

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Průmyslové inženýrství a management

Bakalářská práce

Možnosti interakce v rámci virtuálního tréninku pro společnost Škoda JS, a.s.

Autor: **Patrik Červíček**

Vedoucí práce: **doc. Ing. Petr Hořejší, Ph.D.**

Akademický rok 2019/2020

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou/diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou/diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské/diplomové práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování

Chtěl bych poděkovat doc. Ing. Petrovi Hořejšímu Ph.D. za odborné vedení a rady, které mi poskytoval během tvorby této práce.

Dále, bych chtěl poděkovat Ing. Antonínu Rudolfovi ze společnosti Škoda JS, a.s., za konzultace, rady a zapůjčení nezbytných pomůcek.

Na závěr bych chtěl poděkovat své rodině za poskytnutou podporu a zázemí během studia.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ (BAKALÁŘSKÉ) PRÁCE

| | | | |
|----------------------|---|-------------------|-------------------------|
| AUTOR | Příjmení Červíček | Jméno Patrik | |
| STUDIJNÍ OBOR | B2301 Strojní inženýrství | | |
| VEDOUcí PRÁCE | Příjmení (včetně titulů) doc. Ing. Hořejší Ph.D. | Jméno Petr | |
| PRACOVÍŠTĚ | ZČU - FST - KPV | | |
| DRUH PRÁCE | DIPLOMOVÁ | BAKALÁŘSKÁ | Nehodící se škrtněte |
| NÁZEV PRÁCE | Možnosti interakce v rámci virtuálního tréninku pro společnost Škoda JS, a.s. | | |

| | | | | | |
|----------------|---------|----------------|-----|--------------------|------|
| FAKULTA | strojní | KATEDRA | KPV | ROK ODEVZD. | 2020 |
|----------------|---------|----------------|-----|--------------------|------|

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

| | | | | | |
|---------------|----|---------------------|----|----------------------|---|
| CELKEM | 66 | TEXTOVÁ ČÁST | 66 | GRAFICKÁ ČÁST | 0 |
|---------------|----|---------------------|----|----------------------|---|

| | |
|---|--|
| <p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p> | <p>Cílem bakalářské práce je vytvoření aplikace pro virtuální montáž v prostředí virtuální reality s využitím náhlavního displeje HTC Vive. Výsledná aplikace bude sloužit jako tréninková pomůcka při nácviku montáže složitých, popřípadě drahých montážních celků. Aby mohla být aplikace vytvořena, bylo nutné nejprve inspirovat se obdobnými světovými řešeními. Následuje tvorba výsledné aplikace a zhodnocení dalších možností interakce.</p> |
| <p style="text-align: center;">KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p style="text-align: center;">ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p> | <p>VR, Virtuální realita, HMD, náhlavní displej, HTC Vive , Unity3d, SteamVR, VRTK, tracker, headset, Leap Motion, datové rukavice, interakce</p> |

SUMMARY OF DIPLOMA (BACHELOR) SHEET

| | | | |
|--------------------------|--|-----------------|----------------------------|
| AUTHOR | Surname Červíček | Name Patrik | |
| FIELD OF STUDY | B2301 Strojní inženýrství | | |
| SUPERVISOR | Surname (Inclusive of Degrees) doc. Ing. Hořejší Ph.D. | Name Petr | |
| INSTITUTION | ZČU - FST - KPV | | |
| TYPE OF WORK | DIPLOMA | BACHELOR | Delete when not applicable |
| TITLE OF THE WORK | Virtual Training Interaction Possibilities in Škoda JS, a.s. | | |

| | | | | | |
|----------------|------------------------|-------------------|-----|---------------------|------|
| FACULTY | Mechanical Engineering | DEPARTMENT | KPV | SUBMITTED IN | 2020 |
|----------------|------------------------|-------------------|-----|---------------------|------|

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

| | | | | | |
|----------------|----|------------------|----|-----------------------|---|
| TOTALLY | 66 | TEXT PART | 66 | GRAPHICAL PART | 0 |
|----------------|----|------------------|----|-----------------------|---|

| | |
|---|---|
| BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS | <p>The aim of the bachelor thesis is to create an application for virtual assembly in a virtual reality environment using the HTC Vive headset. The resulting application will serve as a training tool in the practice of assembly of complicated or expensive assembly units. Application to be created, it was necessary to by inspire similar worldwide solutions. This is followed by the creation of the final application and evaluation of other interaction options.</p> |
| KEY WORDS | <p>VR, Virtual reality, HMD, display headset, HTC Vive , Unity3d, SteamVR, VRTK, tracker, headset, Leap Motion, data gloves, interaction</p> |

Obsah

| | |
|---|----|
| Úvod | 11 |
| 1. Virtuální realita | 12 |
| 1.1 Historie virtuální reality | 12 |
| 1.2 Virtuální realita dnes | 14 |
| 1.3 Využití virtuální reality | 15 |
| 1.3.1 Zdravotnictví | 15 |
| 1.3.2 Vzdělávání | 15 |
| 1.3.3 Sport | 16 |
| 1.3.4 Armáda | 16 |
| 1.3.5 Průmysl | 17 |
| 2. Světová využití virtuální reality ve výrobě | 19 |
| 2.1 Ford Motor Co. | 19 |
| 2.2 Škoda Auto a. s. | 20 |
| 2.3 Honeywell | 21 |
| 3. Hardware a software | 22 |
| 3.1 HTC Vive Pro | 22 |
| 3.2 Ovladače pro interakci s prostředím virtuální reality | 22 |
| 3.2.1 HTC Vive Controller | 23 |
| 3.2.2 HTC Vice Tracker | 23 |
| 3.2.3 Datové rukavice | 24 |
| 3.2.4 Leap Motion Controller | 25 |
| 3.3 Software pro tvorbu virtuálního prostředí | 26 |
| 3.3.1 Steam VR SDK | 26 |
| 3.3.2 Open VR SDK | 27 |
| 3.3.3 VRTK SDK | 27 |
| 3.3.4 Viveport | 28 |
| 3.4 Základní nakonfigurování Unity3D | 28 |
| 4. Interface virtuálního tréninku | 30 |
| 4.1 Bez trackovacích ovladačů | 30 |
| 4.2 S trackovacími ovladači | 31 |
| 5. Cíle praktické části | 34 |

| | | |
|-------|--|----|
| 6. | Připojení HTC Vive | 34 |
| 7. | Nastavení Unity3D..... | 36 |
| 7.1 | Základní scéna Unity3D | 36 |
| 7.2 | Nastavení VRTK | 37 |
| 7.3 | SteamVR plugin | 38 |
| 8. | Tvorba virtuální montáže | 40 |
| 8.1 | Popis montážního celku..... | 40 |
| 8.2 | Nastavení kamery | 41 |
| 8.3 | Interakce s objekty | 43 |
| 8.4 | Teleporting..... | 44 |
| 8.4.1 | Paprskový teleport | 45 |
| 8.4.2 | Port s přesným určením místa..... | 46 |
| 8.5 | Canvas | 47 |
| 8.6 | Vytváření modelů | 48 |
| 8.6.1 | Meshroom | 48 |
| 8.6.2 | CAD Modely..... | 49 |
| 8.7 | Umíst'ování modelů do scény | 49 |
| 8.7.1 | Model stendu | 50 |
| 8.7.2 | Model obruby | 52 |
| 8.7.3 | Model horní tyčky..... | 54 |
| 8.7.4 | Ostatní modely | 55 |
| 8.8 | Montážní postup | 55 |
| 8.8.1 | Teleportování | 56 |
| 8.8.2 | Vložení obruby na stend..... | 56 |
| 8.8.3 | Vložení horní tyčky do obruby..... | 57 |
| 8.9 | Další možnosti interakce s virtuálním prostředím | 58 |
| 8.9.1 | Datové rukavice..... | 58 |
| 8.9.2 | Leap Motion | 59 |
| 8.9.3 | Návrh a validace řešení | 59 |
| 8.10 | Sestavení aplikace | 60 |
| 8.11 | Problémy při vytváření virtuální montáže | 60 |
| 9. | Závěr | 61 |
| | Příloha | 62 |
| | Bibliografie..... | 63 |

Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obr. 1 Link Trainer [7]..... | 13 |
| Obr. 2 Sword of Damocles [7] | 13 |
| Obr. 3 Nintendo Virtual Boy[7] | 14 |
| Obr. 4 Operace s pomocí VR [32]..... | 15 |
| Obr. 5 Letecký simulátor stíhačky F-16 [33] | 16 |
| Obr. 6 Výcvik vojáků s pomocí HMD [6] | 17 |
| Obr. 7 Využití VR při návrhu výrobku [34]..... | 18 |
| Obr. 8 Virtuální trénink pracovní pozice výrobní linky [35] | 19 |
| Obr. 9 Použití Microsoft HoloLens ve společnosti Honeywell [20]..... | 21 |
| Obr. 10 HTC Vive Pro společně s ovladači a stacionárními stanicemi [9]..... | 22 |
| Obr. 11 HTC Vive Controller s popisem tlačítek [21] | 23 |
| Obr. 12 Příklad upevnění HTC Vive Tracker na herní zbrani [22]..... | 24 |
| Obr. 13 Schéma rukavice Senso Glove [23] | 25 |
| Obr. 14 Schéma připevnění Leap Motion na brýle HTC Vive [30]..... | 26 |
| Obr. 15 Druhy licencí Unity3D [31] | 26 |
| Obr. 16 Ukázka vytvořeného prostředí pomocí VRTK [16]..... | 28 |
| Obr. 17 Ukázka předpřipravené scény pomocí VRTK [29]..... | 29 |
| Obr. 18 Ukázka importu Steam VR Pluginu do Unity [29] | 29 |
| Obr. 19 Ukázka výběru nástroje pomocí terčíku [25]..... | 31 |
| Obr. 20 Výběr nástroje umístěného v prostoru [26]..... | 32 |
| Obr. 21 Ukázka teleportu ve virtuálním prostředí [28] | 32 |
| Obr. 22 Manipulace se součástí pomocí HTC Vive Controller [26]..... | 33 |
| Obr. 23 Animace instalačního programu HTC Vive..... | 34 |
| Obr. 24 Ukázka aplikace na nastavení herního prostoru..... | 35 |
| Obr. 25 Základní rozvržení programu Unity3D | 37 |
| Obr. 26 Stažení VRTK přes Asset Store | 38 |
| Obr. 27 Importace SteamVR pluginu..... | 39 |
| Obr. 28 Stent pro zkoušení těsněné chlazení pohonu regulačních tyčí | 40 |
| Obr. 29 Tvorba základního objektu scény-podlaha..... | 41 |
| Obr. 31 Nastavené skriptu SDK Selection objektu SteamVR | 42 |
| Obr. 32 Přiřazení ovladačů do skriptu VRTK_SDKManager..... | 44 |
| Obr. 33 Ukázka paprsku teleportu..... | 46 |
| Obr. 34 Ukázka teleportačního bodu..... | 47 |
| Obr. 35 Ukázka objektu Canvas..... | 47 |
| Obr. 36 Výsledek modelování pomocí aplikace Meshroom | 49 |
| Obr. 37 Ukázka možnosti úpravy velikosti Box Colinderu | 51 |
| Obr. 38 Umisťování Drop zóny na stendu | 52 |
| Obr. 39 Umisťování Capsule Colinderu na šroub obruby..... | 53 |
| Obr. 40 Ukázka interakce modelu s ovladačem | 53 |

| | |
|--|----|
| Obr. 41 Umístování drop zóny na model obruby | 54 |
| Obr. 42 Model tyčky | 55 |
| Obr. 43 Pohled na pracovní stůl ve scéně | 56 |
| Obr. 44 Vkládání obruby na stend..... | 57 |
| Obr. 45 Vkládání horní tyčky do otvoru na obrubě | 58 |

Použité zkratky

VR – Virtuální realita

SDK – Software Development Kit - sada vývojových nástrojů

HMD – Head Mounted Display – náhlavní displej

CAD – Computer aided design – počítačem podporované navrhování

VRTK – Virtual Reality Toolkit – jedna ze sad vývojových nástrojů

IMU - Inertial Measurement Unit – inerciální pohybová jednotka

API - Application Programming Interface – rozhraní pro programování aplikací

Úvod

Virtuální realita je technologie, která se rozvíjí již od 60. let 20. století. Avšak v nedávné době byla vzkříšena a vrací se v mnoha podobách a formách do našeho každodenního života. Můžeme za to především poděkovat vzniku nových technologií a velkému zájmu o pokrok v tomto odvětví.

Virtuální realita nachází uplatnění v mnoha oborech. Jedním z nich je bezesporu strojírenství. V současnosti se vyrábí stále složitější a sofistikovanější výrobky, jejichž výroba je poměrně nákladná a je také kladen velký důraz na preciznost při jejich montáži. Zde se dostává na scénu virtuální realita, jelikož ji můžeme využít k zacvičení a tréninku dělníků vykonávajících montáž dříve, než se dostanou do reálného provozu. Díky virtuálnímu tréninku můžeme eliminovat ztráty, které by mohly vznikat v důsledku nedostatečně kvalifikované pracovní síly. Zásluhou trojrozměrné vizualizace ve skutečném měřítku má dělník pocit, jako by stál přímo na montážním stanovišti. Interaktivně si může projít jednotlivé kroky a vyvarovat se tak chyb, které by mohly nastat při montáži jednotlivých komponent. Jeho nástup na výrobní stanoviště tak bude rychlejší a méně problémový. Tento virtuální trénink může ušetřit firmě jak peníze, tak i čas.

Cílem této práce je vytvoření aplikace pro virtuální montáž pro společnost Škoda JS, a. s. Úvod této práce se věnuje stručnému vysvětlení virtuální reality, její historii a její současné využití. Následuje seznámení a nastavení náhlavního displeje HTC Vive, který bude využíván pro finální aplikaci. Poté stručný popis součástky, která byla vybrána jako zkušební montážní celek (poskytnutá firmou Škoda JS, a.s.) pro trénink této montáže. Díly této součástky je následně nutné převést do 3D modelů, aby je bylo možno importovat do příslušného programu. Než se ale začne tvořit samotná virtuální montáž, je důležité představit jednotlivé použité softwary a vysvětlit vzájemné propojení mezi nimi. Další část je zaměřena na samotnou tvorbu virtuální montáže. Budou popsány jednotlivé kroky nastavování modelů a postupy, jakými byla tato aplikace vytvářena. V závěru bude aplikace zhodnocena a budou popsány další možnosti jejího rozšíření týkající se interakce s virtuálním prostředím.

1. Virtuální realita

Virtuální realita je technologie, která umožňuje uživateli komunikovat s počítačem simulovaným prostředím reálného nebo imaginárního světa se snahou o maximální obklopení uživatele virtuální reality. Můžeme tedy říci, že virtuální realita je způsob, jak lidem vizualizovat a umožnit komunikovat s počítačem. Vizualizace je možná díky schopnosti počítače vytvářet vizuální, sluchové nebo jiné smyslové výstupy pro uživatele světa „v počítači“. Tento svět je zpravidla vytvořen pomocí CAD modelů, vědecké simulace nebo pohledem do databáze. Uživatel pak může komunikovat s uměle vytvořeným světem a manipulovat s objekty, které se v tomto světě nachází.[1] [38]

Principem virtuální reality je zmást lidské smysly tak, aby si myslel, že jde o realitu. Tohoto efektu lze dosáhnout řadou různých způsobů a pomůcek. Jedním z nich je zařízení HMD (angl. Head mounted displays), nebo jinak řečeno, náhlavní displej. Toto zařízení se primárně zaměřuje na zrak a případně i sluch, pokud je vybaveno sluchátky. Dalšími pomůckami, které zajišťují interakci s virtuálním prostředím, jsou speciální ovladače, trackery či datové rukavice.[38]

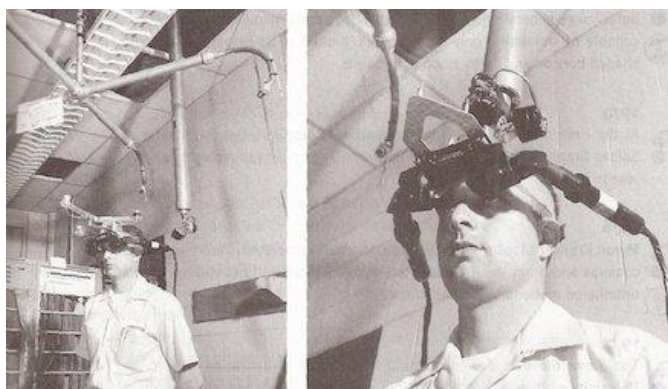
1.1 Historie virtuální reality

Počátky virtuální reality datujeme už na počátku 19. století. V této době se umělci snažili diváka dostat do děje, i když byl prakticky na úplně jiném místě. Objevují se zde panoramatické obrazy, tedy obrazy zachycující celý prostor kolem malíře. Tyto obrazy ponechávají více představitivosti na divákovi a dodávají jim tak pocit, jakoby byli na místě dění. V roce 1838 už můžeme zaznamenávat první stereoskopické fotografie a obrázky. Jedním z prvních, který stereoskopické fotografie využíval, byl Charles Wheatstone. Ten tak chtěl ukázat, že pokud se člověk dívá zblízka na dvě fotografie ze stejného místa pořízené pod jiným úhlem, tak mu připadá, jako by byl na místě, které je vizualizováno. První komerční úspěch na poli virtuální reality zaznamenal v roce 1929 Edward Link. Tento průkopník letectví sestrojil první letecký simulátor (Link Traier), který se i nahýbal, nakláněl a otáčel. Vytvářel tak iluzi opravdového letadla. Tento simulátor se používal během druhé světové války a bylo na něm vycvičeno více jak půl miliónů nových pilotů. V padesátých letech byl Mortonem Heiligem vynalezen přístroj zvaný Sensorama. Tento přístroj, který připomínal tehdejší arkádové automaty, nabízel divákovi velice silný zážitek, jelikož krom vizuálního a sluchového vjemu nabízel i generátor pachů. [3][7]



