

Bakalářská práce



České  
vysoké  
učení technické  
v Praze

**F3**

Fakulta elektrotechnická  
Katedra počítačové grafiky a interakce

## Knihovna a čtení knih ve VR

**Veronika Shirochenkova**

Školitel: Ing. Uršula Žáková  
Květen 2023



## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Shirochenkova** Jméno: **Veronika** Osobní číslo: **499065**  
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**  
Zadávací katedra/ústav: **Katedra počítačové grafiky a interakce**  
Studijní program: **Otevřená informatika**  
Specializace: **Počítačové hry a grafika**

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Knihovna a čtení knih ve VR**

Název bakalářské práce anglicky:

**Library and Reading Books in VR**

Pokyny pro vypracování:

Seznamte se s digitálními elektronickými čtečkami (mobilními, samostatnými nebo audio) a porovnejte je s četbou běžné knihy. Klasifikujte nejběžnější literární žánry a vyberte jeden, který použijete ve strukturovaném rozhovor s pěti účastníky, kteří se identifikují jako čtenáři tohoto žánru. Alespoň dva z nich by měli mít předchozí zkušenost s elektronickou čtečkou. Zaměřte se nejen na to, jak čtou, ale také na to, jak vypadá jejich knihovna a jak často se vrací k určitým knihám bez ohledu na žánr. Vytvořte seznam funkčních a systémových požadavků na virtuální knihu a knihovnu ve VR. Navrhněte aplikaci pro VR, která bude obsahovat digitální kopii jejich knihovny a umožní uživatelům procházet jejich knihy ve VR, jako by je drželi v ruce. Implementujte digitální knihovnu ve VR se všemi základními funkcemi elektronické čtečky a přidejte tři funkce ze svého návrhu, které jsou specifické pro VR. Otestujte VR aplikaci se třemi testery s předchozími zkušenostmi s VR a kteří přečetli alespoň tři knihy zvoleného žánru. Vytvořte testovací scénář pro první knihu, kterou budou muset přečíst a pak je volně nechte přečíst druhou. Porovnejte jejich zkušenosti a míru využití funkcí specifických pro VR.

Seznam doporučené literatury:

- [1] Hahn, J. (2017). Virtual Reality Library Environments. In Mobile Technology and Academic Libraries: Innovative Services for Research and Learning (pp. 237-248). American Library Association. <http://hdl.handle.net/2142/96159>
- [2] Varnum, K.J. (2019). Beyond Reality: Augmented, Virtual, and Mixed Reality in the Library. American Library Association. <https://books.google.cz/books?id=HUOgDwAAQBAJ>
- [3] Massis, B. (2015), 'Using virtual and augmented reality in the library', New Library World, Vol. 116 No. 11/12, pp. 796-799. <https://doi.org/10.1108/NLW-08-2015-0054>

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

**Ing. Uršula Žákovská katedra počítačové grafiky a interakce FEL**

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **17.02.2023**

Termín odevzdání bakalářské práce: **26.05.2023**

Platnost zadání bakalářské práce: **22.09.2024**

Ing. Uršula Žákovská  
podpis vedoucí(ho) práce

podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Mgr. Petr Páta, Ph.D.  
podpis děkana(ky)

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Studentka bere na vědomí, že je povinna vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studentky

## Poděkování

Ráda bych poděkovala svým kamarádům Kirillu Babaevovi, Darie Antonové a Fedoru Timuševovi a svým rodičům za pomoc při studiu, finanční pomoc a morální podporu.

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze, 25. května 2023

## Abstrakt

Tento projekt se zabývá analýzou a vývojem aplikace v Unity pro čtení knih ve virtuální realitě.

Cílem projektu je vytvořit aplikaci, která bude mít všechny funkce elektronické knihy a zároveň přinese nové funkce, které jsou specifické pro virtuální realitu a nejsou možné pro běžné typy knih.

Tento dokument popisuje teoretickou část vývoje VR aplikace i implementaci hlavních funkcí. Popisuje také výsledky testování hotové VR aplikace a další směry jejího vývoje.

**Klíčová slova:** bakalářská práce, závěrečná práce, VR, Unity, Blender, ChatGPT, books, genres, library

**Školitel:** Ing. Uršula Žáková  
Karlovo náměstí 13,  
E-423,  
Praha 2

## Abstract

This project is focused on the analysis and development of an application in Unity for reading books in virtual reality.

The aim of the project is to create an application that will have all the functions of an e-book and also bring new features that are inherent to virtual reality and impossible for regular types of books.

This document describes the theoretical part of the VR application development and also describes the implementation of the main functions. It also describes the results of testing the completed VR application and further directions of its development.

**Keywords:** bachelor thesis, final thesis, VR, Unity, Blender, ChatGPT, knihy, žánry, knihovna

# Obsah

<b>1 Úvod</b>	<b>1</b>		
1.1 Cíle práce	1		
1.2 Celkový popis	1		
<b>2 Obecná analýza</b>	<b>3</b>		
2.1 Význam knihovny a čtení knih v dnešní době	3		
2.2 Virtuální realita a její využití v různých oblastech	3		
2.3 Existující VR aplikace pro čtení	4		
<b>3 Analýza knih</b>	<b>7</b>		
3.1 Druhy knih	7		
3.2 Funkcionalita	7		
3.3 Výhody knih ve VR	9		
3.4 Návrh funkcí pro VR-aplikaci	9		
3.4.1 Formát knihy	10		
3.4.2 Formát místnosti	10		
3.4.3 Krátké převyprávění textu pomocí neuronové sítě	10		
3.4.4 Volné umístění knihy	11		
3.5 Žánry knih	11		
3.5.1 Obecná klasifikace	11		
3.5.2 Výběr žánru	12		
3.6 Strukturovaný rozhovor	12		
<b>4 Metodika vývoje VR aplikací</b>	<b>15</b>		
4.1 Nástroje	15		
4.1.1 Software	15		
4.1.2 Zdroje	15		
4.1.3 Ostatní	16		
4.2 Popis funkcionality	16		
4.2.1 Základní funkce	16		
4.2.2 VR funkce	16		
4.2.3 Funkcionalita knih	16		
4.2.4 Funkcionalita místnosti	17		
4.3 Postup vývoje	17		
<b>5 Implementace VR aplikace v Unity</b>	<b>19</b>		
5.1 Popis struktury VR aplikace	19		
5.2 Implementace hlavních funkcí	20		
5.2.1 Nahrávání knih	20		
5.2.2 Zobrazení textu	21		
5.2.3 Zobrazení čísla stránky	24		
5.2.4 Obsah	26		
5.2.5 Settings	27		
5.2.6 Zvýraznění textu	28		
5.2.7 Highlighted	32		
5.2.8 Ukládání dat	33		
5.2.9 Převyprávění textu pomocí ChatGPT	35		
5.3 Řešení problémů a technických komplikací	36		
5.3.1 Formát elektronické knihy	36		
5.3.2 Buggy v Unity	37		
5.3.3 Zpoplatněná neuronová síť	37		
<b>6 Testování VR aplikací</b>	<b>39</b>		
6.1 Testovací scénář	39		
6.1.1 Popis postupu	39		
6.1.2 "High-level" úkoly	39		
6.2 Kritéria pro hodnocení výsledků testování	42		
6.3 Analýza získaných výsledků	42		
6.3.1 První účastník	43		
6.3.2 Druhý účastník	48		
6.3.3 Třetí účastník	52		
6.3.4 Shrnutí	57		
<b>7 Závěr</b>	<b>59</b>		
7.0.1 Hotové prvky	59		
7.0.2 Další možnosti pro vývoj této VR aplikace	62		
7.0.3 Shrnutí	62		
<b>Literatura</b>	<b>63</b>		

## Obrázky

5.1 Hlavním menu mé VR aplikace. . . . .	19
5.2 Zápěstní menu v mé VR aplikaci. . . . .	20
5.3 Component: TextMeshPro - page mode. . . . .	21
5.4 Component: TextMeshPro - rich text. . . . .	22
5.5 Navigační tlačítka v knize v mé VR aplikaci. . . . .	22
5.6 Component: Scroll View struktura. . . . .	22
5.7 Component: Scroll View content text component. . . . .	23
5.8 Navigační tlačítka v svitku v mé VR aplikaci. . . . .	23
5.9 Papír s nastavením v mé VR aplikaci. . . . .	28
5.10 Tlačítko pro uložení v mé VR aplikaci. . . . .	30
5.11 Fáze vytvoření poznámky a fáze zobrazení uložené poznámky. . . . .	31
5.12 Tlačítko pro zrušení v mé VR aplikaci. . . . .	31
5.13 Tlačítko pro psaní textu k poznámce v mé VR aplikaci. . . . .	31
5.14 Tlačítko pro převyprávění textu k poznámce v mé VR aplikaci. . . . .	32
5.15 Sekce Highlighted v různých formátech knihy. . . . .	32
5.16 Tlačítka poznámky v mé VR aplikaci. . . . .	34
5.17 Chybějící jméno autora a název knihy v proměnných formátu .EPUB. . . . .	36
7.1 Standardní kniha v mé VR aplikaci. . . . .	59
7.2 Tablet v mé aplikaci. . . . .	59
7.3 Svitek v mé aplikaci. . . . .	60
7.4 Standardní neutrální pokoj v mé aplikaci. . . . .	60
7.5 Pokoj Winstona v mé aplikaci. . . . .	61
7.6 Ilustrace Andrea Sokolová. . . . .	61
7.7 Pokoj Montaga v mé aplikaci. . . . .	62

## Tabulky

3.1 Tabulka funkcionality elektronické čtečky . . . . .	9
4.1 Tabulka formátů knihy . . . . .	17
4.2 Tabulka formátů místností . . . . .	18
6.1 Tabulka "High-level"úkolů. . . . .	41
6.2 Tabulka výsledků 1. účastníka v prvním "high-level"úkolů. . . . .	43
6.3 Tabulka výsledků 1. účastníka v druhém "high-level"úkolů. . . . .	45
6.4 Tabulka výsledků 1. účastníka ve třetím "high-level"úkolů. . . . .	46
6.5 Tabulka výsledků 1. účastníka ve čtvrtém "high-level"úkolů. . . . .	47
6.6 Tabulka výsledků volného testování 1. účastníka. . . . .	47
6.7 Tabulka výsledků 2. účastníka v prvním "high-level"úkolů. . . . .	48
6.8 Tabulka výsledků 2. účastníka v druhém "high-level"úkolů. . . . .	50
6.9 Tabulka výsledků 2. účastníka ve třetím "high-level"úkolů. . . . .	51
6.10 Tabulka výsledků 2. účastníka ve čtvrtém "high-level"úkolů. . . . .	52
6.11 Tabulka výsledků volného testování 2. účastníka. . . . .	52
6.12 Tabulka výsledků 3. účastníka v prvním "high-level"úkolů. . . . .	53
6.13 Tabulka výsledků 3. účastníka v druhém "high-level"úkolů. . . . .	54
6.14 Tabulka výsledků 3. účastníka ve třetím "high-level"úkolů. . . . .	55
6.15 Tabulka výsledků 3. účastníka ve čtvrtém "high-level"úkolů. . . . .	56
6.16 Tabulka výsledků volného testování 3. účastníka. . . . .	57



# Kapitola 1

## Úvod

V dnešní době hraje četba knih důležitou roli při vzdělávání a osobním rozvoji. S rozvojem technologií virtuální reality (dále jen „VR“) se však otevírají nové perspektivy, které mohou tuto tradiční čtenářskou zkušenost obohatit. VR poskytuje možnost vytvářet imerzivní vizuální a zvuková prostředí, která uživatelům umožňují plně se ponořit do virtuálního prostoru a interagovat s jeho obsahem.

### 1.1 Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je prozkoumat možnosti využití technologie VR při čtení knih, analyzovat trh existujících VR aplikací pro čtení a vytvořit vlastní VR aplikaci, která umožňuje čtenářům virtuálně proházet jejich knihy ve VR, jako by je drželi v ruce.

### 1.2 Celkový popis

Nyní popíši jednotlivé části tohoto dokumentu.

V 2. kapitole "Obecná analýza" budu analyzovat klíčové aspekty související s rolí knihovny a čtení knih v dnešní době. Popíšu také využití VR v několika oblastech a popíšu některé z existujících VR aplikací pro čtení. Analýza role knihovny a čtení knih v dnešní době pomůže pochopit význam a potřeby uživatelů v této oblasti. Přehled existujících VR aplikací pomůže identifikovat potřebu a potenciál této technologie a výhody, které může přinést v kontextu čtení knih. To vše mi pomůže sestavit požadavky na mou VR aplikaci.

Ve třetí kapitole "Analýza knih" budu analyzovat populární formy knih a jejich funkci. Popíšu výhody knih ve VR ve srovnání s tradičními formáty. Navrhnou také funkce pro svou VR aplikaci, které tradiční knihy nemají.

Ve čtvrté kapitole "Metodika vývoje VR aplikací" budu psát o svých metodách, které jsem použila při vývoji své VR aplikace, a popíšu celý proces.

V páté kapitole "Implementace VR aplikace v Unity" popíšu strukturu svého Unity projektu, popíšu implementaci hlavních funkcí a problémy, na které jsem při vývoji narazila, a také způsob jejich řešení.

V šesté kapitole "Testování VR aplikací" popíšu scénář a postup testování a rozeberu získané výsledky. To mi pomůže lépe zhodnotit provedenou práci, výhody a nevýhody mé VR aplikace. Pomůže to také vývojářům podobných aplikací lépe pochopit požadavky na VR aplikace pro čtení knih.

## Kapitola 2

### Obecná analýza

#### 2.1 Význam knihovny a čtení knih v dnešní době

V dnešní době jsou digitální technologie a internet hlavní součástí každodenního života lidí, a tak se může zdát, že role čtení tradičních knih je zastaralá. Avšak čtení knih je stále důležitou a nezbytnou součástí kulturního a intelektuálního života lidské společnosti.

Knihovna je instituce, která shromažďuje a uchovává tištěná a psaná díla pro veřejné použití a provádí bibliografickou činnost [1]. Úloha knihovny v dnešní době zahrnuje:

- Zajištění volného přístupu k informacím pro všechny členy společnosti. Knihovna nabízí řadu zdrojů v různých formách.
- Podpora vzdělávání a sebevzdělávání poskytováním studijních materiálů. Knihovna také poskytuje fyzický prostor pro různé činnosti. Například čítárnu.
- Uchovávání kulturního dědictví uchováváním klasických i současných literárních děl.

Čtení knih je jednou z klíčových činností, které přispívají k rozvoji intelektu, fantazie, empatie a jazykových schopností. V dnešní společnosti hraje čtení knih také důležitou roli.

#### 2.2 Virtuální realita a její využití v různých oblastech

V této části popíšu informace, které jsem získala z odborné literatury na téma VR technologií.

