

Současné trendy zvukové mixáže v populární hudbě – binaurální technologie a hudba v 3D prostoru

BcA. Kristián Majer

Diplomová práce
2023

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací
Ateliér Audiovize

Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: BcA. Kristián Majer
Osobní číslo: K21277
Studijní program: N0211P310005 Teorie a praxe audiovizuální tvorby
Specializace: Zvuková skladba
Forma studia: Prezenční
Téma práce: 1. Teoretická část: Současné trendy zvukové mixáže v populární hudbě – binaurální technologie a hudba v 3D prostoru
2. Praktická část: Zvuková skladba audiovizuálního díla (vyrobeného v systému řízené výroby FMK) v minimální délce 20 minut, ve výstupní kvalitě uvedené ve Výrobní knize AAV, nebo zvuková skladba souboru audiovizuálních děl oficiálně schváleného před odevzdáním Výrobní komisí ateliéru Audiovizuální tvorba, ve výstupní kvalitě uvedené ve Výrobní knize AAV, nebo rozhlasový feature – umělecký rozhlasový dokument (osoba, událost) v délce 20 minut. Varianta musí být schválena před odevzdáním Výrobní komisí ateliéru Audiovizuální tvorba. viz Zásady pro vypracování

Zásady pro vypracování

1. Teoretická část:

Rozsah práce: minimálně 30 normostran textu bez započítání obsahu, rejstříku a obrazových příloh.

Formální podoba: Jednotná formální úprava teoretické části práce, její uložení a zpřístupnění se řídí aktuální verzí příslušné směrnice rektora. Student odevzdává 1 ks fyzické (tištěné) práce v pevné vazbě. Tištěná verze práce obsahuje originální „Zadání DP/BP“ včetně příslušných podpisů a studentem podepsané Prohlášení o původnosti práce. Práce v elektronické podobě obsahuje nascanované „Zadání DP/BP“ se všemi formálními náležitostmi a také nepodepsané Prohlášení studenta o původnosti práce. Plný text elektronické verze ve formátu PDF/A a případné přílohy (zkomprimované do jednoho zip souboru) student odevzdá nahráním do IS/STAG a do příslušné složky na NAS-AAV (viz níže).

Pokyny k vypracování: prostudujte a analyzujte dostupné materiály z profesního hlediska a formulujte závěry a získané vědomosti do podoby akademického/odborného textu.

2. Praktická část:

Přípustné varianty praktické části:

1) Zvuková skladba audiovizuálního díla (vyrobeného v systému řízené výroby FMK) v minimální délce 20 minut, ve výstupní kvalitě uvedené ve Výrobní knize AAV.

2) Zvuková skladba souboru audiovizuálních děl oficiálně schváleného před odevzdáním Výrobní komisí ateliéru Audiovizuální tvorba, ve výstupní kvalitě uvedené ve Výrobní knize AAV.

3) Rozhlasový feature – umělecký rozhlasový dokument (osoba, událost) v délce 20 minut. Varianta musí být schválena před odevzdáním Výrobní komisí ateliéru Audiovizuální tvorba.

Další požadované materiály praktické části:

a) Upoutávka, teaser či trailer na předložené audiovizuální dílo (var. 1 a 2).

b) Písemná explikace z pohledu dané specializace. Minimální rozsah 2 normostrany (var. 1, 2, 3).

c) Anotace (var. 1, 2, 3).

d) Technický scénář (var. 1).

e) Štábová listina (var. 1, 2).

V případě, že je dílo autorským počinem nebo není součástí praktické části SZZ studenta Produkce, je nutné dodržet doložení požadovaných materiálu a-h dle zadání specializace Produkce. Tato data odevzdává za projekt vždy jeden člověk. Nezbytná je konzultace s vedením AAV.

Všechny odevzdávané materiály musí splňovat vnitřní technické normy dle Výrobní knihy AAV pro odevzdávání prací a musí být řádně popsány (jméno, název, logo fakulty, formát, rozlišení). Součástí závěrečné práce je vytištěný a podepsaný formulář „Údaje o diplomové práci studenta“.

Uložení na NAS:

Ve složce na NAS-AAV, označené „Bakalářská / Magisterská práce“ uložte:

1. Teoretickou práci ve formátu PDF/A a případné přílohy (zkomprimované do jednoho zip souboru) dle specifikací výše.

2. Vytvořte podsložku Praktická práce, která bude obsahovat materiály částí a- h. Řádně nazvaný film/absolventské dílo odevzdávejte ve formátech splňujících vnitřní technické normy AAV pro odevzdávání prací.

3. Vytvořte podsložku s názvem Katalog, která bude obsahovat „Podklady pro katalog FMK UTB ve Zlíně“: 10 kusů obrazové dokumentace praktické části závěrečné práce pro využití v publikacích FMK. Formát pro bitmapové podklady: JPEG, barevný prostor RGB, rozlišení 300 dpi, 250 mm delší strana. Formáty pro vektory: AI, EPS, PDF. Loga a texty v křivkách. V samostatném textovém souboru uveďte jméno a příjmení, login do portálu UTB, obor (ateliér), typ práce, přesný název práce v češtině i v angličtině, rok obhajoby, osobní e-mail, osobní web, telefon. Přiložte svou osobní fotografii v tiskovém rozlišení.

1. Teoretická část:

Zvuk jako výrazový prostředek v žánrech drama, komedie a horor

2. Praktická část:

Zvuková skladba audiovizuálního díla (vyrobeného v systému řízení výroby FMK) v minimální délce 20 minut, ve výstupní kvalitě uvedené ve Výrobní knize AAV.

Rozsah diplomové práce: **viz Zásady pro vypracování**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Jazyk zpracování: **Slovenština**

Seznam doporučené literatury:

- PATERSON, Justin., & LEE, Hyunkook. (2021). *3D Audio (Perspectives on Music Production)* (1st ed.). Routledge. ISBN 978-1138590069.
- ROGINSKA, Agnieszka., & GELUSO, Paul. (2017). *Immersive Sound: The Art and Science of Binaural and Multi-Channel Audio (Audio Engineering Society Presents)* (1st ed.). Routledge. ISBN 978-1138900004.
- HEPWORTH-SAWYER, Russ., & HODGSON, J. (2017). *Mixing Music*. Routledge. ISBN 978-1138218734.
- SYROVÝ, Václav. (2014). *Hudební zvuk: příspěvek k teorii zvukové tvorby*. Akademie múzických umění. ISBN 978-8073313234.
- RUMSEY, Francis. (2012). *Spatial Audio* (1st ed.). Routledge. ISBN 978-0240516233.

Vedoucí teoretické části: **MgA. Pavel Hruša**
Ateliér Audiovize

Vedoucí praktické části: **prof. Ing. Ján Grečnár, ArtD.**
Ateliér Audiovize

Datum zadání diplomové práce: **1. prosince 2022**
Termín odevzdání diplomové práce: **19. května 2023**



Mgr. Josef Kocourek, Ph.D.
děkan

MgA. Irena Kocí, Ph.D.
vedoucí ateliéru

Ve Zlíně dne 1. prosince 2022

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ / DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou/diplomovou 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 UTB 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/diplomovou 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/diplomové 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/diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské/diplomové 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/diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně dne: 10.5.2023

Jméno a příjmení studenta: KRISTIÁN MAJER

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Táto práca sa zaoberá súčasnými trendami zvukovej mixáže v populárnej hudbe, konkrétne sa zameriava na binaurálne technológie a umiestnenie hudby v 3D priestore. Prostredníctvom skúmania historických a súčasných poznatkov štúdia analyzuje spôsoby vytvárania zvukového mixu hudby a rovnako tak rozoberá potenciál uplatnenia sa nových technológií tejto oblasti v budúcnosti. Práca súčasne skúma vnímanie hudby poslucháčom v 3D priestore.

Kľúčová slova: binaurálne technológie, 3D audio, hudba v dolby atmos, priestorová hudba,

ABSTRACT

This thesis explores current sound mixing trends in popular music, specifically focusing on binaural technology and music in 3D space. Through an examination of historical and contemporary knowledge, this study analyses the ways in which music sound mixing is created, as well as examines the potential for new technologies to be applied to this field in the future. At the same time, the thesis explores the listener's perception of music in 3D space.

Keywords: binaural technology, 3D audio, music in dolby atmos, spatial music,

Touto cestou by som sa chcel poďakovať pánovi MgA. Pavlovi Hrudovi, vedúcemu mojej diplomovej práce, za neoceniteľné rady, odbornú asistenciu a usmernenie, ktoré mi poskytol pri písaní tejto práce. Rovnako tak by som sa chcel poďakovať Tomášovi Raffajovi a Filipovi Vojtechovi za poskytnutie nahrávky, ktorá bola použitá v analytickom výskume.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Obsah

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| ÚVOD | 11 |
| I. TEORETICKÁ ČÁST | 13 |
| 1 ZVUKOVÁ MIXÁŽ HUDBY | 14 |
| 1.1 CHARAKTERISTIKA | 14 |
| 1.2 HISTÓRIA | 15 |
| 1.2.1 <i>Multitrack</i> | 18 |
| 1.2.2 <i>DAW</i> | 19 |
| 1.3 ZVUKOVÉ KANÁLY V HUDBE | 20 |
| 1.3.1 <i>Mono</i> | 20 |
| 1.3.2 <i>Stereo</i> | 20 |
| 1.3.3 <i>Kvadrofónia</i> | 21 |
| 1.3.4 <i>Surround</i> | 22 |
| 2 IMMERSÍVNE AUDIO A JEHO FORMY | 24 |
| 2.1 HISTÓRIA | 24 |
| 2.2 BINAURÁLNE TECHNOLOGIE VS. STEREO | 26 |
| 2.2.1 <i>Binaurálne nahrávanie</i> | 27 |
| 2.2.2 <i>HRTF</i> | 28 |
| 2.3 3D AUDIO | 29 |
| 2.4 SPATIAL MUSIC (PRIESTOROVÁ HUDBA) | 29 |
| 3 SÚČASNÉ TRENDY MIXOVANIA HUDBY – IMMERSIVE MUSIC A HUDBA V DOLBY ATMOS | 31 |
| 3.1 DOLBY LABORATORIES | 31 |
| 3.2 DOLBY ATMOS | 32 |
| 3.3 DOLBY ATMOS MUSIC | 33 |
| 3.4 MIXOVANIE "DOLBY ATMOS" HUDBY | 33 |
| 3.4.1 <i>Beds and Objects</i> | 34 |
| 3.4.2 <i>Požiadavky systému</i> | 34 |
| 3.4.3 <i>Požadovaný poslech</i> | 34 |
| 3.4.4 <i>Atmos Renderer</i> | 35 |
| 3.5 MIXOVANIE DOLBY ATMOS NA SLÚCHADLÁCH – BINAURÁLNA FORMA | 36 |
| 4 KATEGORIZÁCIA A PREDSTAVENIE SOFTVÉROV NA TVORBU 3D AUDIA/HUDBY | 37 |
| 4.1 PLUGINY NA TVORBU 3D AUDIA | 37 |
| 4.1.1 <i>Dear Reality – DearVR PRO</i> | 37 |
| 4.1.2 <i>Dear Reality – DearVR MONITOR</i> | 38 |
| 4.1.3 <i>Sound Particles – Space Controller</i> | 39 |
| 4.2 SOFTVÉRY/PLUGINY NA TVORBU "ATMOS" HUDBY | 40 |
| 4.2.1 <i>Dolby Atmos Music Panner</i> | 40 |
| 4.2.2 <i>Dolby Atmos Renderer</i> | 41 |
| 4.2.3 <i>Logix Pro X a Dolby Atmos</i> | 42 |
| II. PRAKTICKÁ ČÁST | 44 |
| 5 MIXOVANIE HUDOBNEJ NAHRÁVKY DO 3D PRIESTORU POMOCOU BINAURÁLNYCH TECHNOLÓGIÍ DAW LOGIC PRO | 45 |
| 5.1 ZALOŽENIE PROJEKTU, IMPORTOVANIE DÁT | 45 |
| 5.2 PANORÁMA A ZÁKLADNÉ VYROVNANIE HLASITOSTÍ | 48 |
| 5.2.1 <i>Bicie nástroje</i> | 49 |
| 5.2.2 <i>Basgitarra</i> | 50 |
| 5.2.3 <i>Gitary</i> | 50 |
| 5.2.4 <i>Keys</i> | 51 |

| | | |
|----------|-----------------------------------------------|-----------|
| 5.2.5 | <i>Hlavný spev</i> | 52 |
| 5.2.6 | <i>Zbory</i> | 52 |
| 5.3 | REVERB A DELAY | 53 |
| 5.4 | VÝSLEDNÉ VYROVnanIE HLASITOSTÍ A EXPORT | 53 |
| 6 | VÝSKUMNÝ DOTAZNÍK | 55 |
| 6.1 | OBSAH DOTAZNÍKA | 55 |
| 6.2 | VÝSLEDKY DOTAZNÍKA | 56 |
| | ZÁVĚR | 60 |
| | SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY | 61 |
| | SEZNAM OBRÁZKŮ | 66 |
| | PŘÍLOHY | 68 |

ÚVOD

Táto práca sa zaoberá súčasnými trendami v oblasti zvukovej mixáže populárnej hudby, zameriava sa na binaurálne technológie, tzv. „Immersívne“ audio a hudbu v Dolby Atmos. Konkrétne rieši problematiku miešania hudby v 3D priestore na slúchadlách, ktoré sú súčasťou výrobného procesu, ale aj spotrebiteľského využitia. Rovnako tak sa zameriava na efektivitu či využiteľnosť týchto technológií.

V súčasnosti sa môžeme v zvukovom odvetví hudobného priemyslu stretnúť s novými možnosťami miešania a počúvania hudby. Tieto pomerne nové technológie nám, či už ako poslucháčom, alebo zvukárom, umožňujú iný pohľad na hudbu ako celok z hľadiska jej vnímania a koncepcie. Dôsledkom je väčší pôžitok z hudby a „ponorenie“ sa do nej. Cieľom týchto techník je obklopenie poslucháča alebo teda diváka hudbou.

S touto ideou prišli dve veľké spoločnosti, a to Dolby Laboratories a Apple, ktoré udávajú smer pre hudobný svet so svojimi novými produktami už dlhú dobu, či už sa to týka spotrebiteľov, alebo výrobcov (nahrávacie spoločnosti, zvukári). Projekty ako Dolby Atmos Music pre streamovaciu platformu Apple Music či nové slúchadlá Air Pods, ktoré podporujú využitie Dolby Atmos atď. Tým ako vyvíjajú tlak na hudobný trh, tak ho nútia reagovať, respektíve, musí sa prispôbiť. Rovnako ako aj v minulosti, keď došlo k akémusi nútenému prechodu do onlinu, príchodom streamovacích platforiem a ich „lepším využitím“ pre spotrebiteľa, čím z veľkej časti zaniklo predávanie a výroba hudobných nosičov.

Interpreti radi experimentujú a skúšajú nové veci, ktoré sú akýmsi trendom či novinkou, čo sme mohli vidieť už aj v histórii s príchodom stera či iných zvukových formátov. Nikdy sa nejednalo len o zvukovú podobu konečnej hudobnej nahrávky, ale celkovo o zmenu a nové možnosti v oblasti kompozície hudby. Rovnako tak aj tento formát prináša nové príležitosti.

Súčasťou tejto práce je priblíženie fungovania rôznych softvérov, ktoré transformujú hudbu do 3D priestoru. Na trhu je viacero produktov, ktoré to umožňujú. V tejto práci ich porovnávam a rozoberám ich konkrétne časti.

Predmetom skúmania tejto práce je zistiť, či má táto problematika budúcnosť, či to nie je len krátkodobým trendom, a čo obnáša vytvoriť takýto hudobný mix skladby. Všeobecne sa zameriam na to, aký majú poslucháči názor na tento typ hudby, respektíve,

či počujú rozdiel medzi tzv. atmos a stereom, alebo či to je zase len jeden z marketingových ťahov zo strany korporácií pre udržateľnosť na trhu.

Výsledkom práce bude syntéza poznatkov z teoretickej a analytickej časti. Podľa tejto syntézy sa pokúsím vyhodnotiť hlavné rozdiely medzi reprodukciou stereo a „atmos“ zvukovým mixom hudobnej nahrávky z poslucháckeho, resp. spotrebiteľského, ale aj zo zvukárskeho, resp. profesionálneho hľadiska. Rovnako tak priblížim možnosti využitia týchto technológií v budúcnosti.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ZVUKOVÁ MIXÁŽ HUDBY

Táto kapitola rozoberá problematiku zvukového miešania hudby, predstavuje jednotlivé aspekty tohto procesu a definuje jednotlivé princípy, ktoré v ňom fungujú. Rovnako tak objasňuje stručnú históriu a vývoj tejto tematiky od minulosti až po súčasnosť.

1.1 Charakteristika

Miešanie hudby je zložitý, odborný proces, počas ktorého sa od zvukového inžiniera očakáva, že vyrieši technické problémy (napr. zabezpečenie počuteľnosti jednotlivých zvukových zdrojov), rovnako tak aj participuje na dôležitých kreatívnych rozhodnutiach, ktorými implementuje hudobnú víziu umelca, producenta atď.¹

Je to kombinácia umenia a technológie s konečným cieľom vytvoriť novú zvukovú realitu. Dobrý zvukový mix nie je dosť dobrý, ak sa berú do úvahy iba technické aspekty; musí tiež odovzdať posolstvo piesne a posilniť jej emócie. Zvukový inžinier starostlivo ťahá túto líniu, vždy kladie na prvé miesto hudobné aspekty, pričom na dosiahnutie umeleckého výsledku uplatňuje svoje technické a umelecké zručnosti.

