

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T007 Průmyslové inženýrství a management

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Trénink ve virtuální realitě

Autor: **Bc. Miroslav CIGLER**

Vedoucí práce: **Ing. Petr HOŘEJŠÍ, Ph.D.**

Akademický rok 2017/2018

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Miroslav CIGLER**

Osobní číslo: **S16N0024P**

Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**

Studijní obor: **Průmyslové inženýrství a management**

Název tématu: **Trénink ve virtuální realitě**

Zadávací katedra: **Katedra průmyslového inženýrství a managementu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Úvod
2. Analýza současného stavu
3. Realizace virtuálního tréninku
4. Zhodnocení realizace
5. Závěr

Rozsah grafických prací: 0 výkresů
Rozsah kvalifikační práce: 50 - 70 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

1. GÖRNER, T., HOŘEJŠÍ, P., KURKIN, O. *Virtuální realita a DP, e book*. Plzeň: SmartMotion, 2012. ISBN 978-80-87539-07-1
2. BLACKMAN, S. *Beginning 3D Game Development with Unity 4*. New York: Springer Science+Business Media, 2013. ISBN 978-1-4302-3422-7
3. LINOWES, J. *Unity Virtual Reality Projects*. Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2015. ISBN 978-1-178398-855-6
4. LAVIERI, E. *Getting Started with Unity 5*. Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2015. ISBN 978-1-78439-831-6

Vedoucí diplomové práce: Ing. Petr Hořejší, Ph.D.
Katedra průmyslového inženýrství a managementu
Konzultant diplomové práce: Ing. Sergo Martirosov
Regionální technologický institut
Datum zadání diplomové práce: 20. září 2017
Termín odevzdání diplomové práce: 21. května 2018



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan



Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 20. září 2017

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....

podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu práce p. Ing. Petru Hořejšímu, Ph.D. jednak při výběru tohoto tématu a také za cenné rady a připomínky v průběhu tvorby této diplomové práce. A dále bych rád poděkoval Ing. Sergu Martirosovi za pomoc při tvorbě praktické části této práce.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Cigler	Jméno Miroslav	
STUDIJNÍ OBOR	2301T007, „Průmyslové inženýrství a management“		
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Hořejší, Ph.D.	Jméno Petr	
PRACOVISŤE	ZČU – FST – KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Trénink ve virtuální realitě		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2018
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	69	TEXTOVÁ ČÁST	67	GRAFICKÁ ČÁST	2
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Tato práce obsahuje popis virtuální reality a možnosti virtuální tréninků. Další část je věnována vytvoření virtuálního tréninku ve virtuální realitě. Tento trénink je založen na montáži vodovodního odpadního sifonu.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	Virtuální realita, virtuální trénink, počítačová simulace, Unity, sifon, montáž

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Cigler	Name Miroslav	
FIELD OF STUDY	2301T007“Industrial Engineering and Management“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Hořejší. Ph.D.	Name Petr	
INSTITUTION	ZČU – FST – KPV		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Training in Virtual Reality		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KPV	SUBMITTED IN	2018
----------------	---------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	69	TEXT PART	67	GRAPHICAL PART	2
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	This thesis dissert contains a description of virtual reality and virtual training possibilities. The next part is devoted to the creation of virtual training in virtual reality. This training is based on the installation of a water drain trap. computer simulation.
KEY WORDS	Virtual reality, virtual training, computer simulation, Unity, siphon, assembly

Obsah

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	10
ÚVOD	11
1 VIRTUÁLNÍ REALITA.....	12
1.1 VYMEZENÍ POJMU VIRTUÁLNÍ REALITY	12
1.2 STUPNĚ VIRTUÁLNÍ REALITY	12
1.3 VYUŽITÍ VIRTUÁLNÍ REALITY	13
2 VIRTUÁLNÍ TRÉNINK.....	15
2.1 VYUŽITÍ VIRTUÁLNÍ REALITY V ODVĚTVÍCH	16
2.1.1 <i>Fitness</i>	16
2.1.2 <i>Extrémní sporty</i>	16
2.1.3 <i>Zdravotnictví</i>	16
2.1.4 <i>Umění</i>	17
2.1.5 <i>Trénink astronautů s pomocí virtuální reality (NASA)</i>	17
2.1.6 <i>Virtuální realita pro výcvik malých bojových jednotek</i>	18
2.2 VIRTUÁLNÍ REALITA V PRŮMYSLU	19
2.2.1 <i>Montáž „na zkoušku“</i>	19
2.2.2 <i>Sdílení dat a úspora času</i>	19
2.2.3 <i>Virtuální trénink svařování TIG</i>	20
2.2.4 <i>Automobilový průmysl VR</i>	22
2.2.5 <i>Virtuální trénink v ovládání jeřábu</i>	24
2.3 SOFTWAREVÉ ŘEŠENÍ PRO VR	24
2.3.1 <i>IC.IDO a VRify</i>	25
2.3.2 <i>Unity 3D</i>	27
3 VÝVOJOVÉ PROSTŘEDÍ UNITY 3D	28
3.1 PROSTŘEDÍ UNITY	28
3.2 ZÁKLADNÍ POJMY UNITY.....	28
3.3 VLASTNÍ PROSTŘEDÍ UNITY	29
3.4 OSVĚTLENÍ PRŮMYSLOVÉ HALY	30
4 TVORBA PROSTŘEDÍ.....	35
4.1 PROSTOR MONTÁŽNÍ DÍLNÝ	36
4.2 VZHLED HALY	36
4.3 MONTÁŽNÍ PRACOVISTĚ	37
4.3.1 <i>Textury montážního pracoviště</i>	37
4.4 PROBLÉM S PROPORCEMI	39

4.5	PODROBNÝ POSTUP MONTÁŽE.....	40
4.6	PRÁCE S JEDNOTLIVÝMI DÍLY.....	43
4.7	UCHOPENÍ JEDNOTLIVÝCH DÍLŮ.....	44
4.7.1	<i>Raycast</i>	44
4.7.2	<i>Problém s uchopením dílů</i>	47
4.8	POSUN DÍLU PO UMÍSTĚNÍ.....	48
4.9	ZMĚNA TEXTURY JEDNOTLIVÝCH DÍLŮ.....	50
4.10	JEDNOTLIVÉ KROKY MONTÁŽE.....	51
4.11	PODMÍNKY OMEZUJÍCÍ MONTÁŽ.....	52
4.12	POROVNÁNÍ MONTÁŽE.....	56
5	DALŠÍ VÝVOJ PROJEKTU	58
	ZÁVĚR	59
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A POUŽITÉ LITERATURY	60
	SEZNAM OBRÁZKŮ	64
	SEZNAM TABULEK	66
	SEZNAM PŘÍLOH.....	66
	PŘÍLOHY	67
	EVIDENČNÍ LIST	69

Seznam použitých zkratk

2D = dvojdimenzionální

3D = trojdimenzionální

CAVE = computer aided virtual environment (česky tzv. „jeskyně“)

Cyberspace = virtuální prostor

GUI = grafické uživatelské rozhraní

Headset = náhlavní souprava

HMD = head mounted displays (náhlavní displej)

NASA = National Aeronautics and Space Administration (Nár. úřad pro letectví a kosmonautiku)

SW = software

UI = umělá inteligence

VR = Virtual Reality, virtuální realita

VT = virtuální trénink

Úvod

Přichází k nám domů, do škol a kanceláří anebo na nás čeká u doktora v ordinaci, ano řeč je o virtuální realitě. Dobrou zprávou je, že virtuální realita chce pro nás jen to nejlepší, jak to zatím vypadá. V dnešní době je vidět značný průnik VR do zábavy, médií, průmyslu, medicíny a turismu, ale to je pouze začátek. Společnosti do této technologie investují stále větší prostředky, a to nejen z důvodu vidiny dalších nemalých zisků, ale také ulehčení pracovního a zaškolovacího systému, snížení nákladů na výrobu a spousta dalších.

V našem odvětví, tedy ve strojném průmyslu, se například jedná o to, mimochodem co už ve většině společností vyrábějící automobily funguje, namodelovat si daný automobil ještě, než se začne vyrábět. Jde zde o tu možnost daný výrobek, ještě před vyrobením prvního kusu, vyzkoušet, upravit ho v každé maličkosti, aby byl uživatelsky přívětiví, nechat se na něm „vyřádit“ designéry, abychom dosáhli oslnivého vzhledu. Ale nemusíme se bavit pouze a jenom o automotive.

Velký potenciál je i při navrhování výrobní haly, kdy potřebujeme vědět ještě před prvním „kopnutím do země“, jak bude celá výrobní hala vypadat, jaké bude rozmístění strojů (kvůli jejich základům), infrastruktura a spousta dalších věcí.

Dalším a tím hlavním cílem je virtuální trénink budoucích zaměstnanců. Snahou je, aby si nově příchozí zaměstnanci svou budoucí pozici vyzkoušeli nanečisto někde jinde než v reálném provozu přímo na výrobní lince. V dnešní době se také velice hodí z důvodu časté fluktuace zaměstnanců. Zajistíme tím to, abychom nemuseli k takovému člověku přidělit jednoho zaměstnance, který je už plně seznámen s úkoly vykonávaných při práci. Ostatně tato část VR bude v této práci tou stěžejní. S virtuálním tréninkem se dnes můžeme setkat kdekoli, ale hlavní využití najdeme právě v průmyslu. Tyto tréninky mají určitou výhodu oproti klasickému učení podle někoho. Trénovaný člověk se podle něm v klidu naučí sám namontovat, sestavit, opravit stroj nebo zařízení bez zbytečných chyb a prostojů.

Virtuální trénink může značně snížit dosud potřebný čas na zaškolení nově příchozích zaměstnanců, nebo na přeškolení těch stávajících. Jde nám v první řadě o to, aby tato doba zaškolování byla co nejkratší a tím dříve mohli vykonávat svojí plnohodnotnou práci a pracovat bezchybně. Zásadní použití takového tréninku je, když se člověk dostane do neznámé situace a má splnit nějaký postup práce poprvé. Z tohoto důvodu se v praktické části budeme zabývat právě tvorbou části simulace virtuálního tréninku, který bude zaměřen na vyzkoušení určité dovednosti ve strojném průmyslu.

1 Virtuální realita

Jedná se o typ počítačové technologie, která má za úkol nasimulovat skutečný, reálný svět. Také se dá říci, že je to zážitek vhodný pro každého. VR zcela nahrazuje vjemy z okolí novými. „laicky“ řečeno vidíme jiný svět, slyšíme zvuky z něj a jsme vytrženi z opravdové reality. Můžeme říci, že stojíme v prvopočátku rozvoje VR, kdy společnosti začínají do této technologie vkládat nemalé prostředky a věří, že je zde velká budoucnost. Společnosti se také částečně řídí podle analytiků, kteří tvrdí, že VR povede k obřím ziskům a novým způsobům, jak vydělávat peníze. Pro normálního člověka skýtá VR mnoho nových zážitků, které přinese v blízké budoucnosti.

1.1 Vymezení pojmu virtuální reality

Pojem virtuální realita a zavedl, nebo spíše zpopularizoval v roce 1984 Jaron Lanier, který byl také zakladatelem virtuálních programovacích jazyků a jedním z průkopníků v této oblasti.

První přilbový displej se připisuje průkopníkovi počítačové grafiky Ivanu Sutherlandovi. Vyvinul jej ještě v době svých studií na Harvardské univerzitě v roce 1968. Přístroj dostal jméno Damoklův meč, protože byl zavěšen na stropě na mohutném rameni, které sloužilo k mechanickému snímání polohy a směru. Stereoskopický obraz vytvářely dvě obrazovky umístěné po stranách, jejichž obraz se přenášel jednoduchou optikou přes speciální brýle do očí. Bylo možné sledovat jednoduché geometrické obrazce na pozadí obrazu skutečného okolí.

K dalšímu oživení zájmu došlo díky NASA počátkem osmdesátých let. Bylo to umožněno růstem výkonu grafických systémů a dostupností levných displejů. V historickém kontextu je ještě vhodné si vysvětlit čtyři základní pojmy. Jsou to:

- Prostředí (environment): svět existující výhradně v paměti počítače. Může to být např. model domu, zobrazení složitých informací a předmětů v jejich vzájemném vztahu. Prostředí lze zkoumat mnoha různými metodami včetně virtuální reality.
- Umělá realita (artificial reality): pojem zavedl Myron Kreuger ve své knize Artificial Reality v polovině sedmdesátých let. Původně označoval všechny aspekty dvou- a trojrozměrné a trojrozměrné zobrazovací techniky. Chápáno též jako možnost vytvořit dojem "jiného světa" bez nutnosti "ověsit" člověka různými zařízeními (např. velké zobrazovací plochy nad rámec zorného úhlu člověka).
- Cyberspace (Viliam Gibson, 1984): dnes chápáný jako počítačové prostředí zahrnující mnoho počítačů, více uživatelů a mnoho souborů dat. Každý počítač je "oknem" do informací vytvářejících toto prostředí. Tímto termínem bývají označovány také některé dnešní nevirtuální počítačové služby.
- Virtuální realita (Jaron Lanier – zakladatel VPL Research, 1989): počítačem vytvořené interaktivní trojrozměrné prostředí, do něhož se člověk zcela ponoří [1].

1.2 Stupně virtuální reality

Virtuální realita, tedy její systémy, lze rozdělit do tří stupňů podle věrohodnosti jejího prostředí s čímž je i spojená obtížnost jejich realizace:

- Pasivní – jedná se zde o to, že virtuální okolí můžeme pozorovat, poslouchat a popřípadě vnímat hmatem. Okolí se mění, můžeme mít dojem pohybu, ale

nedokážeme pohyb koordinovat. V tomto typu VR se uživatel ocitne např. při sledování filmu, čtení knihy.

- Aktivní – stejně jako u pasivní VR můžeme okolí pozorovat, poslouchat ho, vnímat hmatem, ale hlavní odlišností je, že dokážeme řídit pohyb (chůze, lezení, běh a další). Příkladem tohoto prostředí je např. oblast ve virtuálním domě se rozhlížíme dle libosti, prohlížíme si předměty, procházíme se mezi různými místnostmi tohoto virtuálního domu. Prostředí, jako u pasivního, nelze měnit a zasahovat do něj.
- Interaktivní – je ten „nejpromyšlenější“ stupeň virtuální reality, jaký může být. Ke všem funkcím z obou předchozích stupňů se přidá to nejvyspělejší a to, že nám systémem dovolí měnit i prostředí. Příkladem je uchopit předmět a pracovat s ním, prohlížet si ho, nebo místnost, v níž se pohybujeme lze doporučně měnit [2].

1.3 Využití virtuální reality

Existuje velice mnoho oborů, které VR už využívají, ale také mnoho oborů, ve kterých jsou velké předpoklady, že se zde bude VR používat. V prvopočátku se jednalo spíše o zábavu, a to zejména o hraní her, ale v dalších případech se už jedná např. o cílený trénink dovedností.

VR se používá např. v těchto odvětvích:

- V lékařství – Jedním z odvětví, kde nachází virtuální realita své uplatnění je medicína. Její využití je poměrně značně široké od modelů lidského těla přes modely konkrétních orgánů až po léčení fobií, strachů a úzkostí, různé terapie. V USA využívají virtuální realitu při léčení vojáků po návratu z Afghánistánu či Iráku, u kterých se projevila posttraumatická stresová porucha. Obdobně jako u fobií jsou pacienti prostřednictvím virtuální reality vystaveni obávaným situacím a postupně se s nimi učí vyrovnávat.

Virtuální realita se v medicíně využívá z velké části k přípravě lékařů – mediků, je to jakási forma virtuálního tréninku, kde si medicíni mohou připravit na náročné operaci. Krok po kroku si vyzkouší nanečisto postupy, bez následku ohrožení pacienta na životě. V americké UCLA Medical center využívají vizualizaci lidského těla, která se používá k detailní studii, a to ze všech stran.

- Ve sportu – Správné pohyby a techniky.
- V konstrukci – VR se dnes hojně začíná prosazovat obzvláště v leteckém a automobilovém průmyslu, kde je nutné vyrobít několik prototypů. Výsledkem nasazení těchto technologií je kompletní automobil nebo letadlo, které je neustále dostupné všem konstruktérům a technikům podílejících se na vývoji. Konstruktéři využívají možnosti velmi dokonalého zobrazení prostorových modelů, které jim dovoluje lepší pochopení tvaru, vzájemných interakcí a prostorových závislostí jednotlivých modelů. V konstrukci byl a je problém, aby konstruktér správně a rychle pochopil tvarové a funkční závislosti modelů, a to při použití standardních zobrazovacích metod může být dosti problematické. Právě komplikovanost modelů strojních součástí a sestav nutila výrobce hardwaru a softwaru k vývoji dokonalejších, a hlavně názornějších metod zobrazení [3].
- V armádě – Dá se říci, že armáda je jednou z prvních odvětví, kde se virtuální realita začala používat. VR zde slouží pro přípravu pozemních a leteckých bojů, ale také ke sledování reakcí vojáků na stěžejní situace, schopnosti vypořádat se stresem, způsoby rozhodování či funkčnosti prostorové paměti. Také armádní lékaři se pomocí

virtuálních simulací fyzicky připravují na své úkony v psychicky náročných podmínkách, tzn., že se „učí ošetřovat zranění přímo v průběhu simulovaného boje“.

- Ve vzdělávání – Zde se VR objevuje jen zřídka, ale čas, kdy se virtuální realita začne markantněji využívat, se neodvratně blíží.
- V zábavě – Co se týče virtuální reality/simulace je největší leaderem zábavní, herní průmysl. Sem totiž mnoho technologických firem i investorů vkládá největší naděje a nemalé prostředky. Je tomu tak, že právě toto odvětví by mělo generovat vůbec největší zisky. Nespádají sem pouze hry, jak by mnohé mohlo napadnout, ale řadí se sem také zábavní parky a nezahálí ani odvětví filmového průmyslu, kde dochází k průlomům, zcela novému pohledu na sledování filmů s ještě větším zážitkem. Nelze opomenout ani virtuální turistiku, prostřednictvím které se dostaneme na vzdálená, neobvyklá a fascinující místa z pohodlí domova [4].



Obrázek 1.1: Konstrukce pomocí VR [o1]

2 Virtuální trénink

V současné době začíná spousta společností, firem a institucí využívat jakou si formu virtuální tréninku. Nyní je využití lekcí a interaktivního tréninku v oblastech jako je historie, astronomie, cestování vesmírem, strojní průmysl a chirurgie. Další možné využití při budování světa, rozvoje kolaborativního učení, mezinárodní partnerství škol. Velice mnoho vzdělávacích institutů na celém světě začíná pracovat s VR technologiemi. Virtuální trénink je možné použít v různých stylech výuky. To nabízí studentům zvolit si způsob výuky, který jim samotným nejvíce vyhovuje. Lidé jsou tvorové založení na zrakovém vnímání a mnoho studií dokazuje, že se lépe učíme a více si pamatujeme, pokud nám jsou vědomosti prezentovány ve trojrozměrné dimenzi.



Obrázek 2.1: Virtual training [o2]

Virtuální realita založená na učení (VR) může být velmi užitečnou a důležitou technikou k nahrazení nebo doplnění praktického výcviku. Aplikace výcviku VR mohou být použity pro školení, instalaci, údržbu nebo diagnostiku. Typické situace, kdy se využívá VR, je:

- Instalace – provoz nebo údržba, kde je dostupnost zařízení nízká nebo chybí. To je případ, kdy je zařízení stále ve fázi návrhu nebo konstrukce, nebo když náklady na používání zařízení pro účely výcviku jsou příliš vysoké.
- Zlepšete diagnostiku a řešení problémů abychom identifikovali a vyřešili zajímavé, nebo vzácné problémy.
- Školení v prostředích, které jsou nepřijatelné vůči lidskému organismu nebo v nebezpečném zařízení, kde je nebezpečí praktického výcviku příliš vysoké (např. Jaderné elektrárny, v hlubokém moři nebo ve vesmíru).
- Výcvik kalamity a nouzového vypnutí, které nelze natrénovat bez přerušení procesu (např. Porucha napájení nebo poplach plynu).
- Trenéři pro komplexní stavební nebo demoliční činnosti.
- Přípravení účastníků a zvýšení efektivity praktického výcviku.

Vedení online je přístupné odkudkoli a může být takové, že účastník je nucen postupovat striktně. Jedná se často o postupy instalace a údržby. Diagnostický trénink obvykle simuluje chování zařízení a hlouběji porozumí konceptu prakticky.