Obr. 1 Link Trainer [7]

První brýle pro virtuální realitu byly vynalezeny roku 1960 a opět se o to zasloužil Morton Heilig. I když se jednalo o brýle, které se upevnily na hlavu, tak v sobě neměly žádné senzory pohybu. To znamená, že ať uživatel jakkoliv hýbal hlavou, obraz se v brýlích nehýbal. Až roku 1961 dva inženýři ze společnosti Philco Corporation vynalezli brýle se snímáním pohybu hlavy. Jednalo se o veliký pokrok, který se principiálně blížil k virtuální realitě, jakou ji známe dnes. Přesto první kdo zkonstruovali opravdové brýle na virtuální, popřípadě rozšířenou realitu, byli roku 1968 Ivan Sutherland a jeho student Bob Sproull. Sword of Damocles, jak tyto brýle nazvali, byly poměrně veliké. Proto musely být zavěšeny na konstrukci a člověk si je tak nemohl pohodlně nasadit a volně se pohybovat. Byly nainstalovány v místnosti, ve které dokázal počítač dopočítat a dokreslit jednoduché tvary připomínající nábytek. V roce 1987 přišel Jaron Lanier s pojmem visual programming lab, kde definoval pojem virtuální realita. Ve své laboratoři pak vyráběl několik druhů brýlí. Postupně začaly vznikat první virtuální stroje, které mohla využívat i veřejnost. Tyto specializované zábavní „místnosti“ měly už poměrně malou odezvu, obvykle pod 50 ms. [3][7]



Obr. 2 Sword of Damocles [7]

Roku 1993 ohlásila společnost Sega své vlastní brýle, které byly propojitelné s konzolí Sega Genesis. Avšak tento pokročilý systém měl poměrně velké technické problémy a tak Sega tyto brýle nikdy nevydala. Z těchto chyb se poučila firma Nintendo, která v roce 1995 představila svou vlastní virtuální hru Nintendo Virtual Boy. Jednalo se o první komerční

přenosnou konzoli s virtuální realitou. Ta však příliš nezaujala a byla nakonec stažena z prodeje bez většího úspěchu. [3][7]



Obr. 3 Nintendo Virtual Boy[7]

1.2 Virtuální realita dnes

Moderní období virtuální reality bylo ovlivněno pokroky v zobrazování, snímání a výpočetní technologii. Virtuální realitu, jakou ji známe dnes, lze datovat od roku 2012, kdy se začalo vyrábět zařízení Oculus Rift. Tyto virtuální brýle byly hromadně vyráběny a díky cenové dostupnosti se dostávaly i mezi širokou veřejnost. Díky tomu se virtuální realita dostala do většího povědomí lidí a rostl i zájem o ni. Dalšími významnými zařízeními, která následovala, byly např. HTC Vive, Playstation VR a také levná papírová nadstavba pro mobilní telefony-Google Cardboard.[3][4]

I přes nesporný technologický posun se od počátku virtuální reality projevují některé problémy spojené s využíváním virtuálního světa. Hodně lidí, kteří používají virtuální realitu, si stěžují na tlak v očích, bolesti hlavy a v krajních případech na nevolnost. Tyto problémy jsou způsobené tím, že v reálném životě se naše oči přirozeně přibližují a soustředí se na jeden konkrétní bod v prostoru. Náš mozek je zvyklý na to, že spojuje oba vjemy dohromady. Naopak projekce ve virtuální realitě tyto vjemy odděluje a tím dochází k matení mozku. Dalším spouštěčem problémů je fakt, že mozek zpracovává pohyb ve virtuální realitě, ale tělo se fyzicky nepohybuje v souladu s vizuálním vstupem. Tím dochází opět k matení mozku a to vyvolává nevolnost. V současné době lze nevolnosti a jiným fyzickým problémům předejít délkou „pobytu“ ve virtuální realitě. Zvolením optimálně dlouhých intervalů pobytu ve virtuální realitě s dostatečně dlouhými přestávkami, lze tyto problémy celkem účinně eliminovat.[5]

1.3 Využití virtuální reality

Uplatnění virtuální reality je v současnosti opravdu veliké. Lze jí nalézt v různých oblastech, jako je zábava, marketing, vývoj, vzdělávání, medicína a mnoha dalších. Mohli bychom říci, že se jedná o svět, který nemá hranice.

1.3.1 Zdravotnictví

Zdravotní péče je jednou z nejrozšířenějších oblastí, kde lze virtuální realitu nalézt. Používá se od chirurgie, přes léčbu fobií až k nácviku operací. Nespornou výhodou je to, že umožňuje zdravotnickým pracovníkům naučit se nové dovednosti a osvěžit si ty stávající v bezpečném prostředí bez ohrožení pacienta. Lékaři také mohou vydávat pokyny prostřednictvím telepresence¹ a také virtuální realitu využít k tréninku. Dále si mohou prohlížet 3D modely orgánů, které byly generovány z předchozích lékařských vyšetření. Mohou si tak naplánovat celou operaci a připravit si léčebný postup díky nastudování těla pacienta těsně před operací. Při dalším využití může léčit samotná virtuální realita. Simulované prostředí mohou například pomáhat pacientům překonávat fobie a stresové situace tím, že budou vystavováni opakovaně určitým expozicím.[3][6]

Chirurgové jsou nyní schopni provádět operace za pomoci robotů, které prostřednictvím virtuální reality mohou kontrolovat. Nemusí již pouze operaci sledovat na obrazovce, ale za pomoci 3D brýlí se stanou očima robota a vedou tak naprosto přesné řezy. Problémem této technologie je doba odezvy, která může být klíčová při komplikacích během operace.[6]



Obr. 4 Operace s pomocí VR [32]

1.3.2 Vzdělávání

Virtuální realita je také využitelná při vzdělávání. Pomocí virtuální reality můžeme studentům předkládat složité údaje přístupným a více zábavným způsobem. Navíc tyto studenti mohou komunikovat s objekty, které se v daném prostředí nachází a mohou se tak o nich více

¹ Technologie, která umožňuje ovládat zařízení na dálku

naučit. Konkrétní využití najdeme například v astronomii. Studenti mohou pohybovat s planetami, pozorovat zánik hvězd nebo sledovat pohyb komet. Navíc virtuální realita je vhodná pro praktický výcvik, kdy skutečné prostředí je příliš nákladné nebo představuje přílišná zdravotní rizika. Může se jednat například o tzv. letovou simulaci, požární ochranu, bezpečnost jaderných elektráren, záchranu osob nebo vojenské operace.[3][6]



Obr. 5 Letecký simulátor stíhačky F-16 [33]

1.3.3 Sport

V posledních létech se stále posunují hranice lidské výkonnosti. Ke zlepšení výkonů profesionálních sportovců napomáhá také virtuální realita. Využívá se coby pomůcka pro měření atletického výkonu, jakožto pro analýzu techniky v mnoha sportovních odvětvích, jako je například golf, atletika, lyžování nebo jízda na kole. Používá se také při navrhování oděvů, sportovního vybavení nebo ke zvýšení zážitku pro diváky. Některé systémy umožňují divákům procházet stadionem či jinou sportovní lokalitou, což napomáhá daný sport přiblížit více k divákovi. [6]

1.3.4 Armáda

Ve vojenských složkách je virtuální realita využívána hlavně pro účely bojového výcviku. Bezpečné virtuální prostředí je zvláště užitečné pro výcvik vojáků v bojových akcích, nebo jiných života ohrožujících situacích, kde se musí naučit, jak správně reagovat. Bojová simulace jim umožňuje nacvičení předepsaných bojových postupů bez rizika smrti nebo vážného zranění. Mohou obnovovat konkrétní scénář, kupříkladu střet s nepřítelem na nepřátelském území, dokud nezvolí správnou taktiku boje. Tento postup se ukázal jako daleko bezpečnější, ale také méně nákladný než konvenční metoda výcviku. Dále se virtuální realita může uplatnit při plánování bojových operací. Vojenští plánovači si mohou nasadit HMD a společně procházet jednotlivé bojové simulace.[6][39]

V posledních létech se armáda více zaměřila na léčbu psychických poruch vojáků. Posttraumatická stresová porucha neboli „bojový stres“, byl nedávno uznán jako zdravotní stav, který má velmi vážné dopady na psychiku vojáka a jeho rodiny. Virtuální simulace se snaží

přizpůsobit jeho symptomům a vyvíjí strategie na zvládnání stresových situací, kdykoliv se do nich opět dostanou. Trénink ve virtuální realitě obvykle zahrnuje použití náhlavních displejů a datových rukavic, které umožňují vojákům komunikovat s objekty ve virtuálním prostředí.[6][39]



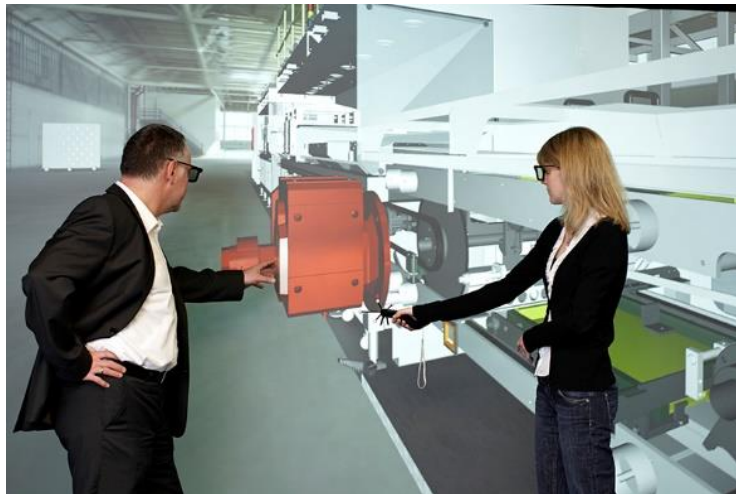
Obr. 6 Výcvik vojáků s pomocí HMD [6]

1.3.5 Průmysl

Díky tomu, že virtuální realita umožňuje různé zobrazení ve 3D modelovacích zařízeních, tak máme možnost objekty prozkoumat na úrovni detailů. Ty následně můžeme využít jako součást návrhového procesu. Tato technologie umožňuje nahlížení do projektu ze všech možných úhlů a pomáhá tak porozumět funkčnosti jednotlivých komponent a umožňují nalézt nedostatky ještě před samotnou implementací. To také umožňuje projektovému týmu zkoumat svůj projekt v umělém prostředí a provádět nutné změny, které šetří čas i peníze.[38][6]

Výrobci automobilů používají virtuální realitu pro účely prototypování během procesu návrhu. Umožňuje jim to vytvořit několik verzí, které jsou následně testovány a na základě těchto testů jsou vybrány finální verze. Tím se odstraní potřeba stavět fyzický prototyp a urychlit tak vývojovou fázi. Výsledkem je méně nákladově a časově více efektivní řešení. [6]

Typickou oblastí využití simulace je ověřování montážních postupů ve výrobě a servisu. Modely všech jednotlivých dílů finálního výrobku lze ve virtuálním prostředí smontovat a simulovat tak montážní postup. Je možné provést grafický návrh a následně vizualizovat případnou modifikaci montážních postupů, případně vyhodnotit proveditelnost montážních úkonů. Lze také optimalizovat rozmístění montážních stanovišť ve výrobních halách či odhadovat náklady montážní linky. [8]



Obr. 7 Využití VR při návrhu výrobku [34]

2. Světová využití virtuální reality ve výrobě

Aplikace virtuální reality v oblasti školení zaměstnanců je v současnosti stále více využívána. Díky špičkové technologii, která se neustále vyvíjí a zdokonaluje, se virtuální trénink uskutečňuje ve velice realistickém prostředí, doplněném o různé interakce včetně okolích zvukových rušivých elementů, či zvuků používaných nástrojů. Virtuální tréninkové kurzy jsou taktéž obecně vhodné pro firmy, kde je klasické školení nemožné nebo příliš nákladné. Mohou se hodit například pro trénink servisních úkonů, nebo k nácvičení výrobních postupů na výrobních linkách. Příprava fyzické tréninkové linky je nejen velice drahá, ale také zabere mnoho prostoru. Využití se nalézá i v oborech s vysokými personálními náklady, jelikož školení všech zaměstnanců dokáže obstarat menší počet školících osob. Výhodou zaškolování prostřednictvím virtuální reality je jeho naprostá bezpečnost a interaktivita. Noví zaměstnanci se během takového školení seznámí se všemi komponenty, se kterými budou následně pracovat (včetně případných nástrojů).[19][38]



Obr. 8 Virtuální trénink pracovní pozice výrobní linky [35]

Optimální je, pokud je danému zaměstnanci umožněn kompletní přístup k celé dané problematice výroby. Montážní trénink musí simulovat celý průběžný výrobní proces a umožnit tak každému účastníkovi školení dostatek času na pochopení dané problematiky. Výhodou také je, že si stávající zaměstnanci mohou osvojit nové, popřípadě jen připomenout stávající postupy. Díky tomu, že se zaměstnanci opakovaně vystavují svému pracovnímu prostředí, tak tím lépe si uvědomují metodiku, strukturu a cíle montážního postupu. Virtuální trénink se dá využít i k testování nových (ještě reálně neodzkoušených) montážních postupů. Měří se jednotlivá časová, případně fyzická náročnost a ta nejvhodnější varianta se zavádí do reálného provozu.[38]

2.1 Ford Motor Co.

Ford používá virtuální realitu mimo jiné ke zvýšení produktivity a bezpečnosti na montážní lince. Celý proces začíná nashromážděním velkého objemu dat, generovaných

metodou Motion Capture z 52 senzorů zachycujících pohyby těla dělníka. Tyto body poté převádí pohyb dělníka na digitální data během jeho běžných montážních úkonů. Tyto digitální data jsou následně vložena do algoritmů lidské ergonomie, které načež varují před pohyby, jenž by mohly vést ke zranění pracovníka. Ford také používá technologii virtuální reality k nahrání interakce mezi lidmi a stroji. Což dále slouží k vytvoření vhodných montážních postupů tak, aby tato kooperace člověka se strojem byla co nejvíce efektivní. Ford tvrdí, že díky těmto postupům se snížil výskyt zranění zaměstnanců o 70%. Toho bylo dosaženo 90% snížením nadměrných pohybů, ruční práce a usnadnění montáže některých složitých dílů. [17]



Obr. 9 Snímání pohybu (Motion capture) [17] Obr. 10 Použití rekvizity ve VR k vytvoření reálnějšího prostředí[17]

Tento automobilový gigant využívá virtuální realitu taktéž k uspořádání pracovních schůzek. V prostředí virtuální reality vytvoří umělé prostředí, ve kterém komunikují pracovníci této značky ze všech koutů světa. Spolupracují pomocí trojrozměrného automobilového modelu, který je vizuálně skutečný a detailní jako ve skutečnosti. To zrychluje Fordu rozhodovací procesy v navrhování a schvalování nových projektů. [17]

2.2 Škoda Auto a. s.

Virtuální realita ve Škodě auto na mnoha pracovištích významným způsobem šetří čas i peníze. Byla zde poprvé použita v roce 1998 v Technickém vývoji pro tzv. Digitální Data Control Model. Dnes ji můžeme nalézt od technického vývoje, přes plánování výroby až po marketing a služby zákazníkům. Za pomoci technik virtuální reality probíhá testování a schvalování nových celků aut. Kontrolují se také schopnosti montáže jednotlivých dílů a celků. V takzvané Pilotní hale se nachází specialisté, kteří mají za úkol ověřit, zda lze vůz montovat podle navrhnutého postupu. Z důvodu velké časové náročnosti přípravy velkého objemu dat se používá mix reálného a virtuálního postupu. Samotné testování probíhá tak, že nejprve je zvolena fyzická montáž. V případě, že určitý díl nebo komponent nelze dle výrobního postupu

namontovat, je naskenován a vytvořený „virtuální“ díl porovnáván s originálem. Takto lze zjistit, zda je problém ve špatně vyrobeném dílu, jeho konstrukci, či chybném montážním postupu.[18]

2.3 Honeywell

Honeywell je softwarová a průmyslová společnost, která nabízí řešení pro konkrétní odvětví, která zahrnují produkty a služby v oblasti leteckého a automobilového průmyslu. Byla založena v roce 1906 a nyní zaměstnává přibližně 132 000 zaměstnanců po celém světě. [20]

Honeywell se dostal v jedné ze svých továren do situace, kdy zhruba polovina zkušených zaměstnanců v nejbližší době měla odejít do důchodu. Potřeba zajistit co nejvíce dostatečně vyškolených zaměstnanců v co možno nejrychlejší době, vedla k využití virtuální a rozšířené reality v oblasti tréninku nových zaměstnanců. Pro školení personálu v náročné průmyslové výrobě vyvinula společnost Honeywell technologii The Honeywell Connected Plant Skills Insight Immersive Competency. Je navržena tak, aby urychlila školení nových pracovníků ve výrobě. Pokročilé vzdělávací řešení Honeywellu kombinuje virtuální a smíšenou realitu. Společně s datovou analýzou, má za cíl vytvořit interaktivní prostředí pro školení na pracovišti. Využívá k tomu brýle Microsoft HoloLens a náhlavní displeje Windows Mixed Reality, které simulují různé scénáře. [20]

Simulace konkrétních pracovních činností prostřednictvím virtuálního prostředí, nabízí společnosti Honeywell přirozenou cestu k interakci a komunikaci mezi žákem a školitelem. Podobně jako letový simulátor, mohou účastníci bezpečně zažít dopady svých rozhodnutí. Tento přístup zlepšuje získání dovedností oproti tradičním metodám výcviku o 100% a snižuje délku technického školení až o 150%. [20]



Obr. 9 Použití Microsoft HoloLens ve společnosti Honeywell [20]

3. Hardware a software

Zařízení zobrazující virtuální realitu je několik druhů. Od velkých stacionárních jako je Powerwall nebo Cave až po náhlavní displeje. Pro tvorbu této bakalářské práce jsme se po konzultaci s experty rozhodli využít kombinaci náhlavního displeje a příslušných ovladačů.

