



## Zadání bakalářské práce

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Název:</b>               | Návrh a realizace virtuálního klubového a tréninkového centra |
| <b>Student:</b>             | Ondřej Úlehla   |
| <b>Vedoucí:</b>             | doc. Ing. Mgr. Petr Klán, CSc.                                |
| <b>Studijní program:</b>    | Informatika   |
| <b>Obor / specializace:</b> | Webové a softwarové inženýrství, zaměření Webové inženýrství  |
| <b>Katedra:</b>             | Katedra softwarového inženýrství                              |
| <b>Platnost zadání:</b>     | do konce zimního semestru 2022/2023                           |

### Pokyny pro vypracování

Navrhněte a ve virtuální realitě provedte virtuální klubové a tréninkové centrum. Při návrhu se inspirujte konceptem reálných klubových a tréninkových center. Ve virtuálním centru uvažujte běžně používané uživatelské a sociální funkce realizované teleprezenčním způsobem. Postupujte podle následujících bodů:

1. Prostudujte dosud známé studie a případná provedení virtuálních klubových a tréninkových center.
2. Seznamte se s používáním sociální virtuální platformy Neos.
3. Navrhněte 3D koncept prostor virtuálního centra.
4. Rozšiřte koncept centra o klubové, herní a sportovní aktivity.
5. Navrhněte virtuální svět s 3D modelem centra.
6. Realizujte sociální, herní a trénovací funkce centra.
7. Testujte a vyhodnoťte koncept takového virtuálního centra a porovnejte se skutečnými centry.
8. Vytvořte interaktivní web pro virtuální centrum.
9. Uvedte závěry pro (ne)podporu používání konceptu virtuálních klubových a tréninkových center.





**FAKULTA  
INFORMAČNÍCH  
TECHNOLGIÍ  
ČVUT V PRAZE**

Bakalářská práce

## **Návrh a realizace virtuálního klubového a sportovního centra**

*Ondřej Úlehla*

Katedra softwarového inženýrství

Vedoucí práce: doc. Ing. Mgr. Petr Klán, CSc.

6. ledna 2022



---

## Poděkování

Velmi děkuji vedoucímu práce panu doc. Ing. Mgr. Petr Klánovi, CSc. za jeho odborné vedení a konzultace během vytváření této práce.



---

# Prohlášení

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

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona, ve znění pozdějších předpisů. V souladu s ust. § 2373 odst. 2 zákona č. 89/2012 Sb., občanský zákoník, ve znění pozdějších předpisů, tímto uděluji nevýhradní oprávnění (licenci) k užití této mojí práce, a to včetně všech počítačových programů, jež jsou její součástí či přílohou a veškeré jejich dokumentace (dále souhrnně jen „Dílo“), a to všem osobám, které si přejí Dílo užít. Tyto osoby jsou oprávněny Dílo užít jakýmkoli způsobem, který nesnižuje hodnotu Díla a za jakýmkoli účelem (včetně užití k výdělečným účelům). Toto oprávnění je časově, teritoriálně i množstevně neomezené. Každá osoba, která využije výše uvedenou licenci, se však zavazuje udělit ke každému dílu, které vznikne (byť jen zčásti) na základě Díla, úpravou Díla, spojením Díla s jiným dílem, zařazením Díla do díla souborného či zpracováním Díla (včetně překladu) licenci alespoň ve výše uvedeném rozsahu a zároveň zpřístupnit zdrojový kód takového díla alespoň srovnatelným způsobem a ve srovnatelném rozsahu, jako je zpřístupněn zdrojový kód Díla.

V Praze dne 6. ledna 2022

.....

České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta informačních technologií

© 2022 Ondřej Úlehla. Všechna práva vyhrazena.

*Tato práce vznikla jako školní dílo na Českém vysokém učení technickém v Praze, Fakultě informačních technologií. Práce je chráněna právními předpisy a mezinárodními úmluvami o právu autorském a právech souvisejících s právem autorským. K jejímu užití, s výjimkou bezúplatných zákonných licencí a nad rámec oprávnění uvedených v Prohlášení na předchozí straně, je nezbytný souhlas autora.*

### **Odkaz na tuto práci**

Úlehla, Ondřej. *Návrh a realizace virtuálního klubového a sportovního centra*. Bakalářská práce. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta informačních technologií, 2022.



---

## Abstrakt

Tato bakalářská práce popisuje proces analýzy, návrhu a následné implementace virtuálního klubového centra se sportovními aktivitami. Analýza se zabývá stávajícími studii a implementacemi virtuálních klubových center. V teoretické části je popsán využitý software a jeho funkcionalita. V praktické části je navržen model světa a následně implementován v NeosVR. Ke světu je navíc vytvořena interaktivní webová stránka. Následuje testování, z kterého vychází závěr. Výsledkem práce je originální a funkční virtuální klubový svět s dalšími aktivitami, který se nachází v komunitním centru aplikace NeosVR. Tento svět umožňuje uživatelům socializovat se ve virtuálním prostředí s velkým výběrem aktivit.

**Klíčová slova** virtuální realita, NeosVR, virtuální centrum, návrh a implementace klubového centra, Blender

---

## Abstract

This thesis describes the process of analysing, designing and subsequent implementation of a virtual club world with sports activities. Analysis deals with current studies and implementations of virtual club centers. Theoretical part describes the used software and its functionality. In the practical part, a

model of the world is designed and consequently implemented in NeosVR. An interactive webpage is created for the world. Conclusion is based on testing. The result of this work is an original and functional virtual club world that includes more activities. It is placed inside the community hub in NeosVR metaverse. This world allows users to socialize in a virtual environment with selection of activities.

**Keywords** virtual reality, NeosVR, virtual center, design and implementation of club center, Blender

---

# Obsah

|   |           |
|---|-----------|
| Úvod  | 1         |
| <b>1 Cíle práce</b>                               | <b>3</b>  |
| <b>2 Virtuální realita</b>                        | <b>5</b>  |
| 2.1 Virtuální realita . . . . .                   | 5         |
| 2.2 Historie a současnost VR . . . . .            | 5         |
| 2.3 Náhled do budoucnosti VR . . . . .            | 7         |
| <b>3 Analytická část</b>                          | <b>11</b> |
| 3.1 Analýza stávajících studií . . . . .          | 11        |
| 3.2 Analýza stávajících implementací . . . . .    | 11        |
| 3.2.1 VRChat . . . . .                            | 12        |
| 3.2.2 NeosVR . . . . .                            | 12        |
| <b>4 Využitý software</b>                         | <b>15</b> |
| 4.1 NeosVR . . . . .                              | 15        |
| 4.1.1 Stažení NeosVR . . . . .                    | 15        |
| 4.1.2 První spuštění . . . . .                    | 16        |
| 4.1.3 Vytvoření nového světa . . . . .            | 17        |
| 4.1.4 Inspektor scény . . . . .                   | 17        |
| 4.1.5 Vizualní programování . . . . .             | 19        |
| 4.2 Blender . . . . .                             | 19        |
| 4.2.1 Instalace . . . . .                         | 20        |
| 4.2.2 První spuštění . . . . .                    | 21        |
| 4.2.3 Základní funkce pro tvorbu modelů . . . . . | 21        |
| 4.2.4 Přidání objektu . . . . .                   | 21        |
| 4.2.5 Výběr . . . . .                             | 21        |
| 4.2.6 Rotace a škálování . . . . .                | 22        |
| 4.2.7 Nastavení materiálu . . . . .               | 22        |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 4.2.8    | Extrudování ploch . . . . .                     | 22        |
| 4.3      | ReactJS . . . . .                               | 22        |
| <b>5</b> | <b>Praktická část</b>                           | <b>25</b> |
| 5.1      | Virtuální svět . . . . .                        | 25        |
| 5.1.1    | Návrh virtuálního světa . . . . .               | 25        |
| 5.1.2    | Implementace virtuálního světa . . . . .        | 32        |
| 5.2      | Webová stránka . . . . .                        | 37        |
| 5.2.1    | Vytvoření projektu . . . . .                    | 37        |
| 5.2.2    | Funkcionalita . . . . .                         | 37        |
| 5.2.3    | Komponenty . . . . .                            | 38        |
| 5.2.4    | Struktura aplikace . . . . .                    | 38        |
| 5.2.5    | Využití . . . . .                               | 38        |
| <b>6</b> | <b>Uživatelské testování</b>                    | <b>41</b> |
| 6.1      | Detaily testování . . . . .                     | 41        |
| 6.2      | Podklady k testování . . . . .                  | 41        |
| 6.2.1    | Dotazník . . . . .                              | 41        |
| 6.2.2    | Diskuze . . . . .                               | 42        |
| 6.3      | Výsledky testování . . . . .                    | 42        |
| 6.3.1    | Výsledky dotazníku . . . . .                    | 42        |
| 6.3.2    | Výsledky diskuze . . . . .                      | 42        |
| 6.3.3    | Výsledky testování optimalizace světa . . . . . | 43        |
| 6.3.4    | Navržená vylepšení . . . . .                    | 43        |
|          | <b>Závěr</b>                                    | <b>45</b> |
|          | <b>Literatura</b>                               | <b>47</b> |
|          | <b>A Seznam použitých zkratk</b>                | <b>51</b> |
|          | <b>B Obsah příloženého CD</b>                   | <b>53</b> |

---

## Seznam obrázků

|      |   |    |
|------|---|----|
| 2.1  | Sensorama Mortona Heiliga z roku 1962 [1]                 | 6  |
| 2.2  | Patent Telesphere Mask Mortona Heiliga z roku 1960 [2]    | 6  |
| 2.3  | Head-Mounted 3D Display Ivana Sutherlanda [3]             | 7  |
| 2.4  | Monochromatické vyzobrazení hry v konzoli Virtual Boy [4] | 8  |
| 2.5  | Oculus Quest 2 - 2020 [5]                                 | 8  |
| 2.6  | Vize rozšířené reality firmy Meta - 2021 [6]              | 9  |
|      |   |    |
| 3.1  | Klubový svět The Black Car - VRChat                       | 12 |
| 3.2  | Svět ze záložky Social - Garden Temple, NeosVR            | 13 |
| 3.3  | Svět ze záložky Games - Agra Racing XL, NeosVR            | 14 |
|      |   |    |
| 4.1  | Prázdný svět po prvním připojení                          | 16 |
| 4.2  | Palubní deska - Dashboard                                 | 16 |
| 4.3  | Prohlížeč světů ve Virtuální katedrále                    | 17 |
| 4.4  | Inventář s Essential Tools                                | 18 |
| 4.5  | Okno s inspektorem  | 18 |
| 4.6  | Inventář nástrojů LogiX                                   | 20 |
| 4.7  | Násobení dvou čísel                                       | 20 |
| 4.8  | Úvodní obrazovka po spuštění - Blender                    | 21 |
|      |   |    |
| 5.1  | Moduly závodní dráhy                                      | 26 |
| 5.2  | Složená závodní dráha                                     | 26 |
| 5.3  | Model bludiště  | 27 |
| 5.4  | Modely válečných lodí                                     | 28 |
| 5.5  | Model lukostřeleckého terče                               | 29 |
| 5.6  | Model Manhattanu  | 30 |
| 5.7  | Model hory  | 31 |
| 5.8  | Model virtuálního světa                                   | 32 |
| 5.9  | Základní deska  | 33 |
| 5.10 | Závodní dráha   | 33 |
| 5.11 | Bludiště  | 34 |

|   |    |
|---|----|
| 5.12 Hra Kuličky . . . . .  | 36 |
| 5.13 Lukostřelnice . . . . .  | 36 |
| 5.14 Hra Lodě . . . . .   | 37 |
| 5.15 Komponenta Submenu využívající React Hook useState a useEffect | 39 |
| 5.16 Hlavní strana webové aplikace . . . . .                        | 40 |
| 5.17 Strana s abstraktem práce a otevřeným submenu . . . . .        | 40 |

---

## Seznam tabulek

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 4.1 | Schématické uspořádání okna inspektora . . . . .            | 19 |
| 5.1 | Pravděpodobnost výhry Hráče 1 a Hráče 2 v 1. kole . . . . . | 35 |
| 6.1 | Průměrné hodnocení u jednotlivých otázek . . . . .          | 42 |





---

# Úvod

S pojmem virtuální realita (VR) se setkáváme stále častěji. Za poslední dekádu se její vývoj posunul mílovými kroky k již téměř realistickému vykreslení skutečnosti v simulovaném 3D světě. Tomu napomáhá jak velký zájem široké veřejnosti, tak i zájem ze strany specializovaných oborů, ať už se jedná o zdravotnictví, která VR využívá k výuce či armádu, která pro změnu testuje své vojáky na simulátorech.