2.1 Využití virtuální reality v odvětvích

Virtuální realita bývají obzvláště nejčastěji spojována s odvětvím herního průmyslu. Postupně také odhaluje svůj potenciál pro využití ve všedním životě. Virtuální realita zprostředkovává nový typ zážitků a nastupuje jako nové médium měnící zažité způsoby komunikace a zábavy. Je nepopíratelné, že bude stále více zasahovat do našeho života. Její využití najdeme ale i v celé řadě jiných oborů. Přináší nové postupy a možnosti ve vzdělávání, lékařství, mezinárodní komunikaci či armádě. Zpočátku bylo možné sledovat využití VR především u odborníků, a to nejen v technologickém odvětví, ale i medicíně, architektuře či armádě. V těsné blízkosti reality můžeme být svědky toho, jak prostupuje napříč obory od našeho běžného života a našich každodenních činností, od vzdělávání až po nakupování.

2.1.1 Fitness

Současné trendy ve využití jsou: virtuální jízda na kole, simulátor souboje s mečem, létání, veslování. Možné budoucí využití: Cross-planet běh/jízda na kole, Wii-Fit nové generace, srovnávání profesionálních sportů. Díky využití VR systémům už není posilování tak nezábavné. Na příklad jízda na rotopedu je hned o dost zábavnější, když šlapeš podél Velké čínské zdi. Ještě lepší variantou je, že si můžeme zaletět do virtuálních oblak pro workout celého těla, a to díky modernímu, inovativnímu systému Icaros. Budoucnost virtuálního tréninku se chýlí všemi směry např. běžecké pásy. Můžeš se tak zničehonic octnout na 100 m trati vedle Usaina Bolta nebo na 5 km závodě proti Mo Farrah. Vymoženosti VR jsou třeba takové, že můžeme našim virtuálním soupeřům běh ztížit, třeba poběží se zátěžemi na kotníkách.

2.1.2 Extrémní sporty

- Současného využití:
 - vysílání sportovních přenosů,
 - sezení v první řadě,
 - virtuální extrémní zážitek.
- Možné budoucí využití:
 - plně pohlčené vnímání,
 - možnost přepínání pozic,
 - sledování zápasu očima hráče.

V případě, že se bavíme o extrémních sportech, je největší výhodou VR možnost sdílení zážitků. Technologie nás dostane přímo na sjezdovku jako „snowboardáka dělajícího backflip“, nebo prožijeme jízdu na lyžích mezi úzkými skalami v Alpách.

2.1.3 Zdravotnictví

- Současné využití:
 - trénink postupů a operací,
 - léčba psychických onemocnění,
 - Alzheimerovy choroby,

- bolesti a celkové péče o pacienty.
- Možné budoucí využití:
 - trénink chirurgických operací,
 - virtuální testování.

Na konci léta 2016 doktor Shafi Ahmed vstoupil na operační sál a odstranil rakovinové nádory 78letému pacientovi z Británie. Na této operaci nebylo nic neobvyklého. Zvláštní ale bylo, že jej mohlo ve VR sledovat 13 000 stážistů a lékařů po celém světě. V tomto období založil Ahmed se Stevem Dannem start-up pro VR ve zdravotní péči „Medical Realities“. Hlavním cílem se stalo do hloubky probádat a rozvíjet VR ve zdravotní péči. V přechodných letech byla pouze použita především na trénink, výuku, terapii, post traumatický stres a úlevu od bolesti. Budoucí vize se dá představit i jako propojení VR s operacemi na dálku, kdy chirurgové mohou operovat na pacientech z jiné nemocnice, možná i jiného města nebo dokonce kontinentu a s robotickou chirurgií, kdy chirurg uvidí průběh operace ve zvětšeném mikroskopickém detailu. Také by se díky tomu daly zkoušet nové nápady a techniky na virtuálních pacientech.

2.1.4 Umění

- Současné využití:
 - 3D malování,
 - sochařina.
- Možné budoucí využití:
 - kolektivní umělecká díla,
 - spolupráce s publikem a živá vysílání,
 - virtuální galerie.

V tomto odvětví je VR v mnoha směrech ještě v začátcích. Brzká fáze tohoto vývoje znamená propojit umělce do dialogu s vývojáři VR softwaru. Asi největší potenciál VR v oblasti umění je, že umění nemusí být nutně statické a není žádným způsobem omezeno prostorem. Jinak řečeno, divák se může nacházet kdekoliv na světě a má tu možnost změnit, nebo zasáhnout do daného uměleckého díla. Umělec tudíž může diváky přizvat k podílení se na jeho uměleckém díle, nebo popřípadě na jeho pozměnění. Krásným příkladem je – představme si Louvre, jak navádí návštěvníky k tomu, aby si kreslili na Monu Lisu – protože mají automatický spínač na reset, takže můžou kdykoliv vrátit změny [5].

2.1.5 Trénink astronautů s pomocí virtuální reality (NASA)

Také další místem, kde byl trénink za pomoci virtuální reality nasazen, a to už v minulosti, je určitě výuka astronautů, kdy mohou bez problému trénovat mise ve vesmíru, a to v klidu na zemi. Nejznámější organizací zabývající se vesmírnými lety je určitě pro každého z nás americká společnost NASA, která se rozhodla právě pomocí náhlavních headsetů pro virtuální realitu připravovat astronauty na mise. Je to právě kombinace výstroje astronautů a náhlavního displeje, který umožní téměř totožné podmínky, jako mají astronauti ve vesmíru.

Než se astronauti doopravdy podívají do vesmíru, musí projít dlouhým výcvikem, aby věděli, jak se mají chovat a co mají v určitých situacích dělat. Při této profesi není vůbec prostor pro chyby, protože když by nějaká chyba nastala v lepším případě je nesmírně nákladná a

v horším případě může dojít k životu ohrožující situaci. Aby se stal tento výcvik co nejvíce reálným, rozhodla se proto právě NASA použít k trénování svých astronautů headsety pro virtuální realitu. Důvod je jasný a to ten, že VR je možné spojit s fyzickými simulacemi nulové gravitace, a dosáhnout tak opravdu realistického výsledku. Aby dosáhla NASA úplného realistického chování, potřebuje docílit také stavu beztlíže. Tím se dá docílit dvěma způsoby. První obtížnější je pomocí velkého letadla, kdy letadlo stoupá a v dostatečné výšce začne prudceji klesat a tím se docílí stavu beztlíže. Druhým způsobem je velká vodní nádrž, kde pohyb ve vodě navozuje podobný pocit stavu beztlíže. Právě tento druhý způsob je levnější a více používaný.

Modernizace, tu představuje virtuální realita v kosmonautice. Kosmonaut tedy může zažít simulaci údržby Mezinárodní vesmírné stanice, která se velice podobá skutečnosti. S NASA na simulaci pro výcvik astronautů pomocí virtuální reality spolupracuje společnost Epic Games se svým Unreal Engine. Společnost zveřejnila i video, ve kterém ukazuje, jak takový trénink může vypadat. Ve virtuální realitě byl vytvořen kompletní model Mezinárodní vesmírné stanice.

Astronauti si tedy pomocí simulací ve VR natrénují a budou přesně vědět, jak se zachovat v kritických situacích v reálném světě. To může ve velké míře zachránit misi, nebo dokonce i astronautův život. Astronauti od NASA, kteří si simulaci vyzkoušeli, potvrdili, že je velmi podobná skutečnosti v nulové gravitaci například na ISS. Díky VR simulaci můžou také astronauti z různých koutů Země trénovat společně.

Společnost NASA se nedávno spojila se firmou Oculus, známá hlavně ve výrobě náhlavních displejů, a představili projekt Mission: ISS. Tento projekt virtuální simulace ISS nebude sloužit k výuce astronautů, nýbrž ke vzdělávání veřejnosti. Hlavním cílem je to, aby lidé mohli vyzkoušet, jaké je to být na palubě Mezinárodní vesmírné stanice.

Stávajícím zařízením, které astronauti momentálně využívají k nácvičce údržby a operací na ISS, je Vive od společnosti HTC, ke kterému mají k dispozici chytré ovladače do rukou. Pomocí nich mohou ovládat a přenášet různé předměty na virtuální Mezinárodní vesmírné stanici, jako by tam skutečně byli. K navození reálnějšího zážitku stavu beztlíže pomáhá i speciální rameno, které astronauty v popruzích zvedá.

Do budoucna se ale počítá s tím, že tato simulace ve své jednodušší verzi poskytne i veřejnosti, aby si mohla užít zážitky z vesmíru za pomoci virtuální reality. Zatím, ale není známo, kdy tomu tak bude. Veřejná verze simulace by mohla v budoucnu inspirovat mladé budoucí astronauty či sloužit čistě pro zábavu [6].

2.1.6 Virtuální realita pro výcvik malých bojových jednotek

Simulátory pro virtuální trénink v dnešní době běžně používají piloti letadel a vrtulníků. Stejnou technologii však můžeme v budoucnu použít pro výcvik běžných pěšáků. Reálný trénink neboli klasické cvičení vojáků je vždy náročnou a drahou operací, tak proč nezkusit ušetřit čas a peníze pomocí umělé vytvořeného světa, kde lze modelovat jakékoliv situace, jakékoliv podmínky.

Jedny z prvních pokusů s výcvikem vojáků pomocí „plné“ virtuální reality začaly probíhat cca před šesti lety na americké vojenské základně Fort Bragg, kde byl do provozu uveden počítačový simulátor (Dismounted Soldier Training System). Zařízení je schopno pomocí virtuální helmy a řady snímačů vojáky zcela „přenést“ do počítačem stvořeného světa.

Cílem výcviku za pomoci vojenského virtuálního simulátoru není v žádném případě nahradit opravdový výcvik v polních podmínkách, ale umožnit malým jednotkám snadno a často zlepšovat základní postupy a techniky. Tento virtuální simulátor je také zcela ideální pro nově

příchozí vojáky do jednotky. Zkušenější vojáci mohou nově příchozí mnohem snáze mentоровat a upozorňovat je na začátečnické chyby.

Musíme také podotknout pozitivum, týkající se tohoto simulovaného tréninku, a tím je trénink kdykoliv během roku, a to znamená za každého počasí. Za velice nízkých nákladů a libovolně na času mohou také nacvičovat finančně náročné výcvikové programy.

Funkčnost celého systému: Výcviková místnost na základně Fort Bragg má rozměry přibližně 12x12 metrů – jednotlivé podložky pak 3x3 metry. V místnosti je umístěno devět speciálních sensorových podložek, které slouží ke snímání pohybu vojáka v prostoru. Počet podložek tak přesně odpovídá počtu vojáků v americkém družstvu. Samotnou simulací pak ovládá kontrolní pracovní stanice, kde instruktor může spouštět a upravovat libovolné scénáře, simulovat jakékoliv prostředí – vše podle libosti. Není také problém do běžícího programu přidávat nečekané situace, jako nástřely, větší počet nepřátel, náhodné civilisty, ale i „rušivé elementy“ jako jsou zvířata. Meze představivosti se zde nekladou. Každý voják je vybaven přílbovým displejem s prostorovým snímačem. Pokud voják otáčí hlavou, pohyb se přenáší přímo do simulace. Senzory na vestě jsou také schopné snímat základní biomechaniku vojáků – zakleknutí, podlezení/přezení překážky nebo zalehnutí. Vše se samozřejmě okamžitě přenáší na virtuální model vojáka v počítačové simulaci. Samozřejmostí jsou optické a prostorové senzory na zbrani, kterou má voják u sebe. Díky nim počítačový systém dokáže poznat zalícení zbraně, vyhodnotit jakým směrem a na koho zbraň míří [7].

2.2 Virtuální realita v průmyslu

VR se v průmyslu nejvíce při vývoji nových zařízení a nástrojů. Vývoj nového stroje je velice složitý, a především nákladný proces. V dnešní době je neuvěřitelně vyrábět prototyp daného zařízení nebo nástroje a pak ho sáhodlouze zkoušet a upravovat. Výsledkem vývoje by měl být takový prototyp, který splňuje všechna naše očekávání. Právě v tuto chvíli nám pomáhá virtuální realita. Nachází stále větší uplatnění všude tam, kde je potřeba v průběhu návrhu nových součástí nebo celků vyhodnotit jejich různé varianty anebo včas odhalit problémy, které by mohly nastat.

Technologie VR nyní dospěla do stadia, kdy se běžně v průmyslu používá, příkladem je třeba strojírenství pozemní doprava. Dá se říci, že zde velice značně pomáhá. Zkracuje čas potřebný pro uvedení výrobku na trh a činí proces vývoje mnohem flexibilnější. A umí též pomoci s prodejem a marketingem [8].

2.2.1 Montáž „na zkoušku“

Konkrétním příkladem je využití virtuální reality díky trojrozměrné vizualizaci ve skutečném, reálném měřítku máme pocit, že stojíte přímo na výrobním stanovišti. Interaktivně můžeme projít kroky, které musí udělat pracovník při montáži např. montáž palivové nádrže, instalaci baterie a upevnění jejího krytu. To posouvá koncept virtuálního prototypování o veliký skok dál. Nyní máme možnost ověřit celou montážní sekvenci daného výrobku, a dokonce i údržbu.

2.2.2 Sdílení dat a úspora času

Zde si uvedme příklad společnosti Herrenknecht AG Je jedinou společností na světě, která dodává tunelová razicí zařízení pro všechny půdní podmínky a pro všechny průměry, v rozmezí od 0,1 do 19 metrů. Jsou to stroje vyráběné na míru pro ražbu dopravních, zásobovacích a servisních tunelů včetně doplňkových zařízení a příslušenství. Kromě toho Herrenknecht vyrábí

i vrtné soupravy pro vertikální a šikmé šachty i vrtné soupravy pro hloubkové vrty. Tato firma využívá řešení virtuální reality IC.IDO od ESI Group k provádění ergonomických studií a vyhodnocování bezpečnosti, viditelnosti a dosažitelnosti, k simulaci pohybu kabelů a hadic v reálném čase, k montážním a demontážním analýzám. Virtuální realita umožňuje vyvarovat se nedorozuměním a mylným výkladům, ke kterým velmi často dochází při spoléhání se pouze na výkresy a zmenšené modely.

Velké množství 3D dat z různých zdrojů (modely výrobce zařízení, jeho klientů a subdodavatelů) může být rychle načteno do jediného prostředí, což usnadňuje pravidelné aktualizace a zajišťuje, aby týmy pracovaly vždy s nejaktuálnější a nejnovější konstrukční variantou. Tím, že jsou správná rozhodnutí činěna ve správný okamžik, firma zkracuje dodací lhůty a redukuje náklady na vývoj produktu [9].

2.2.3 Virtuální trénink svařování TIG

Mezi specialisty na svařovací techniku se jistě řadí známá rakouská společnost Fronius, která zdokonalila svoji vlastní simulační platformu Virtual Welding. S touto metodou lze virtuálně cvičit jednu z metod svařování, metodu TIG a to bez bezpečnostních rizik a použití spotřebního materiálu. Uživatelé mohou mimo přesnou manipulaci se svařovacím hořákem trénovat také vedení přídavného materiálu. Společnost Fronius nabízí sadu pro dovybavení svých stávajících přístrojů právě funkčními balíčky svých nových systémů Virtual Welding.

Systém Virtual Welding nabízí vhodné prostředí pro získání počátečních zkušeností při práci se svařovacími zdroji.

Simulátor se skládá z terminálu s obrazovkou a ukládacího prostoru, kam uživatel umístí svařenec z plastu. Věrnou napodobeninou svařovacího hořáku pak na něm vytváří virtuální svařový šev, který se v reálném čase graficky zobrazuje na obrazovce. Náhlavní pásek s VR brýlemi navíc poskytuje uživateli realistický pohled na provedenou práci. Vedle již dostupných funkcí robotizovaného, obloukového a MIG/MAG svařování je nyní se systémem Virtual Welding možné trénovat také svařovací procesy TIG.



Obrázek 2.2: Virtual Welding [o3]

Co se týče vybavení pro tento typ virtuálního tréninku je to tzv. balíček, který obsahuje kromě speciálního svařovacího hořáku TIG také samostatný senzor, který umožňuje trénovat uživateli optimální přidávání přídavného materiálu. V sortimentu je na výběr z deseti tréninkových a simulačních úkolů, které lze provádět na různých typech plastových svařenců. Také v tomto ohledu společnost Fronius rozšířila nabídku možností.

Mimo již dostupné modely pro svařování koutového svaru, V-svaru, spojení trubka-trubka a trubka-plech a slepé housenky zahrnuje nyní sortiment také I-svar s tloušťkou tři milimetry.

Jednoznačné výhody pro výuku svařování

Společnostem a výcvikovým organizacím a zařízením nabízí systém Virtual Welding několik významných výhod. Začátečníci se díky němu učí pracovat se svařovacím systémem bez bezpečnostního rizika a trénují své základní dovednosti. Umožňuje také eliminovat použití drahého spotřebního materiálu, např. kovu, drátu nebo plynu. Didakticky promyšlený systém tréninkových a simulačních sekvencí zajišťuje vysokou motivaci a nabízí rychlé pokroky. Výsledky svařování se zaznamenávají a později je lze analyzovat a vyhodnotit přímo na terminálu nebo prostřednictvím sítě na počítači.

Pro nový systém, již zmíněný Virtual Welding, je funkční balíček pro svařování TIG standardně dostupný. Ke starším systémům nabízí Fronius sadu pro dovybavení, a to včetně simulačního softwaru, který si uživatel může snadno a rychle nainstalovat. Mezi další vybavení patří například svářečská kukla s integrovanými VR brýlemi. Celý systém Virtual Welding je možné pořídit jako mobilní/přenosné zařízení [10].



Obrázek 2.3: Headset pro Virtual Welding [o4]

Virtuální svařování při výuce svářečů

Profesionální svářeči jsou charakterističtí tím, že suverénně zachází se svým pracovním nástrojem. Noví adepti i ti, kteří znovu začínají nebo přecházejí z příbuzného oboru, si zručnost při zacházení s hořákem musí osvojit během mnoha hodin praktické výuky. Do té doby, než docílí začínající svářeč požadovanou kvalitu svých pracovních výsledků, proteče značné množství elektrického proudu, plynu, svarové taveniny a musí se rovněž investovat do plechu, vybavení, ostatního zařízení a dalších provozních kapacit.

Hořák a obrobek jsou zde sice modely, avšak reálné objekty. Tyto dva prvky doplněné počítačem a displejem vytvářejí výukový prostor pro svářeče budoucnosti. Virtuální je zde jak oblouk, tak i svarový šev, a to i s příslušným zvukovým doprovodem. Tímto způsobem se

významně zkracuje materiálově náročná výuka na „opravdovém“ svařovacím zařízení, která je navíc doplněná významnou úsporou času, místa, základního materiálu, plynu, přídavných materiálů a energie.

Snížení nákladů na dosažení svářečské zručnosti

Během velkého počtu tréninkových hodin získává svářeč svoji zručnost v ovládnutí jemné motoriky. Zkušenosti ukazují, že k tomu, aby se začátečník dopracoval k použitelným pracovním výsledkům, potřebuje více než 100 hodin praktické výuky. Při představě tolika hodin tréninku si jistě umíme představit, jak značné množství ochranného plynu, svařovacího drátu, plechu a rovněž elektrického proudu bude spotřebováno. „Virtuální svařování“ se zde ukazuje jako alternativa, která odstraňuje jak bezpečnostní rizika spojená s výukou svařování, tak i náklady a emisní zátěž.

Intuitivní prostředí usnadňuje zprostředkování znalostí

Během doby, kdy vede žák hořák podél obrobku, zpracovává ve své paměti optické i akustické vjemy, aby si tak kontroloval, zda udržuje správnou rychlost pohybu hořáku, jeho vzdálenost a náklon. Důsledky chybného vedení hořáku jsou ve virtuální prezentaci ihned rozeznatelné. Žák na ně instinktivně reaguje pohybem ruky a vše si ukládá do své dlouhodobé paměti napojené na motorické funkce. Vytváří se u něho rovněž požadovaný cit pro svařovací napětí a proud.

Didaktický koncept virtuálního svařování je založen na sekvenci tréninku a simulace. Při tréninku si adept cvičí nejprve rychlost vedení hořáku. Cvičí ji po tak potřebnou dobu, až dosáhne předepsaného počtu bodů. Další stupeň zahrnuje ještě nácvik optimální vzdálenosti a následující stupeň dodržení správného úhlu mezi hořákem a obrobkem. Za použití přídavných modulů a nastavením parametrů simuluje metoda virtuálního svařování různé podmínky pracovního procesu. Pokrok ve výuce vedení hořáku se individuálně dokumentuje a vyhodnocuje. Nebezpečí zanesení chyb do vyhodnocování je prakticky vyloučeno, což kolem vyučujícího vytváří atmosféru důvěry a žákům ušetří tato jistota frustraci z domnělého nebo skutečného chybného hodnocení a podporuje jejich motivaci [11].

2.2.4 Automobilový průmysl VR

V dnešní době je velký rozmach v automobilovém průmyslu a ten se týká autonomních vozidel a budoucnosti osobní mobility. Nedílnou součástí této technologie je právě virtuální realita. Příkladem je využití virtuální reality ve společnosti Ford.

