

**VIRTUAALITODELLISUUDEN
HYÖDYNTÄMINEN AMERIKKALAISEN
JALKAPALLON OPETUSYMPÄRISTÖNÄ**

LAB-AMMATTIKORKEAKOULU
Insinööri (AMK)
Tieto- ja viestintäteknikka
Syksy 2020
Jessi Maunula

Tiivistelmä

Tekijä(t) Maunula, Jessi	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Valmistumisaika Syksy 2020
	Sivumäärä 33	
Työn nimi Virtuaaliodellisuuden hyödyntäminen amerikkalaisen jalkapallon opetusympäristönä		
Tutkinto Insinööri (AMK)		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyössä tutkittiin virtuaaliodellisuuden soveltuvuutta amerikkalaisen jalkapallon valmistuksen työkaluna. Tarkoituksena oli tutkia, soveltuuko virtuaaliodellisuus urheilun opetusympäristönä yhdessä fyysisten harjoitteiden kanssa. Opinnäytetyön tilaajana oli Jefu Store.</p> <p>Työn teoriaosuudessa tutustuttiin virtuaaliodellisuuden määritelmään, historiaan ja toimintaperiaatteeseen. Työssä tutustuttiin erilaisiin virtuaalilaseihin ja virtuaaliodellisuuden käyttökohteisiin. Opinnäytetyössä avataan myös amerikkalaisen jalkapallon periaatteita ja sitä, miksi virtuaaliselle oppimisympäristölle olisi käyttöä. Opinnäytetyössä käydään läpi yleisesti myös sitä, miten ihminen oppii asioita ja kuinka motorinen oppiminen tapahtuu.</p> <p>Opinnäytetyössä toteutettiin virtuaalinen oppimisympäristösovellus amerikkalaisen jalkapallon pelinrakentajille heittopelien opiskeluun Unreal Engine 4 -pelimoottorilla. Kohdealustaksi valikoitui Oculus Quest -virtuaalilasit. Sovellusta kehitettiin yhteistyössä paikallisen amerikkalaisen jalkapalloseuran Hämeenlinna Tigersin toimijoiden kanssa puolistrukturoituna haastatteluna.</p> <p>Haastattelussa selvisi tarve kyseiselle sovellukselle seuroissa, ja pelinrakentajilta saadun palautteen perusteella sovelluksesta voisi olla hyötyä yksittäisen pelinrakentajan pelillisessä kehityksessä.</p>		
Asiasanat virtuaaliodellisuus, opetusympäristö, amerikkalainen jalkapallo		

Abstract

Author(s) Maunula, Jessi	Type of publication Bachelor's thesis	Published Autumn 2020
	Number of pages 33	
Title of publication Title Utilizing virtual reality as a teaching environment for american football		
Name of Degree Bachelor of Engineering		
Abstract <p>The purpose of this thesis is to find out how to use virtual reality as a tool for coaching american football. This thesis was commissioned by Jefu Store.</p> <p>Theoretical part is about definition of virtual reality. It includes history of virtual reality, how that technology works, also different kinds of virtual reality glasses and how those can be used for different purposes. This thesis also briefly opens the basics of american football and why there is a space for virtual reality training. Thesis also includes studies on how humans learn skills and how motor learning happens.</p> <p>A virtual learning environment was executed with Unreal Engine 4 where the goal is to train various throwing schemes for quarterbacks. Oculus Quest-virtual reality glasses were chosen as the platform. Application was developed with collaboration with employees and players of local american football team through interviews.</p> <p>As a result of the interviews, many said that this kind of application would help significantly to develop skills with quarterbacks to learn read defence's and develop the needed skills of being quarterback.</p>		
Keywords Virtual reality, Learning environment, American football		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	VIRTUAALITODELLISUUS.....	3
2.1	Virtuaalitodellisuuden määritelmä.....	3
2.2	Virtuaalitodellisuuden historia.....	3
2.3	Virtuaalilasien historia.....	5
2.4	Virtuaalitodellisuuden käyttö.....	7
2.4.1	Virtuaalitodellisuuden hyötykäyttö.....	7
2.4.2	Virtuaalitodellisuus ja urheilu.....	10
2.5	Virtuaalitodellisuuden ongelmat.....	11
3	OPPIMISEN TEORIAA.....	12
3.1	Oppiminen.....	12
3.2	Motorinen oppiminen.....	12
3.3	Amerikkalaisen jalkapallon harjoittelun ominaispiirteitä.....	13
3.4	Virtuaalinen oppimisympäristö.....	15
4	SOVELLUS.....	17
4.1	Suunnittelu.....	17
4.2	Alusta.....	17
4.3	Pelimoottorit.....	18
4.3.1	Unreal Engine.....	19
4.3.2	Unity.....	19
5	TOTEUTUS.....	20
5.1	Haastattelun purku.....	20
5.2	Toteutus.....	21
5.3	Toteutuksen testauttaminen.....	26
5.4	Loppuhaastattelu.....	26
6	YHTEENVETO.....	27
	LÄHTEET.....	29
	LIITTEET.....	32
	Liite 1. Alkuhaastattelu.....	32
	Liite 3. Kysely pelaamisen jälkeen.....	33

1 JOHDANTO

Virtuaalitodellisuus eli VR (virtual reality) on tietokoneella luotu keinotekoinen ympäristö, jossa scenet eli kohtaukset ja esineet näyttävät olevan todellisia, mikä saa käyttäjänsä tuntemaan olevansa osa peliä tai kokemusta. Tätä kutsutaan immersioiksi. Virtuaalitodellisuutta havainnoidaan päähän laitettavilla virtuaalilaseilla, ja ohjaimet mahdollistavat interaktiivisen kanssakäymisen esineiden ja objektien kanssa. Yhdessä kuulokkeista tulevan äänimaailman kanssa järjestelmä mahdollistaa pelaajan samaistumisen niin ympäristöön kuin pelihahmoonkin.

Viime vuosien aikana virtuaalitodellisuus on ottanut kehityksessä valtavia harppauksia ja vallannut kasvavissa määrin kuluttajamarkkinoita.

Virtuaalitodellisuuslaitteiden ja ohjelmistojen markkinoiden ennustetaan kasvavan vuoden 2019 6,2 miljardista Yhdysvaltain dollarista yli 16 miljardiin Yhdysvaltain dollariin vuoteen 2022 mennessä (Alsop 2020).

Toimitettujen virtuaalitodellisuuslaitteiden määrän odotetaan nousevan 12,5 miljoonaan vuoden 2020 aikana. Kuluttajat hyödyntävät virtuaalitodellisuusteknologiaa erityisesti pelaamalla viihdepelejä ja katsomalla 360° VR-videoita. Vuonna 2023 arvioidaan käytettävän 20,8 miljardia Yhdysvaltain dollaria pelkästään näiden sovellusten kehittämiseen. Kehitystyöhön käytettävät resurssit mahdollistavat alan jatkuvan kehittymisen ja laitteiden tehon nousun, jonka seurauksena myös teollisuuden VR-tekniologioiden käyttö tulee kolminkertaistumaan kuluttajakäyttöön nähden. (Alsop 2020.)

Virtuaalitodellisuuden realismin tuntu ja turvallinen toimintaympäristö on tehnyt siitä myös varteenotettavan alustan hyödynnettäväksi myös teollisuudessa ja opetuksessa. Virtuaalitodellisuussovelluksilla voidaan harjoitella vaarallisia tilanteita turvallisesti ja kustannustehokkaasti. Virtuaalitodellisuutta käytetäänkin jo nyt paljon sotateollisuudessa vaarallisten ja kalliiden harjoitusten simuloimiseen kuten myös pelastustoimen harjoitteissa, joita ei voi harjoitella tulen ja savun takia todellisessa maailmassa.

Amerikkalaisessa jalkapallossa kuten muissakin urheilulajeissa, oikeiden liiketekniikoiden ja pelitaktiikoiden toistojen saaminen kehittää urheilijoita niin fyysisesti kuin psyykkisesti. Motorisen oppimisen tärkeimpiä asioita on halutun lopputuloksen opetteleminen toistojen kautta. Paras vastine harjoittelulle saadaan, kun harjoitteet ja harjoitteluolosuhteet vastaavat kilpailu- ja pelitilanteita. (Schmidt & Wrisberg 2000, 220.)

Opinnäytetyötä alettiin toteuttamaan tarpeesta saada harjoitusalueita amerikkalaisen jalkapallon pelinrakentajille ja valmentajille fyysisten lajiharjoitusten lisäksi. Lajin

ominaispiirteiden takia joukkueharjoituksissa pelinrakentajan pelinomaisten toistojen määrä jää vähäiseksi. Toteutettavalla alustalla olisi tarkoitus nostaa toistojen määrää merkittävästi. Keskimäärin harjoitusten aikana ehditään tunnissa käymään läpi 30–40 peliä. (Arkko 2020.) Teoreettisesti VR-sovelluksella voisi suorittaa tunnissa lajinomaisia toistoja 120–150 kappaletta. Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellään myös sitä, miten ihmisen aivot oppivat uusia asioita ja miten ihminen oppii motorisia taitoja ja kuinka virtuaaliodellisuutta voidaan hyödyntää tässä prosessissa.

Opinnäytetyön oppimisympäristösovellusta lähdettiin kehittämään yhteistyössä lajin pitkäaikaisten toimijoiden, valmentajien ja pelaajien kanssa, jotta sovelluksesta saataisiin pelinrakentaja ja valmentaja palveleva kokonaisuus. Yhteistyön alussa teetettiin määrättyllä joukolla puolistrukturoitu haastattelu, jossa selvitettiin, millaisia ominaisuuksia oppimisympäristöön haluttaisiin. Tämän perusteella sovellusta lähdettiin kehittämään.

2 VIRTUAALITODELLISUUS

2.1 Virtuaalitodellisuuden määritelmä

Ihmiselle on luonnollista paeta arkea ja todellisuutta erilaisten motiivien ajamana. Tätä tarvetta on pääosin tyydytetty näkö- ja kuuloaisteja stimuloimalla, tarjoamalla elämyksiä katsoijan ja kuuntelijan roolissa. Tällaisia elämyksiä ovat muun muassa musiikki, elokuvat, kirjallisuus, urheilu, pelit ja taide. Kautta historian ihminen on luonut erilaisia maailmoja aina tarinan kerronnasta visuaalisiin maailmoihin. Virtuaalitodellisuus on tuonut täysin uuden ulottuvuuden ihmisille paeta todellisuutta. Se sekoittaa keskenään teknologiaa, fantasiaa, todellisuutta ja unenomaisuutta.

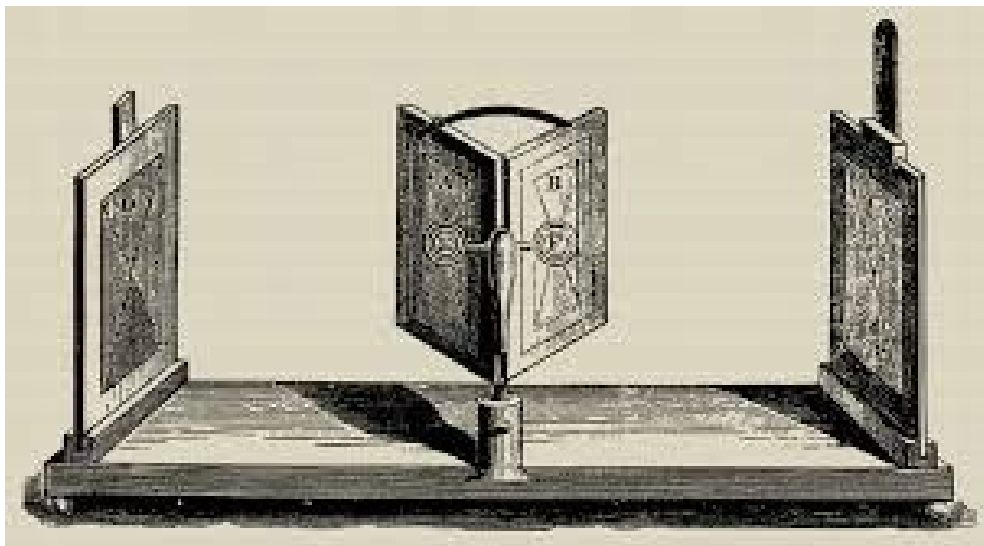
Virtuaalitodellisuuden tarkoituksena on mahdollistaa sensomotorinen ja kognitiivinen toiminta ihmiselle (tai ihmisille) digitaalisesti luodussa keinotekoisessa maailmassa, joka voi olla kuvitteellinen, symbolinen tai simulointi tietystä maailman aspektista (Fuchs 2011).

