

Unikátní role zvuku ve hře Counter-Strike 2

Petr Bušek

Bakalářská práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací
Ateliér Audiovize

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Petr Bušek
Osobní číslo:	K21236
Studijní program:	B0211P310005 Teorie a praxe audiovizuální tvorby
Specializace:	Zvuková skladba
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	1. Teoretická část: Unikátní role zvuku ve hře Counter-Strike 2 2. Praktická část: Zvuková skladba audiovizuálního díla (vyrobeného v systému řízené výroby FMK) v minimální délce 12 minut, ve výstupní kvalitě uvedené ve Výrobní knize AAV. Zvuková skladba souboru audiovizuálních děl oficiálně schváleného před odevzdáním Výrobní komisí ateliéru Audiovizuální tvorba, ve výstupní kvalitě uvedené ve Výrobní knize AAV. Zvuková skladba souboru krátkých animovaných filmů v celkové délce 10 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 15 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 řízení výroby FMK) v minimální délce 12 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) Zvuková skladba souboru krátkých animovaných filmů v celkové délce 10 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 SZS 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 bakalářské 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.

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

Seznam doporučené literatury:

COLLINS, Karen. Playing with Sound: A Theory of Interacting with Sound and Music in Video Games [online]. 2013. The MIT Press, 2013 [cit. 2024-01-27]. ISBN 0262018675. Dostupné z: <https://www.amazon.com/Playing-Sound-Theory-Interacting-Music/dp/0262018675>

GRIMSHAW, Mark. SOUND AND IMMERSION IN THE FIRST-PERSON SHOOTER [online]. Wolverhampton, 2007 [cit. 2024-01-27]. Dostupné z: https://wlv.openrepository.com/bitstream/handle/2436/35995/Grimshaw_CGAMES07.pdf?sequence=2&isAllowed=y. Bakalářská. University of Wolverhampton.

VALVE CORPORATION. Release Notes for 8/2/2018 [online]. 2018 [cit. 2024-01-27]. Dostupné z: <https://blog.counter-strike.net/index.php/2018/08/20763/>

VALVE CORPORATION. Release Notes for 10/17/2023 [online]. 2023 [cit. 2024-01-27]. Dostupné z: <https://store.steampowered.com/news/app/730/view/3717217413224276644>

VALVE CORPORATION. VoiceEncoder_Speex.cpp [online]. 2007 [cit. 2024-01-27]. Dostupné z: https://github.com/VSES/SourceEngine2007/blob/master/se2007/engine/voice_codecs/speex/VoiceEncoder_Speex.cpp

LI, Zhenyang. Reversing Steam Voice Codec [online]. 2021 [cit. 2024-01-27]. Dostupné z: <https://zhenyangli.me/posts/reversing-steam-voice-codec/>

EKMAN, Inger. Meaningful Noise: Understanding Sound Effects in Computer Games [online]. Tampere, 2005 [cit. 2024-01-27]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/224927551_Meaningful_Noise_Understanding_Sound_Effects_in_Computer_Games. Bakalářská. University of Tampere.

RAPP, Marcus. Interpreting Informative Sounds [online]. Skövde, 2022 [cit. 2024-01-27]. Dostupné z: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1678270/FULLTEXT01.pdf>. Magisterská. University of Skövde. Vedoucí práce Björn Berg Marklund.

Vedoucí bakalářské práce: **MgA. Pavel Hruša**
Ateliér Audiovize

Datum zadání bakalářské práce: **2. prosince 2024**
Termín odevzdání bakalářské práce: **16. května 2025**

L.S.

Mgr. Josef Kocourek, Ph.D.
děkan

MgA. Irena Pustina Kocí, Ph.D., MBA
vedoucí ateliéru

Ve Zlíně dne 2. prosince 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

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

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně, dne

.....
podpis autora

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá unikátní rolí zvuku ve hře Counter-Strike 2. Dává si za cíl vysvětlit, čím je zvuk ve hře Counter-Strike 2 specifický a proč je pro hraní této hry zásadní. Rozebírá informativní prvky zvukového designu této hry a vysvětluje jejich roli, specifika a dopad, který mají na hráče. Do hloubky se věnuje metodice herního zvuku a jeho implementaci do herního enginu. V praktické části je popsána tvorba vlastního herního prototypu online hry pro více hráčů s demonstrací zvukové implementace, která je po technické stránce inspirovaná hrou Counter-Strike 2. Práce slouží jako úvod do problematiky herního zvuku a přehled možných postupů práce na herním zvuku.

Klíčová slova: herní zvuk, counter-strike 2, role zvuku, prvky zvuku, fps, earcon, source 2, unity engine

ABSTRACT

This bachelor's thesis explores the unique role of sound in the game Counter-Strike 2. It aims to explain what makes sound in Counter-Strike 2 specific and why it is essential for playing the game. It analyzes the informative elements of the game's sound design and explains their function, characteristics, and the impact all these elements have on the player. The thesis delves into the methodology of game-sound and its implementation into the game engine. The practical part describes the development of a custom-made prototype of an online multiplayer game, including a demonstration of sound implementation, the technical side of which is inspired by Counter-Strike 2. This thesis serves as an introduction to the field of game-sound and provides an overview of possible approaches to working with sound in videogames.

Keywords: gaming sound, counter-strike 2, the unique role of sound, sound design, fps, earcon, source 2, unity engine

Rád bych zde poděkoval svému vedoucímu práce, MgA. Hrudovi, za konzultace, bratranci Adamovi za podněty programátorské povahy při tvorbě praktické části práce a zbytku své rodiny a přítelkyni za podporu.

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

OBSAH

ÚVOD.....	13
I TEORETICKÁ ČÁST	14
1 PŮVOD ZVUKU HRY COUNTER-STRIKE	15
1.1 PŘEDSTAVENÍ COUNTER-STRIKE 2	15
1.2 INFORMATIVNÍ ROLE ZVUKU	16
2 PRVKY ZVUKOVÉHO DESIGNU	17
2.1 KROKY	17
2.2 STŘELBA A ZVUKY ZBRANÍ	18
2.3 DOPADY KULEK, GRANÁTŮ A ZBRANÍ.....	20
2.4 HLASY POSTAV.....	21
2.5 ZVUKY ZÁSAHŮ HRÁČŮ	22
2.6 HUDBA A ZVUKY BOMBY	22
2.7 VOICE-CHAT.....	24
2.8 ATMOSFÉRICKÉ ZVUKY A SCENÉRIE	25
2.9 UI A EARCONY	25
3 ZVUKOVÉ ROZHRANÍ.....	27
3.1 HRTF	27
3.2 PROPAGACE ZVUKU VE 3D PROSTŘEDÍ	27
3.3 MOŽNOSTI ZVUKOVÉHO NASTAVENÍ	28
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	30
4 POUŽITÉ TECHNOLOGIE.....	31
4.1 HERNÍ ENGINE	31
4.2 GRAFICKÉ ROZHRANÍ	32
4.3 NETWORKING.....	33
4.4 PŘEHRÁVÁNÍ ZVUKU	33
4.5 AKUSTIKA	37
ZÁVĚR	39
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	41
SEZNAM OBRÁZKŮ	43
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	44
SEZNAM PŘÍLOH.....	45

ÚVOD

Tato práce se zabývá specifickou rolí zvuku hry Counter-Strike 2. Toto téma jsem si vybral z několika důvodů. Kromě osobního zájmu je za mě herní zvuk oblastí, která, ačkoli je velmi zajímavá, bývá někdy opomíjená. Herní průmysl je masivní a nadále se rozvíjí a s ním i požadavky na kvalitu her. Herní zvuk vnímám nikoli jen jako doplnění hry, ale jako její nedílnou součást. Zároveň se jedná o poměrně nové téma, které zatím není dobře zmapované. Většina prací, které se herním zvukem zabývají, se soustředí na imerzivitu, zatímco tato práce se soustředí na informativní roli zvuku. Counter-Strike 2, který vyšel v roce 2023 jako aktualizace populární herní série s dlouhou historií, této informativní roli zvuku hojně využívá a její zpracování považuji za unikátní ve své propracovanosti.

Cílem této práce je prozkoumat, čím je konkrétně zvuk ve hře Counter-Strike 2 unikátní a představit důvody, proč je pro tuto hru zásadní. Dále tato práce definuje prvky zvukového designu této hry a vysvětluje jejich roli, specifika a dopad, jaký mají na hráče. V rámci práce je nejprve představen teoretický rozbor role zvuku ve hře Counter-Strike 2 a jednotlivé prvky zvukového designu. Dále se věnuji technické stránce zvukového rozhraní. Za účelem demonstrování metodiky herního zvuku jsem vytvořil zjednodušenou verzi hry, inspirovanou Counter-Strike 2, kde jsem si vyzkoušel implementaci těchto technik, což popisuje praktická část práce.