Vzhledem k tomu, že se technologie sjednocuje, je další laboratoř virtuální reality společnosti Ford velice zaneprázdněna, a to v oblasti výrobní technologie, což je důležitý proces, který přivádí informace do konstrukčního a technologického procesu. Hlavní funkcí virtuálního výrobního laboratoře je posouzení proveditelnosti při výrobě vozidla a také představení lidského příběhu. Vzhledem k tomu, kolik si můžete navrhnout a zkonstruovat dokonalých prostředků, je to k ničemu, pokud je to nemožné nebo nebezpečné pro výrobu pracovníky. Ve virtuální výrobní laboratoři společnost Ford používá VR v kombinaci s 3D tiskem k vytvoření virtuálních pracovních stanic, které budou nakonec replikovány na fyzických výrobních linkách po celém světě. A s použitím snímačů připoutaných k zaměstnanci, zachycování pohybu v celém těle poskytuje údaje o tom, jak se budou muset pracovníci budoucí výrobní linky pohybovat, aby sestavili dané komponenty pro nové vozidlo.



Obrázek 2.4: Ford virtual training [o5]

Převodovka je prakticky připojena k motoru, který používá jak VR, tak 3D tisk. Na obrazovce se zobrazuje, co uživatel vidí na náhlavní soupravě, kterou má umístěnou na hlavě.

Například na obrázku 2.4 výše můžete vidět, že tester nosí HMD VR vedle bílého třírozměrného tištěného objektu, což je rozměrově přesná kopie dílu. Byl požádán, aby složil dohromady převodovou skříň (kterou můžete vidět na obrázku) s motorem, který vidí pouze ve svém náhlavní soupravě VR.

Jednalo se o skutečný test používaný k tomu, aby se inženýři ujistil, že pracovníci budou mít dobrý pohled na otvory pro šrouby potřebné ke spojení motoru a převodovky. Na základě výsledků VR se informace vrátily do inženýrského týmu, což vyžadovalo změnu délky šroubů, aby se umožnila řádná montáž.

Klíčovým bodem použití VR pro plánování pracovních stanic výrobní linky je to, že pokud se něco snadno sestavuje, zvyšuje tak kvalitu práce, tak i snižuje riziko zranění pracovníků.

Například zachycení pohybu tělem umožňuje společnosti Ford měřit věci jako hodnoty tlaku páteře na bedra, pokud se musí pracovníci dostat dopředu do určitého procesu sestavování a zhodnotit, zda by překročily bezpečné lidské limity. Pokud jsou limity překročeny, technické týmy tento postup změň.

Umožňuje také výpočet toho, zda lze například aplikovat dostatečnou fyzickou sílu pro přizpůsobení panelu tělesa v daném úhlu ramena.

Být schopen předpovědět, jak se budou pracovníci muset pohybovat na budoucí výrobní lince pomocí VR, bylo nesmírně cenné, říká Ford. Impozantně od počátku svého virtuálního výrobního programu má automobilka:

- Snížení počtu zaměstnanců o 70 procent pomocí nejnovějšího ergonomického výzkumu
- Snížené přesahy, obtížná údržba a těžko montované součásti při novém spuštění výroby vozidla o 90 procent

- Snížil počet zaměstnanců mimo práci z důvodu zranění o 75 procent [12]

2.2.5 Virtuální trénink v ovládání jeřábu

Na rozdíl od tradičních simulátorů, které fyzicky replikují jeřábovou kabinu, obklopené nadrozměrnými monitory, je ITI jeřábový simulátor VR kompaktní a poměrně skromný. Přenosný počítač vybavený jednotkami GTX 1070 je dodáván do systému „Oculus Rift“ a kovový držák se čtyřmi joysticky (zaměnitelný pro řadu jeřábových značek a modelů) se připojí k libovolnému dostupnému stolu pomocí dvojice svorek. Simulátor je velice lehký a pro přepravu se využívá pouzdro.



Obrázek 2.5: Jeřábový simulátor [o6]

Je-li požadována sluchová zpětná vazba, model simulátoru "Motion Base" obsahuje plošinu s hydraulickými výtahy na každém rohu a převodníky basů, které simulují hluk motoru. Tréninková sekvence simulátoru obsahuje více než 18 hodin obsahu a různých scénářů [13].



Obrázek 2.6: Prostředí simulátoru jeřábu [o7]

2.3 Softwarové řešení pro VR

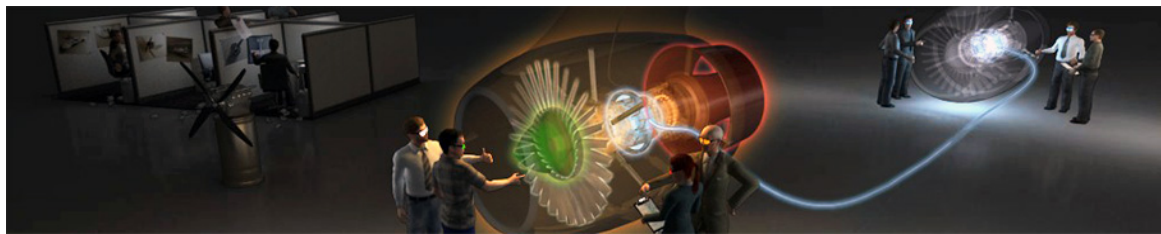
Vzhledem k tomu, že trh VR stoupá rychlým tempem vpřed, existuje veliký sortiment softwarových řešení a je k dispozici stále větší množství nástrojů pro vývojáře VR. Je jisté na místě podotknout, že přichází potřeba nového hardwaru a softwaru. Výrobci, kteří se těmito softwary zabývají je stále víc a jejich řady se do budoucna jistě budou rozrůstat.

2.3.1 IC.IDO a VRify

IC.IDO je velice výkonný softwarový produkt, který zobrazuje trojrozměrný model virtuálního prototypu v jeho reálných rozměrech a znázorňuje jeho chování v reálném čase. Tato věrná vizualizace přibližuje vnímání virtuálního produktu v realitě. Tento produkt je vyvíjen společností ESI Group, kterou v České republice zastupuje MECAS ESI s.r.o., je předním světovým tvůrcem softwarů pro virtuální prototypování a dodavatelem souvisejících služeb.

IC.IDO využívají významné společnosti z oblasti strojírenského průmyslu; uplatnění nachází také v leteckém a kosmickém průmyslu, v automobilovém průmyslu a ve výrobě průmyslových strojů. Virtuální realita je užívána pro posuzování konstrukčních návrhů, vyhodnocování a optimalizaci montážních a demontážních postupů, pro ověřování technických prostředků a nástrojů pro výrobu a údržbu. IC.IDO umožňuje během simulací montáže a údržby odhalovat kontakt a kolizní oblasti pevných součástí a okamžitě vyhodnocovat chování flexibilních komponent, jako jsou např. trubky a kabely. Představuje též podporu pro vyhotovení technické dokumentace a animací pro nácvik pracovních postupů.

Mezi zákazníky ESI Group patří například společnosti AVIC, Bausch+Stroebel, Boeing, BMW, Bombardier, Caterpillar, Ford, Herrenknecht, Jaguar Land Rover, Jungheinrich, Lockheed Martin, Triumph, Volkswagen a mnoho dalších [14].



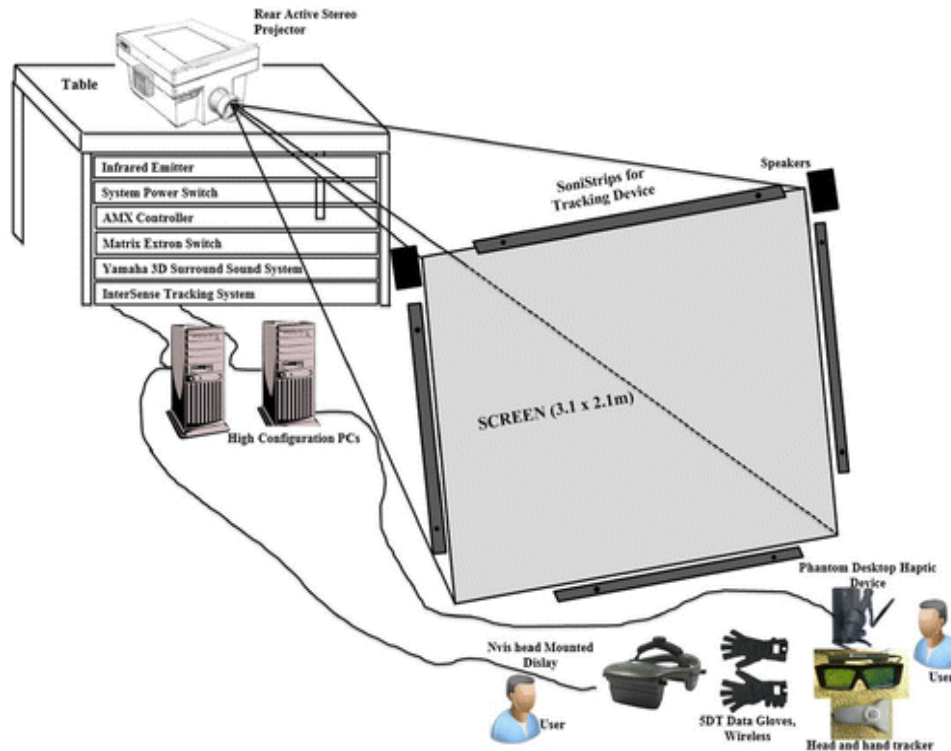
Obrázek 2.7: Systém IC.IDO [o8]

Existují dvě řešení od společnosti ESI: IC.IDO a VRify, řešení založené na technologii virtuální reality, na cloudových technologiích, které umožňuje konstruktérům a inženýrům ponořit se i do svých 3D návrhů.

Prohlížení procesu sestavování prováděné pomocí ESI IC.IDO 11 pomocí headsetu HTC Vive a ovladačů. IC.IDO kombinuje špičkovou vizualizaci a simulaci chování výrobku v reálném čase v jeho skutečné velikosti a umožňuje operaci produktu velmi blízko k realitě. Caterpillar používající systém ESI CAVE k návrhu a vizualizaci nových těžkých strojů a zařízení.

Je zřejmé, že největší rozdíl mezi systémy CAVE a HMD jsou náklady na pořízení. Systémy CAVE jsou mnohem dražší, takže první závěr, který někdo může udělat, je, že si je mohou dovolit pouze větší společnosti, ale menší firmy se spíše ubírají cestou ve prospěch tradičních metod, jako je například sloučení CAD na 2D displej nebo možná investování malého množství nákladů ve VR headsetu, jako je HTC Vive, pro chytřejší vizualizaci 3D prostředí a modelů.

Použití HMD vede k návratu k vyššímu výkonu a produktivitě. Samozřejmě, že HMD jsou přesvědčivě použitelné ve spojení s CAVE. Dostupnost, viditelnost jsou zásadními důvody, proč byla virtuální pracovní simulace v IC.IDO společnosti ESI postavena a navržena pro spolupráci.



Obrázek 2.8: Nástroje pro virtuální trénink [o9]

Cloudem hostované VR, které se liší od kooperativního zasedání, nabízí některé jedinečné výzvy. V mračnu má být zážitek nezávislý na hardwaru uživatele. Hardware je vzdálený, nebo „v cloudu“. To znamená, že vykreslování 3D zobrazení a simulace interakcí s tímto modelem bude vypočítáno v oblaku. Uživatel v HMD otočí hlavu, pak dojde k signalizaci, aby byl přesunut pohled – takže tato citlivá změna pohledu musí udělat zpáteční cestu k mračnu a zpět k hardwaru. Uplynulý čas od příčiny k účinku je dvojnásobný než stahování zobrazení. Tento druh zpoždění může být pro většinu uživatelů nepřijemný.

Když zjistíte, že jste se vyvíjeli do prostředí, které se skrývá ve vlhkém prostředí, začnete vidět, že bez ohledu na to, virtuální inženýrství je levnější než výroba fyzických prototypů pro většinu výrobků. To je řečeno, možná překážka nákupu technologie je trochu vysoká pro start „bootstrap“ spuštění. Právě z tohoto důvodu byl uvnitř ESI spuštěn malý start, aby bylo přivedeno na trh více demokratizovaný virtuálních inženýrských nástrojů. Nazvané VRify.

V současné době je projekt ve fázi testování s velmi malou prototypovou komunitou v této době, ale s tímto nástrojem bude možné přinést některé velmi konkrétní výhody IC.IDO do cloudu jako vysoce specializované aplikace.

Nejen velké společnosti, které si mohou dovolit VR ve formě CAVE. Nyní, když se spotřebitelská třída VR zlepšuje (Oculus, HTC Vive, Samsung GearVR, Google Daydream / Cardboard) a Vive a Oculus přinášejí velmi věrné VR zážitky, vidíme vznik konvergující třídy.

A přestože to snižuje investiční prahovou hodnotu pro přenášení VR online, stále se zcela nepřebírají překážky k přijetí. Pracovní stanice, které napájí verzi VIVE Business Edition, stále vyžadují hezké profesionální grafické karty, které jsou drahé. Nejen to, ale CAVEs slouží jako mnoho více uživatelů, jak se hodí do místnosti a počet dvojic brýlí, které jsou k dispozici. Ale HMD je jednoduchý uživatelský zážitek – jistě je možné propojit více uživatelů do sdílené relace IC.IDO, ale pouze při zachování poměru jeden k jednomu uživateli, PC-to-HMD.

IC.IDO není rozhraní s Google Daydream nebo Samsung GearVR. Tato zařízení mají omezený potenciál interakce a pouze 2 až 3 stupně volnosti. Můžete se podívat nahoru a dolů, vedle

sebe a pomocí funkce Daydream remote se můžete pohybovat. Ale obecně to nejsou sledované rozhraní. Také v sobě nenese mnoho schopností vykreslování. Startovací systém VRify experimentuje s cestami, jak streamovat do mobilního zařízení a nabízet stereofonní sledování, ale metoda a úroveň interakce se stále objevují.

Opět platí, že akce pro zobrazení zpoždění změn a latence by byla pro mnohé uživatele velmi zneklidňující. K dispozici jsou různé způsoby spolupráce mezi HMD a CAVE. HMD nenahradí CAVE, ale může poskytnout novou synergii.

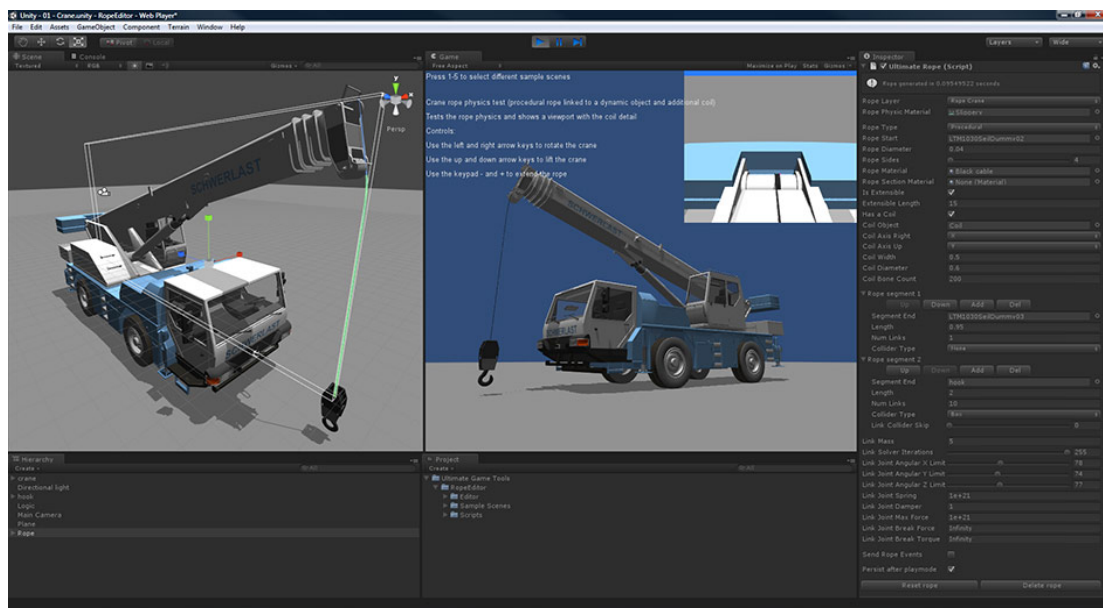
Představuje se však potenciál vzdáleného přístupu, který může mít relace CAVE v jednom národním prostředí. Například někdo může sdílet svou relaci s uživateli HMD, kteří se vzdáleně účastní v jiné místnosti, budově nebo městě.

Verze HMD je ve finálním Beta, ale rozhodně je znát, že uživatelé sdílejí relace Powerwall s menšími projekčními a monitorovacími systémy. Uživatel s HMD by to nezažil jinak.

V mnoha ohledech je HMD mnohem ponořující do děje než CAVE. Ovšem tato naprosto ponořující kvalita ztěžuje základní závislost mezi osobami. A není to tak intuitivní, jako skutečně vidět a vnímat ostatní, kteří se s vámi setkávají. Spolupráce v rámci HMD je něco, na co by si lidé museli zvyknout [15].

2.3.2 Unity 3D

Jedná se o program vyvinutý společností Unity Technologies, který je primárně používán na tvorbu počítačových her, ale také pro tvorbu interaktivních aplikací. Je to multiplatformní herní engine, který byl primárně použit pro vývoj her pro osobní počítače, herní konzole, mobilní telefony a samotný WEB. První verze byla podporována pouze operačním systémem Mac OS, a to v roce 2005. Dnes už je podporován na více než patnácti platformách. Unity umožňuje vývoj jak ve 2D, tak i ve 3D. Mimo grafické prostředí pro tvorbu obsahuje, nebo lépe podporuje tvorbu skriptů, především v programovacích jazycích C# a Javaskript. Firma Unity Technologies nabízí pro osobní využití bezplatnou verzi svého programu, ale také verzi pro komerční využití (pro společnosti a jiné subjekty), která je už placená. Program Unity se neobejde bez znalostí anglického jazyka, protože je v něm vytvořený [16, 17].



Obrázek 2.9: Prostředí Unity [o10]

3 Vývojové prostředí Unity 3D

Pro snazší pochopení řešené problematiky je nutno představit, jakým způsobem je práce koncipována, jaké využívá metody a jaký bude přínos odborné veřejnosti. V předchozí části byla provedena rešerše aktuálního stavu vývoje v dané oblasti, tedy oblast virtuálního tréninku. Po důkladném nastudování tématu byla provedena syntéza získaných poznatků a sestaven teoretický základ práce.

Druhá část práce, tedy tato, je zaměřena na tvorbu prostředí virtuálního tréninku ve vybraném vývojovém prostředí Unity 3D, který umožňuje jednoduchou tvorbu virtuálního prostředí. Unity 3D sjednocuje mnoho platform sloužících k vývoji aplikací a existuje pro něj mnoho rozšíření, která lze se softwarem propojit.

3.1 Prostředí unity

Program Unity je unikátní a multiplatformní nástroj pro jednoduchý a efektivní tvorbu her a interaktivních aplikací. Kombinuje se zde velmi výtečný Unity engine, nástroj ke správě herního obsahu a 3D editor herního vývojového prostředí, v kterém se utváří celá herní scéna. Díky této kombinaci enginu hry a vývojového prostředí to dělá z Unity nedocenitelný nástroj pro tvorbu her a aplikací na různých platformách. Spojení velké škály nástrojů dohromady ve vývojovém prostředí a propojení s engine a samotnou hrou umožňuje zpětnou vazbu, čímž zjednodušuje a urychluje tvorbu díky zpětné reakci po odzkoušení.

Unity podporuje velkou škálu používaných platform a softvérových aplikací, což je jeho podstatnou výhodou. Námi vytvořenou aplikaci stačí vytvořit pouze jednou a ve finále ji můžeme exportovat do jakékoli platformy podle toho, na kterém zařízení ji chceme spustit.

Unity engine a script Engine pracuje s vymodelovanými objekty, terénem, světly, animacemi, zvuky, různými efekty a jejich programováním. Prakticky je možné doprogramovat cokoli, nové vlastnosti a nastavení objektu, posun osvětlení v závislosti na času, rychlosti a směru projekce. Z toho vyplývá, že možnosti a funkce programu jsou omezena pouze schopnostmi programátora. Unity engine se postará o zobrazení, počítá fyziku, přehrává zvuk v 3D scénách. Unity má také tu výhodu, že námi vytvořený program se dá ihned spustit a otestovat, bez nutnosti exportování, aby se dali ihned vyzkoušet a doladit všechny parametry.