Tato práce se zabývá virtuálními centry pro socializaci osob, ke kterým přidává herní a sportovní aktivity.

Osobně jsem se s VR poprvé setkal na předmětu BI-VR1 pana docenta Klána, kde mě okamžitě vývoj ve VR zaujal, jelikož stejně jako ve skutečném světě jsou ve VR možnosti neomezené. Mojí motivací pro zvolení daného tématu BP bylo dosud neexistující implementace virtuálního centra pro socializaci spojeného s dalšími klubovými a herními prvky. Výsledek by měl posloužit jako náhled pro vývojáře, zda integrace dalších činností pro uživatele je užitečná, či jestli je lepší tuto funkčnost oddělovat.



---

## Cíle práce

Teoretickými cíli bakalářské práce jsou prostudování dosud známých studií a případných řešení virtuálních klubových a tréninkových center a v neposlední řadě nastudování sociální virtuální platformy NeosVR a jejích funkcí.

Prvním praktickým cílem BP je návrh 3D konceptu virtuálního centra a jeho rozšíření o klubové, herní a sportovní aktivity, dále implementace virtuálního světa s 3D modelem centra, realizace sociální, herní a trénovací funkce centra. Dílčím cílem je otestování a vyhodnocení konceptu daného virtuálního centra a porovnání se stávajícími implementacemi. Vytvoření interaktivního webu pro virtuální centrum. Nakonec vyhodnocení používání konceptu virtuálních center.

Práce je rozdělena do pěti hlavních částí. První část vysvětlí podstatu virtuální reality a popíše její historii, současnost a náhled do budoucna. Druhá část se zabývá analýzou stávajících studií a implementací virtuálního klubového světa. Využitý software při vytváření práce je popsán ve třetí kapitole, na ní navazuje praktická část práce, kde je navržen model virtuálního světa, který následně implementován. Poslední kapitolou práce je uživatelské testování, z kterého je vyvozen závěr.



# Virtuální realita

V této kapitole je popsáno, jak funguje virtuální realita, její historie a náhled do budoucnosti.

## 2.1 Virtuální realita

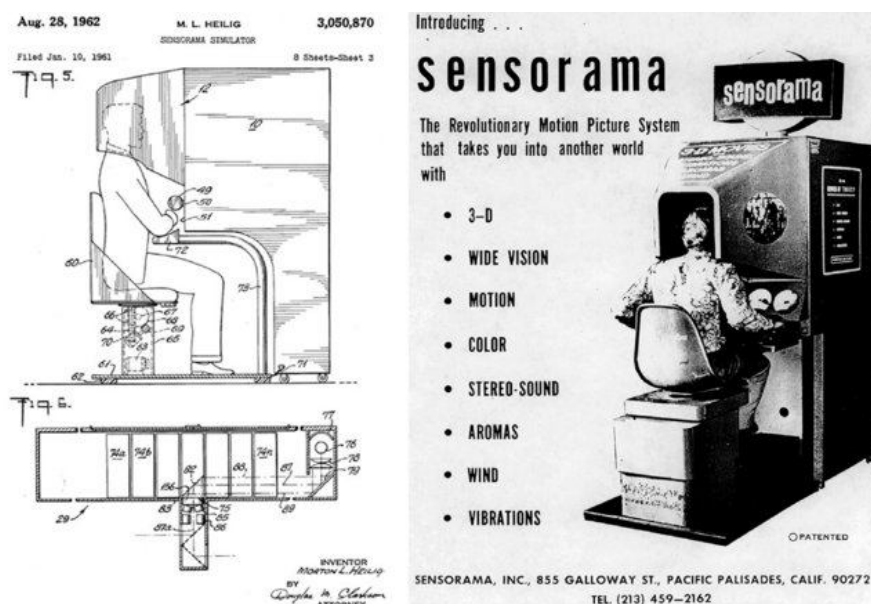
*Virtuální realita je počítačem generované digitální 3D prostředí, které lze prožívat a ovlivňovat podobně jako skutečné prostředí. Virtuální prostředí charakterizují dvě významné vlastnosti, které jiná média nemají: schopnost pohlcení (immersion) a pocit přítomnosti (presence). Pohlcení ve virtuální realitě je schopnost obklopit uživatele virtuálním prostředím natolik, že se v něm může chovat tj. rozhlížet, pohybovat apod. stejně jako ve skutečném prostředí. Přítomnost ve virtuální realitě odkazuje na pocit uživatele, že se skutečně fyzicky nachází ve virtuálním světě a že komunikuje a prožívá toto prostředí stejně jako skutečné prostředí. Virtuální realita je v první řadě tvořena pro pocit přítomnosti. [7]*

## 2.2 Historie a současnost VR

Jedna z prvních počítačem řízených virtuálních realit byla představena roku 1957 jménem Sensorama, kterou sestavil Morton Heilig. O podobném zařízení se už zmiňoval v roce 1955 ve své knize The Cinema of the Future. Šlo o vylepšení tehdejších kinoautomatů, ke kterým navíc přidal vibrační sedačku, ventilátor, difuzér vůní, širší úhel pohledu a další komponenty, které působí na všechny lidské smysly. Bohužel se však jeho vynález neuchytil. Lze však tuto snahu označit jako za počátek vývoje moderních zařízení pro virtuální realitu. [8]

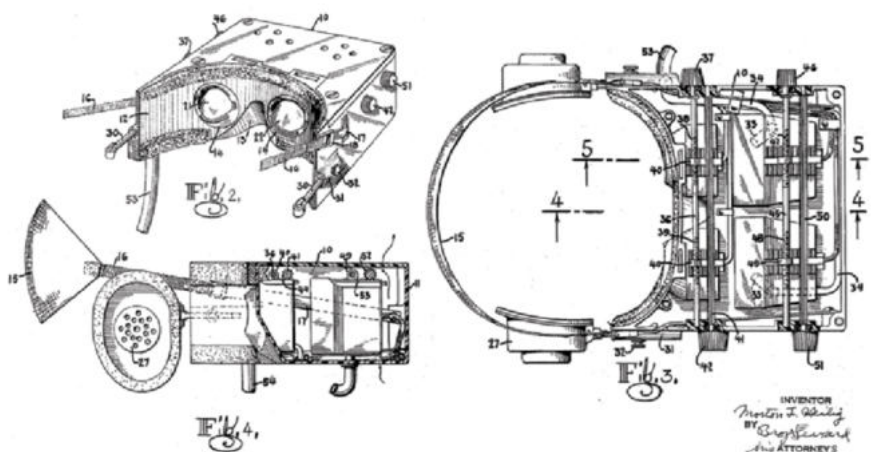
Heilig si zároveň v roce 1960 nechává patentovat aparát, který nazývá Telesphere Mask. Ten již velice připomíná dnešní zařízení pro virtuální realitu. Přístroj obsahuje displej, optiku a sluchátka. Celý headset je přichycený na

## 2. VIRTUÁLNÍ REALITA



Obrázek 2.1: Sensorama Mortona Heiliga z roku 1962 [1]

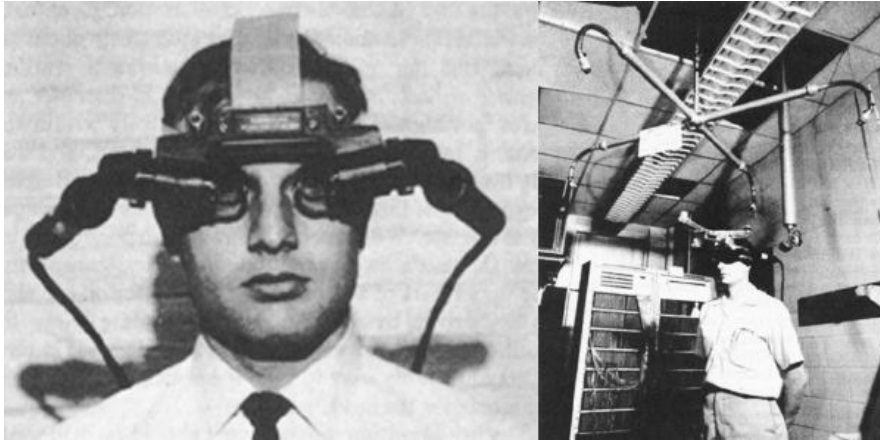
hlavu pomocí elastické gumy. Jedná se však pouze o koncept, na začátku šedesátých let neexistovaly technologie pro sestavení takového zařízení. [9]



Obrázek 2.2: Patent Telesphere Mask Mortona Heiliga z roku 1960 [2]

Prvním sestaveným zařízením, které v lze nazvat jako zařízení pro rozšířenou realitu, jelikož využívá pouze drátové vykreslení jednoduchých objektů v reálném světě, sestavil roce 1965 na americkém Harvardu Ivan Su-

therland, vědec známý jak v oblasti VR, tak zejména 3D grafiky, v které položil základy pro moderní 3D grafiku. Zařízení bylo velmi těžké a proto bylo zavěšeno ze stropu. [10]



Obrázek 2.3: Head-Mounted 3D Display Ivana Sutherlanda [3]

V roce 1995 Nintendo vydává Virtual Boy, jedná se o první masově vyráběnou přenosnou herní konzoli, která je schopna vykreslovat 3D grafiku.[11] Největší problém s kterým se v této éře výrobci setkávali byl v časovém intervalu mezi inputem VR, například pohybem hlavy a vykreslením obrazu ve VR brýlích. Dle studií musí k tomuto procesu dojít do 15ms, jinak mozek nepřijme obraz jako realitu a pokazí to vjem vcítění se do zážitku a navíc může způsobit nepříjemné fyzické pocity. Vnitřní ucho zaznamená pohyb, ale zrak pohyb nevidí. Virtual Boy proto používá monochromatický displej, který rychleji vykresluje. Zároveň byl v červené barvě, kterou mozek vnímá mírněji, ze stejného důvodu je červená barva využívána i v ponorkách na většině zařízení.

Ve vývoji VR zařízení výrazně pomohl vývoj displejů s co největší hustotou pixelů a rychlou obnovovací frekvencí, na čemž má velkou zásluhu mobilní průmysl, konkrétně evoluce chytrých telefonů s dotykovou obrazovkou. V současné době můžeme VR zařízení rozlišit na desktopové brýle, mobilní brýle, do kterých se vkládá mobilní telefon a brýle na rozšířenou realitu. Z mobilních brýlí se vyvinuly ještě takzvané standalone zařízení, které co do prodaných kusů kompletně zastínilo svého předchůdce. [12]

## 2.3 Náhled do budoucnosti VR

Předpovědi uvádějí, že do roku 2024 bude virtuální realita stejně běžná, jako jsou v současné době chytré telefony. Přirozeně tedy lze očekávat, že ve virtuálním prostředí bude možné trávit čas podobně jako ve skutečném prostředí bez ohledu na to, zda jde o práci, odpočinek nebo zábavu.[7]



Obrázek 2.4: Monochromatické vyzobrazení hry v konzoli Virtual Boy[4]



Obrázek 2.5: Oculus Quest 2 - 2020 [5]

V blízké budoucnosti se budou samotná zařízení pro VR nadále zmenšovat, zlehčovat a mít více funkcí. Dojde ke kombinaci brýlí pro VR a AR. Budou využívat detekci rukou, což ulehčí samotné ovládání, na které již nebudou potřeba dva ovladače, které je nutné využívat nyní a sledování očí, které zase umožní přístroji vykreslovat obraz v nejvyšší kvalitě pouze tam, kam se uživatel zrovna dívá, což snižuje požadavky na výkon zařízení a zároveň to



napomáhá snížení pocitu nevolnosti uživatele. [13]

Očekává se, že se VR rozšíří do většiny pracovních odvětví, bude sloužit jako nástroj k zacvičení nových zaměstnanců. Zároveň se však bude stále více využívat i ve zdravotnictví, ať už při operacích, nebo při léčení pacientů s fobiemi a úzkostnými poruchami.[14]

Velká část největších technologických firem v čele s nově přejmenovanou firmou Meta, která svůj název odvozuje od slova metaverzum hodlá v budoucnu zaměřit své úsilí na vývoj virtuálních světů a k nim příslušného hardwaru, jako například brýlí s rozšířenou realitou [6].