Ak by sme mali definovať miešanie zvuku jedným slovom, to slovo by bolo vyvažovanie. Miešanie zahŕňa kombináciu všetkých zvukov prijatých z viacstopového záznamu a ich vyrovnanie v hlasitostných úrovniach. Zvukový inžinier ich zároveň vyváži z hľadiska panorámovania a umiestni ich do spektrálneho poľa.²

Pri nahrávaní a reprodukcii hudby je zvuková mixáž proces optimalizácie a kombinovania viacstopových nahrávok do finálneho monofónneho, stereofónneho alebo

¹ BRECHT DE MAN, Matthew BOERUM, Brett LEONARD, Richard KING, George MASSENBURG a Joshua D REISS, 2015. *Perceptual Evaluation of Music Mixing Practices* [online]. [vid. 2022-11-09]. Dostupné z: <http://www.eecs.qmul.ac.uk/~josh/documents/2015/DeMan%20Reiss%20-%20AES138.pdf>

² MENDELSON, Rich, 2022. *Mixing Music: What is Sound Mixing?* *Berklee Online Take Note* [online]. Dostupné z: <https://online.berklee.edu/takenote/mixing-music-what-is-sound-audio-mixing/>

priestorového zvukového produktu. Techniky mixovania zvuku do značnej miery závisia od hudobných žánrov a kvality použitých zvukových nahrávok.³

Účelom miešania zvuku, resp. hudby, je zobrať všetky nahrané zložky z danej skladby (zvukovej session) a poskladať ich tak, aby poslucháč počul presne to, čo chcete, aby počul. Je to mimoriadne komplikovaná a náročná úloha, ktorá, ako by ste mohli očakávať, nezahŕňa len nastavenie hlasitosti a panorámy. Existujú tri základné oblasti, na ktoré sa treba zamerať. Sú to hlasitosti a panoráma, spektrálne pokrytie a priestorové polohovanie.⁴

1.2 História

Hudobný priemysel sa od svojho vzniku pred viac ako storočím nesmierne vyvinul. Počiatky nahrávania hudby zahŕňali jediný krok: hudobníci obklopili kovový roh, hrali a spievali tak hlasno, ako len mohli a zvuk sa mixoval priamo pri jeho nahrávaní, a to podľa vzdialeností jednotlivých hudobníkov od tohto zariadenia. Technológia sa vyvinula z nahrávania na valec na nahrávanie na disk, neskôr na pásku, z mona na stereo a potom na multitrack.⁵

Na konci 19. storočia Thomas Edison a Emile Berliner vyvinuli prvé nahrávacie zariadenia. Samotný proces nahrávania a reprodukcie bol úplne mechanický s malými alebo žiadnymi elektrickými časťami. Edisonov systém fonografového valca využíval malý roh zakončený natiahnutou pružnou membránou pripevnenou k hrotu, ktorý vyrezal drážku rôznej hĺbky do tvárnej cínovej fólie valca. Gramofónový systém Emila Berlinerera zaznamenával hudbu zapisovaním špirálovitých bočných rezov na vinylový disk.

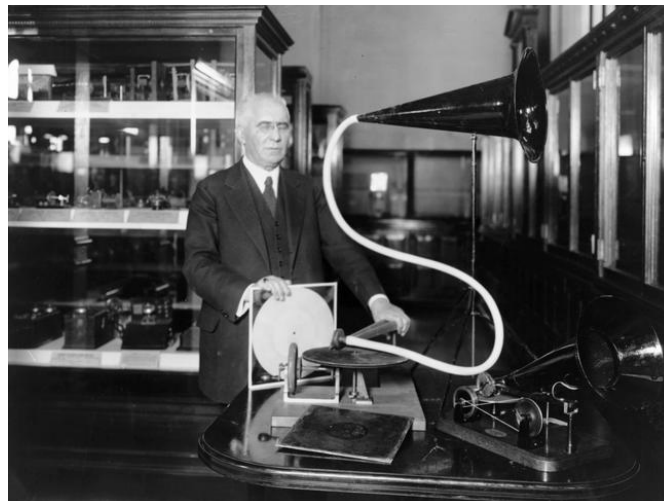
³ DAVID MILES HUBER a Robert E RUNSTEIN, 2005. *Modern recording techniques*. Boston: Focal Press. ISBN 9780240806259.

⁴ KOSMAS LAPATAS, 2014. *The Art of Mixing & Mastering* [online]. B.m.: Omnibus Press. Dostupné z: https://www.academia.edu/11462759/The_Art_of_Mixing_and_Mastering

⁵ MENDELSON, Rich, 2022. *Mixing Music: What is Sound Mixing?* *Berklee Online Take Note* [online]. Dostupné z: <https://online.berklee.edu/takenote/mixing-music-what-is-sound-audio-mixing/>



Obr. č. 1 Thomas A. Edison
a Fonograf



Obr. č. 2 Emile Berliner a jeho Gramofónový
systém

Elektronické nahrávanie sa začalo viac používať v priebehu 20. rokov 20. storočia. Bolo založené na princípoch elektromagnetickej transdukcie. Možnosť vzdialeného pripojenia mikrofónu k nahrávaciemu zariadeniu znamenala, že mikrofóny bolo možné umiestniť na vhodnejšie miesta.⁶

Pred zavedením viacstopového nahrávania boli všetky zvuky a efekty, ktoré mali byť súčasťou nahrávky, simultánne zmiešané počas živého vystúpenia. Ak nahraný mix nebol uspokojivý alebo ak sa jeden hudobník pomýlil, všetko sa muselo opakovať, kým sa nedosiahla požadovaná rovnováha a výkon.⁷

Moderné miešanie hudby sa objavilo so zavedením komerčných viacstopových páskových strojov, najmä keď boli v 60. rokoch predstavené 8-stopové rekordéry. Schopnosť nahrávať zvuky do samostatných kanálov umožnila nahrávacím štúdiám kombinovať a spracovávať tieto zvuky nielen počas nahrávania, ale aj neskôr počas

⁶ RUMSEY, Francis a Tim MCCORMICK, 2008. *Sound and recording : an introduction*. B.m.: Amsterdam Elsevier, Focal Press. ISBN 9780240519968.

⁷ DAVID MILES HUBER a Robert E RUNSTEIN, 2005. *Modern recording techniques*. Boston: Focal Press. ISBN 9780240806259.

samostatného procesu miešania.⁸ Problémom bolo, že tieto 8-stopové rekordéry boli menej dostupné a výrazne drahšie oproti dovtedy používaným 4-stopovým rekordérom. Zo začiatku ich bolo len pár a dokonca si ich nemohli dovoliť ani prestížne nahrávacie spoločnosti, ako napr. EMI. Zvyklo sa robiť to, že sa spojili dva štvorstopové rekordéry pre potrebu nahráť osem stôp.⁹ Čo sa týka použitia miešacích konzol, tak napríklad pri 8-stopovom nahrávaní sa používala konzola *The TG12345*, ktorá mala premiéru pri nahrávaní posledného albumu The Beatles: *Abbey Road*.¹⁰



Obr. č. 3 Ampex AG440
4-stopový rekordér



Obr. č. 4 Zvukový inžinieri štúdia Abbey Road
a konzola TG12345

⁸ NATIONAL MUSEUMS LIVERPOOL, [b.r.]. The emergence of multitrack recording. *National Museums Liverpool* [online]. Dostupné z: <https://www.liverpoolmuseums.org.uk/emergence-of-multitrack-recording>

⁹ MARTIN, George a Jeremy HORNSBY, 1994. *All you need is ears : the inside personal story of the genius who created the Beatles*. New York: St. Martin's Press. ISBN 9780312114824.

¹⁰ ABBEY ROAD STUDIOS, 2021. Behind Abbey Road Studios' EMI TG12345 Console. *Abbey Road* [online]. Dostupné z: <https://www.abbeyroad.com/news/behind-abbey-road-studios-emi-tg12345-console-2604>

Uvedenie kazetového Portastudia v roku 1979 ponúklo viacstopovú nahrávaciu a mixážnu technológiu, ktorá si nevyžadovala špecializované vybavenie a náklady komerčných nahrávacích štúdií. V polovici až koncom 90. rokov počítače nahradili nahrávanie na pásku vo väčšine domácich štúdií, pričom populárny sa ukázal byť Power Macintosh. V tom istom čase začalo mnoho profesionálnych nahrávacích štúdií používať digitálne zvukové pracovné stanice alebo DAW, ktoré sa prvýkrát použili v polovici 80-tych rokov na nahrávanie a mixovanie. Nahrávanie a mixovanie sa predtým vykonávalo pomocou viacstopových magnetofónov, mixážnych pultov a privesných zariadení.¹¹



Obr. č. 5 Tascam Portastudio 244



Obr. č. 6 Power Macintosh 8500

1.2.1 Multitrack

Multitrack (viacstopové nahrávanie) je metóda záznamu zvuku vyvinutá v roku 1955, ktorá umožňuje oddelený záznam viacerých zdrojov zvuku alebo zdrojov zvuku zaznamenaných v rôznych časoch, aby sa vytvoril súdržný celok.¹² V jednoduchosti to

¹¹ 2011. Studio Recording Software | Audio Recorder Software | Audio Recorder | Audio Recorder Program. *web.archive.org* [online] [vid. 2022-11-09]. Dostupné z: <https://web.archive.org/web/20110208092848/http://studiorecordingsoftware101.com/>

¹² KAUL, Vinny, [b.r.]. A Short History Of Multitrack Recording (Everything You Need To Know). *Producer hive* [online]. Dostupné z: <https://producerhive.com/ask-the-hive/history-of-multitrack-recording/>

znamená, že nie všetci hudobníci musia hrať súčasne do jednej stopy, ale môžu kľudne nahrávať postupne, po jednom nástroji alebo po sekciách.¹³

Multitracking sa stal možným až v polovici 50-tych rokov, keď bola vyvinutá myšlienka súčasného nahrávania rôznych zvukových kanálov na oddelenie samostatných „stôp“ na tej istej kotúčovej páske.

Zavedenie viacstopového nahrávania zmenilo proces nahrávania na proces, ktorý vo všeobecnosti zahŕňa tri fázy: nahrávanie, overdubbing (vrstvenie) a mixovanie.¹⁴

1.2.2 DAW

Digital Audio Workstation, resp. digitálne zvukové pracovisko, je elektronické zariadenie alebo aplikačný softvér používaný na nahrávanie, úpravu, mixáž a produkciu zvukových súborov.¹⁵

Tieto softvéry sa používajú na produkciu a nahrávanie hudby, piesní, reči, rádia, televízie, podcastov, zvukových efektov a takmer v akejkoľvek inej situácii, kde je potrebný komplexne zaznamenaný zvuk.

Prvé „DAWs“ boli vytvorené koncom 70-tych a začiatkom 80-tych rokov. Spoločnosť Soundstream predstavila prvý digitálny rekordér v roku 1977. Vyvinula to, čo sa dnes považuje za prvý DAW.

Medzi najznámejšie DAW patria: Avid Pro Tools, Ableton, Logic pro X, Nuendo, Cubase...

¹³ MENDELSON, Rich, 2022. Mixing Music: What is Sound Mixing? *Berklee Online Take Note* [online]. Dostupné z: <https://online.berklee.edu/takenote/mixing-music-what-is-sound-audio-mixing/>

¹⁴ DAVID MILES HUBER a Robert E RUNSTEIN, 2005. *Modern recording techniques*. Boston: Focal Press. ISBN 9780240806259.

¹⁵ KEFAUVER, Alan P a David PATSCHKE, 2007. *Fundamentals of Digital Audio*. Middleton, Wis.: A-R Editions, Inc. ISBN 9780895796110.

1.3 Zvukové kanály v hudbe

Ako napredovala doba, tak sa vyvíjala aj zvuková podoba hudby. Prvotné zariadenia na nahrávanie/mixáž zvuku umožňovali reprodukciu iba jedného zvukového kanálu – čo nazývame mono. Zmena prišla až neskôr s vyvinutím sterea a experimentovania s ním. Z prvotných pokusov sa v priebehu rokov stal celosvetový štandard.

1.3.1 Mono

Mono, alebo monofónia, je spôsob reprodukcie zvuku, pri ktorom sa zvukový signál vyobrazuje pomocou jedného zvukového kanálu, čiže výstupom je len jednokanálová zvuková informácia. Prvé dostupné reproduktorové reprodukčné systémy boli monofónne, jeden reproduktor reprodukoval všetok zaznamenaný zvuk.¹⁶

1.3.2 Stereo

Stereo, alebo teda stereofónia, je spôsob reprodukcie zvukového obrazu pomocou dvoch zvukových kanálov (pravého a ľavého). Tento spôsob reprodukcie vytvára viacsmernú, trojrozmernú počuteľnú perspektívu. To sa zvyčajne dosahuje použitím dvoch nezávislých zvukových kanálov prostredníctvom konfigurácie dvoch reproduktorov (alebo stereo slúchadiel) tak, aby sa vytvoril dojem zvuku počutého z rôznych smerov ako pri prirodzenom počutí.¹⁷

Pojem stereofónny sa vzťahuje aj na systémy s viac ako dvoma kanálmi alebo reproduktormi, ako je napríklad kvadrofónny, či priestorový (surround) zvuk. Binaurálne zvukové systémy sú tiež stereofónne.

¹⁶ POWER, Paul, 2014. *Future Spatial Audio: Subjective Evaluation of 3D Surround Systems* [online]. [vid. 2023-01-08]. Dostupné z: https://usir.salford.ac.uk/id/eprint/34100/1/P%20Power_Thesis_Final.pdf

¹⁷ HOFFMAN, Charles, 2020. Mono vs. Stereo Sound: The Difference Explained (With Audio Examples) | Black Ghost Audio. www.blackghostaudio.com [online]. Dostupné z: <https://www.blackghostaudio.com/blog/mono-vs-stereo-sound-the-difference-explained-with-audio-examples>

Britský inžinier Alan Dower Blumlein vydláždil cestu dvojkanálovej reprodukcii zvuku v tridsiatych rokoch minulého storočia. Ale až v 50-tych rokoch minulého storočia bola stereo technológia začlenená do médií.¹⁸ Prvá komerčná LP platňa vo formáte stereo, bola vydaná v roku 1958 a začiatkom 60. rokov sa stereo nahrávky stali normou. Stereo reprodukcia cez éter sa začala v roku 1961, keď sa uskutočnilo prvé stereo FM rádio.¹⁹

1.3.3 Kvadrofónia

Túžba reprodukovat' 360 stupňové zvukové pole viedla k vývoju štvorkanálového, alebo teda kvadrofónneho zvukového záznamu. Kvadrofónický zvuk oficiálne v spoločnosti debutoval v roku 1969 vydaním prvého štvorkanálového magnetofónu. Čoskoro bol kvadrafónny proces aplikovaný na osemstopové pásky a vinylové platne.

Kvadrofónia vznikla zo série testovacích nahrávok Roberta Berkovitz z Acoustic Research Corporation so zámerom ukázať, čo sa stane, keď sa k prednému stereo páru pridá pár zadných kanálov, čím sa predíde kompromisu v stereo reprodukcii pridaním obklopujúceho prostredia poslucháča.²⁰

Začiatkom sedemdesiatych rokov si na trhu konkurovalo viacero kvadrofónnych technológií. Systémy JVC CD-4, predstavený v roku 1971 pre vinylové platne, využíval štyri samostatné kanály zvukových informácií – predný ľavý, predný pravý, zadný ľavý a zadný pravý. Systémy SQ a QS, zavedené v roku 1972 spoločnosťami CBS a Sansui, boli maticové technológie pre vinylové platne, v ktorých boli informácie o zadnom kanáli rozdelené do dvoch predných kanálov a potom oddelené priestorovým dekodérom. A

¹⁸ BORGERSON, Janet a Jonathan SCHROEDER, 2018. How stereo was first sold to a skeptical public. *The Conversation* [online]. Dostupné z: <https://theconversation.com/how-stereo-was-first-sold-to-a-skeptical-public-103668>

¹⁹ LAPORTE, Leo, 2004. Surround Sound at Home | The History of Surround Sound | InformIT. *www.informit.com* [online] [vid. 2022-11-21]. Dostupné z: <https://www.informit.com/articles/article.aspx?p=337317&seqNum=2>

²⁰ POWER, Paul, 2014. *Future Spatial Audio: Subjective Evaluation of 3D Surround Systems* [online]. [vid. 2023-01-08]. Dostupné z: https://usir.salford.ac.uk/id/eprint/34100/1/P%20Power_Thesis_Final.pdf

formát Quad-8 spoločnosti RCA, predstavený v roku 1970, bol diskretný formát navrhnutý špeciálne pre prehrávače osemstopových pásovk.



Obr. č. 7 Sansui QRX-5500 Quad 4 Channel Receiver

Žiaľ, zmätok spôsobený týmito konkurenčnými technológiami spolu s vysokými nákladmi na štvorkanálové zosilňovače a dodatočné zadné reproduktory viedli do konca desaťročia k opusteniu kvadrofónneho zvuku.²¹

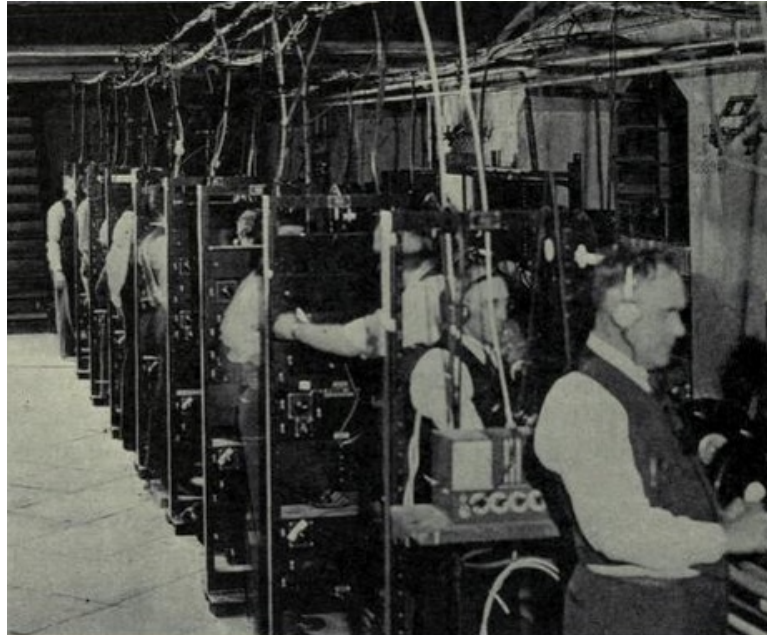
1.3.4 Surround

Priestorový (surround) zvuk je technológia, ktorá sa začala skúmať už v 30. rokoch 20. storočia. Prvým komerčne použitým systémom bol Fantasound (Disney), ktorý bol však príliš drahý a komplikovaný na implementáciu vo väčšom meradle. V 50. rokoch boli vyvinuté cenovo dostupnejšie viackanálové zvukové systémy, tie však tiež zlyhali.

Priestorový zvuk sa vrátil do popredia až v 70. rokoch s vydaním Dolby Stereo, ktoré ponúkalo štyri základné kanály: ľavý a pravý reproduktor, stredový reproduktor a priestorový kanál pre reproduktory po stranách a v zadnej časti kina. Dolby Stereo zlepšilo zážitok z filmu tým, že oživilo zvukové efekty a zvuky prostredia. V nasledujúcich rokoch boli vydané vylepšené verzie Dolby Stereo, ako napríklad Dolby Digital Surround a Dolby Digital Surround EX. Tiež boli vyvinuté pokročilé technológie priestorového zvuku od spoločností ako Digital Theater Systems a Sony Dynamic Digital Sound.

