

**Eduard Ciriaco**

# **VR-teknologia jalkapalloharjoittelussa**

Tietotekniikan kandidaatintutkielma

20. kesäkuuta 2023

Jyväskylän yliopisto

Informaatioteknologian tiedekunta

**Tekijä:** Eduard Ciriaco

**Yhteystiedot:** edciriaco@student.jyu.fi

**Ohjaaja:** Sanna Juutinen

**Työn nimi:** VR-teknologia jalkapalloharjoittelussa

**Title in English:** VR in football training

**Työ:** Kandidaatintutkielma

**Opintosuunta:** All study lines

**Sivumäärä:** 18+0

**Tiivistelmä:** VR-teknologian käyttö on viime aikoina yleistynyt paljon, erityisesti peli- ja opetuslalla, mutta sen ammattimainen käyttö kiinnostaa myös urheilussa. Tässä tutkielmas-  
sa käydään läpi virtuaalitodellisuuden käyttörajoitteita ja -mahdollisuuksia jalkapallon har-  
joittelussa sekä selvitetään millaisia laitteita ja sovelluksia jalkapallon harjoitteluun virtuaa-  
litodellisuudessa tällä hetkellä on.

**Avainsanat:** Virtuaalitodellisuus, VR, jalkapallo, harjoittelu

**Abstract:** The use of VR technology has become increasingly popular recently, particularly  
in the gaming and education fields. There is also growing interest in its professional use  
in sports. This thesis will discuss the limitations and possibilities of using virtual reality in  
football training, as well as explore the types of devices and applications currently available  
for football training in virtual reality.

**Keywords:** Virtual reality, VR, football, soccer, training

## **Kuviot**

Kuvio 1. Oculus VR:n valmistama VR-lasit ja kuulokesetti (Oculus Rift CV1). ..... 2

# Sisällys

1	JOHDANTO .....	1
2	VIRTUAALITODELLISUUDEN RAJOITTEET JA MAHDOLLISUUDET JALKAPALLOHARJOITTELUSSA .....	3
2.1	Rajoitteet.....	3
2.1.1	Yleiset mieltymykset .....	3
2.1.2	Tekniset rajoitteet .....	4
2.2	Mahdollisuudet .....	4
2.2.1	Taktiset taidot .....	5
2.2.2	Tekniset taidot .....	5
2.2.3	Kognitiiviset taidot.....	6
2.2.4	Kuntoutus .....	6
3	LAITTEET JA SOVELLUKSET JALKAPALLON HARJOITTELUA VARTEN VIRTUAALITODELLISUUDESSA .....	8
3.1	Erilaiset ympäristöt.....	8
3.2	Sovellusteknologiat .....	9
4	POHDINTA .....	10
4.1	Siirtyvätkö virtuaalimaailmassa opitut taidot oikeaan maailmaan? .....	10
4.2	Yhteistyö peliyhtiöiden kanssa .....	11
4.3	Yhteenveto .....	11
	LÄHTEET .....	12

# 1 Johdanto

Virtuaalitodellisuus on ollut jo pitkään tutkimuksen aiheena muun muassa peliteollisuudessa ja koulutusalla (Hamad ja Jia 2022). Myös urheiluun sovellutuksia on tutkittu. Tässä tutkielmassa keskitytään erityisesti siihen, miten VR-teknologiaa voidaan hyödyntää jalkapallopeleiden harjoittelussa. Kysymys on tärkeä kysymys selvittää, sillä VR-teknologian saatavuus on helpottunut ja kustannukset ovat alhaisemmat kuin aikaisemmin (Zhao ja Guo 2022). Tällöin harjoittelua virtuaalitodellisuudessa voi harkita yhä useampi seura, eikä pelkästään rikkaimmat ja suurimmat.