Obrázek 2.6: [Vize rozšířené reality firmy Meta - 2021 [6]



---

## Analytická část

V této kapitole budou prozkoumány současné studie a řešení virtuálních klubových center, zda některé spojují tuto funkci i s herními a sportovními činnostmi.

### 3.1 Analýza stávajících studií

Žádná ze studií se přímo nevěnuje problematice virtuálních klubových center s implementací sportovních aktivit. Nejbližšími vědeckými studii jsou práce zabývající samotným vytvářením imersivních virtuálních světů a zabývající se psychikou a chováním uživatelů ve virtuálním prostředí.

Studie zabývající se interakcemi uživatelů ukázala, že uživatelé mají silný sklon pocitu přítomnosti a zapojení mezi sebou. Uživatelé byli schopni přenést skupinové chování ze skutečného světa do virtuálního. Aby překonali některá technická omezení, museli vytvořit nové formy interakce. Celkově studie zjistila, že uživatelé zažívají řadu emocionálních stavů ve VR, které jsou podobné těm, které by zažívali v reálném světě ve stejných skupinách. Studie zdůrazňuje přenositelnost stávající dynamiky sociálních skupin do interakcí VR, ale naznačuje, že je třeba udělat více práce s reprezentacemi avatarů a jejich mimikou. [15] [16]

Zároveň studie uvádí, že virtuální světy mohou posloužit jako vynikající pomůcka pro všechny způsoby výuky, od výuky technických oborů na školách, kde pomůže studentům s její vizualizací, přes trénování operací doktorům, po využití VR v přípravě a realizaci staveb.[17] [18]

### 3.2 Analýza stávajících implementací

Pro analýzu stávajících implementací virtuálních klubových center byly zvoleny dvě z největších VR platforem, VRChat a NeosVR. Obě dvě jsou

### 3. ANALYTICKÁ ČÁST

---

využívány tisíci uživateli každý den a nabízejí stovky různorodých světů, at již vytvořených developery, nebo komunitou uživatelů.

#### 3.2.1 VRChat

VRChat slouží primárně jako sociální platforma virtuální reality. Obsahuje tisíce světů vytvořených komunitou uživatelů, které jsou rozděleny na webových stránkách do kategorií. Avšak ani jeden z prohlédnutých světů nepropojoval klubové centrum se sportovními aktivitami. Světy jsou úhledně rozděleny do kategorií (sociální, hry, tvorba avatarů, atd.). Virtuální prostředí byly postaveny s jedním cílem, na který se tvůrci soustředili. Například vytvořili pouze klub s možností sledování filmů a hraní scén. Tomuto popisu odpovídá svět s názvem The Black Cat, jehož prostředí se nachází v restauraci s možností konverzace u baru a dvěma pódií pro vystupování. [19]



Obrázek 3.1: Klubový svět The Black Car - VRChat

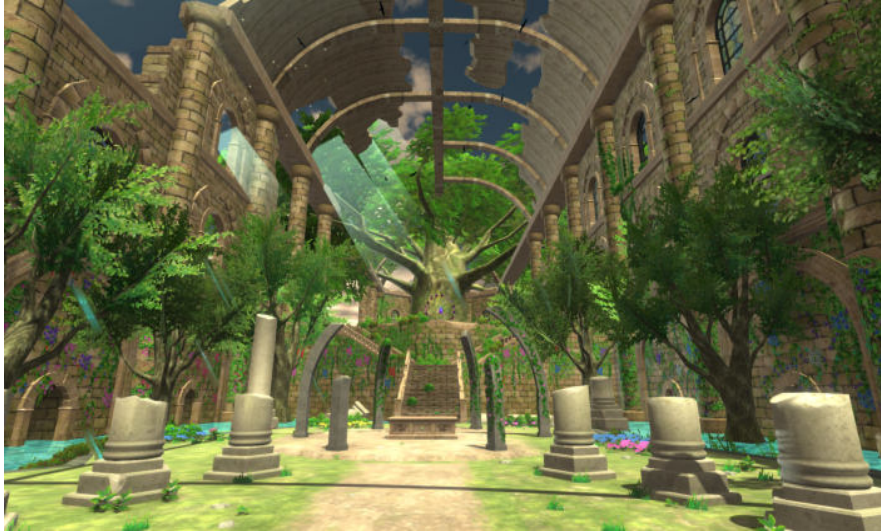
#### 3.2.2 NeosVR

NeosVR narušil od VRChat slouží nejenom jako metaverzum pro socializaci, ale také jako nástroj pro samotné vytváření světů a všech objektů a interakcí v nich. Stejně jako ve VRChat jsou přístupné tisíce vytvořených světů. V nabídce existují světy, které se například využívají ke vzdělávání na univerzitách, například na Fakultě Informačních Technologií ČVUT se prostřednictvím NeosVR vyučuje předmět BI-VR1. I zde se v nabídce dělí světy na základní kategorie jako tomu je ve VRChatu. Prozkoumány byly tedy kategorie Social a Games.

### 3.2. Analýza stávajících implementací

---

V kategorii Social lze nejčasteji nalézt společenské klubové světy s pódii pro vystoupení, bary, hudbou a stolními hrami, nebo světy s hlavní budovou, která se nachází v krásném prostředí s možností socializace prostřednictvím sledování televize, či hraní stolních her. Od ostatních světů se nejvíce lišil svět nazvaný Garden Temple, který se nacházel v zarostlé zřícenině středověkého chrámu.

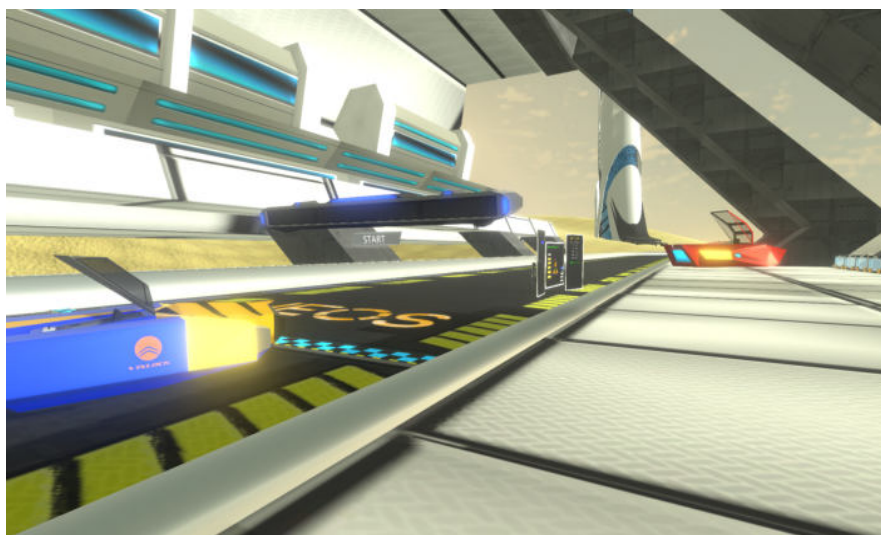


Obrázek 3.2: Svět ze záložky Social - Garden Temple, NeosVR

V kategorii Games mě nejvíce vynikal svět Agra Racing XL: Legacy Racetrack, svět s nulovou gravitací ve kterém je možné závodit s vozidly z budoucnosti.

### 3. ANALYTICKÁ ČÁST

---



Obrázek 3.3: Svět ze záložky Social - Garden Temple, NeosVR

---

## Využitý software

Tato kapitola se věnuje metaverzu NeosVR. Popisuje základní kroky a možnosti, které tato aplikace uživateli nabízí. Dále představuje čtenářovi Blender, software sloužící pro modelování a vykreslování 3D modelů a animací, který byl využit při návrhu 3D konceptu virtuálního centra a při modelování složitějších objektů. V neposlední řadě popíše JavaScriptovou knihovnu React, která byla použita při vytváření webové aplikace.

### 4.1 NeosVR

Jak už bylo zmíněno v předchozí části, NeosVR je aplikace, která obsahuje sadu nástrojů speciálně navržených pro vývoj virtuálních světů přímo v samotném metaverzu. Tudíž je NeosVR využíván nejenom uživateli, kteří mohou prozkoumávat a interagovat se světy, tak i developery, kterým umožňuje dané světy vytvářet přímo ve virtuálním prostředí. Obě aktivity lze provádět ve virtuální realitě, ale pokud uživatel nevlastní VR headset, je možné využít i tak zvaný Desktop Mode.

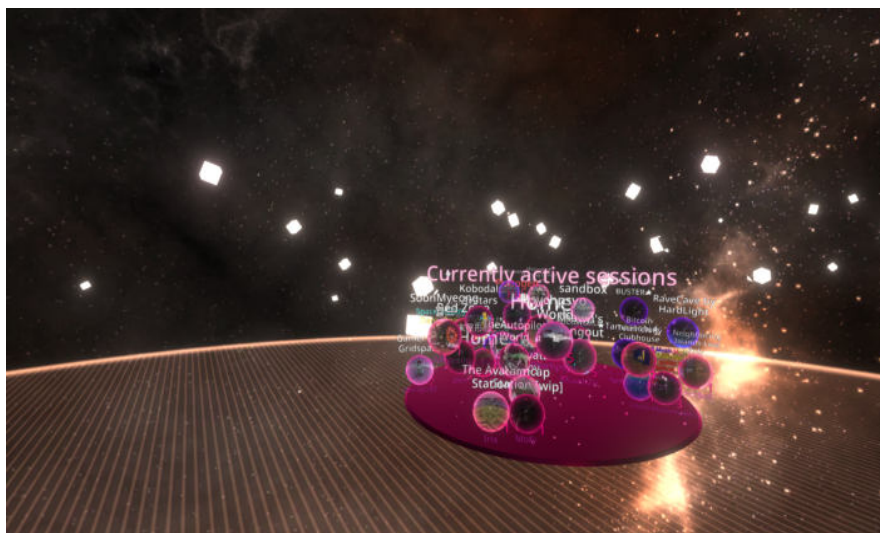
#### 4.1.1 Stažení NeosVR

Před samotným stažením NeosVR, pokud disponujeme virtuálními brýlemi, je potřeba ze stran výrobce našeho VR headsetu stáhnout virtuální nadstavbu operačního systému. Pomocí dané aplikace spárujeme headset a ovladače, které následně komunikují s počítačem přes Bluetooth.

Následné stažení a instalace aplikace NeosVR je velice jednoduchá, protože se nachází na platformě Steam. Jediným požadavkem pro stažení je vytvoření účtu na této platformě.

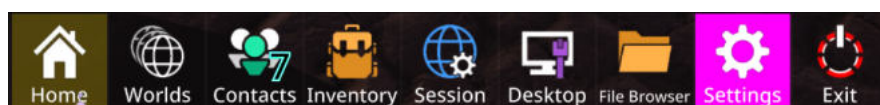
### 4.1.2 První spuštění

Po spuštění aplikace se uživatel ocitne v jednoduchém virtuálním prostoru. NeosVR nabízí uživateli více možností pohybu, mezi jinými chůzi, létání a teleportaci, způsob pohybu je vhodné zvolit hned na začátku. Tento výběr lze nalézt v menu na tlačítku nabídky ovladače.



Obrázek 4.1: Prázdný svět po prvním připojení

Dále má uživatel k dispozici palubní desku (dashboard nebo zkráceně dash). Jedná se o hlavní menu, které umožňuje například prozkoumat existující světy, otevření inventáře nástrojů a modelů, nebo přihlášení do NeosVR účtu.