I TEORETICKÁ ČÁST

1 PŮVOD ZVUKU HRY COUNTER-STRIKE

Herní zvukový design sice vychází z filmového zvuku, ale v mnohém se liší. Prvním a nejzásadnějším rozdílem je, že herní zvuk není lineární. Není vázaný na snímek filmu, nýbrž je součástí hráčovy akce. O tomto píše Karen Collins v její publikaci z roku 2013¹. Zvuk hry Counter-Strike 2 vychází ze hry Half-Life (1998) pro kterou byl původně Counter-Strike modifikací. Firmě Valve, vývojáři hry Half-Life, se nápad a jednoduchost Counter-Strike zalíbila a práva na tuto modifikaci odkoupila. Od té doby firma Valve vydala mnoho nových her s tematikou Counter-Strike, ale na rozdíl od ostatních herních sérií je v této kladen mnohem větší důraz na kompetitivnost.

V této práci se primárně zaměřuji na nejnovější a nejúspěšnější hru z této série, ale základy zvuku, které položila již první zmíněná iterace hry, se nezměnily.

1.1 Představení Counter-Strike 2

Counter-Strike 2 je FPS (First Person Shooter), neboli kompetitivní „střílečka“ z vlastního pohledu. Pro pochopení této práce je důležité vědět, o čem tato hra je, co je v ní podstatné a jak ve hře probíhá běžné kolo. Proto bych zde rád krátce představil princip této hry.

Po spuštění hry automatický systém vybere 2 týmy o 5 hráčích a umožní jim hlasovat o mapě (prostředí), na které chtějí hrát. Na výběr mají ze 7 map, což sice není mnoho, ale hráči to zároveň dává možnost každou mapu důvěrně znát. Po výběru mapy se hráči společně objeví na herním serveru. Jeden tým je „teroristický“ s názvem „T“ (vychází z anglického slova terrorists) a druhý „proti-teroristický“ s názvem „CT“ (vychází z anglického názvu counter-terrorists). Oba týmy dostanou 3 minuty na to, aby se hráči spolu před zápasem seznámili a domluvili se na taktice. Tým T má za úkol se v časovém limitu kola probojovat s bombou na označené místo A nebo B. Tam musí bombu položit a bránit ji před týmem CT, dokud neexploduje, nebo nebude tým CT eliminován. Tým CT má naopak za úkol týmu T zabránit, aby se na bod A, nebo B dostali. Pokud se jim to nepodaří, mají další dvě možnosti. Team T eliminovat, nebo bombu zneškodnit. Tým, který vyhraje kolo dostává bod a tým s 13 body vyhrává zápas. V půlce zápasu se týmy vymění, oba 2 týmy tedy musí umět bránit i útočit. Na začátku každého kola si hráč může zakoupit lepší zbraň, granáty různých typů, nebo třeba helmu. Větší obnos herních peněz hráč ovšem získává pouze za eliminaci nepřátel

¹ COLLINS, Playing with Sound: A Theory of Interacting with Sound and Music in Video Games, 2013.

a vyhraná kola. Za prohrané kolo dostává hráč minimum, je tedy důležité neutratit každé kolo vše, co hráč má.

Counter-Strike je velmi rychlá, ale zároveň metodická hra, kde spolu musí celý tým dobře spolupracovat, aby získal výhodu nad nepřátelským týmem. Jakou roli tedy hraje v této hře zvuk? Ve FPS hrách je zorné pole cca 90 stupňů, což ponechává informace ze zbylých 270 stupňů čistě na zvuku. Hráč také například nevidí za roh, ale má šanci slyšet, co se tam děje. To všechno dává velký důraz na zvuk ve hře, kde se rychlost, informovanost o nepříteli a taktika počítá nejvíce. Rád bych rozebral informativní prvky zvuku této hry a vysvětlil, proč jsou tolik potřebné pro hráče této hry a čím ji dělají komplexnější a unikátní.

1.2 Informativní role zvuku

Hry většinou využívají zvuk za účelem vtáhnutí hráče do akce, nebo příběhu. Tomu je tak v Counter-Strike samozřejmě také, ale nemyslím si, že to je jeho primární rolí. Jak jsem již naznačil výše, myslím, že primární role zvuku v této hře je informativní. Podává hráči mnohé nezbytné informace o věcech, které ještě neměl šanci vidět, nebo dokonce vidět vůbec nejsou. Tato informativní role není v oblasti her unikátní, ale rozsah, ve kterém je ve hře Counter-Strike 2 využíváná, je. Až na pár zvukově estetických výjimek, jsou zde zvuky pouze informativní. Co považuji za informativní zvuk? Jedná se o zvuky, které hráči předávají informaci, kterou by jinak nemohl zjistit, nebo by bylo složité ji hráči jinak předat. Čím menší informativní význam zvuky ve hře Counter-Strike 2 mají, tím jsou tišší a pokud informativní roli zcela postrádají, většinou ani nejsou sdílené mezi všemi hráči na serveru. Counter-Strike si totiž dobře uvědomuje, že není třeba vždy dodržet realismus ve zvuku pro to, aby se hráč ponořil do herního zážitku².

² GRIMSHAW, Sound and Immersion in the First-Person Shooter, 2007.

2 PRVKY ZVUKOVÉHO DESIGNU

Ve hře Counter-Strike 2 má každý prvek zvukového designu svůj prostor. Množství práce, které si vývojáři s touto hrou dali, je zřetelné v detailech. Některé může nezkušený hráč zcela přeslechnout, nebo ignorovat v domněnku, že se jedná o běžné zvuky boje, ale zkušenému hráči mohou přinést podstatnou výhodu.

Counter-Strike pro udržení pořádku ve své zvukové složce využívá mnohých technik. Jednou z nejdůležitějších je, že ne všechny zvukové prvky, které slyší hráč (například ze své zbraně, z oblečení a od své postavy) jsou slyšitelné ostatními hráči. Tyto zvukové prvky se nazývají prvky lokálními, jelikož jediný, kdo je může slyšet je „lokální hráč,” neboli on sám. Tyto prvky nejsou synchronizované přes internet. Většina zvuků jsou však zvuky „sdílené.” U těch se zase ale může lišit hlasitost, kterou slyší lokální hráč, od hlasitosti, kterou slyší ostatní. Dobrým příkladem toho je, že kroky jiného z hráčů, když běží vedle vás, jsou hlasitější, než ty vaše.

Jak jsem již naznačil, realismus a imerze není v této hře podstatou. Důležitá je informativní hodnota a přehlednost zvuku. Rád bych se nyní podíval na individuální složky zvukového designu a analyzoval jejich funkci a dopad na hráče.

2.1 Kroky

Jako první bych se rád zaměřil na informativní hodnotu kroků ve hře Counter-Strike 2. Eliminování nepřátelského hráče je poté, co je spatřen, velmi rychlé. Proto je pro hráče velmi cenné předem vědět, kde nepřítel je, ještě dříve, než bude vůbec spatřen. Nejjednodušším způsobem, jak tuto informaci získat, je poslouchat kroky. Ty jsou ve hře Counter-Strike 2 středem pozornosti. Jsou nerealisticky hlasité, každý povrch, po kterém se hráč může projít dělá jiný, dobře rozpoznatelný zvuk, a mapy, na kterých se zápasy této hry odehrávají s těmito vlastnostmi také počítají. Například na mapě „Anubis”, která se odehrává v Egyptě, jsou dvě patra střední části mapy. Střední mapy zpravidla bývají pro Counter-Strike velmi důležité, jelikož tým, který má nad prostředkem mapy kontrolu, může rychleji reagovat na taktiku nepřátelského týmu. Proto je nutné, aby hráč byl schopný již při prvním poslechnutí zjistit, zda jdou kroky ze spodní, nebo horní části mapy. To řeší chytrý design této mapy. Zatímco na vrchní části mapy je země z pískovce, spodní část je zatopená. Díky tomuto detailu je mapa o dost přehlednější.



Obrázek 1 - Ukázka střední části mapy „Anubis“

(zdroj: vlastní)

Další informace, které kroky hráči poskytují jsou – vzdálenost a směr nepřítele, směr chůze, nebo jestli nepřítel skáče. Tyto detaily zvuku jsou poznat díky okluzi zvuku, reverberaci 3D prostor, binaurálnímu post-processingu a HRTF (Head-Related Transfer Function).

Jak se má tedy hráč vyhnout prozrazení své pozice svými kroky? Ve hře se nachází možnost plížení, kterou hráč zapne podržením tlačítka shift. Když se hráč plíží, jeho kroky sice nejsou vůbec slyšet, ale pohybuje se o 60 % pomaleji, což ho dělá jednodušším cílem. Jediné zvuky, které pak hráč dělá, když se plíží, jsou zvuk skoku a kroky při dopadu z větší výšky.

2.2 Střelba a zvuky zbraní

Dalším důležitým, ale zároveň komplikovanějším prvkem, je střelba a další doprovodné zvuky zbraní. Začneme tedy od těch nejhlasitějších prvků a postupně se dostaneme k detailům.