3.1 HTC Vive Pro

Pro účely tvorby virtuální montáže, byl ze strany zadavatele vybrán typ HTC Vive Pro. Jedná se o náhlavní displej vyvinutý společností HTC a Valve Corporation. Je vybaven displejem s rozlišením 2800x1600 pixelů, což znamená 1400x1600 bodů pro každé oko. Obnovovací frekvence je 90 Hz, což zaručuje naprostou plynulost videa. Samotný náhlavní displej obsahuje více jak 70 senzorů, které náhlavní soupravě umožňuje sledovat pohyb hlavy i o 1/10 stupně. Ke zpřesnění pozice hlavy jsou k HTC Vive Pro dodávány dvě stacionární stanice, které snímají pozici hlavy v prostoru až 10x10m . Což umožňuje uživateli fyzicky chodit po virtuálním prostředí. Při koupi celého kitu jsou k dispozici i dva ovladače, s jejichž pomocí můžeme pohybovat s objekty ve virtuálním prostředí. [9]



Obr. 10 HTC Vive Pro společně s ovladači a stacionárními stanicemi [9]

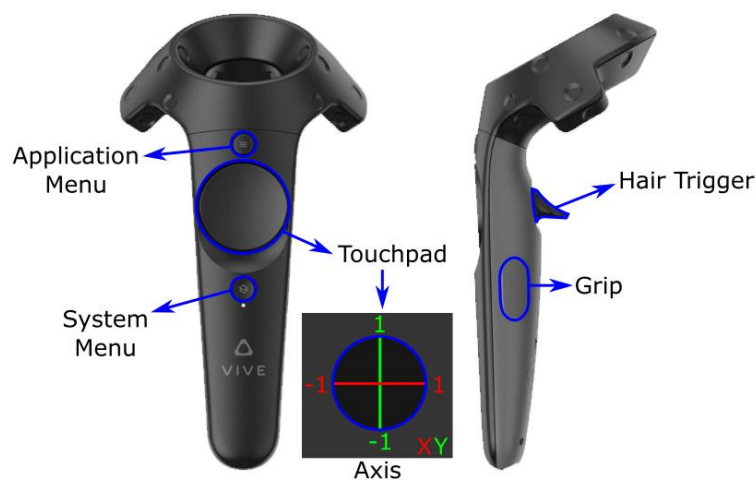
3.2 Ovladače pro interakci s prostředím virtuální reality

K tomu, abychom mohli pohybovat, popřípadě jiným způsobem působit na objekty ve virtuálním prostředí, potřebujeme speciální ovladače. Při použití HTC Vive Pro se nabízí několik možností.

3.2.1 HTC Vive Controller

Jedním ze základních ovladačů, který se dá použít společně s HTC Vive Pro je HTC Vive Controller. Tyto ovladače jsou k dostání buď samostatně, nebo společně jako sada s HTC Vive Pro. [21]

Ovladač je navržený přímo pro systém virtuální reality HTC Vive. Jeho předností je citlivé ovládání s minimální odezvou, čímž napomáhá utvářet výborný dojem z digitálního světa. Je vybaven celou řadou prvků pro propojení s uživatelem. Především je to 24 senzorů, multifunkční trackpad, dvoupolohová spoušť a haptická odezva s jemným rozlišením. Uvnitř se nalézá baterie s kapacitou 960 mAh, díky které je možné tento ovladač používat 6-9 hodin na jedno nabití. [21]



Obr. 11 HTC Vive Controller s popisem tlačítek [21]

3.2.2 HTC Vive Tracker

HTC Vive Tracker je jednoduchý modul, který tvoří různé senzory z tradičního ovladače pro Vive. Tento Tracker je možné připevnit například na herní zbraň, baseballovou pálku nebo na požární hadici. Tracker zajistí správné umístění v prostoru a reálná věc se tak přenesení do virtuální reality. Je tak možné téměř z čehokoliv vytvořit ovladač na virtuální realitu. S jeho pomocí lze také vytvořit například rukavice pro hru na hudební nástroj nebo lezení po stěnách. Pomocí USB je možné k němu připojit tlačítka, která zlepšují jeho ovládání. Výdrž akumulátoru je udávána zhruba na šest hodin. [22]



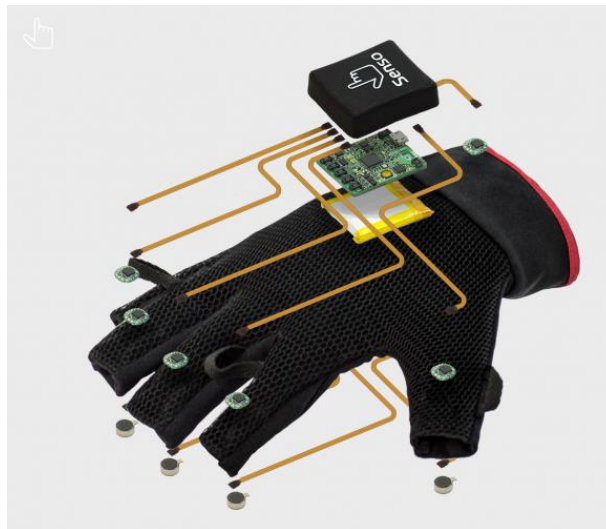
Obr. 12 Příklad upevnění HTC Vive Tracker na herní zbrani [22]

3.2.3 Datové rukavice

Další možností je použití datových rukavic. Datová rukavice pomáhá měřit relativní pohyb prstů vůči dlani. Aby byla přesně určena pozice rukavice v prostoru, je nutné vybavit dlaně trackerem. Výhodou datových rukavic je, že je snímán přirozený pohyb ruky a prstů. Záznam přirozeného pohybu má mnoho využití. Může se jednat o uchopování virtuálních objektů nebo pohybem prstů můžeme iniciovat nějaké funkce. Jedná se asi o uživatelsky nejpříjemnější a nejintuitivnější ovladač virtuálního prostředí. [23]

Pro tvorbu této bakalářské práce máme k dispozici rukavice Senso Glove. Tyto rukavice mají v sobě zabudovány 7 IMU (angl. Inertial Measurement Unit)² senzorů pro přesné sledování každého prstu. Pro hmatovou zpětnou vazbu je k dispozici 5 vibračních motorků. Ty mohou například simulovat přenášení vibrací z pracovního nástroje a tím ještě umocnit zážitek z virtuální reality. Rukavice jsou bezdrátové a poskytují až 150 měření za sekundu s latencí menší než 10 ms. Na jedno nabití vydrží baterie až 10 hodin.[23]

² Inerciální pohybová jednotka – senzor, který měří vlastní zrychlení a rotaci z nichž následně vypočítává změnu polohy



Obr. 13 Schéma rukavice Senso Glove [23]

3.2.4 Leap Motion Controller

Leap Motion Controller je poměrně malé a nenápadné zařízení. Má podobu 8 cm dlouhého kvádrů, které se připevní na náhlavní displej a následně promítne ruce uživatele do virtuálního prostoru. O veškeré snímání se starají dvě zabudované infračervené kamery, které v zorném poli $180^\circ \times 180^\circ$ monitorují pohyb rukou, identifikují je a vytvářejí z něj trojrozměrný model. Ten je pak v bodech převáděn do digitální podoby. Pro připevnění zařízení k brýlím vyvinula společnost Leap Motion speciální klip VR Developer Mount, který uchycuje ovladač na přední stranu brýlí.[30]

Výhodou Leap Motion interakce je naprostá volnost a přirozenost rukou. Dosahuje také velké přesnosti, kdy zařízení je citlivé na pohyb od 0,7 mm při odezvě 26 ms. Naopak nevýhodou tohoto zařízení je omezení snímače. Pokud bude uživatel ve virtuálním prostředí držet v ruce nějaký předmět a následně dá ruce mimo zorné pole snímače (např. za záda), tak tento předmět upustí. [30]



Obr. 14 Schéma připevnění Leap Motion na brýle HTC Vive [30]

3.3 Software pro tvorbu virtuálního prostředí

Pro vytvoření aplikace, kterou budeme vytvářet, je zapotřebí vybrat vhodný software. Po vzájemné konzultaci a zvážení všech možností, byl vybrán software Unity3D. Jedná se o multiplatformní engine vyvinutý společností Unity Technologies. Tento software je k dostání zdarma na webových stránkách, avšak zisk z používání této licence nesmí přesáhnout částku danou výrobcem. Kromě grafického prostředí, vhodného pro tvorbu vlastního prostředí a scén jsou v softwaru používány skripty, které využívají programovací jazyk C# a UnityScript.[31]

| | | |
|--|---|---|
| Pro \$125/month For professionals and studios | Plus ~\$25/month with 1 year, prepaid For hobbyists | Personal Free A free version of Unity for beginners, available to use if your revenue or funding (raised or self-funded) does not exceed \$100K per year |
|--|---|---|

Obr. 15 Druhy licencí Unity3D [31]

Unity3D poskytuje možnosti vývoje pro 2D i 3D her, aplikací pro virtuální realitu nebo pracovních návodů. Pro tvorbu aplikace zvoleného HTC Vive je nutné do Unity3D importovat knihovny SDK (angl. Software development kit). Jedná se o soubor nástrojů pro vývoj softwaru, které usnadňují práci při tvorbě dané aplikace.

Pro HTC Vive existuje řada knihoven, které podporují vývoj aplikací pro tuto platformu. Na výběr jich máme tedy několik:

3.3.1 Steam VR SDK

SteamVR je platforma virtuální reality vyvinutá společností Valve, která slouží jako centrální služba pro distribuci digitálních her a hraní pro více hráčů. Je postavený na existující platformě Steam, která je jedním z lídrů v distribuci stolních počítačů. SteamVR umožňuje

uživatelům získat přístup ke stovkám titulů a dalším doplňkových funkcí v jediném konzistentním ekosystému. SteamVR umožňuje vytvářet samostatná rozhraní, která budou fungovat na různých náhlavních displejích, včetně HTC Vive. Kromě toho poskytuje přístup k ovladačům, modelům a také umožňuje náhled při přehrávání v Unity. Velkou výhodou SteamVR je zakomponování holoprojektoru, který umožňuje uživatelům pohyb ve vytyčeném prostoru.[11][12][13]

Podmínkou využívání SteamVR je vlastnění licence v The Steam PC Café programu, jehož součástí je licence Cybercafé. Ta umožňuje jeho držiteli využívat produkty Steam, SteamVR a jiné vybrané tituly ve svých zařízeních. Podrobný návod jak se zaregistrovat se nachází na stránkách společnosti Steam. Možnosti využití a jednotlivé licence produktů se zobrazí při stahování jednotlivých aplikací nebo modulů. [14]

3.3.2 Open VR SDK

OpenVR je knihovna SDK a rozhraní API (angl. Application Programming Interface)³ vyvinutá firmou Valve pro podporu náhlavních displejů HTC Vive a dalších zařízení pro rozšířenou realitu. OpenVR SDK umožňuje skriptování v jazyce C++ a integraci pluginů pro Unity3D. OpenVR běží společně se SteamVR.[15]

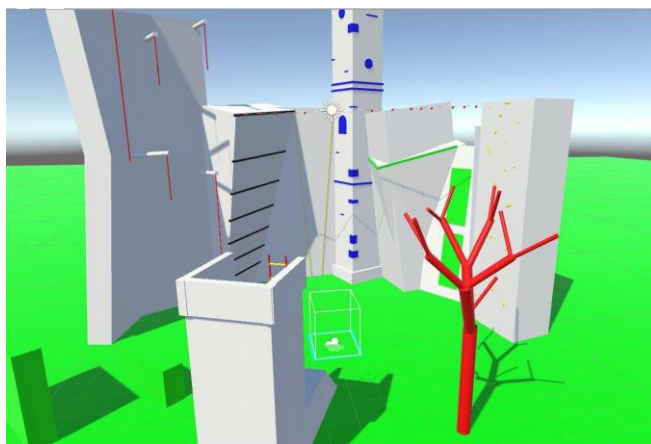
3.3.3 VRTK SDK

VRTK je knihovna užitečných skriptů a konceptů, které pomáhají rychle a snadno vytvářet aplikace pro virtuální realitu v Unity3d. Zahrnuje velký počet řešení, jako jsou:

- Pohyb uvnitř virtuálního prostoru.
- Interakce jako je dotýkání, propadávání a používání objektů
- Interakce s elementy umělé inteligence Unity3d.
- Fyzika těla ve virtuálním prostoru.
- Ovládání tlačítek, páček, dveří, zásuvek apod.

VRTK je poskytováno zdarma a je umožněno s tímto softwarem nakládat bez omezení. [16]

³ Rozhraní pro programování aplikací – jedná se soubor procedur, funkcí, tříd či protokolů nějaké knihovny, které využívá programátor



Obr. 16 Ukázka vytvořeného prostředí pomocí VRTK [16]

3.3.4 Viveport

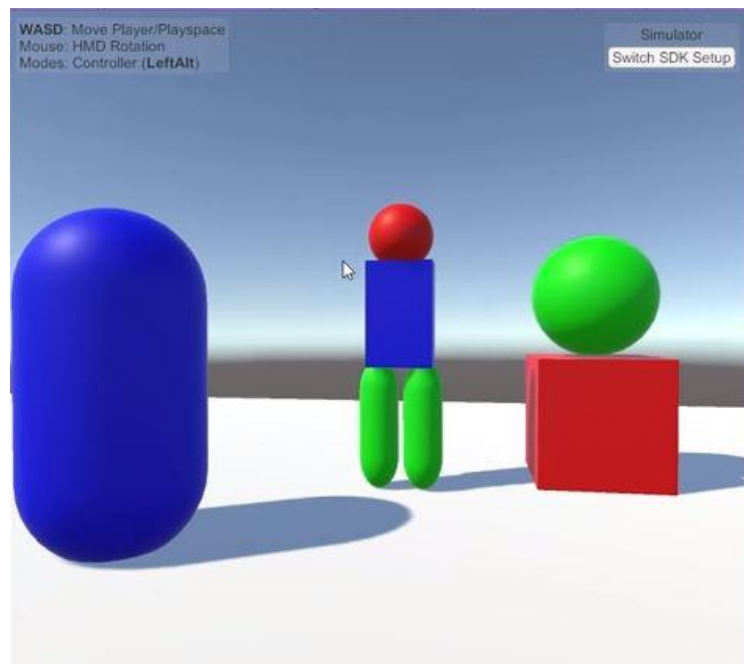
Viveport je knihovna aplikací pro podporu práce s virtuální realitou od společnosti Valve. Oproti SteamVR, která se více soustřeďuje na primárně na hry, se Viveport více zaměřuje na aplikace, které nabízí více interaktivních zážitků. Nabízí jak tradiční zábavu, tak i více aplikací sloužící ke vzdělání.[24]

3.4 Základní nakonfigurování Unity3D

Jak bylo uvedeno výše, pro tvorbu virtuální prostředí byl vybrán program Unity3D. Nejprve proběhla nutná registrace na stránkách www.unity3d.com a následně byl stažen software. Byla vybrána osobní verze, která postačí na námi zadaný projekt. Pokud by byla vytvářena aplikace, která by se následně dále prodávala, nebo by zisky z této aplikace překročily 100 000 dolarů, tak by bylo zapotřebí pořídit jinou placenou verzi. [2]

Abychom mohli využívat hardware HTC Vive , musíme mít počítač, který je označen jako VR Ready. Připojení samotného zařízení je popsáno v návodu dodávaný s tímto náhlavním displejem, případně jej lze nalézt na stránkách výrobce. Po připojení HTC Vive se automaticky nainstalují potřebné ovladače a zařízení se nakonfiguruje. [27]

Se samotnou tvorbou prostředí nám může pomoci několik knihoven SDK. Ty mají v sobě už předpřipravené scény, které nám urychlují práci. Pro tvorbu tohoto projektu jsme se rozhodli využít konkrétně knihovnu VRTK SDK. Prvotně je nutné ji stáhnout z internetových stránek <https://github.com/thestonefox/VRTK>. Po stažení této knihovny ji následně otevřeme v novém projektu v Unity. Zde následně máme na ukázkou několik scén, v níž si můžeme vyzkoušet různé ovládání, pohyb a jemné úpravy.



Obr. 17 Ukázka předpřipravené scény pomocí VRTK [29]

Abychom mohli v těchto scénách využívat ovladače od HTC Vive, je nutné nainstalovat Steam VR Plugin. Provedeme to tak, že vybereme záložku *Window* -> *Asset Store* a do vyhledávače zadáme *SteamVR*. Po nalezení SteamVR Pluginu klikneme na *Import* a následně se nám nahrají nezbytné ovladače, které nám umožní komunikovat s virtuálním prostředím za pomoci ovladačů od HTC Vive. Po těchto krocích lze následně vytvářet vhodnou aplikaci a provádět testování. [29].