²¹ LAPORTE, Leo, 2004. Surround Sound at Home | The History of Surround Sound | InformIT. www.informit.com [online] [vid. 2022-11-21]. Dostupné z: <https://www.informit.com/articles/article.aspx?p=337317&seqNum=2>

Surround zvuk sa dnes používa aj v domácom prostredí, pričom prvé dvojkanálové systémy sa objavili v 60. rokoch a neskôr boli vydané pokročilé systémy s viac kanálmi od spoločností ako Dolby a DTS.²²



Obr. č. 8 Fantasound - Personál obsluhujúci deväť zvukových kanálov

²² DOLBY LABORATORIES INC., [b.r.]. *Surround Sound Past, Present, and Future A history of multichannel audio from mag stripe to D olby D igital* [online]. Dostupné z: https://postproduciendoenlaev.files.wordpress.com/2018/02/surround_past-present.pdf

2 IMMERSÍVNE AUDIO A JEHO FORMY

Tento výraz sa vzťahuje na zvukové technológie, ktoré sú navrhnuté tak, aby zvýšili pohlcujúci faktor zážitku z počúvania hudby. „Immersívne – pohlcujúce“ systémy poskytujú zvuk s dojemom, že prichádza zo všetkých strán, pričom ostáva v štandardnom stereo formáte. Táto zvuková technológia je teraz pilierom mnohých aspektov nášho každodenného života vrátane hrania hier, hudby a streamovania videa. Pohlcujúci zvuk je kľúčom k realistickému vnímaniu mnohých iných mediálnych formátov – dokonca aj súčasných, ako je VR.

Immersívny zvuk nepochádza z jedného zdroja, ale z teoreticky nekonečného počtu miest. Je to kreatívny nástroj, vďaka ktorému je zážitok z počúvania hudby/zvuku realistickejší. Do tzv. immersívneho audia sa dajú zaradiť binaurálne technológie, 3D audio či spatial music.

2.1 História

Z technologického hľadiska by sa dalo povedať, že immersívny zvuk začína vynálezom nahrávania, reproduktorov a stereo formátov. Fonograf vynášiel Thomas Edison v roku 1877. Bolo to primitívne zariadenie, ale bol to prvý stroj schopný zaznamenávať a prehrávať zvuk. Aj keď stroj zaznamenal škrabavý skreslený zvuk v mono, položil tak základ pre pokročilejšie stroje. Stereo zvuk, ktorý bol objavený v 19. storočí, bol významným krokom k immersívnemu zvuku. Mono zvukové systémy sa však používali ešte dlho po vynájdení stera. Až v roku 1960 bola väčšina hudby vydaná v stereu.

Théâtrophone od Clémenta Adera vyrobený v roku 1881 bol prvým dvojkanálovým audio systémom. Ader prepojil sériu telefónnych vysielateľov z javiska parížskej opery do miestností na parížskej elektrickej výstave. Poslucháči v týchto miestnostiach mohli počuť predstavenia pomocou telefónneho slúchadla pre každé ucho. To poskytlo úroveň stereo vnímania a lokalizácie, ktorá predtým ešte nebola dosiahnutá.²³

²³ KÄUNE, Janis, 2021. Dive into the history of immersive audio. *Dear Reality* [online] [vid. 2023-01-08]. Dostupné z: <https://www.dear-reality.com/blogs/overview/dive-into-the-history-of-immersive-audio?fbclid=IwAR2qLCmeKDgA9P5a00nojNXXAxDeWpdVXhQcWAPjlAtbe97T2riChmvwKo>



Obr. č. 9 Théâtrophone

Théâtrophone bol komercializovaný ako mincový prijímač vo Francúzsku a Anglicku v rokoch 1890 až 1930. Istým spôsobom by sa dal prirovnať k prvému iPodu – „súkromnému“ počúvaniu hudby.

Stereo reproduktory boli začiatkom spotrebiteľskej revolúcie v týchto technológiách. Alan Blumlein, anglický inžinier v EMI, stál v čele súčasnej stereo technológie v tridsiatych rokoch minulého storočia.

Po návšteve kina s jednou sadou reproduktorov si všimol, ako to ovplyvňuje divákovo vnímanie akcií na obrazovke a prišiel na spôsoby, ako zlepšiť nahrávanie a reprodukciu zvuku, aby sa zvuk pohyboval spolu s hercami na obrazovke. Jeho cieľom bolo reprodukovať viacsmerové aspekty zvukového poľa. V roku 1931 predložil patent obsahujúci sedemdesiat vynálezov, z ktorých sa niektoré používajú dodnes.²⁴

²⁴ KÄUNE, Janis, 2021. Dive into the history of immersive audio. *Dear Reality* [online] [vid. 2023-01-08]. Dostupné z: <https://www.dear-reality.com/blogs/overview/dive-into-the-history-of-immersive-audio?fbclid=IwAR2qLCmeKDgA9P5a00nojNXXAxDeWpdVXhQcWAPjlAtbe97T2riChmvwKo>

2.2 Binaurálne technológie vs. stereo

Ako som spomínal v predošlej kapitole, stereo označuje typ nahrávania a prehrávania zvuku, ktorý využíva dva kanály: jeden pre ľavý reproduktor a druhý pre pravý. Stereo zvuk vytvára ilúziu šírky a smerovosti pomocou rozdielov v hlasitosti, zafarbení a fáze medzi dvoma kanálmi. Na druhej strane binaurálny zvuk je typom stereo záznamu, ktorý sa vytvára pomocou dvoch mikrofónov umiestnených na rovnakom mieste ako pár ľudských uší. Výsledná nahrávka je určená na počúvanie cez slúchadlá a vytvára veľmi realistický a pohlcujúci zážitok z počúvania, pretože zachytáva spôsob, akým sa zvukové vlny prirodzene dostávajú do uší. Stereo aj binaurálny zvuk majú za cieľ vytvoriť priestorový pocit alebo vnímanie zvuku, ktorý vychádza z konkrétneho miesta v priestore. Binaurálny zvuk sa však vo všeobecnosti považuje za pohlcujúcejší a realistickejší ako stereo, pretože presnejšie zachytáva spôsob interakcie zvukových vln s hlavou a ušami.²⁵

Binaurálne technológie sú veľkou súčasťou immersívneho zvuku, v modernej dobe sa stávajú čoraz dôležitejším spôsobom, akým sa zvuk spracováva a spotrebúva. Aj keď sa pojmy „Stereo“ a „Binaurál“ často používajú zameniteľne, nie je to to isté. Typické stereo nahrávky nezohľadňujú vytvorený „Head Shadow“ alebo „Ear Space“.

Binaurál zahŕňa presluchy medzi každou stranou, čo vytvára pohlcujúcejšie a realistickejšie vnímanie zvuku. Zvuky zaznamenané binaurálnymi mikrofónmi majú oveľa bohatší stereofónny obraz.

Binaurálny zvuk spadá do stereofónie. Jeho cieľom, je vytvoriť 3D zvukový efekt, ktorý stimuluje naše uši tak, ako keby sme daný zvuk počuli naživo (v bežnom živote). Slovo binaurálny doslova znamená „mať dve uši“. ²⁶ Tento termín sa často zamieňa ako synonymum pre slovo „stereo“, čiastočne kvôli systematickému

²⁵ HIGH FIDELITY, 2021. The Major Differences Between Stereo Audio vs. Binaural Audio vs. Spatial Audio. *www.highfidelity.com* [online]. Dostupné z: <https://www.highfidelity.com/blog/binaural-audio-vs-stereo-audio-vs-spatial-audio>

²⁶ TECHTARGET CONTRIBUTOR, 2019. What is binaural sound (binaural beats)? - Definition from WhatIs.com. *WhatIs.com* [online]. Dostupné z: <https://www.techtargget.com/whatis/definition/binaural-sound>

zneužívaniu v polovici 50. rokov nahrávacím priemyslom ako marketingový módnny výraz.²⁷

Bežné stereo nahrávky neumožňujú prirodzené rozostupy zdrojov zvukového signálu tak, ako to počujeme bežne ušami. Preto je dôležité poznamenať, že binaurálny zvuk „funguje“ iba vtedy, ak je reprodukován cez slúchadlá. Ak sa binaurálny zvuk reprodukuje pomocou stereo reproduktorov, je možné dosiahnuť prijateľný stereo zvuk, no žiadny priestorový 3D zážitok ani nič podobné.

Aby sme pochopili, ako funguje binaurálny zvuk, je potrebné si uvedomiť, ako ľudia počujú jednotlivé zdroje zvuku v bežnom živote. Napríklad – zdroj zvuku hrá niekde na pravej strane. Zvuk bude v pravom uchu hlasnejší a v ľavom ho budeme počuť oveľa menej, to je základným kľúčom pre mozog aby sme vedeli, že zvuk prichádza z pravej strany. Technicky sa to nazýva *interaurálny úrovňový rozdiel*. Tiež tento zvuk príde najskôr do pravého ucha a o niečo neskôr do ľavého ucha. Tento rozdiel v časovaní medzi ušami sa nazýva *interaurálny časový rozdiel*.²⁸

2.2.1 Binaurálne nahrávanie

Binaurálne nahrávanie je metóda nahrávania zvuku, ktorá využíva dva mikrofóny usporiadané s cieľom vytvoriť 3-D stereo zvukový vnem pre poslucháča, ktorý vytvára dojem, že je skutočne v miestnosti s účinkujúcimi alebo nástrojmi. Tento efekt sa často vytvára pomocou techniky známej ako nahrávanie pomocou tzv. "dummy head", čo je špeciálna hlava figuríny vybavená mikrofónmi v každom uchu.. Táto myšlienka trojrozmernej alebo „vnútornej“ formy zvuku sa premietla aj do užitočného

²⁷ MATTANA, Anthony, 2017. The History of Binaural Audio, Part 1: The First Experiments, 1881-1939. www.linkedin.com [online]. Dostupné z: <https://www.linkedin.com/pulse/history-binaural-audio-part-1-anthony-mattana/>

²⁸ FONSECA, Nuno, 2020. *All You Need To Know About 3D Audio* [online]. B.m.: Sound Particles. Dostupné z: www.soundparticles.com

technologického pokroku v mnohých veciach, ako sú stetoskopy vytvárajúce akustiku „v hlave“ a filmy v IMAX, ktoré dokážu vytvoriť trojrozmerný akustický zážitok.²⁹



*Obr. č. 10 Neumann KU 100 Dummy Head
with Binaural Stereo Microphone*

2.2.2 HRTF

Prenosová funkcia súvisiaca s hlavou (Head-Related Transfer Function) je charakteristika toho, ako sa zvuk prenáša do ucha pomocou rôznych častí nášho tela, ako sú hlava, uši, nosová dutina a ústa. Táto funkcia môže ovplyvňovať, ako počujeme zvuk z rôznych smerov a je individuálna pre každého jedinca. HRTF sa často používa na syntézu binaurálneho zvuku, ktorý vyzerá, že pochádza z určitého bodu v priestore. Je tiež používaná v spotrebiteľských produktoch na reprodukciu priestorového zvuku zo stereo slúchadiel a v počítačovom softvéri na simuláciu priestorového zvuku z reproduktorov.

Ľudia dokážu lokalizovať zdroje zvuku v troch rozmeroch - vzdialenosť, nadmorská výška a azimut - pretože mozog, vnútorné ucho a vonkajšie uši spolupracujú pri rozpoznávaní polohy zdroja zvuku. Schopnosť lokalizovať zdroje zvuku sa vyvinula u ľudí

²⁹ TECHTARGET CONTRIBUTOR, 2019. What is binaural sound (binaural beats)? - Definition from WhatIs.com. *WhatIs.com* [online]. Dostupné z: <https://www.techtargget.com/whatis/definition/binaural-sound>

ako evolučná nevyhnutnosť, pretože videnie je obmedzené v tme a nedokážeme vidieť všetko okolo seba, zatiaľ čo sluch nám umožňuje počuť zvuky z akéhokoľvek smeru.³⁰

2.3 3D audio

3D audio (zvuk) je konvolúcia zvukových vln v priestore pomocou prenosových funkcií súvisiacich s hlavou – ľudským vnímaním zvuku. Ide o fenomén transformácie zvukových vln (pomocou prenosovej funkcie súvisiacej s HRTF a technik potláčania presluchovej) tak, aby napodobňovali prirodzené zvukové vlny, ktoré vychádzajú z nejakého bodu v trojrozmernom priestore. Umožňuje oklamať mozog pomocou uší a sluchových nervov, predstierať, že pri počutí zvukov ich umiestni do rôznych miest v priestore, aj keď zvuky môžu byť produkované len z dvoch reproduktorov.³¹

Niektoré 3D technológie dokážu konvertovať binaurálne nahrávky na stereo nahrávky. Softvéry na prácu s týmto typom zvuku nám umožňujú prevádzať binaurálne, stereo, 5.1 a ďalšie formáty na 8.1 jednozónové a viaczónové 3D zvukové koncepcie v reálnom čase.³²

3D pozičné zvukové efekty sa objavili v 90. rokoch minulého storočia v PC a herných konzolách. Trojdimenzionálne zvukové techniky boli tiež začlenené do hudby.

2.4 Spatial music (priestorová hudba)

Priestorová hudba je komponovaná hudba, ktorá zámerne využíva lokalizáciu zvuku, je často úzko spojená s rozvojom elektroakustickej hudby v dvadsiatom storočí, no využitie priestoru ako hudobného parametra je oveľa staršie. Vzor volania a odozvy

³⁰ STARCH, Daniel, 1908. *Perimetry of the Localization of Sound*. B.m.: State University of Iowa.

³¹ WAVES AUDIO, 2021. 3D Audio on Headphones: How Does It Work? *waves.com* [online]. B.m.: Waves Audio. Dostupné z: <https://www.waves.com/3d-audio-on-headphones-how-does-it-work>

³² WAVES AUDIO, 2021. 3D Audio on Headphones: How Does It Work? *waves.com* [online]. B.m.: Waves Audio. Dostupné z: <https://www.waves.com/3d-audio-on-headphones-how-does-it-work>

(ozvena) je možno jednou z najzákladnejších foriem priestorovej hudby a bol nájdený v mnohých rôznych kultúrach a hudobných tradíciách v celej histórii.³³

Pojem „spatial music“ označuje hudbu, v ktorej je umiestnenie a pohyb zdrojov zvuku primárnym kompozičným parametrom a ústredným prvkom pre poslucháča. Môže zahŕňať jeden mobilný zdroj zvuku alebo viacero simultánnych, stacionárnych alebo mobilných zvukových udalostí na rôznych miestach.

Čo sa histórie týka, tak v Európe počas 16. storočia skladatelia benátskej školy, Adrian Willaert a Andrea Gabrieli, rozšírili nový spôsob podoby hudobných vystúpení, kde hudobníci (v tomto prípade chorál/zbor), obkolesovali divákov. Predstavili typ prezentácie, ktorý umožňuje poslucháčovi počúvať skladbu z rôznych uhlov. Priestorová hudba bola v období baroka, klasiky a romantizmu relatívnou raritou, len príležitostne sa objavili príklady ako napríklad Matúšove pašie J. S. Bacha (1729).³⁴

Je zaujímavé, že existujú určité dôkazy, ktoré naznačujú, že diela takéhoto charakteru mohli byť určené na spievanie nielen v kruhu, ale aj s rôznymi časťami orchestra vo vyvýšených polohách na balkónoch, čo predstavuje zaujímavú perspektívu pre 360-stupňovú prezentáciu.³⁵

³³ GRANT, M J, 2005. *Serial music, serial aesthetics : compositional theory in post-war Europe*. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 9780521619929.

³⁴ BATES, Enda a Francis M. BOLAND, 2016. *Spatial Music, Virtual Reality, and 360 Media*. In: *Enda Bates*.

³⁵ TALLIS, Thomas, 2004. *Spem in Alium Nunquam Habui: a Motet for 40 Voices*, Dostupné z: [https://www.cpdll.org/wiki/index.php/Spem_in_alium_\(Thomas_Tallis\)](https://www.cpdll.org/wiki/index.php/Spem_in_alium_(Thomas_Tallis))

3 SÚČASNÉ TRENDY MIXOVANIA HUDBY – IMMERSIVE MUSIC A HUDBA V DOLBY ATMOS

Spôsob, akým počúvame hudbu, prešiel dlhú cestu. Najprv prišli fonografy a rozhlasové vysielanie, potom prišiel vinyl a mc kazety, ktoré bolo možné prehrávať doma alebo v aute. Ďalej boli vynájdene kompaktné CD na použitie s prenosnými CD prehrávačmi. Neskôr prišli MP3 prehrávače, Bluetooth zariadenia a streamovacie služby.

Zatiaľ čo stereofónny zvuk bol po desaťročia dominantným formátom vydávania populárnej hudby, inovácia zvukových formátov pretrvávala mimo popovú sféru. V súčasnom multimediálnom prostredí to zahŕňa technológie ako virtuálna realita a takzvané „immersívne“ (priestorové) formáty, ako Dolby Atmos a Sony 360 Reality Audio. Ide o 3D zvukové formáty, ktoré sa začali implementovať do streamovacích služieb, medzi ktoré patrí napríklad Amazon, Apple music, Deezer alebo Tidal.

Tvorcovia a odborníci na populárnu hudbu zastávajú názor, že stereo zvuk je nejakým spôsobom určujúcim znakom populárnej hudby – že na určitej úrovni, či už je to funkčná, ekonomická alebo estetická, je stereo v skutočnosti rámcom pre popovú scénu.

Medzi prvých interpretov, ktorí vydali svoje albumy aj v atmos verzii, patria – The Weeknd, Elton John, Olivia Rodrigo či Justin Bieber. Momentálne v tomto formáte vychádza takmer každý „väčší“ popový album.

3.1 Dolby Laboratories

Dolby Laboratories je americká spoločnosť špecializujúca sa na redukciu zvukového šumu, kódovanie/kompresiu zvuku, priestorový zvuk a zobrazovanie HDR. Dolby taktiež licencuje svoje technológie výrobcovi spotrebnej elektroniky.

Túto spoločnosť založil Ray Dolby (1933 – 2013) v Londýne v Anglicku v roku 1965. V tom istom roku vynášiel systém Dolby Noise Reduction, čo je forma spracovania zvukového signálu na redukciu šumu v pozadí na zvukových nahrávkach.³⁶

³⁶ WILLIAMSON, Marcus, 2013. Ray Dolby: Inventor who transformed sound reproduction. *The Independent* [online].

Dostupné z: <https://www.independent.co.uk/news/obituaries/ray-dolby-obituary-inventor-whose-noisereduction-technology-transformed-sound-reproduction-8815543.html>



Obr. č. 11 Dolby Noise Reduction System

Dá sa povedať, že Dolby Laboratories je jedna zo spoločností, ktorá stojí za revolúciou v oblasti filmového či hudobného zvuku. Inovácie, ktoré vymysleli sa používajú doteraz a sú svetovým štandardom. Niektoré technologické pokroky firmy Dolby: Dolby Stereo, Dolby Surround, Dolby E, Dolby Digital, Dolby Atmos...³⁷

3.2 Dolby atmos

Dolby Atmos je technológia priestorového zvuku, ktorá umožňuje počuť zvuky prichádzajúce z rôznych uhlov s rôznou intenzitou. Je to pohlcujúci zážitok, ktorý využíva až 64 kanálov reproduktorov. Reprodukory úplne obklopujú publikum spoza obrazovky, na stenách a nad hlavou. Formát Dolby Atmos je navrhnutý tak, aby vylepšil konvenčné 7.1-kanálové priestorové formáty pridaním dodatočného stereo horného poľa a až 118 „zvukových objektov“. Tieto objekty je možné presúvať priestorom vo všetkých 3 rozmeroch. Dolby Atmos bol pôvodne vytvorený pre zvuk v kine. Po širokom rozšírení v kinách sa táto technológia prefiltrala do prostredia domáceho kina pre filmový aj televízny obsah.³⁸

³⁷ WILLIAMSON, Marcus, 2013. Ray Dolby: Inventor who transformed sound reproduction. *The Independent* [online].