Střelba je slyšet zpravidla přes celou mapu. Čím je zbraň „silnější“, tím je střelba slyšet dál. To hráči poskytuje informaci, z jakého směru, z jaké vzdálenosti a z jaké zbraně nepřítel střílí. Jediné zbraně, které se chovají jinak, jsou M4A1-S, MP7 a USP-S, což jsou zbraně s tlumičem. U těchto zbraní se dá pouze minimálně poznat z jaké vzdálenosti střílí a pokud jsou více, než 200 metrů daleko, jejich výstřely nejsou slyšet vůbec. Jsou slyšet pouze dopady kulek, a to hráče připraví i o informaci z jaké zbraně a z jakého směru výstřely jdou.

Tyto zbraně si však může koupit pouze tým „CT” a jsou slabší než jejich varianty bez tlumiče.

Dobře vymyšleným detailem je, že pokud je zbraň plně automatická, tak čím je „silnější,” tím zřetelnější jsou jednotlivé výstřely. Díky tomu může hráč počítat výstřely, ať již své vlastní zbraně, aby se nemusel dívat na uživatelské rozhraní, kolik mu ještě zbývá výstřelů, tak u zbraně nepřítele. Může tak spočítat, kolik nepříteli ještě zbývá nábojů. Na to navazujícím detailem je zvláštní „cvakavý” zvuk zbraní u posledních pár zbývajících kulek v zásobníku. Ten je slyšet pouze z malé vzdálenosti, ale bez nutnosti počítání nábojů oznámí nepříteli, že je zásobník protivníka téměř prázdný. Když se náhodou někdo pokusí vystřelit ze zbraně, která není přebíta, nebo soupeři již nezbývají žádné náboje, tento zvuk se ozve hlasitěji, aby oznámil, že nepřítel nemůže střílet. Kdo si tedy zvuku hry dobře všímá, může tak snadno získat značnou výhodu.

Dalším podstatným zvukem je zvuk nabíjení – každá zbraň má jiný, ale je dostatečně rozpoznatelný, aby byl srozumitelný i nováčkům. Když ho hráč slyší, ví, že je bezpečné se nepříteli ukázat. Při nabíjení je však také slyšet dopad zásobníku na zem. Tento zvukový detail je velmi důležitý, nepřítel se Vás totiž může pokusit nalákat tím, že pouze rychle vyndá a zandá zásobník. Hráč by tedy pokaždé měl důsledně poslouchat, jestli slyšel nepřítele zásobník doopravdy odhodit.

Zajímavou výjimkou jsou patrony dopadající na zem. Tady se dostáváme k již zmíněné kompetitivní a informativní funkci zvuku. Jelikož dopad kulek na zem není podstatnou informací pro nepřítele, není nepřítelem slyšitelný. Je tedy pouze lokálním zvukem. Toto pravidlo se nese celým Counter-Strike a u zbraní se vztahuje na více zvuků. Například přebíjení zbraní, které přebíjí po každém výstřelu, jako například AWP a SSG-08. Nebo třeba brokovnice, u kterých hráč po každém výstřelu musí znovu natáhnout. U poloautomatických brokovnic se zásobníkem je slyšet pouze výměna zásobníku, a ne individuální přebití mezi výstřely. Ve hře si může hráč prohlédnout zbraň, kterou zrovna drží. Tento zvuk je také pouze lokálním. Nebo když hráč změní zbraň, postava ji natáhne. Tato akce je viditelná i ostatním, ale není slyšet.

Některé zbraně mají dodatečné zvuky, jako například zbraně s optikou. Ty dělají zvuk pokaždé, když hráč zaměří, nebo přestane mířit. Tyto zvuky jsou sdílené, aby mohl nepřátelský tým poslouchat, jestli za rohem nestojí sniper. U zbraní s tlumičem je sdílený zvuk sundávání a nandávání tlumiče. Pistole Glock-45 se dá přepnout z klasického módu střelby na mód dávkové střelby a toto přepnutí je také sdílený zvuk.

Trochu jinak se chovají granáty. Když si hráč do ruky vezme granát, slyší šustění. To je, stejně jako všechny ostatní zvuky vytažení zbraní, pouze lokálním zvukem. Zajímavostí je, že zvuk vytažení čepu z granátu je také lokální. Pokud je však hráč eliminován dříve, než stihne granát zahodit, granát stejně vybuchne. To však dává smysl, když se podíváme na záznam jakéhokoliv profesionálního zápasu. Týmy často dojdou před bod A/B na mapě a připraví se na hození granátů jen na to, aby poté velitel týmu zavelel, že mění plán a celý tým musí granáty zase schovat. Pro kompetitivní aspekt této hry je důležitější neprozradit pozici týmu, který změní taktiku. Jediný granát, který se chová trochu jinak, je Molotovův koktejl, který dělá zvuk, když je zapálen. Zahození granátu je sdílený zvuk, který je stejný pro všechny granáty. Molotovův koktejl a zápalný granát (alternativa pro tým CT) vydávají zvuk ohně po dopadu, ten postupem času slábne až do bodu dohoření.

Dalším zajímavým detailem jsou kouřové granáty. Ty tiše syčí, když dělají kouřovou clonu, tón syčení se však mění se stářím clony. To dává hráči informaci o tom, jak dlouho ještě asi kouřová clona vydrží.

Dalším příkladem je „Decoy” (falešný) granát. Ten po dopadu začne dělat zvuky výstřelů ze zbraně, kterou hráč držel, než granát hodil. Má působit jako zvuková clona a zmást nepřítele.

Nebo oslepující granát, který hráči při oslepení zároveň odebere i sluch a nahradí ho zvukem pískání v uších. Tohoto efektu je docíleno pomocí lowpass filtru s rezonancí. Podobný efekt se ve hře vyskytuje i pokud granát vybuchne poblíž nějakého hráče. Na pár vteřin pak hráč přichází o sluch.

2.3 Dopady kulek, granátů a zbraní

V Counter-Strike jsou dopady kulek rozdílné, podle materiálu, na který dopadají. Většinou jde o zvuk, kterému hráč nepřikládá pozornost a pouze se přidává ke zvukům zápasu, ale i to má svou výjimku. Tenčí zdi v Counter-Strike lze prostřelit silnějšími zbraněmi. Hráči, kteří tuto hru hrají již déle a jsou zkušení, si pamatují místa na mapách, kde mohou být ohroženi střelbou na slepo, a proto v těchto bodech poslouchají nejen po výstřelech, ale i po dopadech kulek. Podle díry ve zdi a pozice dopadu kulky na zem se totiž dá odvodit úhel průstřelu a hráč má možnost palbu opakovat.

Zajímavější, než dopady kulek, jsou ale dopady granátů na zem. Poté, co je granát hozen, všechny granáty (až na Molotovův koktejl a zápalný granát, ty vydávají zvuk ohně)

letí tiše. Dalším podstatným zvukem pro hráče je tedy až dopad granátu. Ten je jiný pro každý granát. Pouze podle dopadu může tedy hráč poznat, jaký granát letí jeho směrem a vyhnout se jeho účinku efektivněji. Jediné dva granáty, které se špatně rozeznávají jsou oslepující a decoy. Ty vypadají velmi podobně a sdílí stejný zvuk dopadu, to je ovšem záměrem. Decoy granát zkušené hráče hry svým reálným určením nezmate (imituje zvuk zbraní a ukáže falešného nepřítele na mini-mapě), používá se tedy jako levnější alternativa k oslepujícímu granátu, který zmate nepřítele k otočení, aby se nenechal oslepit. Tím tento granát dostává funkce, které lze využít i na vyšší úrovni hry.

Dalším využitím pro zvuky dopadů granátů je kontrola, jestli kouřová clona, nebo jakýkoliv jiný granát dopadl tam, kam měl. Na nejvyšší úrovni této hry může jeden špatně hozený granát prohrát kolo, proto je užitečné poslouchat, jestli se odrazil tolikrát, kolikrát měl a pokud ne, postupovat opatrněji.

V neposlední řadě bych se rád podíval na zvuky dopadů zbraní na zem. Ty jsou rozdílné pro skupiny zbraní, jako například pistole, automatické zbraně, těžké zbraně, nebo zbraně se zaměřovačem. Tento zvuk pouze dává hráči informaci, že nepřítel odhodil zbraň, nebo si ji vyměnil se spoluhráčem, nebo jinou zvedl ze země.

Kde se tyto zvuky stávají podstatnými jsou zvuky bomby. U té je pokaždé dobře slyšet, když dopadne na zem. Když se týmu CT povede eliminovat nositele bomby a zajistit oblast kolem ní do konce kola, je to jednoduchý způsob, jak kolo vyhrát. Udržet bombu v bezpečí je tedy vždy prioritou. Bomba je také výjimkou tím, že je slyšet, když ji nepřítel zvedne ze země, pokud se tedy zrovna neplíží. To může prozradit pozici nemotorného nepřítele, nebo dokonce prohrát kolo.