Obr. 18 Ukázka importu Steam VR Pluginu do Unity [29]

4. Interface virtuálního tréninku

Možností ovládání a interakce s virtuálním prostředím je nespočet. Záleží na možnostech, které má daný vývojář k dispozici. Pro tvorbu virtuálního tréninku se v současné době nejhojněji využívají kombinace náhlavního displeje s různými ovladači virtuálního prostředí.

4.1 Bez trackovacích ovladačů

V případě, že nám to finanční rozpočet nedovoluje, či vybraný postup není příliš složitý, lze k virtuálnímu tréninku využít pouze náhlavní displej bez dalších trackovacích zařízení na ruce. K ovládání lze využít jakéhosi terčíku, s jehož pomocí lze komunikovat s virtuálním prostředím.

Jedno takové rozhraní využívala i společnost Volkswagen pro trénink montážního postupu. Po vstupu do virtuálního prostředí se nám zobrazí montážní stůl, na němž jsou vyskládány jednotlivé komponenty. V pozadí můžeme vidět model, či celé auto, na kterém bude prováděn servis. V horní části obrazu se nachází tabulka, na které se nám postupně píšou kroky, které máme vykonat. Pro vyvolání akce, musíme přesunout terčík pohybem hlavy na jednotlivou komponentu a setrvat na její pozici. Pokud se jedná o správnou komponentu, kterou budeme montovat, zobrazí se nám zelená „fajfka“ v zeleném kolečku. V opačném případě červený křížek a musíme vybrat jinou. Po vybrání toho správného dílu se celá scéna přesune blíže k modelu, který budeme montovat. Tentokrát se na montážním stole objeví montážní nástroje. Výběr nástroje probíhá obdobným způsobem jako v případě výběru komponenty, kterou budeme na model montovat. Po vybrání správného nástroje se zobrazí několik montážních bodů, na které budeme například umisťovat šrouby. Zde musíme za pomoci terčíku vybrat správné pořadí, jak budeme šrouby montovat. Následuje krátká animace montáže a celá scéna se vrací do výchozího bodu, kdy vybíráme další díl. Popisovaný princip je demonstrován na videu [25].

Avšak tento způsob je poněkud zastaralý a řadí se spíše k již překonaným řešením. Interakce je značně zdlouhavá a nepůsobí tak realisticky, jako v případě použití ovladače.



Obr. 19 Ukázka výběru nástroje pomocí terčíku [25]

4.2 S trackovacími ovladači

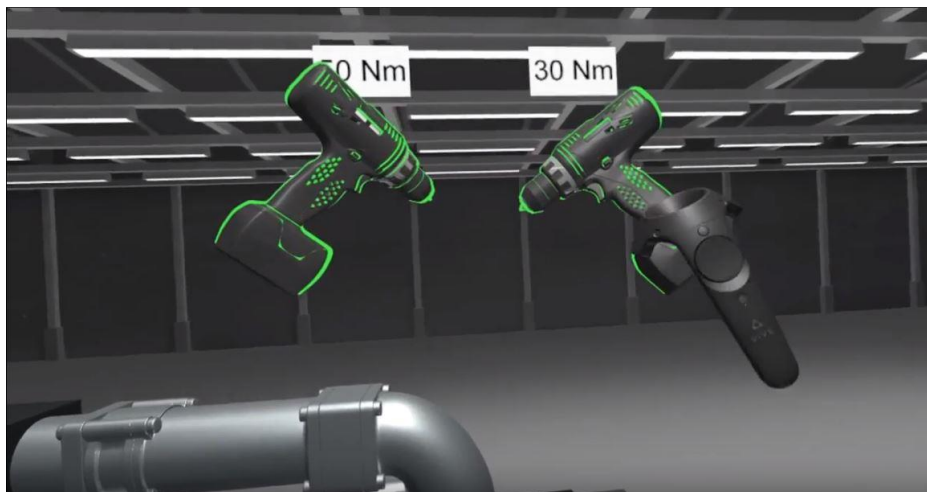
V současnosti se k virtuálnímu tréninku nejčastěji využívá kombinace náhlavního displeje s ovladači. Ovladačů, popřípadě rukavic pro virtuální realitu je stejně jako náhlavních displejů celá řada. Prim však v tomto ohledu hraje pravděpodobně náhlavní displej HTC Vive (popřípadě jeho novější verze HTC Vive Pro) a k němu dodávané ovladače HTC Vive Controller. Jsou asi nejoblíbenějším hardwarem v tomto odvětví, a proto jsem se rozhodl zaměřit na aplikace vytvořené pro toto zařízení.

Aplikace pro virtuální trénink musí být co nejvíce jednoduché a intuitivní. Jednou z možností je, vytvořit si jeden montážní stůl, kde budeme sestavovat výrobek a druhý stůl, kde budeme mít k dispozici montážní díly. Po spuštění aplikace může například zezelenat obrys první součástky. Tu následně pomocí ovladače uchopíme, načež se na montážním stole objeví obrys chycené součástky, kam se má položit, či připevnit. Pokud se tento úkon vykoná správně, rozsvítí se další součástka a po jejím uchopení se opět rozsvítí místo, kam má být přemístěna. Tento postup může být doplněn o počítadlo, které nám zobrazuje, kolik zbývá kroků, popřípadě můžeme jednotlivé kroky doplnit o písemný popis.

Obdobně můžeme postupovat v případě použití nějakého nástroje, například utahováku šroubů. Po uchopení nástroje se rozsvítí obrysy šroubů, které mají být utaženy. Při přiložení nástroje ke šroubu se šroub utáhne. Pokud by byla potřeba zapojení kabelů, či trubek, je možné vytvořit virtuální čáru mezi koncem daného kabelu a otvorem, kam má být zastrčen.

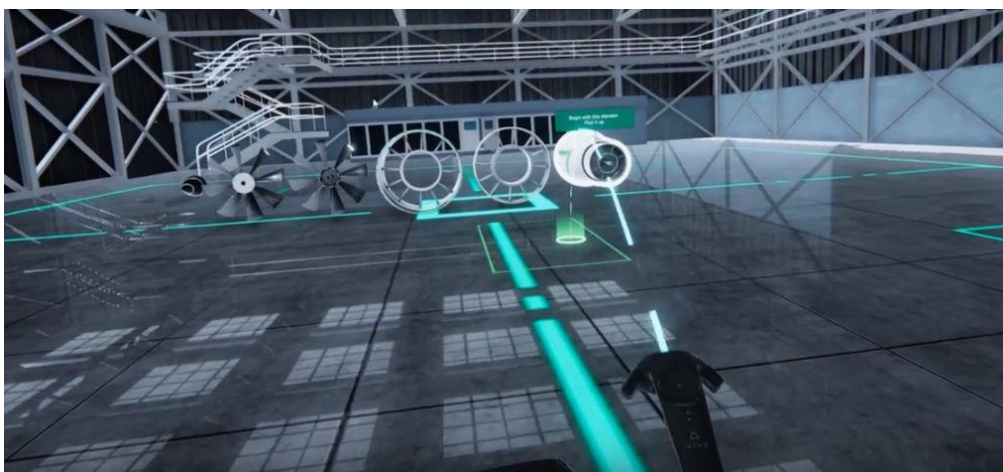
K používání nástrojů ve virtuálním prostředí se dá přistupovat také několika cestami. Pokud se snažíme vytvořit co nejvíce realistické montážní prostředí, tak jako výchozí místo pro dané nástroje určíme například regál, nebo nějaký montážní stůl s nástroji. Uživatel si následně tyto nástroje bere a po použití je vrací na výchozí odstavné místo. Pokud tuto simulaci chceme zjednodušit, tak je možné nechat používané nástroje prakticky „levitovat“ v prostoru nad montovanou součástí. V případě, že by bylo nutné použít daný nástroj, tak by si uživatel nástroj „ve vzduchu“ uchopil a po té, co by nástroj pustil, tak by se vrátil zpět na výchozí místo

v prostoru. Třetí a asi nejvíce zjednodušujícím řešením je výběr nástroje prostřednictvím menu. To se vyvolá stačením příslušného tlačítka na ovladači a uživatel si vybere potřebný nástroj.



Obr. 20 Výběr nástroje umístěného v prostoru [26]

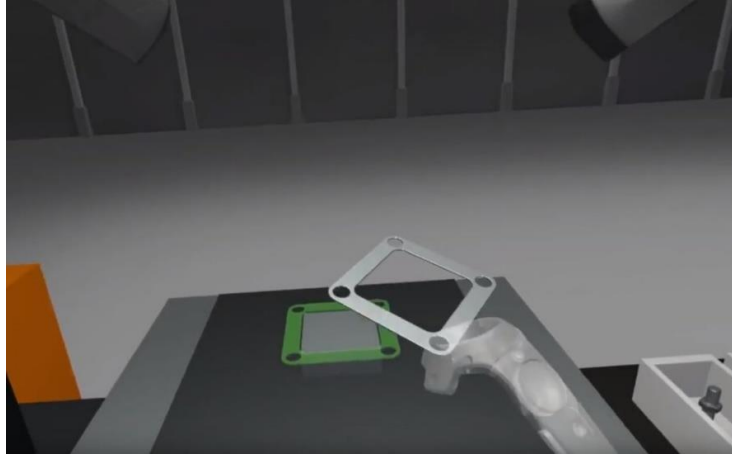
V některých případech je nutné se po virtuálním prostředí také pohybovat. V případě použití náhlavního displeje HTC Vive je díky stacionárním stanicím možné pohybovat se na krátké vzdálenosti vlastními kroky. Tento pohyb je ale omezen prostorem, který je vytyčený snímajícími stanicemi, v praxi může být tento prostor veliký zhruba 3m x 3m. Pokud ale takto velký prostor nemáme k dispozici, je možné se přemísťovat za pomoci teleportu. Po zmáčknutí určitého tlačítka na ovladači se nám zobrazí jakýsi terčik, který nám ukáže místo v prostoru, kam je možné se přesunout. Ten namíříme na místo, kam se chceme teleportovat a pustíme tlačítko. Následně proběhne teleport na místo určení. Výše popisované principy jsou demonstrovány na videích [26] [28].



Obr. 21 Ukázka teleportu ve virtuálním prostředí [28]

Prostředí pro virtuální trénink může mít mnoho podob. Je také možné vytvořit jakousi databázi dílů, kterou by si uživatel mohl prohlížet na virtuální obrazovce uvnitř virtuálního

prostředí. Popřípadě můžeme na ruku připevnit malý displej, který se při vhodném natočení ruky či ovladače rozsvítí a ukáže uživateli další krok při montáži. Možností je mnoho, avšak vývojář by měl myslet na to, že tento virtuální trénink budou využívat i lidé, kteří virtuální realitu nikdy předtím nevyužívali. Je tedy nutné, aby se tito uživatelé v daném prostředí co nejrychleji zorientovali.



Obr. 22 Manipulace se součástkou pomocí HTC Vive Controller [26]

5. Cíle praktické části

Cílem praktické části je vytvoření aplikace virtuální montáže pro společnost Škoda JS, a.s. Úvod je věnován nastavení a zapojení náhlavního displeje HTC Vive Pro, který ale byl na žádost zadavatele zaměněn za starší verzi HTC Vive, jelikož v době tvorby této práce nebyl ve firmě zadavatele ještě novější model k dispozici. Avšak finální aplikaci by mělo být možné spustit jak na zařízení HTC Vive tak i na novější verzi Pro.

Výsledná aplikace musí být funkční na platformě Windows a využívat připojený náhlavní displej HTC Vive, popřípadě HTC Vive Pro. Aplikace musí být intuitivní, aby ji dokázal po základním zaškolení ovládat i uživatel, který nemá s virtuální realitou žádné zkušenosti.

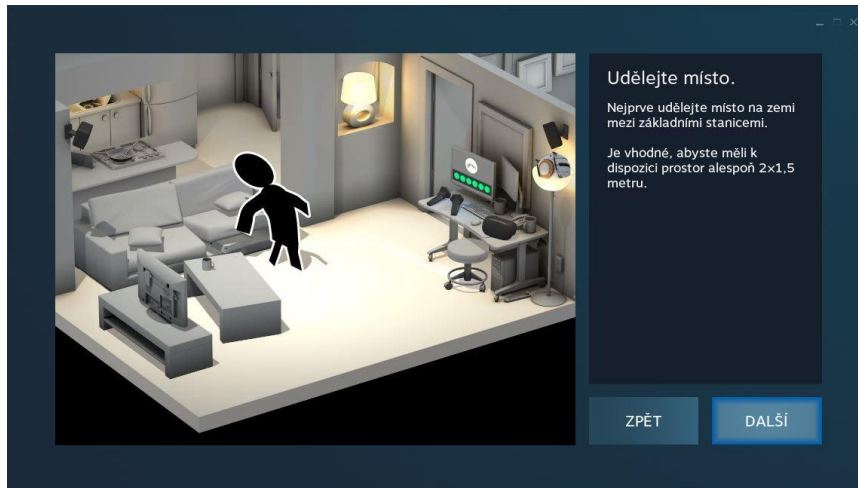
6. Připojení HTC Vive

Jak je zmíněno výše, od společnosti Škoda JS, a.s. byl pro účel tvorby této práce poskytnut náhlavní displej HTC Vive. Nejprve bylo nutné na webových stránkách www.vive.com stáhnout nutné ovladače a aplikaci ViveSetup, která uživatele provází celou instalací. Pro samotné spouštění a připojování tohoto setu je nutné mít také nainstalovaný klient SteamVR, který se nainstaluje automaticky při instalaci samotného náhlavního displeje. Při otevření aplikace ViveSetup je nutná registrace, po které následuje instalace doprovázena animací jednotlivých kroků zapojování a rozmisťování součástí celého setu.



Obr. 23 Animace instalačního programu HTC Vive

Pro správnou funkčnost je zapotřebí po instalaci nastavit a nakalibrovat „herní prostor“, kde se bude uživatel s headsetem pohybovat. Toto nastavení spustíme v klientu *SteamVR* → *Spustit přípravu místnosti*. Následuje několik kroků, které přesně nadefinují prostor, kde je možné se s headsetem pohybovat. Tento prostor je následně vizualizován i po nasazení headseatu pomocí jakési virtuální mřížky, která určuje hranice tohoto prostoru. Pokud se uživatel pohybuje pouze v oblasti virtuální hranice, nehrozí mu střet jakýmkoliv předmětem v místnosti.



Obr. 24 Ukázka aplikace na nastavení herního prostoru

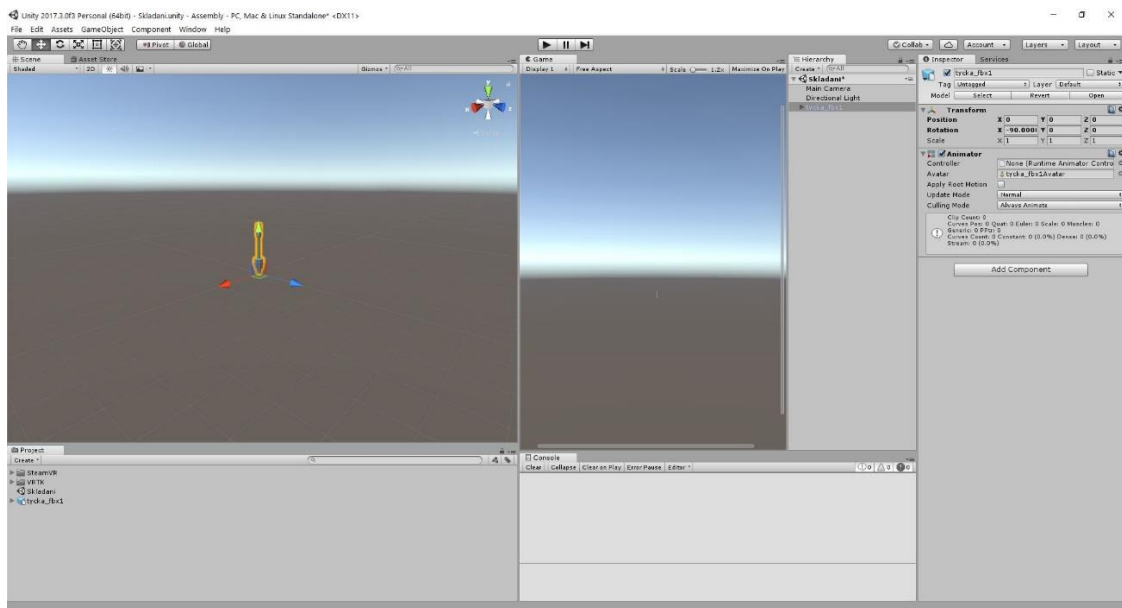
7. Nastavení Unity3D

Pro tvorbu virtuálního tréninku byl zvolen program Unity3D. Na webových stránkách www.unity3d.com byla provedena registrace a byl následně stažen vybraný software. Pro účely této práce byla vybrána osobní verze, která postačí na námi vytvářený projekt. Pokud by byla vytvářena aplikace, která by šla následně do prodeje, nebo by zisk z této aplikace překročil 100 000 USD, tak by bylo zapotřebí zakoupit placenou verzi tohoto programu.