Virtuaalitodellisuus käsitteen on tuonut julki ranskalainen kirjailija Jaron Lanier 80-luvulla, jonka jälkeen se on vakiintunut yleiseen käyttöön. Virtuaalitodellisuus ei nimensä mukaisesti aina pyri pelkkään todellisuuden tavoitteluun vaan se on myös keino kokea realistisesti jotain, mitä todellisessa elämässä ei voi kokea. Tällainen kokemus voi olla vaikkapa tulivuoren laavassa kelluminen. Virtuaalitodellisuus yhdistetään myös vahvasti ajatukseen tietokoneeseen liitetystä laitteistosta, jossa on head-mounted display (HMD) eli 3D-virtuaalimaailman näyttölaite ja jokin hallintalaite vuorovaikutukseen. Tällainen hallintalaite voi olla vaikka ohjaimet, ratti, ase tai esimerkiksi maila. (Fuchs 2011.)

2.2 Virtuaalitodellisuuden historia

Nykypäivän virtuaalitodellisuusteknologiat perustuvat keksintöihin, jotka juontavat juurensa 1800-luvun alun perinteisen valokuvauksen kehittymiseen (Harry Ransom Center 2020). Vuonna 1838 englantilainen fyysikko Charles Wheatstone kehitti ensimmäisen peilistereoskoopin. Kuvassa 1 on esimerkki peilistereoskoopista, jossa oli kaksi peiliä ja kaksi puista levyä. Stereoskooppi on laite, joka luo kahdesta, vain vähän toisistaan eroavista vierekkäin olevista kuvista katsojalle illuusion kolmiulotteisuudesta. Peilistereoskoopissa peilipari asetettiin 45 asteen kulmaan siten, että käyttäjän silmiin heijastuu kummankin puolen puisten levyjen kuvat. Vaikka kumpikin silmä näkee vain sille puolelle heijastetun kuvan, sulauttaa aivot nämä kaksi kuvaa yhdeksi kolmiulotteiseksi objektiksi. (Wheatstone 1838.) Kolmiulotteisuuden illuusion aiheuttaa ihmisen näköjärjestelmän kyky muodostaa

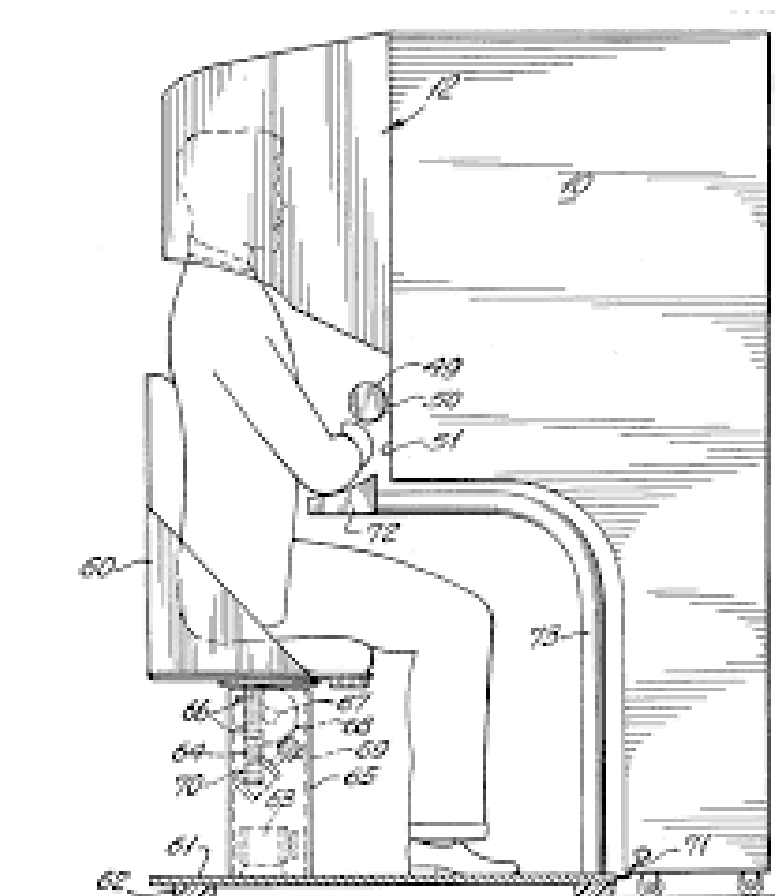
kahden silmän tuottamasta kuvasta yksi yhtenäinen kuva. Tätä tapahtumaa kutsutaan binokulaariseksi näöksi.



Kuva 1. Charles Wheatstonen peilistereoskooppi (Wheatstone 1838)

Wheatstonen kehittämän peilistereoskoopin pohjalta patentoitiin vuonna 1939 View-Master laite, jolla katsottiin kiekkoon väridialle painettuja kuvia. Laite esiteltiin vuoden 1940- New Yorkin maailmannäyttelyssä, ja sen kehitti William Gruber. (Sawyer's View-Master 1940.)

Yksi mainittava virstanpylväs virtuaalitodellisuuden ja simuloitujen ympäristöjen kehityksessä on Morton Heiligin 1956 kehittämä Sensorama, joka on nähtävissä kuvassa 2. Tätä järjestelmää on kuvattu ensimmäiseksi VR-laitteeksi ja se oli jopa edellä aikaansa. Heilig oli elokuvateollisuuden moniosaaja, ja hänen tarkoituksensa oli Sensoramaa kehittäessä tuoda katsojalle kokemus kuin hän olisi itse sisällä elokuvassa. Sensorama simuloi moottoripyöräajoa läpi New Yorkin monella eri aistikokemuksella. Sen lisäksi, että käyttäjä näki tien kolmiulotteisena, koki hän myös tuolin liikkeen, tuulettimien tuoman ilmavirran, kaupungin hajuja ja ääniä. Heilig tuotti Sensoramalle myös muutaman muun elokuvan, näitä oli muun muassa Belly Dancer, Dune Buggy, Helicopter, A date with Sabina ja I'm a Coca Cola bottle! Heilig patentoi myös historian ensimmäiset HMD-lasit 1960-luvulla. (Brockwell 2016; Virtual Reality Society 2020.)



Kuva 2. Havainnekuva Morton Heiligin Sensorama-laitteesta (Heilig 1961)

2.3 Virtuaalilasien historia

Head-mounted display (HMD) tarkoittaa päähän tulevaa virtuaalista näyttöä, kypärää tai virtuaalilaseja. HMD:n on tarkoitus sulkea todellinen maailma pois, jotta käyttäjä voi uppoutua näkemäänsä ja kokemaansa häiriöttä. Lasit voivat sisältää myös kuulokkeet tai ääni tulee laitteesta itsestään.

1970–1980-luvulla virtuaalitodellisuuslaitteiden kehitys otti isoja harppauksia yhdessä optiikan kehittyessä. Sen rinnalla kehitettiin myös haptista teknologiaa, joka käyttää hyväksi ihmisen tuntoaistia. Haptiset laitteet antavat käyttäjälleen palautetta valinnoistaan esimerkiksi tärisyttämällä peliohjainta tai antamalla force feedbackia eli voimavastetta. 1985 Nasa yhdisti HMD-näytön haptisiin käsineisiin ja tietokoneella luotuun virtuaaliseen ympäristöön. Järjestelmää kutsuttiin nimellä The Virtual Interface Environment Workstation (VIEW), ja sillä oli tarkoitus kouluttaa astronautteja turvallisesti käsittelemään robotteja avaruusaluksen ulkopuolella menemättä sinne itse. (NASA 2020). Kyseinen järjestelmä oli perustana nykyisille VR-laitteille.

Forte Technologies julkaisi 1995 ensimmäiset kuluttajakäyttöön tarkoitetut tietokoneeseen yhdistettävät virtuaalilasit, jotka ovat nähtävissä kuvassa 3. VFX1 Headgear tarjosi kuluttajalle 263 × 230 pikselin värillisen nestekide- eli LCD-näytön (Liquid-Crystal Display), käsiin tulevat ohjaimet, head trackingin eli pään liikkeiden seurannan ja stereoäänen.



Kuva 3. Forte VFX1 Headgear (Wikimedia Commons 2012)

2000-luvulla virtuaalitodellisuuden kehityksessä nousi suosioon älypuhelimien hyödyntäminen. Apple julkaisi 2011 älypuhelimella käytettävän VR-laitteen iPhone Virtual Reality Viewerin, joka toimi Applen laitteilla. 2014 Google julkaisi täysin pahvista tehdyn alustan, jossa kaksoiskuperat linssit takaavat lasien sopivuuden myös silmälasien kanssa. Yhtiö toivoi Google Cardboardin innostavan sovelluskehittäjiä tutustumaan paremmin virtuaalitodellisuuteen ja sille sovellusten kehittämiseen edullisesti. Laitteen hinta oli tuolloin 20 dollaria. (Wallace 2017.)

Nykyiset VR-järjestelmät tarvitsevat sujuvasti toimiakseen tehokkaan tietokoneen ja tyhjää tilaa pelihuoneessa. Uusimmissa VR-teknologioissa lasien ja tietokoneen lisäksi tarvitaan ns. majakat, jotka jäljittävät pelaajan liikkeet huoneessa sensorien avulla. Tällaisia VR-alustoja ovat esimerkiksi HTC Vive Pro 2.0 ja Valve Index. Uusimmat lasit tarjoavat edeltäjiinsä nähden laajemman näkökentän, korkeamman resoluution ja virkistystaajuuden ja laadukkaamman äänentoiston.

Virkistystaajuus kertoo sen, kuinka monta kertaa laite päivittää sekunnissa kuvan ruudulla. Esimerkiksi Valven laseissa virkistystaajuus on 120 hertsiä ja laseissa on off-ear-kuulokkeet, jotka eivät kosketa korvaa. Tämä vahvistaa pelaajan immersiota eli uppoutumista

peleihin, ja saa tuntumaan kuin ääni tulisi ulkopuolelta eikä pään sisältä. Nykyisiä VR-järjestelmiä ovat esimerkiksi

- Oculust Rift S
- Oculus Quest
- Valve Index
- HTC Vive Cosmos
- Sony PlayStation VR
- Varjo VR-2 Pro.

