



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

OBJEKTIN VAIHEITTAINEN KOKOAMINEN JA TYÖTUR- VALLISUUS VIRTUAALITO- DELLISUUDESSA

Opinnäytetyö

TEKIJÄ: Mikko Tossavainen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Tietotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Mikko Tossavainen	
Työn nimi Objektin vaiheittainen kokoaminen ja työturvallisuus virtuaalitodellisuudessa	
Päiväys 19.5.2020	Sivumäärä/Liitteet 23
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia-ammattikorkeakoulun koordinoima Digiteknologian TKI-ympäristö (DigiCenterNS) -hanke	
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli toteuttaa sovellus virtuaalitodellisuudessa, jossa käyttäjää ohjataan kokoamaan objekti vaiheittain, sekä opettaa työturvallisuutta sovelluksen ympäristössä käyttäjälle. Työn aihe ja tavoitteet tulivat Savonia-ammattikorkeakoulun koordinoima Digiteknologian TKI-ympäristö (DigiCenterNS) -hankkeesta.</p> <p>Työn teoriaosuudessa tutkittiin erilaisia virtuaalitodellisuuden ohjelmistokehityspaketteja ja niiden hyötyjä sekä haittoja. Pakettien tiedonhaku tapahtui lähinnä internet-lähteistä sekä osaa paketeista testattiin Oculus-Rift VR-laitteella. Kehitysosuudessa muokattiin Unityn kaupasta löydettyjä 3D-asetteja sovellukseen sopivaksi. Kehiteltiin ohjastettu vaiheittainen objektin kokoaminen, sekä työturvallisuuden ohjeistusta virtuaalisessa työympäristössä. Kehityksessä otettiin myös huomioon käyttäjävällyisyys sekä virtuaalitodellisuuden ensikäyttäjät.</p> <p>Työn tuloksena toteutettiin VR-sovellus Unityn pelimoottorilla, mikä hyödyntää Valven SteamVR (OpenVR) ohjelmistokehityspakettia. Sovelluksessa käyttäjää ohjataan kokoamaan 3D-objekti vaiheittain, sekä ohjataan käyttäjää noudattamaan työturvallisuutta virtuaalitodellisuusympäristössä antamalla ilmoituksia käyttäjälle.</p>	
Avainsanat Unity,C#,Virtuaalitodellisuus,Työturvallisuus	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Information Technology			
Author(s) Mikko Tossavainen			
Title of Thesis Assembly of an object in steps and work safety in virtual reality			
Date	19 May 2020	Pages/Appendices	23
Client Organisation /Partners Digital Technology RDI Environment (DigicenterNS) project coordinated by Savonia University of Applied Sciences			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to develop a virtual reality application where the user is instructed to assemble a 3D-object in steps and to teach the user work safety. The subject and goals came from Digitechnologies RDI-environment (DigiCenterNS) project that is co-ordinated by Savonia University of Applied Sciences.</p> <p>In the theoretical part of the thesis, various virtual reality software development kits were researched, and their benefits and drawbacks were studied. The information about the development kits were mainly from Internet sources and some of the kits were tested with an oculus rift vr device.</p> <p>In the development part, the 3D assets found in the Unity store were modified to suit the application. Guided step-by-step object assembly was developed, as well as occupational safety guidelines in a virtual work environment. The development also took into account user-friendliness and first-time users of virtual reality.</p> <p>As a result of the thesis, a VR application was developed with Unity's game engine, which utilizes Valve's SteamVR (OpenVR) software development kit. The application instructs the user to assemble a 3D object in steps, as well as instructs the user to observe occupational safety hazards in a virtual reality by providing notifications to the user.</p>			
Keywords Unity,C#,Virtual reality, Occupational safety			

ESIPUHE

Haluan kiittää Aki Haposta ja DigiCenterNS hanketta, josta sain opinnäytetyöni aiheen. Kiitos myös Savonia-ammattikorkeakoululle ja Mikko Pääkköselle, jotka mahdollistivat VR-laitteiden käytön poikkeuksellisten olosuhteiden aikana.



Kuopiossa 19.5.2020

Mikko Tossavainen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	8
2	VIRTUAALIOPETUS JA SEN HAASTEET	9
2.1	Immersio virtuaalitodellisuudessa.....	9
2.2	Pahointivointi virtuaalitodellisuudessa	9
2.3	Pahoinvoinnin vähentäminen kehityksessä	10
2.4	VR-sovellukset työturvallisuuden opettamisessa	11
3	SOVELLUSKEHITYSVÄLINEET VIRTUAALITODELLISUUTEEN	12
3.1	OpenVR (SteamVR).....	12
3.1.1	Oculus SDK.....	12
3.1.2	VRTK.....	12
4	OBJEKTIN KOKOAMINEN.....	13
4.1	Blenderissä objektin muokkaus	13
4.2	Objektin kokoaminen sovelluksessa	13
4.3	Osien liittäminen ja tarkistus.....	14
5	TYÖTURVALLISUUS OHJEISTUS	15
5.1	Työturvallisuus rikkeiden etsiminen	15
5.2	Aktiivinen työturvallisuuden rikkominen	16
6	YMPÄRISTÖ	17
6.1	Ovi elementit.....	17
6.2	Käsien animaatiot.....	17
6.3	Ohjeistus.....	17
7	JATKOKEHITYS	19
7.1	Objektit.....	19
7.2	Objektien fysiikka.....	19
7.3	Sovelluksen testaus	19
7.4	Työturvallisuus lisät.....	19
7.5	Monikielisyys.....	20
8	YHTEENVETO.....	21
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT.....	22

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

Assetti: Omaisuus sovelluksessa.

Blender: 3D-graafikan mallinnusohjelma.

HMD: Head Mounted Display(engl.). Näön peittävät lasit.

IPD: InterPupillary Distance(engl.) Silmien pupillien välinen etäisyys.

Mesh: Koostuu kolmioista 3D tilassa, jolla voidaan luoda vaikutus kiinteästä esineestä (Unity Technologies 2020).

Mesh collider: Ottaa objektin mesh elementin ja lisää siihen törmäyttimen (collider engl.), jotta voidaan havaita tarkempia törmäyksiä objekteissa (Unity Technologies 2020).

MIT Lisenssi: Massachusetts Institute of Technologyssä kehitetty vapaa ohjelmistolisenssi.