7.1 Základní scéna Unity3D

Během prvního spuštění Unity3D je programem vyžadováno přihlášení. Po přihlášení má uživatel možnost výběru jména projektu a umístění uložení. Poté co se program spustí, je na úvodní obrazovce vidět rozdělení do několika oken. Ty si můžeme libovolně rozvrhnout po celé obrazovce. Jsou to:

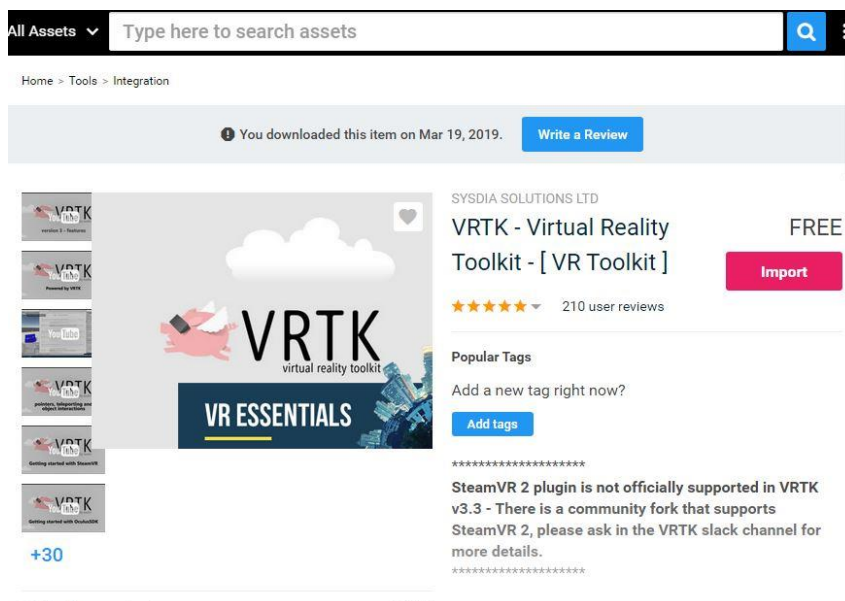
- **Scene:** Jedná se o okno, ve kterém probíhá nastavování pozic jednotlivých objektů.
- **Game:** Jedná se o okno, které slouží k přehrávání aplikace. Zobrazuje se v něm finální podoba aplikace. V tomto případě co sleduje uživatel ve svém headsetu.
- **Project:** V tomto okně jsou zobrazovány prvky celého projektu, které jsou v něm naimportovány. Z tohoto okna se následně přetahují do okna **Hierarchy**.
- **Hierarchy:** Toto okno zobrazuje seznam jednotlivých objektů, které máme vloženy do scény.
- **Console:** Okno, ve kterém jsou zobrazována případná chybová hlášení. Pomocí tohoto okna můžeme následně celý program ladit.
- **Inspector:** Je to okno, ve kterém se nacházejí prvky unity jednotlivých objektů. Můžeme zde přikládat k objektům skriptky a různé vlastnosti.
- **Asset Store:** Je užitečné si toto okno přidat hned na začátku projektu pomocí – *Window*→*Asset Store* nebo klávesovou zkratkou Ctrl+9. V něm je následně možné vyhledávat různé knihovny, scény, či modely. [40]



Obr. 25 Základní rozvržení programu Unity3D

7.2 Nastavení VRTK

VRTK (Virtual Reality Toolkit) je knihovna skriptů a konceptů, které slouží ke zrychlení a usnadnění práce v Unity3D. Lze jej stáhnout zdarma dvěma způsoby. První možností je zadat do webového prohlížeče <https://github.com/ExtendRealityLtd/VRTK> a zde kliknout na *Clone or download* → *Download ZIP*. Následně se stáhne soubor ve formátu zip, který je nutné extrahovat. V tomto souboru je vybráno *Assets* a soubor VRTK se přetáhne tažením do okna *Project* v prostředí Unity3D. Nebo jej můžeme naimportovat přes *Assets* → *Import Package* a vybere se umístění staženého balíčku. Druhou možností je stažení přes *Asset Store*. Stačí si otevřít *Asset Store* a do vyhledávače napsat VRTK. Po nalezení tohoto balíčku stačí daný soubor pomocí tlačítka *Import* naimportovat do Unity3D.



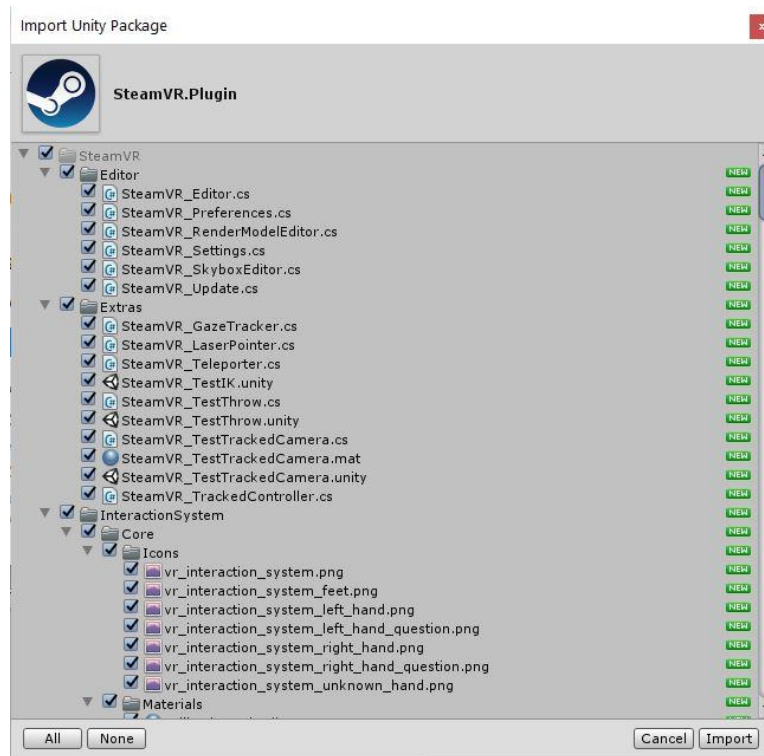
Obr. 26 Stažení VRTK přes Asset Store

Pokud byla importace provedena správně, objeví se v okně *Project* složka *VRTK*. Po jejím rozbalení se nám zobrazí několik souborů, které obsahují různé scény, skripty a nastavení, které můžeme libovolně používat.

7.3 SteamVR plugin

Pro správné fungování headsetu HTC Vive je do Unity 3D importovat takzvaný SteamVR plugin. Tento plugin navíc obsahuje podobně jako VRTK knihovnu s různými skripty, které jsou užitečné při tvorbě aplikací. Ten je nutné stáhnout na stránkách www.github.com a to přesněji verzi 1.2.3, jelikož novější verze tohoto pluginu nejsou oficiálně podporovány knihovnou VRTK. Proto jej nelze stáhnout z Asset Storu, protože zde jsou uloženy verze 2.0 a vyšší, které by nemusely fungovat s danou knihovnou VRTK správně.

Následně co se plugin stáhne, jej musíme importovat do Unity3D. To se provedeme tak, že se vybere *Assets* → *Import Package* → *Custom Package* a vybere se složka, kam se plugin stáhl. Nato se objeví tabulka, kde se vybere *Import* a plugin se nainportuje do složky *Project*.



Obr. 27 Importace SteamVR pluginu

8. Tvorba virtuální montáže

Jedno z témat kvalifikačních prací, které bylo vypsané od Škoda JS, a.s. bylo vytvoření Virtuální montáže pro trénink montážních postupů. Následovala schůzka, na které byly dohodnuty požadavky na tuto práci a byla vybrána součást, která bude v tomto virtuálním tréninku použita.

8.1 Popis montážního celku

Konkrétně se jedná o stend pro zkoušení těsnění chlazení pohonu regulačních tyčí rektoru VVER 440. Reaktor VVER je jedním z nerozšířenějších reaktorů využívaných hlavně v zemích bývalého sovětského svazu. Zdokonalený VVER 440 typ 213 můžeme nalézt například v jaderných elektrárnách Dukovany nebo Mochovce na Slovensku. [36]

Tyto součásti zůstaly v prostorách Škody JS, a.s., ale byl zapůjčen headset HTC Vive, aby na něm bylo možné virtuální trénink tvořit a testovat. Následně bylo také dohodnuto, že pro tvorbu virtuálního tréninku bude použit engine Unity3D s nadstavbou VRTK a SteamVR plugin.

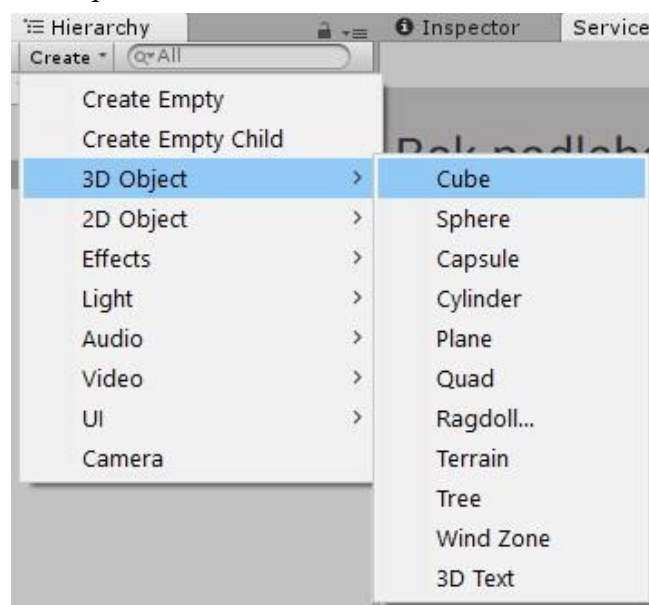


Obr. 28 Stent pro zkoušení těsnění chlazení pohonu regulačních tyčí

8.2 Nastavení kamery

Main Camera představuje hlavní přednastavenou kameru, která slouží jako místo, odkud uživatel uvidí scénu. Kamer může být do scény umístěno více, stejně jako objektů. Pro tento projekt není tato kamera příliš ideální, proto je smazána a nahrazena předdefinovanou kamerou z naimporotovaných knihoven VRTK nebo SteamVR.

Pokud se tvoří vlastní kamera, která se bude nadále používat, tak prvním krokem je, že se vytvoří podlaha celé scény. V okně *Hierarchy* se klikne levým tlačítkem myši na tlačítko *Create* → *3D Object* → *Cube* (Obr. 29) a vytvoří se základní objekt scény, krychlička. Je vidět, že se vytvořil i její zástupce v okně *Hierarchy*. Pro její přemístění do výchozího místa, je potřeba v okně *Inspector* v části *Transform* v položkách *x*, *y*, *z* zadat hodnotu 0 nebo v ikonice nastavení, která je vyobrazena jako ozubené kolo, vybrat možnost *Reset*. Tímto se krychlička nastaví do výchozí nulové pozice.



Obr. 29 Tvorba základního objektu scény-podlaha

Aby se z této krychličky vytvořila podlaha, tak je nutné změnit její tvar. V okně *Inspector* v řádku *Scale* jsou jednotlivé velikosti krychličky v osách *x*, *y*, *z*, kdy vždy číselná hodnota vyjadřuje velikost v každé zvolené ose. Zde je možné například zadat velikost v hodnotě 20 v ose *x*, 1 v ose *y* a 20 v ose *z*. Vytvoří se tak obdélník o zadaných velikostech. Následně je možné její pojmenování. To lze provést tak, že se na položku *Cube* v okně *Hierarchy* dvakrát klikne levým tlačítkem myši, nebo pravým tlačítkem myši lze vybrat *Rename*. Pojmenujeme si ji *Floor*.

Dalším krokem je nastavení kamery neboli hráče. K tomu je nutno vytvořit takzvaný prázdný objekt. Kliknutím pravým tlačítkem v okně *Hierarchy* vybereme *Create Empty*. Tento prázdný objekt se přejmenuje na *VRTK_SDKManager*. Následně tomuto prázdnému

objektu jsou přiřazeny vlastnosti pomocí skriptů. Přiřazují se tak, že na panelu *Hierarchy* uživatel vybere objekt, kterému chceme skripty přidávat (v tomto případě *VRTK_SDKManager*) a na panelu *Inspector* v dolní části se klikne na tlačítko *Add Component* → *VRTK_SDK Manager*. Jedná se o základní skript, který umožňuje vytvořit pohyblivou kameru hráče.

Dále je nutné vytvořit samotnou kameru. V okně *Hierarchy* pod *VRTK_SDKManager* je vytvořen prázdný objekt a je pojmenován *SteamVR*. K němu je přes *Add Component* přidán skript *SDK Setup*. Poté v okně *Project* je otevřena složka *SteamVR* → *Prefabs* → *CameraRig* a je přetáhnuta do objektu *SteamVR* v okně *Hierarchy*. To samé se provede s položkou *SteamVR* která se nachází ve stejné složce jako *CameraRig*. Následně se přejde na nastavování skriptů. Je vybrán objekt *SteamVR* a v okně *Inspector* v položce *SDK Setup* (obr. 31) je vybrán v řádce *Quick Select* → *SteamVR*. Tímto se automaticky osídlí všechny další nastavení skriptu. Pak se již klikne v *VRTK_SDKManager* v *Inspector* na *AutoPopulate* a nastaví se pozice kamery do zvolených souřadnic. Po stisknutí tlačítka *play* v horní části obrazovky se program spustí a lze tak otestovat nastavení, které bylo provedeno. [2]

Toto testování je doporučeno po každém větším kroku. Je nutné vyzkoušet funkcionality jednotlivých kroků. Během těchto testů je sledováno okno *Console*, kde se vypisují případné chyby.



Obr. 30 Nastavené skriptu SDK Selection objektu SteamVR

8.3 Interakce s objekty

Aby bylo možné s objekty ve scéně hýbat, popřípadě s nimi jakkoliv interagovat, tak je potřeba přidat příslušné skripty jak pro ovladače, tak i pro objekty, se kterými bude pomocí ovladačů možno interagovat. Na začátku je potřeba vytvořit prázdný objekt s názvem *VRTKScripts*. Pod něj jsou vloženy další prázdné objekty, takzvané děti, které budou reprezentovat jednotlivé ovladače. Ty jsou vloženy tak, že se klikne pravým tlačítkem na *VRTKScripts* → *Create Empty*. Takto se vytvoří dva skripty. Jeden se pojmenuje *LeftControler* pro levý ovladač a druhý se označí jako *RightControler* pro pravý ovladač.

Dalším krokem je přiřazení objektů ovladačů do objektu *VRTK_SDKManager* (Obr.32). V tomto objektu jsou přiřazeny v poli *Inspector* ve *Script Aliases* jednotlivé ovladače. Objekt *LeftControler* je přetáhnut do políčka *Left Controler* a stejným způsobem se postupuje v případě objektu *RightControler*.

Za účelem testování interakcí je nutné vytvořit nějaké jednoduché objekty. Místo stolu byla vytvořena krychle (stejným postupem, jako v případě podlahy, jen s hodnotami 1 ve všech osách). Ta byla pomocí okna *Inspector* upravena a umístěna na výchozí místo se souřadnicemi 0,0,0. Pro samotnou interakci byl vytvořen objekt koule, pomocí pravého tlačítka v okně *Hierarchy* → *3D Object* → *Sphere*. Následně byla upravena její velikost na hodnoty 0.15 ve všech třech osách a umístěna na krychli pomocí posunovacího terčíku. Ten je aktivován po kliknutí na ikonku kříže s šipkami, která je umístěna v levém horním rohu obrazovky. Pro větší transparentnost bylo nutné nastavit rozdílnou barvu koule i krychle. V okně *Project* bylo vybráno tlačítko *Create* → *Material* čímž byl vytvořen nový materiál. Novému materiálu bylo nutné přiřadit barvu. Ta byla zvolena v okně *Inspector*, kde se klikne na ikonku kapátka. Následně se otevře paleta s barvami a vybere se příslušná barva. Po vybrání barvy lze tento materiál tažením přetáhnout přímo na objekt ve scéně, čímž dostane vybranou barvu. Toto bylo provedeno pro oba objekty ve scéně.



Obr. 31 Přiřazení ovladačů do skriptu VRTK_SDKManager

Pokud je program spuštěn, tyto objekty jsou sice vidět, ale nelze je uchopit ani jinak s nimi interagovat. Aby bylo možné s objekty hýbat, je nejprve potřeba přiřadit příslušný skript k objektům *LeftController* a *RightController*. Je potřeba vybrat oba objekty najednou a pomocí *Add Component* přidat skripty *Interact Touch* a *Interact Grab*. Ty nastaví oba ovladače tak, aby bylo možno s jejich pomocí uchopit vybrané objekty. Přes to stále nelze s námi vytvořenými objekty pohybovat. Aby bylo možné s vybranými tělesy provádět interakci, tak je nejprve nutné u nich nastavit příslušné fyzikální vlastnosti. Pro testovací účely vybereme takzvané rychlé přiřazení. Vybere se příslušný objekt v okně *Hierarchy (Sphere)*, na horní liště se klikne na *Window* → *VRTK* → *Setup Interactable Object* čímž se objektu přiřadí skripty, které mu dávají fyzikální vlastnosti. Nyní po spuštění programu se můžeme přiblížit k tělesu s ovladačem a po zmáčknutí příslušného tlačítka je možné tento objekt uchopit. Tudiž má tento objekt i reálné vlastnosti. To znamená, že pokud je upuštěn na zem, tak spadne, popřípadě je sním možno házet a podobně. Po skončení testování je tento model smazán.