Usein VR-laitteet mielletään ikään kuin "leluina", eikä oikeina työkaluina, joilla voisi parantaa urheilusuorituksia. Wood ym. (2021) tutkii artikkelissaan virtuaalitodellisuuden rakenneläiditeettia. Tutkimusala on tärkeä, jotta saadaan käsitys siitä, kuinka pätevä VR-teknologia on jalkapalloharjoittelun työkaluna.

VR-teknologian hyödyntämisestä yleisesti urheilussa on paljon tutkimusta ja katsauksia monista eri lajeista, mutta ei niinkään pelkästään jalkapallosta. Tämän työn tukena käytetään katsausta Zhao ja Guo (2022), jossa käydään lyhyesti läpi jalkapalloharjoitteluun käytettävän VR:n mahdollisuuksia. Tarkemmin taitojen kehittämisestä takastellaan artikkelissa Sato, Murakami ja Pituxcoosuvärn (2022), jossa verrataan taktisten aiheiden oppimista eri tavoin, joista VR on yksi. Lisäksi Nambi ym. (2020) tutkimuksessa selvitetään onko VR:stä hyötyä kroonisen kivun lievittämiseen ja kuntoutukseen.

Kattotermi kaikille virtuaalisen ympäristön aiheille on laajennettu todellisuus *Extended Reality* (ER). Tähän kuuluvat VR, lisätty todellisuus *Augmented Reality* (AR) ja tehostettu todellisuus *Mixed Reality* (MR). Tässä kartoituksessa keskitytään virtuaalitodellisuudella toteutettuihin tutkimuksiin, mutta ei poissuljeta artikkeleita, joissa on mahdollisesti käytetty AR- tai MR-ratkaisuja.

Yleisimmin VR-teknologiaa käytetään HMD (Head-mounted display) -laitteistolla, eli päähän asetettavilla VR-laseilla (ks. kuvio 1), jotka pysyvät paikallaan liikkeessä. Näiden VR-lasien lisäksi voidaan käyttää erilaisia ohjaimia, joilla pystyy vaikuttamaan virtuaalisen ympäristöön tai käyttöliittymään. Yleensä nämä ovat käsillä käytettäviä ohjaimia. Myös muualle

kehoon voidaan asettaa antureita, jotka rekisteröivät oikeain maailman liikkeet virtuaalimaailmaan, kuten Wood ym. (2021) tutkimuksessa käytettävät jalkoihin kiinnitettävät anturit.



Kuvio 1. Oculus VR:n valmistama VR-lasit ja kuulokesetti (Oculus Rift CV1).

Tässä katsauksessa jalkapallolla tarkoitetaan perinteistä eurooppalaista jalkapalloa, eikä amerikkalaista jalkapalloa. Koska englannin kielessä on kaksi sanaa jalkapalloseuralle, *football* ja *soccer*, täytyy hakuissa ottaa huomioon oikea sanavalinta. Amerikkalaisen jalkapallon tulokset pitää seuloa pois, esimerkiksi ehdolla, että otsikossa ei saa esiintyä termiä "american football". Lisäksi hakuihin voi lisätä, että *football* -sanan lisäksi käy *soccer*.

## **2 Virtuaalitodellisuuden rajoitteet ja mahdollisuudet jalkapalloharjoittelussa**

Tässä kappaleessa käydään läpi minkälainen asema VR-laitteistolla on nykyjalkapallon harjoittelussa, ja minkälaisia rajoitteita ja mahdollisuuksia teknologialla on.

### **2.1 Rajoitteet**

#### **2.1.1 Yleiset mieltymykset**

Thatcher ym. (2020) käsittelivät tutkimuksessaan jalkapallovalmentajien käsityksiä virtuaalitodellisuuden käyttämisestä harjoittelussa. Tutkimuksen kyselyiden mukaan yksi suurimmista ongelmista on vaikeus todistaa VR-tekniikan hyötyä. Tämän vuoksi VR voidaan mieltää pelkkänä uutuutena ja leluksi, eikä oikeana työkaluna, jolla pystyisi parantamaan suorituksia. Muita ongelmia ja huolenaiheita olivat pelaajien liiallinen kuormitus ja laitteiston epäkäyttännöllisyys, jos virtuaalitodellisuutta käytetään peliin valmistautumiseen lähellä peliä ja se, että VR-tekniikka ei ole vielä tarpeeksi laadukas korvaamaan nykyisiä metodeja.