OSHA: Occupational Safety and Health Administration (engl.). Työterveys- ja työturvallisuusvirasto

Prefab: Pelimoottorin systeemi, jolla pystyy luomaan, konfiguroimaan ja säilyttämään sapluunan peliobjektista (Unity Technologies 2020).

Raycast: Kamera-elementistä tuleva "säde" millä pystytään tarkistamaan, osuuko säde johonkin elementtiin.

Renderointi: Tarkoittaa kuvan luomista mallista tietokoneohjelman avulla.

SDK: Software Development kit(engl.). Ohjelmistokehityspaketti on kokoelma ohjelmistokehitystyökaluja yhdessä asennettavassa paketissa.

Skripti: Script (engl.) on tietokonesovellus tai komentosarja, jonka avulla saadaan toteutettua haluttuja toimintoja (Sanastokeskus TSK ry,2001).

SteamVR: Ohjelmistokehityspaketti, joka on Valven kehittämä ja on entiseltä nimeltään OpenVR

Trigger: Liipaisimia, jotka kykenevät suorittamaan komentosarja, kun jokin koskettaa liipaisinta, poistuu liipaisimesta tai silloin, kun jokin on liipaisimen sisällä. (Unity Technologies 2020).

Unity: Unity Technologies-yrityksen luoma pelimoottori (Unity Technologies 2020)

VR: Virtual reality (engl.). Tietokonesimulaation avulla luotu todelliselta vaikuttava aistihavaintojen kokonaisuus, jossa käyttäjä toimii vuorovaikutuksessa keinotekoisien ympäristöjen kanssa.

XR (Extended reality): Laajennettu todellisuus. Kokoo yhden termin alle virtuaalitodellisuuden (VR), lisätty todellisuus (AR) sekä sekoitettu todellisuus (MR).

1 JOHDANTO

DigiCenterNS-hanke tukee Pohjois-savon alueen yrityksiä niiden digitaalisatiossa tarjoamalla palveluita, jotka parantavat digikyvykkyyksiä, edistävät teknologiatestausta ja lisäävät yritysten verkottumista. Lisäksi DigiCenterNS suunnittelee ja toteuttaa digitalisaatioon liittyviä tutkimus- ja kehittämissankkeita kumppaneidensa kanssa. Hankkeen tavoitteena on tukea kumppaneita uuden digitekologian soveltamisessa ja alentaa uuden teknologian käyttöönottokynnystä.

DigiCenterNS-hanke on perustettu vuonna 2018 ja hanke kuuluu myös osaksi Euroopan unionin laajuista alueellisten digitaalisten innovaatiokeskusten verkostoa, joka tarjoaa verkoistumisen lisäksi mahdollisuuksia teknologiayhteistyöhön kansainvälisissä tutkimus- ja kehityshankkeissa. Hankkeen koordinaattoreihin kuuluu Savonia-ammattikorkeakoulu sekä Itä-Suomen yliopisto ja rahoittajana on Euroopan aluekehitysrahasto.

Opinnäytetyön tarkoitus on toteuttaa VR-sovellus, jossa käyttäjää ohjataan kokoamaan 3D-objekti vaiheittain, sekä opastaa käyttäjää noudattamaan työturvallisuutta antamalla ilmoituksia käyttäjälle, kun työturvallisuutta on rikottu, tai on vaaratilanne lähellä. Sovellus mahdollistaisi työvaiheiden opettamisen käyttäjälle, vaikka ei olisi mahdollisuutta päästä oikeasti ympäristöön sekä vaarallisten ympäristöjen oikean työturvallisuuden opettamisen. Sovelluksesta voisi olla hyötyä niin uusille työntekijöille kuin myös jo työelämässä oleville ja työelämään palautuville henkilöille.

2 VIRTUAALIOPETUS JA SEN HAASTEET

Nykyisten ja tulevien työntekijöiden opettaminen on yksi suurimmista haasteista työnantajalle. Ajan sijoittamisen lisäksi työnantajan on otettava huomioon ongelmat ja kustannukset mitkä tulevat etenkin monimutkaisten teknisten koulutuksien yhteydessä. Virtuaalitodellisuus voi helpottaa ja nopeuttaa tätä koulutusta ja myös vähentää koulutuksen kustannusta. VR tarjoaa monta eri hyötyä opetuksessa, mutta tärkein on turvallisuus opetuksen aikana. Ympäristö myös tarjoaa helppouden kopioida ja muokata olosuhteita missä opetus tapahtuu. (Arnaldi;Guitton;& Moreau, 2018, ss. 25-27)

Virtuaalitodellisuutta käytetään opetuksessa jo seuraavilla tavoilla:

- Virtuaaliset matkat esimerkiksi historiallisiin sijainteihin kuten Colosseum.
- Kielien opetukseen yhdistämällä käyttäjät ympäri maailmaa yhteiseen ympäristöön.
- Taitojen koulutukseen ilman riskejä kuten ajosimulaatio.
- Arkkitehtuuri ja suunnittelu
- Pelipohjainen opettaminen.

(Stenger, 2017)

2.1 Immersio virtuaalitodellisuudessa

Virtuaalitodellisuus on parhaimmillaan, kun käyttäjälle pystytään luomaan virtuaalisesti tehtävä sel-laisella tavalla, että käyttäjä luulee tehtävän tapahtuvan todellisuudessa. Tämän sensaation luomiseksi sovelluksen ja VR-järjestelmän pitää antaa tarpeeksi samanlaista infoa käyttäjälle kuin käyttäjä saisi oikeassa todellisuudessa. (Arnaldi;Guitton;& Moreau, 2018, ss. 24-26)

Immersiota eli uppoutumista toiseen ulottuvuuteen tai ympäristöön, voidaan lisätä sovellukseen käyttämällä samanlaisia ohjaimia mitä tehtävän suorittamiseen käytettäisiin todellisuudessa. Esimerkkinä ajosimulaatio missä käyttäjälle näytetään ympäristö virtuaalilaseilla, mutta ohjaaminen tapahtuisi ratilla, polkimilla ja vaihteistolla. Immersiota voidaan lisätä myös antamalla käyttäjälle visuaalista, haptista ja audio palautetta. Sovelluksen ympäristössä pitää myös ottaa huomioon visuaalinen jatkuvuus sekä esineiden tarpeellinen vuorovaikutus, jotta pystytään antamaan mahdollisimman immersiiivinen kokemus käyttäjälle.