Dostupné z: <https://www.independent.co.uk/news/obituaries/ray-dolby-obituary-inventor-whose-noisereduction-technology-transformed-sound-reproduction-8815543.html>

³⁸ THORNTON, Mike, 2022. Mixing Music In Dolby Atmos - Everything You Need To Know | Pro Tools - The leading website for Pro Tools users. *Production Expert* [online].

3.3 Dolby atmos music

Dolby Atmos Music je pomerne nový „objektový“ pohlcujúci zvukový formát pre hudobnú produkciu. Tento nový formát umožňuje umelcom posúvať hranice ich tvorivosti. Vďaka technológii Dolby Atmos Music existuje schopnosť umiestňovať a presúvať zvuky v 3D prostredí s väčšou presnosťou, čo umožňuje ešte viac kreatívnych možností. Dáva možnosť producentom vytvárať skladby, ktoré umožnia poslucháčom cítiť sa ako „vo“ svojej obľúbenej hudbe.

3.4 Mixovanie "dolby atmos" hudby

V priebehu rokov sa uskutočnilo množstvo experimentov s predstavením hudby vo formátoch s vyšším počtom zvukových kanálov, ako je quad a 5.1, ale žiadny sa neujal, pretože koncový používateľ musel mať špeciálny hardvér. S Dolby Atmos sa dodáva len jeden hlavný súbor, nazývaný Dolby Atmos Master File (DAMF). Používa sa na doručenie obsahu koncovému používateľovi a potom zariadenie koncového používateľa prehrá verziu obsahu vhodnú pre zariadenie, ktoré je k nemu pripojené. Na 5.1 súprave sa bude správať ako 5.1, na stereo reproduktoroch ako stereo a na Atmos sústave ako Atmos. Čiže zvukový inžinier mixuje len jednu zvukovú verziu piesne, ktorá by mala všade hrať rovnako, nemixuje ju pre konkrétne výstupy (5.1, stereo ...), ale vytvorí jeden univerzálny mix.³⁹

Pri mixovaní v dolby atmos je väčšina hudby nahraná a zmiešaná vopred v stereu, ale sú prípady, kedy to tak nie je a projekt je rovno nahrávaný do atmos session. To si väčšina zvukárov pochvaľuje, pretože s tým môžu viacej pracovať už pri samotnom nábere zvuku, môžu použiť rôzne mikrofóny na to určené, alebo iné techniky snímania nástrojov, spevu. V prípade, keď je hudba najprv zmiešaná v stereu, zvukár dostane buď jednotlivé, už spracované, stopy po nástrojoch, alebo tzv. stems (stopy piesne v jednotlivých skupinách – spevy, gitary, bicie...).⁴⁰

³⁹ THORNTON, Mike, 2022. Mixing Music In Dolby Atmos - Everything You Need To Know | Pro Tools - The leading website for Pro Tools users. *Production Expert* [online]. Dostupné z: <https://www.pro-tools-expert.com/home-page/2020/7/1/everything-you-need-to-know-about-dolby-atmos-home-entertainment-r57h5>

⁴⁰ DOLBY, 2022. Conversation and live Q&A with Nashville producer and mix engineer, Jeff Balding | Dolby Atmos. *www.youtube.com* [online] [vid. 2023-01-08]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=pdAbOtYh6_w&t=

3.4.1 Beds and Objects

Pri miešaní hudby vo formáte dolby atmos rozoznávame dva typy rôznych signálov a to beds („postele/lôžka“) a objects (objekty).

Beds sú konvenčné, kanálové priestorové signály, ktorým chýbajú metadáta. Sú umiestnené na pevnej 7.1.2 priestorovej zbernici a nepohybujú sa v priestore. Čiže sa jedná o statické signály, ktoré sa nijako nepohybujú v priestore a môžu byť v rôznych formátoch (mono, stereo, surround...).

„Objekty“ sú mono signály, ktorým je možné priradiť priestorové súradnice pomocou 3D panorámovania a možno ich teda voľne umiestniť a automatizovať v priestore. Z celkového počtu 128 kanálov je 10 využívaných pre statické signály (beds), takže je k dispozícii až 118 kanálov pre samostatne umiestňované objekty.⁴¹

3.4.2 Požiadavky systému

Na miešanie v tzv. atmos, sú potrebné dva softvérové komponenty:

- DAW s podporou používania „objektov“. V profesionálnom kontexte sú to momentálne najmä Avid ProTools Ultimate, Steinberg Nuendo, Logic Pro X a Ableton Live. Dá sa očakávať, že v budúcnosti bude viac DAW integrovať natívnu podporu pre objektové miešanie.
- Atmos Renderer. Renderer (vykresľovač) generuje pozičné metadáta, ktoré umožňujú presnú priestorovú reprodukciu zvukového mixu v akomkoľvek prostredí prehrávania. Počúvanie/prehrávanie mixov v Atmos je možné pomocou vykresľovacieho modulu a vykresľovač generuje aj rôzne cieľové formáty. Nuendo má vlastný Atmos renderer, ale najviac používaným/rozšíreným je práve renderer od firmy Dolby.

3.4.3 Požadovaný posluh

Rovnako tak je dôležitý samotný posluh (monitoring). Profesionálne mixážne prostredie pre Dolby Atmos začína v konfigurácii 7.1.4 (7 reproduktorov na úrovni uší + 1

⁴¹ THIERS, Christoph, 2021. Music & Dolby Atmos – How Does 3D Mixing Work? | HOFA-College. *HOFA-College - ONLINE ACADEMY FOR AUDIO ENGINEERING & MUSIC PRODUCTION* [online]. Dostupné z: <https://hofa-college.com/post/music-dolby-atmos-how-does-3d-mixing-work/>

LFE + 4 stropné reproduktory), celkovo teda 12 reproduktorov. Renderer Atmos však umožňuje rendering aj pre menšie monitorovacie systémy a dokonca aj pre slúchadlá, takže je možné pracovať aj z domáceho štúdia alebo vytvárať „hrubý mix“ na cestách. Keď sa ale chceme baviť o profesionálnom miešaní hudby v atmos, mali by sa, samozrejme, dodržiavať odporúčané technické štandardy pre nastavenie štúdia. Najlepšie je, ak má štúdio certifikát od firmy Dolby.⁴²

3.4.4 Atmos Renderer

Keďže technológia Atmos bola primárne vyvinutá s ohľadom na kino a film, pracuje v 48, 96 alebo 192 kHz namiesto 44,1 kHz, ktoré sa bežne používajú pri hudbe. Finálne zmixované atmos diela sú na výstupe vo formáte DAMF (Dolby Atmos Master File). V tomto formáte sú zvukové údaje, súradnice objektov a informácie o projekte rozdelené do troch samostatných súborov.

Na distribúciu atmos mixov sa používa zjednodušený formát, ktorý vyžaduje iba jeden súbor: ADM BWF. Tu sú všetky vyššie uvedené informácie a signály spojené do jedného súboru WAV.

Atmos Renderer tiež poskytuje výstup kanálových súborov WAV v požadovanom formáte. Je možné exportovať takmer všetko od binaurálneho mixu slúchadiel až po atmos kino zostavy. Takže, zatiaľ čo predtým vyžadovalo viacero druhov mixáže pre viacero zvukových formátov (napríklad pre DVD a kino vydanie), Atmos umožňuje súčasné prehrávanie viacerých formátov z toho istého mixu, a v prípade potreby ich dokonca neskôr vyrenderuje. Takže, „up mix“ alebo „down mix“ pre rôzne distribučné formáty už nie je potrebný.⁴³

⁴² THIERS, Christoph, 2021. Music & Dolby Atmos – How Does 3D Mixing Work? | HOFA-College. *HOFA-College - ONLINE ACADEMY FOR AUDIO ENGINEERING & MUSIC PRODUCTION* [online]. Dostupné z: <https://hofa-college.com/post/music-dolby-atmos-how-does-3d-mixing-work/>

⁴³ THIERS, Christoph, 2021. Music & Dolby Atmos – How Does 3D Mixing Work? | HOFA-College. *HOFA-College - ONLINE ACADEMY FOR AUDIO ENGINEERING & MUSIC PRODUCTION* [online]. Dostupné z: <https://hofa-college.com/post/music-dolby-atmos-how-does-3d-mixing-work/>

3.5 Mixovanie Dolby Atmos na slúchadlách – binaurálna forma

Ako som už spomínal vyššie, rôzne typy vykresľovačov („rendererov“) disponujú možnosťou monitoringu na rozličných reprodukčných zariadeniach. Jednou z možností je aj monitoring na slúchadlách. Túto možnosť majú samotné atmos vykresľovače, ale konkrétne na to stavané sú skôr binaurálne vykresľovače.

Pomocou binaurálnych technológií dokážeme pri tomto formáte na slúchadlách pracovať v podstate rovnako ako pri profesionálnej atmos (7.1.4) reproduktorovej konfigurácii. Dá sa povedať, že táto forma je aplikovateľná na každý druh slúchadiel, ale doporučené je používať slúchadlá na to určené (pre presnejšiu prácu).

Mnoho zvukárov uvádza, že je to jedno s akými slúchadlami sa pri mixovaní pracuje, čím väčšie možnosti rôznych slúchadiel pri miešaní, tým lepšie, pretože poslucháči tohto typu hudby v konečnom dôsledku používajú na posluch bežné (dostupné) slúchadlá. Rovnako tak uvádzajú, že na slúchadlách sa im mieša oveľa lepšie ako na atmos sústave, vedia sa totiž čo najviac priblížiť bežnému človeku. Ale samozrejme finálne kontroly prebiehajú na atmos reproduktorových sústavách. Zvukový majstri uvádzajú, že polohovanie (panorámovanie) na slúchadlách je lepšie (presnejšie).⁴⁴

⁴⁴ DOLBY, 2022. Conversation and live Q&A with Nashville producer and mix engineer, Jeff Balding | Dolby Atmos. *www.youtube.com* [online] [vid. 2023-01-08]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=pdAbOtYh6_w&t=

4 KATEGORIZÁCIA A PREDSTAVENIE SOFTVÉROV NA TVORBU 3D AUDIA/HUDBY

Na trhu je momentálne mnoho pluginov/softvérov na tvorbu alebo úpravu 3D audia či „priestorovej“ hudby. V tejto kapitole predstavím tie, ktoré fungujú aj na binaurálnych princípoch a sú teda určené na prácu s použitím slúchadiel. Pokúsim sa priblížiť najznámejšie a najpoužívanejšie produkty na trhu.

Hlavný rozdiel medzi týmito softvérmi a zásadnou otázkou kategorizácie je to, že niektoré sú vymedzené primárne na úpravu audia ako takého a nie sú určené priamo na použitie v hudbe. Iné sú zase stanovené opačne, a to na prácu s hudbou a nie sú pôvodne určené na úpravu iných zvukov.

4.1 Pluginy na tvorbu 3D audia

Ako som spomínal, existujú softvérové nástroje na vytváranie tzv. 3D audia. Primárne sú určené na spracovanie zvuku ako takého a hudba je len jednou s možností využitia týchto produktov.

Na trhu je viacero firiem, ktoré ponúkajú tieto pluginy, no medzi najpoužívanejšie a najznámejšie patria Dear Reality a Sound Particles.

4.1.1 Dear Reality – DearVR PRO

DearVR PRO je plugin na spracovanie 3D zvuku, ktorý umožňuje miešať/upravovať zvuk v niekoľkých "immersívnych" formátoch, od binaurálneho pre slúchadlá až po Ambisonics, 7.1.2 pre Dolby Atmos a 13.1 pre Auro3D. Rovnako tak podporuje aj tradičné formáty založené na kanáloch, ako je stereo či surround.⁴⁵

Disponuje tromi modulmi – v module Position (pozícia/panoráma) sa dá nastaviť poloha zdroja zvuku, rovnako tak aj vzdialenosť alebo „výška“, čiže môžeme zvukovú stopu polohovať kdekoľvek v priestore X,Y,Z.. Ďalším z modulov je Reverb s klasickou možnosťou nastavenia – priestor, veľkosť, gain či doba dozvuku. Posledným z parametrov sú „Reflections“ (odrazy). V tomto module sa generujú odrazové vzory v závislosti

⁴⁵ LOWE, Tom, 2020. Dear Reality dearVR PRO Creating An Immersive Soundscape. *Production Expert* [online]. Dostupné z: <https://www.pro-tools-expert.com/production-expert-1/dear-reality-dearvr-pro-creating-an-immersive-soundscape-free-tutorial>

od polohy zdroja zvuku. Ak sa zvukový objekt pohne, odrazový vzor sa prispôsobí smeru signálu. Čo znamená, že v reálnom čase je možné vytvárať odrazy v závislosti od polohy zdroja zvuku a vzdialenosti od šiestich stien: ľavá, predná, pravá, horná, zadná, spodná.⁴⁶



Obr. č. 12 DearVR PRO

4.1.2 Dear Reality – DearVR MONITOR

DearVR Monitor je ďalším z pluginov od spoločnosti Dear Reality. Umožňuje monitorovať rad rôznych zvukových formátov až do 9.1.6 a 13.1 a to pomocou slúchadiel. Pre každého čo pracuje s „immersívnou“ hudbou, je to skvelý nástroj pre kontrolu mixu v štúdiomom prostredí. Je to určené najmä pre zvukárov pracujúcich z domu, ktorí nemajú možnosť použiť veľkú reproduktorovú sústavu.

DearVR Monitor je flexibilný a ľahko sa používa. Jeho virtuálnu posluchovú miestnosť sa dá prispôbiť akýmkoľvek osobným potrebám. Disponuje funkciami, ktoré dokážu zmeniť model/druh miestnosti, pre kontrolný mix v reálnom prostredí. Dá sa vybrať až z 11 rôznych akustických prostredí vrátane klubov, obývačiek, áut, pódii, kín a ďalších.⁴⁷

⁴⁶ REALITY, Dear, [b.r.]. dearVR PRO. *Dear Reality* [online] [vid. 2023-01-08].

Dostupné z: <https://www.dear-reality.com/products/dearvr-pro>

⁴⁷ LOWE, Tom, 2020b. Is dearVR MONITOR Your Perfect Virtual Mix Room?

Production Expert [online] [vid. 2023-01-08]. Dostupné z: <https://www.pro-tools-expert.com/production-expert-1/dearvr-monitor-tested>



Obr. č. 13 DearVR MONITOR

4.1.3 Sound Particles – Space Controller

Space Controller je plugin pre DAW a rovnako tak aj aplikácia pre smartfón. Tento plugin je určený na polohovanie zdrojov zvuku v priestore, malo by to fungovať jednoducho, a to len nasmerovaním smartfónu požadovaným smerom. Tento softvér umožňuje pracovať vo viacerých zvukových formátoch a to od tradičného stera po 7.1.4, ambisonic či binaural.

Aj bez aplikácie funguje ako bežný 3D audio „panner“. Zvuk sa dá polohovať akokoľvek v 3D priestore na osách X, Y a Z. ⁴⁸



Obr. č. 14 Sound Particles – Space Controller

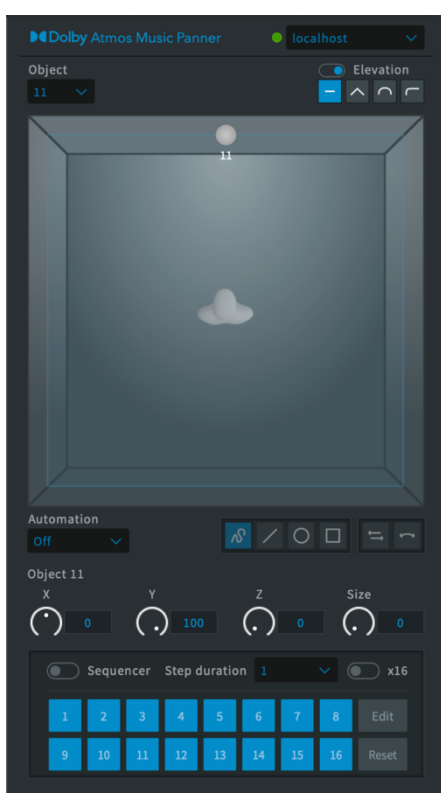
⁴⁸ FONSECA, Nuno, [b.r.]. Space Controller. www.soundparticles.com [online] [vid. 2023-01-08]. Dostupné z: <https://www.soundparticles.com/products/spacecontroller>

4.2 Softvéry/pluginy na tvorbu "atmos" hudby

Tieto softvérové nástroje sú konkrétne určené na úpravu hudby, respektíve nasadenie hudby do 3D priestoru. Umožňujú aj úpravu „bežného“ audia, ale to len okrajovo, primárne sú určené na hudobnú postprodukciiu.

Na trhu si udržiava miesto a nastavuje štandardy tejto problematiky firma Dolby Laboratories, ktorá vyvíja vlastné zvukové nástroje buď samostatne vo svojich „balíkoch,“ alebo v spolupráci s nejakým zvukový postprodukčným softvérom (Logic Pro X).

