exportovat jako MP3“).
- Vyber umístění, název souboru a nastavení bitratu.
- V případě MP3 zadej metadata.
- Klikni na Uložit – soubor bude vygenerován.

Doporučení pro výběr formátu:

Použití	Doporučený formát	Bitrate
Archivace	WAV, FLAC	320 kb/s (min.)
Online přehrávání	MP3	192 kb/s
Mobilní distribuce (úspora)	MP3, OGG	96–128 kb/s

Syntetický hlas, alarmy	MP3	16–32 kb/s
Apple ekosystém	AIFF	256–320 kb/s

6.5.8 Výhody Audacity oproti jiným programům

Oproti komerčním řešením, jako je Adobe Audition nebo Steinberg WaveLab, má Audacity několik klíčových výhod:

- Bezplatná dostupnost – jako open-source software je Audacity k dispozici zdarma, což z něj činí ideální volbu pro uživatele, kteří nechtějí investovat do placených alternativ.
- Nízké hardwarové nároky – na rozdíl od některých profesionálních nástrojů je Audacity nenáročný na výkon počítače a běží plynule i na starších systémech.
- Jednoduché ovládání – uživatelské rozhraní je přehledné a intuitivní, což umožňuje rychlé zvládnutí základních úprav i začátečníkům.
- Široká komunita a podpora – díky aktivní uživatelské základně je k dispozici mnoho návodů, fór a rozšíření, které usnadňují práci s programem.
- Offline úpravy – Audacity umožňuje úpravy zvuku bez nutnosti připojení k internetu nebo využívání cloudových služeb.

6.5.9 Omezení Audacity

I když Audacity nabízí řadu pokročilých funkcí, má i některá omezení. Například nepodporuje nedestruktivní editaci, což znamená, že změny provedené v projektu nelze vrátit zpět bez použití historie úprav. Také mu chybí pokročilé funkce pro mixování více stop nebo přímá integrace s dalšími programy, jakou nabízí například Adobe Audition. Celkově je Audacity skvělou volbou pro základní až středně pokročilou úpravu zvuku. Díky své jednoduchosti, dostupnosti a široké škále funkcí se stal jedním z nejpoužívanějších nástrojů pro úpravu zvuku ve vzdělávání, amatérské tvorbě i poloprofesionální produkci.

7 PRAKTICKÉ PŘÍKLADY S VIDEO TUTORIÁLY

Tato část bakalářské práce se zaměřuje na praktické využití vybraných zvukových efektů v open-source programu Audacity. Cílem je ukázat, jak jednotlivé efekty ovlivňují zvukový záznam a jak je lze efektivně využít při úpravě audia. Pomocí konkrétních příkladů budou demonstrovány různé možnosti úprav, jako je odstranění šumu, změna výšky a rychlosti, normalizace hlasitosti nebo použití dozvuku. Pro lepší pochopení jsou součástí práce také krátké video tutoriály, které názorně vysvětlují postup aplikace jednotlivých efektů a jejich praktické využití v různých situacích.

7.1 Zesílení a zeslabení zvukové stopy

Prvním efektem, který byl v programu Audacity prakticky vyzkoušen, je zesílení a zeslabení zvuku. Tento efekt slouží ke změně hlasitosti vybraného úseku zvukové stopy, což je užitečné například při vyrovnávání rozdílů v úrovni hlasitosti mezi jednotlivými částmi nahrávky, odstranění příliš hlasitých špiček nebo naopak při zesílení příliš tichých pasáží.

Pro demonstraci tohoto efektu byla použita krátká nahrávka o délce 30 sekund, na které bylo jasně patrné, jak aplikace zesílení či zeslabení ovlivňuje celkový dojem z poslechu. Nejprve byl použit nástroj Zesílit, pomocí kterého bylo možné nastavit požadovanou změnu v decibelech. V rámci ukázky byl zvuk nejprve zesílen o přibližně +4 dB, čímž se stal znatelně hlasitějším. Následně byl stejný úsek zeslaben o -4 dB, čímž se naopak jeho hlasitost výrazně snížila.

Video tutoriál přiložený k tomuto příkladu podrobně ukazuje, jak efekt zesílení a zeslabení v Audacity aplikovat, jaké jsou možnosti nastavení a na co si dát při práci pozor. Tento základní, ale velmi užitečný efekt je vhodné zvládnout již v počátečních fázích práce se zvukem, protože jeho správné použití má zásadní vliv na výslednou kvalitu nahrávky.