2.2 Pahointivointi virtuaalitodellisuudessa

Pahointivointi ja muut oireet johtuvat aivojen toiminnasta ja siitä, että aistinelinten tiedot vaihtelevat tietyllä tavalla verrattuna arkitodellisuuteen. Esimerkiksi päätä kääntäessä todellisuudessa koko näkökenttä liikkuu pienen viiveen jälkeen vasemmalle. VR-todellisuudessa tämä viive muuttuu, koska järjestelmä seuraa pään liikettä ja näkymä muuttuu erilaisella viiveellä verrattuna todellisuuteen. Aivot joutuvat mukautumaan tähän tilanteeseen ja tämän mukautumisen aikana syntyy pahointivointi ja muut oireet. (Arnhem;Elliot;& Rose, 2018, s. 17)

Virtuaalilasien näyttöjen laatu on yksi suurimmista vaikuttajista, miten immerstiivinen kokemus on ja myös vaikuttaa miten paljon visuaalista epämukavuutta tapahtuu. Esimerkkinä HTC-VIVE lasien resoluutio on 14 pikseliä astetta kohti horisontaalisesti ja 8 pikseliä astetta kohti vertikaalisesti, joka on verrattuna ihmisen silmiin huomattavasti pienempi, joka on noin 60 pikseliä per aste.

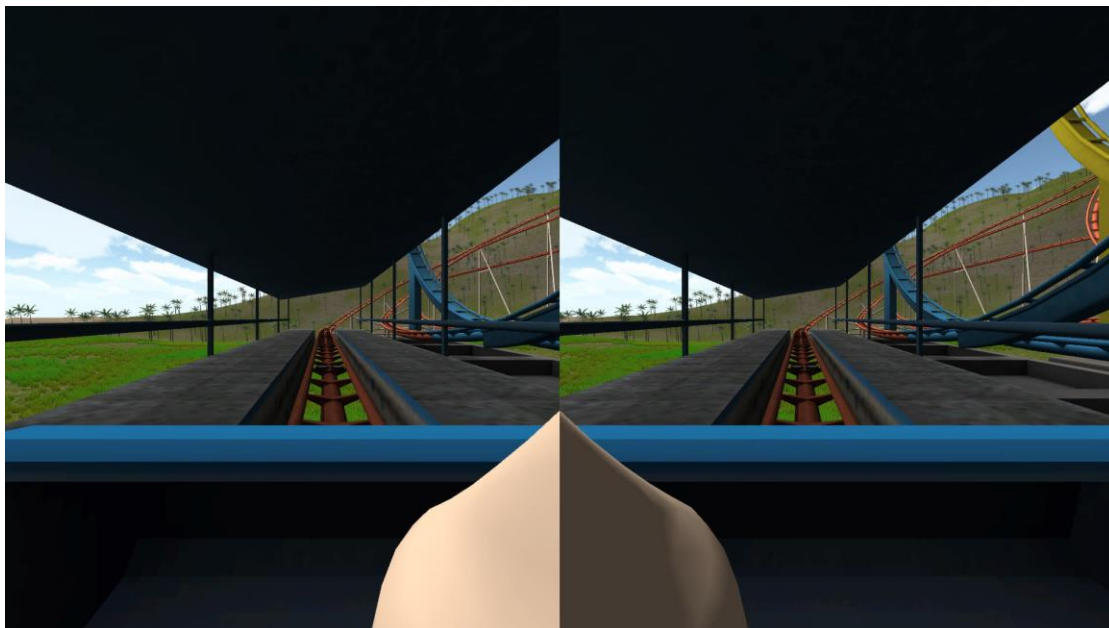
(Arnaldi;Guitton;& Moreau, 2018, s. 220) Toinen vaikuttaja lasien käyttömukavuuteen on näytön virkistystaajuus eli kuinka usein kuva päivittyy sekunnissa näytölle. Useimmissa laseissa on myös mahdollisuus säätää miten kaukana näytöt ovat silmistä ja miten suuri on IPD pupillien välinen etäisyys.

2.3 Pahoinvoinnin vähentäminen kehityksessä

Sovelluksen kehityksessä voidaan vähentää käyttäjän pahoinvointia ottamalla huomioon tiettyjä asioita. Pyritään pitämään sovelluksen FPS (frames per second), eli kuva per sekunti vähintään lähellä 60, mutta mieluiten 90. Tämä auttaa vähentämään viivettä ja kuvien tärinää, kun liikutaan ympäristössä. Kamera elementistä kannattaa ottaa huomioon se, että tätä ei liikuteta ilman käyttäjän toimintaa. Toinen asia mitä voidaan ottaa huomioon kameraelementistä on se, että vaihdetaan käyttäjän FOV (field of view) näkökenttää, jos käyttäjä liikkuu liian nopeasti ympäristössä. Ympäristössä on hyvä ottaa huomioon myös se, että esineet ja itse ympäristö on tarpeeksi hyvinlaatuista, jotta käyttäjä ei joudu rasittamaan silmiään tunnistukseen esineitä. Ympäristössä on myös hyvä välttää toistuvia kuvioita, koska tämä voi myös rasittaa käyttäjän silmiä.

- Pyrkii pitämään kuva per sekunti vähintään lähellä 60: tä
- Vähentää käyttäjän FoV (field of view) näkökenttää, kun liikutaan liian nopeasti.
- Esineet ja ympäristö on tarpeeksi hyvä laatuinen
- Kameraa ei liikuteta ilman käyttäjän toimintaa.
- Vältä toistuvia kuvioita ympäristössä.

Liikkuvuuden valinta on tärkeä osa pahoinvoinnin vähentämiseksi kehityksessä, pitää päättää tai antaa käyttäjälle valinta, jos mahdollista miten liikutaan virtuaaliympäristössä. Suosituin ja vähiten pahoinvointia aiheuttava liikkumistapa on teleportaatio, mutta tämä voi vaikuttaa käyttäjän immersioon. Toinen liikkumistapa on ohjaus peliohjaimella, mutta tässä pitää ottaa huomioon, että käyttäjä voi liikkua samalla jatkuvalla nopeudella. Tärkeää tässä liikkumistavassa on myös keskittää käyttäjän näkö mahdollisimman hyvin, yksi tapa saavuttaa tämä olisi lisätä virtuaalinen nenä sovellukseen (Kuva 1).