8.4 Teleporting

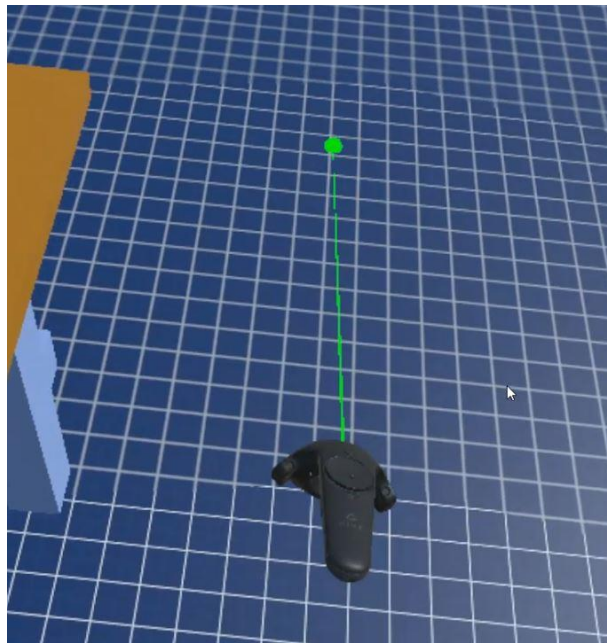
Možnost pohybu ve virtuální realitě je nezbytnou součástí této aplikace. Uživatel musí mít možnost měnit polohy v prostoru pro zlepšení výhledu, případně musí mít možnost přiblížení se k dále umístěným součástkám. Navíc hrozí, že daná součástka při montáži může uživateli upadnout a zakutálet se. Což bylo při testování této aplikace potvrzeno. Jako prostředník pohybu byla vybrána možnost takzvané teleportace. Funguje tak, že uživatel při zmačknutí

tlačítka vyvolá jakýsi laserový paprsek, kterým si určí polohu, kam se chce teleportovat. Pohyb je tedy obstaráván formou takzvaných skoků prostorem.

8.4.1 Paprskový teleport

V první řadě je potřeba vytvořit prázdný objekt v okně *Hierarchy*, pomocí pravého tlačítka a kliknutí na *Create Empty*. Tento objekt se pojmenuje *PlayArea*. Dále se přiřadí tomuto objektu skript *Basic Teleport*. Tento skript přidává několik jednoduchých parametrů a lze zde nastavit tzv. přechodovou barvu, kterou promítne headset při skoku, čímž potlačuje nevolnost, která může být daným skokem vyvolána. Dále je zde možné nastavit délku promítání přechodové barvy. Pokud se nastaví hodnota nula, bude skok proveden bez prodlevy. Doporučená hodnota délky přechodové barvy se udává okolo čísla 0,6. Je zde dále možnost nastavení délky skoku, tedy maximální vzdálenosti, kam se může uživatel z daného místa teleportovat.

Aby bylo možné určit místo skoku, je nutné nastavit na ovladačích jakýsi paprsek, či terčík. Vybere se jeden z ovladačů v okně *Hierarchy*, následně se přidá skript *Pointer* a *Straith Pointer Renderer*. Ty tvoří jednoduché paprsky, které vychází z ovladačů. Nutné je uchopit skript *Straight Pointer Renderer* a tažením ho přesunout do volného políčka *Pointer Renderer* ve skriptu *Pointer*. Toto nastavení umožní to, že zmáčknutím tlačítka teleportu uživatel vyvolá paprsek a po puštění tohoto tlačítka se přemístí na místo, kam příslušný paprsek mířil. Tlačítko vyvolávající teleport je možné vybrat v možnosti *Activation Button* ve skriptu *Pointer*. Pro tento projekt bylo vybráno tlačítko Touchpadu, což je nejčastějším tlačítkem používaným k aktivaci teleportu u setů HTC Vive. Ve skriptu *Straith Pointer Renderer* je možné nastavit barvy paprsku. Standardně to bývá zelená barva pro možný skok a červená pro kolizi, tedy pokud není možné skok do daného místa vyvolat. Pro aktivaci teleportu je ještě nutné přidat skript *Controller Event* a spustíme aplikaci tlačítkem play.



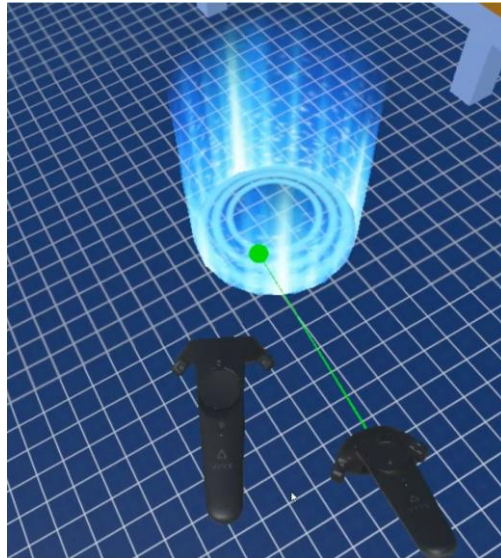
Obr. 32 Ukázka paprsku teleportu

8.4.2 Port s přesným určením místa

Pro přemístění na vhodnou pracovní pozici, ze které lze bezpečně dosáhnout na jakoukoliv součástku, lze použít teleport s daným místem určení. Jedná se o předem nadefinovanou pozici, do které se lze teleportovat. To znamená, že stačí namířit na označené místo a následně se na něj přesunout. Tyto „portály“ se používají pro zrychlení pohybu v daném prostoru. Tyto destinace by měli být umístěny tak, aby se uživatel po přesunu na danou pozici již nemusel dále teleportovat.

Na začátku je nutné v okně *Project* vyhledat objekt *DestinationPoint*. Ten lze najít pomocí vyhledávacího řádku, který se nachází v horní části tohoto okna. Tento objekt je následně přenesen do scény, kdy se objeví v okně *Hierarchy*. Pokud je *DestinationPoint* v okně *Hierarchy* rozbalen, jsou vidět jeho „děti“: *defaultCursor*, *hoverCursor* a *lockedCursor*. Objekty *hoverCursor* a *lockedCursor* je nutné zneviditelnit. To se provede tak, že daný objekt se označí a v okně *Inspector* se odklikne zaškrťovací pole, které se nachází vedle názvu tohoto objektu. Dalším krokem je kliknutí na objekt *cursorCapsule* který se skrývá pod objektem *defaultCursor* a poté vybereme v okně *Inspector* malé kulaté tlačítko vedle volného políčka *Mesh*. Následně vyskočí okno *Select Mesh* ve kterém se vybere možnost *TeleportDestination_Mesh*. Tímto krokem se nastavil předem nadefinovaný materiál z interakčního systému. Ten se může změnit v okně *Project* → *SteamVR* → *InteractionSystem* → *Teleport* → *Materials* kde si lze vybrat daný materiál přetažením do okna *Inspector* objektu *cursorCapsule*. Takto nastavený objekt (*cursorCapsule*) se zduplikuje

(Ctrl +D) a nahradí objekty v objektech *hoverCursor* a *lockedCursor*. Daný teleportační bod se následně umístí na vhodné místo ve scéně pomocí terčíku.

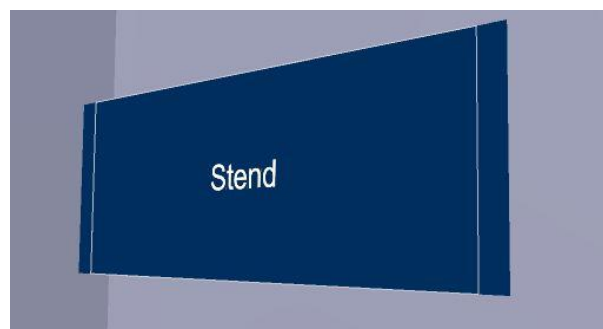


Obr. 33 Ukázka teleportačního bodu

Takto vytvořený teleportační bod je označen modrou „září“ a lze se na něj přesunout pomocí paprsku, který je vyvoláván teleportačním tlačítkem. Takto vytvořené teleportační body lze duplikovat a rozmisťovat libovolně po prostoru scény pomocí směrových šipek.

8.5 Canvas

Canvas je obrazec obdélníkového tvaru, který je zobrazován přímo v aplikaci. Je možné do něj umístit například tlačítka, které mají před nadefinované akce, nebo lze do něj vložit text. V případě této aplikace byl použit pro vložení popisu pracovního postupu a na popisky jednotlivých součástí stendu. Canvas je možné vytvořit ve stromu *Hierarchy* → *Create* → *UI* → *Canvas* a následně je do něj mohou vkládat objekty, ke kterým se přiřadí skripty *Text*. Do těchto skriptů se následně napíše pracovní popis či popisky součástí stendu.



Obr. 34 Ukázka objektu Canvas

8.6 Vytváření modelů

Z důvodu absence jakýkoliv výkresových nebo CAD modelů byl zvolen alternativní způsob vytvoření 3D modelů montážní součástky. Ze strany zadavatele bylo navrženo tzv. 3D skenování pomocí fotometrie. Pro využití této technologie je nutné pořídit sérii snímků daného modelu a následně ho pomocí příslušného programu převést do 3D podoby. Tento způsob byl nápomocný například při absenci výkresové dokumentace.

8.6.1 Meshroom

Jedním takovým programem, který umí převádět fotografie do 3D modelu je Meshroom od Alice Vision. Tento program je volně stažitelný na webových stránkách www.alicevision.github.io. Jedná se o poměrně nový fotogrammetrický software s velice jednoduchým uživatelským rozhraním. Stačí jen pořízené fotografie přetáhnout do okna aplikace a stisknout START a daný model se již tvoří.[37]

Problémem je pořízení samotných fotografií. Je nutné vytvořit alespoň 30 fotografií, přičemž ideální počet je 50 - 100 fotografií, které zachycují každý detail. Přičemž hlavní zásady jsou:

1. Ideální je pohyb v kruzích okolo snímaného objektu.
2. Nesmí se během focení s objektem hýbat.
3. Každý detail by měl být zachycen alespoň dvěma snímky.
4. Pro focení je nutné ideální světlo, nejlépe když je model nasvícen ze všech stran stejně.
5. Je nutné se vyhýbat lesklým povrchům. [37]

V našem případě byl problém v lesklosti daných součástí. Tento nedostatek byl eliminován nastříkáním celého povrchu součástí křídovým sprejem. I přes několik pokusů se změnou světla během focení, úpravou fotek a úprav okolí byl výsledek neuspokojivý. Bylo to zřejmě zaviněno nedostatečnou detekcí lesklých a bílých ploch součástí. Ty se následně zdeformovaly a tvary vymodelované součásti dostatečně nekorespondovaly se skutečnou součástkou. Proto bylo od toho způsobu opuštěno.



Obr. 35 Výsledek modelování pomocí aplikace Meshroom

8.6.2 CAD Modely

Z důvodu neuspokojivých výsledků fotogrammetrie bylo nutno vytvořit CAD modely jednotlivých součástí. Prvním krokem bylo důkladné přeměření všech komponent vytvářeného modelu, po němž následovalo samotné modelování v programu NX Siemens. Jelikož výchozí modely byly ve formátu .prt, bylo nutné nejdříve tento formát převést do formátu Autodesk (fbx), aby mohl být následně importován do Unity3D. Proto bylo zapotřebí modely otevřít například v programu 3 DS MAX od Autodesku a následně vyexportovat do formátu .fbx. Modely v tomto formátu jsou již kompatibilní s programem Unity3D.

8.7 Umístování modelů do scény

Po nastavení různých vlastností scény a ovladačů, bylo možné přistoupit k jednotlivému umístování jednotlivých modelů do scény. Nejdříve byly tažením myši vytvořené modely stendu ve formátu .fdx přetaženy do okna *Project*. Jednalo se o tři modely, které byly použity při samotném tréninku montáže: Stend, obruba a horní tyčka. Model stolu, na kterém bude probíhat samotná montáž, byl vybrán z několika modelů z webových stránek <https://3dwarehouse.sketchup.com> a následně stažen. Po naimportování do scény byl umístěn do výchozí pozice a byl v okně *Project* vytvořen materiál, kterým byl model stolu obarven. Aby modely stendu při kontaktu s montážním stolem nepropadávali, tak bylo nutné vytvořit takzvaný *Box Colinder*. Tento skript vytváří jakési hranice, které simulují kolize, mezi objekty. *Box Colinder* se přidává v okně *Inspector* → *Add Component* → *Box Colinder*. Po té co je

připnut k modelu, je nutné upravit jeho velikost a tvar pomocí tlačítka *Editovat* v okně *Inspector*. *Box Colinder* byl vytvářen tak, aby kopíroval desku tohoto stolu.

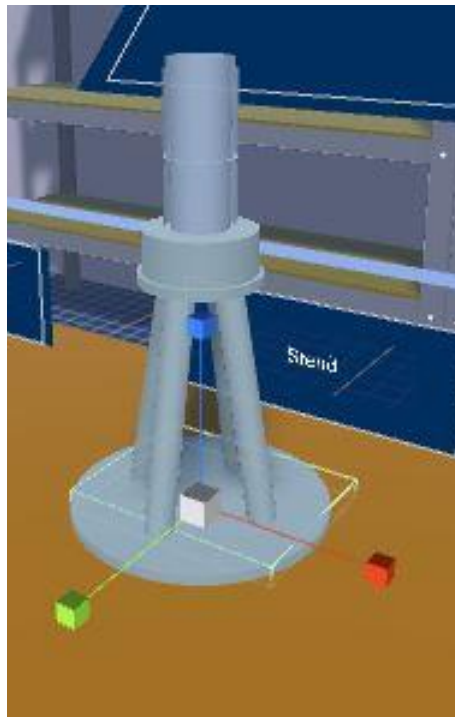
Při vkládání modelů stendu bylo nutné promyslet, jaké vlastnosti by tyto modely měli mít, aby co nejvíce korespondovali s realitou. Proto bylo nutné těmto modelům přidávat takzvané fyzikální vlastnosti. Bylo vyžadováno, aby modely nikde po prostoru nelétaly, měli kolize s ostatními objekty a byli uchopitelné. Toho bylo docíleno díky skriptům, které jsou popsány níže.

Montážní postup byl určen následovně: Na statický stand je neprve nasazena obruba a poté do obruby je nasazena horní tyčka chlazení pohonu regulačních tyčí.

8.7.1 Model stendu

Po vložení samotného modelu (*Stend_final*) do scény, je upravena jeho poloha pomocí směrových šipek, které se aktivují v levém horním rohu obrazovky. Pomocí těchto šipek je možné daný model posouvat ve 3 směrech libovolně v prostotu. Model stendu je umístěn na prostředek pracovního stolu před popisek s textem *Stend*. Dalším krokem je přidávání fyzikálních vlastností. Aby tento model nelevitoval volně v prostoru, je nutné použít komponentu s názvem *RigidBody*. Tu je možné přidat po vybrání objektu *Stend_final* v okně *Hierarchy* a následně v okně *Inspector* → *Add Component* → *Rigidbody*. Zde je zaškrtnuto políčko *Use Gravity*, takže daný model se chová jako by na něj působila gravitace.

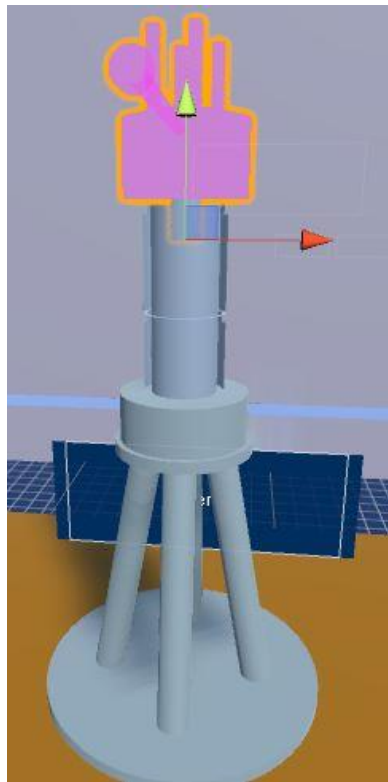
Pokud by byla následně spuštěna scéna, tak by tento model propadl podlahou. Z toho důvodu je nutné přidat tomuto objektu kolizní body. Ty se přiřadí pomocí komponenty *BoxColinder*. Nejdříve je ale nutné vytvořit prázdný objekt v objektu *Stend_final*, který je pojmenován *Colinder* a do něj je v okně *Inspector* vložen *Box Colinder*. Objektu *Colinder* poté upravíme velikost tak, aby zhruba odpovídal spodní části modelu stendu. Velikost můžeme měnit pomocí táhel přímo u objektu, které aktivujeme v levém horní rohu po zmáčknutí příslušného tlačítka, popřípadě po kliknutí na tlačítko *Edit Colinder* v okně *Inspector*. Tyto *Colindery* je možné následně rozkopírovat a rozmístit rovnoměrně po obvodu. Tím budou simulována silueta modelu i kolizemi.



Obr. 36 Ukázka možnosti úpravy velikosti Box Colinderu

Dalším krokem je přiřazení skriptů umožňující interakci s modelem. U objektu *Stend_final* v okně *Inspector* přidáme skripty *Interactable Object*, *Track Object Grab Attach* a *Swap Controller Grab Action*. Následně je možné s modelem pohybovat pomocí ovladačů.

Pro skládní jednotlivých komponent dohromady je potřeba použít objekt *SnapDropZone*. Ten se nalézá v okně *Project* a je možného ho vyhledat pomocí vyhledávacího řádku v tomto okně. Tento objekt následně přesuneme tažením do objektu *Stend_final*, čímž z něho udělá „dítě“ modelu stendu. Jelikož se bude na model stendu umisťoval model obruby, tak je do objektu *SnapDropZone* v okně *Inspector* přetáhnut model obruby (*obruba_fbx1*) a následně vložen do okénka *Highlight Object Prefab*. Tím se zobrazí obrys obruby, který musíme následně pomocí položky *Rotation* v okně *Inspector* srovnat do ideální polohy. Tento obrys je následně nutné umístit na vrchol stendu pomocí šipek.