4.2.1 Dolby Atmos Music Panner



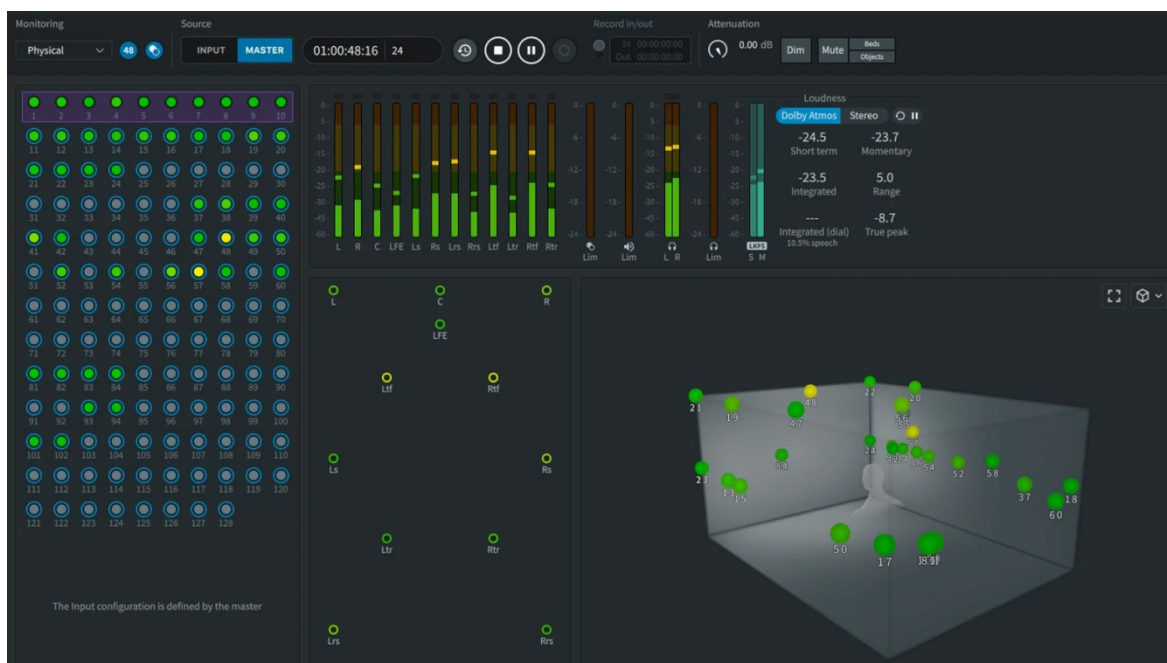
Obr. č. 15 Dolby Atmos Music Panner

Tento plugin slúži na umiestnenie zvukových objektov v hudobnom mixe vo formáte Dolby Atmos pri použití v podporovanom DAW a pripojení k Dolby Atmos Renderer. Okrem toho panner obsahuje aj sekvencer na synchronizáciu polohy objektu (zvukového zdroja) s tempom použitým v DAW. Zvukové stopy môžeme polohovať akokoľvek v 3D priestore na osách X, Y a Z, rovnako tak sa dá nastaviť aj šírka (spektrálna veľkosť) danej stopy.⁴⁹ Medzi podporované DAW patria – Avid Pro Tools, Logic Pro X, Ableton, Nuendo či DaVinci Resolve.

⁴⁹ THORNTON, Mike, 2022. Mixing Music In Dolby Atmos - Everything You Need To Know | Pro Tools - The leading website for Pro Tools users. *Production Expert* [online]. Dostupné z: <https://www.pro-tools-expert.com/home-page/2020/7/1/everything-you-need-to-know-about-dolby-atmos-home-entertainment-r57h5>

4.2.2 Dolby Atmos Renderer

Dolby Atmos Renderer je ústředním prvkem každého mixážního systému Dolby Atmos. V tandemu s podporovaným DAW generuje poziční metadata, které umožňují přesnou priestorovú reprodukciu zvukového mixu v akomkoľvek prostredí prehrávania. Vykresľuje až 128 vstupov (vrátane zvukových „beds“ a objektov s metadataami) do konfigurácie monitorovania ako aj vykresľovanie do štandardných rozložení založených na kanáloch pre monitorovanie a vytváranie výstupov. Vytvára tiež hlavný súbor Dolby Atmos (DAMF), ktorý sa používa na kódovanie na konečnú distribúciu do streamovacích služieb alebo Blu-ray.⁵⁰



Obr. č. 16 Dolby Atmos Renderer

Dolby Atmos Renderer je súčasťou Dolby Atmos Production Suite a Dolby Atmos Mastering Suite spolu s Dolby Atmos Music Panner. Monitorovať sa dá cez reproduktorový výstup alebo výstup pre slúchadlá s binaurálnym vykreslením.

⁵⁰ DOLBY, [b.r.]. Dolby Atmos Renderer. *professional.dolby.com* [online] [vid. 2023-01-08]. Dostupné z: <https://professional.dolby.com/product/dolby-atmos-content-creation/dolby-atmos-renderer/>

Disponuje rôznymi typmi zvukových kanálov od 2.0 do 9.1.6, ako aj binaurálnym formátom.

Kompletný balík (Dolby Atmos Production Suite) poskytuje celkové riešenie mixovania, úpravy a zvukového dizajnu pre filmovú, televíznu a hudobnú produkciu. Konfigurovateľné je to aj iba pomocou laptopu a slúchadiel, netreba mať celý hardware, to umožňuje upravovať a „predmiešavať“ obsah pre väčšie projekty Dolby Atmos bez toho, aby sme museli byť v profesionálnom hudobnom štúdiu s reproduktorovou sústavou a akustikou.⁵¹

4.2.3 Logix Pro X a Dolby Atmos

Logic Pro X je profesionálny program na nahrávanie, produkciu a úpravu zvuku pre operačný systém, ktorým disponujú počítače Mac od firmy Apple. Ponúka širokú škálu funkcií na skladanie, nahrávanie, úpravu a mixovanie hudby.

S príchodom verzie 10.7 boli do tohto programu integrované pluginy pre použitie so zvukovým formátom Dolby Atmos. Nejedná sa o rovnakú verziu, ktorú poskytuje firma Dolby, ale je to špeciálna úprava pre tento DAW. Rovnako tak táto verzia priniesla aj nové možnosti mixovania, všeobecne, priestorového (surround) zvuku a zdokonalila svoj ekosystém.⁵²

Pomerne nový nástroj na prácu s Dolby Atmos hudbou zahŕňa vytváranie a umiestnenie zvukových prvkov v trojrozmernom priestore a vykreslenie finálneho mixu vo formáte Dolby Atmos (DAMF/ADM BWF). Skladá sa z týchto jednotlivých častí:

- Surround panner: Tento nástroj umožňuje umiestniť zvukové zdroje do trojrozmerného priestoru pomocou virtuálnej gule na ovládanie umiestnenia zvuku.

⁵¹ DOLBY, [b.r.]. Dolby Atmos Renderer. *professional.dolby.com* [online] [vid. 2023-01-08]. Dostupné z: <https://professional.dolby.com/product/dolby-atmos-content-creation/dolby-atmos-renderer/>

⁵² ROGERSON, Ben, 2021. Logic Pro 10.7 brings Dolby Atmos to Apple's DAW: mix your tracks in spatial audio. *MusicRadar* [online]. Dostupné z: <https://www.musicradar.com/news/logic-pro-spatial-audio-dolby-atmos--lil-nas-x>

- 3D Object panner: Funguje podobne ako Surround panner, ale je skôr určený pre tzv. „objects“ a ich automatizáciu.
- Surround sound mixer: Umožňuje mixovať a vyvažovať zvukové stopy v tomto formáte, vrátane možnosti posúvať zvuky na konkrétne miesta v 3D priestore.
- Renderer Dolby Atmos: Ako som už predtým spomínal, tento nástroj umožňuje vykresľovať finálny mix do formátu Dolby Atmos, ktorý je možné prehrať na kompatibilných zariadeniach alebo použiť v inom softvéri.
- Import a export zvukových súborov Dolby Atmos: Disponuje možnosťou importovať a exportovať zvukové súbory vo formáte Dolby Atmos na použitie v inom softvéri alebo na prehrávanie na kompatibilných zariadeniach. Čiže dokáže načítať a rozbaľiť akýkoľvek DAMF súbor.⁵³



Obr. č. 17 Surround panner



Obr. č. 18 Atmos Renderer

Vďaka týmto integrovaným nástrojom je jednoduchšie vytvárať a exportovať immersívne 3D mixy, pripravené na distribúciu na streamovacích platformách, ako je Apple Music či Tidal... Najlepšie na tom je, že na to nie je potrebné drahé nastavenie viacerých reproduktorov, pretože v Logic Pro 10.7 (a vyššie) sa dá tento 3D mix monitorovať binaurálne pomocou obyčajných slúchadiel.

⁵³ ROTHERMICH, Edgar, 2021. Atmos In Logic Pro - Everything You Need To Know. *Production Expert* [online] [vid. 2023-01-07]. Dostupné z: <https://www.pro-tools-expert.com/production-expert-1/atmos-in-logic-pro-everything-you-need-to-know>

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 MIXOVANIE HUDOBNEJ NAHRÁVKY DO 3D PRIESTORU POMOCOU BINAURÁLNYCH TECHNOLOGIÍ DAW LOGIC PRO

V tejto kapitole objasňujem, ako prebieha zvuková mixáž hudby do 3D „immersívneho“ formátu v kontexte binaurálneho zvuku. Zameriavam sa na pracovanie s binaurálnym renderingom, a na miešanie zvuku immersívnej hudby pomocou slúchadiel. Výsledok takejto zvukovej mixáže je v binaurálnej forme, a je určený pre počúvanie na slúchadlách. Rovnako tak je súčasťou posluchového testu výskumného dotazníka.

Na prácu som si po viacerých testoch vybral program Logic Pro X disponujúcim vlastným systémom na úpravu hudby pre tieto potreby. Ako som už písal v predchádzajúcej kapitole, s príchodom verzie Logic Pro X 10.4 bol do programu integrovaný modul na úpravu a prácu s „dolby atmos“ hudbou, konkrétne ide o plugin priamo od firmy Dolby, ktorá ho prispôsobila tomuto DAW. Skúšal som aj prácu s Dolby Atmos Mastering Suite spolu so zvukovým programom Avid Pro Tools, ale bohužiaľ prostredie softvéru je viac prispôbené na prácu s reproduktorovou sústavou. Samozrejme, disponuje aj možnosťou binaurálneho použitia, ale samotný proces je komplikovanejší a náročnejší čo sa routingu a procesingu týka.

Postupy vytvárania „atmos“ mixu uplatňujem na nahrávke piesni interpreta Tomáša Raffaja, s ktorým spolupracuje kapela, kde pôsobím. Na skladbe som sa podieľal autorsky a produkčne (aranžérsky). Rovnako tak som spolupracoval či už ako hudobník, alebo zvukár aj na nahrávaní tejto skladby. O úpravu a mixáž stereo verzie sa postaral Filip Vojtech. Skladbu som si vybral preto, lebo je tam niekoľko zvukových elementov, ktoré by mohli znieť v tomto formáte zaujímavo.

V nasledujúcich podkapitolách predstavím problematiku miešania hudby v 3D formáte „dolby atmos“ s použitím binaurálnych technológií. Objasním kompletne celý proces od založenia projektu až po výsledný export.

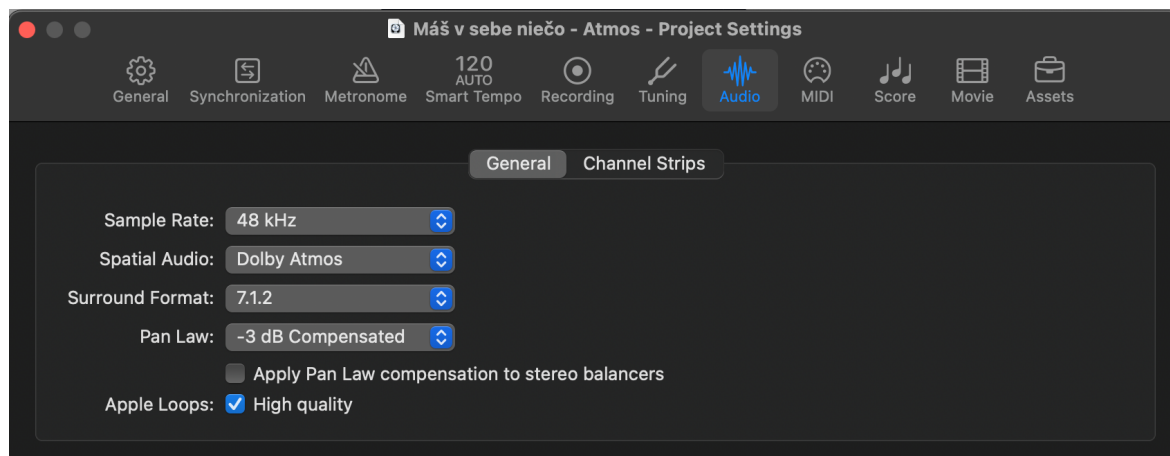
5.1 Založenie projektu, importovanie dát

Ako som už naznačil v predchádzajúcich kapitolách, neexistuje nejaký ustálený spôsob, ako takýto mix vytvoriť. Všetko záleží od toho, čo zvukárovi vyhovuje. Projekt od projektu sa líši, ale dá sa povedať, že existujú dve cesty. Buď nahrávka už v tomto formáte vzniká a následne sa „premieša“ do stera, alebo to funguje opačne. Druhý, opačný spôsob (zo stera na „atmos“), je rozšírený viac a je bežnejší. V tomto prípade

samotný „atmos“ zvukový mix vzniká z multitracku alebo z tzv. „stems“ (nástroje po častiach – celé bicie, rytmická sekcia gitár, sólové gitary atď.) s vyrenderovaným procesingom. Stereo verzia sa používa ako referencia.⁵⁴ Tento spôsob som využil aj ja, pretože nahrávka vznikla v stereu.

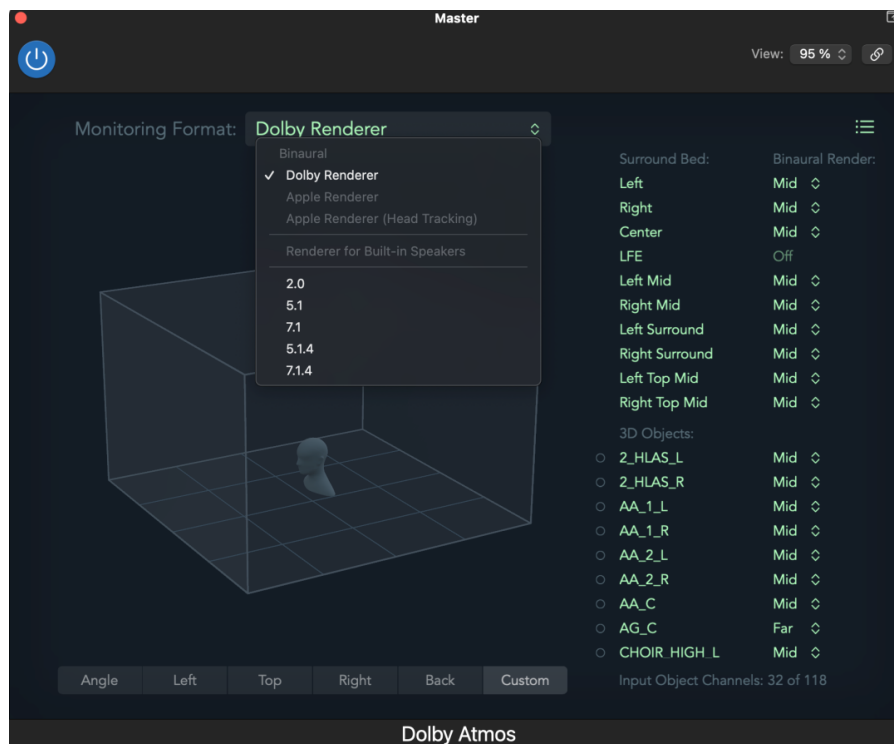
Pracoval som s multitrackom, ktorý vznikol zo stera, čiže, každá zo stôp bola zvlášť (buď mono alebo stereo). Procesingy a pluginy boli v daných stopách vyrenderované, ale bez priestorových a hlasitostných úprav. To znamená, že každý z nástrojov/trackov bol bez panorámy, reverbu a volume automatizácie, aby som mal väčšiu voľnosť.

Začal som s vytvorením projektu v DAW Logic Pro X. Ešte pred samotným importom multitracku bolo potrebné nastaviť projekt do správneho BPM (77) a formátu – Spatial Audio: Dolby Atmos. Rovnako tak som nastavil aj monitorovací formát Atmos Renderer na výstupe na binaurálnu formu, konkrétne na Dolby Renderer. Čo sa týka monitoringu, použil viacero druhov slúchadiel pre lepšie vyrovnanie zvukového mixu. Konkrétne som používal slúchadlá Beyerdynamic DT 770 PRO, Akg K72, Audio-Technica ATH-M20x a Superlux HD-661.



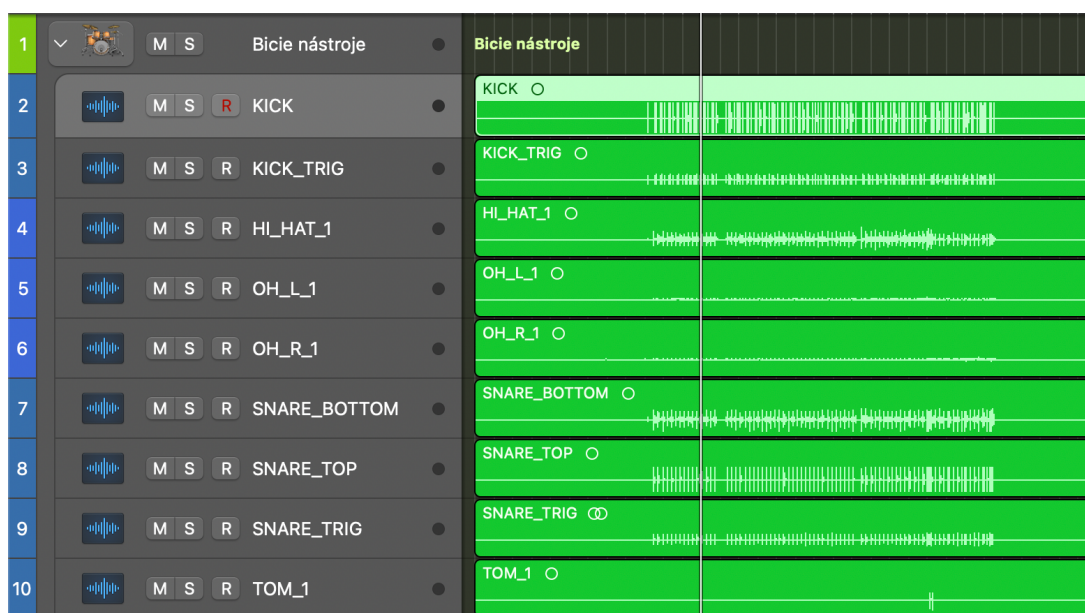
Obr. č. 19 Nastavenie formátu projektu: Dolby Atmos

⁵⁴ DOLBY, 2022. Conversation and live Q&A with Nashville producer and mix engineer, Jeff Balding | Dolby Atmos. [www.youtube.com](https://www.youtube.com/watch?v=pdAbOtYh6_w&t=) [online] [vid. 2023-01-08]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=pdAbOtYh6_w&t=



Obr. č. 20 Výber monitoringu

Po importe všetkých zvukových stôp som projekt usporiadal a stopy rozdelil do jednotlivých nástrojových sekcií. Konkrétne ich bolo 6 a to – Bicie nástroje, Basgitarra, Gitary, Keys, Hlavný spev a Zbory.