2.4 Hlasy postav

Součástí personalizace herního zážitku je, že si hráč může vybrat a koupit vzhled postavy, za kterou v Counter-Strike 2 hraje. Těch je aktuálně ve hře přesně 60. Postavy nemají žádné speciální schopnosti, tato funkce se vztahuje pouze na vzhled a hlas postavy. Já se samozřejmě zaměřím na hlas postavy.

V průběhu kola slouží hráčova postava jako rychlá forma komunikace s týmem, aniž by musel použít Chat nebo Voice-chat. Když hodíte granát, postava zakřičí „Fire in the Hole!,” když oslepující granát, „Flashbang!” a podobně.

Dodatečné hlášky postav může hráč aktivovat pomocí radiálního menu, to obsahuje pokyny pro tým jako například „Držte pozici,“ „Nepřítel za rohem“ a další. Podstatné ale je, že hlasy postav slyší pouze členové stejných týmů. Nestane se tedy, že by se hráč prozradil nepříteli tím, že jeho postava náhle zakřičí.

2.5 Zvuky zásahů hráčů

Jelikož v Counter-Strike 2 nejsou ukazatele životů nad hlavou nepřátel, tento účel zastávají zvuky zásahů a krev. Počet uděleného poškození (životů ubraných nepříteli) se mění podle místa, kam je hráč zasažen, a s tím se mění i hlasitost zásahů. Zásahy do končetin dělají velmi tichý, „čvachtavý,“ poměrně hluboký zvuk. Zásahy do těla podobný, ale hlasitější. Zásah do hlavy je naopak poměrně vysoký a liší se podle toho, jestli na sobě zasažený měl helmu, nebo ne. S helmou je zvuk agresivnější a má silnější úder, bez helmy je o něco protáhlejší a pozvolnější. Je také v poměru s ostatními zásahy velmi hlasitý, a to i nehledě na vzdálenosti. Hráč ho nepřeslechne, ani kdyby byl nepřítel kilometr daleko. Pro spoluhráče je normálně hlasitý, aby nebyl rušivý a má více poznatelné směrové charakteristiky, takže si ho hráč ani při střelbě nesplete s vlastním.

V neposlední řadě bych se rád zaměřil na zvuky zásahu granátem. Když je hráč zasažen jakýmkoliv typem granátu, ať již pouze za letu, nebo při explozi, ozve se „šustivý“ zvuk, ten se ovšem opět drobně liší podle jeho zdroje. Pokud to byl zvuk zásahu letícím granátem, je krátký, jemný a tichý. Pokud je od exploze, je agresivní a překvapivě hlasitý. Hráč tím pádem může používat granát jako jednorázový způsob, jak zjistit, jestli na něj někdo nečeká za rohem. Zvuk zásahu hráče je totiž natolik hlasitý, že se dá jednoduše rozeznat od zvuku granátu a tím poznat, jestli granát vybuchl na prázdno, anebo někoho zasáhl. Podobný, ale méně rázný zvuk vydává zásah hráče Molotovovým koktejlem. Ten je slyšet natolik dobře, aby se hráč stihl otočit a zareagovat na nepřítele, který se jím snaží proběhnout.

Poslední unikátní zvuk se ozve, pokud hráč nepřítele eliminoval. Ten zní jako basový buben a slyší ho pouze hráč, který zasadil poslední výstřel.

2.6 Hudba a zvuky bomby

Přestože se může na první pohled zdát, že hudba a zvuky bomby nemohou mít nic společného, není tomu tak. Hudba má ve hře Counter-Strike 2 mnoho funkcí. Primární funkcí hudby ve hrách bývá budování atmosféry a imerze, což je samozřejmě podstatnou částí i v této hře, ale není zdaleka jedinou.

Jak jsem již vícekrát zmínil, filozofie zvuku v této hře je, že každý zvuk má svou informativní hodnotu pro hráče a hudba není výjimkou. Stejně jako postavu, si jako součást personifikace herního zážitku může hráč vybrat a koupit vlastní sadu hudby, která mu bude v Counter-Strike 2 hrát. Tyto sady však nejsou náhodné, ale jedná se o pečlivě vybrané části skladeb, sestříhaných do konkrétních délek, a to vše za účelem, aby se hudba nepletla do cesty ostatním, podstatnějším zvukům. Kdy hudba hraje má také přísná pravidla. Nejčastěji slyšíme hudbu na úplném začátku kola a na jeho konci. Na konci kola má však hudba velmi podstatnou roli. Když se týmu T zatím nepodařilo položit bombu, hudba začíná hrát 5 vteřin před tím, než jim vyprší čas. Tím přidává situaci na urgentnosti a předává informaci o zbývajícím času kola. Pokud se ovšem týmu T povede položit bombu včas, hudba na konci hraje pouze pro tým CT, a to 15 vteřin před koncem. Tím je upozorní, že pokud nemají zakoupenou sadu na zneškodnění bomby, mají 5 vteřin na to, aby bombu zneškodnili. Další gradace je 10 vteřin před koncem, kdy má hudba stejný účel, ale pro tým, který má sadu na zneškodnění bomby. Poslední změna je 5 vteřin před koncem, ta hráče informuje o tom, že jejich čas vypršel. Tempo-rytmus hudby zůstává mezi všemi skladbami, ze kterých si hráč může vybrat, stejný, situace tedy vždy dostatečně graduje. Primární funkcí hudby je tedy stejně jako u bomby pasivní předání informace hráči o časovém vymezení kola.

Bomba má dvě zvuková stádia. Dokud ji tým T drží v ruce, chová se stejně jako jakákoliv jiná zbraň a je tedy sama o sobě tichá. V ten moment, kdy je ovšem bomba položena na místo A nebo B, začíná 45vteřinový odpočet do výbuchu a konce kola. Ten se vyznačuje zrychlujícím se pípáním bomby. Podle rychlosti pípání si hráč týmu CT může odvodit, kolik času mu zbývá pro zneškodnění bomby. To ovšem není jediná informace, která je hráči tímto zvukem předána. Výška tónu pípání se totiž liší podle toho, jestli je bomba položená na místě A nebo B. Tuto změnu zavedla firma Valve v roce 2018 po incidentu v turnaji, kdy profesionální tým nemohl najít, kde je bomba položena³. Místo A má tón vyšší a místo B tón nižší.

Posledních 10 vteřin se přidává druhé pípání, které hlasitější a agresivnější. To je výsledkem změny z roku 2023, jelikož noví hráči nebyli schopni rozeznat posledních 10 vteřin na základě zmíněné hudební kulisy⁴.

³ VALVE CORPORATION, Release Notes for 8/2/2018, 2018.

⁴ VALVE CORPORATION, Release Notes for 10/17/2023, 2023.

Posledním zvukem bomby je exploze, anebo zneškodnění. Exploze zní stejně, nehladě na to, na jaké mapě se hráč nachází, a mění se pouze její hlasitost podle vzdálenosti od bomby. Zvuk zneškodnění bomby je ovšem komplexnější.

Zvuk zneškodnění bomby obsahuje 3 fáze, ze kterých se ale většinou ozvou pouze dvě. První fáze je zvuk, kdy hráč začne bombu zneškodňovat. Tento zvuk je tichý, ale přesto navržený tak, aby byl dobře slyšet přes téměř všechny ostatní zvuky ve hře. Tento zvuk je velmi důležitý, protože oznamuje hráči, že se nepřátelský tým pokouší bombu zneškodnit. Většina zvuků byla v průběhu let upravena tak, aby se s tímto zvukem nekryla. Druhá fáze zvuku je zajiskření, které se ozve pouze tehdy, když hráč přeruší zneškodnění bomby tím, že se pohne. 3. fáze zvuku oznamuje, že bomba byla zneškodněna.

2.7 Voice-chat

Hlasová komunikace je ve hře Counter-Strike 2 integrální. Většina hráčů nehraje tuto hru pouze se svými přáteli, a proto je potřeba mít jednoduchý způsob, jak se domluvit se svým týmem. Tento systém v průběhu let prošel řadou změn. Dříve například v půlce zápasu, když se prohazují týmy, na sebe týmy navzájem mohly mluvit, což ale nevedlo k ničemu jinému, než spoustě nadávek. Tato funkce byla tedy odebrána. V roce 2015 se také voice-chat dočkal dlouho očekávaného zlepšení kvality. Do roku 2015 používal Counter-Strike pro voice-chat kodek „speex“⁵. Ten byl do té doby ideální, jelikož nepotřebuje rychlé připojení k internetu, ale jeho kvalita přenosu není ideální. Byl navržen tak, aby byl schopný dynamicky přepínat kvalitu přenosu, a to od 2,4 kbps až po 15 kbps v 8 úrovních nastavení kvality. Modernizace hry a větší průměrná rychlost internetu ovšem volala po změně. Od té doby se používá kodek „CELT.“ Ten má kvalitu 22 kbps, 22 kHz, a nemá žádné dynamické přepínání kvality. Nezáleží tedy na rychlosti internetu, spoluhráčům je rozumět vždycky dobře. Tento nový kodek ovšem obsahuje variantu „CELT_HIGH“, která je schopná přenosu kvality až 44kbps, 44 kHz. Ta se ovšem doposud nepoužívá⁶.