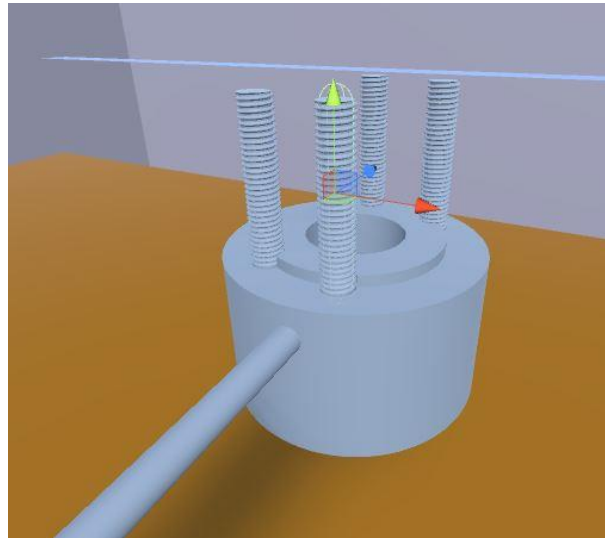
Obr. 37 Umístování Drop zóny na standu

Objekt *SnapDropZone* funguje tak, že má přednastavený kruhový colinder box, který slouží jako detekce umístění předdefinovaného modelu, v tomto případě obruby. Pokud tedy *Colinder Box* objektu *SnapDropZone* zaregistruje obrys obruby, tak se zobrazí obrys jejího přesného umístění a po puštění obruby ovladačem se automaticky usadí na definované místo. Aby byla montáž co možná nejreálnější, je potřeba tento colinder box co nejvíce zmenšit, aby uživatel pokud možno umístil obrubu co nejbližší požadovanému místu, než se aktivuje *SnapDropZone* a bude moci obrubu umístit. *Colinder Box* je možné upravovat v okně *Inspector*, pomocí tlačítka *Edit Colinder*. V okně *Inspector* pod názvem *Hightlight Color* je možné nastavit barvu obrysu modelu, který se zobrazí při přiblížení ke *ColinderBoxu* této drop zóny.

8.7.2 Model obruby

Model obruby je pojmenován, jak bylo zmíněno výše, *obruba_fbx1*. Po přetažení do scény je umístěna na pracovní stůl vlevo před popisek *Obruba*. Dále je nutné přiřadit fyzikálních vlastností jako u modelu standu. Nejprve je přidána komponenta *Rigidbody*, která zajistí, aby na model obruby působila gravitace. Následně je nutné modelu přiřadit sérii *Colinder Boxů*, které zajistí kolize modelu s ostatními objekty ve scéně. Je potřeba vytvořit prázdný objekt pod položkou *obruba_fbx1*, ten je pojmenován *Colinder* a v okně *Inspector* je přidán skript *Box Colinder*. Objekt *Colinder* je změněn na požadovanou velikost a po duplikaci jsou jednotlivé *Colindery* rozmístěny po obvodu modelu, aby bylo docíleno požadovaných vlastností. Pro zjednodušení je vytvořen nový prázdný objekt s názvem *Capsule*. Do něj je vložen skript

pomocí *Add Component* → *Capsule Colinder*. Tento druh colinderu má na rozdíl od *Box Colinderu*, který má tvar krychle, tvar jakési kapsule (tvar připomínající doutník). Tento druh colinderu použijeme na umístění na vrchní šrouby a přední trubičku, která vede kolmo na osu obruby. Na rozmístění colinderů také závisí případné úchopy tohoto modelu. Model je možné uchopit pouze tam, kde se nachází rozmístěné colindery.



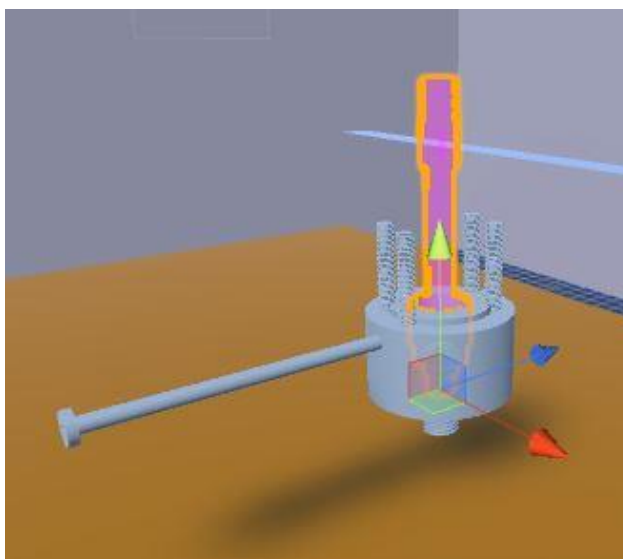
Obr. 38 Umisťování Capsule Colinderu na šroub obruby

Následně je zapotřebí přiřadit modelu skripty, které umožní uživateli s obrubou manipulovat prostřednictvím ovladačů. V okně *Inspector* se přidají skripty *Interactable Object*, *Track Object Grab Attach* a *Swap Controller Grab Action*. Díky těmto skriptům je možné model uchopit za jakékoliv místo, kde je umístěn nějaký colinder. Pro větší transparentnost je přidán skript *Interact Object Highliner* díky němuž se celá součást zabarví na přednastavenou barvu vždy, když se uživatel přiblíží ovladačem k tomuto modelu. Tento model je možné uchopit vždy, když se tento model zabarví předem nedefinovanou barvou.



Obr. 39 Ukázka interakce modelu s ovladačem

Na model obruby je při montáži umístěn model horní tyčky, jenž byl pojmenován *tycka_fbx1*. Stejně jako u modelu stendu, je pro sestavení použit objekt *SnapDropZone*, který najdeme v okně *Project*. Ten následně tažením přetáhneme na model *obruba_fbx1*, kde se tak vytvoří „dítě“ tohoto modelu. Jelikož se do obruby v rámci montáže umísťuje tyčka, tak je do objektu *SnapDropZone* v okně *Inspector* přetáhnut model této tyčky (*tycka_fbx1*) a následně vložen do okénka *Highlight Object Prefab*. Díky tomu se zobrazí obrys tyčky, který je dále nutné vhodně natočit a umístit do otvoru v horní části obruby. Dále je stejně jako u modelu stendu změnit velikost a polohu colinder boxu, který aktivuje usazení tyčky. Je vhodné tuto detekční zónu umístit co nejnižší do otvoru, aby musel uživatel tyčku umístit pokud možno co nejbližší poloze vložení.

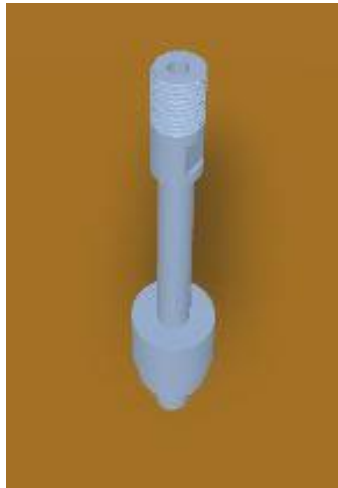


Obr. 40 Umisťování drop zóny na model obruby

8.7.3 Model horní tyčky

U modelu tyčky je postupováno podobně jako v případě stendu a obruby. Model byl nazván *tycka_fbx1* a byl umístěn na pravou stranu stolu před popisek Tyčka. Fyzikální vlastnosti modelu jsou opět zajištěny pomocí skriptu *Rigidbody*, jenž umožní působení přitažlivých sil na tento model. Pro zajištění kolizí s ostatními objekty je nutné na obrysu tyčky vytvořit colinder. V případě tyčky byl použit colinder typu kapsule (*Add Component* → *Capsule colinder*). Tvar této kapsule celkem dobře kopíruje vnější tvar tohoto modelu a je proto více než vhodný.

Nezbytností je stejně jako u předchozích modelů přidat skripty, které umožní s tímto modelem manipulovat prostřednictvím ovladačů. Stejným způsobem se přidávají skripty *Interactable Object*, *Track Object Grab Attach* a *Swap Controller Grab Action*. Stejně jako u modelu obruby je přidán skript *Interact Object Highlighter*, který celý model zbarví, pokud je možné jeho uchopení.



Obr. 41 Model tyčky

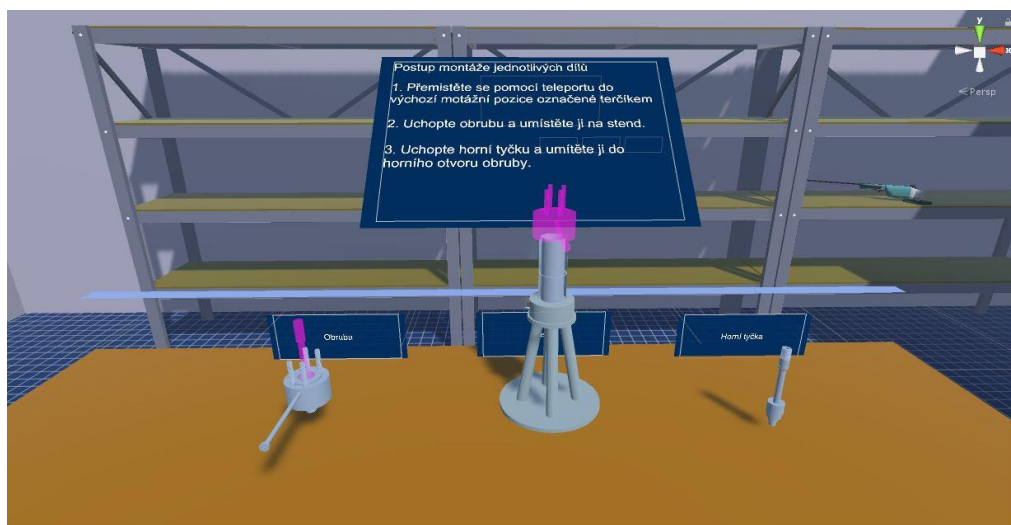
8.7.4 Ostatní modely

Výstupem této aplikace je uživatelské prostředí virtuální reality, ve kterém je možné trénovat sestavování komponent či sestav. Pro vytvoření uživatelsky příjemnějšího prostředí bylo ještě staženo několik modelů ze stránky <https://3dwarehouse.sketchup.com>, díky nimž by měla příslušná „školicí místnost“ nabýt na autentičnosti. Tyto modely byly vloženy do scény a rozmístěny tak, aby navozovaly dojem montážní dílny pomocí směrových šipek.

Nezbytnou součástí také bylo vytvoření zdí celé virtuální místnosti. Ty jsou vytvořeny pomocí objektu *Cube*. U těchto krychlí jsou následně upraveny velikosti v sekci *Inspector* tak, aby připomínaly svým tvarem zdi. Po té jsou přemístěny skrze směrové šipky do výchozích poloh, aby tak zde vytvořily uzavřenou místnost. Dále byl vytvořen materiál *wall* v okně *Project* s příslušnou barvou a byly jimi tyto zdi obarveny.

8.8 Montážní postup

Po spuštění aplikace se uživatel ocitne uprostřed virtuální místnosti. Před sebou má stůl, na němž jsou tři součásti stendu, které má za úkol poskládat dohromady v určeném pořadí. Návod, jak má uživatel postupovat je zobrazen nad daným pracovním stolem.



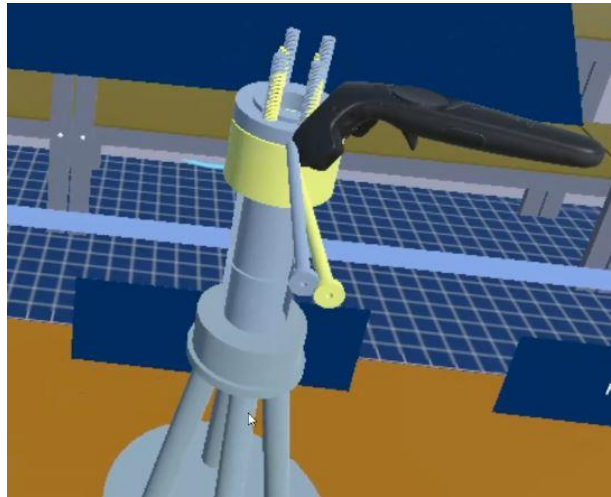
Obr. 42 Pohled na pracovní stůl ve scéně

8.8.1 Teleportování

Prvním úkonem, který musí pracovník vykonat je teleportace. Prostřednictvím teleportu se může daný uživatel volně pohybovat po místnosti. Po stisknutí tlačítka Touchpadu (horní kulaté tlačítko) na ovladači, se objeví laserový paprsek, který určuje svým koncem bod, do něhož má být proveden skok. Pokud má paprsek barvu zelenou, je možné skok na zvolené místo provést. Je-li barva paprsku naopak červená, tak se do tohoto místa přenést nelze. Tento stav může nastat, pokud teleportační paprsek míří například na nějaký objekt ve scéně, či na zeď. V tom případě je potřeba změnit cílový bod teleportace. Přesunování je výlučně možné jen v oblasti podlahy. Teleportovat se například na montážní stůl není umožněno. Před pracovním stolem je umístěn teleportační bod, ze kterého je možné vykonávat samotnou montáž. Skok do tohoto místa se provede tak, že je opět tlačítkem aktivován teleport, následně se zamíří terčíkem na zmíněný teleportační bod a pustí se tlačítko teleportace. Provede se skok, po kterém je uživatel v ideální vzdálenosti od stolu a může začít se samotnou montáží. Možnost teleportování je umožněna proto, že pokud by uživatel upustil jednu ze součástí na zem, tak by se mohlo stát, že na ni nedosáhne a nemohl by tak dále pokračovat v montáži.

8.8.2 Vložení obruby na stand

Po přesunu na výchozí montážní místo, má uživatel před sebou na stole tři již zmíněné součástky stendu. Kroky jednotlivého montážního postupu jsou popsány na informační tabulce, která je umístěna nad stolem. Při samotné montáži má uživatel za úkol nejprve uchopit obrubu. Tu je možné uchopit po přiblížení ovladače k modelu a následně zbarvení tohoto modelu do žluta. Stisknutím bočního uchopovacího tlačítka na ovladači se objekt uchopí. S obrubou je možné volně manipulovat. Po jejím obvodu a na všech výstupech z ní jsou vhodně umístěné colindery, za které je možné obrubu uchopit. Má tedy podobné vlastnosti jako obruba ve skutečnosti. Je možné si obrubu předávat z ruky do ruky (z ovladače do ovladače), popřípadě může být položena a chycena jinak, aby to co nejvíce vyhovovalo ergonomii úchopu uživatele.

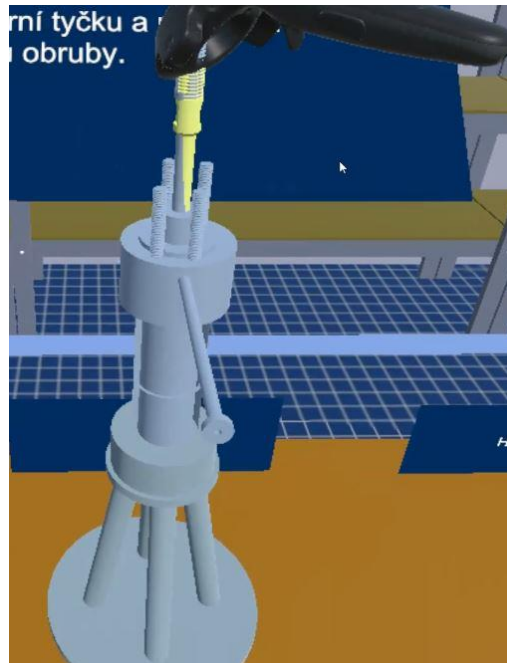


Obr. 43 Vkládání obruby na stend

Následně po úchopu je přenesena do otvoru trubky na horní části stendu, který stojí uprostřed stolu. Umisťuje se šroubením, nacházejícím se v ose obruby, směrem dolů. Aby bylo možné obrubu usadit, tak je nutné se s tímto modelem co nejvíce přiblížit otvoru trubky stendu směrem od shora. Pokud se obruba přiblíží dostatečně blízko konečné poloze obruby na stendu, tak se objeví obrys této součásti v přesně smontované poloze. To je způsobeno tím, že byla zaznamenána kolize mezi *Box colinderem* v objektu *SnapDropZone* umístěného na stendu a tělesem obruby. Po puštění se uchopovací tlačítka se obruba usadí na vršku stendu.

8.8.3 Vložení horní tyčky do obruby

Montáž pokračuje vložení horní tyčky do vrchního otvoru na obrubě, která byla již uložena na stendu. Nejprve je nutné uchopit tyčku, která se nachází na pravé straně stolu a je popsána popiskem. Při přiblížení ovladače k modelu tyčky se obrys tohoto modelu zbarví do žluta. Což je indikace toho, že je možné za pomoci uchopovacího tlačítka na ovladači tuto součástku uchopit. Tyčku je možné libovolně uchopovat tak, aby uchopovací poloha co nejvíce vyhovovala uživateli při manipulaci a následném ukládání do otvoru na obrubě. Pokud se obrys modelu tyčky dostatečně přiblíží do konečné smontované pozice, tak se objeví příslušný obrys tyčky. Ten signalizuje, že model tyčky je v relativní vzdálenosti od smontované pozice a po puštění tyčky se tento model usadí na smontovanou pozici v horním otvoru obruby. Po montáži je možné stend rozebrat opačným způsobem než byl složen a montáž je možné zopakovat.



Obr. 44 Vkládání horní tyčky do otvoru na obrubě

Pokud by se stalo, že by si uživatel spletl montážní postup a snažil se tyčku umístit na stend, tak se po přiblížení na místo, kde má být umístěna obruba objeví obrys právě zmíněné obruby. To má za úkol uživateli připomenout, jaký díl nadané místo správně patří.