Ačkoli se VR využívá především v herním průmyslu, její potenciál je širší a zahrnuje různé oblasti včetně vzdělávání. Nejdůležitějším aspektem VR je schopnost zlepšit předávání informací prostřednictvím vizuálních efektů. V oblasti vzdělávání může využití VR a AR poskytnout studentům výhody při pochopení a zvládnutí probírané látky. To se říká v článku Bruce Massise:



■ **Andromedum**<sup>[5]</sup>.

Tato aplikace byla vytvořena speciálně pro jednu konkrétní knihu.

Nejvýraznější vlastností Andromedum je existence vypravěče, který čte text spolu s uživatelem. To může výrazně zvýšit zapojení čtenáře a jeho pohodlí při čtení, zejména pro ty, kteří dávají přednost poslechu než čtení. Tuto funkci lze vypnout.

Andromedum umožňuje výběr mezi tradiční formou knihy, tabletu nebo prostého textu. V nastavení je k dispozici také funkce změny velikosti textu.

V závislosti na kapitole knihy se také mění prostředí. Uživatel se však nemůže pohybovat v prostoru. V případě potřeby lze prostředí vypnout a čtenář pak bude v úplné tmě. To může pomoci soustředit se na text.

Značnou nevýhodou je také to, že celá aplikace je postavena na jedné knize a uživatel ji nemůže používat ke čtení knih ze své knihovny.

■ **Virtual Book Viewer**<sup>[6]</sup>

Základem Virtual Book Viewer je výběr čtecího prostředí. Uživatel si může vybrat z nabídky různých prostředí a vytvořit si požadovanou atmosféru. Ráda bych však upozornila, že prostředí nemá nic společného s obsahem knihy.

Významnou výhodou této aplikace je podpora velkého množství formátů souborů: .PNG, .JPG, .JPEG, .GIF, .ZIP, .RAR. To umožňuje uživatelům pořizovat nejrůznější obsah.

Virtual Book Viewer má však také určité nevýhody. Například aplikace nemá možnost zvýrazňovat text a vytvářet poznámky, což může být kritická nevýhoda pro akademické čtení a výzkum.

Lze říci, že aplikace Virtual Book Viewer je určena spíše k prohlížení obrázků, jako je fotoalbum, než jako nástroj pro čtení elektronických knih.

Lze říci, že žádná z popsaných aplikací pro čtení knih nemá kompletní sadu nástrojů pro pohodlnou práci a čtení knih ze své digitální knihovny.



## Kapitola 3

### Analýza knih

#### 3.1 Druhy knih

Kromě toho, že mnou vytvořená aplikace pro čtení knih by měla doplnit čtenářský zážitek pomocí VR technologií, které u běžných typů knih nejsou k dispozici, měla by mít všechny obvyklé funkce existujících elektronických čteček. Proto, abych mohla tyto funkce implementovat, musím je nejprve podrobně prozkoumat.

Provedla jsem analýzu existujících druhů knih. Protože jich je hodně, popíšu v tuto chvíli jen ty nejběžnější. Tedy ty, jejichž funkcionalitu budu dále používat v rámci své práce.

- **Papírové knihy:** Jedná se o tradiční knihy vytištěné na papíře a svázané ve vazbě. Jsou jednou z nejběžnějších forem knih až do dnešní doby.
- **E-knihy:** Jedná se o knihy v digitální podobě, které jsou k dispozici pro čtení na elektronických zařízeních, jako jsou elektronické čtečky, smartphony, tablety a počítače.
- **Audioknihy:** Jedná se o zvukové nahrávky knih, v nichž text knihy vyprávějí herci nebo lektoři. Audioknihy lze poslouchat na přehrávačích, smartphonech, počítačích a dalších zvukových zařízeních.

#### 3.2 Funkcionalita

Nyní potřebuji vypsát funkce těchto druhů knih (viz **kapitola 3, část 3.1**), abych mohla sestavit seznam funkcí, které budu implementovat do své VR aplikace. Ráda bych zdůraznila, že funkce elektronické knihy pokrývají funkce tradiční papírové knihy. Proto budu popisovat pouze funkce elektronické knihy a audioknihy. Uvedu název funkce a její popis.

<b>Funkce</b>	<b>Popis</b>	<b>Přirozené pro</b>
Obrácení stránky	Text knihy je rozdělen do bloků (stránek). Mezi jednotlivými bloky je možné přepínat listováním vpřed nebo vzad.	Papírové knihy; E-knihy
Scrollování	Funkce skrolování v elektronické knize umožňuje čtenáři procházet textem knihy posouváním stránky nahoru nebo dolů, podobně jako se posouvá obsah na webové stránce nebo v aplikaci na smartphonu či tabletu.	E-knihy
Číslování stránek	Každá stránka má číslo, které představuje její pořadové číslo. Užitečné pro orientaci v knize a pochopení postupu čtenáře.	Papírové knihy; E-knihy
Obsah	Tato funkce poskytuje čtenáři strukturovaný seznam oddílů, kapitol, pododdílů a dalších důležitých prvků textu, což usnadňuje orientaci a vyhledávání informací.	Papírové knihy; E-knihy; Audioknihy
Záložka	Záložka v knize umožňuje čtenáři uložit si místo, kde ukončil čtení, a později se k němu rychle vrátit.	Papírové knihy; E-knihy
Zvýraznění textu	Funkce zvýraznění textu v knize umožňuje čtenáři označit a zvýraznit určité části textu. To pomáhá vyčlenit vybraný text z ostatního textu.	Papírové knihy; E-knihy
Přidání poznámek ke zvýrazněnému textu	Tato funkce umožňuje čtenáři vytvářet osobní poznámky nebo komentáře spojené s konkrétními zvýrazněnými částmi textu.	Papírové knihy; E-knihy
Režimy čtení	Tato funkce umožňuje čtenářům přizpůsobit si vzhled a barevné schéma čtecího rozhraní podle svých preferencí. Výběr tématu umožňuje čtenářům nastavit kontrast a jas čtecího rozhraní, což přispívá k lepší čitelnosti textu. Mohou si vybrat barevné kombinace, které jsou pro jejich oči nejpříjemnější a snižují únavu při dlouhém čtení.	E-knihy



Funkce	Popis	Přirozené pro
Velikost fontu	Tato funkce umožňuje čtenářům měnit velikost textu podle svých preferencí a potřeb. Čtenáři tak mohou lépe rozlišovat písmena a slova, což zlepšuje čitelnost textu. Mohou si zvolit optimální velikost, která zajistí jasnost a srozumitelnost při čtení, zejména pokud mají problémy se zrakem nebo dyslexii.	E-knihy
Vyhledávání	Tato funkce umožňuje uživatelům vyhledat v textu knihy konkrétní slova, fráze nebo výrazy.	E-knihy
Mluvená nahrávka	Je zvuková nahrávka, na které je nahlas čteno literární dílo. Místo čtení textu na stránce čtenář poslouchá nahrávku.	Audioknihy

**Tabulka 3.1:** Tabulka funkcionality elektronické čtečky

### 3.3 Výhody knih ve VR

Po analýze funkcionality běžných knih je teď lze porovnat s funkcionalitou, kterou nabízí VR. Knihy ve VR nabízejí oproti tradičním a elektronickým knihám řadu unikátních výhod.

- Imerzivní čtenářský zážitek.  
Knihy ve VR umožňují čtenářům ponořit se do virtuálního prostředí, které je plně vtáhne do děje a atmosféry díla. VR vytváří pocit, že se nacházíte uvnitř knihy, a může umocnit emocionální a vizuální zážitek z textu.
- Vizuální a zvukové efekty.  
Knihy ve VR mohou nabídnout působivé vizuální a zvukové efekty, které obohatí zážitek ze čtení a vytvoří unikátní atmosféru. VR umožňuje přidávat animace, interaktivní prvky, trojrozměrné objekty a vizuální efekty, které obohacují vnímání textu a činí čtení více pohlcujícím.

### 3.4 Návrh funkcí pro VR-aplikaci

Na základě potenciálu VR jsem navrhla následující funkce, které lze implementovat do aplikace pro čtení knih ve VR. Tyto věci poskytnou nové funkce, které běžné knihy nemohou poskytnout. Vzhledem k tomu, že VR je především vizuální zážitek, funkce, které navrhuji, se budou týkat grafického obsahu.



by musel číst celou stránku nebo oddíl. To je praktické pro zkrácení doby čtení a rychlé získání klíčových informací z knihy.

Když se uživatel po nějaké době vrátí ke čtení knihy, může si potřebovat osvěžit paměť na předchozí události, detaily děje nebo důležité momenty, aby mohl znovu zasáhnout do příběhu a bez potíží pokračovat ve čtení.

To je užitečné zejména u knih se složitým dějem, velkým množstvím postav nebo mnoha důležitými událostmi. Místo toho, aby uživatel musel celé předchozí kapitoly číst znovu nebo vyhledávat konkrétní momenty, může rychle získat nový přehled o minulých událostech, aby se mohl ponořit zpět do příběhu a pokračovat ve čtení s plným pochopením souvislostí.

#### ■ 3.4.4 Volné umístění knihy

Další funkce VR aplikace je **volné umístění knihy**. Díky této funkci může uživatel umístit knihu do virtuálního prostoru v pohodlné poloze a nemusí ji při čtení držet rukama.

VR nám umožňuje vytvářet unikátní věci a chybějící gravitace je jedním z nich. Když uživatel otevře knihu v VR aplikaci, kniha není omezena fyzickými limity reálného světa. Kniha může být umístěna ve vzduchu nebo na jiných plochách ve virtuálním prostředí v pohodlné poloze pro čtení.

Uživatel si tak může zvolit nejvhodnější polohu pro čtení. Například je možné si lehnout a knihu si položit nad sebe, nastavit úhel knihy a nedržet ji při čtení v ruce.

### ■ 3.5 Žánry knih

#### ■ 3.5.1 Obecná klasifikace

Literární žánry jsou kategorie, které rozlišují literaturu na základě určitého souboru stylistických kritérií. Obvykle se skládají z podobností v tématu, stylu, obraznosti a vyprávěcích technikách, společných typů postav a/nebo vzorců interakce postav a událostí, jakož i společné predikovatelné formy. [7]

Také literární žánr může spadat do jedné ze dvou kategorií:

- Fiktivní dílo, obsahující popisy a události vymyšlené autorem;
- Populárně naučné dílo, v němž jsou popisy a události chápány jako faktické.

Každé literární dílo patří do určitého literárního subžánru, který má svůj vlastní styl, tón a vyprávěcké postupy.

Na základě článku o 35 populárních žánrech [8] nyní uvedu několik dnes populárních literárních žánrů, z nichž dále vyberu jeden pro testování své aplikace:

- **Fantasy**. Tento knižní žánr se vyznačuje prvky magie nebo nadpřirozena a je často inspirován mytologií nebo folklórem.

- **Science fiction.** Spousta sci-fi se odehrává ve vzdálené budoucnosti, což z ní činí základnu pro příběhy o cestování časem a průzkumu vesmíru.
- **Dystopie.** Dystopické romány, populární žánr science fiction, nabízejí temnou a děsivou vizi budoucnosti. Autoři píšící dystopie si představují ponuru společnost, často po katastrofě, která se potýká s takovými věcmi, jako jsou despotické vlády, technologie ve stylu Černého zrcadla a ekologická katastrofa.

### 3.5.2 Výběr žánru

Podle autora článku o literárních žánrech [9] jsou žánry určovány obecnými literárními zvyklostmi, které se v průběhu času mění s tím, jak vznikají nové žánry a jiné zanikají. V souladu s tím jsou často určovány kulturními očekáváními a potřebami určitého historického a kulturního okamžiku nebo místa. S tímto názorem souhlasím. Proto si z výše uvedených žánrů pro svou práci zvolím žánr "**dystopie**". Myslím si, že je to v současné době poměrně aktuální směr. Také tento žánr je vhodný pro testovací část aplikace této práce, protože účastníci mého testování tento žánr dobře znají.

## 3.6 Strukturovaný rozhovor

Provedla jsem strukturovaný rozhovor s pěti účastníky, abych získala více informací o tom, jak různí lidé čtou knihy, jaké žánry preferují a jaké funkce elektronických knih nejčastěji využívají. Otázky pro rozhovor jsem sestavila tak, abych získala co nejvíce potřebných informací pro další práci na projektu. V této části uvedu analýzu výsledků rozhovorů.

Všech pět účastníků je studenty technické univerzity a patří do stejné věkové kategorie. Tři z nich mají také VR brýle, což je důležité pro mé další testování, protože účastníci mého testování musí mít předchozí zkušenosti s VR.

Na otázku "Jak často vůbec ve svém každodenním životě čtete (beletrii, vzdělávací materiály atd.)?" čtyři účastníci odpověděli, že čtou něco alespoň jednou týdně. Jeden účastník řekl, že čte méně často, přibližně jednou za měsíc.

Účastníci také uvedli, že pro čtení ve stejné míře dávají přednost elektronickým čtečkám a aplikacím pro čtení knih v telefonu, protože jsou kompaktnější a funkčnější než papírové knihy. Jsou také pohodlnější v každodenním životě, protože mají telefon stále u sebe a je snazší z něj číst například ve veřejné dopravě.

Z toho lze usoudit, že účastníci mého testu tráví čtením knih poměrně hodně času, což znamená, že mají s elektronickými knihami hodně zkušeností.

Požádala jsem účastníky, aby pojmenovali literární žánry, které nejraději čtou. Většina z nich pojmenovala žánry jako sci-fi, dystopie a fantasy. Také byly zmíněny žánry jako detektiv a horor, ale v menší míře.

Dále uvedu seznam názvů knih, které účastníci řekli, když byli požádáni, aby pojmenovali své nejoblíbenější knihy, které znovu přečetli nebo by si je rádi znovu přečetli.

- **"1984"** je dystopický román anglického spisovatele George Orwella.  
Žánry: politická fikce, sci-fi a dystopická fikce;
- **"Já, robot"** je soubor devíti sci-fi povídek od Isaaca Asimova.  
Žánr: sci-fi povídky;
- **"451 stupňů Fahrenheita"** je jeden z nejznámějších románů spisovatele Raye Bradburyho.  
Žánr: sci-fi;
- **"Metro 2033"** je postapokalyptický román spisovatele Dmitrije Gluchovského.  
Žánry: apokalyptická a postapokalyptická sci-fi, science fiction a dystopická fikce;
- **"Nadace"** je vědeckofantastická série od Isaaca Asimova.  
Žánr: sci-fi;
- **"Píseň ledu a ohně"** je rozpracovaná fantasy sága amerického autora George R. R. Martina.  
Žánr: Historická fantasy;
- **"Mechanický pomeranč"** je román od Anthony Burgess.  
Žánry: černý humor, satirický román, dystopická fikce;
- **"Muž, který ztratil tvář"** je román Alexandra Beljajeva;  
Žánr: sci-fi;
- **"Konec civilizace: aneb Překrásný nový svět"** je antiutopický sci-fi román anglického autora Aldouse Huxleyho.  
Žánry: sci-fi, dystopie, filozofický román;

Na základě těchto odpovědí jsem se rozhodla, že žánr **"dystopie"** je pro testování mé VR aplikace nejvhodnější, protože pro většinu účastníků je to jeden z nejoblíbenějších literárních žánrů.