Vizualizace a simulace produktů, architektonických návrhů, nebo celých areálů. Díky dokonalejšímu světelnému modelu a výkonného enginu je možné takřka fotorealistický modelem procházet v reálném čase. Vizualizace jsou tak interaktivní a je pak možné se libovolně pohybovat všude, rozhlížet se, otevírat dveře, rozsvěcet světla, pracovat s interaktivními objekty a dělat veškeré věci, co se od aplikace požadují [18].

3.2 Základní pojmy Unity

Framework

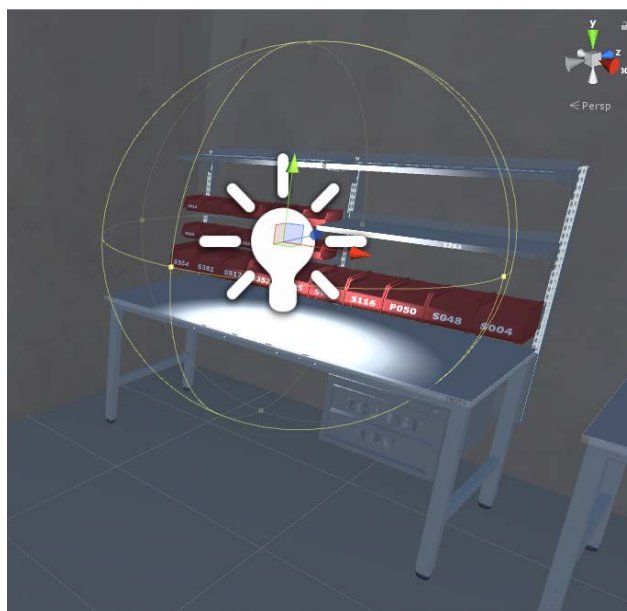
Je také známý jako aplikační rámec. Jedná se o softvérovou strukturu na podporu při programování, vývoji a organizaci jiných softvérových projektů. Může také obsahovat jiné podpůrné programy, systémové knihovny API, podporu pro návrhové vzory nebo doporučené postupy pro vývoj. Framework si klade za cíl, převzetí různých typických problémů daných oblastí z důvodu, aby se samotní návrháři mohli více soustředit na svoji práci, čímž je velice usnadněn samotný vývoj [18].

Engine

Jedná se softvérový framework navržený pro tvorbu her. Jednoduše řečeno je to balík programů a souborů, které udávají, jak se má hra za daných okolností chovat. Základní funkce většinou zahrnují „renderovací“ engine situací na vykreslení a konvertování objektů do scény společně s jinými nastaveními, engine pro výpočet fyziky, resp. fyzikálních zákonů, detekce a odezva kolize, zvuky, animace, umělá inteligence, správa paměti sítě a ostatních, aby se tvůrci mohli soustředit na obsah hry, resp. programu a nemuseli řešit interní zákonitosti. Každý engine je v něčem jiný a neobsahuje stejný kód či herní zákony. Jde o speciální integrované vývojové prostředí pro tvorbu her, které poskytuje množství prvků, funkcí a nástrojů k práci umístěných v grafickém uživatelském rozhraní. Skoro každé herní vývojové prostředí je uzpůsobené tak, aby pracovalo s jedním specifickým enginem. Ve své podstatě se jedná o program pro tvorbu her s vlastními specifikacemi, který je jen zřídka odlišný od jiných programů. V některých příkladech herní vývojová prostředí, ku příkladu Unity, má už engine zakomponovaný přímo v sobě [19].

3.3 Vlastní prostředí Unity

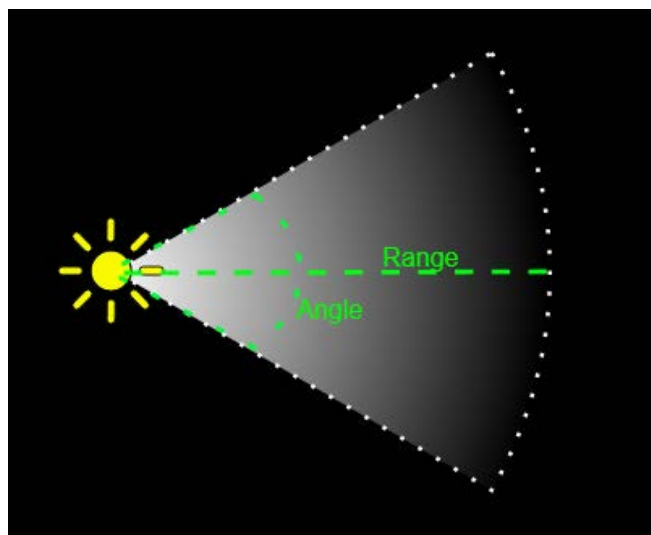
Uživatelské prostředí Unity se na první pohled může zdát velmi jednoduché a přehledné, ale opak je pravdou. Skrývají se zde mnohá tlačítka a různá nastavení, která nejsou na první pohled viditelná. Proto si v krátkosti popíše ono vývojové prostředí. Prvním z nejdůležitějších prvků pro začátek tvorby projektu je scéna „scene“. Je to vyhrazený prostor, ve kterém vidíme rozmístění jednotlivých objektů. Scéna je určena k vytváření prostředí hry, nebo programu (terén, pozadí, hrdina, nepřátelé či GUI) pomocí rozestavování „herních“ objektů „GameObject“. Je zde také velice důležité si zde říct, jaký je rozdíl mezi „gameObject“ a „GameObject“. Co se týče prvně zmíněného, je to třída, která obsahuje funkce pro práci s herními objekty a druhý je konkrétní herní objekt ve scéně. Objekty jsou pouze jakési kontejnery, které mají svůj obsah a to: informace o sobě, o svém stavu a pozici. Pozici, rotaci a škálování obsahuje část herního objektu, která se jmenuje transform. Transform je komponenta „component“, ale nelze ji z daného herního objektu odstranit jako jiné komponenty. Komponenty dávají herním objektům své vlastnosti a funkčnosti. Je díky nim možné zobrazit obrázek, spustit zvuk či používat fyziku ve hře. Lze také vytvářet vlastní komponenty pomocí „skriptů“. Jedná se o třídy vytvořené v podporovaném programovacím jazyce (v tomto projektu se jedná o C#), které musí být potomkem třídy MonoBehaviour. V takové třídě pak lze vytvářet logiku hry/programu a používat ji jako komponentu. Dalším důležitým prvkem Unity jsou aktiva „assets“, jsou to ku příkladu různé obrázky, zvukové stopy, modely, textury či animace, které si do projektu importujeme ve většině případů sami, nebo je možnost využití malé hrstky standartních aktiv tzv. „Standart Assets“ a Unity nabízí velké množství nastavení pro jejich importování. Adresářová struktura projektu je založena v umístění, které si vývojář zvolí a kořenový adresář nese stejný název jako projekt. Vývojář si může vše upravit podle svých potřeb, jako je například změna veškerých názvů souborů v projektu. Uvnitř kořenového adresáře jsou složky s nastavením projektu a knihovny. Je tam také složka assets, která obsahuje všechna aktiva a vlastní komponenty, s kterými se v projektu pracuje. Defaultně je prázdná a aktiva se do ní dají importovat buďto pouhým zkopírováním souborů anebo využitím specifických importujících nástrojů Unity, které jsou schopné importovat data z místního disku počítače, anebo z obchodu Asset store, což je pro vývojáře velmi užitečné [20].



Obrázek 3.2: „Point lights“ ve scéně [vlastní tvorba]

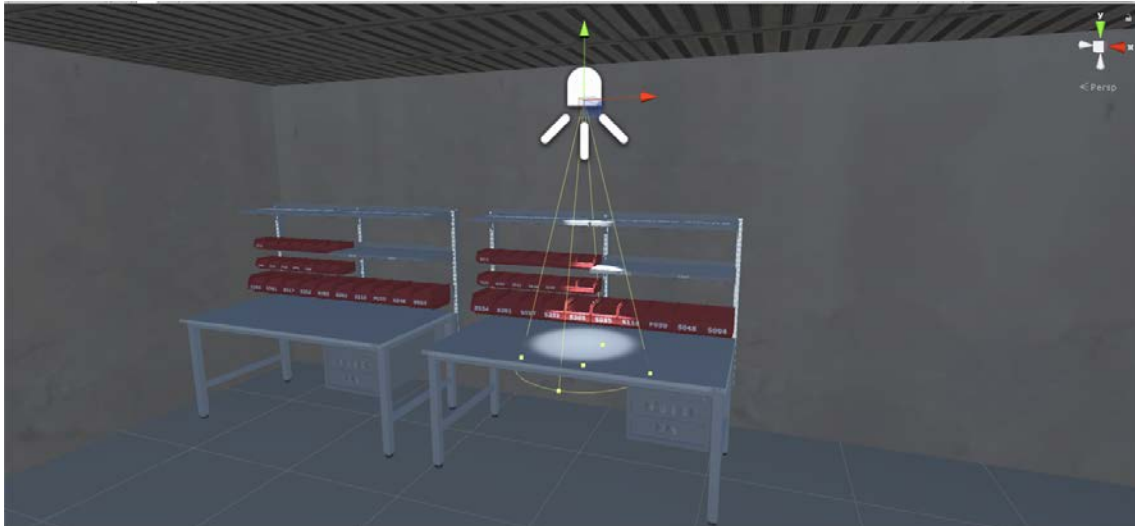
- Bodové světlo „Spot lights“

Jako další typ bodového světla má určitou polohu a rozsah, po kterém světlo ubírá na intenzitě. Toto bodové světlo je však omezeno úhlem osvětlení, což má za následek, že osvětlovací oblast je ve tvaru kužele. Střed kužele ukazuje ve směru vpřed k osvětlovanému objektu. Světlu také klesá na okrajích kužele intenzita světelného toku. Rozšířením úhlu se zvyšuje šířka kužele a tím se zvětšuje velikost tohoto slábnutí, známého jako "penumbra".



Obrázek 3.3: Bodové "Spot" světlo [o12]

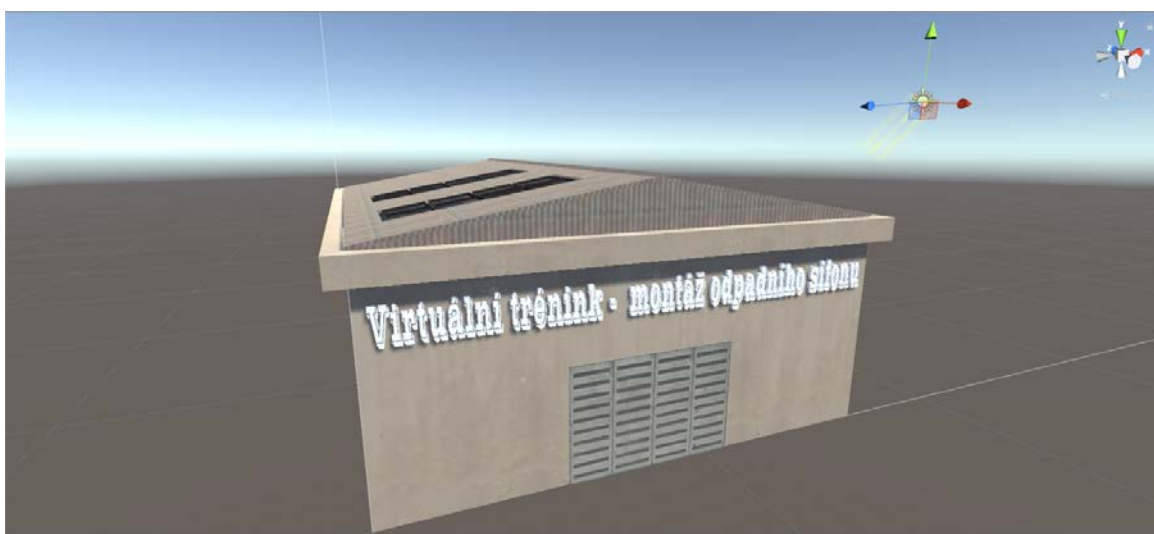
Tento druh bodové osvětlení se obvykle používá pro umělé zdroje světla, jako jsou baterky, automobilové světlomety a reflektory. Směr, který se ovládá přímo ze scénáře nebo animace bude osvětlení pohybující se světelný tok osvětlovat jen malou oblast scény a vytvoří tak dramatické světelné efekty.



Obrázek 3.4: „Spot lights“ ve scéně [vlastní tvorba]

- Směrová světla „Directional lights“

Hlavním typem světel jsou tzv. směrová světla. Tento druh světel se chová jako centrální světlo, v reálném světě se dá přirovnat ke světelnému svitu slunce. Směrová světla jsou velmi užitečná pro vytváření efektů, jako je sluneční záření ve scénách. V mnoha ohledech mohou být směrová světla považována za vzdálené světelné zdroje, které existují nekonečně daleko. Směrové světlo nemá žádnou identifikovatelnou zdrojovou polohu na scéně, a tak může být světlý, zdrojový objekt umístěn kdekoli ve scéně. Všechny objekty ve scéně jsou osvětleny, jako by světlo bylo vždy ze stejného směru. Vzdálenost zdroje světla není od cílového objektu definována a světlo se tak nesnižuje svou intenzitu. Kvůli své síle záření se na scénu umísťuje pouze jedno směrové světlo. Při dalším umístění tohoto typu světla by mohlo dojít zpomalení chodu hry/programu, z důvodu nadměrného vykreslování a také by to bylo zbytečné, protože světelný tok by se žádným způsobem nezměnil. Ve vlastnostech tohoto světelného zdroje můžeme také nastavit jeho chování v závislosti na čase. Můžeme nastavit chování jako v reálném čase, světelný tok se bude měnit v závislosti na hodinách, anebo druhá varianta je trvalý světelný tok po celou dobu.



Obrázek 3.5: „Directional lights“ ve scéně [vlastní tvorba]

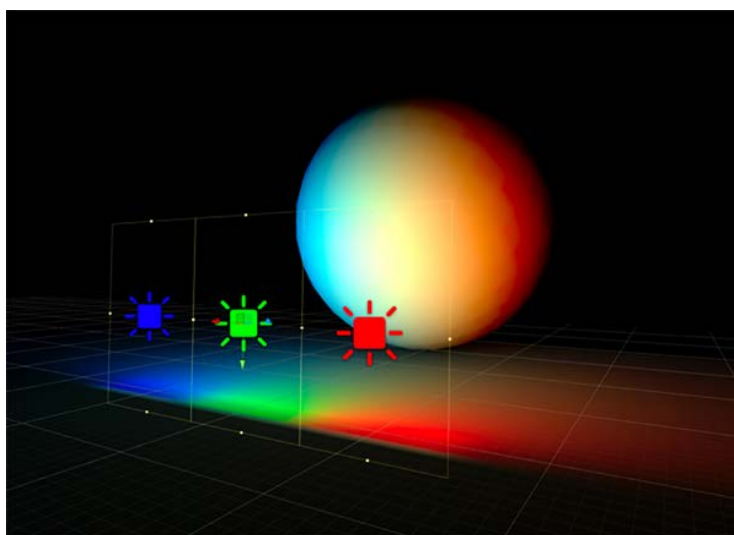
Unity má ve svém výchozím nastavení zvoleno, že každá nová scéna již toto světlo obsahuje. V jednotce je to propojeno s procedurálním systémem oblohy definovaným v části

Osvětlení prostředí osvětlovacího panelu. Toto chování můžete změnit vymazáním výchozího směrového světla a vytvořením nového světla nebo jednoduše zadáním jiného GameObject z parametru "Sun". Se světelným úhlem k zemi, rovnoběžně se zemí, lze dosáhnout efektů západu slunce.

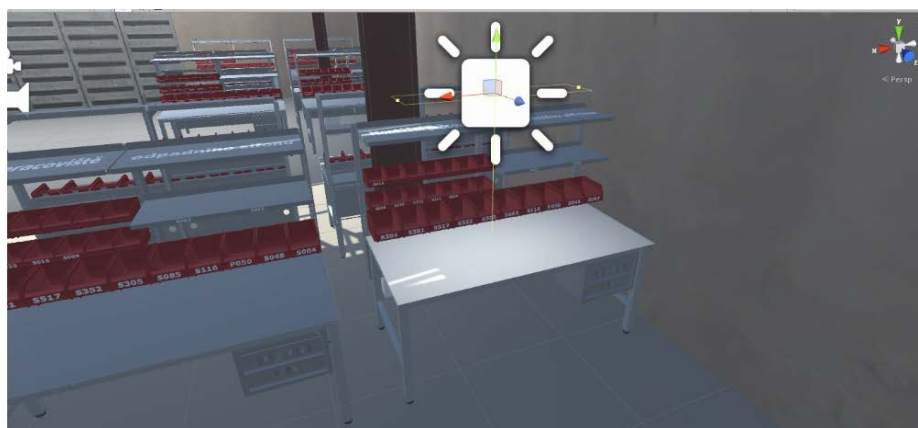
- **Prostorová světla „Area lights**

Jsou definována obrazcem obdélníku. Světlo je vyzařováno ve všech směrech rovnoměrně po celé své ploše, ale pouze z jedné strany tohoto obdélníku. Není zde žádné ruční ovládání rozsahu prostorového osvětlení, avšak intenzita se snižuje při inverzním čtverci vzdálenosti, která se odvíjí od zdroje. Vzhledem k tomu, že výpočet osvětlení je poměrně náročný na procesor, nejsou v době běhu k dispozici světelné plochy a mohou být vypáleny pouze do světelných objektů.

Vzhledem k tomu, že světlo osvětluje objekt z několika různých směrů najednou, je stínování měkkší a jemnější než ostatní typy světla. Můžete jej použít k vytvoření reálného pouličního osvětlení nebo svítící obrazce. Malé prostorové světlo může simulovat menší zdroje světla (například vnitřní osvětlení domů), ale s reálnějším efektem než bodové světlo.



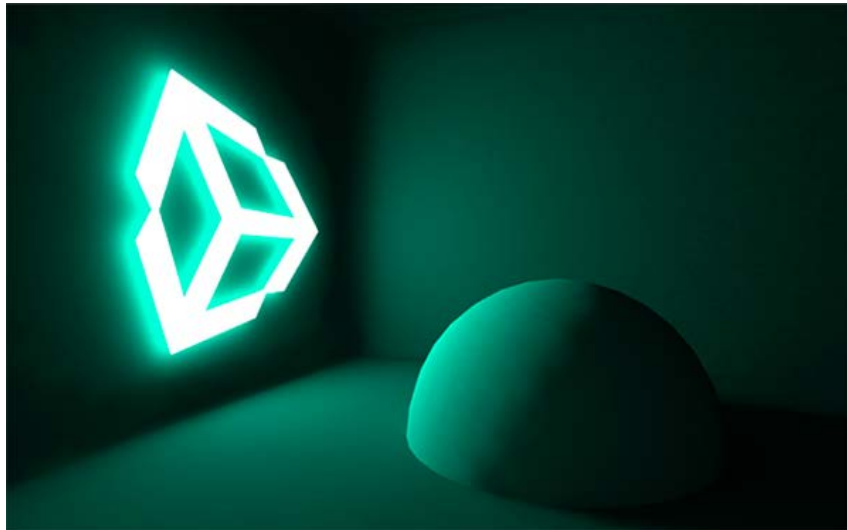
Obrázek 3.6: Prostorové světlo [o13]



Obrázek 3.7: „Area lights“ ve scéně [vlastní tvorba]

Světlo je vydáváno po povrchu plošného světla a vytváří difuzní světlo s měkkým stínováním.

- Materiály vyzařující světlo „Emissive materials“



Obrázek 3.8: Emissive materials [o14]

Stejně jako prostorová světla vydávají emisní materiály světlo přes jejich plochu. Přispívají k odrazu světla ve scéně a související vlastnosti, jako je barva a intenzita, mohou být během hry změněny. Zatímco oblastní světla nejsou podporována předběžně komprimovaným GUI v reálném čase, podobné efekty měkkého osvětlení v reálném čase jsou stále možné pomocí emisních materiálů.

"Emission" je vlastností standardního shaderu, který umožňuje statickým objektům v naší scéně vyzařovat světlo. Ve výchozím nastavení je hodnota "Emission" nastavena na nulu. To znamená, že objekty přidělené materiály pomocí standardního shaderu nevydávají žádné světlo.

- Okolní světlo „Spot lights“

Okolní světlo je světlo, které existuje všude kolem scény a nepochází ze žádného konkrétního objektu. To může být důležitým přispívatelem k celkovému vzhledu a jasů scény.

Okolní světlo může být užitečné v mnoha případech, v závislosti na zvoleném stylu umění. Příkladem by bylo jasné vykreslování v kresleném stylu, kde by mohly být nežádoucí tmavé stíny, nebo kde světlo může být např. ručně malováno do textur. Prostorové osvětlení může být také užitečné, pokud potřebujete zvýšit celkový jas scény bez nastavení jednotlivých světel [22].