2.4 Virtuaalitodellisuuden käyttö

Suurimmaksi osaksi ihmisten kokemukset virtuaalitodellisuudesta liittyvät pelaamiseen ja viihteeseen. Kirjoitushetkellä yksi suosituimmista VR-laitteille suunnatuista peleistä on vuonna 2019 julkaistu Beat Saber -peli, jossa tarkoituksena on lyödä kuvitteellisella lasermiekkalla kohti tulevia kuutioita musiikin tahtiin. Suuren suosion pelaajien keskuudessa on saavuttanut myös VR-peli Half-Life: Alyx, joka rikkoi Steamin samanaikaisten käyttäjien ennätyksen 42858 pelaajalla (Hayden, 2020). Steam on Valven tarjoama digitaalinen videopelien jakelualusta. Half-Life: Alyx tarjoaa tällä hetkellä niin visuaalisesti kuin pelimekaniikaltaan laadukkaimman virtuaalitodellisuuden kokemuksen. Toiseksi eniten samanlaisia pelaajia on ollut 2019 julkaistulla Boneworks -pelillä.

2.4.1 Virtuaalitodellisuuden hyötykäyttö

Vaikka moni yhdistää virtuaalitodellisuuden viihde- ja peliteollisuuteen on myös virtuaalitodellisuuden hyötykäyttö lisääntynyt. Virtuaalitodellisuutta hyödynnetään laajasti niin teollisuudessa, koulutuksessa, kuin myös liiketoiminnassa. Suurin vaikutus virtuaalitodellisuusteknologioilla on ollut kuitenkin koulutukseen. Virtuaaliteollisuudella on mahdollisuus luoda täysin riskittömästi todellisuutta vastaava koulutustilanne, jossa ei ole mahdollista tulla henkilö- tai materiaalivahinkoja.

Virtuaalitodellisuus sotateollisuudessa ja poliisivoimissa

Yhdysvaltojen asevoimat ovat hyödyntäneet virtuaalitodellisuutta koulutuksessaan aina 1980-luvulta lähtien lentosimulaattoreiden muodossa. VR-teknologioita hyödynnetään maavoimissa, laivastossa, ilmavoimissa ja merijalkaväessä. Virtuaalitodellisuudella annetaan todentuntuista harjoittelua taistelukentältä niin sotilaille kuin taistelupelastajille kuten myös lentäjillekin. Kuvassa 4 sotilaat harjoittelevat vieraalla taistelukentällä toimimista. Virtuaalitodellisuutta käytetään myös traumaperäisen stressireaktion hoidon apuna. Hoidossa on tarkoituksena simuloida kohtauksen laukaiseva tapahtuma ja potilas voi

harjoitella tilateen hallitsemista. (Virtual reality society 2020.) Yhdysvaltojen lisäksi myös Australia ja Iso-Britannia ovat ottaneet virtuaalitodellisuuden osaksi koulutustaan. VR-tekniologiaa hyödynnetään myös sotilaiden värväyksessä hyvällä menestyksellä (Ministry of Defence, 2019).



Kuva 4. Sotilaat harjoittelevat vieraalla taistelukentällä toimimista (Berner 2013)

NYPD eli New Yorkin poliisilaitos käyttää myös virtuaalitodellisuutta harjoitellessaan esimerkiksi active shooter -tilanteita. Active shooterilla tarkoitetaan tilannetta, jossa henkilö aktiivisesti tappaa tai yrittää tappaa ihmisiä julkisella paikalla. Tällaisen tilanteen todennukainen simulointi ilman virtuaalitodellisuutta on mahdotonta.

V-Armed on kehittänyt laaja-alaisen monen osallistujan VR-koulutuksen poliisiviranomaisille. Koulutukseen osallistujat liikkuvat suuressa tyhjässä tilassa. Pelaajilla on päällään HMD-lasit, vartaloanturit ja VR-aseet. Pelaajat voivat harjoitella skenaarioita kuin he olisivat oikeasti todellisessa ampumatilanteessa kollegojensa kanssa. V-Armed käyttää peliympäristöinä mallinnettuja todellisia olemassa olevia paikkoja, joita on kehitetty poliisivoimien kanssa yhteistyössä, jotta skenaarioista on saatu mahdollisimman autenttisia. (Melnick 2019; Lozé 2019.)

Koulutuksessa on mahdollisuus harjoitella aitoja tapahtuneita ampuma- ja panttivankitilanteita turvallisesti.

Virtuaalitodellisuus terveydenhuollossa

Kuten muillakin aloilla, käytetään terveydenhuollossa myös VR-teknologiaa koulutuskäytössä. Se soveltuu erityisen hyvin riskialttiiden toimenpiteiden harjoitteluun esimerkiksi kirurgien vaativien leikkauksien simulointiin (Takala 2017). Hoitohenkilöstön koulutuksen lisäksi virtuaalitodellisuutta käytetään potilaiden hoidossa ja kuntouttamisessa. VR-teknologiaa käytetään muun muassa potilailla hetkellisen kivun lievittämisessä siten, että kiputilas keskittyisi toiseen todellisuuteen kiputuntemuksen sijasta. VR:n tuomia mahdollisuuksia on tutkittu myös syöpäpotilaiden ja kroonisista kivuista kärsivien potilaiden hoidossa, mutta tutkijat ovat saaneet viitteitä siitä, että altistaessaan potilaat toistuvasti VR-maailmaan hyöty kivunlievityksessä laskee, kun potilas tottuu virtuaalitodellisuuteen. (Li, Montaña, Chen & Gold 2012.)

Virtuaalitodellisuusteknologioiden käyttöä on tutkittu erityisesti mielenterveysongelmien hoitomuotona (Takala 2017). Virtuaalitodellisuuden avulla pyritään lievittämään ihmisten elämää haittaavia fobioita eli määräkohtaisia pelkoja. Tällaisia voi olla muun muassa korkeanpaikankammo, ahtaanpaikankammo tai araknofobia, jossa voimakas pelko kohdistuu hämähäkkeihin. Näiden hoidossa käytetään ensisijaisesti kognitiivista psykoterapiaa tai pelkoihin asteittain totuttavaa käyttäytymisterapiaa. (Huttunen 2018). Eritoten jälkimmäisessä hoitomuodossa virtuaalitodellisuus tarjoaa turvallisen ja valvotun keinon potilaalle kohdata pelkonsa.

Virtuaalitodellisuus teollisuudessa ja liiketoiminnassa

VR-todellisuus soveltuu teollisuudessa hyvin uusien työntekijöiden kouluttamiseen kuten myös laitteiden käyttökoulutukseen. Kuten muillakin aloilla, virtuaalitodellisuuden käyttö säästää rahaa ja luo turvallisen ympäristön opetella vaadittavia taitoja. Autoteollisuudessa esimerkiksi Ford käyttää virtuaalitodellisuutta uusien automallien visualisointiin ilman, että mallista tarvitsee tehdä prototyyppiä (Ford Media Center 2017). Teollisuudessa loppukäyttäjät voivat tutustua etukäteen vielä rakentamattomiin tiloihin ja CAD-mallien eli tietokoneavusteisten mallien tarkastelu virtuaalilaseilla tuottaa enemmän informaatiota kuin pelkästään tietokoneennäytöltä katsottuna.

Liiketoiminnassa virtuaalitodellisuutta hyödynnetään monella eri tavalla. Virtuaalitodellisuuden avulla yritykset voivat tuoda tuotteensa asiakkaille tutkittavaksi virtuaalisesti ennen ostopäätöksen tekemistä. Esimerkiksi Ikea tarjoaa asiakkailleen mahdollisuuden tutustua mallihuoneisiin omilla virtuaalilaseillaan kotisohvalta. Näkymä sovelluksesta on nähtävissä kuvassa 5. Matkatoimistot käyttävät 360 asteen videoita mainosmateriaaleina houkutellessaan uusia asiakkaita kohteisiinsa. Ihmiset voivat ostaa virtuaalisia kierroksia museoihin ja tutustua myytävänä oleviin asuntoihin virtuaalisesti.



Kuva 5. Näkymän IKEAN Showroomista, jossa tuotteita voi kokea virtuaalisesti (Åkesson 2016)

2.4.2 Virtuaalitodellisuus ja urheilu

Urheilussa virtuaalitodellisuus auttaa suorituskyvyn mittaamisessa ja suoritustekniikan analysoinnissa. Samoin virtuaalitodellisuuden avulla on mahdollista nostaa urheilijan itsevarmuutta ja sitä kautta vaikuttaa urheilijan suoritusvarmuuteen. Ross-Stewart tekemässä tutkimuksessa testiryhmälle näytettiin 360 videokuva, joka oli otettu heidän urheiluosuutuksestaan, aina valmistautumisesta itse suoritukseen. Urheilijat kokivat, että harjoittelu virtuaalilasien kanssa nosti heidän itseluottamustaan ja sitä kautta suoritusten tasoa. Tutkimustulokset myös osoittivat, että testiin osallistuvien urheilijoiden suoritukset paranivat. (Ross-Stewart 2018.) Toisessa tutkimuksessa verrattiin kahden ryhmän taitojen parantamista pingiksessä. Toinen ryhmä harjoitteli VR-lasien kanssa ja toinen ryhmä harjoitteli ilman VR-laseja. Tutkimus osoitti, että VR-lasit päällä harjoitelleiden ryhmän jäsenten reaali maailman taidot kehittyivät merkittävästi kaikissa suorituskykymittauksissa (Michalskil, Szpakl, Saredakis, Ross, Billinghamurst & Loetscher 2019.) Virtuaalitodellisuus mahdollistaa yksittäiselle urheilijalle mahdollisuuden kehittää niin tekniikkaa, taktiikkaa kuin kilpatilanteissa stressin sietokykyä ajasta, paikasta ja olosuhteista riippumatta.

2.5 Virtuaalitodellisuuden ongelmat

Vaikka virtuaalitodellisuuden hyödyt ja mahdollisuudet ovat merkittävät, on myös huomioitava sen puutteet ja ongelmat. Suurimpana ongelmana voi pitää joillekin käyttäjille aiheutuvaa pahoinvointia, joka on verrattavissa matkapahoinvointiin. Alalla käytetään myös cybersickness- tai motion sickness -termiä. Käyttäjät voivat saada vastaavanlaisia oireita, kuin matkapahoinvoinnista. Nämä oireet ovat muun muassa pahoinvointi, pyörrytys ja huihaus sekä silmien rasitus. Pahoinvointi johtuu aistihavaintojen ristiriidasta. Ongelman aiheuttaa se, että keho ei tunne samaa mitä käyttäjän silmät näkevät VR-lasit päässä. Tasapainoelimen tuottama informaatio on ristiriidassa sen kanssa, mitä silmä näkee. Tähän perustuu myös esimerkiksi merisairaus. Näitä ongelmia on pyritty torjumaan luomalla pelaajalle erilaisia liikkumistapoja pelissä. Varsinkin aloitteleville käyttäjille suositellaan siirtymien tapahtuvan teleporttaus tekniikalla. Teleporttaus tarkoittaa sitä, että ohjaimella osoitetaan kohdetta, jonne halutaan liikkua ja siirtymä tapahtuu nopeasti välähtäen, jolloin liikkeestä ei ehdi syntymään pahoinvointia.

Ongelmia on myös aidontuntuisen haptisen palautteen kanssa. Vaikkakin virtuaalitodellisuussovellukset voivat näyttää kuinka realistiselta tahansa, on kehitystyössä vaikea luoda aidontuntuista fysiikkaa ohjaimiin, koska niihin ei saa luotua painontunnetta objekteille. Esineisiin tarttuminen, vetäminen ja niiden heittäminen ei vastaa tosielämässä tapahtuvaa fyysistä tunnetta.