Z vlastní zkušenosti můžu říct, že mě od čtení často ruší vnější faktory, a proto jsem se rozhodla zeptat účastníků, zda mají stejný problém. Účastníci jmenovali takové věci, jako:

- problém soustředit se na čtení kvůli oznámením v mobilu,
- problém soustředit se na čtení kvůli zvyku často přepínat pozornost na různé činnosti,
- myšlenky a předměty v okolí,
- jiné lidi.

Účastníci také uvedli, že kvůli těmto věcem museli znovu číst předchozí části textu, aby pochopili, co bylo napsáno. Myslím si, že některé z uvedených problémů je možné vyřešit pomocí VR. Například pro uživatele je technicky obtížné rozptylovat se oznámeními na telefonu, protože si musí pokaždé sundat brýle VR. Řeší také problém přítomnosti předmětů okolí a dalších lidí v místnosti. Všichni účastníci rozhovoru také odpověděli, že při čtení knih neposlouchají hudbu, protože je ruší.

Zeptala jsem se také účastníků, zda je pro nich funkcionalita aplikací pro čtení knih dostatečná, a oni odpověděli, že ano. Většina z nich také uvedla, že nevyužívají všechny poskytované funkce, například si téměř nikdy nedělají poznámky do knihy. Nejčastěji účastníci využívají funkci změny vizuálního motivu čtecího prostoru.

Na otázky "Co myslíte, změní se v budoucnu proces čtení knih? Zanikne něco, nebo se stane běžnějším?" účastníci odpověděli, že si myslí, že čtení knih nezanikne. Někteří účastníci si myslí, že možná zmizí papírové knihy nebo budou nějakým způsobem modernizovány.

Informace z rozhovorů budu používat ve své práci.

## Kapitola 4

### Metodika vývoje VR aplikací

#### 4.1 Nástroje

##### 4.1.1 Software

Budu používat školní headset Acer Mixed Reality.

Pro vývoj aplikace jsem zvolila herní engine Unity [10]. Výběr tohoto konkrétního herního enginu můžu vysvětlit takto. Potřebuji vyvinout hlavní část aplikace za krátkou dobu. Přitom by aplikace měla být plně funkční. Všechny základní funkce by měly být implementovány tak, aby bylo možné aplikaci otestovat na uživatelích. Unity se pro vývoj této VR aplikace hodí z několika důvodů:

- je multiplatformní,
- má podrobnou a pochopitelnou dokumentaci,
- na internetu má velké množství tutoriálů,
- má dobrou podporu VR.

Také potřebuji vybrat software, se kterým jsem seznámena. Takový, u kterého nebudu trávit velké množství času čtením dokumentace a učením se funkcí. Potřebuji si vybrat něco, co již dobře znám. Proto jsem si vybrala Unity. Pracovala jsem s ním již v jiných předmětech a mám představu o funkcích enginu.

Pro tvorbu grafického obsahu budu používat bezplatný program pro 3D modelování - Blender 3D [11]. Pro tvorbu obrázků a dalšího 2D obsahu budu používat Photoshop [12].

K psaní kódu budu používat multiplatformní integrované vývojové prostředí JetBrains Rider [13].

##### 4.1.2 Zdroje

Z hlavních zdrojů informací pro vývoj VR aplikace můžu zmínit videa na YouTube [14] a oficiální webové stránky s dokumentací Unity.

### ■ 4.1.3 Ostatní

Rozhodla jsem se použít neuronovou síť ChatGPT [15] jako neuronovou síť pro převyprávění textu. Informace o základním nastavení chatGPT v Unity lze snadno najít na internetu. Také na základě vlastních zkušeností s používáním této neuronové sítě jsem došla k tomu, že se pro tento účel dobře hodí.

## ■ 4.2 Popis funkcionality

### ■ 4.2.1 Základní funkce

Nyní popíšu požadavky na základní funkce mé VR aplikace.

#### ■ Virtuální knihovna.

Aplikace by měla mít virtuální knihovnu, kam si uživatelé mohou ukládat svou sbírku elektronických knih. Mělo by být možné procházet dostupné knihy v knihovně uživatele. Aplikace by měla poskytovat nástroje pro vyhledávání knih podle názvu nebo autora.

#### ■ Import knih.

Uživatel by měl mít možnost importovat do aplikace své vlastní elektronické knihy. Knihy se budou načítat z počítače ze složky, ke které by měl mít uživatel přístup. Uživatel by měl mít možnost přidávat nebo odstraňovat knihy z této složky.

#### ■ Interaktivita.

Uživatelé by měli mít možnost interakce s knihami a čtecím prostředím. Můžou procházet stránky knihy pomocí ovladačů VR, přibližovat text pro snadné čtení, dělat si poznámky a označovat zajímavá místa v textu.

### ■ 4.2.2 VR funkce

Aplikace by měla poskytovat alespoň 3 funkce, které běžné nebo elektronické knihy nemají. To jsou funkce, které budu ve své VR aplikaci implementovat:

- Možnost výběru formátu knihy.
- Možnost výběru formátu místnosti.
- Volné umístění knihy v prostoru.
- Převyprávění textu pomocí neuronové sítě.

### ■ 4.2.3 Funkcionalita knih

Nyní popíšu požadavky na funkce knih v mé VR aplikaci.



#### ■ Podpora formátů knih.

Aplikace musí podporovat alespoň jeden z formátů elektronických knih, aby uživatelé mohli do aplikace importovat knihy. Moje aplikace bude pracovat s formátem .EPUB.

#### ■ Integrované nástroje pro čtení.

Aplikace by měla poskytovat všechny funkce elektronických knih, jako jsou záložky, vyhledávání v textu, zobrazení průběhu čtení a možnost přidávat poznámky. To uživatelům pomůže organizovat čtení a vrátet se k důležitým místům v knize.

Pro účely této práce stačí vytvořit pouze 3 formáty knihy. Svou funkcionalitou budou pokrývat základní sadu funkcí. Všechny další formáty se budou lišit spíše vzhledově než technicky.

Budu implementovat následující formáty:

Format	Popis
Standardní kniha	Jako běžná papírová kniha. Unikátní vlastností je zobrazení textu na dvou stranách s funkcí otáčení stránek.
Tablet	Jako elektronická čtečka. Odlišuje se kompaktními rozměry. Text a další nástroje se zobrazují na jediné stránce a nepřesahují hranice tabletu.
Svítek	Jako fyzický svítek. Unikátní vlastností je možnost scrollovat text, jako by se jednalo o reálný svítek.

**Tabulka 4.1:** Tabulka formátů knihy

### ■ 4.2.4 Funkcionalita místnosti

Rozhodla jsem se vytvořit tři místnosti pro čtení.

## ■ 4.3 Postup vývoje

Vývoj aplikace jsem zahájila vytvořením 3D obsahu pro aplikaci. Myslím, že to bylo to správné řešení. Tímto způsobem jsem okamžitě chápala a vytvářela správné rozmístění všech prvků. A nemusela jsem ztrácet čas pozdějším upravováním vzhledu objektů. Pak jsem začal pracovat se Unity. Vytvořila jsem nový projekt Unity a naimportovala všechny potřebné balíčky, například TextMeshPro, Universal RP, XR Interaction Toolkit a další. Dále jsem se pustila do implementace obyčejné knihy, protože její funkce pokrývají většinu funkcí pro svítek a tablet. Nejprve jsem naimplementovala čtení textu ze souboru elektronické knihy a poté plnou funkčnost knihy. Po implementaci běžné knihy jsem implementovala tablet a poté svítek. Dále jsem implementovala hlavní menu, konkrétně jeho funkčnost. Poté jsem implementovala přepínání mezi scénami a nastavila 3 scény s příslušnými místnostmi.

<b>Format</b>	<b>Popis</b>
Standardní pokoj	Tato místnost je obyčejný neutrální obývací pokoj. Je poměrně světlý. Není vázán na žádnou knihu, a proto může být použit ve spojení s jakoukoli knihou.
Pokoj Winstona	Toto je pokoj hlavního hrdiny z románu anglického spisovatele George Orwella "1984" [16]. Pokoj odpovídá popisu pokoje hlavního hrdiny v knize. Tento pokoj se nejlépe hodí ke knize, podle které je vytvořen.
Pokoj Montaga	Toto je pokoj hlavního hrdiny z románu spisovatele Raye Bradburyho "451 stupňů Fahrenheita" [17]. Pokoj odpovídá popisu pokoje hlavního hrdiny v knize. Tento pokoj se nejlépe hodí ke knize, podle které je vytvořen.

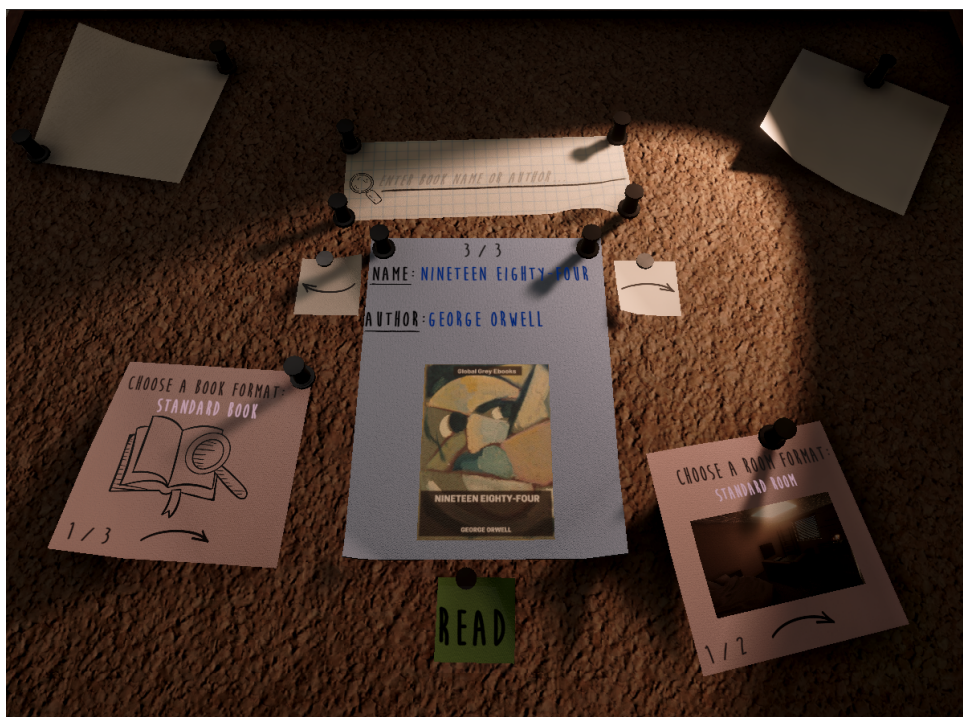
**Tabulka 4.2:** Tabulka formátů místností

## Kapitola 5

# Implementace VR aplikace v Unity

### 5.1 Popis struktury VR aplikace

Scéna, která se spustí při spuštění VR aplikace obsahuje hlavní menu. Je prezentována jako stůl, na kterém je umístěna korková tabule se všemi prvky uživatelského rozhraní (viz **Obrázek 5.1**). V hlavním menu může uživatel procházet svou knihovnu nebo vyhledat konkrétní knihu. Uživatel může také vybrat formát knihy a místnosti a poté přejít do prostoru pro čtení.



**Obrázek 5.1:** Hlavním menu mé VR aplikace.

Každá herní scéna obsahuje jednu ze tří místností a tři formáty knih. V závislosti na volbě uživatele v hlavním menu se spustí jedna ze tří herních scén. Scéna aktivuje jeden z knižních formátů v závislosti na volbě uživatele v hlavním menu. Všechny formáty knih mají základní funkce elektronických

čteček. Progres čtení každé knihy se ukládá do souboru a po ukončení aplikace se neztratí. Uživatel se může po scéně pohybovat pomocí teleportace. Pomocí menu na levém zápěstí může hráč nastavit svou výšku a také se vrátit do hlavního menu (viz **Obrázek 5.2**).



**Obrázek 5.2:** Zápěstní menu v mé VR aplikaci.

## ■ 5.2 Implementace hlavních funkcí

V této části popíšu logiku kódu některých důležitých funkcí mé VR aplikace.

### ■ 5.2.1 Nahrávání knih

Pro čtení souborů .EPUB použiji knihovnu .NET, protože Unity nemá oficiální nástroje pro práci s žádným z populárních formátů elektronických knih.

Po spuštění aplikace skript projde všechny složky v adresáři "/Resources/Books", najde v nich všechny soubory .EPUB a vloží je do seznamu s objekty EpubBook. Tímto způsobem lze nyní přistupovat k libovolné knize, která tam leží. Skript pak může zobrazit název a autora knihy na hlavním štítku na korkové tabuli v menu.

Kód nahrávání knih(BookController.cs):

```
/**
 * Go through all folders in the directory and find all books
 */
private void GetBooksInAllFolders(string directoryPath)
{
    foreach (string subdirectoryPath in
        Directory.EnumerateDirectories(directoryPath))
    {
        GetBooksInAllFolders(subdirectoryPath);
    }

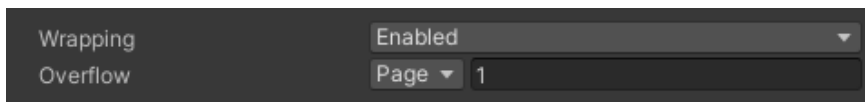
    foreach (string filePath in
        Directory.EnumerateFiles(directoryPath, "*.epub"))
    {
        AddBook(filePath);
    }
}

/**
 * Create book object and add it into list of books
 */
private void AddBook(string epubFilePath)
{
    EpubBook book = EpubReader.ReadBook(epubFilePath);
    _books.Add(book);
    _displayedBooks.Add(book);
}
```

Když vyberete knihu a vstoupíte do scény čtení, kód zapíše obsah každé kapitoly do List<Chapter> pro pozdější přístup.

## 5.2.2 Zobrazení textu

- **Standardní kniha/Tablet:** K zobrazení textu ve formátu stránky použijte textové pole TextMeshPro. Má možnost pro zobrazení textu po stránkách (viz **Obrázek 5.3**) a možnost použít Rich Text (viz **Obrázek 5.4**).