4 Tvorba prostředí

V poslední době se řeší mnoho projektů právě s již zmíněnou virtuální realitou na katedře průmyslového inženýrství, fakulty strojn^í, Západočeské univerzity v Plzni. Katedra se zabývá různými virtuálními návodkami, nemocemi z virtuální reality, a také právě virtuálními tréninky, kde jsou všechny projekty řešeny převážně softwarem Unity 3D, který se stal také vhodným programem pro praktickou část této diplomové práce. Praktická část této diplomové práce bude sloužit jako podklad pro dizertační práci Ing. Serga Martirosova, který řeší problematiku „cybersickness“ tzv. nemoc z virtuální reality v průmyslovém prostředí. Pomocí již zmíněného prostředí Unity 3D bylo vytvořeno virtuální pracoviště s „poměrně jednoduchou“ montáží sestavy vodovodního odpadního sifonu. Jednoduchou proto, aby jakýkoli uživatel mohl snáze vyzkoušet a nemuselo se mu to příliš dlouze vysvětlovat a bylo to srozumitelné. Postup byl následující: nejprve bylo vytvořeno virtuální pracoviště obsahující montážní stůl s úložnými boxy a samotné montované díly a další. Toto tzv. „virtuální vybavení“ tohoto pracoviště bylo jednotlivě vymodelováno v programu SketchUp od společnosti Trimble, a některé použité části jsou použity z již namodelovaných komponentů z knihovny SketchUpu na stránce 3D Warehouse, které jsou zdarma stažitelné a velká většina z nich je také určena ke komerčnímu použití. Detailní představa o této montáži a o prostředí je konzultována přímo s Ing. Sergem Martirosovem, aby vyhovovala jeho potřebám. Výsledný a kompletně hotový virtuální trénink bylo možné primárně vyzkoušet na notebooku, nebo klasickém stolním počítači. S drobnými úpravami se dá také tento program vyzkoušet v laboratoři Cavu nebo v náhlavním displeji HMD Oculus Rift jenž je vybavení, kterým disponuje katedra průmyslového inženýrství [23].

Abychom si udělali ucelenou představu o tomto virtuálním tréninku, přiblížíme si zde scénář celého programu. Program začne úvodní obrazovkou, na které si uživatel přečte krátké informace, co bude následovat. Po přečtení informací bude následovat spuštění samotného virtuálního tréninku. Uživatel je tedy vsazen do prostoru u vstupních vrat uvnitř průmyslové haly. Na displeji se zobrazí pokyny a navigační informace, na které místo se má přesunout. V samotném prostoru to pak znamená přesunout se doprostřed haly k osvětlenému montážnímu stolu s připravenými díly sifonu. Celá hala je uspořádána s více těmito montážními pracovišti, aby prostor vypadal jako reálné pracoviště. Z tohoto důvodu je hlavní montážní stůl specificky osvětlen a vystínován, aby uživatel na první pohled věděl, kam má přistoupit. Po přistoupení k danému montážnímu stolu začne samotnou montáž sifonu, podle daných pokynů, které jsou zobrazeny na textovém panelu v prostoru nad stolem. Tento panel je zobrazen přibližně po celou dobu běhu programu. Samotná montáž probíhá způsobem, že uživatel začne brát postupně jednotlivé díly a umísťuje je na stůl před sebe. Jednotlivé díly mají na stole předem určenou polohu, aby výsledná sestava byla dobře smontována

Na základě přesné představy a vhodnosti byl vytvořen daný virtuální trénink – na zkoušku montáže odpadního sifonu, který bude sloužit pro uživatele. Snahou bylo, aby si všichni uživatelé ať už ti nezkušení nebo ti s nějakou praxí mohli vyzkoušet virtuální trénink, který se týká virtuální montáže sestavy sifonu. Ostatně tato část VR je v této práci tou stěžejní. S virtuálním tréninkem se dnes můžeme setkat kdekoli, ale hlavní využití najdeme právě ve strojn^í průmyslu. Tyto tréninky mají určitou výhodu oproti klasickému učení, podle již zkušeného pracovníka. Trénovaný člověk se podle něj v klidu naučí sám, svým tempem montáž dané sestavy, v tomto případě sestavit daný typ sifonu bez zbytečných chyb a prostojů. Právě v této části se bude jednat o popis vývojového prostředí Unity a samotnou tvorbou simulace virtuálního tréninku, který bude zaměřen na vyzkoušení určité dovednosti ve strojn^í průmyslu. Virtuální trénink bude také sloužit jako ukázka virtuální montáže na katedře průmyslového inženýrství a managementu.

4.1 Prostor montážní dílny

Tento virtuální trénink se týká montáže odpadního sifonu a z tohoto důvodu bylo nechtěné, aby se samotná scéna skládala pouze z nějakého stolu na montáž a samotných montážních dílů. Proto byla celá scéna zasazena do prostoru průmyslové haly.

Tato hala je dvoupodlažní budova o rozměrech délka 20000 mm, šířka 16250 mm a výška 8900 mm, kde celé přízemí je věnováno montáži, a první podlaží je vybaveno administrativním pracovištěm, kanceláří, která je zde pouze na doplnění vzhledu. Samotný montážní prostor je vybaven jednotlivými montážními stoly, které jsou seskupeny do jednotlivých montážních pracovišť. Tyto pracoviště se skládají nejvíce ze čtyř stolů, ale jsou zde také montážní pracoviště obsahující pouze dvě pracoviště. Co se týče samotné virtuální montáže, pro tu je zde vyčleněno jedno montážní pracoviště ve středu místnosti, aby bylo přehledné, co nejlépe nasvícené a aby uživatel na první pohled věděl, kam se má v místnosti pohybovat.

4.2 Vzhled haly

Co se týče samotného vzhledu haly je takřka velice strohý a jednoduchý. Hala obsahuje vykreslovací textury jak z vnitřku, tak i z vnějšku, což ale není pro náš projekt potřebné, protože celý děj se odehrává uvnitř budovy. Vnitřek haly je utvořený tak, že každý prvek má svou vlastní texturu. Samozřejmě podobné komponenty, jako jsou obvodové stěny, římsy mají textury stejné.



Obrázek 4.1: Hala ISO pohled [vlastní tvorba]



Obrázek 4.2: Hala – vnitřní pohled [vlastní tvorba]



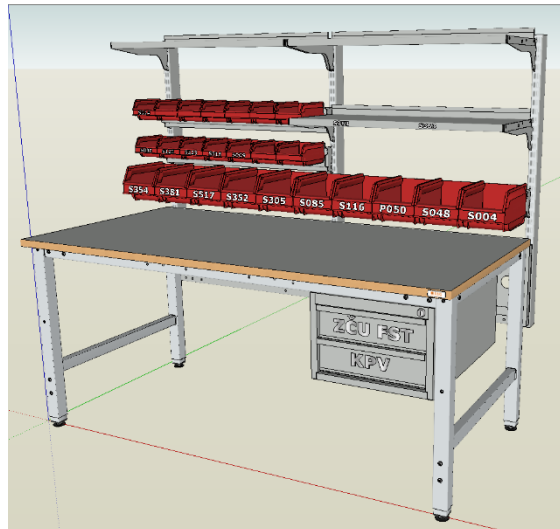
Obrázek 4.3: Hala – vnitřní pohled 2 [vlastní tvorba]

4.3 Montážní pracoviště

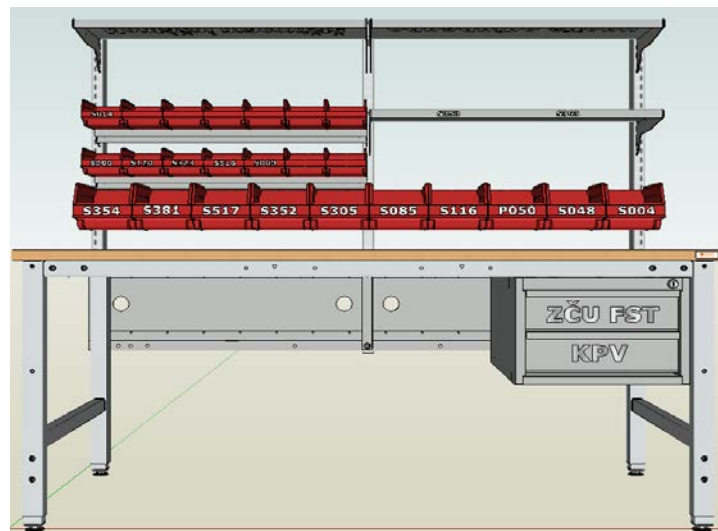
V našem případě se jedná o klasické, ergonomické, průmyslové, montážní pracoviště tzv. „Workstation“, které je vybavené pracovní deskou, kde se odehrává samotná montáž odpadního sifonu. Rozměry tohoto pracovního stolu jsou šířka 1530 mm, hloubka 840 mm a výška 1350 mm. Dále je na zadní straně desky umístěn rám, na kterém jsou umístěny jednotlivé pořadače pro umístění jednotlivých dílů, potřebných k montáži. Tyto pořadače jsou ve třech velikostech podle velikosti daných dílů, malé, střední a velké. Pro úplnou přehlednost a snazší nalezení potřebných dílů mají pořadače na svém čele popis zahrnující číslo dílu. V každé pořadači jsou umístěny v průměru tři stejné díly.

4.3.1 Textury montážního pracoviště

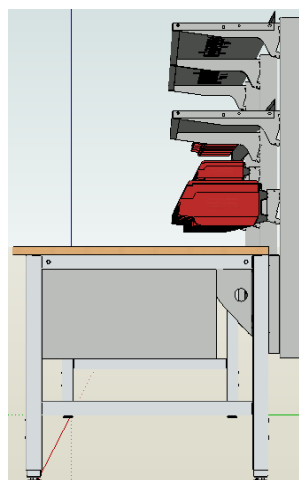
Na tomto pracovním stole je použito několik textur. Hlavními texturami jsou odstíny šedé. Které jsou použity na rám a desku stolu. Rám má texturu světlé šedé, kvůli lepší viditelnosti šroubů. Deska stolu má texturu tmavší šedé, z důvodu kontrastu montážních dílů. Poslední textura, asi ta nejjasnější na první pohled, je použita na oně pořadače na součásti sifonu. Červená barva z důvodu jednak kontrastu s díly, které jsou převážně v bílé barvy, ale také aby stůl nepůsobil monotónně.



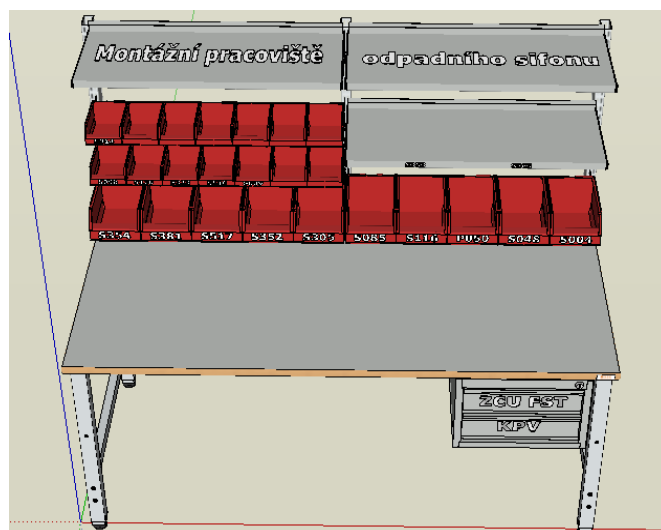
Obrázek 4.4: Montážní stůl ISO pohled [vlastní tvorba]



Obrázek 4.5: Montážní stůl pohled zepředu [vlastní tvorba]



Obrázek 4.6: Montážní stůl pohled z boku [vlastní tvorba]



Obrázek 4.7: Montážní stůl pohled shora [vlastní tvorba]

Na následujícím obrázku 4.8 je znázorněno finální rozmístění montážních stolů v prostředí haly. Jak již bylo zmíněno a je vidět hlavní montážní stůl se samotnou montáží je umístěn uprostřed místnosti. Kvůli lepším světelným podmínkám je nad stůl přidán extra světelný zdroj. Těsně za tímto stolem jsou vidět umístěné stoly s ukázkovým osvětlením různých druhů světelných zdrojů.



Obrázek 4.8: Hala s montážními stoly [vlastní tvorba]

4.4 Problém s proporcemi

Při prvním pokusu importu modelu haly byl použit formát dae, který nese zvlášť model a zvlášť textury. Při importu nevznikly žádné problémy. Problém nastal až v pozdější fázi. Při další práci se rapidně aplikace začala zpomalovat. Při pátrání, čím je chyba způsobena došlo ke zjištění, že hala je nadměrně veliká. Rozdíl byl patrný jak při vložení osoby, tak i při vložení podlahy budovy. Pro představu měla hala asi 100x větší rozměr, než by měla být. Při dalších pokusech importu byla hala menší, ale pořád velmi velká cca 50x. Při posledním zdařeném importu se vše povedlo. Pro tento import byl zvolen zcela jiný formát. Místo formátu dae byl použit formát skp (verze 2015), který je přímo určen pro modely z programu SketchUp, ale Unity ho umí také přečíst. Velkou výhodou tohoto formátu je, že nese v sobě zároveň model i textury.

SketchUp je jeden z běžně používaných softwarů pro modelování objektů. Chceme-li použít model SketchUp pro vizualizaci v aplikaci Unity, musíme ji dříve převést na přechodný formát, který Unity podporuje a použije převedený formát v jednotce Unity. Aby se tento problém vyřešil, Unity nyní podporuje import souboru SketchUp přímo do Unity bez potřeby konverze a umožňující uživateli přístup k určitým vlastnostem v souboru SketchUp v jednotce Unity, která dříve nebyla možná [24].



Obrázek 4.9: Rozdíl mezi jednotkami [o15]

4.5 Podrobný postup montáže

Celá scéna začíná na kraji u vstupních vrat do průmyslové haly. Zde je umístěna hlavní kamera tzv. „FirstpersonCharacter“ umístění uvnitř objektu „FPSController“, která je svým pohledem umístěna do středu montážního přízemí haly. V podstatě pohled směřuje přímo na montážní stůl s onou virtuální montáží. Tato kamera se chová v podstatě jako osoba z pohledu vlastních očí. Object obsahuje jednak samotnou kameru, ale také zvuk chůze a vlastní charakter osobnosti. V první fázi byl ještě pohled kamery, tedy vlastní pohled uživatele po levém okraji obrazovky vybaven textovým polem. Toto textové pole obsahovalo podrobné pokyny k montáži sestavy sifonu. Podle toho postupoval uživatel jednotlivými kroky. Toto řešení se ukázalo nevyhovující, a proto byl vymyšlen jiný způsob zobrazení pokynů k montáži. Nad montážní stůl byl umístěn panel, kde jsou zobrazeny kroky, jaké má uživatel s dílem udělat, jaký díl má uchopit a také obrázek samotného dílu.

Prostředí je koncipované tak, že se uživatel může volně pohybovat po celé místnosti. Uživatel nemá přístup do prvního podlaží s administrativním pracovištěm. Tento přístup je v našem případě nepotřebný pro samotnou montáž. V místnosti se uplatňují klasické fyzikální zákony tzn. uživatel chodí pevně při zemi a může skákat. Při pohybu po místnosti nemůže procházet stěnami a také nemůže procházet přes samotné montážní pracoviště, podpěrné sloupy haly a další objekty umístěné v hale.

Jak již bylo zmíněno na začátku v první kapitole tvorba prostředí, samotné prostředí haly je vybaveno nápovědami ve formě textových panelů, které uživatele směřují k jednotlivým krokům. První samo zobrazující pole textu je viditelné ihned po spuštění virtuálního tréninku na začátku haly. Tento text nasměruje uživatele k danému montážnímu pracovišti, a hlavně vysvětlí ovládací prvky v prostředí. Druhým, tím podstatnějším, polem textu je panel, který je zobrazen přibližně po celou dobu běhu programu, po přístupu uživatel před montážní pracoviště je text jasně a dobře čitelný. Na tomto poli má uživatel jednotlivé kroky, jak postupovat při

montáži. Aby nebylo pole s textem zbytečně velké má optimální velikost, aby se sem vešli veškeré potřebné informace a nezakrývalo velkou část prostoru. Textový panel má pozadí odstínu šedé, aby zapadlo do prostředí průmyslové haly. Toto pozadí je voleno z důvodu dobré čitelnosti textu při montáži. První volba pozadí panelu byla průhledná, ale po spuštění aplikace se ukázalo, že text v těchto světelných podmínkách a barevných tónech haly není moc dobře čitelný. Z důvodu velkého množství informací pro jednotlivé kroky montáže, byly jednotlivé kroky rozděleny na více panelů a jsou zobrazovány postupně, jak uživatel umístí daný díl do jeho konečné pozice. Na panelu jsou body montáže jasně a stručně popsány a také doplněny o obrázek dílu, aby mohl uživatel sifon jednoduše sestavit. Tento panel je vidět na obrázku 4.11.



Obrázek 4.10: Textové pole při spuštění VT [vlastní tvorba]

Na úvodní textový panel byly ještě přidány informace o ovládání programu. Byly zde popsány jednotlivé ovládací prvky jak pro samotný pohyb po prostředí, tak i ovládací prvky pro sestavování sifonu na montážním stole.



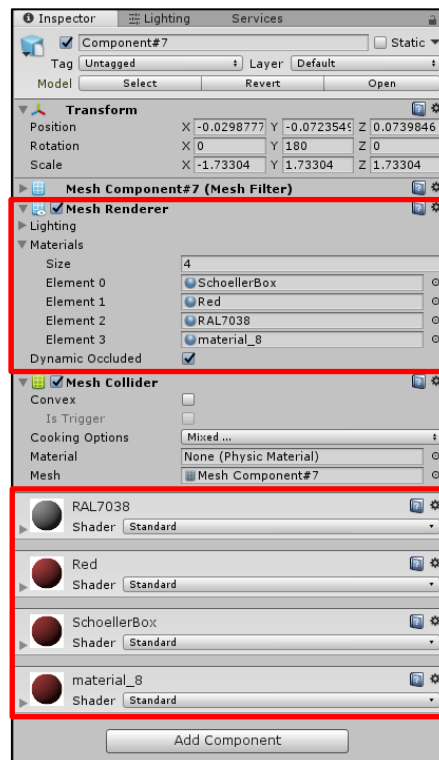
Obrázek 4.11: Textové pole při montáži [vlastní tvorba]

Při prvním rozhlédnutí po místnosti přistoupí uživatel rovnou k montáži. Při prvním pohledu na montážní pracoviště uvidí jednotlivé díly rozmístěné v jednotlivých pořadačích. V jednotlivých pořadačích není pouze jeden kus tohoto dílu, ale je zde několik kusů, podle rozměru dílu, abychom vzhledově docílili reálného vzhledu pracoviště. Po následném zorientování se přistoupí k montáži jednotlivých dílů sestavy sifonu. Všechny podsestavy sifonu jsou

montovány najednou, Z tohoto důvodu není potřeba na konci jednotlivé podsestavy spojit dohromady.

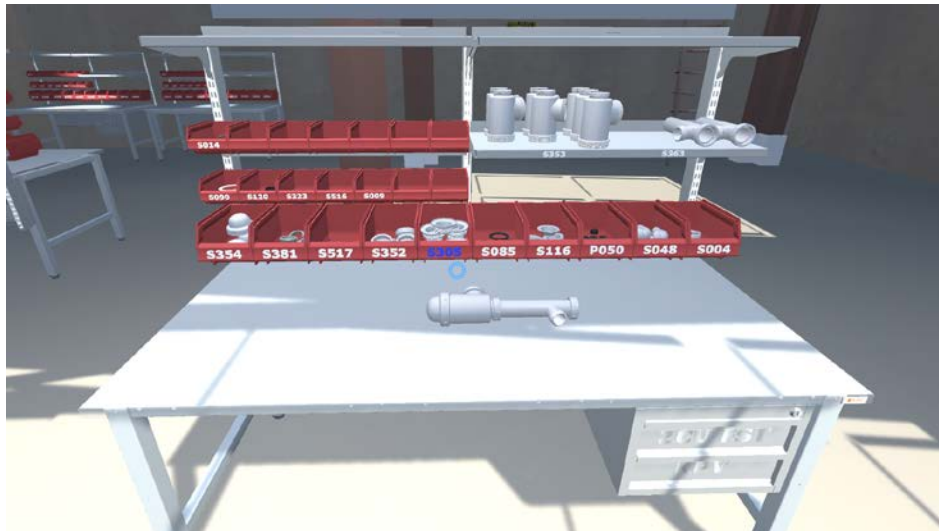
Výběr daného dílu je proveden tak, že uprostřed obrazovky je umístěn terč, který uživatel zamíří na daný objekt a pomocí myši jej vybere. Tento terč je na obrazovce umístěn po celou dobu běhu programu. Po přečtení informace, jakým dílem má uživatel začít na daný díl zamíří vybere jej, tím se díl ve své podstatě přesune do předem stanovené pozice a uživatel si jej položí před sebe na stůl.