7.2 Zrychlení a zpomalení zvukové stopy

Druhým příkladem je ukázka kombinace dvou efektů – zrychlení a zeslabení zvukového záznamu. Opět byla použita třicetisekundová nahrávka, na níž byly demonstrovány možnosti těchto úprav. Účelem bylo ukázat, jak změna rychlosti ovlivňuje vnímání zvuku a jak efekt „Zesílit“ může být využit ke korekci hlasitosti po provedení časové úpravy.

Pro zrychlení nahrávky byl použit efekt „Změnit tempo“ (Change Tempo), který umožňuje zkrátit nebo prodloužit trvání zvukové stopy bez změny výšky tónu. Tento efekt

je výhodný zejména tehdy, když je potřeba přizpůsobit délku nahrávky určitému časovému rámci, aniž by se zvuk deformoval. V ukázce bylo tempo zvýšeno o 20 %, čímž se zkrátila délka nahrávky a zároveň se zvýšila její dynamičnost.

Tato kombinace efektů ukazuje, jak flexibilně lze v Audacity pracovat se zvukem i bez použití profesionálního vybavení. Demonstrováný postup je snadno opakovatelný a využitelný například při úpravě mluveného slova, sestřihu audiozáznamů nebo při výrobě digitálního obsahu, kde je kladen důraz na časovou přesnost a vyváženou hlasitost. Příložené video zachycuje všechny kroky úpravy a může sloužit jako praktický návod pro uživatele, kteří se s těmito funkcemi teprve seznamují.

7.3 Šum

Třetí praktický příklad se zaměřuje na odstranění nežádoucího šumu z krátké zvukové nahrávky. Pro demonstraci byl použit záznam, ve kterém byl dominantní rušivý šum.

V programu Audacity byl k odstranění šumu použit efekt „Odstranit šum“. Tento efekt funguje ve dvou krocích: nejprve se označí část nahrávky obsahující pouze šum a pomocí volby „Získat profil šumu“ si program zapamatuje jeho charakteristiku. Poté se aplikuje samotná redukce šumu na vybraný úsek zvukové stopy. V ukázce byly ponechány výchozí hodnoty nastavení (redukce šumu v dB určuje, o kolik decibelů se má šum ztlumit, citlivost určuje, jak silně bude Audacity rozlišovat mezi šumem a užitečným signálem, vyhlazení pomáhá zachovat přirozený zvuk), aby bylo možné ukázat efekt bez složitých úprav parametrů.

Výsledkem bylo výrazné potlačení rušivého pozadí při zachování srozumitelnosti záznamu. I když mírné zkreslení zůstalo patrné, šum byl výrazně omezen a nahrávka působila čistěji a profesionálněji. Tento postup je velmi užitečný při zpracování rozhovorů, podcastů nebo jiných záznamů, kde kvalita zvuku hraje klíčovou roli. Příložené video demonstruje celý proces v reálném čase a ukazuje, jak snadné a účinné je odstranění šumu i pro začínající uživatele.

7.4 Export mluveného slova v Audacity – porovnání kvality a vlastností při 256 kb/s a 64 kb/s

V tomto praktickém příkladu bylo cílem porovnat rozdíly v kvalitě zvukového záznamu mluveného slova při exportu do formátu MP3 ve dvou výrazně odlišných hodnotách datového toku – 256 kb/s a 64 kb/s. Zvolená kombinace představuje kontrast mezi vysoce kvalitním výstupem a výrazně komprimovanou verzí, která se často používá v prostředí s omezeným datovým tokem.

7.4.1 Co je bitrate a proč na něm záleží

Bitrate se udává v kilobitech za sekundu (kb/s) a udává, kolik informací je použito ke kompresi zvukového souboru. Vyšší bitrate znamená větší objem dat na jednu sekundu, a tedy i vyšší kvalitu výsledného zvuku. Zároveň ale platí, že s rostoucím bitrate se zvyšuje i velikost výstupního souboru.

Například při bitratu 256 kb/s je na každou sekundu zvuku vyhrazeno 256 000 bitů. Rozdíl 64 kb/s se může zdát malý, ale v kontextu delších nahrávek může výrazně ovlivnit velikost souboru i jemné aspekty kvality.