Obr. č. 21 Sekcia – Bicie nástroje

5.2 Panoráma a základné vyrovnanie hlasitostí

Po usporiadaní projektu som začal so samotnou mixážou. Na začiatku som sa venoval panorámam a základnému vyrovnaníu hlasitostí. Pri klasickom stereu poznáme základný typ panorámy, a to len po ose x (pravá, ľavá), surround je obohatený o osu y (dopredu, dozadu), no a „atmos“ je doplnený ešte o osu z (dole – úroveň uší, hore – nad úroveň uší).

Prvým krokom pri vytváraní panorámy každého nástroja, je výber či bude konkrétna stopa tzv. „bed“ alebo „object“. V predošlých kapitolách som vysvetľoval, že „bed“ je nástroj/zvukom, ktorý má v priestorovom spektre svoje stále miesto a nehýbe sa. Na druhej strane „object-om“ sa stáva nástroj/zvuk, ktorý sa v spektre pohybuje.⁵⁵ V programe Logic Pro X sú dve možnosti panorámovania, jedna je pre „beds“ – *Surround Panner* a druhá pre „objects“ – *3D Object Panner*. Vo svojej podstate je jedno, čo sa k akému nástroju priradí, pretože, jediným rozdielom medzi týmito modulmi je to, že *Surround Panner*, je skôr určený pre polohovanie na okrajoch spektra (tam kde by mal byť v reálnom prostredí reproduktor) a *3D Object Panner*, je zase presnejší, čo sa týka polohy v priestore (medzi reproduktorom a poslucháčom). Viacero zvukárov však uvádza, že to môže fungovať aj opačne.⁵⁶ Všetko však záleží od nástroja, a toho, ako sa správa, keď sa mu snažíme nájsť správnu polohu v priestore, pretože panorámovanie pri tomto formáte funguje na princípe fázového posunu. Čo znamená, že sa pri polohovaní rôzne mení aj

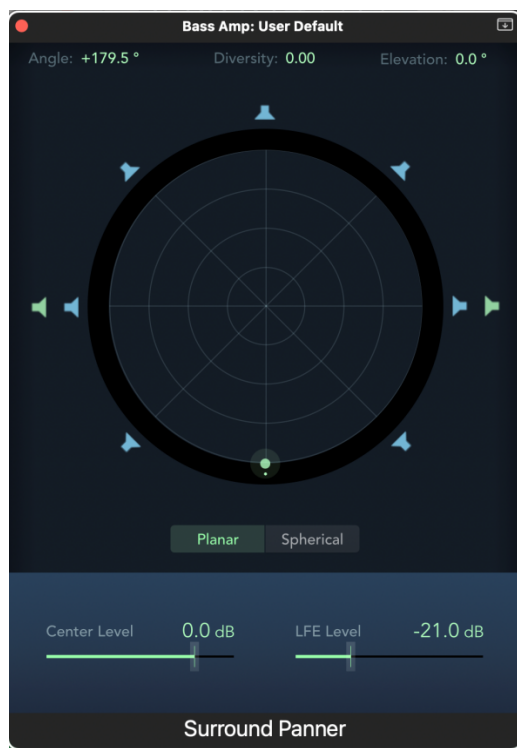
⁵⁵ DOLBY, 2022. Conversation and live Q&A with Nashville producer and mix engineer, Jeff Balding | Dolby Atmos. [www.youtube.com](https://www.youtube.com/watch?v=pdAbOtYh6_w&t=) [online] [vid. 2023-01-08]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=pdAbOtYh6_w&t=

⁵⁶ BALLADEER STUDIO, [b.r.]. Atmos Mixing: Object Beds and Multi-objects, Part 1. [www.youtube.com](https://www.youtube.com/watch?v=rEKJHyQ64eI) [online] [vid. 2023-01-24]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=rEKJHyQ64eI>

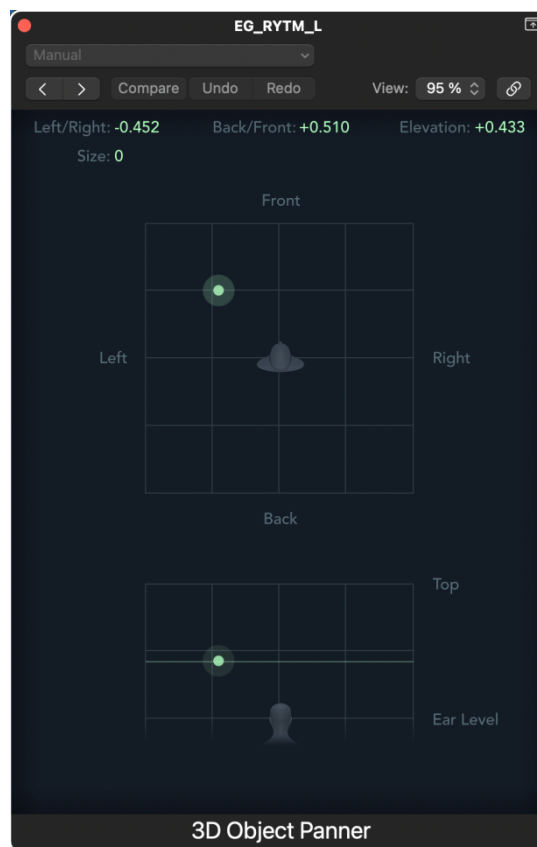
MUSIC TECH EXPLAINED, [b.r.]. Mixing in Dolby Atmos - How it Works. [www.youtube.com](https://www.youtube.com/watch?v=W54VcLaSMjM) [online] [vid. 2023-01-24]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=W54VcLaSMjM>

GOING TO 11, [b.r.]. Deciding Between Objects and Beds for Dolby Atmos Mixing. [www.youtube.com](https://www.youtube.com/watch?v=w0JCHPu8b80) [online] [vid. 2023-01-24]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=w0JCHPu8b80>

„farba“ zvuku. Jednému nástroju viac vyhovuje použitie *Surround Panner-a*, iný znie zase „lepšie“ cez *3D Object Panner*.



Obr. č. 22 Surround Panner

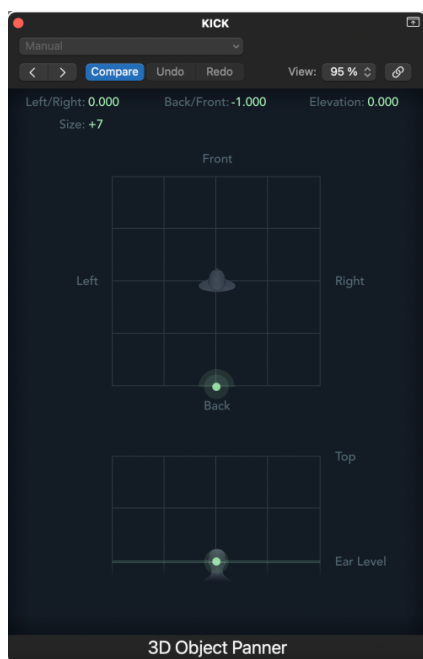


Obr. č. 23 3D Object Panner

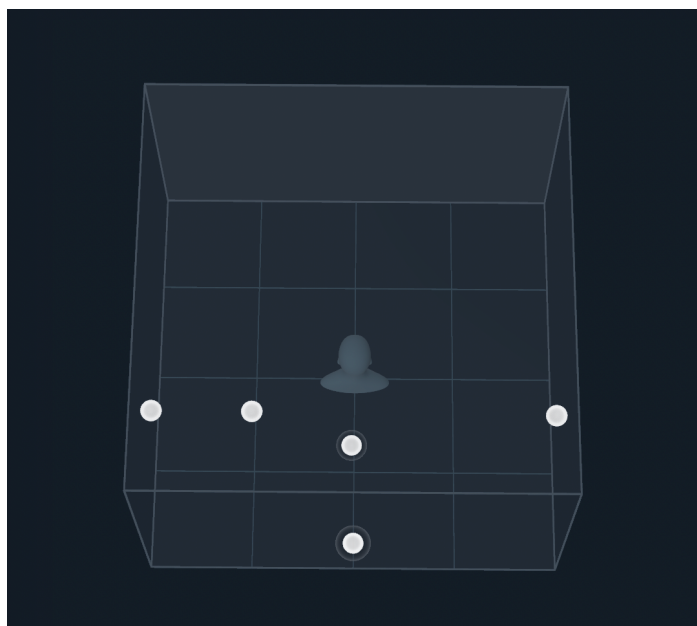
Vizuálnym rozdielom je akurát to, že *3D Object Panner* ukazuje polohu po ose z na obrázku. *Surround Panner* má len funkciu *Elevation* (výška), ktorá vykonáva to isté, len si tú polohu musíme vizuálne domyslieť.

5.2.1 Bicie nástroje

Začal som postupne, najskôr bicími nástrojmi. Mojim cieľom bolo, aby zneli vzdialene a akoby spoza hlavy. Držal som sa bežného stereo „rozpoloženia“ po ose x , no experimentoval som s osami y a z . Napríklad veľký bubon a malý bubon boli umiestnené v strede, vzadu a na úrovni uší. No a „overhead“ mikrofóny boli panorámované do strán, bližšie k stredu a nad úroveň uší. Rovnako tak som nastavil aj počiatočnú hlasitosť, aby to znelo čo najviac vzdialene, no predsa konkrétne.



Obr. č. 24 Veľký bubon - panoráma



Obr. č. 25 Bicie nástroje v celkovom spektre

5.2.2 Basgitarra

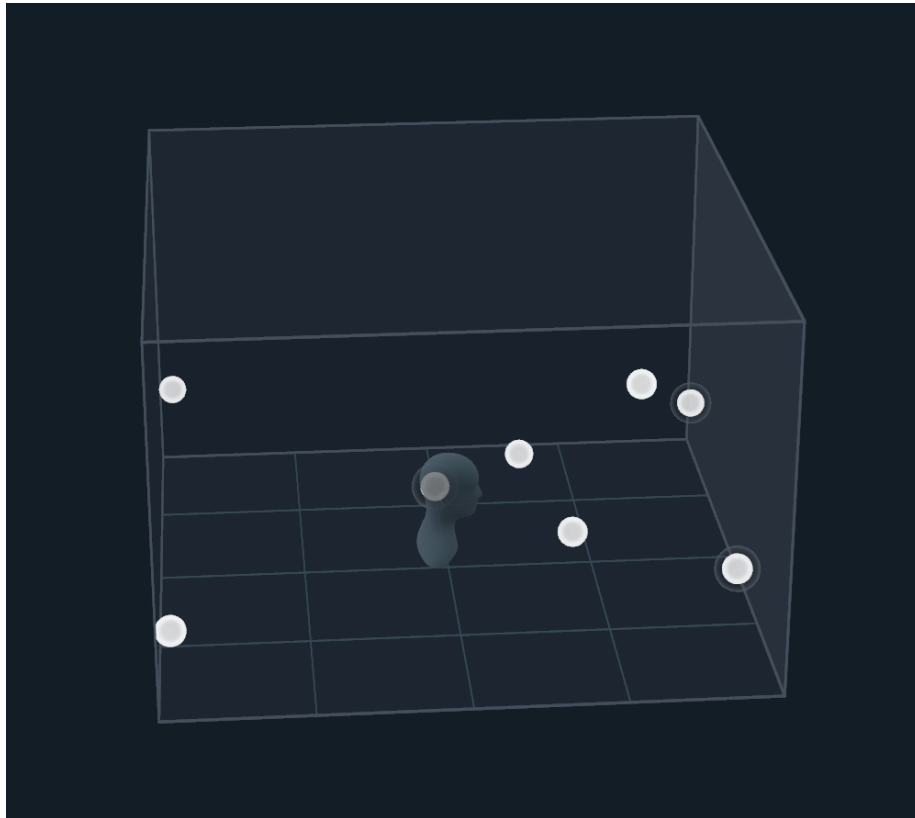
Kvôli väčšej prieraznosti a dôslednejšiemu „lowendu“ sú obe stopy basgitary umiestnené v priestore rovnako ako veľký bubon. Totožne som pracoval aj s hlasitostným pomerom, aby veľký bubon a basgitarra zneli celistvo. Samotná basgitarra pozostáva z dvoch stôp: Basgitarový aparát snímaný mikrofónom a upravená basgitarová linka s väčším dôrazom na sub-basových frekvenciách.

5.2.3 Gitary

Pri gitarách sa dalo experimentovať oveľa viac, keďže už v stereo verzii skladby boli panorámované čo najviac do strán. Skupina „gitary“ pozostáva z viacerých druhov gitár – akustické - rytmické, elektrické – rytmické, elektrické - sólové či „efektové“. Každá z rytmických stôp bola nahratá na dva krát, pre pocit „falošného“ stera, čo umožnilo väčšiu slobodu pri umiestňovaní v priestore v samotnom „atmos“ mixe.

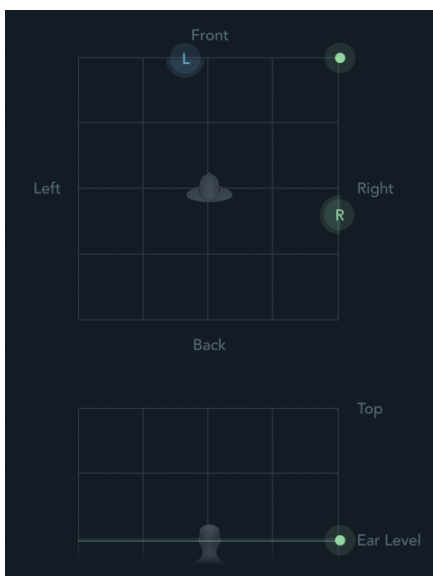
Akustické gitary boli polohované viac vzadu, do úrovne uší, každá zo stôp do opačnej strany (ľavá - pravá), a to pre pocit aby hrali akoby za poslucháčovou hlavou, rovnako tak som im pomohol aj hlasitosťou. Presne pri vytváraní panorám akustických gitár som si všimol zmenu charakteru zvuku pri pohybe v priestore. Ak boli na *Surround Panner-i* akustické gitary posúvané viac dozadu, tak strácali farbu na vyšších frekvenciách a menil sa ich charakter, konkrétnosť.

Rytmická sekcia elektrických gitár bola umiestnená nad úroveň uší vpredu, ale s menším rozpätím ako akustické gitary. Čo sa týka sólových a „efektových“ gitár, tak tie boli automatizované tak, aby ich zvuk krúžil okolo hlavy poslucháča.



Obr. č. 26 Umiestnenie gitár v 3D spektre

5.2.4 Keys

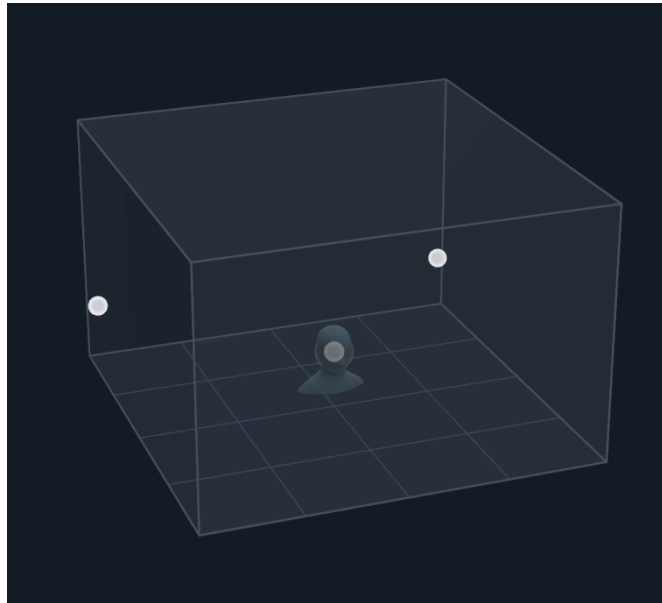


Obr. č. 27 Panoráma Piana

Podskupina nástrojov s označením „Keys“ obsahuje dve stereo stopy. Konkrétne ide o piano a syntetizátor. Ako je vidieť na obrázku č. 27, tak piano je umiestnené vpredu pred poslucháčom so stredom na pravej prednej strane, pričom jeho stereo báza bola umiestnená netradične, a to tak, že ľavá strana klaviatúry je na strede a pravá strana klaviatúry v úrovni pravého ucha (obrázok č. 26). Zvuk syntetizátora je rovnako ako sólové elektrické gitary panoramovaný tak, aby krúžil okolo hlavy.

5.2.5 Hlavný spev

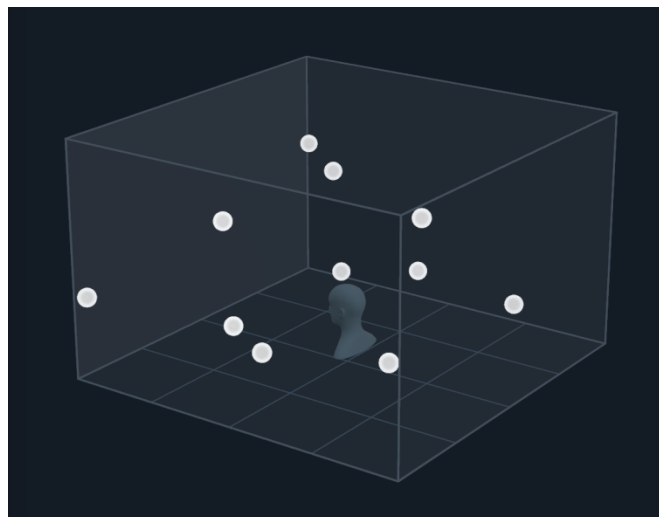
Sekcia „Hlavný spev“ obsahuje hlavný vokál, podporný (double) vokál na refrénoch a dve stopy s harmóniou (druhým hlasom). Hlavný vokál som umiestnil priamo na stred, aby to znelo priamo v poslucháčovej hlave (tak, ako keby to spieval on). Rovnako tak je umiestnený aj podporný vokál, ale s oveľa nižšou hlasitosťou a harmónie sú umiestnené po stranách vzadu priestorového spektra.



Obr. č. 28 Umiestnenie sekcie „Hlavný spev“
v celkovom spektre

5.2.6 Zbory

Zbory obsahujú viacero zvukových stôp s rôznymi druhmi vokálnych harmónií, a sú umiestnené rôzne po priestore, pre lepší efekt.