Obrázek 4.2: Palubní deska - Dashboard

Pro připojení se do již existujícího světa lze využít více způsobů. První variantou je v palubní desce kliknout na ikonu Světy (Worlds), která nás zavede do menu s možností výběru virtuálních světů dle kategorií. Druhou možností je se připojit do Virtuální katedrály (Content Hub), která mimo jiné slouží i jako sociální hub pro setkávání uživatelů, kde se v hlavní hale nachází prohlížeč světů.





Obrázek 4.3: Prohlížeč světů ve Virtuální katedrále

### 4.1.3 Vytvoření nového světa

Nový prázdný svět se vytvoří po použití tlačítka *Create New World* v nabídce Home palubní desky. Otevře se kontextové menu, ve kterém je možné upravit nastavení světa, jako jeho název, kdo se může do světa připojit a nebo vybrat jednu z předdefinovaných šablon světů, které již obsahují oblohu (skybox) a plochu pod nohama (ground). Po výběru stačí zmáčknout tlačítko *Start Session* a uživatel je teleportován do nově vytvořeného světa.

Nový svět může uživatel začít zaplňovat objekty. Lze využít objekty, které již existují v rámci metaverza Neos v inventáři, nebo je možné je vytvořit a to buď přímo v aplikaci, nebo importovat objekty vytvořené v jiném softwaru.

Inventář je přístupný skrz *palubní desku*. Jedná se o souborový adresář, který je rozdělený na veřejnou a soukromou část. Ve veřejné sekci nalezneme dvě hlavní složky Essential Tools a Neos Essentials. Essential Tools obsahují základní výkonné účelové nástroje, například nástroj na vytváření základních tvarů typu krychle, kvádra a válce, dále nástroj na částicové efekty, nebo nástroj na lepení objektů. Ve složce Neos Essentials najdeme zejména již vytvořené modely objektů nebo efektů.

### 4.1.4 Inspektor scény

Objekty v NeosVR jsou nazývány *Slots* a jsou definovány základními vlastnostmi, mezi které mimo jiné patří *name*, *position*, *scale* atd. Na prozkoumání, ale zejména úpravu vlastností virtuální scény slouží právě inspektor, jeden z nejdůležitějších prvků metaverza. Nástroj inspektor se nachází v inventáři ve složce Essential Tools. Po otevření inspektora se nám na obrazovce zob-



a jak budou povrchy objektů vykreslené. K objektům lze přidat řadu dalších komponent.

V neposlední řadě je pomocí inspektoru scény možné upravovat hierarchii objektů ve scéně. Této funkce se využívá zejména pokud je potřeba vytvořit komplexní objekt, který je složen z více *slots*, jelikož všechny změny udělané v *parent slot* se přepíše i do jeho *children slots*.

Tabulka 4.1: Schématické uspořádání okna inspektora

|                  |            |
|------------------|------------|
| Hierarchie scény | Komponenty |
|------------------|------------|

#### 4.1.5 Vizualní programování

Všechny objekty nebo moduly virtuální scény mohou být interaktivní. Pro tyto účely metaverzum Neos obsahuje vizualní programovací systém LogiX, který byl vyvinutý speciálně pro NeosVR. Umožňuje objektům například počítat, pohybovat se, měnit svoji velikost, atd.

Základem systému LogiX je kreslení blokových schémat. Jde o ohraničení určité zájmové oblasti do jednoduchého bloku a specifikaci veličin, které na blok působí (vstupy) a veličin, kterými blok ovlivňuje okolní prostředí (výstupy).[7]

LogiX má v Neosu svůj vlastní nástroj, který se nachází v inventáři Essential Tools. Po otevření inventáře LogiX si může uživatel vybrat ze složek, které rozdělují bloky dle využití na:

- bloky generující vstupy (Input)
- bloky zobrazující výsledky (Display)
- bloky pro matematické funkce (Math)
- bloky pro matematické operace (Operators)
- a další

[20]

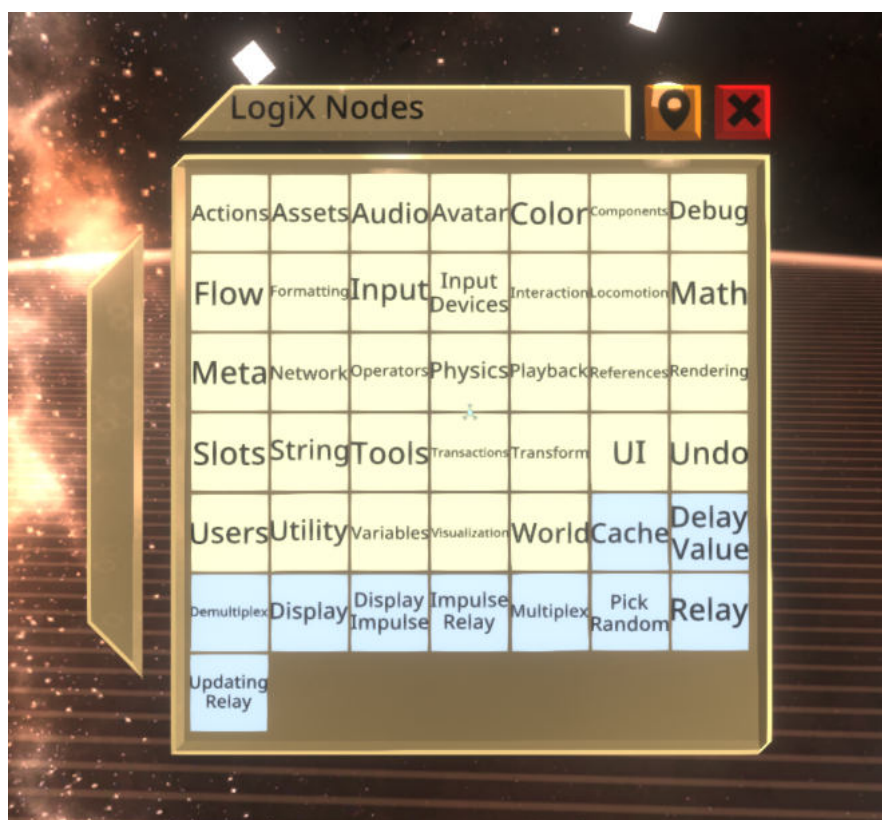
Jako příklad je uvedeno násobení dvou čísel. LogiX se skládá ze dvou celočíselných vstupů bloku pro násobení a výstupního displeje.

## 4.2 Blender

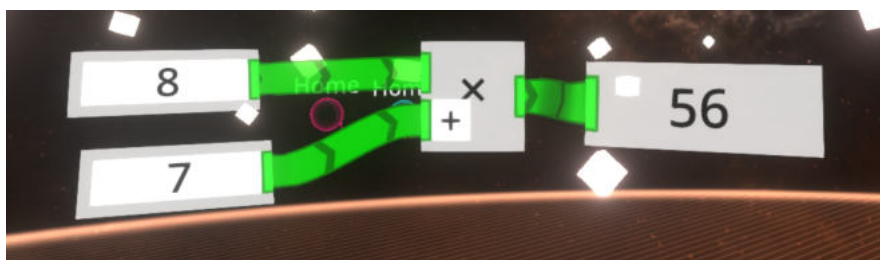
Blender je bezplatný open-source software, který slouží zejména pro modelování a animaci 3D objektů a jejich následné renderování. Lze ho však použít i na úpravu videí, vytváření vizuální efekty, simulaci částic, kouře, vody a

## 4. VYUŽITÝ SOFTWARE

---



Obrázek 4.6: Inventář nástrojů LogiX



Obrázek 4.7: Násobení dvou čísel

láter a pro 3D tisknutí. Protože je program pod GPL licencí, podílí se na jeho vývoji z velké části komunita uživatelů, což vede k rychlé opravě chyb a pravidelným aktualizacím.[21][22]

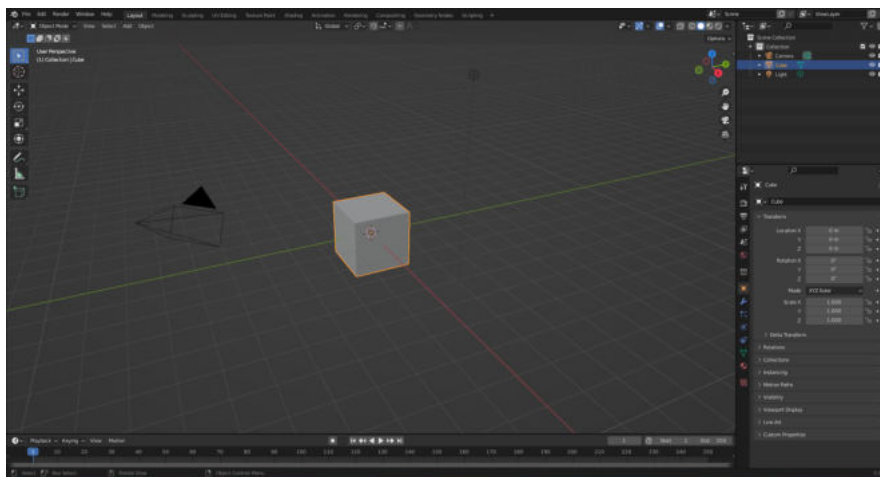
### 4.2.1 Instalace

Stáhnutí a instalace Blenderu je opět jednoduché, protože se nachází na platformě Steam. Jediným požadavkem pro stažení je vytvoření účtu na této plat-

formě.

### 4.2.2 První spuštění

Po spuštění programu se načte grafické uživatelské rozhraní se základním rozložením obrazovky. Nová scéna obsahuje tři základní objekty – krychli, kameru a světlo. Tyto objekty lze jednoduše smazat, nebo přesunout do jiné vrstvy a začít modelovat na prázdné ploše. Nejdůležitější je při vytvoření nového projektu jeho uložení. Pro každý projekt je vhodné vytvořit vlastní složku, kam se bude ukládat vše spojené s daným projektem, modely, vykreslené snímky, textury, atd.



Obrázek 4.8: Úvodní obrazovka po spuštění - Blender

### 4.2.3 Základní funkce pro tvorbu modelů

V této kapitole je popsána základní funkcionality Blenderu nutná pro vytváření modelů.

### 4.2.4 Přidání objektu

Blender obsahuje velké množství objektů. Kromě sítí geometrických útvarů se jedná např. o osvětlení, zdroje zvuků či fyzikální pole. Vložením objektu v objektovém módu se vytvoří nový objekt ve výpisu objektů.

### 4.2.5 Výběr

Pro modelování je nezbytné vybrat vždy požadované objekty, body, hrany nebo plochy. Blender umožňuje mnoho způsobů výběru. Základní výběr se

provádí oproti naprosté většině programů pomocí pravého tlačítka myši. Stisknutí klávesy Shift umožňuje výběr více objektů naráz. Zrušení výběru jednoho z vybraných objektů je možné stejným způsobem, s tím rozdílem, že zrušení nastane jen ve chvíli, kdy se jedná o již vybraný objekt. Obrys aktivního objektu je vyznačen oranžovou barvou. Výběr bodů, hran a ploch je možný v editačním módu. Přepnutí do editačního módu lze provést v nabídce módů nebo klávesou TAB.

### 4.2.6 Rotace a škálování

Transformační funkce rotace a škálování je možné používat pomocí 3D manipulátoru, což je symbol os v tzv. pivotu. Tento způsob je vhodný, pro rychlou úpravu, při níž není potřeba přesnost. Pro precizní zadávání se využívají klávesové zkratky R pro rotování a S pro škálování. Je-li vyžadována transformace pouze v jedné ose, stačí před číselným zadáním hodnoty zmáčknout odpovídající klávesu (X, Y, nebo Z).

### 4.2.7 Nastavení materiálu

Materiál objektu definuje zobrazení objektu při vykreslování. Pro nejjednodušší vizualizace stačí využít základní nastavení, kde lze volit základní barvu, lesklost, průhlednost, nebo vyzařování světla. Pro složitější vizualizace se využívá editor uzlů a textury.