7.4.2 Export v 256 kb/s – výhody a nevýhody

Pokud zvolíme při exportu mluveného slova datový tok 256 kb/s, výsledná nahrávka bude mít velmi vysokou kvalitu. Při poslechu je zvuk čistý, bez slyšitelných kompresních artefaktů, sykavky zůstávají ostré a hlas zní věrně. Takováto kvalita je vhodná například pro archivaci, profesionální podcasty, rádiové vysílání nebo další zpracování zvuku, kde je důležité zachovat co nejvíce detailů.

Nevýhodou této volby je vyšší velikost výsledného souboru. U delších nahrávek, například přednášek nebo rozhovorů, může být rozdíl v desítkách megabajtů. Z hlediska běžného použití, například publikace nahrávky na internetu, může být tato kvalita nadbytečná a přinášet pouze vyšší nároky na úložiště a přenos dat.

7.4.3 Export v 64 kb/s – výhody a nevýhody

Export do 64 kb/s představuje výraznou kompresi, jejímž cílem je minimalizace velikosti souboru. Výsledný záznam je sice stále srozumitelný, avšak kvalita je znatelně nižší. Dochází k úbytku výšek, sykavky jsou zaoblené a některé detaily řeči mohou znít ploše nebo

zastřené. Při použití kvalitních sluchátek nebo reproduktorů jsou kompresní artefakty snadno rozpoznatelné.

Hlavní výhodou této varianty je výrazná úspora místa – soubor může být až čtyřikrát menší než při 256 kb/s. Tato varianta je vhodná pro rychlý přenos dat, úložiště s omezenou kapacitou nebo nouzové publikace.

7.4.4 Zhodnocení

Rozdíl mezi 256 kb/s a 64 kb/s je výrazně slyšitelný i při běžném poslechu. Zatímco vyšší bitrate zajišťuje čistotu a dynamiku, nižší bitrate přináší slyšitelnou degradaci kvality, přesto však zachovává dostatečnou srozumitelnost mluveného slova. Pro běžné online použití lze bitrate 64 kb/s doporučit jen ve výjimečných případech, kdy je prioritou malá velikost souboru.

7.4.5 Export mluveného slova video tutoriál

Při subjektivním poslechu exportované nahrávky při 64 kb/s byl rozdíl oproti 256 kb/s patrný již při prvním poslechu. Výsledný zvuk působil mírně „zkomprimovaně“ a přirozenost hlasu byla znatelně snížena. Výhodou této varianty byla velmi nízká velikost souboru, která činila přibližně čtvrtinu velikosti nahrávky při 256 kb/s. Nahrávka však i přes nižší kvalitu zůstala srozumitelná. Výslovnost většiny slov byla čitelná, a to i při poslechu přes běžné reproduktory nebo mobilní zařízení.

Video tutoriál ukazuje přímé porovnání mezi 256 kb/s a 64 kb/s na totožné nahrávce. Uživatel si může přehrát obě verze a posoudit, zda mu kvalita při nižším bitratu vyhovuje pro konkrétní účely, nebo zda je vhodné zvolit vyšší datový tok pro zachování maximální věrnosti zvuku.

7.5 Bitová hloubka – porovnání 8bitového a 16bitového zvuku

Bitová hloubka (bit depth) určuje, kolik možných hodnot může nabývat každý vzorek digitalizovaného zvukového signálu. Přímě ovlivňuje dynamický rozsah a kvalitu nahrávky, tedy schopnost zachytit jemné rozdíly v hlasitosti a zachovat věrnost původního zvuku. Čím vyšší bitová hloubka, tím více detailů je možné uložit.

Pro účely této praktické ukázky byl vytvořen testovací záznam mluveného slova v programu Audacity. Stejný úsek nahrávky (cca 20 sekund) byl následně exportován dvakrát

– jednou s bitovou hloubkou 16 bitů a podruhé s 8 bity. Obě verze byly uloženy ve formátu WAV.

7.5.1 Výsledky a pozorování

Při 16 bit

- Kvalita zvuku byla vysoká, bez slyšitelných artefaktů.
- Nahrávka působila čistě, hlas zněl věrně a přirozeně.
- Vhodné pro archivaci.
- Velikost souboru: cca 3,36 MB.

Při 8 bit

- Výrazné zkreslení, slyšitelný šum a "zubatý" digitální zvuk.
- Hlas měl zkreslení.
- Výrazně nižší velikost souboru, ale za cenu nepoužitelné kvality.
- Velikost souboru: cca 1,68 MB.