Mluvit na své spoluhráče může hráč pomocí 2 metod. „Push to talk,“ - hráče je slyšet při podržení vybrané klávesy, anebo „Voice detected“ - hráče je slyšet kdykoli, kdy promluví.

⁵ VALVE CORPORATION, VoiceEncoder_Speex.cpp, 2007.

⁶ LI, Reversing Steam Voice Codec, 2021.

2.8 Atmosférické zvuky a scénérie

Atmosférické zvuky jsou ve hrách důležité pro uvěřitelnost prostředí. Counter-Strike 2 je ovšem využívá unikátním způsobem. Většina atmosférických zvuků je totiž slyšet jen na okrajích mapy a hlasité jsou pouze na místech, kde se hráči objeví na začátku kola. Tím si Counter-Strike 2 udrží uvěřitelnost místa a zároveň přenechá prostor důležitějším zvukům.

Většina map obsahuje několik atmosfér v různých částech mapy. Ty jsou poměrně dlouhé a opakují se. Některé mapy ovšem obsahují prvky, které nejsou pouze atmosférou, ale přesto bych je do atmosférických zvuků počítal. Například mapa „Overpass“ obsahuje vlakovou trať, po které každých 40 vteřin projede vlak. Ten je sice mimo herní plochu, ale hráč ho může trefit granátem, nebo využít jeho zvuku jako clony k rychlé změně pozic.

Některé mapy ovšem obsahují části scénérie, se kterými hráč může interagovat, aby vydávaly zvuk. Na mapě „Inferno“ lze najít zvony připevněné na stěně. Když do ní hráč střelí, nebo poblíž nich vybuchne granát, začnou zvonit. Na mapě „Mirage“ je televize, do které, když hráč střelí, tak zaprská, na mapě „Nuke“ si hráč může hrát s otevíráním ventilační šachty, nebo na mapě „Overpass“ může hráč naschvál vrzat se dveřmi přenosných toalet.

Některé mapy ovšem obsahují i bonusové hudební kousky. Ty jsou v kontextu tiché a slyšet jsou jen na určitých místech, kde většinou odkazují na předchozí iteraci mapy, nebo pomáhají vykreslit obrázek o tom, co se děje tam, kam hráč nevidí. Například na mapě „Inferno“ tým T může na začátku kola slyšet, jak někdo za dveřmi hraje na kytaru, na mapě „Overpass“ hudba naznačuje, že za jedněmi dveřmi na ulici se nachází noční klub, na mapě „Aztec“ se ze starých, rozpadlých ruin ozývá píšťala, nebo na mapě „Dust 2“ lze slyšet, jak arabská žena nacvičuje na balkóně zpěv.

2.9 UI a Earcony

Uživatelské rozhraní (UI) se v Counter-Strike chová podobně, jako v jiných herních titulech, ale neřekl bych, že je nudné. Téměř každé tlačítko, nebo ikonka, na kterou najedete myší, udělá zvuk a při kliknutí příjemně cvakne. Když mezi hrami otevřete inventář, ozve se zvuk zipu, jako kdybyste sahali do batohu a když kliknete na záložku sledování turnajů, ozve se zvuk starého projektoru.

Nejzajímavější stránkou zvuku uživatelského rozhraní je tedy podle mě diverzita. Málokteré tlačítko sdílí zvuk s jiným, zároveň ale i přes jejich rozdílnost jsou natolik tematicky podobné, že nejsou rušivé. Uživatelské rozhraní se také odkazuje na zvuky ze

samotného zápasu. Těm se říká symbolické zvuky, zní tedy jako zvuky diagetické, ale diagetické nejsou⁷.

Například, když vyhledáte zápas, začne 10vteřinový odpočet, abyste připojení do zápasu přijmuli. Při tomto odpočtu tlačítko přijmout pípá stejně jako bomba a poté, co všech 10 hráčů přijme hru, ozve se zapípání, jako kdyby bomba měla vybuchnout, a vaše postava vás vyzve k pozornosti.

Pojmem „Earcon“ se většinou myslí nediagetický zvuk ve hře, který upozorňuje na něco ve hře, čeho by si hráč měl všimnout. Jde tedy o audio-ikonu. Na první pohled by si člověk mohl myslet, že Counter-Strike těchto „Earcon“ nevyužívá. Tomu tak ale není. Řekl bych, že hudba ve hře Counter-Strike 2 zaujímá většinu času tuto funkci, jelikož je nediagetická a upozorňuje hráče na situaci ve hře. Podobnou funkci plní i velmi hlasitý zvuk zásahu do hlavy. Jistě, tento prvek zde není natolik zastoupený, jako v jiných titulech stejného žánru, ale myslím že za zmínění i tak stojí⁸.

⁷ EKMAN, Meaningful Noise: Understanding Sound Effects in Computer Games, 2005.

⁸ RAPP, Interpreting Informative Sounds, 2022.

3 ZVUKOVÉ ROZHRANÍ

Hra Counter-Strike 2 je postavená na herním enginu s názvem „Source 2,“ který si některé prvky půjčuje z herního enginu „Source“ z roku 2004. Dostat se k informacím, jakým přesným způsobem funguje zvukové rozhraní je téměř nemožné, ale pomocí rozboru uniklého kódu hry a pozorování technologií použitých v předchozích verzích hry lze zjistit, jaké technologie hra pravděpodobně používá.

3.1 HRTF

Anglicky „Head-Related Transfer Function,“ je podstatná část modelování 3D zvuku pro stereofonní techniku, a byla jednou z mnoha funkcí, kterou hra Counter-Strike ze začátku nedisponovala. Koncem roku 2016 byla implementována metoda Phonon 3D od firmy Impulsonic⁹. Ta se osvědčila natolik, že firma Valve následně firmu Impulsonic 12. ledna 2017 koupila¹⁰.

K čemu tedy HRTF je? Je to metoda aproximování, jak bude zvuk z určitého bodu v 3D prostoru znít poté, co projde uchem a hlavou¹¹.

Konkrétní ukázka kódu ze hry Counter-Strike 2 není k dispozici, ale většina HRTF metod funguje podobným způsobem a kód původního řešení Phonon 3D je k dispozici. V HRTF se využívá časových zpoždění k simulaci vzdálenosti, interaurální hladiny k simulaci směrovosti zleva, nebo zprava, a frekvenčních filtrů pro změnu charakteru zvuku podle úhlu, z kterého jde, skrz jaké prostředí jde, a jak interaguje s virtuálním uchem hráče.

3.2 Propagace zvuku ve 3D prostředí

Propagaci zvuku ve hře Counter-Strike 2 si můžeme představit stejně jako v reálném světě. Zvuk letí od zdroje, odráží se po cestě od zdí a dalších překážek, dokud nedoletí ke kameře hráče, která funguje jako takzvaný „posluchač“ – bod ve 3D prostoru, odkud hráč slyší zvuk. Jediným větším rozdílem většinou bývá, že cesta zvuku k hlavě se počítá od hlavy ke zdroji zvuku, a to z důvodu šetření výkonu.

Tomuto postupu se říká „Ray-Traced Audio“. Zdroj zvuku může být směrový, nebo omnidirekcionální. Pro určení zvuku prostoru se používají takzvané „Volumes“, efektivně

⁹ VALVE CORPORATION, Holiday Season never sounded so good, 2016.

¹⁰ GAMMA RESEARCH GROUP AT UMD, Fruits of Valve's Impulsonic Acquisition Appear: Steam Audio Beta Launched, 2017.

¹¹ UNIVERSITY OF MARILAND, Introduction to 3D Audio, 2022.

3D zóny, ve kterých se zvuk určitým způsobem chová. Ty většinou určují reverberaci a refrakci zvuku v daném prostoru a ve „Steam Audio SDK“ (Port systému Phonon 3D od firmy Valve, který Counter-Strike 2 s největší pravděpodobností využívá) je vytváření těchto zón plně automatické. Každý materiál, použitý při tvorbě mapy, má své vizuální a zvukové vlastnosti, které jsou ovlivněným tzv. „fyzickým modelováním“. To znamená, že materiál vypadá a zní podobně, jako v reálném světě. Tyto vlastnosti pak Steam Audio SDK bere v potaz a udělá z nich 3D audio zóny¹². Pokud je mezi zdrojem zvuku a hráčem překážka, používá se „okluze“ (většinou v podobě lowpass filtru). A pokud je zdroj zvuku například v jiné místnosti, používá se difrakce (pokud není zdroj zvuku vidět, propaguje se skrze díry v geometrii mapy)¹³.