### 4.2.8 Extrudování ploch

Dalším mocným nástrojem je vytahování do třetího rozměru, tzv. extrudování. V případě vytažení plochy vznikne těleso, vytažením hrany vznikne plocha a vytažením bodu vznikne hrana. Vytažení lze kombinovat s určením os jako u funkcí rotace a škálování. [23]

## 4.3 ReactJS

Pro vývoj webové stránky byla vybrána JavaScriptová knihovna React (někdy také ReactJS). Architektura Reactu je postavena na vrstvě view z MVC a principu komponent, díky kterým umožňuje vytvářet aplikace s rychlou odezvou na uživatelské požadavky a moderní funkcionalitou.[24] Velkou výhodou je, že se jedná o SPA, jejíž veškerý obsah je tvořen jednou stranou. Jakmile uživatel načte webovou stránku, dojde ke stažení veškerého obsahu ze serveru na stranu klienta. Je vhodná pro menší aplikace.

Knihovna je postavena na vizuálních komponentách, které při změně stavu komponenty aplikace překresluje. Tento proces je implementován pomocí virtualizace DOM, kterým je zaznamenáván stav skutečného DOM. Při změně stavu je virtuální DOM porovnán se skutečným a následně je překreslena

pouze dotčená část skutečného vzhledu stránky. [25] React je příkladem jednosměrného vázání dat, což znamená, že události uživatelského rozhraní jsou přenášeny do stavu aplikace změnou modelu, která je provedena voláním metody `setState`. React je tím informován o modifikaci modelu a provede již zmíněný proces propagace změn do DOM.[26] Pro definici toho, jak se má jednotlivá komponenta vykreslit, využívá React speciální jazyk JSX. Jde o syntaktické rozšíření jazyku JavaScript, v kterém je možné zapisovat HTML tagy. Připomíná šablonovací systémy, ale v JSX lze zapisovat JavaScriptové příkazy vložením do složených závorek. Díky JSX lze zapisovat kód pro vykreslování a ostatní logiku uživatelského rozhraní společně a mít tak větší přehled o funkčnosti. [27] Dříve byla knihovna právě kvůli své odlišnosti kritizována, ale postupem času získávala na oblibě a dnes je jedním z nejpoužívanějších nástrojů pro tvorbu uživatelských rozhraní webových stránek.





---

## Praktická část

V této části práce bude nejprve vytvořen model virtuálního klubového centra, jehož rozložení vychází z velké části ze zkoumaných stávajících implementací virtuálních klubových světů. Složitější modely, které jsou importovány do NeosVR budou popsány konkrétněji. Následně dle modelu bude sestaven v metaverzu Neos daný svět. Nakonec bude vytvořena webová stránka pro klubové centrum.

### 5.1 Virtuální svět

#### 5.1.1 Návrh virtuálního světa

Pro vytvoření modelů virtuálního klubového světa byl z několika důvodů zvolen Blender. Za prvé je na internetu dostupné velké množství dokumentace a prací, které bylo možno, za druhé je jeho rozhraní uživatelsky přívětivé a za třetí Blender modely je možné přímo importovat do metaverzu Neos.

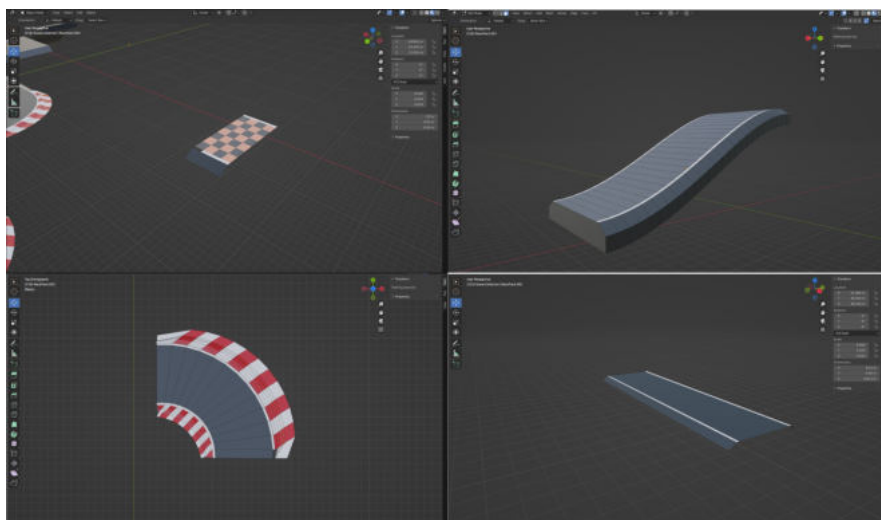
Nejprve byly vymodelovány složitější objekty, které následně byly využity v návrhu celého virtuálního klubového světa.

#### Závodiště

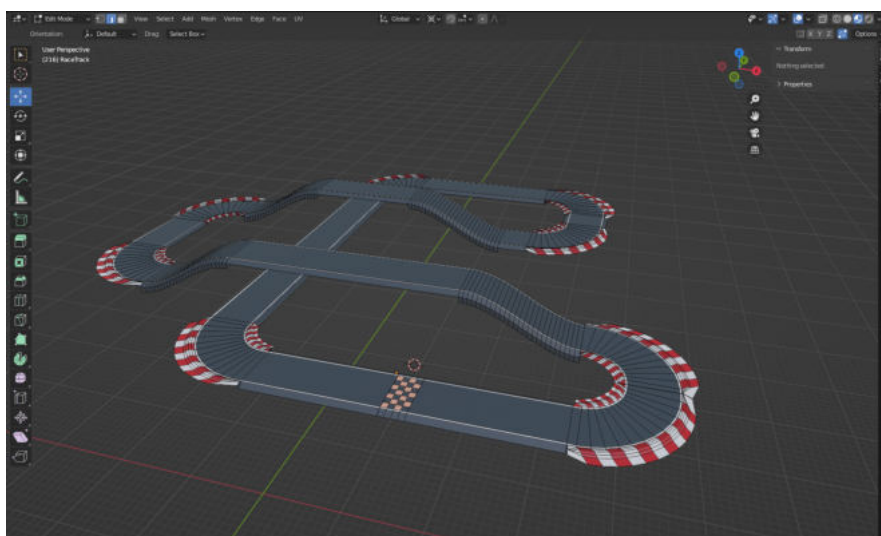
Závodiště bylo vymodelováno a sestaveno modulárně. Jednalo se o čtyři modely, z kterých byla nakonec závodní dráha složená. Jednalo se o zatáčku s retardéry na okrajích, rampu, rovinku a cílovou rovinku. Bylo nutné dodržet totožnou škálu všech modulů, aby při sestavování dráhy na sebe správně navazovaly.

## 5. PRAKTICKÁ ČÁST

---



Obrázek 5.1: Moduly závodní dráhy

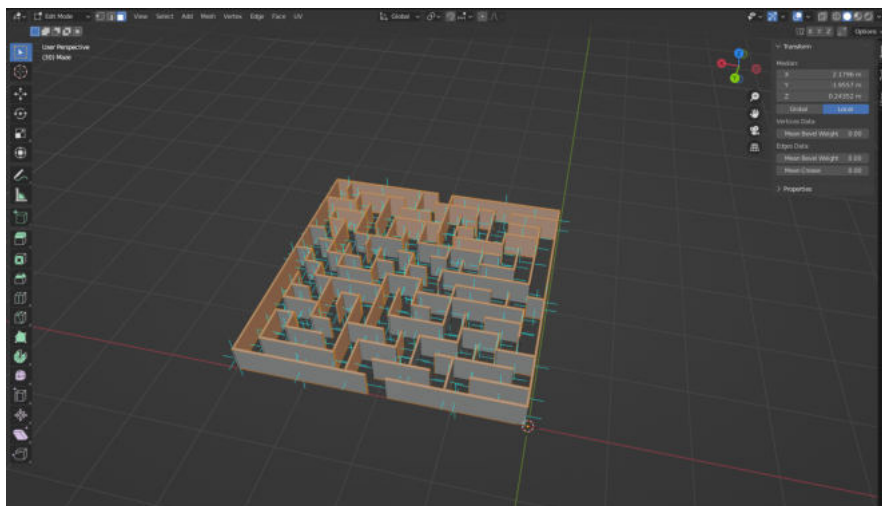


Obrázek 5.2: Složená závodní dráha

### Bludiště

Na vytvoření modelu bludiště byla využita webová stránka *mazegenerator.net*, na které je možnost zadat parametry jako velikost, výška a šířka. Poté vám umožní stránka stáhnout objekt ve formátu SVG, který je možné naimportovat přímo do Blenderu. Nejprve došlo k překonvertování objektu na síť, aby se s ním dále mohlo pracovat. V dalším kroku byl model extrudován na ose Y, aby bludiště dostalo svoji výšku. V neposlední řadě bylo nutné upravit normály

objektu, které bylo nutné přidat na všechny obnažené zdi, které uživatel uvidí ve hře.

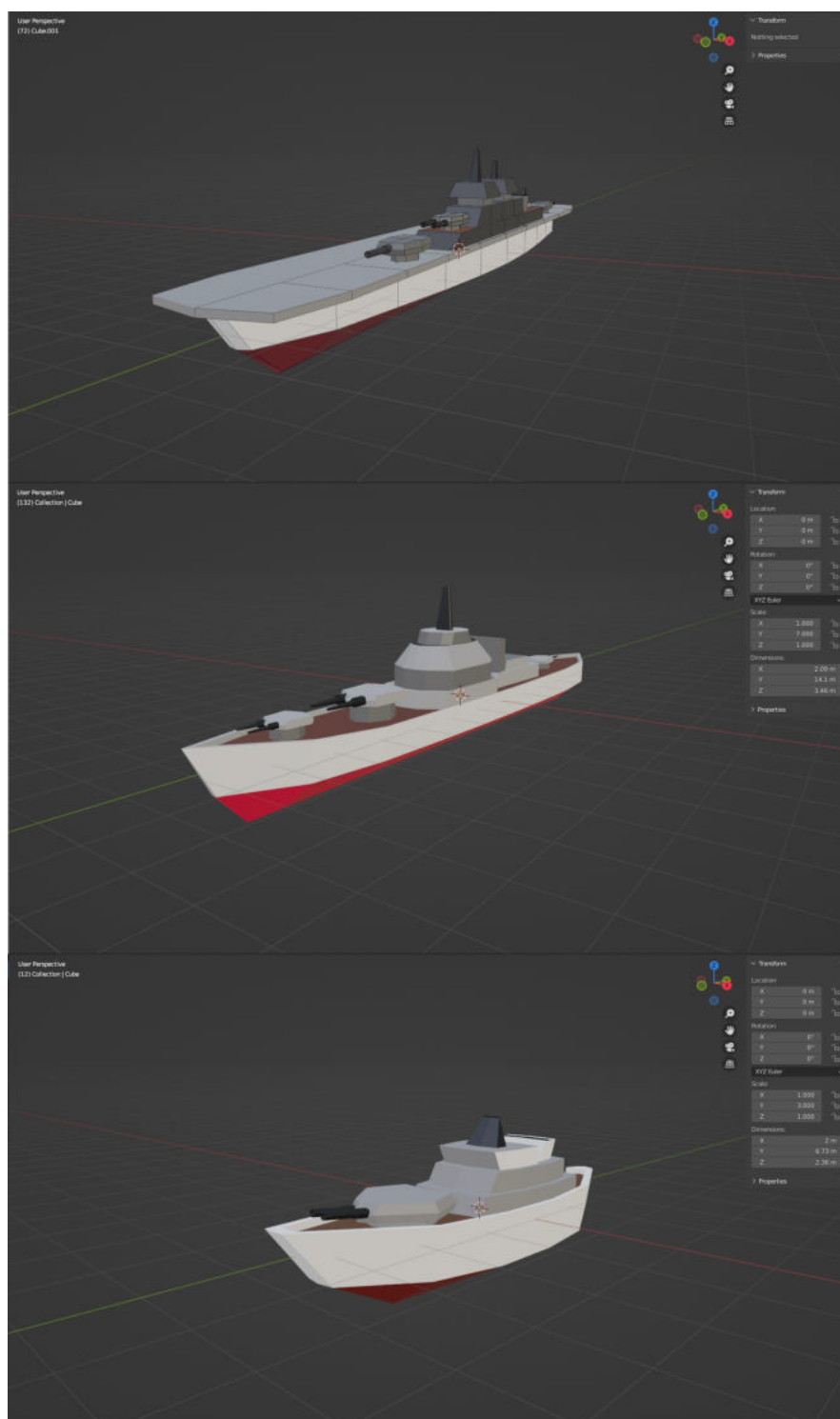


Obrázek 5.3: Model bludiště

### Hra Námořní bitva

Pro hru Námořní bitva bylo nutné v Blenderu vytvořit modely lodí, které slouží jako hlavní objekty ke hře. Na dvě z nich, křižník a malý křižník, které byly symetrické podél osy Z bylo využito rozšíření Auto Mirror, které kopíruje modelování podle zadané osy. Pro letadlovou loď už bylo potřeba modelovat celý model v celku.