7.5.2 Zhodnocení

Test ukázal, že bitová hloubka má zásadní vliv na výslednou kvalitu zvukové nahrávky. Zatímco 16bitový záznam poskytuje dostatečně kvalitní zvuk pro běžné i profesionální použití, 8bitová verze je vhodná maximálně pro technické nebo nouzové aplikace, kde je rozhodující minimalizace velikosti souboru a kvalita není prioritou.

V praxi se 8bitové zvukové formáty téměř nepoužívají, a to právě kvůli výraznému omezení kvality. Naproti tomu 16bit (či více – např. 24bit nebo 32bit float) je běžným standardem ve studiové praxi i běžném digitálním záznamu.

7.6 Fade In – Fade Out

V šestém příkladu jsem demonstroval použití efektů Fade-In a Fade-Out na krátké zvukové nahrávce o délce 20 sekund. Cílem bylo ukázat, jak lze pomocí těchto základních zvukových úprav dosáhnout přirozeného nástupu a ukončení zvuku.

Na začátku nahrávky jsem aplikoval efekt Fade-In, který způsobí pozvolné zesilování hlasitosti od ticha až po plnou úroveň. Díky tomu zvuk nezačíná náhle, ale plynule vstupuje

do poslechového pole. Tento efekt se často používá v hudbě, filmech nebo podcastové tvorbě k vytvoření příjemného a profesionálního dojmu hned od začátku.

Na konci nahrávky jsem naopak využil efekt Fade-Out, který postupně snižuje hlasitost až do úplného ticha. Tento efekt pomáhá vytvořit měkké a nerušivé ukončení nahrávky. Uplatňuje se například v hudebních skladbách, reportážích nebo rozhlasové produkci, kde má zvuk „odeznít“ bez ostrého konce.

7.6.1 Zhodnocení výsledku

Po aplikaci efektů Fade In a Fade Out působí výsledný beat plynule a zvukově vyváženěji. Efekt Fade In eliminuje ostrý náběh zvuku, který by mohl působit rušivě, zatímco Fade Out zajišťuje měkké zakončení, které je pro poslech i další zpracování mnohem příjemnější.

Tyto úpravy jsou jednoduché na použití, ale výrazně zvyšují profesionalitu výstupu, což je důležité nejen při prezentaci vlastní tvorby, ale také v kontextu zvukové produkce obecně.

7.7 Echo

Další ukázkou úpravy zvuku v rámci praktické části bylo použití efektu Echo v programu Audacity. Tento efekt vytváří iluzi odraženého zvuku, tedy tzv. ozvěny, a využívá se zejména ve zvukové tvorbě k dosažení větší prostorovosti nebo atmosféry v nahrávce. Echo se často používá u hudby, samplů, elektronických beatů i mluveného slova, a to buď pro zdůraznění konkrétní části zvuku, nebo pro vytvoření uměleckého dojmu. Pro demonstraci byl použit jednoduchý beat v délce 20 sekund, přičemž efekt Echo byl aplikován na jeho začátek – konkrétně na prvních 4–5 sekund záznamu.

7.7.1 Zhodnocení výsledku

Efekt Echo výrazně ovlivnil vnímání prvních sekund nahrávky. Původně jednoduchý rytmus získal díky opakování ozvěny větší prostorovou hloubku. Ozvěna působila přirozeně, nebyla rušivá a dobře ladila s charakterem beatu. Díky použitému krátkému zpoždění a relativně nízkému decay faktoru se ozvěna rychle vytrácela, takže nenarušovala následující části stopy.

Z hlediska zvukového výrazu došlo k obohacení celé nahrávky. I když šlo o jednoduchý beat, echo jej učinilo zvukově zajímavějším a dynamičtějším. Tento typ efektu může

posloužit i jako výrazový prostředek k vytvoření napětí, ambientního pozadí nebo futuristického dojmu v elektronické hudbě.

7.8 Efekt "Reverse" (přehrávání zvuku pozpátku)

V rámci praktické části byla demonstrována práce s efektem "Reverse" (česky přehrávání pozpátku), který je dostupný v programu Audacity. Tento efekt umožňuje obrátit směr přehrávání zvukového signálu – začátek se přehraje jako konec a konec jako začátek. Výsledný zvuk pak působí zcela odlišně od původního.