Kuva 1. Virtuaali nenän lisääminen sovellukseen pahoinvoinnin vähentämiseksi. (Whittinghill, 2015)

2.4 VR-sovellukset työturvallisuuden opettamisessa

Työturvallisuuden opettamista virtuaalitodellisuudessa on käytetty jo monta vuotta ja järjestelmien kehittyessä tullaan luultavasti näkemään opettamisen yleistymisen virtuaalitodellisuudessa. Yksi esimerkki tästä on 3M:n tekemä VR-sovellus, jossa käyttäjiä opetaan korkeiden paikkojen oikeista työturvallisuus protokollista, sekä hitsauksesta noudattamalla OSHA:n antamia ohjeistuksia sovelluksessa. Suurimmiksi hyödyiksi he ovat luetelleet mieleenpainuvuuden, turvallisuuden, vuorovaikutisuuden, kustannustehokkuuden ja syventävän kokemuksen. (3M, 2020)

Toinen esimerkki jo käytössä olevasta sovelluksesta on PIXO VR:n tekemä OSHA:n turvallisuusvalvontamoduuli, jossa käyttäjät pystyvät vahvistamaan ja arvioimaan OSHA:n kymmenen ja kolmekymmenen tunnin kurssien suorittamiseen tarvittavien taitojen vahvistamista ja auttamaan vammojen estämistä tulevaisuudessa. Sovelluksessa on satunnaistava ominaisuus, joka esittelee elementtejä, jotka ovat ainutlaatuisia jokaiselle harjoittelulle, edistäen työturvallisuuden opetuksen säilyttämistä eikä pelkästään skenarioiden muistamista. (PixoVR, 2018)

3 SOVELLUSKEHITYSVÄLINEET VIRTUAALITODELLISUUTEEN

Projektia aloittaessa tutkittiin minkä SDK:n pohjalle olisi hyvä kehittää sovellus. Aloitettiin tutkimalla mitkä ovat suosituimmat SDK:t kehitykseen ja mitä virtuaalilaseja ne tukevat. Tutkittiin seuraavia kehityskittäjä:

- OpenVR (SteamVR)
- Oculus SDK
- VRTK (Virtual Reality Tool Kit).

Päädyttiin valikoimaan OpenVR:n, koska se tukee monia eri virtuaalilaseja ja sisältää sopivimmat asettit hankkeen sovelluksen luomiseen.

3.1 OpenVR (SteamVR)

Suosituin SDK näistä kolmesta mitä tutkin on Valven kehittämä OpenVR. Paketti tukee monia eri VR-laseja, joka oli yksi suurimmista syistä miksi valitsin tämän kehittämiseen. Valve listaa seuraavat lasit soveltuvaksi: HTC Vive-, Oculus Rift- ja OpenVR-virtuaalitodellisuuslasit. Jotta SDK toimi Oculus Rift lasien kanssa piti Oculuksen sovelluksen asetuksista käydä hyväksymässä tuntemattomat lähteet eli sellaisten sovellusten käyttö, joita Oculus ei ole arvioinut.

3.1.1 Oculus SDK

Oculuksen kehittämä SDK, joka tukee Oculuksen valmistamia VR-laseja. Tutkin tätä SDK:ta, koska VR-lasit millä testasin sovellusta, olivat Oculus-Rift lasit. SDK-paketti sisältää perusasetteja ja seitsemän esimerkki skeneä (scene engl.). SDK ei ollut sopivin hankkeen sovelluksen tekemiseen, koska kyseinen SDK tukee vaan Oculuksen kehittämiä VR-laseja. (LCC, 2017)

3.1.2 VRTK

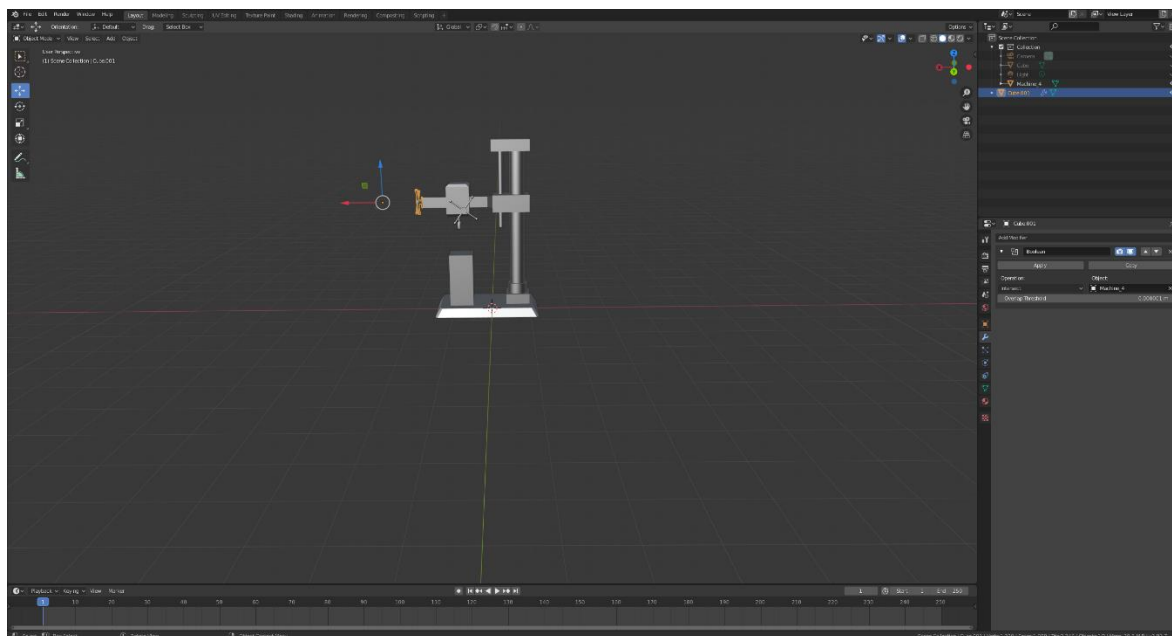
Virtual Reality Toolkit on kokoelma hyödyllisiä, uudelleenkäytettäviä ratkaisuja yleisiin ongelmiin, joita löytyy rakentaessa virtuaalitodellisuutta (Ltd, 2018). SDK on MIT-lisenssin alla, joten se on täysin ilmainen ja vapaasti käytettävissä kaupalliseen käyttöön. Kyseinen SDK tukee monia eri VR-laseja ja sisältää hyviä yksinkertaisia asettaja kehitystä varten. SDK myös tukee hyvin kehittämistä ilman virtuaalilaseja luomalla kädet mitä pystyy ohjaamaan näppäimistöllä ja hiirellä erikseen. Syy miksi en valinnut kyseistä SDK:ta oli se, että asettit olivat liian yksinkertaisia, puutteita oli myös animaatioiden laaduissa, jotka löytyvät OpenVR:stä.