## 5. PRAKTICKÁ ČÁST



Obrázek 5.4: Modely válečných lodí

### Lukostřelecký terč

Pro tuto aktivitu byl v Blenderu vytvořen jednoduchý low poly<sup>1</sup> model terče, který je podepřený trojnohým podstavcem. Na terč byly využité jednoduché barvy, zatímco na dřevěné části byl použit materiál dřeva pomocí Shader Editoru.



Obrázek 5.5: Model lukostřeleckého terče

### Pozadí

Pro pozadí virtuálního světa byly využity dva modely. Prvním je vymodelovaná hora, která byla vytvořena pomocí Blender pluginu Landscape Mesh, ve kterém jsou vygenerovány terény pomocí úpravy šumu. V nabídce pluginu

<sup>1</sup>Polygonová síť s nižším počtem polygonů<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Souhrn vrcholů, hran a ploch definující objekt

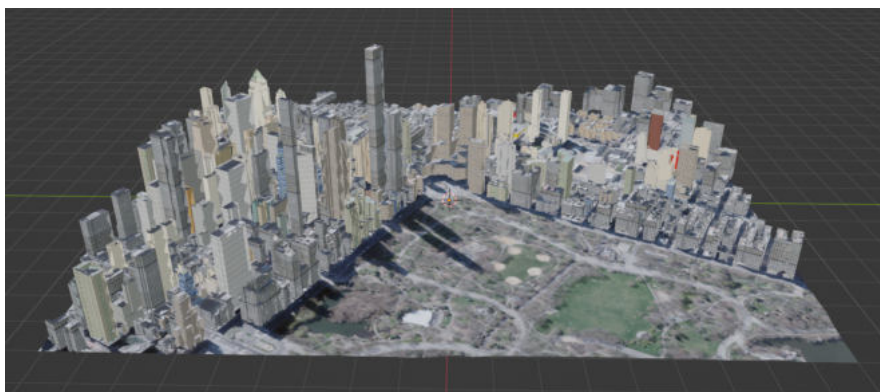
## 5. PRAKTICKÁ ČÁST

---

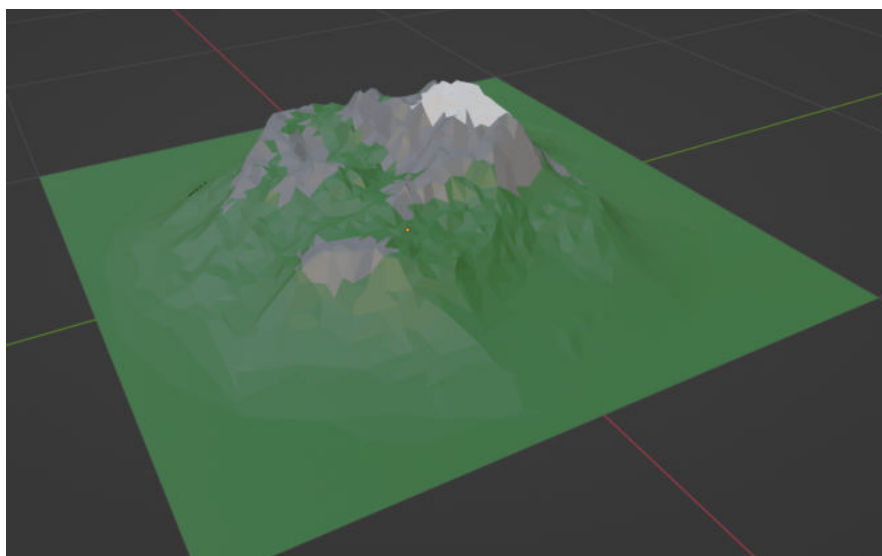
je možné objekt upravit. Položkou Random Seed lze změnit podobu terénu, zvýšením položky Noise Size dojde k roztáhnutí šumu terénu, tudíž se jeho povrch vyhladí. Další důležitou položkou je Height, která určuje výšku samotného terénu.

Po základních úpravách bylo nutné snížit počet vrcholů objektu, aby byl model opět co nejméně náročný na své vyrenderování. Nakonec byly přidány materiály na povrch objektu, které terénu dodaly reálnější vzhled.

Druhým pozadím které bylo vytvořeno, bylo panorama New Yorku ze Central Parku. Pro tento model bylo nutné do Blenderu přidat rozšíření s názvem blender-osm, které umožňuje importovat data z OpenStreetMap.[28] Po výběru části mapy New Yorku z OpenStreetMap se souřadnice zkopírují do lišty v Blenderu, ve které dále můžeme upřesnit například, co vše chceme z map naimportovat, či velikosti budov a jejich četnost v modelu. Po importu bylo za potřeby model upravit, aby se vzhledově blížil skutečnosti. Pomocí Shader Editoru bylo přidáno několik materiálů, které se náhodně vykreslily po budovách.



Obrázek 5.6: Model Manhattanu



Obrázek 5.7: Model hory

### Sestavení modelu světa

Po vytvoření všech komplikovanějších modelů, které byly využity i v následné implementaci, byl sestaven návrh virtuálního klubového světa. Jako i v již existujících klubových světech místo, kde se po připojení hráč ocitne, bude ve středu světa, aktivity a modely ho budou obklopotvat ze všech stran. Na základní plochu byly nejbliže k uživateli umístěny klasické aktivity, které se také vyskytovaly prozkoumaných klubových světech, jak v NeosVR, tak i ve VRChatu. Naproti uživateli byla přidána odpočinková oblast se sedačkami a televizemi, na druhou stranu umístěno pódium pro vystupování. Ve třetím rohu se nachází herní koutek, se stolními hrami. V posledním rohu základní plochy se nalézá stůl, který zobrazuje právě aktivní světy v metaverzu Neos. Dále od uživatele mimo plochu se nachází přidané sportovní a klubové aktivity, závodistiště, střelnice na lukostřelbu, hra Bitevní lodě a bludiště.

## 5. PRAKTICKÁ ČÁST

---



Obrázek 5.8: Model virtuálního světa

### 5.1.2 Implementace virtuálního světa

Pro implementaci byl vytvořen nový prázdný svět, který obsahoval pouze základní desku a oblohu s osvětlením pomocí Slunce.

#### Základní deska

Jedná se o místo, kam se teleportuje uživatel po připojení a jeho blízké okolí. Konstrukce se řídila vytvořeným modelem světa. Bylo přidáno pódium, na které vedle něho navazuje oblast s lavicemi a ohništěm, odpočinkovou oblast se sedačkami a možností sledovat videa a filmy. V další části byl vytvořen herní koutek, který obsahuje několik stolních her. Na závěr byl přidán stůl s nabídkou všech právě aktivních světů, do kterých se může uživatel připojit.





Obrázek 5.9: Základní deska

### Závodní dráha

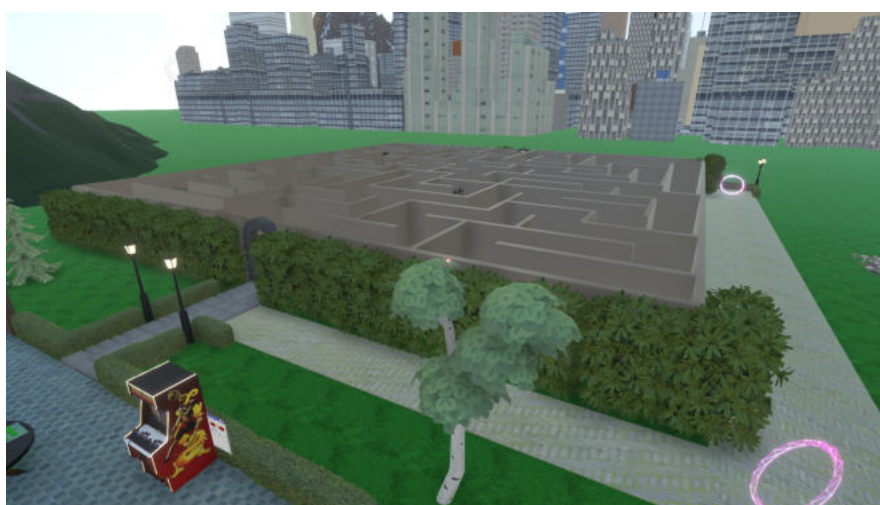
Pro závodíště byl využit vytvořený model z Blenderu. Bylo však nutné přidat kolem dráhy zátiší, které by scéně dodalo přirozenější atmosféru. K tomu byl použit inventář přírodních modelů v Neos Essentials. Využité byly jak stromy a keře, tak i nerostné objekty. Nakonec zbývalo přidat už jen vozy, s kterými je možné na trati jezdit.



Obrázek 5.10: Závodní dráha

### Bludiště

Pro model bludiště byl využit již existující model z Blenderu, bylo však nutné ho dozdobit, jelikož model byl jen samotná kostra bez jakýchkoliv úprav. V bludišti bylo rozmístěno několik skrytých překvapení pro uživatele, kteří mají za úkol všechny objevit, než se dostanou z bludiště ven. Z vnější části byly přidány zarostlé keře, které částečně kryjí bludiště a od východu z bludiště, které se nachází daleko od dalších atrakcí bylo vytvořena cesta s kruhy, které urychlují uživatelský pohyb, aby se rychleji dostal zpět.



Obrázek 5.11: Bludiště

### Kuličky

Nakonec byla vytvořena hra Kuličky. Hra je pro dva hráče, každý z nich má na začátku k dispozici 10 kuliček. Jeden z hráčů, nazveme ho Hráč 1, si vsadí nenulový počet kuliček. Druhý hráč, takzvaný Hráč 2 si sám vsadí nenulový počet kuliček a hádá, jestli si Hráč 1 vsadil sudý nebo lichý počet kuliček. Pokud Hráč 2 uhádne správně, Hráč 1 mu musí odevzdat počet kuliček, který se rovná počtu kuliček, které si vsadil Hráč 2. Pokud se však Hráč 2 mýlil, musí předat Hráči 1 počet kuliček, který se rovná počtu vsazených kuliček Hráče 1. Tímto končí kolo a role se do dalšího kola vymění. Hra skončí, až jeden z hráčů přijde o všechny svoje kuličky.