7.8.1 Popis efektu

Efekt Reverse převrací časový průběh zvukové stopy. Nejedná se o změnu frekvence nebo hlasitosti, ale čistě o reverzi v čase – každá vzorkovaná hodnota je přehrána v opačném pořadí. Tímto způsobem vzniká efekt, který je vnímán jako „zpětné přehrávání“, často používaný v oblasti zvukového designu, experimentální hudby, nebo při vytváření dramatických či psychologicky působivých momentů.

7.8.2 Zhodnocení výsledku

Efekt Reverse patří mezi jednoduché, ale výrazné zvukové úpravy, které dokáží dramaticky změnit vnímání i jinak běžného zvukového materiálu. Jeho použití v Audacity je nenáročné a nevyžaduje dodatečné parametry či nastavení. V praktické ukázce byl efekt aplikován na krátký beat, čímž vznikla nová, zcela odlišná zvuková struktura vhodná pro kreativní využití v různých mediálních projektech.

7.9 Efekt „Změna tempa“

V rámci praktické části byla demonstrována práce s efektem Change Tempo (česky Změna tempa), který je dostupný v programu Audacity. Tento efekt umožňuje změnit rychlost přehrávání zvuku bez ovlivnění výšky tónu. To znamená, že se zvuk zrychlí nebo zpomalí, aniž by se změnila jeho tónová výška.

7.9.1 Popis efektu

Efekt Change Tempo upravuje délku trvání nahrávky, a tím i její rytmus, aniž by docházelo ke změně ladění (frekvence). Oproti efektu Change Speed, který zrychluje i zvyšuje výšku tónu (jako by se přehrávalo záznamové médium rychleji), tento efekt využívá algoritmické časové roztažení nebo zhuštění signálu při zachování původních frekvenčních charakteristik.

7.9.2 Zhodnocení výsledku

Efekt Změna tempa v Audacity je velmi užitečný nástroj pro manipulaci s rychlostí zvuku, aniž by došlo ke změně tónové výšky. Je intuitivní a vhodný jak pro začátečníky, tak pokročilé uživatele. V praktické ukázce byl efekt aplikován na krátký beat, který byl následně zrychlen o 50 %, čímž vznikla dynamičtější rytmická struktura, ale bez zkreslení výšky tónů.

7.10 Vystřížení části zvukové stopy

Jedním ze základních a zároveň nejčastěji využívaných úkonů při editaci zvuku je odstranění nežádoucí části nahrávky. Tento proces je označován jako vystřížení a slouží ke zkrácení záznamu, odstranění chyb, ticha, rušivých elementů (např. zakašlání, klepnutí mikrofonu), nebo k jiným úpravám směřujícím k dosažení plynulého a kvalitního výsledku.

V programu Audacity je tento postup velmi intuitivní. Po načtení zvukové stopy si uživatel nejprve pomocí kurzoru označí úsek, který chce odstranit. Označení se provádí tažením myši po časové ose v okně stopy. Po výběru je možné segment vystříhnout jednoduchým stiskem klávesy Delete, případně lze využít nabídku Úpravy > Smazat, která vybraný úsek odstraní a zároveň uloží do schránky pro případné pozdější vložení. Následně Audacity automaticky spojí navazující části stopy, čímž vznikne plynulý a často nerozpoznatelný přechod.

Tento postup je vhodné použít například v případech, kdy je třeba z rozhovoru odstranit prodlevy, přeroky nebo jiné rušivé vlivy. Výsledkem je zkrácený a z hlediska poslechu příjemnější záznam, který působí profesionálněji. Pro větší přesnost je vhodné využít nástroj lupa, který umožňuje přiblížení zvukové stopy na úrovni jednotlivých vlnových průběhů. To je důležité zejména tehdy, kdy je potřeba zachovat přirozené nástupy a dozvuky slov nebo hudebních prvků. Celý postup byl zaznamenán formou video tutoriálu, který slouží jako názorný doplněk textového popisu a může posloužit i jako praktický návod pro další uživatele. Funkce vystřížení je sice jednoduchá, ale tvoří základní kámen všech pokročilejších úprav – její zvládnutí je proto nezbytné pro každého, kdo se zvukovou postprodukcí pracuje.

7.11 Porovnání velikosti souboru při různých hodnotách bitratu

Tato část bakalářské práce se věnuje praktickému experimentu, jehož cílem bylo demonstrovat vliv různé hodnoty bitratu na výslednou velikost zvukového souboru. Bitrate

(datový tok) je jedním z klíčových parametrů ovlivňujících nejen kvalitu zvukové nahrávky, ale i její objem v paměťovém prostoru. Zvláště při exportu do ztrátových formátů, jako je MP3, má volba správné hodnoty zásadní dopad na využití úložného prostoru i výsledný poslechový dojem.