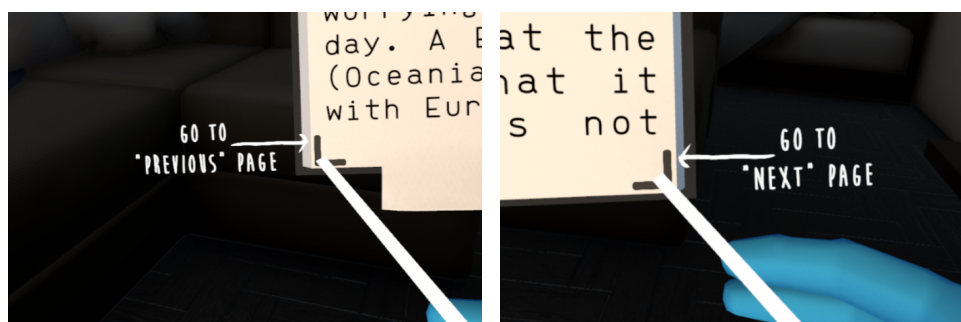


**Obrázek 5.3:** Component: TextMeshPro - page mode.



**Obrázek 5.4:** Component: TextMeshPro - rich text.

- Navigace v rámci kapitoly.  
 Vybraná kapitola se posílá do obou textových polí, pro levou i pravou stránku. V levém poli se zobrazují stránky s lichými čísly, v pravém poli se zobrazují stránky se sudými čísly. Stisknutím tlačítek pro listování stránkami (viz **Obrázek 5.5**) se změní pouze číslo zobrazených stránek v kódu polí. Tablet má pouze jedno pole s textem.
- Přejechod mezi kapitolami.  
 Pokud je aktuálně zobrazena první nebo poslední stránka kapitoly, stisknutím tlačítka "Předchozí stránka" nebo "Další stránka" se zobrazí předchozí, resp. následující kapitola. Pokud je zobrazena předchozí kapitola, zobrazí se od poslední stránky. Když je zobrazena další kapitola, bude zobrazena od první stránky.

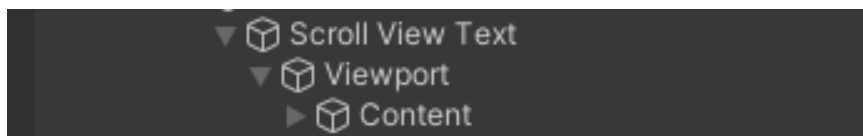


(a) : Tlačítko "Předchozí stránka".

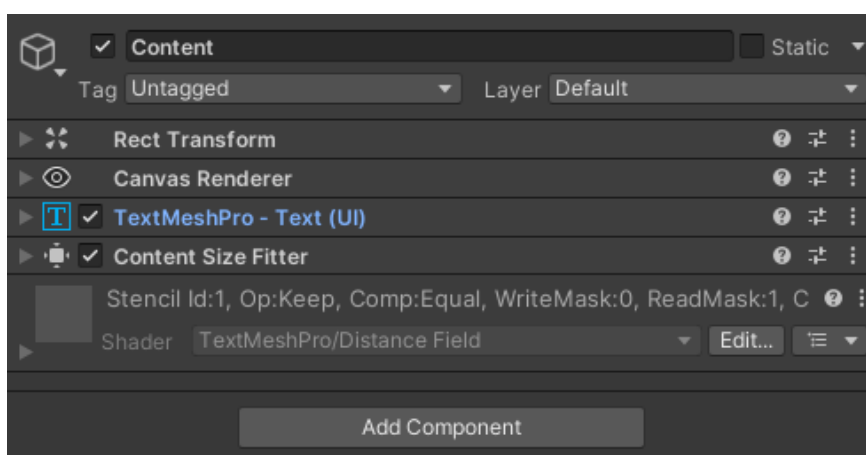
(b) : Tlačítko "Další stránka".

**Obrázek 5.5:** Navigační tlačítka v knize v mé VR aplikaci.

- **Svitek:** K zobrazení textu ve svitku používám Scroll View (viz **Obrázek 5.6**). Jeho content obsahuje komponentu TextMeshPro - Text (viz **Obrázek 5.7**).

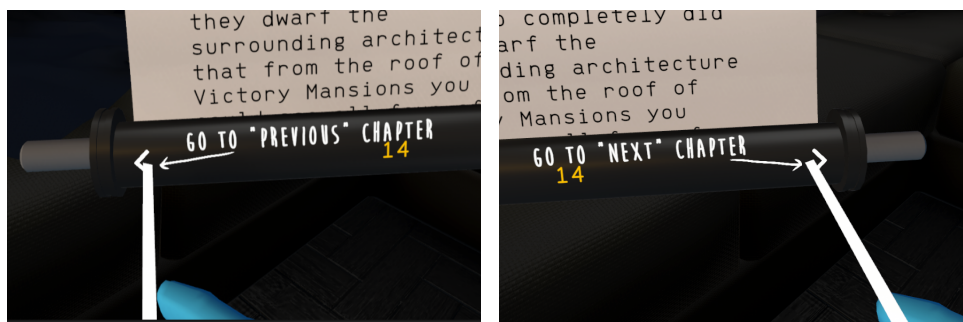


**Obrázek 5.6:** Component: Scroll View struktura.



**Obrázek 5.7:** Component: Scroll View content text component.

- Navigace v rámci kapitoly.  
Do textového pole se posílá celá kapitola knihy najednou. Při použití viewportu je text mimo svitku maskován. Text lze posouvat buď pomocí slideru, nebo pomocí UI paprsku.
- Navigace mezi kapitolami.  
Kdykoli lze z kapitoly přejít na předchozí nebo následující kapitolu pomocí navigačních tlačítek (viz **Obrázek 5.8**) ve spodní části svitku.



**(a)** : Tlačítko "Předchozí kapitola".

**(b)** : Tlačítko "Další kapitola".

**Obrázek 5.8:** Navigační tlačítka v svitku v mé VR aplikaci.

Po kliknutí na jedno z těchto tlačítek se příslušný text kapitoly v kódu odešle do komponenty TextMeshPro - Text. Slider na svitku se také přesune do jedné ze dvou pozic:

- do horní pozice - pokud byla vybrána následující kapitola;
- do dolní pozice - pokud byla vybrána předchozí kapitola.

Načítání kapitoly a nastavení slideru(TextDisplay.cs):

```

/**
 * Set the chapter by given index; Get two parameters:
 * 1) index of chapter
 * 2) bool var "byContent": "true" if chapter opens by table of content
 */
public void SetChapter(int index, bool byContent)
{
    if (index < 0) return;
    if (index >= stringChapters.Count) return;

    scrollPage.text = stringChapters[index].text;
    ShowAllNotesInChapter();
    scrollPage.ForceMeshUpdate();

    LayoutRebuilder.ForceRebuildLayoutImmediate
    (
        scrollPage.GetComponent<RectTransform>()
    );
    scrollPage.ForceMeshUpdate();

    if (index >= currentChapter || byContent)
    {
        currentChapter = index;

        if (scrollPage.rectTransform.rect.height >
            scrollView.GetComponent<ScrollRect>().viewport.rect.height)
        {
            StartCoroutine(
                SetScrollPositionCoroutine
                (
                    scrollView.GetComponentInChildren<ScrollRect>(),
                    1f
                )
            );
        }
    }
    else if(index < currentChapter)
    {
        currentChapter = index;
        scrollView.GetComponent<ScrollRect>().verticalNormalizedPosition = 0;
    }

    ShowAllNotesInChapter();
    ShowPageNumber();
}

```

### 5.2.3 Zobrazení čísla stránky

#### Standardní kniha/Tablet

Abych mohla zjistit celkový počet stran konkrétní kapitoly, musím do pole TextMeshPro-Text vložit text kapitoly a poté použít proměnnou pageCount:



```
textField.text = chapters[chapter].text;
int pageCount = textField.textInfo.pageCount;
```

Pro zobrazení čísla stránky se bere číslo aktuálně zobrazené stránky komponenty `TextMeshPro-Text` a přičítá se k počtu stránek předchozích kapitol.

V mé aplikaci je možné měnit velikost fontu v knize, proto po změně potřebuji aktualizovat počet stránek. Proto je třeba projít všechny předchozí kapitoly, načíst text každé kapitoly do textového pole a získat počet stránek. Dělat to pokaždé je dlouhé a nelogické. Proto jsem se rozhodla spočítat počet stránek každé kapitoly s každou z 10 možných velikostí fontu při načítání scény ke čtení. Tento proces proběhne pouze při prvním otevření knihy v tomto formátu a data se zapíše do souboru `.JSON`. Příště se údaje o počtu stránek převezmou z něj.

Získání počtu stránek každé kapitoly a zapsání dat do souboru (`TabletTextDisplay.cs`).

```
public void CountPagesNumber()
{
    for(var chapter = 0; chapter < stringChapters.Count; chapter++)
    {
        tabletPage.text = stringChapters[chapter].text;

        foreach (var fontSize in settings.sizes)
        {
            tabletPage.fontSize = fontSize;

            tabletPage.ForceMeshUpdate();

            _userData.tabletPages[chapter].pages.Add(
                tabletPage.textInfo.pageCount
            );
        }
    }

    tabletPage.text = stringChapters[currentChapter].text;
}
```

#### ■ Svitek

Pro svitek je hledání počtu stránek podobné s jediným rozdílem. Protože formát zobrazení textu komponenty `TextMeshPro - Text` zde není nastaven na stránky, musím počet stránek vypočítat jiným způsobem.

Pro výpočet celkového počtu stránek na kapitolu načtu text kapitoly do textového pole a získám velikost celého textového pole a velikost viewportu:

```
var viewportSize = scrollView.GetComponent<ScrollRect>().viewport;
var textFieldSize = scrollPage.rectTransform.rect.height;
```

Poté vydělím velikost celého textového pole velikostí viewportu a získám celkový počet stránek.

Pro výpočet čísla aktuálně zobrazené stránky postupuji následovně. Střed každé stránky se rovná normalizované poloze slideru, která se zase vypočítá jako:

$$\frac{\text{celkový počet stránek v kapitole} - \text{pořadové číslo stránky}}{\text{celkový počet stránek v kapitole}}$$

kde pořadové číslo stránky = 0, ... , n;

Poté procházím všechny stránky a porovnávám polohu jejich středu s polohou slideru, čímž zjistím aktuální stránku(ScrollTextDisplay.cs):

```
public void GetCurrentPage()
{
    int numOfPages = _userData.scrollPages[currentChapter]
                    .pages[settings.currentFontSize];
    float currScrollbarPos = scrollView.GetComponent<ScrollRect>()
                    .verticalNormalizedPosition;

    for (int i = 0; i <= numOfPages; i++)
    {
        if (1.0f - i * (1.0f / numOfPages) >= currScrollbarPos)
        {
            _currentPage = i;
        }
        else
        {
            break;
        }
    }
    ShowPageNumber();
}
```

#### 5.2.4 Obsah

Pro kapitoly knihy jsem vytvořila samostatnou třídu. V ní je uložen text kapitoly a její název(Chapter.cs).

```
public class Chapter
{
    public string text;
    public string title;
}
```

Aby se přechod mezi kapitolami snadno prováděl, zapisuji při načítání knihy každou kapitolu do List<Chapter> jako samostatný prvek. Text kapitoly na začátku obsahuje samotný název kapitoly, takže není obtížné jej získat.

Pro obsah inicializuji tolik tlačítek, kolik je kapitol. Index každého tlačítka odpovídá indexu kapitoly. Po kliknutí na kterékoli z nich se tedy do textového pole odešle příslušná kapitola.

(TableOfContentManager.cs)

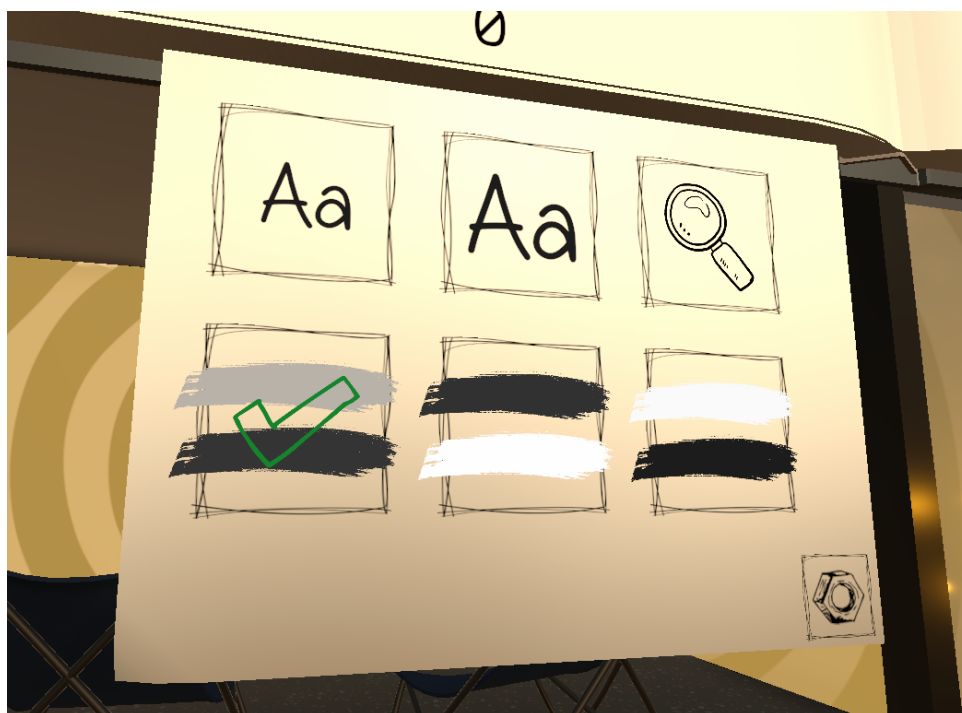
```
// create button for each chapter
for (var i = 0; i < _tableOfContent.Count; i++)
{
```

```
var newButton = Instantiate(buttonPrefab, buttonParent.transform);
newButton.name = i.ToString();
newButton.GetComponentInChildren<TMP_Text>().text = _tableOfContent[i];
newButton.GetComponent<Button>().onClick.AddListener
(
    () => SelectChapter(Convert.ToInt32(newButton.name))
);
_buttons.Add(newButton);
}
```

### ■ 5.2.5 Settings

Nastavení všech formátů knih obsahuje stejné položky:

- možnost změny velikosti fontu,
- vyhledávání v knize,
- 3 různé mody zobrazení čtecí oblasti (normální, tmavý, světlý) (viz **Obrázek 5.9**).



**Obrázek 5.9:** Papír s nastavením v mé VR aplikaci.

Dvě tlačítka mění parametr velikosti písma u TextMeshPro - Text. Tlačítko hledání otevírá nástroje pro vyhledávání v knize.