Toisessa tutkimuksessa (Greenhough ym. 2021) käsiteltiin ammattilaisjoukkueiden pelaajien sekä joukkueiden muiden ammatinharjoittajien näkemyksiä virtuaalitodellisuudesta. Yleisesti ottaen valmentajat ja tukihenkilöstö olivat yhtä mieltä siitä, että rahalliset kustannukset, valmentajien sitoutuminen ja puutteellinen tutkimus olivat esteenä sen käytölle. Ainoastaan virtuaalitodellisuuden ensivaikutelmaa ei pidetty esteenä.

Jalkapallomaailman ulkopuolelta löytyy myös rajoitteita, jotka voivat vaikuttaa esimerkiksi pelaajan tai joukkueen halukkuuteen käyttää VR-tekniikkaa. Esimerkiksi VR-pahoinvointi on tunnettu ja melko yleinen ongelma, jonka tarkkaa syytä ei vielä tiedetä. Käyttäjälle tulee huono olo VR-laseja käyttäessä yleensä silloin, jos pelissä tai sovelluksessa täytyy liikkua. Koska VR-lasit ovat melko painavat, niiden käyttö voi olla pitkän käytön jälkeen epämukavaa. Pitkän ajan käytöllä voi olla myös haittavaikutuksia silmien terveydelle (Hamad ja Jia 2022).

### **2.1.2 Tekniset rajoitteet**

Koska jalkapallo on kontaktilaji, kosketus niin muihin pelaajiin kuin pelivälineeseenkin on tärkeässä asemassa. Virtuaaliympäristössä kontaktin ottaminen ei ainakaan tällä hetkellä ole mahdollista. Joukkuelajissa myös kommunikaatio on tärkeää. Jos aiotaan kehittää sovelluksia, joissa ei keskitytä pelkästään yksilön taitoihin, vaan myös joukkueen yhteisen toiminnan kehittämiseen, tarvitsi virtuaalimaailmassa olla tehokkaat kommunikaatiokeinot. Meske ym. (2022) tutkimuksen mukaan kaikki VR-alustat ja niiden sovellukset eivät tarjoa yhtä paljon seurantaominaisuuksia, jotka tarkoittavat VR-laitteiston kykyä seurata käyttäjän liikkeitä ja eleitä reaaliaikaisesti. Jos sovelluksessa ei ole tarpeeksi seurantaominaisuuksia, niin kommunikointi sovelluksen sisällä vaikeutuu.

Sovelluskehityksessä ongelmana on, että VR-ohjelmoijilla ei ole yhteistä standardointia, jolloin sovellusten kehittäminen on työläämpää (Hamad ja Jia 2022). Valmiiden sovellusten käyttäminen eri laitteilla voi olla monimutkaista, jos standardoinnin puutetta ei ole sovelluksen kehittämisen vaiheessa otettu huomioon. Tämä tarkoittaa lisää työtä ja sitä kautta lisää kustannuksia, mikäli halutaan kehittää oma sovellus tai muokata toista sovellusta omaan käyttöön sopivaksi, esimerkiksi jalkapallon harjoittelua varten.

Virtuaaliympäristön renderöinti on raskasta, minkä vuoksi myös tarvittavan laitteiston on oltava riittävän tehokas. Tämä nostaa VR-laitteiden hintaa. Vaikka markkinoille on enenevässä määrin tullut itsenäisesti toimivia VR-laseja, jotka eivät tarvitse esimerkiksi tietokonetta toimiakseen, eivät nämä ole niin tarkkoja ja tehokkaita kuin kalliimmat ja tehokkaammat laitteet. Huonompi tarkkuus voi heikentää koettua immersiota. Laitteissa on myös syöttöviivettä, joka voi rikkoa todellisuuden tuntemuksen, ja joka voi olla myös syynä VR-pahoinvointiin.