3.3 Možnosti zvukového nastavení

Stejně jako v jiných částech hry si hráč může v nastavení mnohé ohledně zvuku upravit tak, aby se mu hrálo příjemně. Nastavení ovšem musí být omezené tak, aby pomocí něj hráč nemohl získat výhodu. Nelze tedy měnit specifické funkce zvuku, které jsem popisoval v části 1. I přesto je nastavení zvuku v této hře velmi rozmanité. Rád bych zde prošel možnostmi, které nabízí.

Prvním nastavením je přepínáním mezi stereo, 5.1 a 7.1. To ovlivňuje pouze konfiguraci reproduktorů. Nastavení hlasitosti je ve dvou sekcích, jedna pro všechny zvuky obecně a druhá pro hudbu. Zatímco hlasitost kroků, výstřelů, a dalších důležitých zvuků hráč může ovlivnit pouze nastavením obecné hlasitosti, ale k jejich poměru hlasitosti se nedostane, s balancem hlasitostí hudby si hráč může pohrát.

Další z možností se ve hrách často neobjevuje, tou je profil ekvalizace zvuku. Hráč má na výběr z módu „Neutral“, při kterém se nic nemění, „Crisp“, při kterém jsou zdůrazněny střední a vysoké frekvence, a „Smooth“, pro sluchátka, která mají tendenci znít moc ostře. Hráč má také možnost změnit procento izolace levé a pravé strany. Pokud je tato možnost nastavená na 0 %, zvuk se renderuje přesně podle perspektivy v ohledu na zorné pole hráčovy kamery. Pro některé hráče to ale může být dezorientující, nebo jsou zvyklí na jiné hry, kde zvuk zní jinak. Na 100 % je tedy zvuk na krajích zorného pole pouze na jedné straně sluchátek. Poslední možností nastavení poslechu, je možnost vypnout technologii HRTF a

¹² VALVE CORPORATION, Steam Audio SDK, 2021.

¹³ GAMMA UMD, Source and Listener Directivity for Interactive Wave-based Sound Propagation, 2015.

používat starý zvukový systém hry. Tato možnost je ovšem využívána téměř výhradně staršími hráči, kteří jsou na tento systém zkrátka zvyklí.

II PRAKTICKÁ ČÁST

4 POUŽITÉ TECHNOLOGIE

V praktické části bakalářské práce jsem se pokusil replikovat co nejvíce zvukových systémů ze hry Counter-Strike 2. To se ovšem ukázalo jako velmi složité. Nejsem programátor a již prvním krokem bylo vytvořit zcela funkční online hru pro více hráčů, do které bych pak mohl zvuk integrovat.



Obrázek 2 - Grafická podoba hry

(zdroj: vlastní)

4.1 Herní engine

Prvním krokem bylo zvolit herní engine na kterém má hra poběží. 3D hra se sice dá vytvořit i bez použití enginu, ale pro člověka, který není profesionálním programátorem, by to bylo prakticky nemožné. Zvolil jsem tedy Unity Engine. Tento herní engine je zdarma a mám s ním zkušenosti z předchozích let. Jeho nemalou výhodou je skvělá dokumentace a online fóra s tisíci uživateli, kteří vám rádi poradí. Jako programovací jazyk Unity Engine využívá C#, což se mi také hodilo, protože i když bych se programátorem nenazval, C# je nejbližší programovacímu jazyku, o kterém bych si vůbec troufal říct, že ho ovládám.

4.2 Grafické rozhraní

Grafické zpracování 3D hry se skládá ze třech hlavních částí – render engine, shaderů, a takzvaných „herních assetů“, což jsou všechny 2D textury, 3D modely, animace... Render engine je zdaleka ta nejsložitější část na herním engine. Většina herních programátorů by si netroufla si napsat svůj vlastní, a proto používají komerčně dostupné engine. Já nejsem výjimkou a použil jsem proto ten zabudovaný do Unity Engine. Render engine následně pracuje s herními „assety“ a shadery a zajišťuje, aby se správně ukazovaly na obrazovce. Jelikož jsou mé znalosti 3D modelování a animování limitované, rozhodl jsem se celou hru stylizovat do grafiky podobné například hrám z doby Playstation 1 (vyšlo v roce 1994). Díky tomuto rozhodnutí nemusely mé 3D modely být tak detailní. Níže přikládám můj první pokus o model postavy, který jsem ve hře nakonec i použil.



Obrázek 3 - První 3D model

(zdroj: vlastní)

Kvalita mých 3D modelů však není problém, jelikož jsem počítal s tím, že stylizaci do retro 3D bude zařizovat shader. Ten je poměrně jednoduchý – tento shader si najde pozice všech vrcholů trojúhelníků, ze kterých se skládají 3D modely. Z těchto pozic si udělá 3D vektory a ty s pomocí pozice a úhlu pohledu kamery převede na 2D vektory na ploše obrazovky. Tyto vektory následně zaokrouhlí (ořízne z jejích koordinací pozice desetinné

čárky) a tím udělá efekt nepřesného renderování objektů starých konzolí. Tento efekt se dá následně udělat silnější, nebo slabší, podle různé úrovně zaokrouhlení.

Následně jsem implementoval zaokrouhlení barevné hloubky a „dithering“ (pixelovitě vypadající šum) a další drobnosti (zobrazuje Obrázek 2). To celý retro vzhled propojilo.

4.3 Networking

Nebudu zbytečně popisovat části vývoje, jako například programování jednoduchého ovladače postavy, za kterou hráč hraje, ale networkingu se budu muset krátce věnovat. Counter-Strike 2 stojí na internetovém přenosu informací, a stejně tak i moje hra. Bylo proto důležité, aby tato část projektu fungovala co nejlépe. Zvolil jsem proto „PurrNet“. Jedná se o knihovnu skriptů, která je myšlená přímo pro Unity Engine a není extrémně složitá na implementaci. Přes PurrNet jsem zařídil propojení hráčů na serveru, synchronizaci pozic, střelby, zvuků a všeho dalšího, co bylo potřeba. Counter-Strike 2 využívá k networkingu „Steamworks“. Je to velmi podobný systém, jako PurrNet, ale funguje přes herní platformu Steam. PurrNet se dá dokonce na Steam připojit, není to ovšem levné a pro technickou ukázkou, na jaké pracuji já, zcela zbytečné. Můj server je sice podstatně omezenější, méně stabilní a pomalejší, ale na účely této práce stačí.

4.4 Přehrávání zvuku

Pro implementaci zvuku do tohoto projektu jsem zvolil základní knihovnu skriptů pro práci se zvukem od Unity Enginu. Přemýšlel jsem sice původně nad něčím praktičtějším, jako například FMod, který se využívá u větších projektů, ale s formou networkingu, kterou jsem zvolil, by bylo toto řešení nepraktické. Není možné zjistit a nevím tedy bohužel, jakým přesným způsobem Counter-Strike 2 implementuje zvuk, ale většina her postupuje podobně.

Základním prvkem při implementaci zvuku je neviditelný objekt, který můžeme vytvořit na místech, odkud má hrát nějaký zvuk. Tento objekt bude působit jako zdroj tohoto zvuku. Hra si jej drží jako referenci v paměti a kdykoliv je potřeba někde pustit zvuk, tento objekt se objeví, zvuk pustí a následně je odstraněn. To zajišťuje skript, který je uvedený na obrázku č. 4.

```
using UnityEngine;

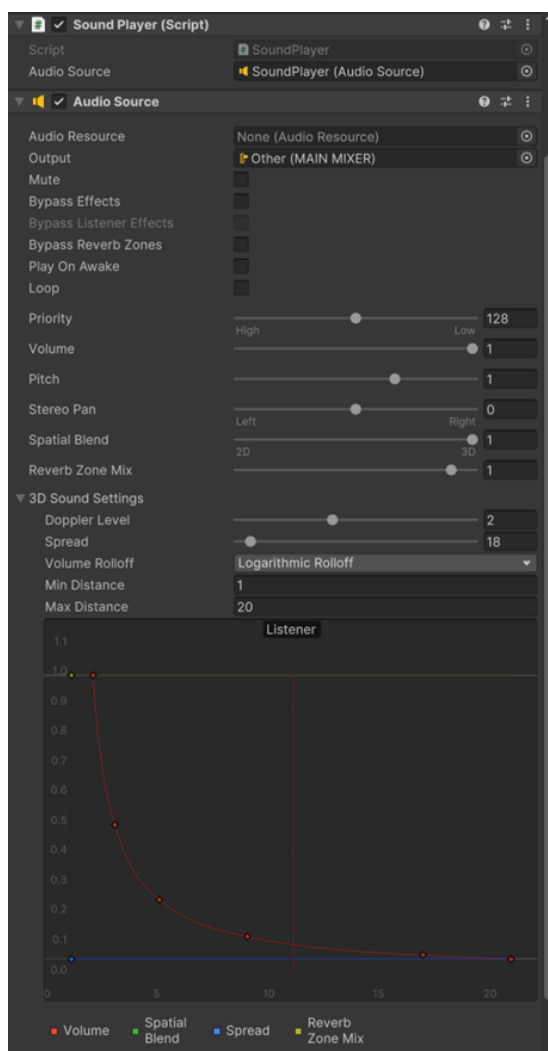
public class SoundPlayer : MonoBehaviour
{
    [SerializeField] private AudioSource audioSource;

    public void PlaySound(AudioClip clip, float volume = 1f)
    {
        audioSource.clip = clip;
        audioSource.volume = volume;
        audioSource.Play();
        Destroy(gameObject, clip.length + 0.1f);
    }
}
```