8.9 Další možnosti interakce s virtuálním prostředím

Pro interakci s virtuálním prostředím byly od začátku vývoje aplikace používány ovladače (HTC Vive Controller) náhlavního displeje HTC Vive. Během „komunikace“ s virtuálním prostředím uživatel pohybuje těmito ovladači, které drží fyzicky v ruce. Pokud se chce nějaký předmět uchopit, popřípadě se přemístit, je nutné zmáčknout příslušné tlačítko na ovladači. Tyto ovladače lze nahradit i jinou technologií.

8.9.1 Datové rukavice

Asi jako nejpřirozenější a nejlepší náhrada klasických ovladačů jsou takzvané datové rukavice. Tyto rukavice jsou obvykle vybaveny trackerem, popřípadě trackery, které přesně definují pozici rukavice (ruky) v prostoru. Umožňuje dále snímání jednotlivých prstů, takže uchopování předmětů ve virtuální realitě je přirozené, tedy semknutí předmětu prsty. Pokud by byly rukavice vybaveny vibračními motůrkami, lze pomocí vibrací simulovat hmatovou odezvu na semknutý předmět. Nevýhodou tohoto řešení je složitější vyvolávání paprsku teleportingu, nebo vyvolávání menu, které ukončuje, popřípadě nabízí jiné možnosti virtuálního prostředí. Tyto volby lze řešit speciálními gesty, popřípadě natočením ruky, avšak mohlo by se u některých uživatelů stávat, že si budou tyto nabídky neopatrným pohybem ruky vyvolávat omylem.

K testování aplikace byly od zadavatele této práce poskytnuty rukavice Senso Glove. Avšak i přes veškerou snahu se tyto rukavice nepovedlo připojit do prostředí Unity3D a tak nemohly být bohužel otestovány.

8.9.2 Leap Motion

Leap Motion je malé zařízení, které se připevní přímo na náhlavní displej a následně snímá pohyb rukou, který se převádí do virtuálního prostředí. Pro samotnou interakci tedy používá samotné ruce uživatele. Uchopování předmětů je přirozené jako u datových rukavic. Nevýhodou tohoto systému však je, že není zajištěna žádná odezva od uchopeného předmětu. Uživatel tedy uchopuje předměty „na prázdno“ a to působí poměrně nepřírodně. Dále je poměrně velkým omezením velikost pole, které snímá pohyb rukou. Pokud má uživatel ruce mimo snímané pole, tak může například držený předmět upustit. To může působit problémy, pokud by se chtěl například uživatel ve virtuálním prostředí rozhlédnout a při tom ztratil ruce ze svého zorného pole. Na toto omezení by bylo nutné si zvyknout a také upravit aplikaci tak, aby například při ztrátě neseného předmětu se tento předmět vrátil na své výchozí místo, například na montážní stůl. Bylo by tak zamezeno ztrátě dané součástky v prostoru a následnému vynucenému restartu aplikace.

8.9.3 Návrh a validace řešení

Ve finální aplikaci byly pro interakci ve virtuálním prostředí vybrány ovladače HTC Vive. Toto řešení bylo podrobeno tzv. dvoufázovým testováním. V první fázi probíhalo testování na lidech, kteří neměli do té doby s virtuální realitou žádné zkušenosti. Posloužilo jako zdroj cenných poznatků, které vedli k vyladění celé aplikace. Nejzásadnější problém, se kterým se testovaní lidé potýkali, bylo to, že při pohybu ve virtuálním prostředí velice těžko našli (určili si teleportačním paprskem) vhodnou pozici pro samotnou montáž. Svou pozici museli neustále korigovat drobnými posunutími v prostoru. Z toho důvodu, byl do aplikace přidán tzv. *Port s přesným určením místa* (viz kapitola 7.3.2.). Při přesunu na toto místo je zaručená vhodná pozice, ze které je možné celou montáž provést, aniž by bylo nutné svou polohu korigovat.

Ve druhé fázi byla aplikace testována expertem ze Škoda JS, a.s. Toto testování se zaměřovalo na jednotlivé nastavování modelů a kalibrace montáže. Aplikace byla schválena a doporučena na další fázi testování, které mělo proběhnout, po dílčích úpravách vzhledu prostředí, na montážních dělnicích. Avšak z důvodu pandemie koronaviru se toto testování neuskutečnilo.

Bohužel kvůli koronakrizi nedošlo na další testování a dodatečné upravení aplikace. Před uvedením do praxe je nutné prostředí graficky doladit podle přání zadavatele. Jedná se například o vložení modelů regálů, různých nástrojů a spotřebičů, jejichž CAD modely měly být zadavatelem dodány. Tyto modely by následně zlepšily autentičnost celého virtuálního tréninku. Avšak i přes všechna tato omezení, byla aplikace shledána jako vyhovující.

8.10 Sestavení aplikace

Odzkoušenou a odladěnou aplikaci je nutné převést do volně spustitelného formátu, který by nevyžadoval spuštění samotného programu Unity3D, ale pouze výsledné aplikace. Proto se provádí tzv. build aplikace (sestavení aplikace). V Nástrojové liště klikneme na *File* → *Build Settings*. Zobrazí se okno, ve kterém se zvolí požadovaná platforma, ve které bude aplikace spouštěna. Následně se klikne na tlačítko *Build*, zadá se pojmenování aplikace a zvolí se její místo uložení. Tímto krokem se vytvoří aplikace formátu exe, kterou je možné spustit pouhým otevřením daného souboru. Služba Steam VR se spouští automaticky při otevření aplikace.

8.11 Problémy při vytváření virtuální montáže

Tvorba virtuální montáže se neobešla bez problémů. Prvotním problémem byla kompatibilita jednotlivých softwarů a do nich naimportovaných knihoven. Bylo nutné najít takové verze Unity3D, VRTK a SteamVR pluginu, aby vůbec fungovali tak správně. Pokud by byly použity nejnovější verze těchto programů, tak by nebylo možné tuto aplikaci vytvořit. Nakonec po hledání informací na internetu a po konzultaci se zadavatelem projektu byla zvolena verze Unity 2017.3.0f3 v kombinaci s VRTK verze 3.3 a SteamVR pluginem verze 1.2.3.

Dalším problémem bylo používání headsetu HTC Vive jako takového. Při testování a ladění montáže, bylo nutné headset nasazovat a neustále sundávat. Což po delší době užívání vyvolávalo pocity nevolnosti. To bylo také spojeno s nastavením vzdálenosti čoček, které nemusí být vždy ideální. Proto musely být vytvářeny dostatečně dlouhé pauzy, aby byl tento problém eliminován. Při používání aplikace bude muset být čas strávený v tomto prostředí také regulován, jelikož každá osoba snáší pobyt ve virtuální realitě odlišným způsobem.

9. Závěr

Výstupem této práce je aplikace, která je funkční na platformě Windows. Pro spuštění je nutné mít k počítači připojený náhlavní displej HTC Vive, popřípadě HTC Vive Pro, jenž byl na této aplikaci taktéž otestován..

Jedním z cílů bylo, aby aplikace nebyla příliš náročná pro uživatele, kteří budou v kontaktu s virtuální realitou poprvé. Proto byla také testována na několika dobrovolnících, kteří se nikdy před tím s virtuální realitou nesetkali. Byl jim vysvětlen základní pohyb a rozložení ovládacích tlačítek na ovladačích a následně jim byla spuštěna aplikace. Po krátkém zorientování se všem podařilo úspěšně složit a znovu rozebrat celou sestavu.

Tato aplikace by měla sloužit jako tréninková pomůcka ve firmě Škoda JS, a.s. pro zaškolování nových montážních pracovníků, popřípadě pro trénink těch stávajících. V aplikaci by bylo možné zaměřovat jednotlivé modely a vytvořit tak virtuální trénink pro jednotlivé díly či sestavy. V aplikaci by bylo také např. možné testování různých typů montážních postupů, nebo rozvržení montážních pracovišť a tím je co nejvíce optimalizovat pro reálné pracovníky. Bylo plánováno testování aplikace přímo na montážních pracovnících, ale bohužel ke vztahu k pandemii se neuskutečnilo.

Původním záměrem bylo importování 3D modelů pomocí skenování. To proto, že firma zadavatele má několik poměrně složitých součástí, ke kterým nejsou k dispozici použitelné CAD modely. Bohužel možnosti této technologie jsou stále ještě omezené a v případě součástí, která byla pro tuto práci k dispozici, nefungovala zcela optimálně. Současné programy na skenování a fotogrammetrii si ještě nedokáží poradit s lesklými, popřípadě bíle zbarvenými plochami.

Další vylepšení aplikace by bylo možné nahrazením standartních ovladačů náhlavního displeje HTC Vive (HTC Vive Pro) jiným, uživatelsky přirozenějším typem. Jednou z možností je již zmiňovaná technologie Leap Motion. Nedostatky tohoto systému však jsou v malém zorném poli snímající ruce, na které by si většina uživatelů dlouho zvykala. Nevýhodou může být také to, že zadavatel si přál bezdrátové řešení, jelikož samotný náhlavní displej vlastní v bezdrátové verzi. Leap Motion je připojen k počítači pomocí kabelu, takže by bylo nutné nalézt vhodné bezdrátové řešení.

Dle názoru autora, se jako nejlepší volba náhrady za ovladače jeví vhodné datové rukavice. Jelikož jsou bezdrátové a pokud by byly vybavené vibračními motorky, tak by byla zajištěna i příslušná odezva od virtuálních předmětů. Bohužel nám poskytnutý typ rukavic se nepodařilo zprovoznit, tudíž nemohlo být toto řešení reálně otestováno.

Příloha

Obsah přiloženého CD:

Virtuální montáž-ukázka.mp4 – videozáznam virtuální montáže

Montaz.rar – Aplikace virtuální montáže

Bibliografie

- [1] Hořejší, Petr., Görner, Tomáš., Virtuální realita v prostředí DP, e book. Plzeň: SmartMotion, 2013. ISBN 978-80-87539-22-4
- [2] Lavieri, Edward. Getting Started with Unity 5, Packt Publishing, 2015. ISBN 9781784395636
- [3] LaValle, Steven M., Virtual Reality, Cambridge University Press (2017)
- [4] Virtual Reality, Wikipedia (2018), [Online; Citace: 26. 10. 2018]
URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_reality
- [5] Sandee LaMotte, CNN, The very real health dangers of VR (2017), [Online; Citace: 01. 11. 2018]
URL: <https://edition.cnn.com/2017/12/13/health/virtual-reality-vr-dangers-safety/index.html>
- [6] Application Of Virtual Reality, Virtual Reality Society (2018), [Online; Citace: 01. 11. 2018]
URL: <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality-applications/>
- [7] Petřík, J.: Virtuální realita pod lupou: cizí svět na dosah (2016), [Online; Citace: 26. 10. 2018].
URL: <https://doupe.zive.cz/clanek/virtualni-realita-pod-lupou-cizi-svet-na-dosah>
- [8] Petr Mareček, Virtuální simulace výroby aneb Digitální továrna (2006), [Online, Citace: 1. 11. 2018]
URL: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/virtualni-simulace-vyroby-aneb-digitalni-tovarna.htm>
- [9] Vive pro, Vive (2018) [Online; Citace: 8. 11. 2018]
URL: <https://www.vive.com/us/product/vive-pro/>
- [10] HTC Vive, Wikipedia (2018), [Online; Citace 8. 11. 2018]
URL: https://en.wikipedia.org/wiki/HTC_Vive
- [11] SteamVR – Everything you need to know (2015), [Online; Citace: 10. 11. 2018]
URL: <https://www.pcgamer.com/steamvr-everything-you-need-to-know/>
- [12] SteamVR, Xinreality (2018), [Online; Citace: 10. 11. 2018]
URL: <https://xinreality.com/wiki/SteamVR>
- [13] SteamVR Developers, Steam (2018), [Online; Citace: 10. 11. 2018]

URL: https://support.steampowered.com/kb_article.php?ref=1131-WSFG-3320

[14] Steam PC Café Program, Steam (2018), [Online; Citace: 10. 11. 2018]

URL: https://support.steampowered.com/kb_article.php?ref=3303-QWRC-3436

[15] OpenVR SDK, Github (2018), [Online; Citace: 10. 11. 2018]

URL: <https://github.com/ValveSoftware/openvr>

[16] VRTK, Vrtoolkit (2018), [Online; Citace: 10. 11. 2018]

URL: <https://vrtoolkit.readme.io/>

[17] Bill Roth, Ford Shows How Virtual Reality Will Change Our Lives (2017), [Online; Citace: 15. 11. 2018]

URL: <https://www.triplepundit.com/2017/01/ford-virtual-reality/>

[18] Virtuální realita? Ve ŠKODA AUTO běžný pracovní nástroj, Škoda (2018), [Online; Citace: 15. 11. 2018]

URL: <https://skoda-it.cz/cs/virtualni-realita-ve-skoda-auto-bezny-nastroj/>

[19] Michal Mjartan, Vladimír Bronis, Virtuální realita přináší nové možnosti pro zaškolování i proškolení zaměstnanců, SystemOnLine (2018), [Online; Citace: 15. 11. 2018]

URL: <https://www.systemonline.cz/clanky/virtualni-realita-prinasi-nove-moznosti-zaskolovani.htm>

[20] Honeywell Introduces AR/VR Simulator To Train The Industrial Workforce And Help Close Skills Gap, Honeywell (2018), [Online; Citace: 20. 11. 2018]

URL: <https://www.honeywell.com/newsroom/pressreleases/2018/02/honeywell-introduces-arvr-simulator-to-train-the-industrial-workforce-and-help-close-skills-gap>

[21] HTC Vive Controller, VR Bound (2018), [Online; Citace: 21. 11. 2018]

URL: <https://www.vrbound.com/accessories/htc/vive-controller>

[22] Tomáš Holčík, HTC Vice Tracker vyrobí z čehokoliv VR ovladač (2017), [Online; Citace: 22. 11. 2018]

URL: <https://www.zive.cz/bleskovky/htc-vive-tracker-vyrobi-z-cehokoliv-vr-ovladac/sc-4-a-185500/default.aspx>

[23] Senso Glove, Senso (2018), [Online; Citace: 24. 11. 2018]

URL: <https://senso.me/>

[24] Matt Brown, SteamVR vs Viveport: Which one is for you? (2017), [Online; Citace: 10. 11. 2018]

URL: <https://www.vrheads.com/steamvr-vs-viveport>

[25] Virtual Assembling Training – Volkswagen VR, YouTube (2016), [Online; Citace: 20. 11. 2018]

URL: <https://www.youtube.com/watch?v=EwL-40l44QA>

[26] Engine Assembly Training in Virtual Reality, YouTube (2018), [Online; Citace: 21. 11. 2018]

URL: <https://www.youtube.com/watch?v=NgzRRh9MIG8>

[27] Steam VR Support, Steam (2018), [Online; Citace: 5. 12. 2018]

URL: https://support.steampowered.com/kb_article.php?ref=2001-UXCM-4439#headset-install

[28] VR Jet Engine Assembly Trainer, YouTube (2018), [Online; Citace: 21. 11. 2018]

URL: <https://www.youtube.com/watch?v=jxSI5pKEPcM>

[29] Getting Started With Steam VR, YouTube (2017), [Online; Citace: 5. 12. 2018]

URL: <https://www.youtube.com/watch?v=tyFV9oBReqq>

[30] Leap Motion Technology, Leap Motion (2018), [Online; Citace: 27. 11. 2018]

URL: <https://www.leapmotion.com/technology/>

[31] Unity, Unity Technologies (2018), [Online; Citace 10. 11. 2018]

URL: <https://unity3d.com/>

[32] Alexander Pinker, VR Healthcare: Virtual Reality in Medicine (2018), [Online, Citace: 26. 10. 2018]

URL: <https://medialist.info/en/2018/01/26/vr-healthcare-virtual-reality-in-medicine/>

[33] F16 flight simulator in Prague, Activeczech (2018), [Online; Citace: 26. 10. 2018]

URL: <https://www.activeczech.com/f16-flight-simulator>

[34] Virtual Reality Industrial Applications, Esi Group (2018), [Online; Citace: 26. 10. 2018]

URL: <https://www.esi-group.com/software-solutions/virtual-reality/virtual-reality-industrial-applications/software-solutions/virtual-reality/virtual-reality-industrial-applications>

[35] Jazib Kaleem, Updating VR for Manufacturing, Engineering.com (2017), [Online; Citace: 1. 11. 2018]

URL: <https://www.engineering.com/AdvancedManufacturing/ArticleID/14228/Updating-VR-for-Manufacturing.aspx>

[36] VVER, Wikipedia (2019), [Online; Citace 3. 4. 2019]

URL: <https://cs.wikipedia.org/wiki/VVER>

[37] Mikolas Zuza, Fotogrammetrie 2 – 3D skenování jednodušší než kdy dřív! (2018), [Online; Citace 2. 4. 2019]

URL: <https://josefprusa.cz/fotogrammetrie-2-3d-skenovani-jednodussi-nez-kdy-driv/>

[38] Shiratuddin, Mohd Fairuz & Zulkifli, Abdul Nasir (2001), Virtual Reality in Manufacturing, [Online; Citace: 25. 10. 2018].

URL: https://www.researchgate.net/publication/228875829_Virtual_Reality_in_Manufacturin_g

[39] Application of VR, Wikipedia (2018) [Online; Citace: 1. 11. 2018]

URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Applications_of_VR

[40] Linowes, Jonathan, Unity Virtual Reality Projects. Packt Publishing, 2015. ISBN 978-1783988556