Hru byla zvolena, jelikož se jedná o maticovou hru s nulovým součtem, která má tyto vlastnosti:

- Maticová hra má dva hráče
- Každý hráč má konečný počet strategií, které jsou předem známé
- Tabulka k vyjádření možných výsledků se nazývá výplatní matice
- Hráči jednají podle principu maximální výhry

Naší hru lze definovat jako matici, ve které řádky odpovídají strategiím Hráče 1 a sloupce jsou strategie Hráče 2. Cílem každého z hráče je maximalizovat svou možnou výhru, což znamená snížit možnosti na výhru druhému hráči. Oba hráči si volí strategii, která maximalizuje jejich výhru. Optimální strategií pro první kolo pro Hráče 1 je vsazení 9 nebo 10 kuliček při pravděpodobnosti na výhru  $p(1/2)$ . A optimálním tahem pro Hráče 2 je vsadit 10 kuliček a hádat sudost nebo lichost počtu vsazených kuliček Hráče 1 s pravděpodobností na výhru  $p(1/2)$ . V prvním kole jsou při řízením se touto strategií čtyři možné výsledky. Pouze v jediném případě by hra pokračovala dál. A to pokud by Hráč 1 vsadil 9 kuliček a Hráč 2 tipnul sudý počet. V tomto případě Hráč 2 přijde o 9 kuliček a zbývá mu pouze jedna. V této pravděpodobnosti na výhru je potřeba zohlednit i následující kola. Daná pravděpodobnost pak vypadá takto  $p(1)$ ,  $1 - p(1)$ . V druhém kole však již Hráči 2 zbývá už jen jedna kulička, proto může vsadit pouze jednu kuličku a Hráč 1, s kterým si vyměnili role hádá, jestli má Hráč 2 sudý nebo lichý počet kuliček a proto Hráč 2 okamžitě prohrává. Proto je možné upravit i předchozí pravděpodobnost výhry. [29]

Tabulka 5.1: Pravděpodobnost výhry Hráče 1 a Hráče 2 v 1. kole

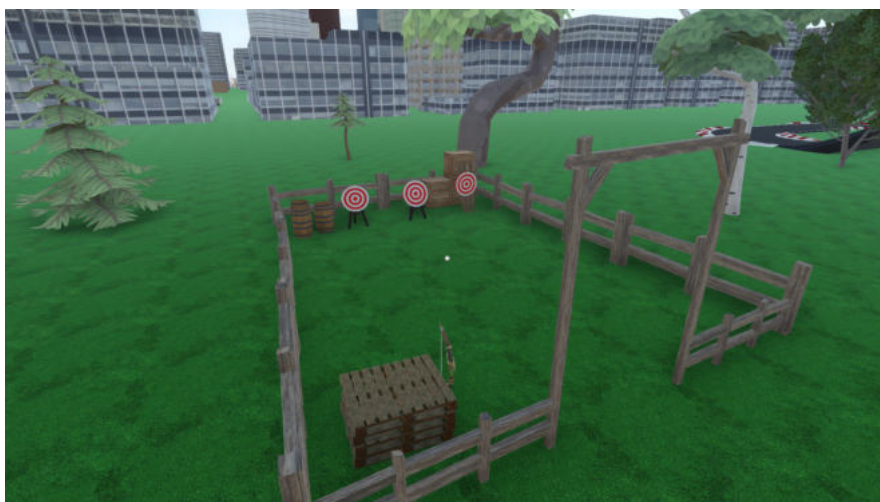
|             | Vsadit 9 | Vsadit 10 |
|-------------|----------|-----------|
| Lichý počet | 1,0      | 0,1       |
| Sudý počet  | 0,1      | 1,0       |



Obrázek 5.12: Hra Kuličky

### Lukostřelnice

Pro lukostřelnici byl využit model terče vytvořený v Blenderu, všechno ostatní bylo nutné domodelovat přímo v metaverzu Neos. Byly přidány dva terče, plot který obehnal celé území a z čelní strany byla přidána brána. Nakonec byla střelnice dozdobena krabicemi a sudy.



Obrázek 5.13: Lukostřelnice

### Lodě

Pro hru Lodě byly v Blenderu vytvořena plavidla, zbývalo pouze vytvořit hrací desku, která má na sobě materiál šachovnice. Hrací plochy obou hráčů jsou

od sebe oddělené zdí.



Obrázek 5.14: Hra Lodě

## 5.2 Webová stránka

Na vytvoření webové stránky byla zvolena JavaScriptová knihovna React.

### 5.2.1 Vytvoření projektu

Nejprve bylo nutné nainstalovat nejnovější verzi Node.js, což je prostředí umožňující spouštět JavaScript kód mimo prohlížeč. Následně pomocí npm, výchozího správce balíčků pro Node.js, byl vytvořen nový projekt zadáním `npm create-react-app webpage` do konzole.[30]

### 5.2.2 Funkcionalita

Celá webová stránka obsahuje celkem 6 stran. O routování mezi nimi se stará `react-router-dom` knihovna. Všechny strany se skládají ze 4 komponent, navigační lišty, bočního panelu, těla a vnořeného menu. Jediné co se mezi nimi liší je obsah těla. Hlavní strana zobrazuje název bakalářské práce na pozadí fotky z virtuálního světa. Pomocí navigační lišty, případně bočního panelu umožňuje uživateli navigovat v aplikaci. Stránka O práci obsahuje abstrakt bakalářské práce a všechny strany v galerii zobrazují slideshow obrázků vybrané aktivity. Co se týče vizuální stránky, aplikace využívá knihovnu `react-icons/fa` a její ikony.

### 5.2.3 Komponenty

Komponenta navigační lišta (navbar) se skládá z loga NeosVR, které zároveň slouží jako odkaz na hlavní stranu, dále pak ze tří tlačítek, NeosVR, Galerie a Bakalářská práce, které po přejetí myši po nich zobrazí komponentu vnořené menu (submenu) s tlačítky na odkazy. Tlačítka ve vnořeném menu odkazují jak na externí linky tak i na lokální stránky. Aplikace je optimalizovaná i pro mobilní telefony, tudíž při nižším rozlišení se schová navbar díky React Hook useState a pomocných funkcí a na místo ní se objeví komponenta bočního panelu (sidebar), který je možno rozkliknout tlačítkem, ta pak opět obsahuje submenu. Poslední komponentou je slideshow, která je využívána v těle všech stránek galerie. Využívá komponenty *react-slideshow-image* a její efekt Fade.

### 5.2.4 Struktura aplikace

Zdrojový kód je strukturován na několik částí, zde jsou uvedeny ty nejdůležitější

- *index.js* - soubor obsahující logiku pro renderování komponenty, vstupní bod pro aplikaci *App.js*
- *App.js* - soubor pro hlavní komponentu projektu, chová se jako kontejner pro všechny další komponenty
- adresář *components* - obsahuje komponenty využívané na webové stránce
- adresář *pages* - obsahuje komponenty vykreslované přímo React Routerem
- *context.js* - globální kontext, zajišťuje sdílení hodnot mezi komponentami, aniž by bylo nutné ho explicitně přesouvat pomocí props mezi komponentami, obsahuje react hooks a pomocné funkce
- *data.js* - obsahuje data navigačního prvku webové stránky
- *index.css* - obsahuje kolekce metod pro grafickou úpravu webových stránek

### 5.2.5 Využití

V současné podobě webová stránka slouží jako galerie virtuálního klubového prostředí, rozdělená na čtyři kategorie podle typu aktivity a zdroj informací o bakalářské práci. Odkazuje na oficiální stránky metaverza Neos, na stránku pro stažení aplikace NeosVR z platformy Steam a na server komunikační platformy pro komunity Discord, který využívají uživatelé NeosVR. Webové stránky jsou dostupné online.



```
import React, { useState, useRef, useEffect } from 'react'
import { useGlobalContext } from '../context'

const Submenu = () => {
  const { isSubmenuOpen, location, page:{page, links} } = useGlobalContext()
  const container = useRef(null)
  const [columns, setColumns] = useState('col-2')

  useEffect(() => {
    setColumns('col-2')

    const submenu = container.current
    const {center, bottom} = location
    submenu.style.left = `${center}px`
    submenu.style.top = `${bottom}px`

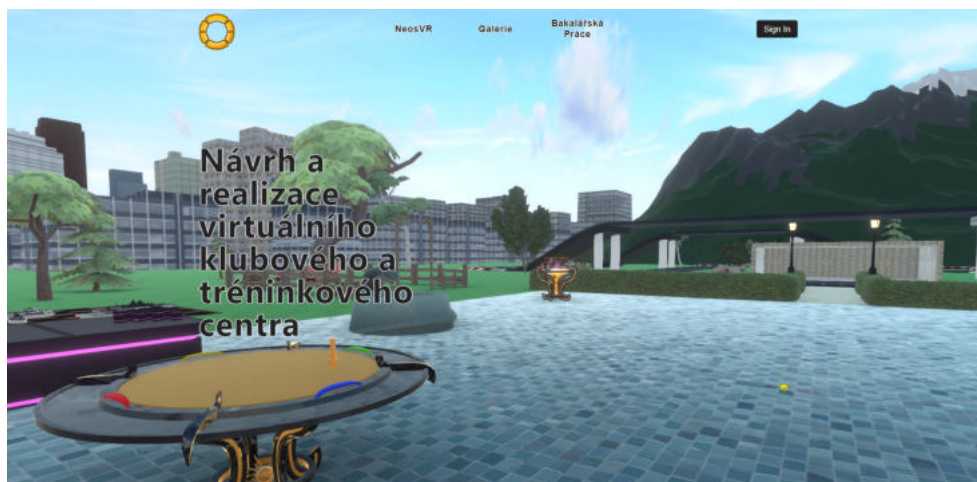
    if(links.length === 3) {
      setColumns('col-3')
    }
    if(links.length > 3) {
      setColumns('col-4')
    }
  }, [location, links])

  return (
    <aside className={` ${isSubmenuOpen?'submenu show':'submenu'} `} ref={container}>
      <h4>{page}</h4>
      <div className={` submenu-center ${columns}`}>
        {links.map((link, index) => {
          const {label, icon, url} = link
          return (
            <a key={index} href={url}>
              {icon}
              {label}
            </a>
          )
        })}
      </div>
    </aside>
  )
}

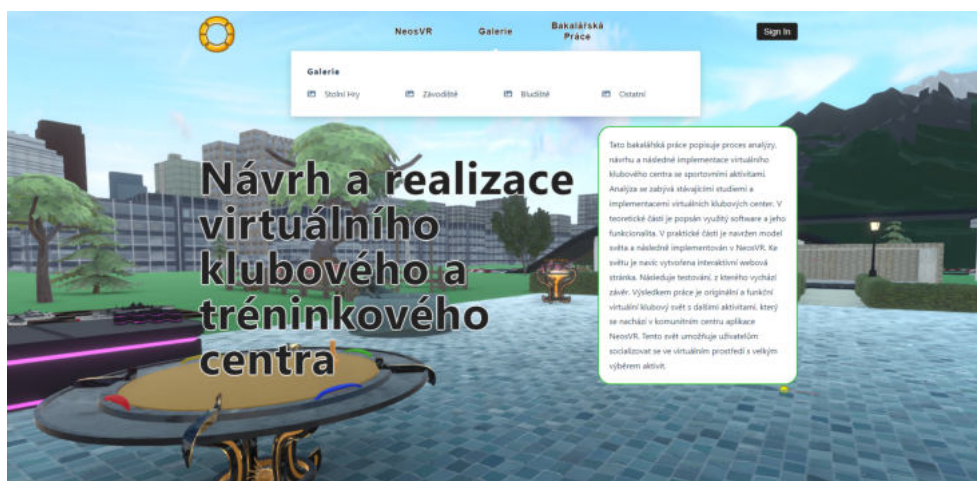
export default Submenu
```

Obrázek 5.15: Komponenta Submenu využívající React Hook useState a useEffect

## 5. PRAKTICKÁ ČÁST



Obrázek 5.16: Hlavní strana webové aplikace



Obrázek 5.17: Strana s abstraktem práce a otevřeným submenu



---

# Uživatelské testování

Testování klubového centra bylo zaměřeno nejenom na otestování jednotlivých atrakcí, ale také na interakci uživatelů mezi sebou. Z testování by mělo vyplynout, zda je virtuální svět navržen správně a jestli v něm dochází k sociálním interakcím jako ve skutečném světě.

## 6.1 Detaily testování

Celkem byl virtuální svět otestován na osmi unikátních uživateli ve dvou skupinách po čtyřech. Testování byli na svých zařízeních v pohodlí domova. Celkem pět uživatelů používalo headset pro virtuální realitu, zbytek pro vyobrazení využíval monitory. Moderátor testování s účastníky komunikoval přes Microsoft Teams.

Úkolem uživatelů bylo zapojit se s dalšími testujícími do činností a aktivit, které jim virtuální svět nabízí. Otestovat jednotlivé stolní hry, projít bludištěm, závodit na silničním okruhu a další a zároveň zaznamenávat, jak plynule svět běží na jejich stolních zařízeních.

## 6.2 Podklady k testování

Účastníci testování dostali výstupní dotazník, jehož účelem je zpětná vazba na konstrukci virtuálního světa, jeho atrakce a na samotnou interakci mezi uživateli. Nakonec byla ještě s účastníky vedena diskuze, kde mohli rozvést své myšlenky o klubovém centru.