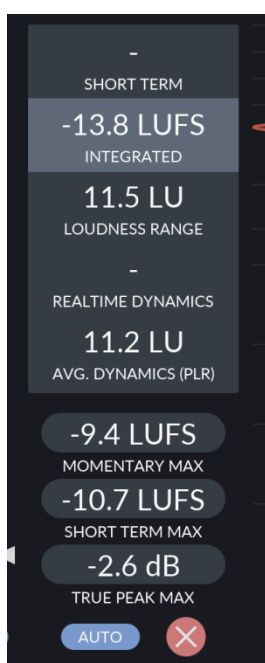
Obr. č. 29 Sekcia „Zbory“ v celkovom spektre

5.3 Reverb a delay

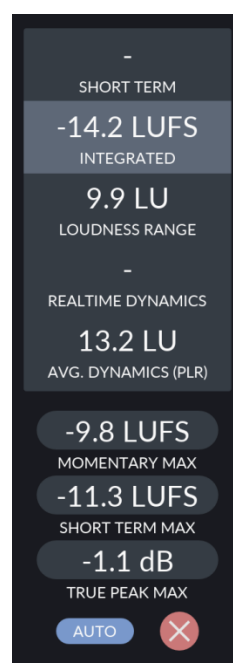
Vzhľadom na to, že stopy v multitracku neobsahovali žiadne priestorové úpravy, bolo potrebné ich pridať. Schválne som používal multitrack bez týchto úprav, pretože by sa jednotlivé nástroje už s vyrenderovaným reverbom či delayom nesprávali v priestore adekvátne. Priestor by znel len v mieste umiestnenia daného nástroja, nie po celej 3D zvukovej škále. Tieto zvukové úpravy sú vykonané pomocou pluginov cez „sendy“ a auxiliárne výstupy, ktorých priestorová informácia je umiestnená na stred spektra, aby sa daný efekt prejavoval v celom spektre.

5.4 Výsledné vyrovnanie hlasitosti a export

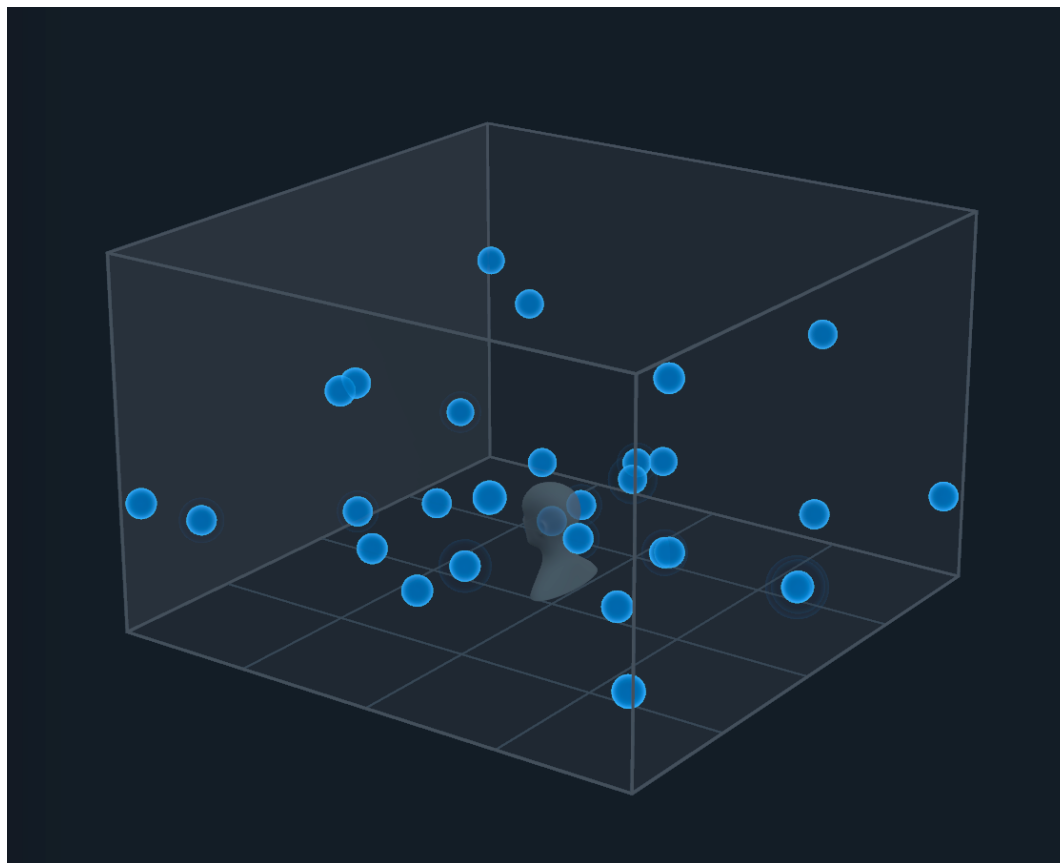
Po umiestnení a vyrovnaní zvuku každého nástroja som dorovnal pomery podľa potreby tak, aby všetko znelo vyrovnané, respektíve, aby vynikli veci tak, ako som plánoval. Rovnako tak som používal stereo verziu ako referenciu pre porovnanie ekvalizačného spektra. Nebral som to ale ako vec, ktorá by určovala, ako by mal znieť celkový atmos mix. Skôr to slúžilo len pre akési porovnanie farby. Jediné, na čo som sa pri porovnávaní sústredil, bola celková hlasitosť. Stereo verzia piesne mala -13,8 LUFS, atmos verziu sa mi podarilo aspoň približne dorovnať k stereu a to hodnotou -14,2 LUFS, čiže sa dá povedať, že hlasitosť oboch verzií je približne rovnaká. Ako som vyššie spomínal, pre monitorovanie som použil viacero druhov slúchadiel, na ktorých som kontroloval, ako sa mix správa. Rovnako tak som použil pre porovnanie aj plugin od spoločnosti Dear Reality - Dear VR Monitor.



Obr. č. 30 Hodnoty LUFS
Stereo verzia



Obr. č. 31 Hodnoty LUFS
Binaurálna verzia



Obr. č. 32 Celkové pokrytie spektra výsledného mixu

Pri finálnom exporte „atmos“ mixu v programe Logic Pro X existujú dve možnosti. Buď sa exportom vytvorí pomocou funkcie „bounce to“ binaurálna stereo verzia, alebo ešte jestvuje druhý prípad, pri ktorom sa vytvorí ADM BWF súbor a ten rovnako ako aj DAMF (Dolby Atmos Master File) obsahuje metadáta celého projektu – hlasitostné zvukové údaje, súradnice objektov atď. Súbor je ale pre prehratie potrebné dekodovať pomocou tzv. Dolby Atmos matice (Dolby Atmos Ecoder). Zariadenie, ktoré tento dekodovací systém obsahuje, umožňuje atmos mix prehrať v akomkoľvek možnom zvukovom formáte, ktorým zariadenie disponuje (2.0, 5.1, 7.1, 7.1.4 atď., ako som spomínal v kapitole 3.4). Dekodovať sa dá ale aj pomocou programu Dolby Atmos Renderer, ktorý poskytuje 4 výstupné formáty – binaural, 2.0, 5.1 a 7.1.

Pre export som použil klasickú funkciu „bounce to“ a tú som neskôr porovnal s dekodovaným ADM BWF súborom do binaurálnej formy a výsledok bol totožný. Rovnako tak som verziu mixu v tomto formáte použil v posluchovom teste dotazníku.

Obidve verzie sú dostupné na tomto linku - https://utbcz-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/k_majer_utb_cz/Egiox975QI9EipSRAPRWhEBDCx91iuwyyDo9PHfCi8NgA?e=dZB9zx

6 VÝSKUMNÝ DOTAZNÍK

Po vytvorení „atmos“ binaurálneho mixu skladby som začal s prípravou prieskumu vo forme dotazníka. Otázky boli formulované hlavne na stanovenie rozdielov medzi obomi verziami, to j. medzi stereo verziou a „atmos“ verziou. Dotazník bol určený pre širokú verejnosť. Pre výrobu dotazníka som vybral platformu Google Docs. Na rozposielanie som použil médium Facebook a e-mailovú komunikáciu.

Cieľom prieskumu bolo na základe výsledkov určiť akýsi všeobecný názor širokej verejnosti na túto problematiku, bez toho aby im bolo povedané, ktorá z verzií skladby je ktorá. Súčasne sa pomocou výsledkov môže dedukovať smerovanie tohto formátu a všeobecne budúcnosť foriem počúvania hudby.

6.1 Obsah dotazníka

Na začiatku dotazníka je presmerovanie na cloud úložisko s posluchovým testom, kde sú obidva mixy piesne, konkrétne – *verzia 1*, *verzia 2*. Pričom prvá je stereo a druhá „binaural - atmos“. Prvé z otázok sú položené pre všeobecnú kategorizáciu ľudí, ktorí dotazník vyplňajú. Tieto všeobecné otázky obsahujú:

- vekové zaradenie,
- vzťah k hudbe/zvuku,
- zariadenia, na ktorých počúvajú hudbu bežne,

Ďalej pokračujú otázky už viazané na samotný posluchový test:

- typ slúchadiel použitých pri teste,
- či počujú medzi danými verziami nejaký rozdiel,
- ak rozdiel počujú, tak v čom,
- ktorá z verzií sa im páči viac,
- či je niektorá z verzií viac priestorová,
- či je niektorá z nahrávok hlasnejšia,
- a či už niekedy počuli o problematike – Hudba v „dolby atmos“

Celý dotazník je dostupný na tomto linku -

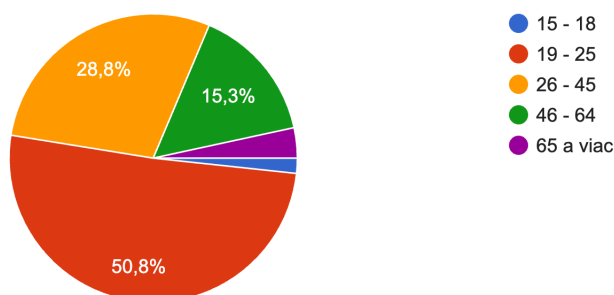
https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeqfOfLObKynUg5aMzcBRND7SQu7Kr1CCAiE_CnDi0l7oBdvA/viewform

6.2 Výsledky dotazníka

Do prieskumu sa zapojilo 59 ľudí. V tejto kapitole predstavím konečné výsledky výskumného dotazníka.

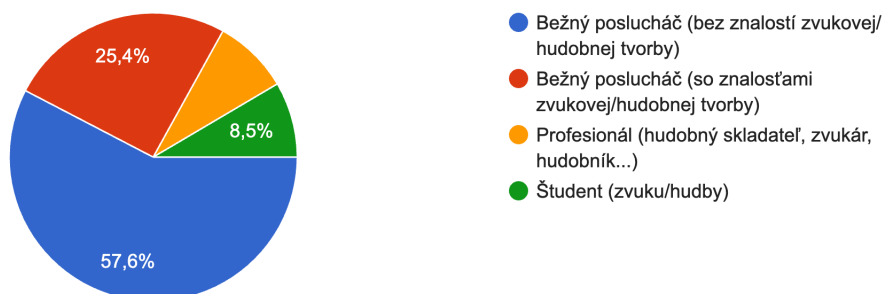
Podľa veku sú respondenti najviac zastúpení v skupine 19-25 (30). Nasleduje skupina 26-45 (17), 46-64 (9), 65 a viac (2) a nakoniec 15-18 (1).

Aký je Váš vek?
59 odpovedí



Čo sa týka vzťahu k hudbe, dominuje skupina *Bežný poslucháč (bez znalostí zvukovej/hudobnej tvorby)* (34). Nasledujú skupiny *Bežný poslucháč (so znalosťami zvukovej/hudobnej tvorby)* (15), *Profesionál (hudobný skladateľ, zvukár, hudobník...)* (5) a s rovnakým počtom respondentov je zastúpená aj možnosť *Študent (zvuku, hudby)*.

Aký je Váš vzťah k hudbe ?
59 odpovedí

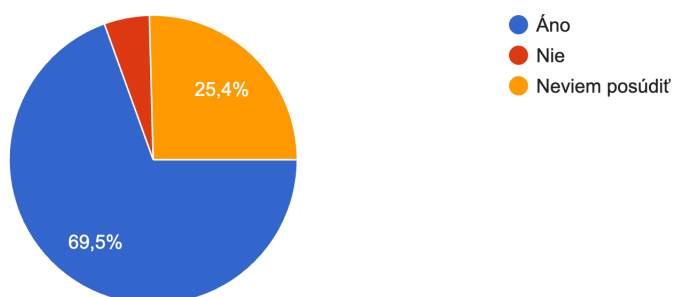


V otázke zameranej na reprodukciu hudby prevláda písomná odpoveď *slúchadlá*, menej populárne sú reproduktory, autorádio či telefón. To len dokazuje to, ako veľmi sú rozšírené streamovacie platformy. Čo sa týka značky/typu slúchadiel, na ktorých si respondenti nahrávky vypočuli, dominujú typovo *slúchadlá do uší* v zastúpení značiek Apple, Samsung či JBL.

Respondenti v otázke: „Počujete medzi jednotlivými verziami skladby nejaký rozdiel?“ odpovedajú nasledovne. Odpoveď *Áno* (41), *Neviem posúdiť* (14) a *Nie* (3). To potvrdzuje schopnosť poslucháča vnímať zvukové rozdiely v rovnakej piesni.

Počujete medzi jednotlivými verziami skladby nejaký rozdiel ?

59 odpovedí

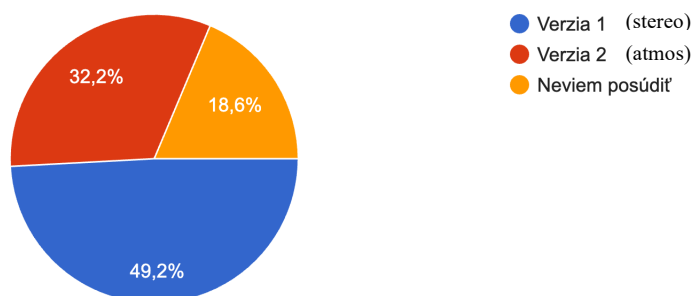


Ak však poslucháči mali popísať, v čom konkrétne počuli rozdiel, odpovede boli rôzne. Väčšinou sa však týkali vecí ako hlasitosť, priestor, dynamika, čistota zvuku. Rovnako tak respondenti opisovali ako sa napr. v druhej verzii nástroje nachádzajú okolo nich, ako keby boli v rovnakej miestnosti, kde nahrávka vzniká atď. Často sa však odpovede medzi sebou negujú. Jedna časť si myslí to, iná zase opak.

Odpovede na otázku: „Ktorá z verzií skladby sa Vám viac páči?“ ukazujú, že sa ľudia preferujú viacej *verziu 1* (29), ktorá s menším náskokom vedie pred *verziou 2* (19). Jedenásť ľudí nevie posúdiť, ktorá z verzií sa im páči.

Ktorá z verzií skladby sa Vám viac páči?

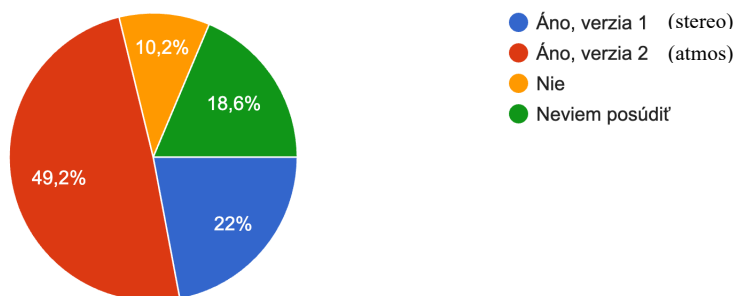
59 odpovedí



V otázke zameranej na priestorovosť odpovedali respondenti rôzne. Takmer polovica uvádza (29), že sa im zdá priestorovejšia *verzia 2*. Zvyšok odpovedí sa rozdelilo na dve časti, jedna si myslí, že je viac priestorová *verzia 1* (13), a druhá časť vybrala odpoveď *neviem posúdiť* (11). Šiesti poslucháči odpovedali, že priestorovosť nevidiajú.

Zdá sa Vám, že je niektorá z verzií skladby viacej ambientná/priestorová?

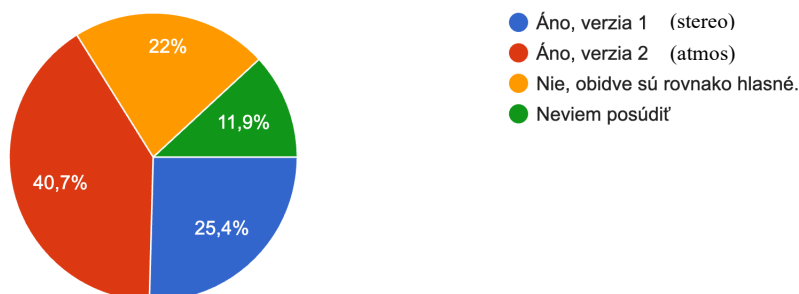
59 odpovedí



Čo sa týka otázky hlasitosti jednotlivých verzií, dominuje odpoveď, že hlasnejšia je *verzia 2* (24), nasleduje možnosť *verzia 1* (15), *obe nahrávky sú rovnako hlasné* (13) a *neviem posúdiť* (7). Zaujímavé je, že nahrávky majú veľmi podobnú hlasnosť, čo sa parametru LUFS týka. Dokonca *verzia 1*, je o čosi hlasnejšia. Myslím, že rozhodujúcim parametrom respondentov pre určenie hlasitosti bol hlavný spev, ktorý bol vo *verzii 2* prirezanější a hlasnejší, respektíve viac medzi nástrojmi vynikol. To len dokazuje, že práve spev je najdôležitejším faktorom, na ktorý sa poslucháči zameriavajú.

Zdá sa Vám niektorá z verzií skladby hlasnejšia?

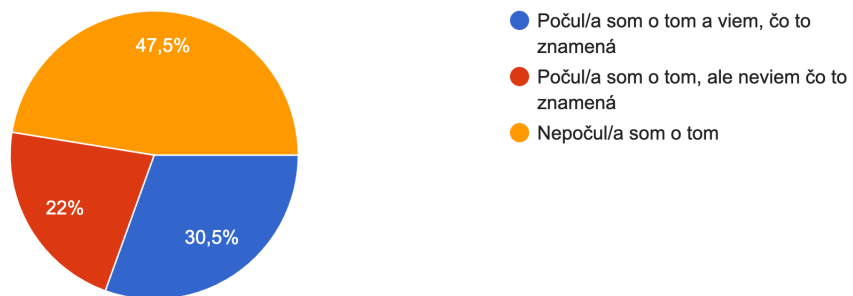
59 odpovedí



Na otázku zohľadňujúcu povedomie o téme „Hudba v Dolby Atmos“ odpovedali účastníci dotazníku nasledovne. *Nepočulla som o tom* (28), *Počulla som o tom a viem, čo to znamená* (18) a *Počulla som o tom, ale neviem čo to znamená* (13).

Počuli ste už niekedy o pojme "hudba v dolby atmos"?

59 odpovedí



Myslím si, že získané výsledky dotazníka len potvrdzujú predpoklad, ktorý som mal. A to, že u väčšiny respondentov sú najviac na počúvanie hudby rozšírené slúchadlá. Rovnako tak, že medzi jednotlivými verziami skladby počujú rozdiel a vo väčšine prípadov si myslia, že *verzia 2 (atmos)* je viacej priestorová, v čom majú pravdu. Myslel som si, že sa v otázke výberu „krajšej“ verzie zvíťazí *verzia 1* (klasické stereo), čo sa aj, dá sa povedať, potvrdilo. Na základe týchto výsledkov si nemyslím, že niekedy „atmos“ mixy nahradia klasické stereo. Myslím si, že buď úplne zaniknú alebo s väčšou pravdepodobnosťou budú popri stereu ďalej fungovať ako jedna z možností výberu formátu na počúvanie.