Pro zlepšení orientace uživatele při výběru následujícího dílu bylo ještě přidáno obarvení nápisů na pořadačích, které nesou názvy jednotlivých dílů. První navrhovanou variantou bylo postupné obarvení jednotlivých pořadačů, ve kterých jsou díly umístěny. Z pohledu naprogramování zde ale nastaly překážky. První překážkou bylo, že každý jednotlivý pořadač se skládá ze dvou primárních dílů. Tento problém by ještě nebyl tak velký, řešením by bylo vytvořit pole „[,]” a vybírat tak oba prvky najednou. Druhým, tím zásadnějším problémem byl větší počet textur na objektu. S tím problémem nebylo možné se vypořádat z důvodu omezených programovacích zkušeností. Na obrázku 4.12 je vidět počet textur na jedné půlce pořadače.



Obrázek 4.12: Více materiálů na objektu [vlastní tvorba]

Obarvení bylo tedy nakonec tvořeno obarvením nápisů na pořadačích. Výchozí barva nápisů je bílé barvy. Aby byl kontrast co největší, pro změnu barvy byla použita tmavě modrá barva. Při počátečním spuštění je již obarven nápis u dílu „S353“, který není ale umístěn na pořadači, ale na polici na které je díl umístěn, kvůli své velikosti. Při umístění daného dílu na svou finální pozici se barva nápisu vrátí do své výchozí barvy, tedy bílé, a barva nápisu následujícího montovaného dílu se změní.

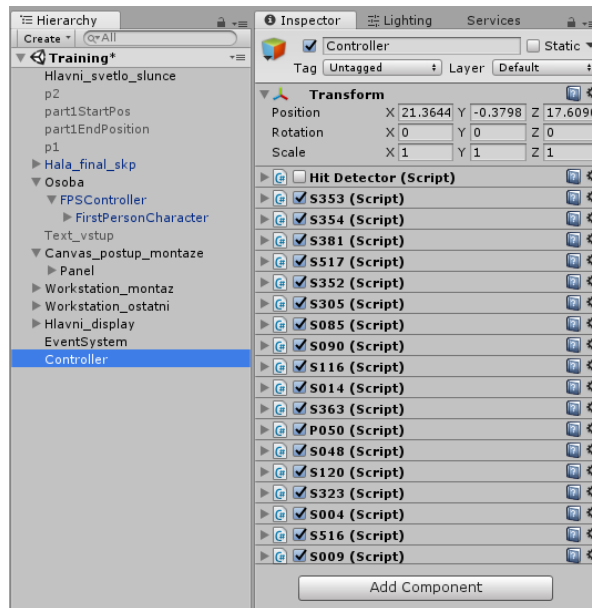


Obrázek 4.13: Obarvení nápisu na pořadači [vlastní tvorba]

4.6 Práce s jednotlivými díly

Aby vůbec bylo možné tento trénink vytvořit a splňoval všechny požadavky na funkčnost, bylo zapotřebí použít script, respektive větší množství těchto scriptů. Scripty obsahují kód napsaný programovacím jazykem v tomto případě jazyk C#. Skriptování je základní součástí všech programů, aplikací. Dokonce i nejjednodušší program potřebuje skripty, aby reagovala na vstup od uživatele a zajistila, aby události v programu probíhaly tak jak mají měly. Kromě toho mohou být skripty použity k vytváření grafických efektů, ovládání fyzického chování objektů nebo dokonce implementace vlastního systému UI. Skriptování je dovednost, která trvá určitou dobu a je zapotřebí úsilí. Záměrem této části není vysvětlit, jak se píše kód skriptu, spíše vysvětlit jednotlivé skripty ve scéně fungují.

Bylo vytvořeno cca 18 scriptů z důvodu, protože každý díl sestavy má svůj vlastní. Aby byly skripty propojeny s objekty musí být umístěny na scéně. Nejde ale umístit samotný script do scény. Pro tuto potřebu byl vytvořen prázdný Gameobject pojmenovaný „Controller“ a do něj byly následně umístěny všechny skripty pro interaktivní objekty. Jak je vidět na obrázku 4.12, všechny skripty jsou pod sebou a jsou označené (pomocí „zaškrtačacího“ políčka) jako aktivní. Tyto skripty se také v inspektoru dají rozbalit. Při rozbalení se otevře nastavení, kde se dají skriptu přiřadit konkrétní objekty.



Obrázek 4.14: Skripty na scéně [vlastní tvorba]

4.7 Uchopení jednotlivých dílů

Abychom mohli pracovat s jednotlivými díly sifonu, bylo nutné naprogramovat pomocí skriptů jednotlivé funkce uchopení daných objektů. V Unity je princip funkčnosti takový, že jakýkoli bod v pohledu kamery odpovídá řádku ve virtuálním prostoru. Je tedy užitečné mít matematickou reprezentaci této linie a Unity ji může poskytnout ve formě objektu Ray.

4.7.1 Raycast

Ray odpovídá bodu v pohledu. Ray je neviditelná čára od bodu A do bodu B ve virtuálním prostoru. Důležité je, že tato neviditelná čára nebo paprsek, který je obsazen do scény, může vrátit informace o GameObjects, které byly zasaženy paprskem. GameObjects musí mít přiřazený collider, aby registroval kontakt s paprskem. Když se paprsek prolíná nebo vrací GameObject, vyvolaná událost se označuje jako RaycastHit. Tento zásah nám může říci některé detaily o GameObject a kde byl zásah, včetně odkazu na Transformace GameObjectu, délku paprsku, když něco zasáhne, bod v prostoru, kde se zásah stal a další.

Třída kamery poskytuje dvě funkce ScreenPointToRay a ViewportPointToRay. Rozdíl mezi těmito dvěma je, že ScreenPointToRay očekává, že bod bude poskytnut jako souřadnice pixelu, zatímco ViewportPointToRay má normalizované souřadnice v rozsahu 0..1 (kde 0 představuje dolní nebo levý pohled a 1 představuje horní nebo pravý pohled). Každá z těchto funkcí vrátí paprsek, který se skládá z bodu původu a vektoru, který ukazuje směr linky od tohoto původu.

Nejčastějším používáním Ray z kamery je vysílání jej do scény. Raycast posílá imaginární „laserový paprsek“ podél dráhy od jeho zdroje až do okamžiku, kdy na scéně zasáhne „collider“. Potom se vrátí informace o objektu a bodu, který byl zasažen v objektu RaycastHit. Je to velice chytrý způsob, jak vyhledat objekt na základě jeho obrazu na obrazovce. Tímto způsobem bylo vytvořeno uchopení jednotlivých dílů na pozici myši, tedy lépe řečeno výběrového kruhu.

FPSController zaměřuje tak, že se díváme skrze myš na virtuální ploše. Když klikneme na tlačítko na myši, umístíme neviditelný paprsek, který vytvoří z kamery (vlastního pohledu) neviditelnou čáru do virtuálního prostoru.

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class CameraRaycaster : TargetGetterBase {

    public float maxRange = 3f;

    public void DoRaycast () {
        Ray r = new Ray (transform.position, transform.forward);
        RaycastHit hit;
        Physics.Raycast (r, out hit, maxRange);
        objectHit = hit.collider ? hit.collider.gameObject : null;
        gotObjectThisFrame = true;
    }

    protected override void SetObject () {
        DoRaycast ();
    }
}
```

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class TargetGetterBase : MonoBehaviour {
    public static TargetGetterBase instance;

    void Awake () {
        if (instance)
            Debug.LogError (instance.name + " " + this.name);
        TargetGetterBase.instance = this;
    }

    protected static bool gotObjectThisFrame = false;

    void Update () {
        gotObjectThisFrame = false;
    }

    protected static GameObject objectHit;

    public static GameObject GetObject {
        get {
            if(!instance){
                return null;
            }

            if (!gotObjectThisFrame)
                instance.SetObject ();
            return objectHit;
        }
    }

    protected virtual void SetObject () {
        Debug.Log ("using nonimplemented object setter");
    }
}
```

```
public static bool IsObjectTag (string tag) {
    if (GetObject)
        return GetObject.CompareTag (tag);
    return false;
}

public static bool IsObjectName (string name) {
    if (GetObject)
        return GetObject.name == name;
    return false;
}
}
```

Způsob, kterým byl samotný úchop dílu vytvořen bylo vytvoření pozice u kamery vlastního pohledu. Na obrazovce je po uchopení dílu vidět, jako by byl daný díl držen přímo v ruce. Pro tuto vlastnost byla vytvořena pozice nazvaná „hand“ do které je díl po zmačknutí tlačítka přesunut. Dalším důležitým příkazem je holding. Tato proměnná je v začátku nastavena na false, z důvodu, aby žádný díl nebyl uchopen. Následně je potom využita již zmíněná metoda CameraRaycaster, která nám vrací pozici GameObject v prostoru. Celé přemístění dílu z výchozí pozice do hand a na určené místo je prováděno příkazem „transform.position“.

Pro jednodušší nalezení a zvolení GameObjectu se v tomto tréninku také využívá Tag. Tag je referenční slovo, které můžete přiřadit k jednomu nebo více GameObjects. Tagy pomáhají identifikovat GameObjects pro účely skriptování. Zajišťují, že není nutné ručně přidávat GameObjects do skrytých vlastností skriptu pomocí drag and drop, čímž ušetříte čas při použití stejného kódu skriptu ve více GameObjects. Pomocí funkce GameObject.FindWithTag() můžete najít GameObject tím, že jej nastavíte tak, že hledáte jakýkoli objekt, který obsahuje požadovaný tag.

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class S353 : MonoBehaviour
{
    public GameObject DilS353;
    public Transform part2EndPosition;
    private bool DilS353Assembled;
    public Transform hand;
    private bool holding;

    void Start()
    {
        DilS353Assembled = false;
        holding = false;
    }

    void Update()
    {
        // Posun hlavního dílu
        if (Input.GetKeyDown(KeyCode.Mouse0) && CameraRaycaster.IsObjectTag("S353"))
        {
            if (!holding)
            {
                CameraRaycaster.GetObject.transform.position = hand.transform.position;
                CameraRaycaster.GetObject.transform.parent = hand.transform;
                holding = true;
            }
        }
    }
}
```



```
}  
  
// Umístění hlavního dílu  
if (Input.GetKeyDown(KeyCode.Mouse1) && holding)  
{  
    DilS353.transform.position = part2EndPosition.transform.position;  
    DilS353.transform.parent = part2EndPosition.transform;  
    holding = false;  
    Debug.Log("Umístění");  
    DilS353.transform.eulerAngles = new Vector3(0, 0, 0);  
    DilS353.transform.Rotate(0, 270, 270);  
}  
}
```

Tento skript zaručuje již zmíněný úchop, pomocí kurzoru. Z důvodu zjednodušení je kurzor výběru na displeji zobrazen neustále. Slouží k zamíření výběru na daný díl. Díky propojení s předchozím skriptem je tedy zaručena možnost uchopení dílů a provádět tak montáž. V tomto případě se nejedná o klasický kurzor, který známe z počítače, ale jedná se o výběrový kruh.



Obrázek 4.15: Výběrový kruh [vlastní tvorba]

Jelikož je výběrový kruh umístěn neustále na obrazovce, bylo také důležité zvolit přesnou velikost a vzdálenost od kamery (představující zrak), aby příliš nebránil uživateli ve výhledu, ale také aby nebyl složité výběr i drobnějších dílů sestavy sifonu.

4.7.2 Problém s uchopením dílů

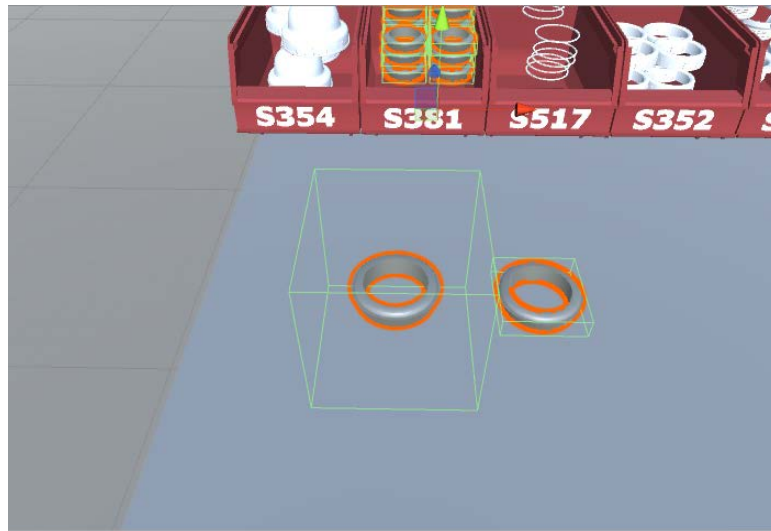
Při prvním importování jednotlivých dílů sifonu do Unity neměly tyto díly žádné vlastnosti, pouze výchozí vlastnost, kterou Unity automaticky přiřazuje při přesunu objektu z knihovny na scénu, transform, tedy pozici ve scéně. Aby s dílem bylo možno pracovat, bylo nutné dílům přiřadit vlastnost „Collider“.

Collider je komponenta, která definuje tvar objektu za účelem fyzické kolize. Collider je neviditelný nemusí mít stejný tvar jako samotný objekt a ve skutečnosti je hrubá aproximace často efektivnější a nerozlišitelná. K jednomu objektu lze přidat libovolný počet, čímž se dají vytvořit složené Colliderly.

Colliderly lze přidávat k objektu bez komponenty Rigidbody (fyzické vlastnosti), který vytváří podlahy, stěny a další nehybné prvky scény. Jsou označovány jako statické kolize. Obecně by se neměli přemístit statické kolize změnou polohy Transform, protože to bude mít velký vliv na fyziku objektu.

Zde se vyskytl případy, kdy tento Collider nebyl dostatečně přesný a veliký. Vysílaný paprsek pomocí metody Raycast bylo velice složité přesně zaměřit, aby narazil přesně do zvoleného objektu. Kvůli umístění dílů v pořadačích nemohla být velikost vlastního Collideru příliš velká, aby nedocházelo ke kolizím mezi jednotlivými díly v pořadači. V Unity existují i další druhy Collideru. Dva základní druhy jsou krychle/kvádr a druhý je přesně obklopující daný objekt. Rozdíl mezi těmito dvěma druhy je ve výpočtové výkonnosti. Druhý typ Collideru je více složitější. Z tohoto důvodu byl využit Collider standardní ve tvaru kvádru. Rozměry byly

tedy zvoleny adekvátně k velikosti objektu a k počtu stejných dílů v pořadači. Níže na obrázku 4.15 je znatelný rozdíl ve velikosti Collideru na stejném objektu.



Obrázek 4.16: Velikost collider [vlastní tvorba]

4.8 Posun dílu po umístění

Jednotlivé díly sifonu jsou do sebe šroubované nebo těsně umístěné u sebe. Z tohoto důvodu je postup montáže rozdělen na dvě části. První část byla popsána v předchozí kapitole tzn. uchopení dílu z výchozí pozice a umístění dílů na konkrétní místo na montážním stole. Dalším krokem je posunutí dílu na konečnou pozici. Toto posunutí už není ovládáno pomocí myši, ale je to kombinace kláves „Q“ posun vpřed a „E“ posun zpět. Tato metoda je volána v části kódu Update kde se volá příkaz StartCoroutine, ale hlavní část kódu, která provádí samotný posun objektu je umístěna mimo Update, kvůli správné funkčnosti skriptu. Stejně jako při uchopení dílu i tento skript využívá metodu CameraRaycaster, spolu s označením objektu „Tag“.

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class S354 : MonoBehaviour {
    public GameObject DilS354;
    public Transform part3StartPosition;
    public Transform part3EndPosition;
    private bool DilS354Assembled;
    public Transform hand;
    private bool holding;

    void Start()
    {
        DilS354Assembled = false;
        holding = false;
    }

    void Update()
    {
        // Posun hlavního dílu
        if (Input.GetKey(KeyCode.Q) && CameraRaycaster.IsObjectTag("S354"))
        {
            if (!DilS354Assembled)
            {
```



```
        StartCoroutine(PosunS354());
        Debug.Log("Posun vpřed");
    }
}

// Posun hlavního dílu zpět
if (Input.GetKey(KeyCode.E) && CameraRaycaster.IsObjectTag("S354"))
{
    if (DilS354Assembled)
    {
        StartCoroutine(PosunS354Zpet());
        Debug.Log("Posun vzad");
    }
}
```

Na následujícím obrázku 4.17 je zobrazen kód pro posun dílu na stole. Jelikož se jedná, stejně jako v předchozím případě, o posun/změnu pozice byla zase využita funkce „transform.position“. Konkrétně o tohoto posunu jsou známi už konkrétní pozice vytvořené na stole, které se jmenují „Part3StartPosition“, kde se díl nachází po přesunu z pozice hand a „part3EndPosition“, je finální pozice dílu v sestavě. Posun potom zprostředkovává funkce „Vector3.Lerp“, což znamená lineární interpolaci mezi dvěma vektory.

Interpoluje mezi vektorem „a“ a „b“ podle interpelantu „t“. Parametr t se upne do rozsahu [0, 1]. To je nejčastěji používáno k nalezení bodu nějaké části cesty podél dané čáry mezi dvěma koncovými body (např. pohybovat objekt postupně mezi těmito body).

```
// Přesun tam a zpátky druhého dílu
IEnumerator PosunS354()
{
    float numP = 0;
    float numR = 0;
    while (numP < 1 || numR < 1)
    {
        numP += Time.deltaTime;
        numR += Time.deltaTime;
        DilS354.transform.Rotate(0, 0, numR * 6);
        DilS354.transform.position = Vector3.Lerp(DilS354.transform.position,
part3EndPosition.position, numP);
        yield return 0;
    }
    DilS354Assembled = true;
    DilS354.transform.parent = part3EndPosition.transform;
    Debug.Log("S354_Assembled");
}

IEnumerator PosunS354Zpet()
{
    float num = 0;
    while (num < 1)
    {
        num += Time.deltaTime;
        DilS354.transform.position = Vector3.Lerp(DilS354.transform.position,
part3StartPosition.position, num);
        yield return 0;
    }
    DilS354Assembled = false;
    DilS354.transform.parent = part3StartPosition.transform;
    Debug.Log("S354_disassembled");
}
```

4.9 Změna textury jednotlivých dílů

Aby uživatel dobře věděl, který díl přesně výběrovým kruhem vybírá byla doplněna metoda na obarvení dílu tedy přesně ne změnou obarvením, ale změnou samotné textury dílu. Jelikož je prostředí haly celkem tmavé, byla zvolena kontrastní textura, a to modré barvy. Součástí skriptu je metoda „OnMouseEnter“ a „OnMouseExit“. Při „OnMouseEnter“, tzn. umístění kurzoru, v našem případě výběrového kruhu na objekt, dojde ke změně na předem zvolenou texturu. Následně při „OnMouseExit“, tzn. posun výběrového kruhu mimo objekt, dojde k navrácení původní textury daného dílu.