Postup a parametry:

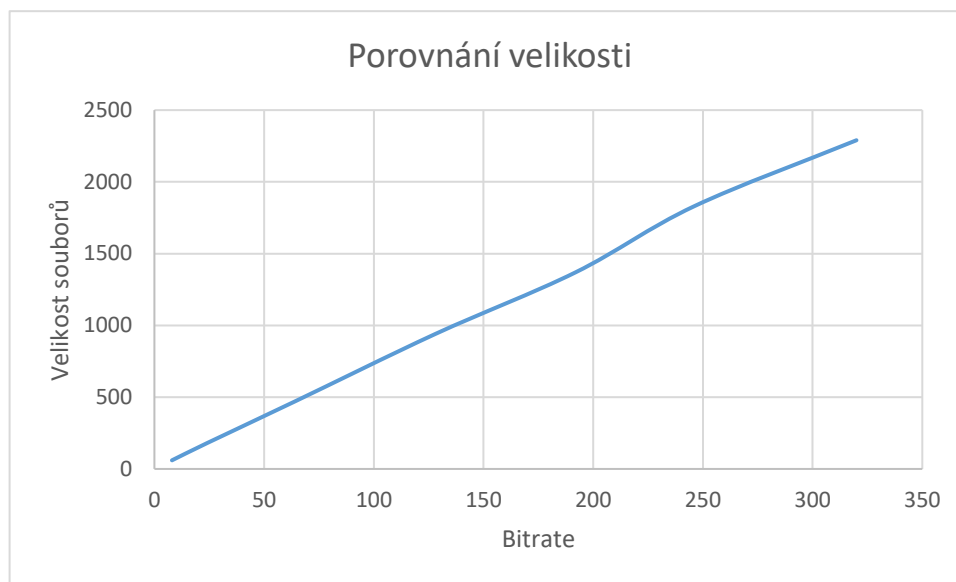
- Zdrojová nahrávka: 1 minuta mluveného slova (formát WAV, 44,1 kHz,)
- Exportovaný formát: MP3, CBR (konstantní datový tok).
- Testované bitrate: 8, 24, 64, 128, 192, 246, 320 kb/s.
- Video 1: Záznam exportu do jednotlivých bitratů.
- Video 2: 5vteřinové úseky z každé verze spojené dohromady pro porovnání zvuku.

Porovnání velikosti souboru při různých bitratech:

Bitrate (kbps)	Velikost souborů (kB)
8	60
24	180
64	470
128	940
192	1370
246	1830
320	2290

Grafické znázornění:

Na níže uvedeném grafu je patrné, jak se s rostoucím bitratem zvyšuje velikost výsledného MP3 souboru. Změna je téměř lineární – při dvojnásobném bitratu roste i velikost souboru přibližně dvojnásobně.



Pozorování:

- 8 kb/s: Velmi nízká kvalita, hlas je robotický a silně zkreslený.
- 24 kb/s: Mírné zlepšení, ale stále nedostatečné pro delší mluvený obsah.
- 64 kb/s: Minimálně přijatelná kvalita pro mluvené slovo.
- 128 kb/s: Dobrý kompromis mezi velikostí a kvalitou – běžný standard pro podcasty.
- 192 kb/s a více: Vyšší čistota, výborná srozumitelnost, absence šumu.
- 320 kb/s: Nejvyšší dostupná kvalita v MP3, nerozeznatelná od původního WAV.

Zhodnocení:

Tento test prakticky demonstruje, jak významně ovlivňuje nastavení bitratu výstupní kvalitu i velikost souboru. Pro mluvené slovo je jako optimální kompromis doporučeno 128 nebo 192 kb/s, zatímco vyšší hodnoty (256/320 kb/s) se hodí pro archivaci, profesionální publikaci nebo hudbu. Nízké hodnoty (8–32 kb/s) jsou vhodné pouze pro nouzové použití

7.12 Změna rychlosti a změna tempa zvukové stopy

Tento praktický příklad se zaměřuje na srovnání dvou efektů dostupných v programu Audacity, a to Změna rychlosti (Change Speed) a Změna tempa (Change Tempo). Cílem bylo ukázat rozdíly v chování obou efektů při aplikaci na mluvené slovo, zejména s ohledem na zachování přirozenosti hlasu.