Tlačítka změny módu zobrazení mění barvu materiálu stránky a barvu textu takto:

```
mesh.GetComponent<MeshRenderer>().material.color = _color;
textField.color = _color;
```

### 5.2.6 Zvýraznění textu

Pro implementaci funkce tvorby poznámek jsem se rozhodla udělat následující.

Textové pole TextMeshPro ví, od kterého do kterého indexu zobrazuje znaky řetězce. Zná také jejich lokální pozici. XR Ray zase zná globální pozici kolize paprsku s objektem. Díky tomu můžu zjistit, na který znak hráč pomocí UI paprsku míří.

Získávám souřadnice kolize paprsku s objektem.

```
bool result = handRay.TryGetCurrentUIRaycastResult(out handHitInfo);
```

Pak beru první a poslední index zobrazeného symbolu a v cyklu procházím všechny symboly v tomto intervalu. Každý symbol má mesh ve tvaru plane (má 4 vrcholů). Pro každý symbol získám souřadnice 4 vrcholů jeho meshu a převedu je na globální souřadnice pomocí transform.TransformPoint. Poté použiji funkci PointInsideRectangle (TextHighlighter.cs). Ta kontroluje, zda kolize paprsku leží v obdélníkové oblasti symbolu. Pokud ano, zjistí hranice slova, ve kterém znak leží, a přebarví každý znak v tomto slově.

Kontrola kolize paprsku a symbolu:

```

var firstChar = displayedPage.textInfo
    .pageInfo[displayedPage.pageToDisplay - 1].firstCharacterIndex;
var lastChar = displayedPage.textInfo
    .pageInfo[displayedPage.pageToDisplay - 1].lastCharacterIndex;

int i = firstChar;
while(i <= lastChar)
{
    TMP_CharacterInfo cInfo = displayedPage.textInfo.characterInfo[i];

    // get world position of char
    Vector3 worldBottomLeft = transform.TransformPoint(cInfo.bottomLeft);
    Vector3 worldBottomRight = transform.TransformPoint(cInfo.bottomRight);
    Vector3 worldTopLeft = transform.TransformPoint(cInfo.topLeft);
    Vector3 worldTopRight = transform.TransformPoint(cInfo.topRight);

    // check if ray hit this char
    bool res = PointInsideRectangle(handHitInfo.worldPosition,
                                    worldBottomLeft,
                                    worldTopLeft,
                                    worldTopRight,
                                    worldBottomRight);
}

```

Funkce PointInsideRectangle (TextHighlighter.cs):

```

private bool PointInsideRectangle(Vector3 point,
                                  Vector3 bottomLeft,
                                  Vector3 topLeft,
                                  Vector3 topRight,
                                  Vector3 bottomRight)
{
    bool isInside = false;
    float angleSum = 0f;

    Vector3[] rectangleVertices = {bottomLeft,
                                    topLeft,
                                    topRight,
                                    bottomRight
    };

    for (int i = 0; i < rectangleVertices.Length; i++)
    {
        Vector3 v1 = rectangleVertices[i] - point;
        Vector3 v2 = rectangleVertices[(i + 1) % rectangleVertices.Length] - point;
        angleSum += Vector3.Angle(v1, v2);
    }

    if (Mathf.Approximately(angleSum, 360f))
    {
        isInside = true;
    }

    return isInside;
}

```

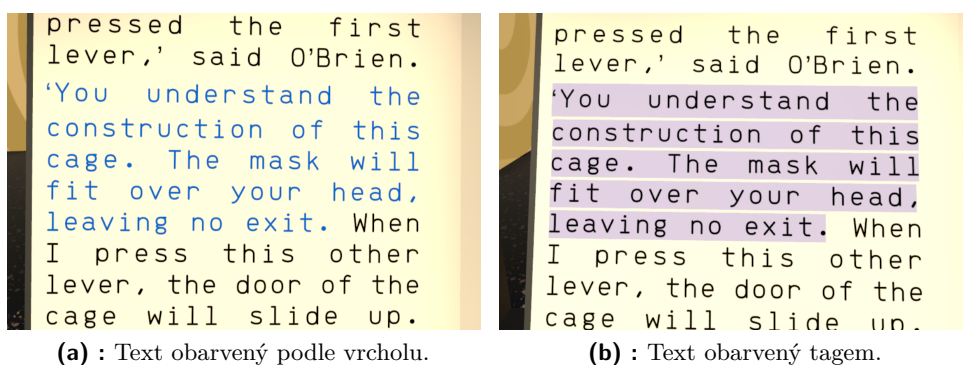
Po označení alespoň jednoho slova se uživateli zobrazí různá tlačítka pro tvorbu poznámky, jako:

- Uložit poznámku (viz **Obrázek 5.10**). Po kliknutí se označený text a případná poznámka k němu uloží do objektu userData.



**Obrázek 5.10:** Tlačítko pro uložení v mé VR aplikaci.

Také obarvení vrcholů jednotlivých symbolů poznámky bude nahrazeno zvýrazněním textu pomocí tagu `<mark=#767EE190></mark>` (viz **Obrázek 5.11**). Tag není třeba aktualizovat po každé aktualizaci textového pole, což nelze říci v případě obarvení textu ve vrcholech. Jedná se také o rychlejší způsob přebarvení textu a usnadnění pozdějšího nalezení tohoto označení v textu.



**Obrázek 5.11:** Fáze vytvoření poznámky a fáze zobrazení uložené poznámky.

- Zrušit výběr. Tím se zruší tvorba poznámky a skryjí se všechna zobrazená tlačítka (viz **Obrázek 5.12**).



**Obrázek 5.12:** Tlačítko pro zrušení v mé VR aplikaci.

- Přidání textu do poznámky. Tím se zapnou nástroje pro psaní textu k poznámce: klávesnice a pracovní list s textem (viz **Obrázek 5.13**).



**Obrázek 5.13:** Tlačítko pro psaní textu k poznámce v mé VR aplikaci.

- Převyprávění zvýrazněného textu. Po kliknutí se zvýrazněný text odešle do chatuGPT a následně se zobrazí krátké převyprávění textu (viz **Obrázek 5.14**).



**Obrázek 5.14:** Tlačítko pro převyprávění textu k poznámce v mé VR aplikaci.

Uživatel může označit buď celý požadovaný text, nebo pouze první a poslední slovo, v tom případě se do papíru "Highlighted" uloží vše mezi oběma vybranými slovy včetně.

### ■ 5.2.7 Highlighted

Ke všem poznámkám má uživatel v knize přístup prostřednictvím sekce Highlighted (Zvýrazněné)(viz **Obrázek 5.15**).



**(a)** : Sekce Highlighted ve standardní knize.



**(b)** : Sekce Highlighted v tabletu.



**(c)** : Sekce Highlighted v svitku.

**Obrázek 5.15:** Sekce Highlighted v různých formátech knihy.

Každá poznámka je reprezentována tlačítkem, po jehož kliknutí se uživateli zobrazí místo v knize, kde se poznámka nachází. To funguje následujícím způsobem. Každá poznámka je uložena jako objekt Note. V objektu Note je



uložen vybraný text, text k poznámce a datum vytvoření poznámky.  
(UserData.cs)

```
public class Note
{
    public string highlightText;
    public string note;
    public string date;
}
```

Při odkazu na konkrétní poznámku se v textu kapitoly vyhledá podřetězec zvýrazněného textu. Poté se zobrazí stránka poznámky. V knize a v tabletu se získání čísla stránky provádí následujícím způsobem:

```
int charIndex = stringChapters[currentChapter].text
    .IndexOf(note.highlightText, StringComparison.Ordinal);

int pageIndex = displayedPage.textInfo.characterInfo[charIndex].pageNumber + 1;
```

Ve svitku je to o něco složitější. Rovněž se vyhledá podřetězec poznámky v kapitole. Pak se vezme lokální pozice počátečního znaku poznámky a velikost celého textového pole. Poté se nastaví pozice slideru tak, aby byla poznámka v textu viditelná.

(ScrollTextDisplay.cs)

```
// get start index of note
int charIndex = stringChapters[currentChapter]
    .text.IndexOf(note.highlightText, StringComparison.Ordinal);

// get start symbol position
TMP_Text text = scrollPage;
TMP_CharacterInfo charInfo = text.textInfo.characterInfo[charIndex];
float charYPos = charInfo.bottomLeft.y;

var transformRect = text.rectTransform.rect;
float times = transformRect.height - (transformRect.height/2.0f - charYPos);
float scrollPos = times/transformRect.height;

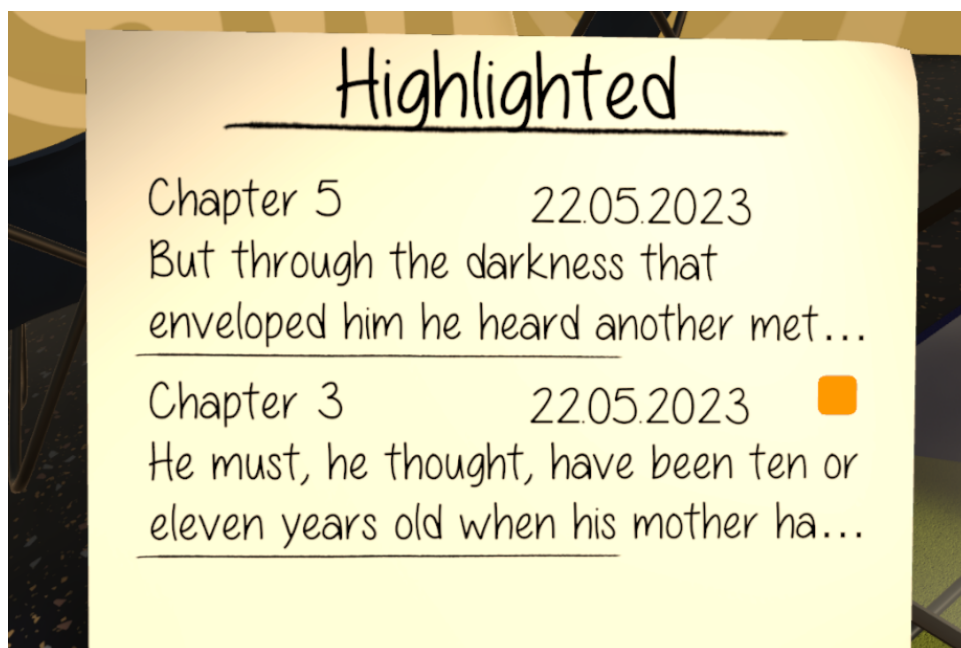
StartCoroutine(SetScrollPositionCoroutine
(
    scrollView.GetComponentInChildren<ScrollRect>(),
    scrollPos
));
```

Tlačítko poznámky zobrazuje název kapitoly, datum vytvoření a začátek zvýrazněného textu. K dispozici je také oranžový indikátor existence doplňkového textu k poznámce. Na **obrázku 5.16** je vidět, že první poznámka nemá žádný doplňkový text, zatímco druhá ano.

## 5.2.8 Ukládání dat

Veškerý progres čtení se ukládá do objektu UserData. UserData obsahují:

- poslední použitá velikost písma pro každý formát knihy;



**Obrázek 5.16:** Tlačítka poznámky v mé VR aplikaci.

- boolean proměnná určující, zda byla kniha otevřena v příslušném formátu;
- počet kapitol v knize;
- záložka jako číslo kapitoly, číslo stránky pro každý formát knihy;
- list se všemi poznámkami v knize;
- počet stran pro každou velikost písma pro každý formát knihy;

(UserData.cs)

```
public class UserData
{
    public int fontSizeStandardBook;
    public int fontSizeReadingTablet;
    public int fontSizeScrollingPage;

    public bool openedAsStandardBook;
    public bool openedAsReadingTablet;
    public bool openedAsScrollPage;

    public int chaptersCount;

    public int chapterBookmarkStandardBook;
    public int pageBookmarkStandardBook;

    public int chapterBookmarkTablet;
    public int pageBookmarkTablet;

    public int chapterBookmarkScrollPage;
}
```

```

public int pageBookmarkScrollPage;

public List<ChapterWrapper> notes;

public List<PageWrapper> standardBookPages;
public List<PageWrapper> tabletPages;
public List<PageWrapper> scrollPages;
}

```

Při načítání scény se data ze souboru .JSON načtou do objektu UserData. Při opuštění scény čtení knihy se tento objekt zapíše do příslušného souboru .JSON. Pro každou knihu je vlastní.

### ■ 5.2.9 Převyprávění textu pomocí ChatGPT

Abych mohla v mé aplikaci používat chatGPT, použila jsem open source OpenAI C#/.NET SDK [18]. Jedná se o jednoduchou obalovou knihovnu C# .NET pro použití s rozhraním API GPT-3 společnosti OpenAI.

Při spuštění scény pro čtení se do neuronové sítě odešle systémová zpráva. Ta popisuje úlohu nebo roli chování.

(OpenAIController.cs)

```

ChatMessage startMessage = new ChatMessage
(
    ChatMessageRole.System,
    "You'll get a piece of text.
    You need to retell it as briefly as possible.
    Your answer should not contain anything other than a paraphrase."
);
messages = new List<ChatMessage> { startMessage };

// send the entire chat to OpenAI to get the next message
var chatResult = await api.Chat.CreateChatCompletionAsync
(
    new ChatRequest()
    {
        Model = Model.ChatGPTTurbo,
        Temperature = 0.3,
        MaxTokens = 150,
        Messages = messages
    }
);

```

V requestu jsou použity následující parametry:

- Model - je model neuronové sítě, který chci použít.
- Temperature - jak kreativní budou odpovědi neuronové sítě. Čím vyšší číslo, tím více improvizace v odpovědích. Čím nižší číslo, tím přesněji bude neuronová síť odpovídat.
- MaxTokens - maximální počet tokenů použitých na jeden request. 1 token je přibližně 4,5 znaku.

- Messages - list se všemi předchozími zprávami. ChatGPT neukládá historii zpráv.

Když pak uživatel vybere text a klikne na tlačítko převypravení, vybraný text se odešle jako zpráva chatuGPT. Jakmile je odpověď přijata, zobrazí se uživateli.