Virtuaalitodellisuuden ongelmista puhuttaessa mainitaan myös laitteiden korkea hankintahinta ja lasien kömpelö käytettävyys. Laseja pidetään painavina päässä kannettavaksi ja ergonomia on tästä syystä huono. Näyttötekniikan viiveet ja silmän näkemän näytön tarkkuudessa on tekniikan tasolla vielä kehitettävää. Samoin turvallisuuskysymykset on ratkaistava, kun HMD-lasit sulkevat ulkomaailman pois, jolloin ihminen ei kykene havainnoimaan mitä oikeassa maailmassa tapahtuu. Tämä altistaa käyttäjän onnettomuuksille. Joissain laseissa on tähän ratkaisuna kehitetty ominaisuus, jota kutsutaan passthrough -valinnaksi. Tässä tilassa käyttäjä pystyy näkemään ympäröivän maailman, vaikka lasit olisivat päässä.

3 OPPIMISEN TEORIAA

3.1 Oppiminen

Oppiminen on tärkeä osa ihmisen elämää. Oppimisen päämääränä on saavuttaa pysyviä muutoksia tiedoissa, taidoissa ja asenteissa. Ihminen aloittaa oppimisen joidenkin tutkimusten mukaan jo sikiönä kohdussa ja oppiminen jatkuu koko ihmisen elämänkaaren ajan (Huotilainen 2004). Oppiminen on fyysinen prosessi. Oppimisprosessi muuttaa aivojen fyysistä rakennetta kahdella eri tavalla, se luo uusia hermosoluyhteyksiä tai muuttaa jo olemassa olevia yhteyksiä, mikä johtaa aivojen jatkuvaan uudelleen järjestäytymiseen.

Ihminen käyttää oppimiseen näkö-, kuulo- ja tuntoaistejaan. Oppiakseen ja muistaakseen asioita ihmisen aivoissa tarvitsee tapahtua useita eri aivojenosissa olevien tietojen yhdistymisiä. Oppimisen uskotaan tapahtuvan synapseissa eli hermoliitoksissa, mikä tarkoittaa kahden hermosolun liitospintaa. Näiden liitospintojen kautta hermoimpulssi siirtyy tai ei siirry hermosolusta toiseen. Hermoverkkoa eristävällä valkealla aineella on kriittinen osa tiedon käsittelyssä (Alava & Martinez 2018). Oppiminen on fyysinen prosessi, jossa uudet aivosoluverkot edustavat uutta tietoa. Hermokasvutekijät ovat aivoissa sijaitsevia kemikaaleja, ne helpottavat, vahvistavat ja mahdollistavat näiden verkkojen muodostumisen. Ihmiset alkavat oppia kokeilemalla asioiden äärivaikutuksia, ja kun itseluottamus nousee, ryhtyy ihminen sitten kokeilemaan monipuolisemmin asioita.

Oppimisessa jotkut aivojen hermosoluista muuttavat muotoaan koko elämämme ajan. Solut kasvavat myös muodostamaan yhteyksiä ja hermosoluja ja tekemään hermoradat vahvemmiksi tai heikommiksi. Tätä muutostyötä kutsutaan myös aivojen mukautumiskyvyksi (Janacsek 2020). Ihmisen aivojen dendriitit eli tuojahaarakkeet vastaanottavat signaaleja muilta dendriiteiltä. Nämä signaalit kulkevat sitten viejähaarakkeita pitkin ja viejähaarakkeet yhdistävät ne muihin neuroneihin ja dendriitteihin. Oppiminen ja muistaminen syntyy synapsiyhteyksien verkossa kaikkialla keskushermostossa, sekä solutasolla että neuroniverkkojen tasolla. Ihmisen aivot jatkavat muutostaan elämän loppuun saakka. (Alava & Martinez 2018.)

3.2 Motorinen oppiminen

Motorinen oppiminen määritellään harjoittelun aikaansaamaksi kehon sisäiseksi tapahtumasarjaksi, joka johtaa pysyviin muutoksiin potentiaalisissa tuottaa liikkeitä. Tässä määritelmässä korostuu harjoittelun merkitys. Oppiminen ei siis ole perittyä vaan seurausta runsaasta harjoittelusta. (Kataja 2018.)

Motorinen oppiminen on kohtalaisen pysyvä muutos yksilön kyvyssä tuottaa liikesuorituskokemuksen seurauksena. Hyvä esimerkki motorisesta taidosta on kävely. Kävely on todella moniulotteinen liike, joka sisältää monimutkaisia liikkeitä ja jonka ihminen kykenee tekemään täysin automaattisesti (Ostry, Gribble 2016). Pikkuaiivot ovat aivojen osa, joka säätelee kehon hienovaraisia liikkeitä, tasapainoa ja raajojen liikettä. Urheilun oppiminen vie huomattavan pienen osan aivosoluja pikkuaivoissa. Motorististen taitojen hankinta on esimerkki siitä, miten aivot soveltuvat taidon oppimiseen harjoittelun avulla.

Motorinen oppiminen perustuu eri vaiheissa oppimiseen ja sen jälkeen niiden käyttämiseen tiedostaen mitä tekee, niin kauan kunnes taito opitaan. Motorisessa oppimisessa on kolme vaihetta. Ensimmäisenä on tila, jossa tiedostetaan mitä pitäisi osata, toisessa vaiheessa osataan tehdä vaaditut asiat ja kolmantena vaiheena on tekemisen automaatio. Ensimmäisessä vaiheessa urheilija yrittää saada käsityksen tarvittavista liikkeistä ja ymmärtää hienovaraisia liikkeitä, joita suorittamiseen tarvitaan. (Raiola, Di Tore 2017.)

Urheilija yrittää kerätä mahdollisimman paljon tietoa ja muokata sen helpommin ymmärrettäväksi kokonaisuudeksi, joka luo perustan motoriselle taidolle. Tässä vaiheessa myös ohjeet sekä valmentajan opastus, kuten myös videoiden katselu on tehokas tapa vahvistaa opittua asiaa. Toisessa vaiheessa urheilija yhdistää jo opitut taidot sekä hienosäätää niiden yhteensopivuutta. Tämä on haastavin vaihe, jossa itse taito opitaan. Viimeisenä on automaation aste. Tämä vaatii yleensä vuosien harjoittelun, jotta tämä taso saavutetaan. (Raiola, 2017).

Tutkijoiden mukaan uuden liikesuorituksen oppiminen edellyttää noin 3000 yritystä. Noin 20000 yrityksen jälkeen koordinaatiomalli alkaa olla hyvä, ja noin 100 000 yrityksen jälkeen liikemallit ovat pysyviä myös vaihtelevissa olosuhteissa (Kataja 2018).

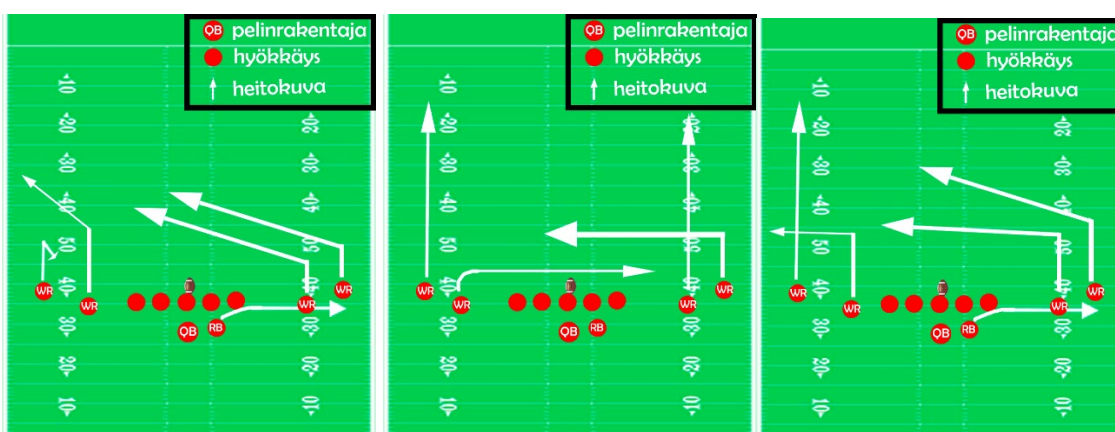
Automaation tasolla taito on täysin alitajuntaista, automaattista ja sulavaa, joka antaa urheilijalle mahdollisuuden keskittyä muuhun suoritukseen. Jotta urheilija oppii taidon, vaikuttaa siihen kolme keskeistä asiaa. Harjoittelun määrä, vaihtelu ja palaute. (Kataja 2018.)

3.3 Amerikkalaisen jalkapallon harjoittelun ominaispiirteitä

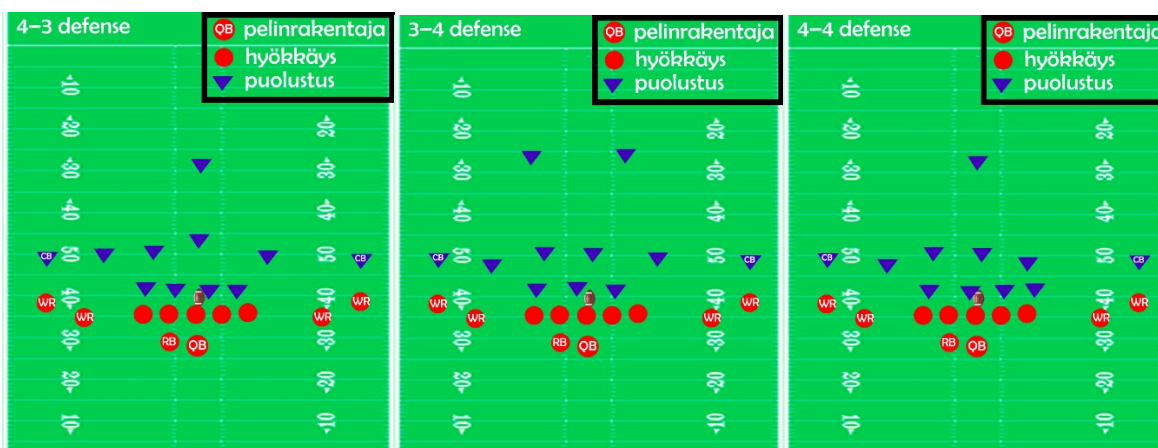
Amerikkalaisessa jalkapallossa kentällä on samanaikaisesti 11 hyökkäyksen pelaajaa ja 11 puolustuksen pelaajaa. Vaikka yksittäisiä pelipaikkakohtaisia harjoitteita pystytään viemään läpi myös pienemmällä osallistujamäärällä, tuottaa pelinomaisen harjoittelun toteuttaminen haasteita, jos joukkueen harjoituksissa ei ole esimerkiksi tarpeeksi osallistujia. Tämä on ollut ongelmana esimerkiksi paikallisella naistenjoukkueella. Harjoituksissa käydään läpi eri pelipaikkakohtaisia harjoitteita ja nämä kehittävät yksittäistä urheilijaa, mutta

koko joukkueen voimin tapahtuva pelinomainen harjoittelu vastustajaa vastaan jää yleensä vähäisemmälle.

Joukkueen pelinrakentaja johtaa hyökkäystä kutsumalla pelikirjasta pelitilanteeseen tai puolustuksen asemointiin sopivan pelin, esimerkit ovat nähtävissä kuvasta 6. Muut hyökkäyksen pelaajat suorittavat kutsutun pelin. Pelinrakentaja voi myös vaihtaa pelikutsua nähdessään, miten vastustajan puolustus asettuu kentälle, kuten kuvan 7 esimerkissä. Tämänkaltaisen tilanteen simulointi harjoituksissa paineen alla on vähäistä. Usein pelinrakentajat pääsevät harjoittelemaan todellista pelin- ja puolustuksen lukua vain järjestetyissä harjoitusotteluissa tai kaudella sarjapeleissä. Koko joukkueen pelinomaisesta harjoittelusta toistojen määrää jo valmiiksi lyhyestä harjoitusajasta vähentää vielä esimerkiksi epäonnistuneet aloitussyötöt. Sovelluksella haluttaisiin opettaa pelinrakentajia ymmärtämään kentällä tapahtuvia asioita. Tällaisia opetettavia asioita voisi olla esimerkiksi se, että mikä heittokuvayhdistelmä toimii tiettyä puolustuksen peittoa eli puolustuksen muodostelmaa vastaan ja kenen laitahyökkääjän juoksema heittokuva aukeaa.