### 6.2.1 Dotazník

Dotazník obsahoval celkem 6 otázek s ohodnocením na stupnici od 1 do 10, kde 1 bod je nejnižší hodnocení a 10 nejvyšší. U nejhorších výsledků bylo požadované ještě slovní vysvětlení, které zdůvodňovalo dané hodnocení.

### Otázky v dotazníku

- Jak se Vám svět líbí celkově?
- Je podle Vás svět vhodný pro interakci mezi uživateli?
- Je klubové centrum rozloženo správně?
- Byly aktivity a hry snadno pochopitelné?
- Je ve světě dostatek aktivit a her?
- Jsou aktivity zábavné pro všechny uživatele?

### 6.2.2 Diskuze

Diskuze vždy proběhla po testování přes platformu Microsoft Teams, zároveň byla uložena pro vyhodnocení. Uživatelé se vyjádřili ke svým zážitkům z virtuálního světa, hodnotili jednotlivé aktivity, dále co je překvapilo a potěšilo, ale zároveň i co je zklamalo, nebo kde vidí nedostatky.

## 6.3 Výsledky testování

### 6.3.1 Výsledky dotazníku

Výsledky z dotazníku byly v převážné většině pozitivní. Nejhorší hodnocení bylo u otázky s pochopením jak fungují hry a množství aktivit ve virtuálním světě, kde u obou byl průměrný výsledek 6,875 bodu. Zatímco nejlépe byla ohodnocena otázka na interakci mezi uživateli, kterou těsně následovala otázka na vzhled světa.

Tabulka 6.1: Průměrné hodnocení u jednotlivých otázek

|                   | Otázka 1 | Otázka 2 | Otázka 3 | Otázka 4 | Otázka 5 | Otázka 6 |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>1. skupina</b> | 8        | 9        | 8        | 6.75     | 6.5      | 8.5      |
| <b>2. skupina</b> | 7.75     | 9        | 8.25     | 7        | 7.25     | 8        |
| <b>Průměr</b>     | 7.875    | 9        | 8.125    | 6.875    | 6.875    | 8.25     |

### 6.3.2 Výsledky diskuze

Z diskuze vyplynulo, že celkové hodnocení klubového centra je pozitivní. Aktivity jsou zábavné a nutí uživatele komunikovat s ostatními hráči. Testující neměli obecnější představu o stávajících implementacích klubových centrech, tudíž očekávali více aktivit, z čehož vyplývalo nižší hodnocení u otázky č. 5 v dotazníku.

### 6.3.3 Výsledky testování optimalizace světa

Z výsledků vyplynulo, že svět je díky low poly modelům dobře optimalizovaný, průměrné snímková frekvence (FPS) neklesla pod 50 snímků za sekundu u žádného z testujících, Oproti tomu svět Pool Hangout, který posloužil k porovnání optimalizace, svojí rozlohou překonává klubové centrum a obsahuje detailnější modely objektů u testujících FPS na některých místech snížil až k 32 snímkům za sekundu.

### 6.3.4 Navržená vylepšení

Nejvíce zmiňovaným problémem bylo nepochopení pravidel hry Kuličky, uživatelé často netušili, jak hru ovládat a neznali její pravidla. Avšak si byli vždy schopni vymyslet svá pravidla. Důležitým vylepšením tudíž je přidání textových pravidel k deskovým hrám. Dalším bodem diskuze byl nízký počet modelů, sloužících jako zátiší. Důvodem byla má snaha o optimalizaci světa.



---

## Závěr

Cílem práce byla analýza stávajících řešení, následná implementace virtuálního klubového centra s přidanou funkcionalitou aktivit a vytvoření interaktivní webové stránky.

V Analytické kapitole byl čtenář seznámen s pojmem virtuální reality, její historií a náhledem do budoucnosti. Dále analýzou stávajících studií a implementací virtuálního klubového centra. Bylo mu představeno metaverzum NeosVR, ve kterém byla vypracována praktická část bakalářské práce, seznámil se s problematikou vytváření 3D modelů v Blenderu, ve kterém byly vytvořeny komplexnější objekty pro virtuální svět a v závěru kapitoly byly popsány základy JavaScriptové knihovny React.

V praktické části byl vytvořen model virtuálního centra v aplikaci Blender, který byl následně implementován v metaverzu Neos s využitím již vymodelovaných objektů z návrhu. V neposlední řadě byly vytvořeny webové stránky, které slouží jako upoutávka na klubové centrum.

Jedná se o novou možnost ve vývoji virtuálních světů. S příchodem nového, výkonějšího hardwaru lze spojit více funkcí virtuálních světů do jednoho komplexního, což potvrdily i výsledky provedeného testování na uživateli. Oproti stávající většině světů je pro uživatele výhodou, že mají více aktivit v jednom světě, aniž by museli procházet více světy. Na druhou stranu uživatelé jsou v současné době zvyklí, že většina virtuálních světů má pouze jednu funkcionalitu.

Výsledný virtuální klubový svět může být využíván jako socialní hub pro uživatele, kteří se chtějí sejit ve VR a hrát například deskové hry. Svět byl publikován a je tudíž přístupný všem uživatelům NeosVR.

Do budoucna může být svět vylepšen přidáním více aktivit, či zdokonalením webu. Ve vytváření nových světů budu nadále pokračovat, jelikož mě komunita NeosVR k tomu velmi namotivovala svojí přívětivostí a ochotou být jakkoli nápomocna.



---

## Literatura

- [1] HEILIG, M.: Sensorama. [online collage]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/317640892\\_Digitizing\\_the\\_chemical\\_senses\\_Possibilities\\_pitfalls/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/317640892_Digitizing_the_chemical_senses_Possibilities_pitfalls/figures?lo=1)
- [2] HEILIG, M.: Telesphere Mask patent. [online]. Dostupné z: <https://patentimages.storage.googleapis.com/81/df/f1/f6cc2106f8c7ab/US2955156.pdf>
- [3] SUTHERLAND, I.: head-Mounted 3D Display. [online]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/337438550\\_A\\_brief\\_chronology\\_of\\_Virtual\\_Reality/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/337438550_A_brief_chronology_of_Virtual_Reality/figures?lo=1)
- [4] Monochromatic display of Nintendo Virtual Boy. [online]. Dostupné z: <https://www.thefastcode.com/cs-czk/article/virtually-forgotten-nintendo-s-virtual-boy-25-years-later>
- [5] Oculus Quest 2 - Facebook, 2020. [online]. Dostupné z: <https://eshop.dotdot.be/?product=oculus-quest-2-zapujceni>
- [6] OCHANJI, S.: Facebook's First Pair of AR Glasses Codenamed 'Project Nazare'. říjen 2021. Dostupné z: <https://virtualrealitytimes.com/2021/10/30/facebooks-first-pair-of-ar-glasses-codenamed-project-nazare/>
- [7] KLÁN, P.; MARIANČÍK, T.: *Jak stavět virtuální světy v metaverzu Neos: LogiX, avatary, Neos, virtuální realita*. Litomyšl: H.R.G. spol. s r.o., 2019, ISBN 978-80-88320-26-5.
- [8] Sensorama Simulator [online patent]. srpen 1962. Dostupné z: <https://patents.google.com/patent/US3050870A/en>
- [9] Stereoscopic-Television Apparatus [online patent]. říjen 1960. Dostupné z: <https://patents.google.com/patent/US2955156A/en>

- [10] MAZURYK, T.; GERVAUTZ, M.: Virtual Reality - History, Applications, Technology and Future. září 2021. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.42.7849>
- [11] Nintendo Virtual Boy. *Center for computing history [online]*. Dostupné z: <http://www.computinghistory.org.uk/det/4595/Nintendo-Virtual-Boy/>
- [12] HULEC, K.: VR1, Historie VR. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=z-e1m0CLeTY>
- [13] Future Predictions Of How Virtual Reality And Augmented Reality Will Reshape Our Lives. prosinec 2020. Dostupné z: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2021/06/04/future-predictions-of-how-virtual-reality-and-augmented-reality-will-reshape-our-lives/?sh=761649df68b4>
- [14] Future Of Virtual Reality – Market Trends And Challenges. listopad 2021. Dostupné z: <https://www.softwaretestinghelp.com/future-of-virtual-reality/>
- [15] STEED, F., Anthony a MOUSTAFA: A Longitudinal Study of Small Group Interaction in Social Virtual Reality. *Association for Computing Machinery [online]*, listopad 2018. Dostupné z: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3281505.3281527>
- [16] STEED, A.; LIU, Q.: Social Virtual Reality Platform Comparison and Evaluation Using a Guided Group Walkthrough Method. květen 2021. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/351815324\\_Social\\_Virtual\\_Reality\\_Platform\\_Comparison\\_and\\_Evaluation\\_Using\\_a\\_Guided\\_Group\\_Walkthrough\\_Method](https://www.researchgate.net/publication/351815324_Social_Virtual_Reality_Platform_Comparison_and_Evaluation_Using_a_Guided_Group_Walkthrough_Method)
- [17] DEREVIANKO, I.: Analýza možností využití virtuální reality v přípravě a realizaci staveb. říjen 2020. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/88722>
- [18] DEREVIANKO, I.: Virtuální a rozšířená realita ve výuce odborných předmětů. září 2021. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/97532>
- [19] The Black Cat. [online VR world], červen 2019. Dostupné z: [https://vrchat.com/home/world/wrld\\_4cf554b4-430c-4f8f-b53e-1f294eed230b](https://vrchat.com/home/world/wrld_4cf554b4-430c-4f8f-b53e-1f294eed230b)
- [20] Neos Wiki LogiX. Dostupné z: <https://wiki.neos.com/LogiX>
- [21] About Blender. [online]. Dostupné z: <https://www.blender.org/about/>



- 
- [22] GU, D.: Blender Fundamentals 2.8. Dostupné z: [https://www.youtube.com/playlist?list=PLa1F2ddGya\\_-UvuAqHAksYnB0qL9yWD06](https://www.youtube.com/playlist?list=PLa1F2ddGya_-UvuAqHAksYnB0qL9yWD06)
- [23] BRITO, A.: *Blender 2.9: The beginner's guide*. Independently published, 2020, ISBN 979-8676661700.
- [24] Facebook: A javascript library for building user interfaces. [online]. Dostupné z: <https://reactjs.org/>
- [25] DEBENEDETTO, S.: Building a Simple CRUD App with React + Redux. [online]. Dostupné z: <https://www.thegreatcodeadventure.com/building-a-simple-crud-app-with-react-redux-part-1/>
- [26] GREENE, E.: Two-Way Data Binding: Angular 2 and React. [online]. Dostupné z: <https://www.accelebrate.com/blog/two-way-data-binding-angular-2-and-react/>
- [27] Facebook: Introducing JSX. [online]. Dostupné z: <https://reactjs.org/docs/introducing-jsx.html>
- [28] ELISTRATOV, V.: blender-osm. Dostupné z: <https://github.com/vvoovv/blender-osm>
- [29] VON NEUMANN, J.; MORGENSTERN, O.: *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press, 1944, ISBN 9780691119939.
- [30] Facebook: Tutorial: Intro to React. [online]. Dostupné z: <https://reactjs.org/tutorial/tutorial.html#setup-for-the-tutorial>



## Seznam použitých zkratk

**VR** virtuální realita,

**3D** trojdimenzionální.

**GPL** General Public License

**DOM** Document Object Model

**MVC** Model-view-controller

**NPM** Node.js package manager

**SPA** Single Page Application

**FPS** Frames per Second



---

## Obsah přiloženého CD

|                     |   |
|---------------------|---|
| readme.txt .....    | stručný popis obsahu CD                             |
| Webpage.zip .....   | adresář se zdrojovými kódy webových stránek         |
| Blender             |   |
| ├─ Archery .....    | složka s modelem lukostřeleckého cíle               |
| ├─ Background.....  | složka s modely pozadí, horou a Manhattanem         |
| ├─ Battleships....  | složka obsahující modely bojových lodí pro hru Lodě |
| ├─ Maze .....       | složka s modelem bludiště                           |
| ├─ Model .....      | složka s modelem návrhu virtuálního centra          |
| ├─ Racetrack.....   | složka se závodní dráhou                            |
| └─ Text.....        | složka s textem práce                               |
| ├─ thesis.pdf ..... | text práce ve formátu PDF                           |