Obrázek 4 - Kód zdroje zvuku

(zdroj: vlastní)

Nejlepším příkladem využití tohoto postupu je zvuk dopadu kulky na zem. Kdykoliv engine zjistí, že hráč vystřelil a trefil cokoliv jiného, než jiného hráče, zavolá funkci, která zjistí pozici, kterou hráč trefil. Na toto místo vytvoří vizuální efekt dopadu kulky na zem a mnou již zmíněný neviditelný objekt, který je zodpovědný za spuštění zvuku.



Obrázek 5 - Neviditelný zdroj zvuku

(zdroj: vlastní)

U vytváření zvukového objektu musíme hernímu enginu specifikovat hned několik věcí. Referenci objektu, který chceme vytvořit, pozici, rotaci, jaký zvuk chceme přehrát (v mém případě jednu z variací ze seznamu zvuků dopadu kulky na zem) a hlasitost zvuku.

```
[ObserversRpc(runLocally:true)]
private void EnvironmentHit(Vector3 position, Vector3 normal)
{
    if(environmentHitEffect)
    {
        Instantiate(environmentHitEffect, position, Quaternion.LookRotation(normal));
    }
    var soundPlayer = Instantiate(soundPlayerPrefab, position, Quaternion.identity);
    soundPlayer.PlaySound(environmentHitSounds[Random.Range(0, environmentHitSounds.Count)], environmentHitVolume);
}
```

Obrázek 6 - Kód na vytvoření zdroje zvuku

(zdroj: vlastní)

Tímto způsobem jsem vyřel zvuky výstřelů, dopadů kulek na zem, zasažení nepřátel a zabití nepřítele. Jedinou výjimkou byly zvuky kroků. Ty se ozývají tolik často a z natolik předpokladatelného místa, že dosavadní přístup by byl zbytečně výkonově náročný na server. Můžeme totiž předpokládat, že zvuk kroků se bude hráčům ozývat právě od nohou.

Kroky mají tedy svůj vlastní systém. U nohou hráče je tentokrát permanentně připnutý neviditelný objekt, který slouží jako zdroj zvuku. Na rozdíl od ostatních, jedorázových, zvuků, u kroků tu tento objekt zůstává a nikdy se neničí.

```

using System.Collections;
using UnityEngine;
using PurrNet;

public class Footsteps : NetworkBehaviour
{
    public AudioClip[] footstepSounds; // Array of footstep sounds
    private AudioSource audioSource;
    [SerializeField] private CharacterController characterController;
    [SerializeField, Range(0f, 1f)] private float footstepVolume;
    private bool isWalking;

    void Start()
    {
        audioSource = GetComponent();
        //characterController = GetComponent<CharacterController>();
    }

    void Update()
    {
        if (isOwner) // Only the local player will play footsteps.
        {
            HandleFootsteps();
        }
    }

    void HandleFootsteps()
    {
        float horizontal = Input.GetAxisRaw("Horizontal");
        float vertical = Input.GetAxisRaw("Vertical");
        // Check if the player is walking (moving)
        isWalking = characterController.isGrounded && horizontal != 0 || characterController.isGrounded && vertical != 0;

        if (isWalking)
        {
            // If the player is walking and not already playing a footstep sound
            if (!audioSource.isPlaying)
            {
                PlayFootstepSound();
            }
        }
    }

    void PlayFootstepSound()
    {
        if (footstepSounds.Length > 0)
        {
            // Randomly select a footstep sound and play it
            int randomIndex = Random.Range(0, footstepSounds.Length);
            audioSource.PlayOneShot(footstepSounds[randomIndex], footstepVolume * 10);

            // Sync footstep sound across the network
            RpcPlayFootstepSound(randomIndex);
        }
    }

    [ObserversRpc(runLocally:true)]
    void RpcPlayFootstepSound(int soundIndex)
    {
        if (!isOwner) // Avoid playing footsteps locally again
        {
            audioSource.PlayOneShot(footstepSounds[soundIndex], footstepVolume * 15);
        }
    }
}

```

Obrázek 7 - Kód přehrávače kroků

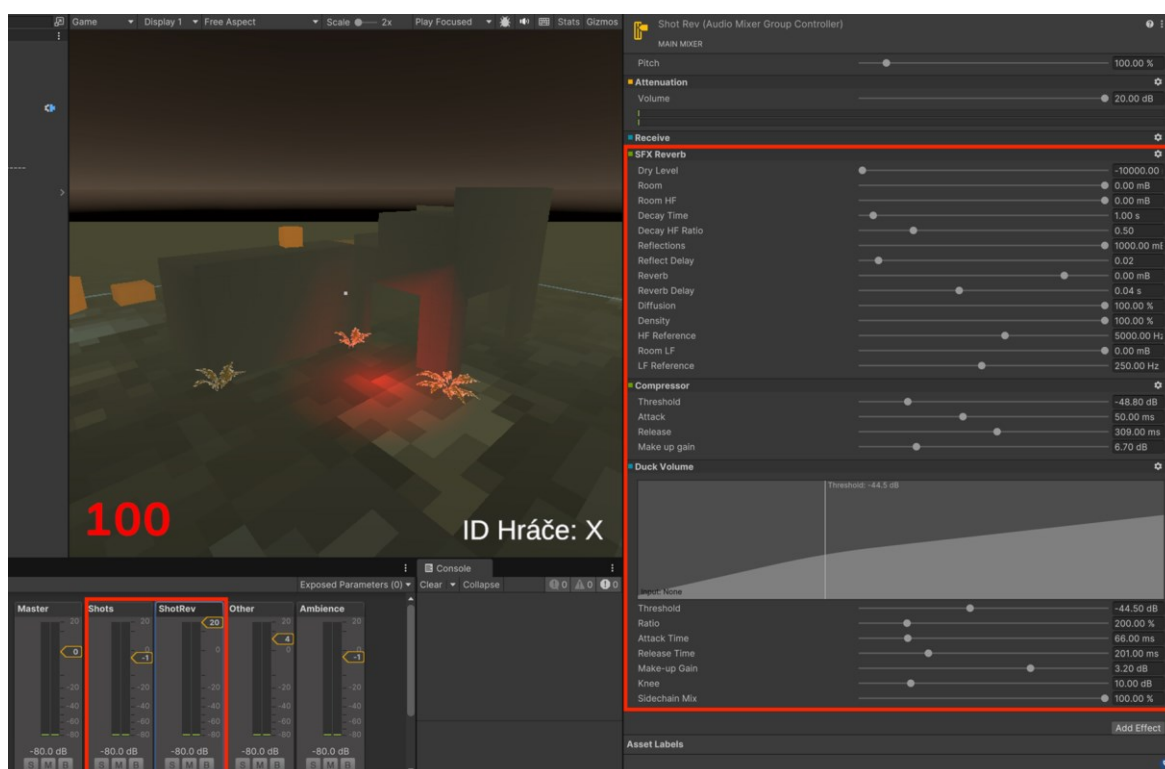
(zdroj: vlastní)

Na tento objekt jsem následně umístil skript, který dělá následovné: Zkontroluje, zda je skript umístěn na postavě lokálního hráče (klientu, nikoliv serverem ovládaném hráči).

Pokud je, pravidelně sleduje, jestli se hráč pohybuje a pokud ano, začne lokálně přehrávat náhodné zvuky kroků ze seznamu kroků. Poté odešle serveru informaci o přehrání těch identických zvuků, s identickými parametry.

4.5 Akustika

Jeden ze zvukových prvků Counter-Strike 2, který se mi nepovedlo v kompletním rozsahu replikovat, je reálná propagace zvuku ve 3D prostředí. Použil jsem proto dvou technik, kterými jsem akustiku alespoň trochu replikoval.