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

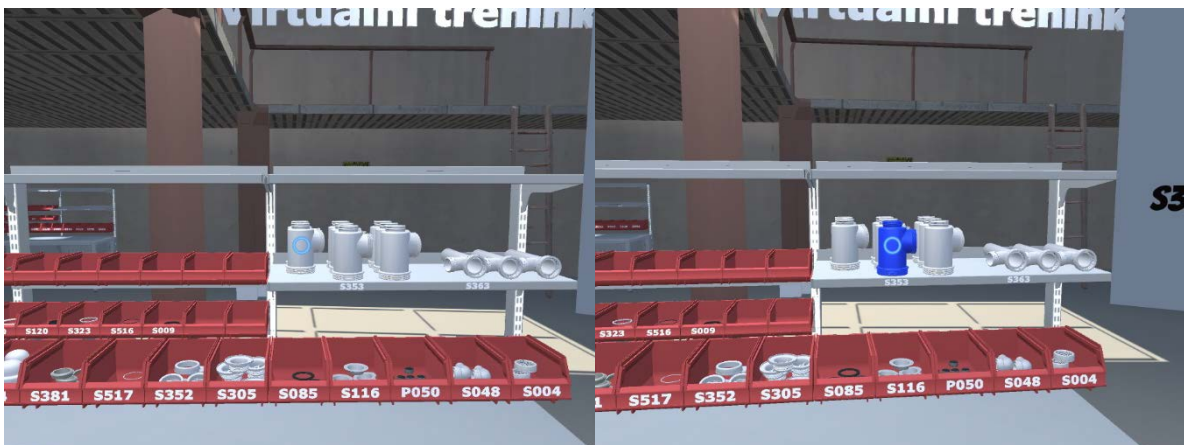
public class Interact : MonoBehaviour {
    public Material[] material;
    Renderer rend;

    bool mouseOver = false;

    void OnMouseEnter()
    {
        mouseOver = true;
        rend = GetComponent<Renderer>();
        rend.sharedMaterial = material[0];
    }

    private void OnMouseExit()
    {
        mouseOver = false;
        rend.sharedMaterial = material[1];
    }
}
```

Na následujícím obrázku 4.20 je vidět, jak tato změna vypadá ve skutečnosti při spuštění programu ve virtuálním světě. V levé části obrázku je vidět výběrový kruh mimo vybíraný díl, tudíž i mimo jeho Collider. V pravé části je vidět samotná změna textury.



Obrázek 4.17: Změna textury dílu [vlastní tvorba]

4.10 Jednotlivé kroky montáže

Tento sestavovaný model odpadního sifonu je na naší katedře průmyslového inženýrství zpracován již v několika verzích postupu, jak jej složit. První verze ta jednodušší je prostá papírová návodka s obrázky, druhá je zpracována pomocí rozšířené reality a ta třetí je zpracována za pomoci video-návodu. Tento projekt už není pouhou návodkou, ale jak jsem se již zmínil, zde se o virtuální trénink samotné montáže stejného modelu odpadního sifonu.

Základní částí celé sestavy je největší model S353, který tvoří celé tělo sifonu. Na tento díl se následně montují další rozšiřující součásti. Také kvůli tomu, že se jedná a hlavní díl má na montážním stole své plnohodnotné místo, aby jej uživatel viděl na první pohled a mohl s ním pracovat. Prvním krokem tedy je přistoupit k montážnímu stolu a uchopit tento díl umístěný na polici na zadní stěně stolu. Dalším krokem bude uchopení součásti S354, což je spodní víko součástky S353, které se našroubuje pomocí závitu na ono tělo. Při tomto kroku je uživateli zcela jasné, jak má součást namontovat.

U samotného těla sifonu (S353) ještě zůstaneme a do jeho bočního vstupu vložíme gumové těsnění S381 které je kuželově tvarované a zde už není tak jedno jak jej uživatel namontuje. Proto bude již při uchopení uživatelem správně orientované tak, aby šlo snáze namontovat. Po následném umístění těsnění na něj přijde ještě vymešovací kroužek S517, a to celé přijde zašroubovat bílou převlečnou maticí S352, kterou není možno namontovat jiným způsobem. Tímto smontováním je hotová první hlavní podsestava celého sifonu.

Dalším krokem je montáž další, tedy druhé podsestavy, kterou je umyvadlové hrdlo sifonu. Toto hrdlo se skládá z pěti součástí. Jejím hlavním dílem je součást S305 tzv. pileta, která tvoří tělo celé podsestavy a na kterou se přidávají další díly.

Na tuto piletu (S305) se nasadí černé těsnění S085, které není směrově orientované, a tak je jedno jak se následně namontuje. Těsnění se montuje z horní strany pilety do osazení. Následně se na toto těsnění přidá ještě vymešovací, bílý, plochý kroužek, který těsnění S085 zakryje.

Poté se tyto díly zaklopí dílem S116 tzv. vrchní ozdobná pileta, která je vidět při pohledu do umyvadla. Takto sestavené díly jsou k sobě pouze přisazené a musí se ještě přišroubovat, aby držely u sebe. K tomuto účelu je zde díl S014, což je šroub, který se našroubuje do středu vrchní pilety. A tímto krokem je hotová další, tedy druhá podsestava.

A jsme u montáže třetí předposlední podsestavy, která tvoří další hlavní část sestavy odpadního sifonu. Tady se hlavním součástkou, tělem stává díl S363, který propojuje podsestavu, jejíž hlavní díl je S353 a podsestavu, jejíž hlavní díl je S305. Tato podsestava se skládá pouze ze dvou dílů, a to je dlouhé tělo S363 a vymešovací těsnění P050. Ono vymešovací těsnění se vkládá do bočního otvoru dlouhého těla. Je zde malý problém s montáží tohoto těsnění z důvodu, že obsahuje potřebný výřez, který pasuje na výstupek vně bočního hrdla. Uživatel tedy musí jak správnou stranou, tak i správným natočením tento díl usadit. Po tomto kroku se již blížíme zdárně konci montáže sestavy. Poslední tedy čtvrtá podsestava, která se připojuje na tělo podsestavy jejíž hlavním dílem je díl S363, její připojení je právě na boční hrdlo dlouhého dílu. Skládá se ze dvou dílů, a to z dílu S048 tedy koleno a dílu S120 manžety. Tato manžeta má opět svojí charakteristickou pozici montáže. Tato pozice je dána tím, že užší strana manžety směřuje směrem od kolena.

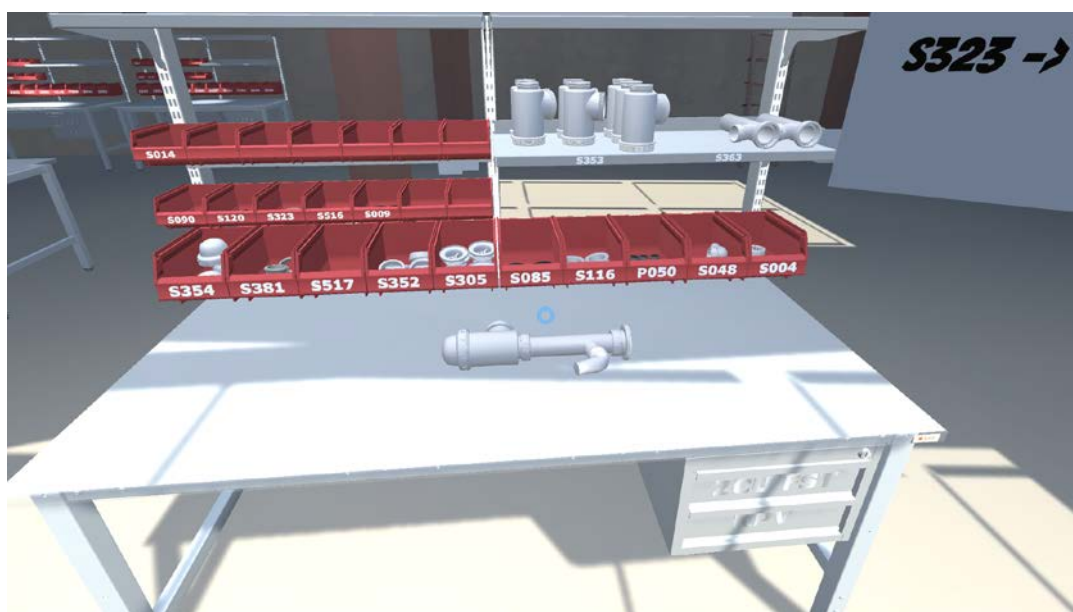
Po předchozím kroku jsou všechny podsestavy hotové a tím může dojít ke samotné montáži celku sifonu. K montáži celku se budou následně přidávat ještě nějaké komponenty, aby sestava dávala smysl. Začneme uchopením třetí podsestavy, jejíž hlavním dílem je S363, na který našroubujeme čtvrtou podsestavu, jejíž hlavním dílem je koleno S048. Dále přidáme na dlouhý

díl, tedy jeho horní část s převlečnou matkou díl S323 vymežovací kroužek. Tento díl není směrově orientovaný, a tak je jedno jak jej uživatel při montáži umístí. Po přidání vymežovacího kroužku se přidá druhá podsestava, s hlavním dílem S305, která vlastně tvoří celý vršek sifonu.

Na tento komplet nasuneme ze spodní dlouhé části bez závitů a přírub nejprve díl S004 převlečnou maticí, následně přidáme díl S516 vymežovací kroužek a samotné těsnění, nebo-li manžeta S009.

A nyní jsme na úplném závěru celé montáže. Nyní k celému předchozímu smontovanému celku přidáme první podsestavu, tělo s hlavním dílem S353, který ze spodu nasune na dlouhou část. Posuneme směrem dolů nejprve manžetu S009 a na ní vymežovací kroužek S516 a celé to zašroubujeme převlečnou maticí. Nyní se celá kompletní sestava odloží a celý virtuální trénink je u konce.

Celý postup za pomoci obrázků je znázorněn v sekci příloh viz Příloha č. 1[25]. Na obrázku je vidět, jak vypadá kompletně složená sestava sifonu po zkompletování uživatelem.



Obrázek 4.18: Kompletně složený sifon [vlastní tvorba]

4.11 Podmínky omezující montáž

V tomto případě se jedná o trénink, a proto musíme uživatele při montáži směřovat, a proto byly do aplikace připojeny i podmínky, které směřují montáž ke správnému konci. Tyto podmínky byly dodělávány na samotný závěr tvorby programu. Jedná se o čtyři podmínky, které brání uživateli ve špatném pohybování s jednotlivými díly sifonu. Podmínka vlastně funguje tím způsobem, že vyhodnotí výraz a když je pravdivý, provede se tělo podmínky a když nikoliv skončí anebo vezme jinou variantu. Všechny podmínky fungují na principu počtu jednotlivých objektů v nadřazeném finálním umístění. Každý díl má stole, po umístění uživatelem, svou startovní pozici, ze které se potom posouvá na konečnou pozici v sestavě.

První podmínka

Každý díl má na montážním stole svou danou pozici, ať už je to pořadač, nebo police na které je umístěn. Po zaměření požadovaného dílu uživatelem a stisknutí levého tlačítka myši dochází k přesunu z výchozí, již zmíněné pozice do umístění nazvané „Hand“. Toto umístění není nic jiného, než prázdný objekt, který je ukotvený k postavě ve virtuálním prostoru tedy k

„FPSControlleru“. A tato podmínka existuje právě proto, aby nemohl dojít k přesunu více dílů do oné pozice „Hand“. Jednoduše řečeno, aby nebylo možné uchopit více dílů naráz.

Situace pak tedy probíhá následovně. Uživatel má uchopený díl a při pokusu o uchopení další dílu je na obrazovce zobrazena varovná hláška na obrázku 4.21 a další požadovaný díl se neu chopí. Ve skriptu v programovacím jazyce C# pak podmínka vypadá následovně:

```
// Přesun hlavního dílu
if (Input.GetKeyDown(KeyCode.Mouse0) && CameraRaycaster.IsObjectTag("S354"))
{
    // Prázdňá pozice Hand
    if (hand.childCount == 0)
    {
        // Další vnořený kód
    }
    else
    {
        StartCoroutine(JizUchopen());
    }
}
```



Obrázek 4.19: Varovné upozornění 1 [vlastní výroba]

Druhá podmínka

Aby celá montáž dávala smysl, musí jednotlivé kroky přesně navazovat na sebe. Z tohoto důvodu má uživatel k dispozici jednotlivé krky montáže na textovém panelu. Dalším krokem je ještě ošetření, aby nemohli být jednotlivé díly umístěovány nahodile. K tomu slouží kontrola umístění předchozího dílu na jeho konečnou pozici. Postup je takový, že uživatel uchopí díl a odloží jej na stůl a po přesunutí na konečnou pozici lze teprve přejít na umístění dalšího dílu. Při absenci předchozího dílu na finální pozici vyskočí na obrazovce uživateli toto varovné upozornění na obrázku 4.22, které jej upozorní na situaci, že nemůže pokračovat v montáži.



Obrázek 4.20: Varovné upozornění 2 [vlastní výroba]

Tato situace je pro ukázkou zobrazena v následujícím programovacím jazyce C#, kde ověřujeme počet objektů na konečné pozici předchozího dílu.

```
// Umístěňý předchozí díl
if (part2EndPosition.childCount == 1)
{
    // Vnitřní kód metody
}
else
{
    StartCoroutine(PredchoziDil());
}
```

Třetí podmínka

Pro pohyb po virtuálním prostředí jsou použity klávesy „W“, „S“, „A“, „D“. K lepšímu ovládání posunu dílů byly proto použity blízké klávesy, a to posun dílu vpřed – klávesou „Q“ a

posun dílu zpět – klávesou „E“. Aby bylo ošetřeno nechtěné posunutí dílu v situaci, kdy to není uživatelem požadováno, existuje proto podmínka pro posunutí. Dalším důvodem je také omezení posunu dílu, když je umístěn na své výchozí pozici při spuštění tréninku. Samotná funkce posunu je tedy omezena pouze na dobu, kdy je daný díl umístěn ve své startovní, nebo konečné pozici. Při chtěném posunu mimo tyto pozice je uživateli zobrazeno varovné upozornění na obrázku 4.23., které zároveň tomuto posunutí zabrání.

A dark grey rectangular box with the text "V této pozici nelze díl posunout!" written in a bold, red, sans-serif font.

Obrázek 4.21: Varovné upozornění 3 [vlastní výroba]

Metoda posunu „vpřed“ v programovacím jazyku:

```
// Posun hlavního dílu
if (Input.GetKey(KeyCode.Q) && CameraRaycaster.IsObjectTag("S354"))
{
    if (part3StartPosition.childCount > 0)
    {
        if (!DilS354Assembled)
        {
            StartCoroutine(PosunS354());
            Debug.Log("Posun vpřed");
        }
        else
        {
            StartCoroutine(NelzePosunout());
        }
    }
    else
    {
        StartCoroutine(NelzePosunout());
    }
}
```

Metoda posunu „zpět“ v programovacím jazyku:

```
// Posun hlavního dílu zpět
if (Input.GetKey(KeyCode.E) && CameraRaycaster.IsObjectTag("S354"))
{
    if (part3EndPosition.childCount == 1)
    {
        if (DilS354Assembled)
        {
            StartCoroutine(PosunS354Zpet());
            Debug.Log("Posun vzad");
        }
    }
    else
    {
        StartCoroutine(NelzePosunout());
    }
}
```

Čtvrtá podmínka

Poslední podmínkou je omezení uchopitelnosti dílu sifonu. Po umístění jednotlivých dílů do sestavy již není potřebné ani chtěné, aby se tyto díly dali opět uchopit do pozice „Hand“. Většina dílu je v následujících krocích montáže zasazených do sebe, a tedy následné uchopení již umístěného dílu by mohlo způsobit chybnou pozici sestavy. Při kompletním smontování

celé sestavy sifonu již uživatel nemá možnost žádný díl uchopit. Při pokusu o toto uchopení se uživateli na obrazovce objeví upozornění na obrázku 4.24 a metoda uchopení provede „null“.

V této pozici již nelze díl uchopit!

Obrázek 4.22: Varovné upozornění 4 [vlastní výroba]

V případě této podmínky (if) je princip funkčnosti opačný. V předešlých variantách podmíněk byl další běh programu uskutečněn pomocí kladné větve „if“ a v záporné větvi byly umístěno zobrazení varovných upozornění. V tomto případě je to naopak. Zprvu se ověřuje, jestli je obsazena buď to počáteční nebo koncová pozice dílu. Aby zde nemuselo být více vnořených podmínek je zde použit znak „||“, což v překladu znamená nebo. Nejprve se ověří první část podmínky a když nevyhovuje, tak dojde k ověření druhé části podmínky. Následně, když jedna z podmínek vyhovuje proběhne zobrazení varovného upozornění. V druhém případě, když ani jedna podmínka není správná, tedy počáteční a koncová pozice je prázdná, program běží dál větvi „else“. Tuto metodu napsanou v programovacím jazyku je možné vidět níže.

```
//Pozice, ze které nelze vzít díl
if(part3EndPosition.childCount == 1 || part3StartPosition.childCount == 1)
{
    StartCoroutine(UzNelzeUchopit());
}
else
{
    // Umístěný předchozí díl
}
```

Na následujícím vyobrazeném kódu je vidět, jak jednotlivé podmínky jsou spojené do jedné podmínky a v tomto případě se jedná konkrétně o metodu uchopení dílu „S354“ pomocí levého tlačítka myši do pozice „hand“.

```
// Přesun hlavního dílu
if (Input.GetKeyDown(KeyCode.Mouse0) && CameraRaycaster.IsObjectTag("S354"))
{
    // Prázdná pozice Hand
    if (hand.childCount == 0)
    {
        //Pozice, ze které nelze vzít díl
        if (part3EndPosition.childCount == 1 || part3StartPosition.childCount
== 1)
        {
            StartCoroutine(UzNelzeUchopit());
        }
        else
        {
            // Umístěný předchozí díl
            if (part2EndPosition.childCount == 1)
            {
                if (!holding)
                {
                    CameraRaycaster.GetObject.transform.position = hand.trans-
form.position;
                    CameraRaycaster.GetObject.transform.parent = hand.trans-
form;
                    holding = true;
                }
            }
        }
    }
}
```