Jako vstupní materiál byla použita zvuková nahrávka mluveného slova v délce 60 sekund. Nahrávka byla následně upravena dvěma různými způsoby:

- Změna rychlosti: Efekt upravuje délku i výšku tónu. To znamená, že při zrychlení se zvyšuje i výška hlasu (zní výše), zatímco při zpomalení se hlas stává hlubším.
- Změna tempa: Efekt upravuje pouze délku nahrávky bez ovlivnění výšky tónu. Výsledný hlas tedy zůstává zachován, pouze se změní rychlost přehrávání.

V programu Audacity byly aplikovány následující úpravy:

- Změna rychlosti: +50 %
- Změna tempa: +50 %

Pozorování:

- Efekt Změna rychlosti sice upraví délku stopy, ale způsobí také výraznou změnu hlasu. Zrychlená verze zní nepřirozeně „písklavě“, zatímco zpomalená verze připomíná hluboký a pomalý hlas.
- Oproti tomu efekt Změna tempa zachoval výšku hlasu – výsledný projev zněl přirozeně a byl dobře srozumitelný i po zrychlení nebo zpomalení.

Z hlediska kvality mluveného slova je efekt Změna tempa vhodnější pro praktické použití, zejména pokud je požadováno zachování původního hlasového charakteru. Efekt Změna rychlosti je naopak vhodný spíše pro umělecké nebo experimentální účely, kde má být změna hlasu záměrná.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo představit zvuk jako nedílnou a významnou součást multimediálního prostředí. V teoretické části byla pozornost věnována jak fyzikální podstatě zvuku, tak jeho psychologickému, technologickému a aplikačnímu významu. Popsány byly klíčové parametry, jako jsou frekvence, amplituda, dynamický rozsah či časové a frekvenční maskování. Dále byly rozebrány způsoby digitalizace analogového signálu, principy komprese a rozdíly mezi bezztrátovými a ztrátovými zvukovými formáty.

Práce se rovněž zabývala praktickým využitím zvuku v různých oblastech multimédií – od filmové a herní produkce po podcasty a hudební streamovací služby. Důraz byl kladen na to, jak zvuk ovlivňuje vnímání, emoční prožitek a celkovou interakci uživatele s digitálním obsahem.

V praktické části byl detailně popsán proces editace a exportu zvuku pomocí open-source programu Audacity. Na sérii příkladů doplněných video tutoriály byly demonstrovány základní i pokročilejší techniky úprav, jako jsou zesílení, odstranění šumu, změna tempa či aplikace efektů typu echo a reverse. Součástí práce bylo také porovnání kvality nahrávek při různých hodnotách bitratu a analýza jejich vlivu na velikost výsledného souboru. Výsledky ukázaly, že volba správného datového toku výrazně ovlivňuje nejen kvalitu a čitelnost zvuku, ale také jeho technické parametry při distribuci a archivaci.

Z hlediska přínosu lze práci vnímat jako ucelený přehled problematiky zvuku v kontextu multimédií, vhodný jak pro studenty a začínající tvůrce, tak pro zájemce o technické pozadí a praktické úpravy zvukových stop. Praktické ukázky a výstupy z Audacity poskytují návod, jak i bez nákladného vybavení docílit kvalitních výsledků při základní postprodukci zvuku.