ZÁVĚR

Táto práca mi pomohla zdokonalit' sa v problematike vytvárania „atmos“ - binaurálneho zvukového mixu. Získal som rozsiahle informácie z histórie miešania zvuku v hudbe, a o vývoji „immersívnych – pohlcujúcich“ formátoch. Bolo prekvapujúce zistiť, že táto téma siaha až do dávnej minulosti. Taktiež som sa naučil nové poznatky o súčasných smeroch a postupoch v mixovaní zvuku populárnej hudby. Najväčším prínosom pre mňa bolo samotné vytváranie 3D mixu v analytickej časti.

Ak by som mal porovnať formát stera a „atmosu“ v hudbe, tak najväčším faktorom z poslucháčskeho hľadiska je priestor. V stereu počúvame skladbu ako už akýsi hotový produkt, pričom v immersívnom formáte sa nachádzame niekde uprostred hudby, sme ňou obkolesení, ako keby sme sa nachádzali na mieste kde vzniká. To mení celkový zážitok a všeobecne vytvára úplne nový pohľad na počúvanie hudby ako takej.

Súčasnne sa mení aj situácia zo strany zvuku. Otvára sa mnoho nových možností práce s panorámou, dozvukom či vzniká alternatíva nového univerzálneho formátu, ktorý by sa dal po dekódovaní pustiť na akomkoľvek zariadení, s rôznymi počtami zvukových kanálov. V ideálnom svete by to fungovalo, no všetko má svoju limitáciu. Podľa mňa potrvá ešte pár rokov, kým dospeje konverzia medzi jednotlivými zvukovými kanálmi do dokonalosti.

Momentálne je jediným osvedčeným výsledkom takého zvukového mixu binaurálna verzia, ktorá je určená pre slúchadlá, pretože vzniká s rovnakým monitoringom, ako má spotrebiteľ. Aj samotný prieskum potvrdzuje, že väčšina ľudí počúva hudbu najčastejšie práve na slúchadlách, takže budúcnosť by táto forma určite mala. Na druhej strane si podľa výsledkov dotazníka nemyslím, že s väčšou propagáciou tohto formátu by došlo k nejakej veľkej revolúcii a poslucháči by „opustili“ klasické stereo. Výsledky prieskumu naznačujú, že ľudia majú radi možnosť voľby, preto mienim, že budú vznikať nahrávky v oboch verziách a bude len na ľuďoch čo si vyberú. Súčasne predpokladám, že „hudba v Dolby Atmos“ nikdy nenahradí klasické stereo.

Čo sa budúcnosti týka, tento formát bude mať s veľkou pravdepodobnosťou úspech vo virtuálnej realite keď bude podporený obrazom (koncerty vo VR a podobne). Momentálne to je, z objektívneho hľadiska, pravdepodobne len nástrojom marketingu, ktorým korporácie ako Dolby Laboratories a Apple, kvôli konkurencii streamovacích platforiem na trhu, zháňajú nových zákazníkov.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BRECHT DE MAN, Matthew BOERUM, Brett LEONARD, Richard KING, George MASSENBURG a Joshua D REISS, 2015. *Perceptual Evaluation of Music Mixing Practices* [online]. [vid. 2022-11-09]. Dostupné

z: <http://www.eecs.qmul.ac.uk/~josh/documents/2015/DeMan%20Reiss%20-%20AES138.pdf>

MENDELSON, Rich, 2022. Mixing Music: What is Sound Mixing? *Berklee Online Take Note* [online]. Dostupné z: <https://online.berklee.edu/takenote/mixing-music-what-is-sound-audio-mixing/>

DAVID MILES HUBER a Robert E RUNSTEIN, 2005. *Modern recording techniques*. Boston: Focal Press. ISBN 9780240806259.

KOSMAS LAPATAS, 2014. *The Art of Mixing & Mastering* [online]. B.m.: Omnibus Press. Dostupné

z: https://www.academia.edu/11462759/The_Art_of_Mixing_and_Mastering

RUMSEY, Francis a Tim MCCORMICK, 2008. *Sound and recording : an introduction*. B.m.: Amsterdam Elsevier, Focal Press. ISBN 9780240519968.

NATIONAL MUSEUMS LIVERPOOL, [b.r.]. The emergence of multitrack recording. *National Museums Liverpool* [online]. Dostupné

z: <https://www.liverpoolmuseums.org.uk/emergence-of-multitrack-recording>

MARTIN, George a Jeremy HORNSBY, 1994. *All you need is ears : the inside personal story of the genius who created the Beatles*. New York: St. Martin's Press. ISBN 9780312114824.

ABBEY ROAD STUDIOS, 2021. Behind Abbey Road Studios' EMI TG12345 Console. *Abbey Road* [online]. Dostupné z: <https://www.abbeyroad.com/news/behind-abbey-road-studios-emi-tg12345-console-2604>

2011. Studio Recording Software | Audio Recorder Software | Audio Recorder | Audio Recorder Program. *web.archive.org* [online] [vid. 2022-11-09]. Dostupné

z: <https://web.archive.org/web/20110208092848/http://studiorecordingsoftware101.com/>

KAUL, Vinny, [b.r.]. A Short History Of Multitrack Recording (Everything You Need To Know). *Producer hive* [online]. Dostupné z: <https://producerhive.com/ask-the-hive/history-of-multitrack-recording/>

KEFAUVER, Alan P a David PATSCHKE, 2007. *Fundamentals of Digital Audio*. Middleton, Wis.: A-R Editions, Inc. ISBN 9780895796110.

POWER, Paul, 2014. *Future Spatial Audio: Subjective Evaluation of 3D Surround Systems* [online]. [vid. 2023-01-08]. Dostupné z: https://usir.salford.ac.uk/id/eprint/34100/1/P%20Power_Thesis_Final.pdf

HOFFMAN, Charles, 2020. Mono vs. Stereo Sound: The Difference Explained (With Audio Examples) | Black Ghost Audio. *www.blackghostaudio.com* [online]. Dostupné z: <https://www.blackghostaudio.com/blog/mono-vs-stereo-sound-the-difference-explained-with-audio-examples>

BORGERSON, Janet a Jonathan SCHROEDER, 2018. How stereo was first sold to a skeptical public. *The Conversation* [online]. Dostupné z: <https://theconversation.com/how-stereo-was-first-sold-to-a-skeptical-public-103668>

LAPORTE, Leo, 2004. Surround Sound at Home | The History of Surround Sound | InformIT. *www.informit.com* [online] [vid. 2022-11-21]. Dostupné z: <https://www.informit.com/articles/article.aspx?p=337317&seqNum=2>

DOLBY LABORATORIES INC., [b.r.]. *Surround Sound Past, Present, and Future A history of multichannel audio from mag stripe to Dolby Digital* [online]. Dostupné z: https://postproduciendoenlaev.files.wordpress.com/2018/02/surround_past-present.pdf

KÄUNE, Janis, 2021. Dive into the history of immersive audio. *Dear Reality* [online] [vid. 2023-01-08]. Dostupné z: <https://www.dear-reality.com/blogs/overview/dive-into-the-history-of-immersive-audio?fbclid=IwAR2qLCmeKDgA9P5a00nojNXXAxDeWpdVXhQcWAPjlAtbe97T2riChmvwKo>

HIGH FIDELITY, 2021. The Major Differences Between Stereo Audio vs. Binaural Audio vs. Spatial Audio. *www.highfidelity.com* [online]. Dostupné z: <https://www.highfidelity.com/blog/binaural-audio-vs-stereo-audio-vs-spatial-audio>

TECHTARGET CONTRIBUTOR, 2019. What is binaural sound (binaural beats)? - Definition from WhatIs.com. *WhatIs.com* [online]. Dostupné z: <https://www.techtarget.com/whatis/definition/binaural-sound>

MATTANA, Anthony, 2017. The History of Binaural Audio, Part 1: The First Experiments, 1881-1939. *www.linkedin.com* [online]. Dostupné z: <https://www.linkedin.com/pulse/history-binaural-audio-part-1-anthony-mattana>

FONSECA, Nuno, 2020. *All You Need To Know About 3D Audio* [online]. B.m.: Sound Particles. Dostupné z: www.soundparticles.com

STARARCH, Daniel, 1908. *Perimetry of the Localization of Sound*. B.m.: State University of Iowa.

WAVES AUDIO, 2021. 3D Audio on Headphones: How Does It Work? *waves.com* [online]. B.m.: Waves Audio. Dostupné z: <https://www.waves.com/3d-audio-on-headphones-how-does-it-work>

GRANT, M J, 2005. *Serial music, serial aesthetics : compositional theory in post-war Europe*. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 9780521619929.

BATES, Enda a Francis M. BOLAND, 2016. Spatial Music, Virtual Reality, and 360 Media. In: *Enda Bates*.

TALLIS, Thomas, 2004. Spem in Alium Nunquam Habui: a Motet for 40 Voices, Dostupné z: [https://www.cpd.org/wiki/index.php/Spem_in_alium_\(Thomas_Tallis\)](https://www.cpd.org/wiki/index.php/Spem_in_alium_(Thomas_Tallis))

WILLIAMSON, Marcus, 2013. Ray Dolby: Inventor who transformed sound reproduction. *The Independent* [online]. Dostupné z: <https://www.independent.co.uk/news/obituaries/ray-dolby-obituary-inventor-whose-noisereduction-technology-transformed-sound-reproduction-8815543.html>

THORNTON, Mike, 2022. Mixing Music In Dolby Atmos - Everything You Need To Know | Pro Tools - The leading website for Pro Tools users. *Production Expert* [online]. Dostupné z: <https://www.pro-tools-expert.com/home-page/2020/7/1/everything-you-need-to-know-about-dolby-atmos-home-entertainment-r57h5>

DOLBY, 2022. Conversation and live Q&A with Nashville producer and mix engineer, Jeff Balding | Dolby Atmos. *www.youtube.com* [online] [vid. 2023-01-08]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=pdAbOtYh6_w&t=

THIERS, Christoph, 2021. Music & Dolby Atmos – How Does 3D Mixing Work? | HOFA-College. *HOFA-College - ONLINE ACADEMY FOR AUDIO ENGINEERING & MUSIC PRODUCTION* [online]. Dostupné z: <https://hofa-college.com/post/music-dolby-atmos-how-does-3d-mixing-work/>

LOWE, Tom, 2020. Dear Reality dearVR PRO Creating An Immersive Soundscape. *Production Expert* [online]. Dostupné z: <https://www.pro-tools-expert.com/production-expert-1/dear-reality-dearvr-pro-creating-an-immersive-soundscape-free-tutorial>

DEAR REALITY, [b.r.]. dearVR PRO. *Dear Reality* [online] [vid. 2023-01-08]. Dostupné z: <https://www.dear-reality.com/products/dearvr-pro>

DOLBY, [b.r.]. Dolby Atmos Renderer. *professional.dolby.com* [online] [vid. 2023-01-08]. Dostupné z: <https://professional.dolby.com/product/dolby-atmos-content-creation/dolby-atmos-renderer/>

ROGERSON, Ben, 2021. Logic Pro 10.7 brings Dolby Atmos to Apple's DAW: mix your tracks in spatial audio. *MusicRadar* [online]. Dostupné z: <https://www.musicradar.com/news/logic-pro-spatial-audio-dolby-atmos--lil-nas-x>

ROTHERMICH, Edgar, 2021. Atmos In Logic Pro - Everything You Need To Know. *Production Expert* [online] [vid. 2023-01-07]. Dostupné z: <https://www.pro-tools-expert.com/production-expert-1/atmos-in-logic-pro-everything-you-need-to-know>

APPLE INC., 2022. Overview of the Dolby Atmos plug-in in Logic Pro. *Apple Support* [online]. Dostupné z: <https://support.apple.com/sk-sk/guide/logicpro/lgcpad99a338/mac>

BALLADEER STUDIO, [b.r.]. Atmos Mixing: Object Beds and Multi-objects, Part 1. *www.youtube.com* [online] [vid. 2023-01-24]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=rEKJHyQ64eI>

MUSIC TECH EXPLAINED, [b.r.]. Mixing in Dolby Atmos - How it Works.

www.youtube.com [online] [vid. 2023-01-24]. Dostupné

z: <https://www.youtube.com/watch?v=W54VcLaSMjM>

GOING TO 11, [b.r.]. Deciding Between Objects and Beds for Dolby Atmos Mixing.

www.youtube.com [online] [vid. 2023-01-24]. Dostupné

z: <https://www.youtube.com/watch?v=w0JCHPu8b80>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 Thomas A. Edison a Fonograf – Dostupné z:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c5/Edison_and_phonograph_edit2.jpg

Obr. č. 2 Emile Berliner a jeho Gramofónový systém – Dostupné z:

<https://www.dailytelegraph.com.au/news/germanborn-inventor-emile-berliner-was-the-man-behind-the-birth-of-the-vinyl-record/news-story/e44d6791152ebf890614c169acff378a>

Obr. č. 3 Ampex AG440 4-stopový rekrodér – Dostupné z:

<https://reverb.com/item/1345183-ampex-ag440-4-track-1-2-analog-reel-to-reel-recorder>

Obr. č. 4 Zvukový inžinieri štúdia Abbey Road a konzola TG12345 – Dostupné z:

<https://www.abbeyroad.com/news/behind-abbey-road-studios-emi-tg12345-console-2604>

Obr. č. 5 Tascam Portastudio 244 – Dostupné z: <https://mixdownmag.com.au/features/the-10-best-recordings-on-the-iconic-tascam-portastudio/>

Obr. č. 6 Power Macintosh 8500 – Dostupné z:

https://apple.fandom.com/wiki/Power_Macintosh

Obr. č. 7 Sansui QRX-5500 Quad 4 Channel Receiver – Dostupné z:

<https://www.flickr.com/photos/48136705@N05/4411990992>

Obr. č. 8 Fantasound - Personál obsluhující devět zvukových kanálů – Dostupné z:

https://en.wikipedia.org/wiki/Fantasound#/media/File:Fantasound_tracks.jpg

Obr. č. 9 Théâtrophone – Dostupné z: [https://www.invaluable.com/auction-](https://www.invaluable.com/auction-lot/theatrophone-1891-109-c-54c460daf9)

[lot/theatrophone-1891-109-c-54c460daf9](https://www.invaluable.com/auction-lot/theatrophone-1891-109-c-54c460daf9)

Obr. č. 10 Neumann KU 100 Dummy Head with Binaural Stereo Microphone – Dostupné

z: <https://en-de.neumann.com/ku-100>

Obr. č. 11 Dolby Noise Reduction System – Dostupné z:

https://en.wikipedia.org/wiki/Dolby_noise-reduction_system

Obr. č. 12 DearVR PRO – Dostupné z: [https://www.plugin-](https://www.plugin-alliance.com/en/products/dearvr_pro.html)

[alliance.com/en/products/dearvr_pro.html](https://www.plugin-alliance.com/en/products/dearvr_pro.html)

Obr. č. 13 DearVR MONITOR – Dostupné z: [https://www.pro-tools-](https://www.pro-tools-expert.com/production-expert-1/dearvr-monitor-tested)

[expert.com/production-expert-1/dearvr-monitor-tested](https://www.pro-tools-expert.com/production-expert-1/dearvr-monitor-tested)

Obr. č. 14 Sound Particles – Space Controller – Dostupné z:

<https://www.soundparticles.com/products/spacecontroller>

Obr. č. 15 Dolby Atmos Music Panner – Dostupné z:

https://professionalsupport.dolby.com/s/article/The-Dolby-Atmos-Music-Panner-v1-2-is-Now-Available?language=en_US

Obr. č. 16 Dolby Atmos Renderer – Dostupné z:

<https://professional.dolby.com/product/dolby-atmos-content-creation/dolby-atmos-renderer/>

Obr. č. 17 Surround panner – Dostupné z: [https://support.apple.com/sk-](https://support.apple.com/sk-sk/guide/logicpro/lgcp70a62f51/mac)

[sk/guide/logicpro/lgcp70a62f51/mac](https://support.apple.com/sk-sk/guide/logicpro/lgcp70a62f51/mac)

Obr. č. 18 Atmos Renderer – Dostupné z:

<https://www.soundonsound.com/techniques/logic-pro-mixing-atmos>

Obr. č. 19 Nastavenie formátu projektu: Dolby Atmos – Snímka obrazovky z programu Logic Pro X

Obr. č. 20 Výber monitoringu – Snímka obrazovky z programu Logic Pro X

Obr. č. 21 Sekcia – Bicie nástroje – Snímka obrazovky z programu Logic Pro X

Obr. č. 22 Surround Panner – Snímka obrazovky z programu Logic Pro X

Obr. č. 23 Object Panner – Snímka obrazovky z programu Logic Pro X

Obr. č. 24 Veľký bubon – panoráma – Snímka obrazovky z programu Logic Pro X

Obr. č. 25 Bicie nástroje v celkovom spektre – Snímka obrazovky z programu Logic Pro X

Obr. č. 26 Umiestnenie gitár v 3D spektre – Snímka obrazovky z programu Logic Pro X

Obr. č. 27 Panoráma Piana – Snímka obrazovky z programu Logic Pro X

Obr. č. 28 Umiestnenie sekcie „Hlavný spev“ v celkovom spektre – Snímka obrazovky z programu Logic Pro X

Obr. č. 29 Sekcia „Zbory“ v celkovom spektre – Snímka obrazovky z programu Logic Pro X

Obr. č. 30 Hodnoty LUFS Stereo verzia – Snímka obrazovky z programu Logic Pro X

Obr. č. 31 Hodnoty LUFS Binaurálna verzia – Snímka obrazovky z programu Logic Pro X

Obr. č. 32 Celkové pokrytie spektra výsledného mixu – Snímka obrazovky z programu Logic Pro X

PŘÍLOHY

Príloha č. 1 – Výskumný dotazník:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeqfOfLObKynUg5aMzcBRND7SQu7Kr1CCAiE_CnDi017oBdvA/viewform

Príloha č. 2 – Nahrávky z posluchového testu dotazníka: [https://utbcz-](https://utbcz-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/k_majer_utb_cz/Egiox975QI9EipSRAPWhEBDCx91iuwyyDo9PHfCi8NgA?e=dZB9zx)

[my.sharepoint.com/:f:/g/personal/k_majer_utb_cz/Egiox975QI9EipSRAPWhEBDCx91iuwyyDo9PHfCi8NgA?e=dZB9zx](https://utbcz-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/k_majer_utb_cz/Egiox975QI9EipSRAPWhEBDCx91iuwyyDo9PHfCi8NgA?e=dZB9zx)