4 OBJEKTIN KOKOAMINEN

Objektin kokoamista varten hain Unityn assetti kaupasta sovellukseen sopivia teollisuuteen liittyviä objekteja. Assettit tulevat yleensä yhtenä prefabinä, joten tutkin miten pystyisin purkamaan objektin moneen osaan pitäen sen muodon ja materiaalin. Päädyin käyttämään tähän Blenderiä, joka on Blender Foundation-säätiön tekemä 3D-grafiikan mallinnusohjelma (Foundation, 2018)

4.1 Blenderissä objektin muokkaus

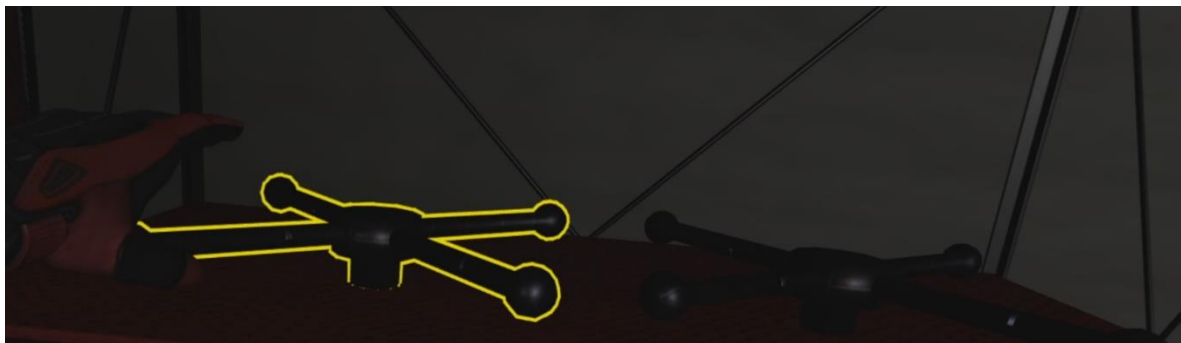
Assettin muokkausta varten piti tiedosto ensin konvertoida Autodeskin ilmaisella FXB-Converter sovelluksella, jotta assetti pystyttiin viemään Blenderiin, koska ohjelma ei tue FBX.ascii tiedostoja. Objektin leikkauksen tein lisäämällä toisen objektin näkymään assetin lisäksi ja siirsin sen assettin päälle siihen kohtaan mistä osa haluttiin leikata irti. Tämän jälkeen lisäsin toiseen objektiin boolean funktion ja operaatioksi leikkauksen sekä kohteeksi assettin (Kuva 2).



Kuva 2. Assettin leikkaaminen Blenderissä lisättyllä objektilla. (Tossavainen, Assettin leikkaaminen, 2020).

4.2 Objektin kokoaminen sovelluksessa

Osiin on liitetty kaksi skriptiä. Vuorovaikutuksellinen skripti mahdollistaa osan, korostuksen kun VR-käsi on tarpeeksi lähellä osaa (Kuva 3). Heitettävä objekti skripti mahdollistaa osan liikuttamisen ympäristössä. Heitettävään skriptiin on myös lisätty funktio, joka tarkistaa, kun objekti on kiinni virtuaali kädessä ja tämä aktivoi toisen objektin ympäristössä, jolla ohjataan käyttäjää mihin osa kuuluu.



Kuva 3. Interaktiivisen objektin korostaminen, kun käsi on lähellä objektia (Tossavainen, Interaktiivisen objektin korostaminen, 2020)

4.3 Osien liittäminen ja tarkistus

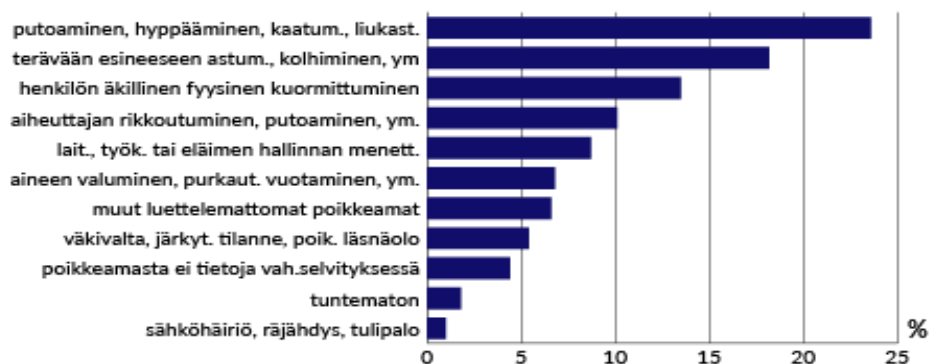
Osassa oleva skripti tarkistaa onko objekti kiinni käyttäjän kädessä ja aktivoi ympäristössä objektin, jolla näytetään käyttäjälle mihin kohtaan osa kuuluu liittää. Sama skripti myös aktivoi teleportti pisteen ympäristössä, jotta käyttäjä pystyy liikkumaan helpommin oikeaan paikkaan ja näkee mihin osa kuuluu.

Osien tarkistukseen on tehty skripti, joka tarkistaa kuinka monta osaa on liitetty kiinni ja montako osaa puuttuu koottavasta objektista. Canvas-elementillä ilmoitetaan käyttäjälle vaiheiden määrä ja montako vaihetta on jo suoritettu. Canvas-elementtiin on lisätty skripti, joka tarkistaa onko liitettävä objekti aktiivinen tai kun objekti on liitetty oikeaan kohtaan. Skriptissä on laskuri, joka katsoo suoritettujen vaihteiden määrää ja vaihtaa tekstin canvas elementtiin vastaamaan suoritettujen vaihteiden määrää.