Kuva 6. Amerikkalaisen jalkapallon erilaisia heittopelimuodostelmia



Kuva 7. Amerikkalaisen jalkapallon puolustuksen erilaisia muodostelmia

3.4 Virtuaalinen oppimisympäristö

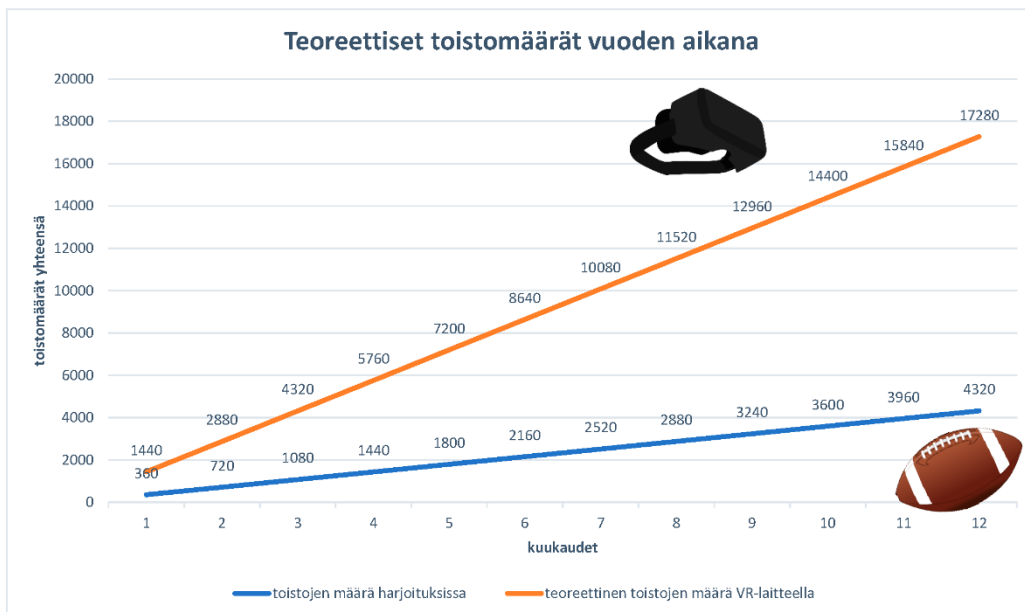
Virtuaalinen oppimisympäristö (VLE) on verkkopohjainen alusta, joka tarjoaa opiskelijoille, opettajille, kouluttajille ja valmentajille digitaalisia verkkopohjaisia ratkaisuja, jotka parantavat oppimiskokemusta. Alusta mahdollistaa kanssakäymisen opettajien ja oppilaiden välillä ja antaa mahdollisuuden myös etäopiskelulle. Erilaisia oppimisalustoja on muun muassa

- Moodle
- Optima
- Adobe Connect.

Virtuaalitodellisuuden oppimisympäristö (VRLE) tarjoaa immerstiivisen oppimiskokemuksen. Oppilaiden on mahdollista osallistua fyysisesti koulutukseen passiivisen kuuntelun sijasta. Alustalle osallistutaan HMD-lasit päässä, ja se simuloi todellisen maailman harjoitteita. Tällainen alusta on esimerkiksi avoimeen lähdekoodiin perustuva Second Life -toimintaympäristö. Siellä voi järjestää luentoja ja ryhmätyötilaisuuksia ja VR-lasien avulla läsnäolon tunne on paljon vahvempi kuin muissa etätyömalleissa. Second Life on julkaistu vuonna 2003. Sen julkaisi Linden Lab, jonka perustaja on Philip Rosedale. (Linden Lab 2020.)

Opinnäytetyössä toteutetaan VR-oppimisalusta amerikkalaiselle jalkapallolle. Tehdyn sovelluksen olisi tarkoitus avustaa pelinrakentajia oppimaan pelinlukua tehokkaammin ja tulemaan itsevarmemmaksi. Vaikkakin VR-laitteilla ja oppimisalustoilla olisi mahdollisuus tutkia myös urheilijan tekniikkaa ja analysoida suorituksia on tämän opinnäytetyön toteutuksen tarkoituksena tuottaa urheilijoille toistoja pelinlukemiseen ja tiettyjen oman joukkueen pelikirjan pelien läpikäymiseen.

Valmentajat ja pelaajat voivat käyttää virtuaalitodellisuutta nostaakseen harjoittelutehoa eri urheilulajeissa. Virtuaalitodellisuuden avulla, he voivat katsella ja kokea tiettyjä tilanteita toistuvasti ja voivat parantaa näin omaa suoritustaan joka kerralla. Pohjimmiltaan sitä käytetään valmentajien työkaluna auttamaan urheilullisten suoritusten mittaamisessa ja tekniikan analysoimisessa. (FDM 2020). Opinnäytetyön kokeilussa pyritään luomaan oppimisalusta, jolla on mahdollisuus nostaa harjoittelun toistomääriä merkittävästi (kuvio 1).



Kuvio 1. Pelinrakentajien saama teoreettinen toistomäärä vuoden aikana.

Teoreettisesti oppimisalustalla on mahdollisuus saada pelinomaisia toistoja lähes 20 000 kappaletta vuoden aikana, mikä on Katajan viittaaman tutkimuksen mukaan raja sille, että ihminen oppii motorisen taidon hyvin (Kataja 2018). Määrä on nelinkertainen suhteessa siihen, kuinka monta toistoa pelinrakentaja keskimäärin saa yhden tunnin harjoitusten aikana joukkueen kesken tapahtuvissa harjoituksissa. Keskimäärin joukkueet harjoittelevat kolme kertaa viikossa.

4 SOVELLUS

4.1 Suunnittelu

Ajatus lähteä toteuttamaan oppimisolustasovellusta amerikkalaisen jalkapallon harjoittelun tueksi lähti omasta pelitaustasta ja erityisesti pelipaikan vaihtuessa laitahyökkääjästä pelinrakentajaksi. Pelinrakentajan täytyy pelitilanteessa huomioida useita erilaisia asioita, jotka tapahtuvat saman aikaisesti ja sen lisäksi mitä tapahtuu kentällä, hänen pitää muistaa pelikirjan kaikki eri pelimuodostelmat, joita voi olla 20–60 kappaletta riippuen joukkueen tasosta. Omakohtaisten kokemusten perusteella tuntui jatkuvasti siltä, että harjoitusmäärät eivät olleet riittävät määrältään ja laadultaan. Ajatuksena oli myös tuoda jokin uusi harjoittelumuoto paperiseen pelikirjan, luokkahuoneiden ja videopalavereiden lisäksi.

Toteutusta lähdettiin rakentamaan ajatuksella luoda kokeilu sovelluksesta, jolla testataan sen hyötyjä ja toimivuutta ja kerätään käyttäjiltä tietoa. Itse sovelluksen toteutus aloitettiin teettämällä lajin valmentajille ja pelinrakentajille kysely (Liite 1), jossa kerättiin ajatuksia mitä tällaiselta sovellukselta toivotaan. Kyselyn jälkeen alkoi itse sovelluksen tekeminen.

4.2 Alusta

Toteutusta suunniteltaessa tuli hyvin varhaisessa vaiheessa valikoida sovellukselle kohdealusta, jolla sitä tullaan käyttämään. Alustalle oli muutamia vaatimuksia, jotka täytyi ottaa huomioon kehitystyössä. Alustan tulisi olla helposti käyttöön otettava, mukana kulkeva ja edullinen, koska se tulisi seuran käyttöön. VR-laitteen käytettävyyttä tulisi olla myös helposti omaksuttava.

Yllä mainittujen ominaisuuksien takia alustaksi valikoitui Oculus Quest. Oculus Quest tarjoaa tällä hetkellä tehokkaimmat itsenäiset VR-lasit. Itsenäinen eli standalone VR-laite tarkoittaa sitä, että laite ei tarvitse tietokonetta tai johtoja toimiakseen. Sen voi kuitenkin yhdistää tietokoneeseen USB 3.0 -liittimellä tai Oculus Link-kaapelilla. Laitteessa on sisäänrakennettu näyttö, prosessori ja muisti. Laite ei myöskään tarvitse ulkoisia seurantamajakoita, vaan seuranta tapahtuu sisäisten sensorien avulla, jotka seuraavat pelaajan liikettä ja sijaintia. Laitteen mukana tulee touch-ohjaimet, jotka tunnistavat käsien liikkeet ja otteet yllättävän hyvin. Oculus Quest tukee myös suoratoistoa, esimerkiksi älytelevisioon, jolloin valmentajan on mahdollista seurata pelinrakentajan tekemiä valintoja ja harjoittelua.

Kuvan 8 Oculus Questit sopivat ominaisuuksiltaan hyvin opinnäytetyön toteutuksen oppimisolustaksi. Oculus Questeissa on 1440 x 1600 resoluutioinen OLED-näyttö, jossa on 72 Hz virkistystaajuus. Lasien johdottomuus ja se, että se toimii ilman tietokonetta, oli suurin

syy siihen, miksi kyseiset laitteet valikoituivat lopulliseksi alustaksi sovellukselle tässä ko-
keilussa. Lasit ovat myös markkinoiden edullisimmat.



Kuva 8. Oculus Quest lasit ja ohjaimet

4.3 Pelimoottorit

Pelimoottorit ovat pelien luomiseen kehitettyjä ohjelmistokehyksiä. Pelimoottoreilla voidaan tehdä pelejä niin tietokoneelle, konsoleille kuin mobiililaitteille. Pelimoottorit helpottavat ja nopeuttavat pelien kehitystyötä erilaisilla valmiilla komponenteilla. Näitä on esimerkiksi

- grafiikkamoottori
- tekoälymoottori
- fysiikkamoottori
- äänimoottori
- törmäystunnistin.

Näitä komponentteja muokkaamalla ja hyödyntämällä voidaan luoda erilaisia toiminnallisuksia peleihin.

Pelikehittäjille on tarjolla useita eri pelimoottoreita erilaisilla ominaisuuksilla ja pelimoottorin valinnassa huomioitavaa on se, että mille alustalle peliä ollaan kehittämässä. Samoin valinnassa vaikuttaa myös pelimoottorin lisenssin hinta. Kaksi tunnetuinta ja erityisesti Indie-kehittäjien keskuudessa suosituinta pelimoottoria on Epic Gamesin Unreal Engine 4 ja Unity Technologiesin Unity. Muita pelimoottoreita on muun muassa

- GameMaker
- Godot Engine
- CryEngine.

4.3.1 Unreal Engine

Unreal Engine on yhdysvaltalaisen pelitalon Epic Gamesin kehittämä pelimoottori. Se on julkaistu vuonna 1998 ja kirjoitushetkellä uusin versio pelimoottorista on Unreal Engine 4.25. Pelimoottorilla tehtyjä tunnetuimpia pelejä ja pelisarjoja ovat muun muassa Fortnite, Rocket League, Borderlands ja BioShock. (Epic Games, 2020). Pelimoottori on ilmainen käytettäväksi mutta se tarjoaa myös erilaisia maksullisia lisenssejä pelikehittäjille.

Unreal Engine valikoitui pelimoottoriksi sen ilmaisen lisenssin takia kuten myös sen takia, että pelimoottorilla on mahdollista tuottaa erittäin hyvää grafiikkaa. Pelimoottorin valinnassa painottui myös oma aiempi kokemus VR-sovelluksien kehityksessä Unreal Enginellä.