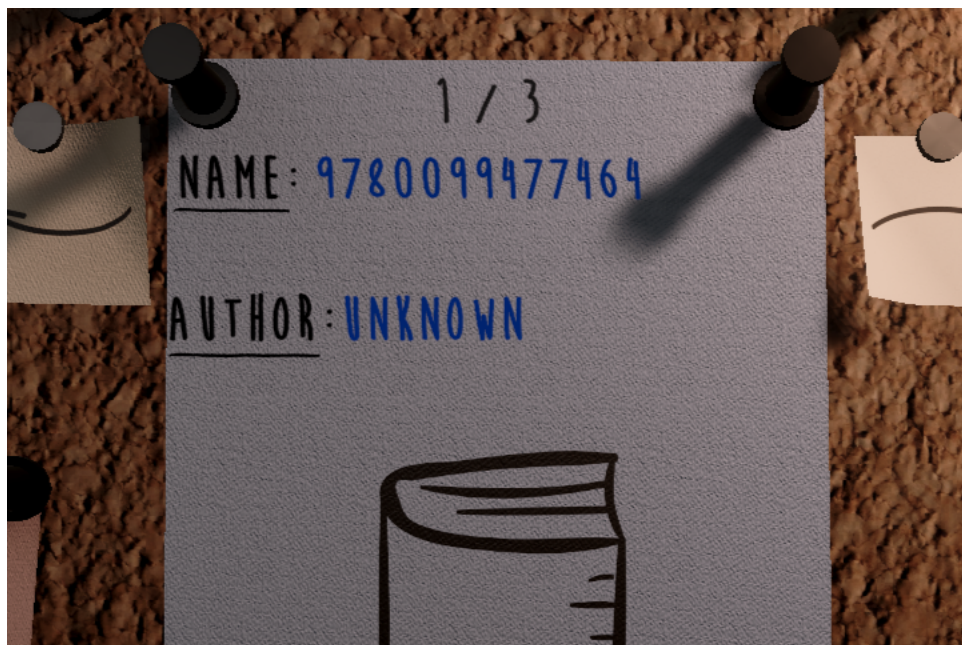
Informace o tom, jak používat ChatGPT v Unity, jsem získala z videa "How to use ChatGPT in Unity - Simple Tutorial" [19].

## ■ 5.3 Řešení problémů a technických komplikací

### ■ 5.3.1 Formát elektronické knihy

Pro mě bylo překvapením, že Unity oficiálně nepodporuje žádný z populárních formátů elektronických knih. A celkově se Unity příliš nehodí pro práci s velkým množstvím textu. To je zvláštní, protože knihy ve hrách jsou poměrně běžné. Rozhodla jsem se, že pro účely této práce bude stačit zvolit pro implementaci jeden formát elektronické knihy. Rovněž to znamenalo, že budu muset strávit část času, abych našla a nakonfigurovala knihovnu pro práci s tímto formátem.

Ale zjistilo se, že to je jen část problému. Zjistila jsem, že ne všechny knihy ve formátu .EPUB mají správnou strukturu. Například ne všechny knihy mají v příslušných proměnných jméno autora a název knihy (viz **Obrázek 5.17**). Z tohoto důvodu není možné správně zobrazit údaje o knize v hlavním menu.



**Obrázek 5.17:** Chybějící jméno autora a název knihy v proměnných formátu .EPUB.

Některé knihy v tomto formátu nejsou rozděleny do kapitol a veškerý text je v jednom souboru, což znemožňuje navigaci v knize.

Oba tyto problémy mají jediné řešení - najít jiný soubor knihy, který tyto problémy nemá.

### ■ 5.3.2 Buggy v Unity

Jak už jsem psala dříve, Unity se nehodí pro práci s velkým množstvím textu. Jak se ukázalo, má v této oblasti poměrně dost chyb, které zpomalily můj vývoj. Uvedu několik příkladů:

- Textové pole TextMeshPro zná index počátečního a posledního zobrazeného symbolu, ale pouze v případě, že poslední znak není nějaký bílý znak. V takovém případě bude index posledního znaku pouze 0. Toto není uvedeno v dokumentaci.
- Pro zobrazení textu na stránce místo zobrazení nad ní je možné použít druhou kameru a Render Texture. Pokud se však v nových verzích Unity pokusit tento nápad realizovat, při umístění druhé kamery do scény začne hra zamrzat. FPS začne klesat. Oficiální odpověď na fóru Unity zní, že jde o bug a že na něm pracují.

### ■ 5.3.3 Zpoplatněná neuronová síť

Neuronová síť ChatGPT má přístup pomocí API klíče, ale má omezený počet bezplatných znaků, takže pro testování bylo nutné použít několik různých účtů.



## Kapitola 6

### Testování VR aplikací

Jako základ pro testování mé VR aplikace budu používat metodu kognitivního průchodu. S tímto druhem testování jsem již měl zkušenosti díky minulým kurzům.

Cognitive walkthrough - metoda kognitivního průchodu je metoda kontroly použitelnosti, která se používá k identifikaci problémů s použitelností interaktivních systémů a zaměřuje se na to, jak snadné je pro nové uživatele plnit úkoly se systémem. Tato metoda vychází z předpokladu, že uživatelé se obvykle raději seznamují se systémem tak, že jej používají k plnění úkolů, než aby například studovali příručku. Metoda je ceněna pro svou schopnost rychle získat výsledky s nízkými náklady a také pro možnost použít metodu v raných fázích návrhu ještě před zahájením kódování [20]. To vše je ideální pro testování mé VR aplikace.

#### 6.1 Testovací scénář

##### 6.1.1 Popis postupu

Pro testování potřebuji zformulovat úkoly pro uživatele, tzv. "high-level" úkoly. Poté musím napsat kroky k plnění každého z těchto úkolů.

Postup testování bude následující: zadám uživateli úkol bez jakýchkoli návodů k jeho splnění. Uživatel musí úkol splnit a já zase musím analyzovat jeho kroky. Musím také vyhodnotit každý z popsaných kroků k dokončení úkolu podle několika kritérií. V další části (viz kapitola 6, část 6.2) tato kritéria hodnocení detailněji popíšu.

##### 6.1.2 "High-level" úkoly

Teď uvedu seznam "high-level" úkolů pro uživatele a také kroky k jejich splnění.

Úkol	Kroky
<p>Začít číst "Fahrenheit 451" s formátem knihy "tablet" ve standardním pokoji.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Najít knihu pomocí šipek.</li> <li>2. Zvolit potřebný formát knihy pomocí tlačítka "Choose book format" (Výběr formátu knihy).</li> <li>3. Zvolit potřebný formát místnosti pomocí tlačítka "Choose room format" (Výběr formátu místnosti).</li> <li>4. Stisknout tlačítko "Read" (Číst).</li> </ol>
<p>V standardní knize vytvořit poznámku s textem v předposlední kapitole na straně pět od začátku kapitoly.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stiskněte tlačítko "Show Table of content" (Zobrazit obsah).</li> <li>2. (Volitelně) Posunout se na konec obsahu pomocí tlačítka "Go to next page" (Přejít na další stránku).</li> <li>3. Kliknout na tlačítko kapitoly.</li> <li>4. Tlačítkem "Go to next page" (Přejít na další stránku) přejít na pátou stránku.</li> <li>5. Stisknutím touchpadu na pravém ovladači aktivovat marker.</li> <li>6. Se stisknutým triggerem na pravém ovladači zvýraznit potřebný text.</li> <li>7. Stisknout tlačítko na záložce "Write text" (Napsat text).</li> <li>8. Napsat text.</li> <li>9. Stisknout tlačítko na záložce "Save selection" (Uložit vybrané).</li> </ol>



<p>V standardní knize přejít k existující poznámce a upravit její text.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stisknout tlačítko "Highlighted" (Zvýrazněno).</li> <li>2. Kliknout na poznámku, která má oranžový indikátor.</li> <li>3. Kliknout na poznámku v textu pomocí UI paprsku.</li> <li>4. Stisknout tlačítko na záložce "Write text" (Napsat text).</li> <li>5. Napsat text.</li> <li>6. Stisknout tlačítko na záložce "Save selection" (Uložit vybrané).</li> </ol>
<p>Najděte ve standardní knize "He turned".</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stisknout tlačítko "Settings" (Nastavení).</li> <li>2. Stisknout tlačítko s lupou "Search" (Vyhledávání).</li> <li>3. Napsat text do vyhledávacího pole.</li> <li>4. Stisknout tlačítko "Search" (Vyhledávání).</li> <li>5. Kliknout na jeden z výsledků vyhledávání.</li> <li>6. Stisknout tlačítko "Close search" (Zavřít vyhledávání).</li> </ol>

**Tabulka 6.1:** Tabulka "High-level" úkolů.

Protože ostatní formáty knih mají podobné umístění nástrojů jako standardní kniha, nemá smysl je znovu testovat stejným způsobem. Proto bylo testování s těmito úlohami provedeno jen na standardní knize. Tablet a svitek uživatelé testovali sami a poté jsem se jich dotazovala na jejich dojmy z obou formátů.

Také jsem otestovala funkci výběru místnosti, které odpovídá obsahu knihy. Uživatelé byli požádáni, aby si vybrali místnost odpovídající knize a poté si přečetli část kapitoly popisující tuto místnost. Někteří uživatelé knihu četli a někteří ne, takže byly testovány dvě oblasti:

- První dojem z atmosféry vytvořené místností bez předchozí znalosti obsahu textu.

- První dojem z atmosféry vytvořené místností s předchozí znalostí obsahu textu.

## 6.2 Kritéria pro hodnocení výsledků testování

Každý krok "high-level" úkolu bude hodnocen podle následujících kritérií:

- Q1 = Bude správná akce pro uživatele zřejmá?  
(Pokud je uživateli opravdu očividné, co je třeba udělat).
- Q2 = Spojí si uživatelé označení akce a její cíle?  
(Zda uživatel správně chápe, jaká akce bude provedena).
- Q3 = Dostane uživatel rozumnou zpětnou vazbu?  
(Zda uživatel chápe, že akce byla provedena).

Abych strukturovala výsledky testů formátu knihy a místnosti, požádala jsem uživatele o zpětnou vazbu ve formě otevřených odpovědí na následující otázky:

- Vyhovovalo vám ovládání v aplikaci?
- Který pokoj se vám líbil nejvíce a proč?
- Který formát knihy se vám technicky nejvíce líbil a proč?
- Který formát knihy se vám vizuálně nejvíce líbil a proč?
- Pokud jste tuto knihu četli již dříve, cítili jste díky prostředí líp atmosféru, nebo jste žádný efekt nepocítili?
- Pokud jste tuto knihu dříve nečetli, cítili jste atmosféru díky prostředí lépe, nebo jste žádný efekt nezaznamenali?
- Jak hodnotíte převyprávění textu pomocí neuronové sítě? Považujete to za užitečné?
- Máte nějaké návrhy nebo připomínky k funkcionalitě aplikace celkově?

## 6.3 Analýza získaných výsledků

Otestovala jsem 3 účastníky, kteří měli zkušenosti s používáním VR. Níže uvádím výsledky jejich testování.

### 6.3.1 První účastník

První úkol: začít číst "Fahrenheit 451"s formátem knihy "tablet"ve standardním pokoji.

	<b>Q1: Bude správná akce pro uživatele zřejmá?</b>	<b>Q2: Spojí si uživatelé označení akce a její cíle?</b>	<b>Q3: Dostane uživatel ro-zumnou zpětnou vazbu?</b>	<b>Poznámka</b>
<b>1.</b> Najít knihu pomocí šipek.	Ano	Ne	Ano	Účastník si myslel, že by měl kliknout na titulní obrázek knihy, aby potvrdil svou volbu.
<b>2.</b> Zvolit potřebný formát knihy pomocí tlačítka "Choose book format"(Výběr formátu knihy).	Ano	Ano	Ano	
<b>3.</b> Zvolit potřebný formát místnosti pomocí tlačítka "Choose room format"(Výběr formátu místnosti).	Ano	Ano	Ano	
<b>4.</b> Stisknout tlačítko "Read"(Číst).	Ano	Ano	Ano	

**Tabulka 6.2:** Tabulka výsledků 1. účastníka v prvním "high-level"úkolu.

Druhý úkol: v standardní knize vytvořit poznámku s textem v předposlední kapitole na straně pět od začátku kapitoly.

	<b>Q1: Bude správná akce pro uživatele zřejmá?</b>	<b>Q2: Spojí si uživatelé označení akce a její cíle?</b>	<b>Q3: Dostane uživatel ro-zumnou zpětnou vazbu?</b>	<b>Poznámka</b>
<b>1.</b> Stiskněte tlačítko "Show Table of content"(Zobrazit obsah).	Ano	Ano	Ano	
<b>2.</b> (Volitelně) Posunout se na konec obsahu pomocí tlačítka "Go to next page"(Přejít na další stránku).	Ano	Ano	Ano	
<b>3.</b> Kliknout na tlačítko kapitoly.	Ano	Ano	Ano	
<b>4.</b> Tlačítkem "Go to next page"(Přejít na další stránku) přejít na pátou stránku.	Ano	Ano	Ano	Účastník měl problémy se stisknutím tlačítka kvůli jeho velikosti.
<b>5.</b> Stisknutím touchpadu na pravém ovladači aktivovat marker.	Ne	Ano	Ano	
<b>6.</b> Se stisknutým triggerem na pravém ovladači zvýraznit potřebný text.	Ano	Ano	Ano	
<b>7.</b> Stisknout tlačítko na záložce "Write text"(Napsat text).	Ne	Ano	Ano	Účastník si myslel, že nejprve by měl uložit poznámku a pak do ní napsat text.
<b>8.</b> Napsat text.	Ano	Ano	Ano	

	<b>Q1: Bude správná akce pro uživatele zřejmá?</b>	<b>Q2: Spojí si uživatelé označení akce a její cíle?</b>	<b>Q3: Dostane uživatel ro-zumnou zpětnou vazbu?</b>	<b>Poznámka</b>
<b>9.</b> Stisknout tlačítko na záložce "Save selection"(Uložit vybrané).	Ano	Ano	Ano	

**Tabulka 6.3:** Tabulka výsledků 1. účastníka v druhém "high-level"úkolu.

Třetí úkol: v standardní knize přejít k existující poznámce a upravit její text.

	<b>Q1: Bude správná akce pro uživatele zřejmá?</b>	<b>Q2: Spojí si uživatelé označení akce a její cíle?</b>	<b>Q3: Dostane uživatel ro-zumnou zpětnou vazbu?</b>	<b>Poznámka</b>
<b>1.</b> Stisknout tlačítko "Highlighted" (Zvýrazněno).	Ano	Ano	Ano	
<b>2.</b> Kliknout na poznámku, která má oranžový indikátor.	Ano	Ano	Ano	
<b>3.</b> Kliknout na poznámku v textu pomocí UI paprsku.	Ano	Ano	Ano	
<b>4.</b> Stisknout tlačítko na záložce "Write text"(Napsat text).	Ano	Ano	Ano	
<b>5.</b> Napsat text.	Ano	Ano	Ano	

	<b>Q1: Bude správná akce pro uživatele zřejmá?</b>	<b>Q2: Spojí si uživatelé označení akce a její cíle?</b>	<b>Q3: Dostane uživatel ro-zumnou zpětnou vazbu?</b>	<b>Poznámka</b>
<b>6.</b> Stisknout tlačítko na záložce "Save selection" (Uložit vybrané).	Ano	Ano	Ano	

**Tabulka 6.4:** Tabulka výsledků 1. účastníka ve třetím "high-level" úkolu.

Čtvrtý úkol: najděte ve standardní knize "He turned".