Ympäristöön on luotu tietokoneen osien kokoaminen, jossa käyttäjä kokoaa emolevylle tietokoneen komponentteja. Kokoamiseen on luotu kriittisiä osia mitkä on liitettävä emolevyyyn, jotta näyttöelementti toimii ympäristössä. Kriittiset osat ovat prosessori, virtalähde ja näytönohjain, ilman näitä osia näyttöelementti ei aktivoitu. Muita osia mitä löytyy kokoamisprosessista, on ram-muistitikut, joita on neljä kappaletta ja näitä varten on tehty laskuri, joka käy läpi liitettyjen muistitikujen määrän ja lisää määritetyn määrän skriptissä olevaan muuttujaan näytölle ilmoittamista varten. Lisäksi kokoamisprosessista löytyy prosessorinjäähdytin, jonka liittämistä varten pitää olla prosessori jo liitetty emolevyyyn, jos näyttöelementti aktivoidaan ilman jäähdytintä näyttöelementtiin, annetaan varoitus prosessorin ylikuumentumisesta. Viimeiset osat mitä käyttäjä pystyy liittämään emolevyyyn, on kovalevy sekä tuuletin, johon on lisätty skriptissä tarkistus, joka tarkistaa onko se liitetty ylikuumentumis varoitusta varten.

5 TYÖTURVALLISUUS OHJEISTUS

Opinnäytetyön toisena tarkoituksena oli tutkia miten pystyisi opettamaan työturvallisuutta virtuaaliodellisuudessa. Kehityksen alussa tutkittiin tätä varten mitkä ovat yleisimpiä työtapaturmia ja työturvallisuusriskejä (Kuva 4.). Tilastojen perusteella päätettiin toteuttaa sovellukseen työturvallisuusriskejä, jotka voisivat aiheuttaa ja simuloida kyseisiä tapaturmia.



Kuva 4. Työpaikkatapaturmat poikkeaman mukaan. (Tapaturmavakuutuskeskus, 2018)

5.1 Työturvallisuus rikkeiden etsiminen

Ympäristöön on tehty erilaisia työturvallisuus rikkeitä, joita käyttäjä voi etsiä ja näistä ilmoitetaan käyttäjälle. Rikkeiden löytyessä käyttäjälle näytetään montako työturvallisuusrikettä ympäristöstä vielä löytyy. Riskejä etsitään sovelluksesta löytyvällä laserosoitimella, jotta käyttäjä pystyy löytämään riskejä, jotka eivät ole käyttäjän käsien ulottuvuudessa.

Laserosoitin on luotu skriptillä, joka luo säteen (raycast engl.) mikä pystyy tarkistamaan, osuuko säde johonkin objektiin tai elementtiin ympäristössä. Säteen oltua työturvallisuusrikkeen kohdalla kaksi sekuntia näytetään käyttäjälle ilmoitus, että kyseinen riski on löydetty ja montako rikettä löytyy vielä ympäristöstä sekä tiettyjä rikkeitä korjataan sen jälkeen, kun ne on löydetty. Ympäristössä on myös lista rikkeistä, johon tulee merkintöjä, kun kyseiset rikkeet on löydetty ympäristöstä (Kuva 5.).

Ympäristöstä löytyy kuusi erilaista työturvallisuusrikettä, mitkä pyrkivät simuloimaan yleisimpiin työtapaturmiin liittyviä elementtejä. Kaatumisen ja liukastumiseen liittyviä tapaturmia varten on luotu työpisteelle objekti, joka simuloi öljyä lattialla mikä on liukastumisvaara. Putoamista varten on tehty ympäristöön portaat, mistä puuttuu turvakaide. Sähköhäiriötä varten on luotu ympäristöön sähköjohto, minkä johtimet ovat paljaat. Räjähdys sekä esineen putoamista varten on luotu ympäristöön varastohylly missä on happitynnyreitä säilössä vaarallisesti. Ympäristössä on myös tikkaat varastotilassa mitkä eivät ole turvalliset. Ympäristössä on myös myrkyllisiä sekä vaarallisia aineita mitä ei ole varastoitu tarpeeksi turvallisesti.



Kuva 5. Laserosoitin työturvallisuusriike listan kohdalla (Tossavainen, Laserosoitin listan kohdalla, 2020).

5.2 Aktiivinen työturvallisuuden rikkominen

Ympäristöön on myös tehty aktiivisia työturvallisuuden tarkistuksia, jotta voidaan ilmoittamaan sekä tarkistamaan käyttäjän käsien toimintoista sovelluksessa. Tarkistus tapahtuu katsomalla ovatko käyttäjän kädet tai keho alueella mikä olisi vaarallinen käyttäjälle todellisuudessa. Käyttäjälle ilmoitetaan tekstillä, joka pysyy näön edessä niin pitkään kun työturvallisuutta rikotaan. Yksi esimerkki tästä on, että ympäristössä olevassa porassa on teräkohdan kohdalla liipaisinalue mikä tarkistaa ovatko käyttäjän kädet alueen sisällä.

6 YMPÄRISTÖ

Sovelluksen ympäristö on suurimmaksi osaksi tehty Unityn asset kaupasta löydettyjen ilmaisten asettejan avulla. Asetteja on muokattu blenderillä ja niihin on lisätty meshcollider elementti Unityssä, joka enablei törmäyksen seurannan objekteissa. Meshcollider elementtiä voidaan myös käyttää liipaisimena, jotta voidaan tehdä tarkempia liipaisin alueita (Technologies, Colliders, 2020). Ympäristössä on koottavien esineiden lisäksi muita interaktiivisia esineitä immersion lisäämiseksi. Ympäristöön on myös tehty näppäimiä, joilla voidaan vaihtaa käsien animaatioita, käynnistää sovellus uudestaan sekä lopettaa sovellus.

6.1 Ovi elementit

Ympäristössä on kahden tyyppisiä ovia. Yksi tyypillinen saranannivel komponentilla toimiva ja toinen on kahdella napilla toimiva ovi, joka muuttaa oven sijaintia skriptillä. Sarannivel-elementti on yhdistetty ympäristössä sijaitsevaan kaapiin oveen. Elementti pitää olla yhdistettynä toiseen ympäristössä sijaitsevaan objektiin, joka toimii saranan ankkurina ja toimii myös riippuvaisuutena liitetyn kohteen muunnoksesta (Technologies, HingeJoint, 2020). Toinen ovi mikä on ympäristössä, toimii kahdella näppäimellä, joita painaessa ovi liikkuu ylös tai alas skriptin avulla. Skriptiin on liitetty objekti, jonka koordinaatistoa muutetaan y-akselilla, riippuen kumpaa näppäintä painetaan. Skriptiin on asettu maksimi ja minimi arvo, joita voidaan säätää haluttuihin arvoihin riippuen ovesta.