4.3.2 Unity

Unity on Unity Technologiesin vuonna 2015 julkaistu pelimoottori, jolla voidaan kehittää pelejä kaikille pelialustoille. Kuten myös Unreal Enginellä, on Unitylla oma Asset Store, josta on mahdollista ladata ilmaisia ja maksullisia lisäosia kehitysalustalle.

Unity käyttää ohjelmointikielensä JavaScriptiä ja C#:a. Pelimoottori soveltuu erityisen hyvin 2D-pohjaisten ja mobiilipelien kehittämiseen. Unreal Engineen verrattuna pelimoottorilla ei ole julkaistu isoja pelejä tai pelisarjoja. Unitylla julkaistujen tunnetuimpien pelien joukkoon lukeutuu Colossal Orderin kaupunkisimulaatiopeli Cities: Skylines ja Blizzard Entertainmentin vuoropohjainen Heathstone-korttipeli.

5 TOTEUTUS

5.1 Haastattelun purku

Ensimmäisessä haastattelussa pelinrakentajilta ja valmentajilta kerättiin ajatuksia ja yleistä pohdintaa tutkittavaan aiheeseen (Liite 1). Tiedonkeruu suoritettiin teemahaastatteluna valikoiduille haastateltaville. Haastateltavia oli yhteensä kymmenen, joista 70 % oli pelinrakentajina pelaavia pelaajia ja 30 % haastateltavista toimii valmentajina. Haastateltavien valinta perustui asemaan joukkueessa. Haastattelussa oli edustettuna sekä miesten, että naisten joukkueiden pelaajia, kuten myös junioreita.

Ensimmäisen haastattelun perusteella oli tarkoitus kerätä tietoa siitä, millaisia ominaisuuksia pelinrakentajat ja valmentajat amerikkalaisen jalkapallon oppimissovellukseen toivoivat. Sovelluksen kehittämisvaiheessa oli tärkeää saada palautetta lajin parissa toimivilta haastateltavilta, jotta sovelluksesta olisi mahdollisimman paljon hyötyä pelaajille ja valmennukselle.

Kaikki haastateltavat olivat sitä mieltä, että sovelluksesta voisi olla apua valmennuksellisesti kuten myös yksittäisen pelaajan kehityksessä, samoin sovellus otettaisiin käyttöön, mikäli sellainen olisi saatavilla. Haastateltavat toivoivat sovellukseen erilaisia ominaisuuksia. Valmentajat toivoivat mahdollisuutta syöttää erilaisia pelikirjan pelejä ja puolustuksen erilaisia muodostelmia. Pelinrakentajat toivoivat mahdollisuutta hidastaa peliä, sekä saada kuvakulma siten, että puolustuksen muodostelma näkyisi mahdollisimman hyvin.

Ehkä se, että pystyisin käymään joukkueen omaa pelikirjaa läpi erilaisia puolustuksen muodostelmia vastaan. Saisin varmuutta siihen, että mikä luku on missäkin peitossa auki ja miten sen näkee. Voisin kokeilla antaa erilaisia heittokuvia laitahyökkääjille ja sitä kautta testaila mikä toimii parhaiten tiettyä puolustusta vastaan sovelluksessa ja sitten myös pelissä. Ja tietenkin se, että saisin toistoja. (Haastateltu pelinrakentaja 2020.)

Sovelluksesta toivottiin myös apua uusien lajin pariin tulevien harrastajien opettamiseen ja lajiin tutustuttamiseen. Haastattelussa nousi esille myös opinnäytetyön kirjoitushetken maailmantilanne, jossa koronaviruspandemian takia ovat joukkueen yhteisharjoitukset olleet peruttuna ja näin ollen harjoitteiden suorittaminen jokaisen yksilön omalla vastuulla. Valmentajat olisivat toivoneet sovellusta käyttöönsä etenkin tänä aikana (Liite 1).

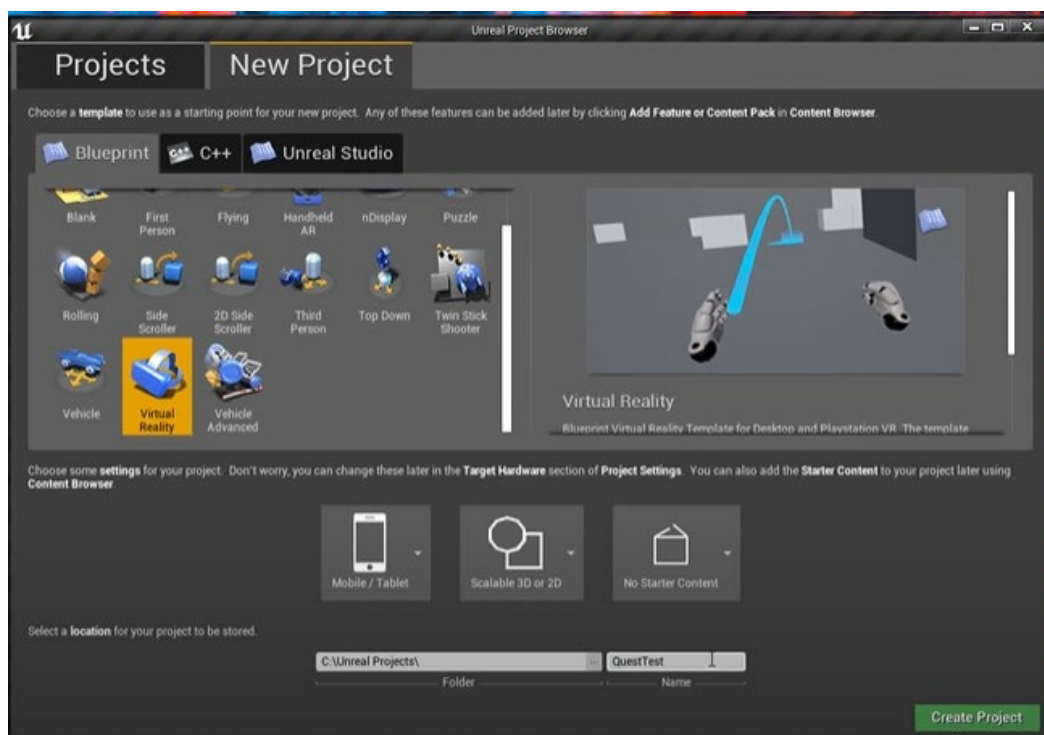
5.2 Toteutus

Haastattelujen ja suunnittelun jälkeen alkoi itse toteutusvaihe. Toteutuksessa pyrittiin huomioimaan haastateltavien odotuksia ja toiveita sovellukseen liittyen. Kuitenkin koska, kyseessä on ainoastaan kokeilu ja rajallinen määrä aikaa, päädyttiin opinnäytetyön toteutuksessa tuottamaan vain yksi osa suunnitellusta sovelluksesta.

Oppimisalustan pohjana käytettiin Unreal Enginen valmista VR-alustaa, jossa on valmiina teleportaatio, eli kaukosiirtymä ja object grabbing eli tavaroihin tarttuminen ja irti päästäminen. Projekti luotiin Unreal Enginen versiolla 4.23

Projektin luonti

Projektin alussa Unreal Engine piti valmistella Android kehitystyötä varten asentamalla Android Studio, koska Oculus Questit ovat mobiililaite. Unreal vaatii Android SDK ja NDK, Ant scripting ja JDK-paketit. Samoin ladattiin ja asennettiin NVIDIAN CodeWorks, joka on natiivi kehitystyökalu Androidille. Sovelluksen kehitys vaatii myös Oculusin omien ajurien lataamisen. Samoin itse lasit piti avata kehitystyölle sallimalla sovelluskehittäjäasetukset Oculusin älypuhelinsovelluksen kautta. Unreal Enginellä luotiin uusi projekti kuvan 9 mukaisilla asetuksilla.



Kuva 9. Projektin asetukset

Projektin luomisen jälkeen asetettiin pelimoottorin lisäosista Oculus VR päälle. Samoin projekti konfiguroitiin Android alustaksi ja määritettiin minimi SDK ja kohde SDK versioksi versionumero 25.

Peliympäristö

Virtuaalitodellisuudessa on tärkeää immersio. Tästä syystä oppimisympäristösovellukseen pyrittiin luomaan mahdollisimman realistinen ympäristö. Testaus valmiin sovelluksen pelitilanteen kuvakaappauksesta näkyy pelikenttä ja pelaajia kuvassa 10. Tasolle tuotiin pelikentän tekstuuriksi eli pintakuvioksi 4K tasoinen kuva viheriöstä ja Epic Gamesin Marketplacesta löytyi sopiva asset eli täysin käyttövalmis amerikkalaisen jalkapallonpelaajan 3D-malli ja siihen valmiit animaatiot. Amerikkalaisen jalkapallonpelaajan asset on nähtävillä kuvassa 11. Asset voi tarkoittaa mitä tahansa suoraan pelimoottorissa hyödynnettävää asiaa. Asset voi olla esimerkiksi 3D-malli tai lisäosa eli plugin, joka hyödyttää sovellusta. Valmiiden assettien käyttöön päädyttiin ajan säästämiseksi.



Kuva 10. VR-lasit päässä otettu kuva kentästä

Pelikentälle luotiin valaistusolosuhteet siten, että valaistus olisi mahdollisimman realistinen. Tasolle tuotiin Sky Atmosphere komponentti, joka luo tasolle nimensä mukaisesti ilmakehän. Samoin kentälle asetettiin Directional Light, Sky Light ja Atmosphere Fog. Nämä kaikki yhdessä luovat realistisen ilmakehän tunnun todentuntuisella valon sironnalla. Unreal Engine 4 sisältää myös muita valaistukseen ja valaistuksen jälkikäsitteilyyn tarkoitettuja komponentteja realistisen valaistuksen toteutettavaksi.



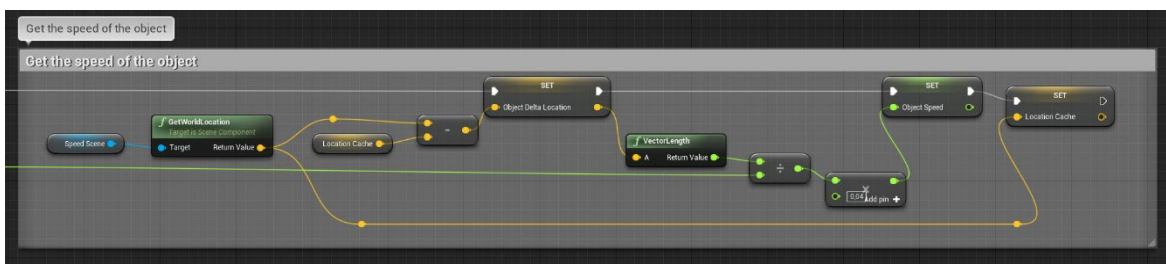
Kuva 11. Amerikkalaisen jalkapallon pelaajan 3D-malli

Pelimekaniikka

Koska opinnäytetyön yhtenä tärkeimpänä päämääränä oli luoda pelinrakentajille sovellus, jossa he voivat kehittää pelinlukutaitojaan ja saada kokemusta pelitilanteista, pyrittiin pallonheitosta luomaan mahdollisimman autenttinen kokemus. Pallonheitossa hyödynnettiin

valmiita, jo olemassa olevia blueprinttejä. Kuvassa 12 on esimerkki yhdestä blueprintin osiosta, jonka tehtävänä on hakea objektille nopeus. Tämä on yksi osa Throw assist-komponenttia. Throw assist-komponentti avustaa nimensä mukaisesti objektin, tässä tapauksessa pallon, päätymistä heittokohteeseensa. Komponentti tarkastaa heittoradan varrella olevat kohteet, jotka ovat asetettu maaleiksi ja avustaa objektin osumaan niihin. Lentoradan vaikutusalueita voidaan testata työkalulla, joka piirtää heittoradan jäljen ja skannaa mahdollisia maaleja, tämän skannauksen jäljen voi nähdä kuvassa 13.