	<b>Q1: Bude správná akce pro uživatele zřejmá?</b>	<b>Q2: Spojí si uživatelé označení akce a její cíle?</b>	<b>Q3: Dostane uživatel ro-zumnou zpětnou vazbu?</b>	<b>Poznámka</b>
<b>1.</b> Stisknout tlačítko "Settings" (Nastavení).	Ano	Ano	Ano	
<b>2.</b> Stisknout tlačítko s lupou "Search" (Vyhledávání).	Ano	Ano	Ano	
<b>3.</b> Napsat text do vyhledávacího pole.	Ano	Ano	Ano	
<b>4.</b> Stisknout tlačítko "Search" (Vyhledávání).	Ano	Ano	Ano	
<b>5.</b> Kliknout na jeden z výsledků vyhledávání.	Ano	Ano	Ano	Účastník řekl, že velikost písma ve výsledcích vyhledávání je nepohodlná.

	Q1: Bude správná akce pro uživatele zřejmá?	Q2: Spojí si uživatelé označení akce a její cíle?	Q3: Dostane uživatel ro-zumnou zpětnou vazbu?	Poznámka
6. Stisknout tlačítko "Close search"(Zavřít vyhledávání).	Ano	Ano	Ano	

**Tabulka 6.5:** Tabulka výsledků 1. účastníka ve čtvrtém "high-level"úkolu.

Níže uvádím výsledky volného testování 1. účastníka:

Otázka	Odpověď účastníka
1. Vyhovovalo vám ovládání v aplikaci?	Celkově ano, jediné, co mi chybělo, byla délka UI paprsku ve scénách čtení.
2. Který pokoj se vám líbil nejvíce a proč?	Pokoj Montaga vypadá futuristicky, světle a celkově hezčeji než všechny ostatní.
3. Který formát knihy se vám technicky nejvíce líbil a proč?	Nejvíce se mi líbil svitek, protože je možné skrolovat text.
4. Který formát knihy se vám vizuálně nejvíce líbil a proč?	Nejvíce se mi líbila standardní kniha. Všechny nástroje vypadají dostatečně přirozeně pro papírovou knihu.
5. Pokud jste tuto knihu četli již dříve, cítili jste díky prostředí líp atmosféru, nebo jste žádný efekt nepocítili?	Pokoj Winstona vypadá přesně tak, jak byl popsán v knize. Dokonale vyjadřuje tu atmosféru a přivádí mě do depresivní nálady. Pokoj Winstona vypadá přesně tak, jak byl popsán v knize. Dokonale vyjadřuje tu atmosféru a přivádí mě do depresivní nálady.
6. Pokud jste tuto knihu dříve nečetli, cítili jste atmosféru díky prostředí lépe, nebo jste žádný efekt nezaznamenali?	-
7. Jak hodnotíte převyprávění textu pomocí neuronové sítě? Považujete to za užitečné?	Považuji to za velmi užitečnou funkci, kterou bych často používal.
8. Máte nějaké návrhy nebo připomínky k funkcionalitě aplikace celkově?	Bylo by hezké mít možnost otáčet stránky pomocí touchpadu, a ne pomocí tlačítek v knize.

**Tabulka 6.6:** Tabulka výsledků volného testování 1. účastníka.

### 6.3.2 Druhý účastník

První úkol: začít číst "Fahrenheit 451" s formátem knihy "tablet" ve standardním pokoji.

	Q1: Bude správná akce pro uživatele zřejmá?	Q2: Spojí si uživatelé označení akce a její cíle?	Q3: Dostane uživatel rozzumnou zpětnou vazbu?	Poznámka
1. Najít knihu pomocí šipek.	Ano	Ano	Ano	
2. Zvolit potřebný formát knihy pomocí tlačítka "Choose book format" (Výběr formátu knihy).	Ano	Ano	Ano	
3. Zvolit potřebný formát místnosti pomocí tlačítka "Choose room format" (Výběr formátu místnosti).	Ano	Ano	Ano	
4. Stisknout tlačítko "Read" (Číst).	Ano	Ano	Ano	

**Tabulka 6.7:** Tabulka výsledků 2. účastníka v prvním "high-level" úkolu.

Druhý úkol: v standardní knize vytvořit poznámku s textem v předposlední kapitole na straně pět od začátku kapitoly.



	<b>Q1: Bude správná akce pro uživatele zřejmá?</b>	<b>Q2: Spojí si uživatelé označení akce a její cíle?</b>	<b>Q3: Dostane uživatel ro-zumnou zpětnou vazbu?</b>	<b>Poznámka</b>
<b>1.</b> Stiskněte tlačítko "Show Table of content"(Zobrazit obsah).	Ano	Ano	Ano	
<b>2.</b> (Volitelně) Posunout se na konec obsahu pomocí tlačítka "Go to next page"(Přejít na další stránku).	Ne	Ano	Ano	Uživatel ne-všiml tlačítka okamžitě.
<b>3.</b> Kliknout na tlačítko kapitoly.	Ano	Ano	Ano	
<b>4.</b> Tlačítkem "Go to next page"(Přejít na další stránku) přejít na pátou stránku.	Ano	Ano	Ano	
<b>5.</b> Stisknutím touchpadu na pravém ovladači aktivovat marker.	Ne	Ano	Ano	Uživatel si myslel, že text by měl být zvýrazněn paprskem.
<b>6.</b> Se stisknutým triggerem na pravém ovladači zvýraznit potřebný text.	Ano	Ano	Ano	
<b>7.</b> Stisknout tlačítko na záložce "Write text"(Napsat text).	Ano	Ano	Ano	
<b>8.</b> Napsat text.	Ano	Ano	Ano	

	<b>Q1: Bude správná akce pro uživatele zřejmá?</b>	<b>Q2: Spojí si uživatelé označení akce a její cíle?</b>	<b>Q3: Dostane uživatel ro-zumnou zpětnou vazbu?</b>	<b>Poznámka</b>
<b>9.</b> Stisknout tlačítko na záložce "Save selection"(Uložit vybrané).	Ano	Ano	Ano	

**Tabulka 6.8:** Tabulka výsledků 2. účastníka v druhém "high-level"úkol.

Třetí úkol: v standardní knize přejít k existující poznámce a upravit její text.

	<b>Q1: Bude správná akce pro uživatele zřejmá?</b>	<b>Q2: Spojí si uživatelé označení akce a její cíle?</b>	<b>Q3: Dostane uživatel ro-zumnou zpětnou vazbu?</b>	<b>Poznámka</b>
<b>1.</b> Stisknout tlačítko "Highlighted"(Zvýrazněno).	Ano	Ano	Ano	
<b>2.</b> Kliknout na poznámku, která má oranžový indikátor.	Ano	Ano	Ano	
<b>3.</b> Kliknout na poznámku v textu pomocí UI paprsku.	Ano	Ano	Ano	
<b>4.</b> Stisknout tlačítko na záložce "Write text"(Napsat text).	Ano	Ano	Ano	
<b>5.</b> Napsat text.	Ano	Ano	Ano	

	<b>Q1: Bude správná akce pro uživatele zřejmá?</b>	<b>Q2: Spojí si uživatelé označení akce a její cíle?</b>	<b>Q3: Dostane uživatel ro-zumnou zpětnou vazbu?</b>	<b>Poznámka</b>
<b>6.</b> Stisknout tlačítko na záložce "Save selection"(Uložit vybrané).	Ano	Ano	Ano	

**Tabulka 6.9:** Tabulka výsledků 2. účastníka ve třetím "high-level"úkol.

Čtvrtý úkol: najděte ve standardní knize "He turned".

	<b>Q1: Bude správná akce pro uživatele zřejmá?</b>	<b>Q2: Spojí si uživatelé označení akce a její cíle?</b>	<b>Q3: Dostane uživatel ro-zumnou zpětnou vazbu?</b>	<b>Poznámka</b>
<b>1.</b> Stisknout tlačítko "Settings" (Nastavení).	Ano	Ano	Ano	
<b>2.</b> Stisknout tlačítko s lupou "Search" (Vyhledávání).	Ano	Ano	Ano	
<b>3.</b> Napsat text do vyhledávacího pole.	Ano	Ano	Ano	
<b>4.</b> Stisknout tlačítko "Search" (Vyhledávání).	Ano	Ano	Ano	
<b>5.</b> Kliknout na jeden z výsledků vyhledávání.	Ano	Ano	Ano	

	<b>Q1: Bude správná akce pro uživatele zřejmá?</b>	<b>Q2: Spojí si uživatelé označení akce a její cíle?</b>	<b>Q3: Dostane uživatel ro-zumnou zpětnou vazbu?</b>	<b>Poznámka</b>
<b>6.</b> Stisknout tlačítko "Close search" (Zavřít vyhledávání).	Ano	Ano	Ano	

**Tabulka 6.10:** Tabulka výsledků 2. účastníka ve čtvrtém "high-level" úkolu.

Níže uvádím výsledky volného testování 2. účastníka:

<b>Otázka</b>	<b>Odpověď účastníka</b>
<b>1.</b> Vyhovovalo vám ovládání v aplikaci?	Všechno bylo v pořádku.
<b>2.</b> Který pokoj se vám líbil nejvíce a proč?	Nejvíce se mi líbil pokoj Montaga. Je světlý.
<b>3.</b> Který formát knihy se vám technicky nejvíce líbil a proč?	Nejvíce se mi líbil tablet, protože vše je na jedné obrazovce. Líbila se mi jeho kompaktnost.
<b>4.</b> Který formát knihy se vám vizuálně nejvíce líbil a proč?	Nejvíce se mi líbil svitek. Vypadá skvěle.
<b>5.</b> Pokud jste tuto knihu četli již dříve, cítili jste díky prostředí líp atmosféru, nebo jste žádný efekt nepocítili?	Ano, pokoj Winstona vypadá přesně tak, jak jsem si ho představoval. Velmi dobře vyjadřuje atmosféru.
<b>6.</b> Pokud jste tuto knihu dříve nečetli, cítili jste atmosféru díky prostředí lépe, nebo jste žádný efekt nezaznamenali?	-
<b>7.</b> Jak hodnotíte převyprávění textu pomocí neuronové sítě? Považujete to za užitečné?	Myslím, že je to užitečná funkce, kterou bych často používal.
<b>8.</b> Máte nějaké návrhy nebo připomínky k funkcionalitě aplikace celkově?	Nelíbilo se mi písmo. Bylo by hezké přidat možnost výběru fontu.

**Tabulka 6.11:** Tabulka výsledků volného testování 2. účastníka.

### 6.3.3 Třetí účastník

První úkol: začít číst "Fahrenheit 451" s formátem knihy "tablet" ve standardním pokoji.

	<b>Q1: Bude správná akce pro uživatele zřejmá?</b>	<b>Q2: Spojí si uživatelé označení akce a její cíle?</b>	<b>Q3: Dostane uživatel ro-zumnou zpětnou vazbu?</b>	<b>Poznámka</b>
<b>1.</b> Najít knihu pomocí šipek.	Ano	Ano	Ano	
<b>2.</b> Zvolit potřebný formát knihy pomocí tlačítka "Choose book format"(Výběr formátu knihy).	Ano	Ano	Ano	
<b>3.</b> Zvolit potřebný formát místnosti pomocí tlačítka "Choose room format"(Výběr formátu místnosti).	Ano	Ano	Ano	
<b>4.</b> Stisknout tlačítko "Read"(Číst).	Ano	Ano	Ano	

**Tabulka 6.12:** Tabulka výsledků 3. účastníka v prvním "high-level"úkolu.

Druhý úkol: v standardní knize vytvořit poznámku s textem v předposlední kapitole na straně pět od začátku kapitoly.

	<b>Q1: Bude správná akce pro uživatele zřejmá?</b>	<b>Q2: Spojí si uživatelé označení akce a její cíle?</b>	<b>Q3: Dostane uživatel ro-zumnou zpětnou vazbu?</b>	<b>Poznámka</b>
<b>1.</b> Stiskněte tlačítko "Show Table of content"(Zobrazit obsah).	Ano	Ano	Ano	

	<b>Q1: Bude správná akce pro uživatele zřejmá?</b>	<b>Q2: Spojí si uživatelé označení akce a její cíle?</b>	<b>Q3: Dostane uživatel ro-zumnou zpětnou vazbu?</b>	<b>Poznámka</b>
<b>2.</b> (Volitelně) Posunout se na konec obsahu pomocí tlačítka "Go to next page"(Přejít na další stránku).	Ne	Ano	Ano	Uživatel ne-všiml tlačítka okamžitě.
<b>3.</b> Kliknout na tlačítka kapitoly.	Ano	Ano	Ano	
<b>4.</b> Tlačítkem "Go to next page"(Přejít na další stránku) přejít na pátou stránku.	Ne	Ano	Ano	Uživatel ne-všiml tlačítka okamžitě.
<b>5.</b> Stisknutím touchpadu na pravém ovladači aktivovat marker.	Ne	Ano	Ano	
<b>6.</b> Se stisknutým triggerem na pravém ovladači zvýraznit potřebný text.	Ano	Ano	Ano	
<b>7.</b> Stisknout tlačítka na záložce "Write text"(Napsat text).	Ano	Ano	Ano	
<b>8.</b> Napsat text.	Ano	Ano	Ano	
<b>9.</b> Stisknout tlačítka na záložce "Save selection"(Uložit vybrané).	Ano	Ano	Ano	

**Tabulka 6.13:** Tabulka výsledků 3. účastníka v druhém "high-level"úkolu.

Třetí úkol: v standardní knize přejít k existující poznámce a upravit její text.

	<b>Q1: Bude správná akce pro uživatele zřejmá?</b>	<b>Q2: Spojí si uživatelé označení akce a její cíle?</b>	<b>Q3: Dostane uživatel rozumnou zpětnou vazbu?</b>	<b>Poznámka</b>
<b>1.</b> Stisknout tlačítko "Highlighted" (Zvýrazněno).	Ano	Ano	Ano	
<b>2.</b> Kliknout na poznámku, která má oranžový indikátor.	Ano	Ano	Ano	
<b>3.</b> Kliknout na poznámku v textu pomocí UI paprsku.	Ano	Ano	Ano	
<b>4.</b> Stisknout tlačítko na záložce "Write text"(Napsat text).	Ano	Ano	Ano	
<b>5.</b> Napsat text.	Ano	Ano	Ano	
<b>6.</b> Stisknout tlačítko na záložce "Save selection"(Uložit vybrané).	Ano	Ano	Ano	

**Tabulka 6.14:** Tabulka výsledků 3. účastníka ve třetím "high-level"úkolu.

Čtvrtý úkol: najděte ve standardní knize "He turned".