6.2 Käsien animaatiot

Objekteihin mitä käytetään useammin sovelluksessa, on tehty animaatio, kun objektista otetaan kiinni. Tämä on SteamVR SDK:n yksi elementti, mikä mahdollistaa käsien luurangon asettamisen tiettyyn asentoon, kun objektista pidetään kiinni. Elementti antaa käsien kaikille sormille kuusi kohtaa mistä sormea voi liikuttaa haluttuun asentoon. Tätä käytettiin vaan muutamassa objektissa, koska animaation lisääminen vie paljon aikaa, eikä se lisää tarpeeksi toiminnallisuutta sovellukseen verrattuna kehitys aikaan. (Corporation, Skeleton Poser, 2017)

6.3 Ohjeistus

Ympäristöön on luotu ohjeistusta käyttäjille sovelluksen liikkumisesta ja miten sovelluksessa voidaan suorittaa objektin kokoaminen sekä työturvallisuusrikkeiden löytäminen. Liikkumisen ohjeistukseen tulee sovelluksen käynnistyessä käsien kohdalle animoitu ohjain, jolla näytetään käyttäjälle, miten sovelluksessa liikutaan. Ohje poistuu käyttäjän liikutuua ensimmäistä kertaa sovelluksessa teleportaatiolla. (Kuva 6.)

Sovelluksen ympäristöön on myös tehty teksti canvas-elementtiin ohjeistus sovelluksessa olevista tehtävistä ja miten ne pystytään suorittamaan. Canvas-elementtejä voidaan vaihtaa ympäristössä olevilla näppäimillä, joissa lukee minkä ohjeen näppäin tekee aktiiviseksi. Canvas-elementissä piti ottaa huomioon sen renderointi asetus, jotta se saadaan toimimaan VR-ympäristössä muiden objektien kanssa. World-space canvas-elementtiä pystytään liikutamaan vapaasti ympäristössä toisin kuin

screen space canvas-elementti, joka renderöidään koko näyttötilaan (Technologies, Creating a World Space UI, 2020).



Kuva 6. Liikkumisohjeistus sovelluksen käynnistyessä (Tossavainen, Liikkumisohjeistus, 2020)

7 JATKOKEHITYS

Opinnäytetyön kehittämiseen varattu aika oli hyvin rajoitettu poikkeuksellisten olosuhteiden takia, joten sovelluksesta keskityttiin luomaan toimiva demoversio. Opinnäytetyössä ei ollut muita kehittäjiä minun lisäksi, joten graafiset elementit ovat hyvin yksinkertaisia. Kaikkea toivottua ei ollut mahdollista kehittää tässä ajassa, koska aihe ja VR-ympäristö ovat sen verran laajat, tämä kuitenkin jättää paljon mahdollisuutta jatkokehitykselle.

7.1 Objektit

Sovelluksen objektit mitä on käytetty ympäristössä, on ladattu Unityn asset kaupasta sekä erilaisilta sivuilta kuten sketchfab. Tässäkin asiassa piti tehdä kompromisseja kehitysajan takia ja ei ollut aikaisempaa kokemusta 3D-mallinnuksesta. Jatkokehitystä ajatellen näitä objekteja voisi luoda itse enemmän tai ostaa laadukkaampia objekteja ulkopuolisilta lähteiltä. Objekteja voisi myös tehdä realistisempaan kokoon noudattamalla samaa kokoa kaikissa objekteissa verrattuna käsien kokoon.

7.2 Objektien fysiikka

Ympäristön interaktiivisissa esineissä on fysiikkaskripti, joka mahdollistaa niiden liikuttamisen ja heittämisen. Tätä voisi kehittää eteenpäin siinä mielessä, että esineillä olisi painoa ja ne simuloisivat liikettä verraten siihen mistä kohtaa niitä pidetään kiinni ja kuinka paljon painoa niillä olisi. Painavempiin objekteihin kuten tynnyreihin voisi lisätä funktion, joka pakottaisi käyttäjän käyttämään molempia käsiä, jos hän haluaa liikuttaa objektia.

7.3 Sovelluksen testaus

Sovelluksen niin sanottujen bugien etsiminen oli rajoitettua, koska tämäkin vaatisi aikaa ja mieluiten monta testajaa. Virheitä korjattiin sitä mukaan mitä niitä löytyi sovellusta testatessa, mutta ei varsinaista tahallista virheiden etsimistä suoritettu ajanpuutteen takia. Tarkoituksellinen virheiden etsiminen olisi hyvä tehdä, jotta voidaan sovelluksesta tehdä käyttäjä ystävällisempi ja estetään toimintojen rikkoontuminen. Tämä olisi hyvä tehdä monella henkilöllä, jotta näkisi erilaisia ajatustapoja tehtävien suorittamisesta ja näin voisi reagoida ja soveltaa niitä kehityksessä.

7.4 Työturvallisuus lisät

Työturvallisuusohjeistus on hyvin yksinkertainen sovelluksessa rajoitetun kehitysajan takia, ja tätä voisi jatkokehittää monella eri tavalla. Ympäristöön voisi lisätä turvavälineitä, joita käyttäjä pystyisi käyttämään oikealla tavalla kuten kovakypärä, silmäsuoja ja hengityssuoja. Toinen asia mitä voisi lisätä olisi monivalinta kysymykset, kun käyttäjä löytää turvallisuusriikkeitä ympäristöstä, tämä auttaisi opettamaan enemmän käyttäjää. Ympäristöön voisi myös lisätä animoituja työntekijöitä ja laitteita, joista voisi tehdä havaintoja ja valikoida niiden työturvallisuus puutteita.

7.5 Monikielisyys

Sovelluksessa käytettiin englantia pelkästään kielenä, tätä voisi kehittää eteenpäin antamalla käyttäjälle valinta millä kielellä hän haluaa ohjeistuksen. Tähän löytyisi Unityltä lokalisointipaketti mikä mahdollistaisi useiden kielten ja alueellisten muunnelmien toiminnan sovelluksessa. Lokalisaatiopaketti löydettiin kehityksen loppuvaiheilla, joten sitä ei kerennyt soveltaa sovellukseen ja pakettia saa vain toistaiseksi kehitysversiona eli preview (engl.) versiona. (Technologies, Localization, 2020)

8 YHTEENVETO

Projektin toteutus onnistui melko hyvin, ottaen huomioon kehitysajan sekä poikkeukselliset olosuhteet. Kehityksen alussa saadut kriteerit sovellukseen saatiin tehtyä, mutta toiminnot on tehty yksinkertaisiksi ja niihin pystyisi jatkokehittämään enemmän ominaisuuksia pidemmällä kehitysajalla. Sovellukseen kehitetyt ominaisuudet toimivat pohjana toimivasta konseptista ja näitä voidaan hyväksikäyttää erilaisten skenaarioiden luomiseksi tulevaisuudessa.