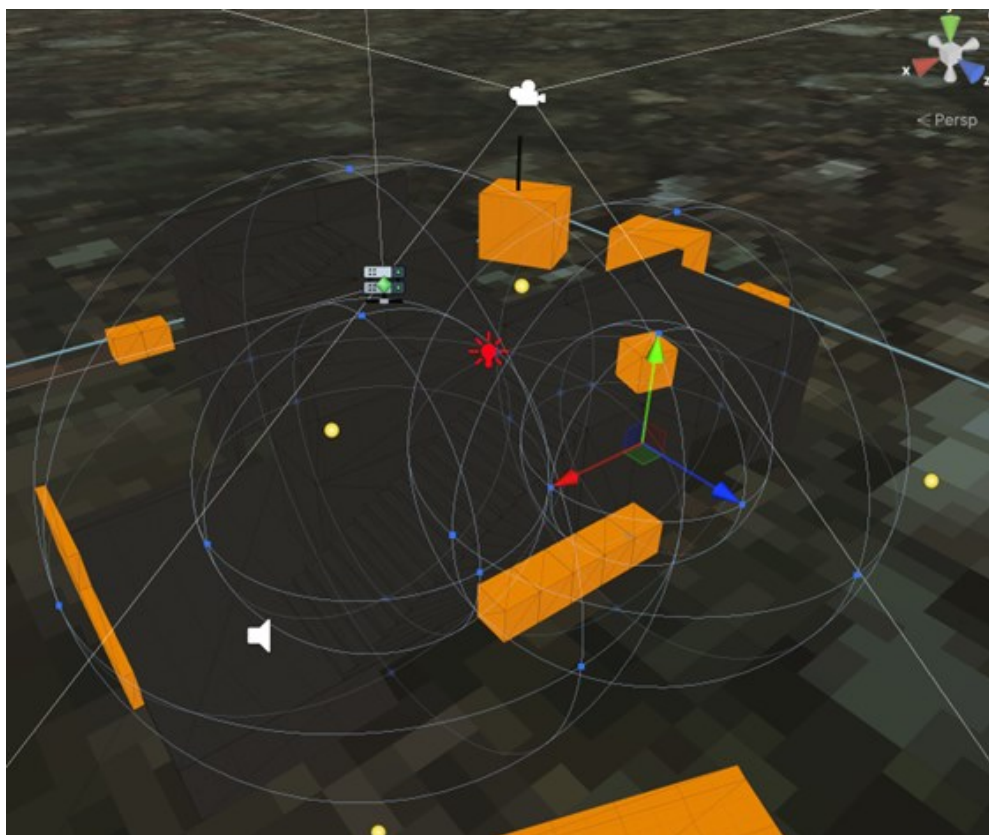


Obrázek 8 - Ozvěna pro výstřely

(zdroj: vlastní)

- 1) Zvuky výstřelů prochází virtuálním mixérem do „send“ stopy. Na tomto sendu je dodatečná ozvěna, komprese a následně sidechain komprese, která snižuje hlasitost tohoto sendu, když se ozve výstřel. Toto dodává výstřelům pocit existence v reálném prostoru.
- 2) Aby zvuky nějakým způsobem interagovaly s 3D prostředím, vytvořil jsem 3D zóny na mapě, které korespondují s interiérem „domu“ uprostřed mapy. Na tyto zóny jsem navázal dodatečnou ozvěnu, která se chová jako ozvěna v místnosti.

Tento systém je tedy celkem podobný dříve zmíněnému systému Phonon 3D, ten ale zóny tvoří automaticky sám a přiřazuje jim algoritmické nastavení ozvěn.



Obrázek 9 - 3D zvukové zóny

(zdroj: vlastní)

ZÁVĚR

Tato práce měla za cíl prozkoumat unikátní komplexnost zvukové složky hry Counter-Strike 2. Popisuje, jak pomocí filozofie informativního zvuku Counter-Strike 2 vytváří unikátní a imerzivní zážitek. Toto téma navíc nebylo ještě nikdy zvukově rozebráno do takové hloubky, do jaké zachází tato práce. Zdrojem informací se tedy stal i kód samotné hry, fóra vývojářů, které pro hru vyvíjejí modifikace a archiv aktualizací, které tato hra za svých dvacet let existence obdržela.

Práce přináší přehled postupů využívaných při tvorbě herního zvuku a popisuje konkrétní prvky zvukového designu a specifika zvukového rozhraní na příkladu hry Counter-Strike 2. V praktické části je na zjednodušeném modelu hry demonstrována integrace, funkce a celkové využití herního zvuku. Vzhledem ke složitosti procesu tvorby vlastní hry je přiložená hra velmi zjednodušená, což je jejím hlavním limitem. Ze své podstaty nemůže obsáhnout celou šíři detailů, které profesionálně vytvořená hra obsahuje. Povedlo se mi ale replikovat základy herního zážitku Counter-Strike natolik, abych mohl prakticky demonstrovat integraci, funkci a celkové využití zvuku ve hře. Práce tak může sloužit jako úvod do problematiky herního zvuku, přehled metodiky informativnosti zvuku Counter-Strike a základ pro další, komplexnější studium herního zvuku.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

COLLINS, Karen. *Playing with Sound: A Theory of Interacting with Sound and Music in Video Games*. Online. The MIT Press, 2013. ISBN 0262018675. Dostupné z: <https://www.amazon.com/Playing-Sound-Theory-Interacting-Music/dp/0262018675>. [cit. 2024-01-27].

GRIMSHAW, Mark. *SOUND AND IMMERSION IN THE FIRST-PERSON SHOOTER*. Online, bakalářská práce. University of Wolverhampton, 2007. Dostupné z: https://wlv.openrepository.com/bitstream/handle/2436/35995/Grimshaw_CGAMES07.pdf?sequence=2&isAllowed=y. [cit. 2024-01-27].

VALVE CORPORATION. *Release Notes for 8/2/2018*. Online, 2018. Dostupné z: <https://blog.counter-strike.net/index.php/2018/08/20763/>. [cit. 2024-01-27].

VALVE CORPORATION. *Release Notes for 10/17/2023*. Online, 2023. Dostupné z: <https://store.steampowered.com/news/app/730/view/3717217413224276644>. [cit. 2024-01-27].

VALVE CORPORATION. *VoiceEncoder_Speex.cpp*. Online, 2007. Dostupné z: https://github.com/VSES/SourceEngine2007/blob/master/se2007/engine/voice_codecs/speex/VoiceEncoder_Speex.cpp. [cit. 2024-01-27].

LI, Zhenyang. *Reversing Steam Voice Codec*. Online, 2021. Dostupné z: <https://zhenyangli.me/posts/reversing-steam-voice-codec/>. [cit. 2024-01-27].

EKMAN, Inger. *Meaningful Noise: Understanding Sound Effects in Computer Games*. Online, bakalářská práce. University of Tampere, 2005. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/224927551_Meaningful_Noise_Understanding_Sound_Effects_in_Computer_Games. [cit. 2024-01-27].

RAPP, Marcus. *Interpreting Informative Sounds*. Online, magisterská práce. University of Skövde, vedoucí práce Björn Berg Marklund, 2022. Dostupné z: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1678270/FULLTEXT01.pdf>. [cit. 2024-01-27]

VALVE CORPORATION. *Holiday Season never sounded so good*. Online, 2016. Dostupné z: <https://blog.counter-strike.net/index.php/2016/12/17260/>. [cit. 2024-01-27].

GAMMA RESEARCH GROUP AT UMD. *Fruits Of Valve's Impulsonic Acquisition Appear: Steam Audio Beta Launched*. Online, 2017. Dostupné z: <https://gamma.umd.edu/media/fruits-of-impulsonic-takeover/>. [cit. 2024-01-27].

UNIVERSITY OF MARYLAND. *Introduction to 3D Audio*. Online, 2022. Dostupné z: <https://www.cs.umd.edu/class/spring2022/cmsc498F/LEC/5-xr-audio-pt1.pdf>. [cit. 2024-01-27].

VALVE CORPORATION. *Steam Audio SDK*. Online, 2021. Dostupné z: <https://valvesoftware.github.io/steam-audio/doc/capi/index.html>. [cit. 2024-01-27].

GAMMA UMD. *Source and Listener Directivity for Interactive Wave-based Sound Propagation*. Online, 2015. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=0_AuRGBSv_8&list=PLB1EF1E4D08A6C063&index=16. [cit. 2024-01-27].

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Ukázka střední části mapy "Anubis"	18
Obrázek 2 - Grafická podoba hry	31
Obrázek 3 - První 3D model	32
Obrázek 4 - Kód zdroje zvuku	34
Obrázek 5 - Neviditelný zdroj zvuku	34
Obrázek 6 - Kód na vytvoření zdroje zvuku	35
Obrázek 7 - Kód přehrávače kroků	36
Obrázek 8 - Ozvěna pro výstřely	37
Obrázek 9 - 3D zvukové zóny	38

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

FPS	First Person Shooter
HRTF	Head-Related Transfer Function
T, CT	Tým T (terrorist) a tým CT (counter-terrorist)
UI	Uživatelské rozhraní

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha: Export hry „BC_FPS“