Kun pallo poimitaan pelaajan toimesta, käy ohjelma läpi useita blueprintin solmuja. Ensimmäisenä tarkastetaan, onko objekti nostettu. Samoin määritetään objektin sijainti maailmassa ja sen massakeskipiste. Heitettäessä palloa, ohjelma laskee heiton suunnan ja tarkastaa onko heittoradalla maaleja. Pallonheiton ongelmaksi muodostui haptisen vasteen luominen samoin kuten oikeanlaisen lentoradan määrittely suhteessa pelaajan tekemään heittoliikkeeseen.

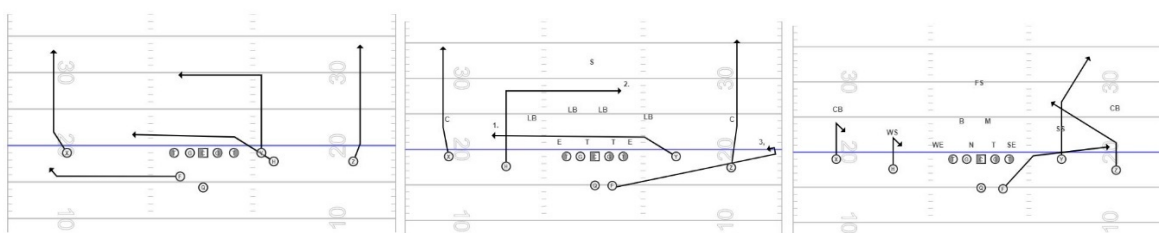


Kuva 12. Pallon nopeuden määrittävä blueprint



Kuva 13. Pallon lentoradan ja vaikutusalueen tarkastelua

Toteutuksessa päädyttiin tuottamaan pelinrakentajille mahdollisuus harjoitella kolmea eri pelikirjan hyökkäyspeliä erilaisia puolustuksen muodostelmia vastaan, jotka ovat nähtävissä kuvassa 14. Harjoitteen tarkoituksena oli se, että pelinrakentaja osaisi tunnistaa näkemästään pelinäköymästä, mikä puolustuksen peitto eli muodostelma kentällä on ja pelinrakentajan pitäisi heittää pallo oikealle hyökkäyksen pelaajalle oikeaan paikkaan, jossa hyökkääjä on vapaana.



Kuva 14. Sovellukseen valitut pelit

Hyökkäyksen ja puolustuksen pelaajien animaatioita ohjattiin osittain blueprinttien kautta. Blueprintit ovat Unreal Enginen visuaalinen ohjelmointisysteemi. Blueprintit ovat varsin nopea tapa ohjelmoida kirjoittamatta koodia riviäkään. Blueprintit ovat visuaalisia solmukavioita. Niitä luodaan yhdistämällä solmuja, tapahtumia, toimintoja ja muuttujia johtimilla. Osittain pelaajien liikettä ohjattiin myös Animation Sequencer työkalulla, jolla pystytään animoimaan yksittäisen tai useiden eri instanssien eli ilmentymien liikettä. Sequencerillä pystytään määrittämään animoitavalle kohteelle keyframeja eli avainkehyksiä, jotka määrittävät katsojan näkemän liikkeen muutokset ja nopeuden.

5.3 Toteutuksen testauttaminen

Toteutusta testattiin yhdellä pelinrakentajalla, joka osallistui myös opinnäytetyön oppimissovelluksen puolistrukturoituun haastatteluun. Ennen testausta sovelluksen testaajalle opastettiin virtuaalilasien käyttö ja kerrottiin, miten peli toimii. Testaajaa pyydettiin myös täyttämään kysely odotuksista sovellusta kohtaan ennen pelaamista ja pelaamisen jälkeen (Liite 2 ja Liite 3).

Pelinrakentajalle näytettiin etukäteen mikä pelikirjan pelikutsu on kyseessä ja hänen tuli itse tehdä päätelmät puolustuksen asemoinnista ja sen perusteella valita mille hyökkäyksen pelaajalle hän pallon heittää. Pelinrakentajan annettiin testata jokaista kolmea eri pelitilannetta kaksikymmentä kertaa.

5.4 Loppuhaastattelu

Sovelluksen testauttamisen jälkeen toteutettiin loppukysely (Liite 3). Loppukyselyn tarkoituksena oli saada palautetta yleisellä tasolla oppimisympäristön sopivuudesta pelinrakentajan harjoittelun tueksi sekä kartoittaa sovelluksen kehityskohteita pelaajan näkökulmasta.

Testautettava pelaaja ei ollut aikaisemmin pääsyt kokeilemaan virtuaalilaseja ja hän olikin vaikuttanut näkemästään ja kokemastaan, vaikka hänellä ei varsinaisesti ollut odotuksia sovellusta kohtaan. Lasien ja ohjainten käyttökoulutuksen jälkeen testaajalle kerrottiin pelin toimintamekaniikat ja näytettiin saatavilla olevat heittopelit, jonka tarkoituksena oli simuloida valmentajan tekemiä pelikutsuja pelitilanteessa.

Testaajan suoritettua vaaditut toistot VR-lasien avulla, hänelle teetettiin loppuhaastattelu. Haastateltava koki pallon heittämisessä olevan suurimpia ongelmia pallon painottomuuden kanssa, kuin myös vaaditun heittoliikkeen realistisuuden kanssa. Samoin hän olisi toivonut saavansa heti palautetta suorituksestaan kehittääkseen itseään.

Peliteknisistä ongelmista huolimatta testaaja koki virtuaalitodellisuuden mielenkiintoa ja innostusta herättäväksi tavaksi harjoitella pelikirjan opiskelua ja heittopelien lukemista. Pelihahmojen vajavainen realismi ei ollut myöskään häiritsevää tai merkittävä puute. Testaaja koki, että hän hyötyisi virtuaalitodellisen oppimisympäristön harjoitteluun mukaan ottamisesta harjoituskaudelle.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä tutkittiin virtuaalitodellisuuden hyödyntämistä amerikkalaisen jalkapallon valmennuksessa ja pelinrakentajien pelipaikkakohtaisessa oppimisessa. Opinnäytetyössä tutkittiin sitä, miten ihmisen aivot kykenevät oppimaan uusia asioita ja miten motorinen oppiminen tapahtuu. Oppimisen- ja motorisen oppimisen teoretietoon perustaen opinnäytetyössä tutkittiin myös sitä, voidaanko aivoja huijata oppimaan tosielämän urheilusuorituksia virtuaalitodellisuutta hyödyntäen ja voidaanko virtuaalitodellisuuden avulla korvata osan harjoittelusta.

On kiistatonta, että virtuaalitodellisuutta tullaan yhä kasvavissa määrin käyttämään ja hyödyntämään monipuolisemmin eri aloilla. Jotta virtuaalitodellisuuden ja virtuaalitodellisuuslasien käyttö lisääntyisi huomattavasti tulisi virtuaalitodellisuusteknologian ratkaista muutamia sen käyttöön ja kehitystyöhön liittyviä ongelmia. Virtuaalilaseja pidetään yleisesti kalliina, vaikka esimerkiksi opinnäytetyössä käytetyt Oculus Questin virtuaalilasit maksavat saman verran kuin markkinoilla suosituimmat pelikonsolit. Kuitenkin esimerkiksi peli- ja sovellustarjonta virtuaalilaseille on vähäisempää ja niiden laatu heikompa. Näistä seikoista huolimatta virtuaalitodellisuutta voitaisiin hyödyntää laajemmin monella eri alalla.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia virtuaalitodellisuuden hyödyntämistä amerikkalaisen jalkapallon pelinrakentajien harjoittelun työkaluna. Aiemmat tutkimukset virtuaalitodellisuuden hyödyntämisestä urheilijoiden apuna ovat osoittaneet virtuaaliteknologian hyödyttävän urheilijoiden suorituksia ja suoriutumista (Michalski, 2019; Ross-Stewart, 2018). Erityisesti virtuaalitodellisuutta hyödynnetään mentaalivalmennuksessa ja suoritusten analysoinnissa. Aiempien tutkimusten ja opinnäytetyössä tehdyn tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että virtuaalitodellisuus sopii erityisen hyvin pelinrakentajien harjoittelun tueksi, kehittämään heidän pelinlukutaitoaan. Samoin voidaan todeta teoriaosuudessa läpikäytyjen oppimisen ja motorisen oppimisen kehittyvän myös virtuaalitodellisuuden avulla opiskeltaessa asioita.

Haastattelussa kävi ilmi, että opinnäytetyön tutkimusaihe herätti seuroissa ja seuratoimijoissa mielenkiintoa. Haastateltava joukko oli hyvin suppea määrältään, mutta vastaukset kysymyksiin olivat kuitenkin kautta linjan samankaltaisia. Toteutusta tehtäessä oli tärkeää tehdä yhteistyötä seuratoimijoiden kanssa ja saada heiltä näkemystä siihen, että millaisen sovelluksen he näkisivät hyödyttävän eniten pelaajia ja valmennusta. Opinnäytetyötä tehdessä tutkimuksessa kävi ilmi, että teoreettisesti oppimisalustalla on mahdollisuus saada pelinomaisia toistoja lähes 20 000 kappaletta vuoden aikana, mikä on Katajan viittaaman tutkimuksen mukaan raja sille, että ihminen oppii motorisen taidon hyvin (Kataja, 2018). Tässä tulee kuitenkin huomioida se, että virtuaalitodellisuuden avulla tapahtuva harjoittelu

ei voi kokonaan korvata fyysisiä harjoituksia. Virtuaalitodellisuudella harjoittellessa voi harjoitteluun vaikuttaa mahdollinen pahoinvointi ja harjoittelun yksipuolisuus. Samoin VR-sovelluksen avulla ei saa samankaltaista onnistumisen tunnetta kuin harjoituksissa saisi joukkueen keskellä ja mikäli harjoittelu tapahtuu ilman valmentajaa jää oppiminen ja virheiden korjaaminen pelaajan omalle vastuulle.

Sovelluksen kehitystyö jäi hyvin vajavaiseksi ja lopulta päädyttiin toteuttamaan sovelluksesta ainoastaan osa, jossa pelinrakentaja voi harjoitella pelinlukua kolmessa eri hyökkäyksen pelissä, jossa vastassa oli erilaisia puolustuksen muodostelmia. Yhtenä tärkeänä osuutena sovellusta, oli saada pallon heittäminen vastaamaan todellisuutta ja tähän ratkaisun löytyminen oli haastavaa. Todellisuudessa heittoliike on nopea ja ohjaimien sensorit eivät aina pysy heittoliikkeessä mukana ja tunnista liikettä. Opinnäytetyötä tehdessä huomioitavaksi ongelmaksi muodostui myös realistisen haptisen vasteen luominen, jotta sovelluksen käyttökokemus olisi mahdollisimman aito palloa heittäessä. Samalla heittoliikkeen voiman vastaavuuden siirto sovellukseen oli haastavaa, koska pallon painon simulointi on mahdotonta tämän hetken teknologialla. Pallo lähti joko liian nopeasti tai lyhyt heitto putosi liian aikaisin pelikenttään. Samoin objektiin eli tässä tapauksessa palloon tarttuminen tuntui luonnottomalta verrattuna todelliseen palloon tarttumiseen. Nämä olivat myös sovelluksen testaajan tekemiä huomioita liittyen harjoitteluun.