Závěrem lze konstatovat, že zvuk tvoří rovnocennou složku multimediálního obsahu a jeho správné pochopení i zpracování má zásadní vliv na celkový dojem a účinnost multimediálních děl. Dovednosti v oblasti práce se zvukem by proto měly být součástí základní výbavy každého tvůrce digitálního obsahu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] JIRÁK, Jan, Marek MIČIENKA a kol. Základy mediální výchovy. 1. vyd. Praha: Portál, 2007. 304 s. ISBN 978-80-7367-315-4
- [2] MARSHALL, Steve. Akustika : umění zvuku. Praha, 2024. ISBN 978-80-7675-171-2.
- [3] LEVITIN, Daniel J. Mozek a hudba: věda o posedlosti člověka hudbou. Překlad Petr Babka. 1. vyd. Praha: Dybbuk, 2024. 368 s. ISBN 978-80-7690-097-4.
- [4] BASLER, Jaromír a Michal MRÁZEK. Počítačové hry a jejich místo v životě člověka. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Pedagogická fakulta, 2018. ISBN 978-80-244-5405-4. Dostupné také z: <https://theses.cz/id/14jycj/>
- [5] VOŠ a SPŠE Olomouc. *U34 – Multimédia* [online]. [cit. 2025-06-01]. Dostupné z: http://moodle2.voskop.eu/download/teu/U34_Multimedia.pdf
- [6] LAVRINČÍK, Jan a Jiří DOSTÁL. Tvorba a zpracování výukových videí. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2018. ISBN 978-80-244-5350-7
- [7] LEPIL, Oldřich. Mechanické kmitání a vlnění. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012. ISBN 978-80-244-3295-3. Dostupné také z: http://mofy.upol.cz/vystupy/02_texty/modul_me_mkv.pdf
- [8] JIŘÍČEK, Ondřej. Úvod do akustiky. Vyd. 1. Praha: ČVUT, 2002. ISBN 9788001024607;8001024601.
- [9] HOLUB, Vlastimil. Příručka pro začátečníky – Základy akustiky [online]. [cit. 2025-06-05]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/4511121-Prirucka-pro-zacatecniky-zaklady-akustiky.html>
- [10] VESELÝ, V., RAJMIC, P., MOKRÝ, O. Moderní funkcionální analýza s aplikacemi ve zpracování signálů. 1. vyd. Brno: Vutium, 2024. ISBN 978-80-214-6138-3.
- [11] PAVLÍČEK, Luboš. Digitální zvuk a video. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura, 2002. ISBN 80-7300-033-5.
- [12] HÄBERLE, Heinz O. Průmyslová elektronika a informační technologie. Vyd. 1. Překlad Jiří Handlíř. Praha: Europa-Sobotáles, 2003. ISBN 8086706044.
- [13] CHRAMCOV, Bronislav. *Přenos informace. Presentace Teorie přenosu informace* [interní studijní materiál]. [cit. 2025-06-01].

- [14] ŠKVOR, Zdeněk. Akustika a elektroakustika. Praha: Academia, 2001. ISBN 80-200-0461-0.
- [15] SYROVÝ, Václav. Hudební zvuk : příspěvek k teorii zvukové tvorby. 2., dopl. vyd. Praha: Akademie múzických umění, 2014. ISBN 9788073313234.
- [16] BERKA, Roman; RUND, František; HUSNÍK, Libor a SPORKA, Adam J. Multimédia I. 2., dopl. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2016. ISBN 978-800-1058-596.
- [17] VLACHÝ, Václav. Praxe zvukové techniky. 3., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Muzikus, 2008. ISBN 9788086253466 978-80-86253-46-5.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Interaktivní multimédia	18
Obrázek 2 Slyšitelné pole člověka	24
Obrázek 3 Analogový signál.....	34
Obrázek 4 Vzorkování signálu	35
Obrázek 5 Kvantování signálu.....	36
Obrázek 6 Digitální signál	36
Obrázek 7 Výsledek digitalizace	38
Obrázek 8 Prostředí Audacity	44

SEZNAM TABULEK

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka	Význam
ADR	Automatic Dialog Replacement (automatická náhrada dialogu)
SFX	Sound Effects (zvukové efekty)
GSM	Global System for Mobile Communications
A/D	Analog-Digital (analogově-digitální) převodník
MP3	MPEG-1 Audio Layer III
AAC	Advanced Audio Coding
AC-3	Audio Codec 3 (Dolby Digital)
WAV	Waveform Audio File Format
FLAC	Free Lossless Audio Codec
ALAC	Apple Lossless Audio Codec
WMA	Windows Media Audio
VBR	Variable Bitrate
CBR	Constant Bitrate
DAW	Digital Audio Workstation
VST	Virtual Studio Technology (pluginy)
AIFF	Audio Interchange File Format
OGG	Ogg Vorbis (zvukový formát)
Hz	Hertz
%	Procento

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Kapitola_7.01

Příloha P II: Kapitola_7.02

Příloha P III: Kapitola_7.03

Příloha P IV: Kapitola_7.04

Příloha P V: Kapitola_7.05

Příloha P VI: Kapitola_7.06

Příloha P VII: Kapitola_7.07

Příloha P VIII: Kapitola_7.08

Příloha P XI: Kapitola_7.09

Příloha P X: Kapitola_7.10

Příloha P XI: Kapitola_7.11

Příloha P XII: Kapitola_7.12