```

        Else
        {
            StartCoroutine(PredchoziDil());
        }
    }
}
else
{
    StartCoroutine(JizUchopen());
}
}

```

4.12 Porovnání montáže

Pro závěrečné zhodnocení funkčnosti virtuálního tréninku a abychom si udělali představu o časové náročnosti montáže, byly naměřeny hodnoty virtuální montáže a reálné montáže. Samotné měření proběhlo na dvou dobrovolných respondentech.

Postup měření byl následující. Nejprve si každý respondent vyzkoušel montáž sifonu ve virtuální prostředí ve třech opakovaných pokusech. Třikrát z důvodu, protože po prvním setkání uživatele s virtuálním prostředím chvíli trvá, než se zorientuje a přijde na ovládání. Poté následovala montáž reálného sifonu na montážním stole na katedře průmyslové inženýrství a managementu. Nastává tedy otázka, jak je to s časovými hodnotami montáže v daných prostředí.

Co se týče měření času sestavení ve virtuálním prostředí, byly jednotlivé kroky montáže dané programem. Nebylo tedy nutné cokoli měnit.

Testovaný subjekt	Pohlaví	Věk	Pokus č. 1 [hod:min:sec]	Pokus č. 2 [hod:min:sec]	Pokus č. 3 [hod:min:sec]
1. dobrovolník	Muž	24	0:02:22	0:01:54	0:01:24
2. dobrovolník	Muž	27	0:02:06	0:01:36	0:01:22

Tabulka 4-1: Naměřené časy montáže ve virtuální realitě [vlastní tvorba]

Při montáži reálného modelu muselo dojít k určitým změnám pracoviště. Toto pracoviště je využíváno na více projektů na katedře, a proto si ho každý kdo s ním pracuje upraví podle svých představ. Nejprve se tedy museli nepotřebné díly ze stolu odstranit. Dalším úkolem bylo uspořádání dílů, tedy lépe řečeno pořadačů, ve kterých byly díly umístěny, na stejné místo, jako ve virtuálním prostředí. A poté co byly nastaveny stejné podmínky, mohlo proběhnout samotné měření.

Testovaný subjekt	Pohlaví	Věk	Pokus č. 1 [hod:min:sec]	Pokus č. 2 [hod:min:sec]	Pokus č. 3 [hod:min:sec]
1. dobrovolník	Muž	24	0:03:08	0:01:50	0:01:39
2. dobrovolník	Muž	27	0:02:08	0:01:56	0:01:48

Tabulka 4-2: Naměřené časy montáže reálného modelu [vlastní tvorba]

Z naměřených výsledků je patrné, že montáž ve virtuálním tréninku je ve většině případů časově rychlejší oproti montáži na reálném modelu. Rozdíl ale není tak markantní, jak by se mohlo zdát. Ve většině případů se stal virtuální trénink rychlejší. Rozdíl mezi oběma montážemi byl v průměru přibližně 20 sekund. Hlavní faktory, které ovlivňují čas montáže je jednoznačně orientace v prostředí, která je v obou prostředích poměrně stejná, ale ve virtuálním prostředí je navíc ještě pro uživatele ovládání programu. Další věcí, která je z naměřených časů patrná, že s přibývajícimi pokusy se časy v obou variantách montáže zlepšují.



Obrázek 4.23: Montážní pracoviště reálného modelu sifonu [vlastní tvorba]

5 Další vývoj projektu

Kvůli jistému omezení jak ze stránky hardwarového vybavení, tak ze stránky programovacích zkušeností není tento virtuální trénink zcela interaktivně zpracovaný. Je zde ještě více možností, jak tento projekt vyladit a vylepšit.

Tím hlavním omezením jsou ovladače, kterými bychom ovládali interaktivní ruce. Zde se jedná o tíženou interaktivitu, o kterou jde v dnešní době v každé virtuální realitě. Tento virtuální trénink je na bázi tzv. „výběrového kruhu“, kterým zamíříme na objekt a vybereme jej, místo toho, abychom na obrazovce měly reálné ruce mohli objekt uchopit a prohlížet si ho, otáčet ho a další. I co se týče montáže jednotlivých dílů je takřka striktně daná.

Prostor také skýtá další práce se sestavou sifonu. Zde by se jednalo o smontování např. dalších dvou kusů, které by se mohli složit do krabice a onu krabici vložit na paletu umístěnou na paletový vozík. V případě naplnění palety určitým počtem krabic by uživatel odvezl paletu pomocí paletového vozíku na předem dané místo, nebo klidně i do prostoru nákladního automobilu.

Systém má takové možnosti, že je možné místo dílů sifonu umístit díly/komponenty jiného produktu a ten následně sestavovat.

Závěr

Tato diplomová práce měla za úkol zmapovat možnosti virtuálního tréninku a okrajově přiblížit samotnou virtuální realitu. Při tvorbě této práce byla použita odborná literatura a vědomosti získané při studiu. Ukázalo se, že odvětví používající onu virtuální realitu je nespočetně mnoho, i když některé jsou teprve v začátcích a pomalu se rozvíjejí. Po úvodním vymezení pojmu VR jsem se zaměřil na popis jednotlivých oblastí využívající trénink ve virtuálním prostoru. Pro samotný virtuální trénink existuje mnoho možností jeho použití, ať už pro samotnou zábavu, nebo k pracovním činnostem.

Nelze si nevsimnout, jak v poslední době nastává s tímto trendem velký vzestup. Mnoho společností tuto možnost začíná využívat, ať už k rekvalifikaci svých stávajících zaměstnanců, nebo k zaškolení nově příchozích. Právě onen již tolikrát zmíněný virtuální trénink je velkým přínosem obzvláště k úspoře nákladů a času. Právě v průmyslu jsou dosti velké možnosti využití, které navíc stoupají s nynějším nástupem čtvrté průmyslové revoluce tzv. Průmysl 4.0. Ale samozřejmě záleží na rozhodnutí každé firmy, jestli chce investovat do zařízení umožňující virtuální trénink a jestli je pro ni tato varianta výhodná. Musí se pečlivě zvážit počáteční investice do programového i hardwarového vybavení, i když s postupujícím časem tyto náklady klesají v závislosti na stárnutí technologií a zároveň vývoji nových. Skýtá se zde také myšlenka, jestli je vůbec tento systém potřebný, jestli nestačí pouze ukázka od stávajícího zaměstnance. Mezi největší výhody můžeme zařadit rychlé zaškolení nově příchozích zaměstnanců a tím zvýšení jejich výkonnosti, snížení nebo eliminace chyb a z toho vyplývající usnadnění práce, kdy s největší pravděpodobností nedojde ke špatnému smontování daného dílu. Snahou všech společností je co nejvíce zrychlit jednotlivé procesy a tím se opět dostáváme k využití virtuálního tréninku ve výrobě.

Při náhledu do budoucího vývoje si dovoluji tvrdit, že díky rozvoji nových společností a nových technologií se budou možnosti virtuálních tréninků rozvíjet a stanou se součástí každého zaškolování nových zaměstnanců, při vstupu do pracovního poměru ve všech oblastech, a nejen v průmyslu.

Větší, tou podstatnější částí byla praktická část práce. V této části se jednalo o tvorbu simulace virtuálního tréninku z oblasti strojírenství. Tento trénink byl postaven tak, aby splňoval všechny náležitosti, které má obsahovat. Program, ve kterém byla tato simulace vytvořena, je již zmíněné prostředí Unity 3D a programovacího jazyku C#, který je mezi programátory dosti rozšířený. Důvod výběru právě prostředí Unity je snadná orientace v nástrojích, licence pro osobní využití je zdarma, a hlavně podpora jiných formátů grafických programů jako je např. SketchUp. Samotný virtuální trénink byl postaven na již stávajícím modelu, který je velice strohý a v maličkostech nedodělaný.

Jak již bylo zmíněno hlavní úkol bylo vytvoření virtuálního tréninku odpadního sifonu. Při tvorbě této části práce byla zřídka použita odborná literatura, vědomosti získané při studiu, a hlavně vlastní vytvořené podklady. Ukázalo se, že vytvoření takového, ač možno říci snadného, virtuálního tréninku neboli montáže není tak jednoduchá věc. Po úvodním modelování celé haly a jednotlivých pracovišť přišla na řadu ta těžší část a to naprogramování, aby vše chodilo tak jak má. Tento trénink je postaven tak, aby splňoval všechny náležitosti, které má obsahovat. Právě onen již tolikrát zmíněný virtuální trénink je velkým přínosem této diplomové práce.

Seznam použitých zdrojů a použité literatury

- [1] *Vznik, rozvoj a perspektivy virtuální reality [online]. Fi MUNI, 2000 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <https://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/2000/skrob.html>*
- [2] *Virtuální realita [online]. Projekt-virtuální realita, 2017 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <http://www.projekt-virtualnirealita.estranky.cz/clanky/tri-stupne-virtualni-reality-podle-verohodnosti/>*
- [3] *Budoucnost virtuální reality [online]. Science World, 2016 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: http://www.scienceworld.cz/technologie/budoucnost-virtualni-reality-4499/?switch_theme=mobile*
- [4] *5 odvětví, které virtuální realita jednou provždy změní. MobilMania.cz [online]. MobilMania.cz, 2016 [cit. 2017-11-28]. Dostupné z: <https://www.mobilmania.cz/tiskove-zpravy/5-odvetvi-ktere-virtualni-realita-jednou-provzdy-zmeni/sc-5-a-1334075/default.aspx>*
- [5] *5 oblastí, do kterých může VR přinést revoluci. Redbull [online]. redbull, 2017 [cit. 2017-11-28]. Dostupné z: <https://www.redbull.com/cz-cs/virtualni-realita-moznosti-prehled>*
- [6] *NASA: trénink astronautů s pomocí virtuální reality. Svethardware [online]. svehardware, 2017 [cit. 2017-11-28]. Dostupné z: <https://www.svethardware.cz/nasa-trenink-astronatu-s-pomoci-virtualni-reality/44173>*
- [7] *Virtuální realita pro výcvik malých bojových jednotek. Armadninoviny [online]. armadninoviny, 2017 [cit. 2017-11-28]. Dostupné z: <http://www.armadninoviny.cz/virtualni-realita-pro-vycvik-malych-bojovych-jednotek.html>*
- [8] *Virtuální realita v průmyslu? Už se využívá! [online]. Techedu, 2016 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <http://techedu.cz/clanky/59/virtualni-realita-v-prumyslu-uz-se-vyuziva>*
- [9] *Virtuální realita v průmyslu [online]. Optys, 2016 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: https://www.optys.cz/data/filemanager/source/Age/Tech_Edu_2016_08.pdf*
- [10] *Bezpečný a hospodárný trénink svařování TIG [online]. Technika a trh, 2016 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <https://www.technikaatrh.cz/obrabeni/bezpecny-a-hospodarny-trenink-svarovani-tig>*
- [11] *Virtuální svařování při výuce svářečů [online]. MMspektrum, 2010 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/virtualni-svarovani-pri-vyuce-svarecu.html>*
- [12] *Inside Ford's Virtual Reality Labs [online]. Triplepundit, 2017 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <https://www.triplepundit.com/2017/01/ford-virtual-reality-labs/>*
- [13] *Training to Craning in 60 Minutes: Putting My VR-learned Skills to the Test with a Real 22 Ton Crane [online]. Road to VR, 2017 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <https://www.roadtovr.com/iti-vr-crane-training-simulator-test/>*
- [14] *Virtuální realita. Esi-group [online]. Esi-group, 2017 [cit. 2017-11-28]. Dostupné z: <https://www.esi-group.com/cz/softwarova-reseni/virtualni-realita>*

- [15] *Do HMDs Belong Inside The CAVE? Engineering* [online]. engineering, 2017 [cit. 2017-11-28]. Dostupné z: <https://www.engineering.com/Hardware/ArticleID/14148/Do-HMDs-Belong-Inside-The-CAVE.aspx>.
- [16] *Unity 3D* [online]. Wikipedia, 2016 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Unity_3D.
- [17] *Unity 3d* [online]. Instaluj, 2017 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <https://www.instaluj.cz/unity-3d>.
- [18] *Olympiáda techniky Plzeň 2016: Sborník příspěvků z mezinárodní studentské odborné konference* [online]. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2016 [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: <https://otik.uk.zcu.cz/handle/11025/21446>
- [19] *Unity (herní engine)*. Wikipedia [online]. Wikipedia, 2018 [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Unity_\(hern%C3%AD_engine\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Unity_(hern%C3%AD_engine))
- [20] *MURPHY, Kevin. Unity Game Engine Review*. Gamesparks [online]. Gamesparks, 2018 [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://www.gamesparks.com/blog/unity-game-engine-review/>
- [21] *Introduction to Lighting and Rendering: Checked with version: 5 - Difficulty: Beginner*. Unity3d [online]. Unity3d, 2018 [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://unity3d.com/learn/tutorials/topics/graphics/introduction-lighting-and-rendering>
- [22] *Types of light* [online]. Unity3d, 2017 [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: <https://docs.unity3d.com/Manual/Lighting.html>
- [23] *Trimble Sketchup*. Trimble [online]. Trimble, 2015 [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://aggregates.trimble.com/product/trimble-sketchup>
- [24] *Docs Unity3D*. Unity documentation [online]. Unity Technologies, 2018 [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://docs.unity3d.com/Manual/HOWTO-ImportObjectSketchUp.html>
- [25] *ANDĚL, Štěpán. Realizace a validace virtuálních návodek*. Plzeň, 2018 Diplomová práce (Ing.). Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní, Katedra průmyslového inženýrství. (Zatím nepublikováno)

- [o1] Obrázek 1. 1: Konstrukce pomocí VR. Zdroj: VR for Industrial. In: Stambol [online]. stambol, 2017 [cit. 2017-12-06]. Dostupné z: <<https://www.stambol.com/virtual-reality/>>
- [o2] Obrázek 2. 1: Virtual training. Zdroj: Experience first-hand problems and needs in a virtual location by using VR technology. In: Nec-solutioninnovators [online]. nec-solutioninnovators, 2016 [cit. 2017-12-06]. Dostupné z: <<http://www.nec-solutioninnovators.co.jp/en/rd/vr.html>>
- [o3] Obrázek 2. 2: Virtual Welding. Zdroj: Bezpečný a hospodárný trénink svařování TIG. In: Technika a trh [online]. Technika a trh, 2016 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <<https://www.technikaatrh.cz/obrabeni/bezpecny-a-hospodarny-trenink-svarovani-tig>>.
- [o4] Obrázek 2. 3: Headset pro Virtual Welding. Zdroj: Bezpečný a hospodárný trénink svařování TIG. In: Technika a trh [online]. Technika a trh, 2016 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <<https://www.technikaatrh.cz/obrabeni/bezpecny-a-hospodarny-trenink-svarovani-tig>>.
- [o5] Obrázek 2. 4: Ford virtual training. Zdroj: Inside Ford's Virtual Reality Labs. In: Triplepundit [online]. triplepundit, 2017 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <<https://www.triplepundit.com/2017/01/ford-virtual-reality-labs/>>.
- [o6] Obrázek 2. 5: Jeřábový simulátor. Zdroj: Training to Craning in 60 Minutes: Putting My VR-learned Skills to the Test with a Real 22 Ton Crane. In: Roadtovr [online]. roadtovr, 2017 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <<https://www.roadtovr.com/iti-vr-crane-training-simulator-test/>>.
- [o7] Obrázek 2. 6: Prostředí simulátoru jeřábu. Zdroj: Training to Craning in 60 Minutes: Putting My VR-learned Skills to the Test with a Real 22 Ton Crane. In: Roadtovr [online]. roadtovr, 2017 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <<https://www.roadtovr.com/iti-vr-crane-training-simulator-test/>>.
- [o8] Obrázek 2. 7: Systém IC.IDO. Zdroj: Virtuální realita. In: Esi-group [online]. ESI, 2017 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <<https://www.esi-group.com/cz/softwarova-rezeni/virtualni-realita>>.
- [o9] Obrázek 2. 8: Nástroje pro virtuální trénink. Zdroj: Development of a virtual manufacturing assembly simulation system. In: Journals Sagepub [online]. Journals Sagepub, 2016 [cit. 2017-12-06]. Dostupné z: <<http://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1687814016639824>>.
- [o10] Obrázek 2. 9: Prostředí Unity. Zdroj: Prostředí Unity. Zdroj: Ultimate Rope Editor - New powerful rope physics for Unity3D. In: Forum Unity [online]. Forum Unity, 2013 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <https://forum.unity.com/threads/ultimate-rope-editor-new-powerful-rope-physics-for-unity3d-released.169995/>>.
- [o11] Obrázek 3. 1: 20. Integrovaná vývojová prostředí a herní engine [online]. Interdact, 2016 [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: http://www.interdact.cz/interdact-online/?page_id=1062
- [o12] Obrázek 3. 3: Bodové "Spot" světlo. Zdroj: Types of light [online]. Unity3d, 2017 [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: <<https://docs.unity3d.com/Manual/Lighting.html>>
- [o13] Obrázek 3. 6: Prostorové světlo. Zdroj: Types of light [online]. Unity3d, 2017 [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: <<https://docs.unity3d.com/Manual/Lighting.html>>

- [o14] *Obrázek 3. 8: Emissive materials. Zdroj: Types of light [online]. Unity3d, 2017 [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: < <https://docs.unity3d.com/Manual/Lighting.html> >*
- [o15] *Obrázek 4. 8: Rozdíl mezi jednotkami. Zdroj: Importing Objects From SketchUp. In: Unity3d dokumentation [online]. Unity3d, 2017 [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: <https://docs.unity3d.com/Manual/HOWTO-ImportObjectSketchUp.html> >.*

Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Konstrukce pomocí VR [o1].....	14
Obrázek 2.1: Virtual training [o2].....	15
Obrázek 2.2: Virtual Welding [o3]	20
Obrázek 2.3: Headset pro Virtual Welding [o4]	21
Obrázek 2.4: Ford virtual training [o5]	23
Obrázek 2.5: Jeřábový simulátor [o6]	24
Obrázek 2.6: Prostředí simulátoru jeřábu [o7]	24
Obrázek 2.7: Systém IC.IDO [o8].....	25
Obrázek 2.8: Nástroje pro virtuální trénink [o9].....	26
Obrázek 2.9: Prostředí Unity [o10]	27
Obrázek 3.1: Prostředí Unity [o11]	30
Obrázek 3.2: „Point lights“ ve scéně [vlastní tvorba]	31
Obrázek 3.3: Bodové "Spot" světlo [o12]	31
Obrázek 3.4: „Spot lights“ ve scéně [vlastní tvorba]	32
Obrázek 3.5: „Directional lights“ ve scéně [vlastní tvorba].....	32
Obrázek 3.6: Prostorové světlo [o13].....	33
Obrázek 3.7: „Area lights“ ve scéně [vlastní tvorba].....	33
Obrázek 3.8: Emissive materials [o14]	34
Obrázek 4.1: Hala ISO pohled [vlastní tvorba].....	36
Obrázek 4.2: Hala – vnitřní pohled [vlastní tvorba].....	37
Obrázek 4.3: Hala – vnitřní pohled 2 [vlastní tvorba].....	37
Obrázek 4.4: Montážní stůl ISO pohled [vlastní tvorba]	38
Obrázek 4.5: Montážní stůl pohled zepředu [vlastní tvorba].....	38
Obrázek 4.6: Montážní stůl pohled z boku [vlastní tvorba]	38
Obrázek 4.7: Montážní stůl pohled shora [vlastní tvorba]	39
Obrázek 4.8: Hala s montážními stoly [vlastní tvorba].....	39
Obrázek 4.9: Rozdíl mezi jednotkami [o15]	40
Obrázek 4.10: Textové pole při spuštění VT [vlastní tvorba].....	41
Obrázek 4.11: Textové pole při montáži [vlastní tvorba]	41
Obrázek 4.12: Více materiálů na objektu [vlastní tvorba]	42
Obrázek 4.13: Obarvení nápisu na pořadači [vlastní tvorba].....	43
Obrázek 4.14: Skripty na scéně [vlastní tvorba]	44
Obrázek 4.15: Výběrový kruh [vlastní tvorba]	47

Obrázek 4.16: Velikost collider [vlastní tvorba]	48
Obrázek 4.17: Změna textury dílu [vlastní tvorba]	50
Obrázek 4.18: Kompletně složený sifon [vlastní tvorba]	52
Obrázek 4.19: Varovné upozornění 1 [vlastní výroba]	53
Obrázek 4.20: Varovné upozornění 2 [vlastní výroba]	53
Obrázek 4.21: Varovné upozornění 3 [vlastní výroba]	54
Obrázek 4.22: Varovné upozornění 4 [vlastní výroba]	55
Obrázek 4.23: Montážní pracoviště reálného modelu sifonu [vlastní tvorba]	57

Seznam tabulek




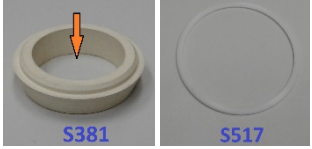


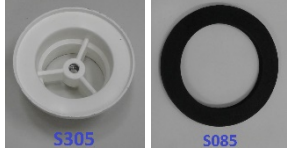



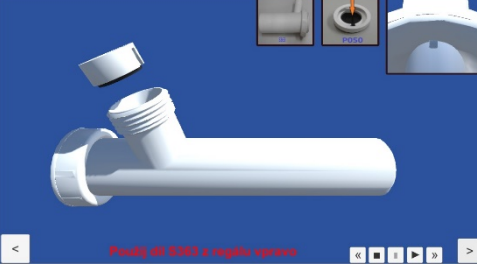

Tabulka 4-1: Naměřené časy montáže ve virtuální realitě [vlastní tvorba]	56
Tabulka 4-2: Naměřené časy montáže reálného modelu [vlastní tvorba]	56

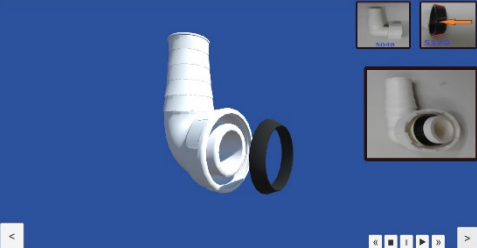
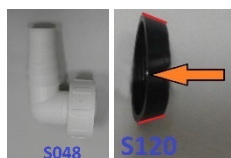
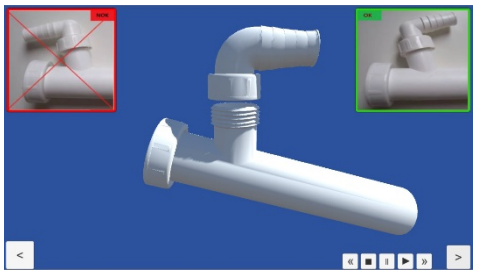

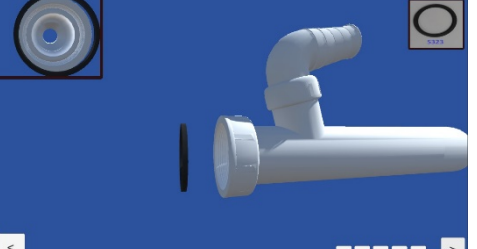

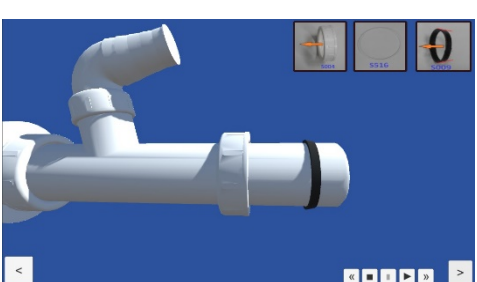

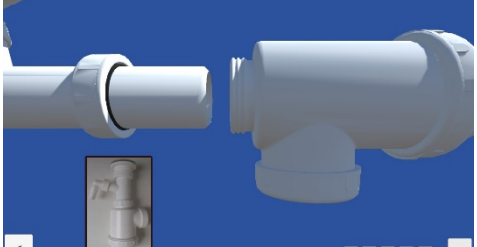

Seznam příloh

Příloha č. 1: Ukázka postupu montáže jednotlivých dílů	67
--	----

Přílohy

Příloha č. 1: Ukázka postupu montáže jednotlivých dílů

Číslo kroku	Animační prvky	Ukázka z Unity 3D	Potřebné díly a nářadí
1. Krok	Posunutí S354		
	Šroubování S354		
2. Krok	Vložení S381		
	Vložení S517		
	Posunutí S352		
	Šroubování S352		
3. Krok	Vložení S085		
	Vložení S090		
	Vložení S116		
4. Krok	Posunutí S014		
	Šroubování S014		
5. Krok	Posunutí P050		

6. Krok	Vložení S120		
7. Krok	Posunutí S048		
	Posunutí zbytek		
	Šroubování S048		
8. Krok	Vložení S323		
	Posunutí S305 Komplet		
	Šroubování S305		
9. Krok	Vložení S004		
	Vložení S516		
	Vložení S009		
10. Krok	Posunutí S353 komplet		
	Posunutí S004 komplet		
	Šroubování S004		
11. Krok	Konec	