Huolimatta opinnäytetyön sovelluksen tämänhetkisistä ongelmakohdista voidaan sanoa, että tällaiselle amerikkalaisen jalkapallon oppimisympäristölle voisi olla tarve ja kysyntää seurojen ja yksittäisten urheilijoiden keskuudessa. Virtuaalinen opetusympäristö tuo mahdollisuuden opettaa perusteita uusille harrastelijoille ja voi auttaa pelaajia kehittymään omalla pelipaikallaan. Samoin se toimisi toistojen saamisen ja harjoittelun tukena, jos syystä tai toisesta ei ole mahdollisuutta harjoitella koko joukkueen kesken pelillisiä harjoitteita. Voidaan myös sanoa, että opinnäytetyön teoriaosuuden perusteella virtuaalitodellisuuden opetusympäristöjä voitaisiin hyödyntää myös muiden lajien harjoittelussa.

Oppimisympäristön jatkokehityksessä tulee huomioida yhteistyön jatkuminen seuratoimijoiden ja pelaajien kesken. Sovellukseen tulisi lisätä puuttuvat toiminnallisuudet ja suunnitella tekoäly pelaajille, jotta oppimisympäristöstä tulisi immerstiivinen myös sen osalta, että pelaajat toimivat ja reagoivat erilaisiin tapahtumiin pelikentällä moninaisin tavoin.

LÄHTEET

- Alava, E & Martinez, M. 2018. Impact of Teaching-Learning Process for Brain [viitattu 22.7.2020]. Saatavissa: <https://sciencescholar.us/journal/index.php/ijhs/article/view/304/308>
- Alsop, T. 2020. Virtual Reality (VR) - statistics & facts [viitattu 2.7.2020]. Saatavissa: <https://www.statista.com/topics/2532/virtual-reality-vr/>
- Berner, A. 2013. Virtual reality training [viitattu 25.7.2020]. Saatavissa: <https://www.dvidshub.net/image/932186/virtual-reality-training>
- British Army tests innovative virtual reality training 2019. Gov.UK. 2020 [viitattu 25.7.2020]. Saatavissa: <https://www.gov.uk/government/news/british-army-tests-innovative-virtual-reality-training>
- Brockwell, H. 2016. Forgotten genius: the man who made a working VR machine in 1957. Techradar [viitattu 18.7.2020]. Saatavissa: <https://www.techradar.com/news/wearables/forgotten-genius-the-man-who-made-a-working-vr-machine-in-1957-1318253>
- Charles Wheatstone-mirror stereoscope XIXc 1832. Wikimedia Commons [viitattu 16.7.2020]. Saatavissa: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Charles_Wheatstone-mirror_stereoscope_XIXc.jpg
- FDM 2020. 5 Exciting Uses for Virtual Reality [viitattu 3.8.2020]. Saatavissa: <https://www.fdmgroup.com/5-exciting-uses-for-virtual-reality/>
- Ford Media Center 2017. Make Way For Holograms: New Mixed Reality Technology Meets Car Design As Ford Tests Microsoft HoloLens Globally [viitattu 26.7.2020]. Saatavissa: <https://media.ford.com/content/fordmedia/fna/us/en/news/2017/09/21/ford-tests-microsoft-hololens-globally.html>
- Forte VFX1 Headgear 2012. Wikimedia Commons [viitattu 20.7.2020]. Saatavissa: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Forte_VFX1_Headgear.jpg
- Fuchs, P. 2011. Virtual Reality: Concepts and Technologies. Taylor & Francis Group. Ebook Central
- Hayden, S. 2020. 'Half-Life: Alyx' Breaks Concurrent User Record for VR Game on Steam. Road to VR [viitattu 25.7.2020]. Saatavissa: <https://www.roadtovr.com/report-half-life-alyx-breaks-concurrent-user-record-vr-game-steam/>

Heilig, M. 1961. Illustration of Morton Heilig's Sensorama device, precursor to later virtual reality systems. Wikimedia Commons [viitattu 18.7.2020]. Saatavissa: https://commons.wikimedia.org/w/index.php?search=sensorama&title=Special%3ASearch&go=Go&ns0=1&ns6=1&ns12=1&ns14=1&ns100=1&ns106=1#/media/File:Sensorama_patent_fig5.png

History Of Virtual Reality 2020. Virtual reality society [viitattu 18.7.2020]. Saatavissa: <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>

Huotilainen, M. 2004. Musiikillinen vuorovaikutus ja oppiminen sikiö- ja vauva-aikana [viitattu 9.7]. Saatavissa: <https://fisme.fi/wp-content/uploads/2017/08/Musiikillinen-oppiminen-ja-vuorovaikutus-siki%C3%B6-ja-vauva-aikana-Huotilainen.pdf>

Huttunen, M. 2018. Määräkohteinen pelko (fobia). Lääkärikirja Duodecim [viitattu 26.7.2020]. Saatavissa: https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00394

Janacsek, K., Shattuck, K. F., Tagarelli, K. M., Lum, J. A. G., Turkeltaub, P. E., & Ullman, M. T. 2020. Sequence learning in the human brain: A functional neuroanatomical meta-analysis of serial reaction time studies [viitattu 22.7.2020]. Saatavissa: <https://psycnet.apa.org/record/2020-07214-001>

Kataja, S. 2018. Motorinen oppiminen-mihin taidon oppiminen perustuu. Manuaali [viitattu 3.8.2020]. Saatavissa: <https://omt.org/09-10-2018-artikkelipaiminta-motorinen-oppiminen-mihin-aidon-oppiminen-perustuu/>

Li, A., Montaña, Z., Chen, V J & Gold, J. 2012. Virtual reality and pain management: current trends and future directions. U.S. National Library of Medicine [viitattu 26.7.2020]. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3138477/>

Linden Lab 2020 [viitattu 1.8.2020]. Saatavissa: <https://www.lindenlab.com/>

Lozé, S. 2019. Efficient police virtual training environment in VR by V-Armed. Unreal Engine [viitattu 13.8.2020]. Saatavissa: <https://www.unrealengine.com/en-US/spotlights/efficient-police-virtual-training-environment-in-vr-by-v-armed>

Melnick, K. 2019. NYPD Uses Location-Based VR For Active Shooter Training. VRScout [viitattu 13.8.2020]. Saatavissa: <https://vrscout.com/news/nypd-active-shooter-vr-training/#>

Michalski, SC., Szpak, A., Saredakis, D., Ross, TJ., Billingham, M & Loetscher, T. 2019. Getting your game on: Using virtual reality to improve real table tennis skills [viitattu 13.7.2020]. Saatavissa: https://www.researchgate.net/publication/335733502_Getting_your_game_on_Using_virtual_reality_to_improve_real_table_tennis_skills

- Ostry, D. J., Gribble, P. L. 2016. Sensory plasticity in human motor learning. Trends in neurosciences [viitattu 22.7.2020]. Saatavissa: <https://pub-med.ncbi.nlm.nih.gov/26774345/>
- Raiola, G., Di Tore, P. A. 2017. Motor learning in sports science: Different theoretical frameworks for different teaching methods [viitattu 22.7.2020]. Saatavissa: <https://www.sposci.com/PDFS/BR10S1/SVEE/04%20CL%2007%20GR.pdf>
- Ross-Stewart, L. 2018. A Preliminary Investigation into the Use of an Imagery Assisted Virtual Reality Intervention in Sport. Journal of Sports Science [viitattu 27.7.2020]. Saatavissa: https://www.researchgate.net/publication/323425692_A_Preliminary_Investigation_into_the_Use_of_an_Imagery_Assisted_Virtual_Reality_Intervention_in_Sport_httpwwwdavidpublisherorgindexphpHomeJournaldetailjournalid1jxJSScontallissues
- Sawyer's View-Master 2020. National museum of American history Behring center [viitattu 16.7.2020]. Saatavissa: https://americanhistory.si.edu/collections/search/object/nmah_1129885
- Schmidt, R., Wrisberg, A. 2000. Motor Learning and Performance. Human Kinetics 2000.
- Takala, T. 2017. Virtuaalitodellisuus tuo uusia työvälineitä terveydenhoitoon. Aikakauskirja Duodecim [viitattu 25.7.2020]. Saatavissa: <https://www.duodecimlehti.fi/duo13741>
- The First photograph. 2020. Harry Ransom Center The University of Texas at Austin [viitattu 16.7.2020]. Saatavissa: <https://www.hrc.utexas.edu/kiosk/firstphotograph/>
- The Virtual Interface Environment Workstation (VIEW). 1990. NASA [viitattu 18.7.2020]. Saatavissa: https://www.nasa.gov/ames/spinoff/new_continent_of_ideas/
- Wallace, D. 2017. The 12 Milestones in the History of Virtual Reality. Infographic Journal [viitattu 20.7.2020]. Saatavissa: <https://infographicjournal.com/the-12-milestones-in-the-history-of-virtual-reality/>
- Wheatstone, C. 1838. XVIII. Contributions to the physiology of vision. Part the first. On some remarkable, and hitherto unobserved, phenomena of binocular vision. The Royal Society Publishing [viitattu 16.7.2020]. Saatavissa: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstl.1838.0019>
- Åkesson, T. 2016. IKEA HIGHLIGHTS 2016 VIRTUAL REALITY- INTO THE MAGIC [viitattu 4.8.2020]. Saatavissa: https://www.ikea.com/ms/en_JP/this-is-ikea/ikea-highlights/Virtual-reality/index.html#

LIITTEET

Liite 1. Alkuhaastattelu

Amerikkalaisen jalkapallon opetusalan haastattelurunko

1. Millaisista ominaisuuksista olisi hyötyä opetussovelluksessa valmentajien näkökulmasta?
2. Millaisista ominaisuuksista olisi hyötyä sovelluksessa pelaajien näkökulmasta?
3. Mitä nämä työkalut voisi olla?
 - mahdollisuus syöttää oma pelikirja
 - mahdollisuus syöttää vastustajan pelikirja
 - mahdollisuus syöttää eri puolustuksen peittoja
4. Mitä asioita olisi erityisesti mitä pilotilla voisi pelinrakentajille opettaa?
 - pelikirja
 - puolustuksen peitot ja niihin reagointi
 - pelinluku
5. Millaisille asioille haluttaisiin tarjota toistoja, mitä treeneissä ei saa tarpeeksi valmentaja/pelaaja
6. kuvitteletko että tällaisesta sovelluksesta voisi olla hyötyä oppimisessa ja pelillisten asioiden omaksumisessa?
7. Tulisiko pelaajan harjoittelusta VR-laitteella ja sovelluksesta saada raportti valmentajan käyttöön?
8. Ottaisitko sovelluksen osaksi valmennusta, offseason harjoittelua ja pelikaudella vastustajan scouttaamisessa?
9. Vapaa sana liittyen sovellukseen ja virtuaaliodellisuuden hyödyntämiseen amerikkalaisen jalkapallon harjoittelun tukena

Liite 2. Kysely ennen pelaamista

1. Oletko ennen päässyt testaamaan VR-laseja?
2. Mitä odotuksia sinulla on VR-harjoittelua kohtaan?

Liite 3. Kysely pelaamisen jälkeen

1. Täyttyikö odotukset VR-pelaamista kohtaan?
2. Koitko VR-harjoittelun mieleiseksi?
3. Tuntuuko tämän kokeilun jälkeen siltä, että voisit kehittää itseäsi paremmaksi pelinrakentajaksi amerikkalaisen jalkapallon oppimisympäristösovelluksen avulla?
4. Mitä yleisiä ongelmia huomasit VR-lasien kanssa tehtävässä harjoittelussa?