	<b>Q1: Bude správná akce pro uživatele zřejmá?</b>	<b>Q2: Spojí si uživatelé označení akce a její cíle?</b>	<b>Q3: Dostane uživatel ro-zumnou zpětnou vazbu?</b>	<b>Poznámka</b>
<b>1.</b> Stisknout tlačítko "Settings" (Nastavení).	Ano	Ano	Ano	
<b>2.</b> Stisknout tlačítko s lupou "Search" (Vyhledávání).	Ano	Ano	Ano	
<b>3.</b> Napsat text do vyhledávacího pole.	Ano	Ano	Ano	
<b>4.</b> Stisknout tlačítko "Search" (Vyhledávání).	Ano	Ano	Ano	
<b>5.</b> Kliknout na jeden z výsledků vyhledávání.	Ano	Ano	Ano	
<b>6.</b> Stisknout tlačítko "Close search" (Zavřít vyhledávání).	Ano	Ano	Ano	

**Tabulka 6.15:** Tabulka výsledků 3. účastníka ve čtvrtém "high-level" úkolu.

Níže uvádím výsledky volného testování 3. účastníka:

<b>Otázka</b>	<b>Odpověď účastníka</b>
<b>1.</b> Vyhovovalo vám ovládání v aplikaci?	Celkově ano.
<b>2.</b> Který pokoj se vám líbil nejvíce a proč?	Pokoj Winstona. Bylo skvělé být tam, o čemž jsem četl už dříve.
<b>3.</b> Který formát knihy se vám technicky nejvíce líbil a proč?	Svitek, protože má funkci skrolování textu.
<b>4.</b> Který formát knihy se vám vizuálně nejvíce líbil a proč?	Svitek a standardní kniha.



Otázka	Odpověď účastníka
5. Pokud jste tuto knihu četli již dříve, cítili jste díky prostředí líp atmosféru, nebo jste žádný efekt nepocítili?	-
6. Pokud jste tuto knihu dříve nečetli, cítili jste atmosféru díky prostředí lépe, nebo jste žádný efekt nezaznamenali?	Byl to zajímavý a velmi dobrý zážitek číst o tom, kde se nacházíš. Máš pocit, že jsi součástí příběhu.
7. Jak hodnotíte převyprávění textu pomocí neuronové sítě? Považujete to za užitečné?	Nemyslím si, že je to pro beletrii příliš užitečná funkce. Čtu ji přece proto, abych si ji užil, ne proto, abych ji přečetl rychle.
8. Máte nějaké návrhy nebo připomínky k funkcionalitě aplikace celkově?	Přidání krbu do standardního pokoje.

**Tabulka 6.16:** Tabulka výsledků volného testování 3. účastníka.

#### 6.3.4 Shrnutí

Na základě výsledků testování lze říci, že většina funkcí funguje tak, jak má. A jsou pro uživatele srozumitelné. Účastníci testování byli spokojeni s ovládáním v aplikaci, technickou i vizuální složkou. Funkce specifické pro VR rovněž splnily svůj účel.



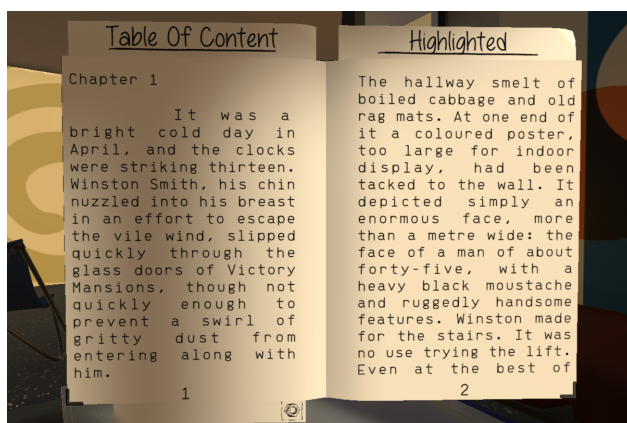
# Kapitola 7

## Závěr

### 7.0.1 Hotové prvky

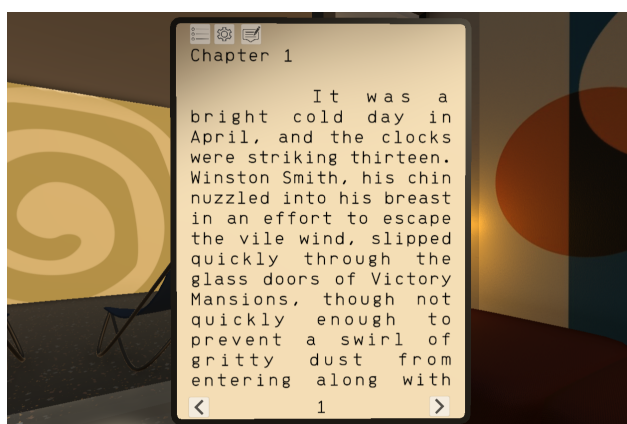
Na konci práce mám připravené tři plně funkční druhy knihy, a to:

- papírová kniha (viz **Obrázek 7.1**),



**Obrázek 7.1:** Standardní kniha v mé VR aplikaci.

- tablet (viz **Obrázek 7.2**),



**Obrázek 7.2:** Tablet v mé aplikaci.

- svitek (viz **Obrázek 7.3**).



**Obrázek 7.3:** Svitek v mé aplikaci.

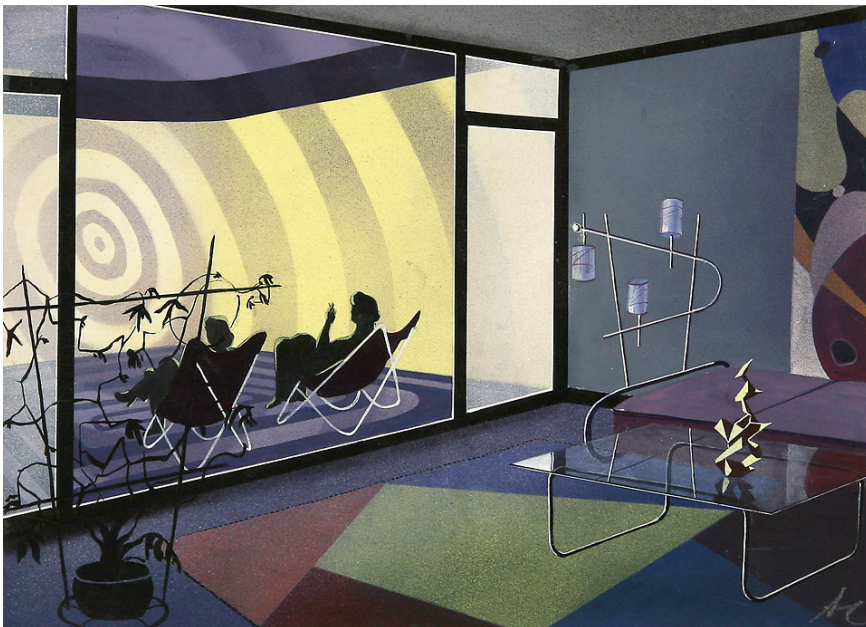
Dále jsem namodelovala tři místnosti, z nichž jedna je standardní neutrální pokoj (viz **Obrázek 7.4**), druhá je pokoj Winstona (viz **Obrázek 7.5**) a třetí je pokoj Montaga (viz **Obrázek 7.7**). Pokoj Winstona jsem vytvořila podle popisu pokoje v knize. Pokoj Montaga jsem vytvořila na základě popisu pokoje v knize a ilustrace (viz **Obrázek 7.6**) Andrea Sokolovová [21].



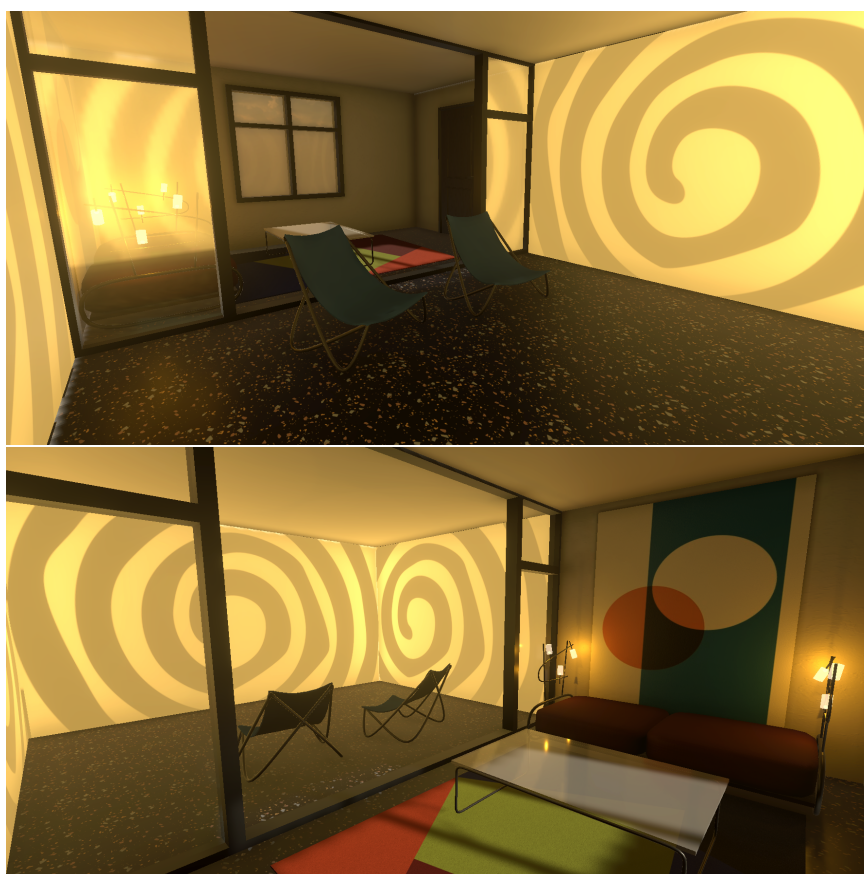
**Obrázek 7.4:** Standardní neutrální pokoj v mé aplikaci.



**Obrázek 7.5:** Pokoj Winstona v mé aplikaci.



**Obrázek 7.6:** Ilustrace Andrea Sokolová.



Obrázek 7.7: Pokoj Montaga v mé aplikaci.

### ■ 7.0.2 Další možnosti pro vývoj této VR aplikace

Na základě analýzy výsledků testu můžu navrhnout přidání následující funkce: vytvořit několik místností odpovídajících místu konání jednotlivých kapitol a dynamicky je měnit v závislosti na průběhu čtení.

Z technických funkcí lze přidat hlasové čtení textu, otáčení stránek pomocí touchpadu. Také je třeba vylepšit zvýrazňování textu a zlepšit logiku vytváření poznámky v textu, protože skutečný kód možná při malém množství textu funguje nekorektně.

### ■ 7.0.3 Shrnutí

Provedla jsem analýzu trhu s VR aplikacemi, prostudovala existující druhy knih a jejich funkcionalitu a provedla strukturovaný rozhovor s pěti účastníky na téma čtení knih. Pro svou práci jsem si také prozkoumala doporučenou literaturu o technologiích VR. Poté jsem navrhla několik funkcí virtuální knihy a následně jsem vytvořila koncept VR aplikace. Pak jsem ji implementovala a otestovala se třemi účastníky. Na závěr jsem analyzovala výsledky testování a na jejich základě formulovala závěr.



## Literatura

- [1] 'Library', From Wikipedia, the free encyclopedia.  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Library>  
(dostupné 22.05.2023)
- [2] 'Using virtual and augmented reality in the library', by Massis, B. (2015), New Library World, Vol. 116 No. 11/12, pp. 796-799.  
<https://doi.org/10.1108/NLW-08-2015-0054>
- [3] 'Virtual Reality Library Environments', by Hahn, J. (2017), In Mobile Technology and Academic Libraries: Innovative Services for Research and Learning (pp. 237-248). American Library Association.  
<http://hdl.handle.net/2142/96159>
- [4] Chimera Reader. [www.oculus.com](http://www.oculus.com)  
<https://www.oculus.com/experiences/go/901261583298725/>  
(dostupné 22.05.2023)
- [5] Andromedum. [store.steampowered.com](http://store.steampowered.com)  
<https://store.steampowered.com/app/457660/Andromedum/>  
(dostupné 22.05.2023)
- [6] VirtualBookViewer. [www.oculus.com](http://www.oculus.com)  
<https://www.oculus.com/experiences/go/2341468065880359/>  
(dostupné 22.05.2023)
- [7] 'List of writing genres', From Wikipedia, the free encyclopedia.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_writing\\_genres](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_writing_genres)  
(dostupné 20.05.2023)
- [8] 'The Ultimate List of Book Genres: 35 Popular Genres, Explained', ReedsyBlog.  
<https://blog.reedsy.com/book-genres/>  
(dostupné 20.05.2023)
- [9] 'Literary Genres', by Bill Neto (Březen 16 2021). The Internet Archive.  
<https://web.archive.org/web/20210417202707/https://ebooksdiscounts.com/literary-genres/>  
(dostupné 20.05.2023)

- [10] Unity. unity.com  
(dostupné 22.05.2023)
- [11] Blender. www.blender.org  
(dostupné 22.05.2023)
- [12] Photoshop. www.adobe.com  
(dostupné 22.05.2023)
- [13] Rider. www.jetbrains.com  
(dostupné 22.05.2023)
- [14] YouTube. www.youtube.com  
(dostupné 22.05.2023)
- [15] chatGPT. openai.com  
(dostupné 22.05.2023)
- [16] 'Nineteen Eighty-Four', by George Orwell(8 June 1949)
- [17] 'Fahrenheit 451', by Ray Bradbury(19 October 1953)
- [18] C#/.NET SDK for accessing the OpenAI GPT-3 API, ChatGPT, and DALL-E 2.  
<https://github.com/OkGoDoIt/OpenAI-API-dotnet>  
(dostupné 22.05.2023)
- [19] 'How to use ChatGPT in Unity - Simple Tutorial', by Immersive Limit.  
<https://youtu.be/gI9QSHpiMW0>  
(dostupné 22.05.2023)
- [20] 'Cognitive walkthrough', From Wikipedia, the free encyclopedia.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Cognitive\\_walkthrough](https://en.wikipedia.org/wiki/Cognitive_walkthrough)  
(dostupné 23.05.2023)
- [21] '1950-s illustrations for Bradbury's "Fahrenheit 451", by Andrey Sokolov.  
[https://www.maxuta.com/maxuta/collections/032\\_pn\\_space\\_collectibles/032262\\_andrey\\_sokolov\\_fahrenheit\\_451\\_illustration.htm](https://www.maxuta.com/maxuta/collections/032_pn_space_collectibles/032262_andrey_sokolov_fahrenheit_451_illustration.htm)  
(dostupné 24.05.2023)