Sovelluksen testaamista ei ollut mahdollista tehdä isommalla joukolla ihmisiä poikkeuksellisten olosuhteiden takia, joten sovelluksen ominaisuuksista ei ole saatu käyttäjäpalautetta tarpeeksi ja tämä vaikutti myös kehittämiseen. VR-sovelluksen käyttäjäystävällisyyttä oli vaikea todeta tarpeeksi hyväksi, koska itselle virtuaalitodellisuus oli jo melko tuttu asia ja ei ollut mahdollista testata tätä uusien käyttäjien kanssa laitteiden ja tilojen puitteiden takia.

Projektin aikana tuli opeteltua monia uusia asioita pelikehityksestä, kuten 3D-mallinnus, topologia ja erilaisten sovelluskehityspakettien käytöstä sekä niiden yhdistämisestä kehityksessä. 3D-mallinnus oli itselle aivan uusi asia ja tämä pyrittiin pitämään yksinkertaisena objektien muokkauksena kehitysajan takia, eikä niiden luomisena itse alusta. Objekteista saatiin tyydyttävät ja ne lisäävät immersivyyttä ympäristössä, kuitenkin objekteja pystyttäisiin kehittämään paremmaksi itse enemmän kehitysajalla tai 3D-mallintajan avulla.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

- 3M. (2020). *Virtual Reality Safety Training*. Haettu 18. 5. 2020 osoitteesta https://www.3m.com/3M/en_US/worker-health-safety-us/3m-ppe-training/virtual-reality/
- Arnaldi, B.;Guitton, P.;& Moreau, G. (2018). *Virtual Reality and Augmented Reality*. John Wiley & Sons. Haettu 25. 3. 2020 osoitteesta <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.savonia.fi/lib/savoniafi/detail.action?docID=5323668>
- Arnhem, J.;Elliot, C.;& Rose, M. (2018). *Augmented and virtual reality in libraries*. Lanham: Rowman & Littlefield. Haettu 14. 4. 2020 osoitteesta <https://www.dawsonera.com/abstract/9781538102923>
- Corporation, V. (2017). *Skeleton Poser*. Haettu 27. 4. 2020 osoitteesta https://valvesoftware.github.io/steamvr_unity_plugin/tutorials/Skeleton-Poser.html
- Corporation, V. (2017). *SteamVR Support*. Haettu 15. 4. 2020 osoitteesta https://support.steampowered.com/kb_article.php?ref=1131-WSFG-3320&l=finnish#sdk
- Foundation, B. (2018). *Blender*. Haettu 5. 4. 2020 osoitteesta <https://www.blender.org/about/>
- INC, A. (2020). *FBX Converter*. Haettu 2. 4. 2020 osoitteesta <https://www.autodesk.com/developer-network/platform-technologies/fbx-converter-archives>
- LCC, F. T. (2017). *Getting Started with Oculus in Unity*. Haettu 16. 4. 2020 osoitteesta <https://developer.oculus.com/documentation/unity/book-unity-gsg/>
- Ltd, E. R. (2018). *Virtual Reality Toolkit*. Haettu 5. 4. 2020 osoitteesta <https://www.vrtk.io/>
- PixoVR. (2018). *Virtual Reality OSHA Safety Compliance Training Module*. Haettu 18. 5. 2020 osoitteesta <https://pixovr.com/pixo-vr-releases-new-virtual-reality-osa-safety-compliance-training-module/>
- Stenger, M. (2017). *10 Ways Virtual Reality Is Already Being Used Education*. Haettu 14. 4. 2020 osoitteesta <https://www.opencolleges.edu.au/informed/edtech-integration/10-ways-virtual-reality-already-used-education/>
- Tapaturmavakuutuskeskus. (2018). *Työtaturmat*. Haettu 5. 4. 2020 osoitteesta <https://www.tvk.fi/tietopalvelu-ja-julkaisut/tilastot/tyotaturmatilastot/>
- Technologies, U. (2020). *Colliders*. Haettu 12. 4. 2020 osoitteesta <https://docs.unity3d.com/Manual/CollidersOverview.html>
- Technologies, U. (2020). *Creating a World Space UI*. Haettu 18. 5. 2020 osoitteesta <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.ugui@1.0/manual/HOWTO-UIWorldSpace.html>
- Technologies, U. (2020). *HingeJoint*. Haettu 17. 4. 2020 osoitteesta <https://docs.unity3d.com/Manual/class-HingeJoint.html>
- Technologies, U. (2020). *Localization*. Haettu 27. 4. 2020 osoitteesta <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.localization@0.4/manual/>
- Technologies, U. (2020). *MeshCollider*. Haettu 26. 4. 2020 osoitteesta <https://docs.unity3d.com/Manual/class-MeshCollider.html>
- Technologies, U. (12. 4. 2020). *Prefabs*. Noudettu osoitteesta <https://docs.unity3d.com/Manual/Prefabs.html>
- Technologies, U. (2020). *What is AR, VR, MR, XR, 360?* Haettu 11. 4. 2020 osoitteesta <https://unity3d.com/what-is-xr-glossary>
- Tossavainen, M. (2020). Assettin leikkaaminen. Haettu 3. 4. 2020
- Tossavainen, M. (2020). Interaktiivisen objektin korostaminen. Haettu 15. 4. 2020

Tossavainen, M. (2020). Laseri ja työturvallisuusriski lista. Haettu 20. 3. 2020

Tossavainen, M. (2020). Laserosoitin listan kohdalla. Haettu 15. 4. 2020

Tossavainen, M. (2020). Liikkumisohjeistus. Haettu 18. 5. 2020

TSK.ry, S. (14. 12. 2001). *Tietotekniikan termitalkoot*. Haettu 14. 4. 2020 osoitteesta

<https://termipankki.fi/tepa/fi/haku/skripti>

Whittinghill, D. (2015). *'Virtual nose' may reduce simulator sickness in video games*. Purdue University, Computer graphics technology. Haettu 10. 4. 2020 osoitteesta

<https://www.purdue.edu/newsroom/releases/2015/Q1/virtual-nose-may-reduce-simulator-sickness-in-video-games.html>