## **2.2 Mahdollisuudet**

Virtuaalitodellisuudella on paljon mahdollisuuksia jalkapallopelaajien kehittämiseen, sillä virtuaaliympäristössä voidaan luoda ja käydä läpi oikeastaan millaisia tilanteita vain. Parhaimmat käyttökohteet virtuaalitodellisuudelle pelaajien ja joukkueiden tukihenkilöiden, esimerkiksi valmentajien ja fysioterapeuttien, mielestä ovat taktiset ja erilaiset kognitioon liittyvät taidot kuten havainnointi ja päätöksenteko, kuntouttaminen, sekä suorituskyvyn analy-



sointi (Greenhough ym. 2021).

### **2.2.1 Taktiset taidot**

Taktista suorittamista ja kehittymistä on tutkittu Sato, Murakami ja Pituxcoosuvann (2022) tutkimuksessa. Siinä vertaillaan erilaisia tapoja opettaa taktisia tilanteita; ylhäältä päin taktiikkataululta, 2D-videolta ja ei-realistisessa VR-ympäristössä ensimmäisessä persoonassa. Tuloksista selvisi, että taktisesti parhaat valinnat tehtiin ensimmäisen persoonan tilassa eli VR-ympäristössä. Tämä koski kuitenkin vain taktista suorittamista. Taktisen ajattelun kehittymisessä ei nähty suuria eroavaisuuksia. 2D-videot voisi toteuttaa 360°-videoina, jolloin saataisiin ensimmäisen persoonan hyödyt realistisemmassa ympäristössä. Näin pystyttäisiin käyttämään VR-ympäristöä ja sen kanssa luonnollisempia vuorovaikutuskeinoja, kuten potkaisuliikettä, taktisen valinnan tekemisessä.

Wirth ym. (2018) tutkivat valinnan tekoa ja parhaita vuorovaikutuskeinoja virtuaalitodellisuudessa käyttäen 360°-videoita. Tutkimukseen oli valittu eritasoisia jalkapallon pelaajia, joiden täytyi tehdä taktinen valinta simuloituissa tilanteissa. Kokeen jälkeen he kertoivat mikä tapa osoittaa valinta olisi heille luonnollisin. Tuloksista selvisi, että suosituimmat vuorovaikutuskeinot immersion kannalta olivat potkuliikkeen tekeminen haluttuun suuntaan tai suunnan sanominen ääneen. Tulosten perusteella pystyttiin lisäksi jaottelemaan oikein ammattilaispelaajat amatööreistä, mikä osoitti, että taidot siirtyvät ainakin reaali maailmasta virtuaaliseen.

### **2.2.2 Tekniset taidot**

Taitojen kehittymistä virtuaalitodellisuudessa ja reaali maailmassa voi olla hankala vertailla. Todennäköisesti kehittymistä tapahtuu molemmilla tavoilla, minkä vuoksi kehittymistä voi olla vaikea mitata. Tätä varten pitäisi määritellä, miten taitojen siirtymistä virtuaaliympäristöstä todelliseen maailmaan tutkitaan ja mitataan.

Jalkapallon teknisten taitojen kehittäminen virtuaalitodellisuudessa voi olla hankalaa, sillä fyysistä palautetta pallokosketuksesta ei tule. Esimerkiksi potkuliikkeessä liikerata on ennen palloon osumista ja sen jälkeen sama molemmissa tapauksissa. Liikeradan tunnistamisen

avulla voidaan mallintaa potkaisemista virtuaalimaailmassa ja esittää oikeanlainen pallon liike virtuaalisesti.

VR-harjoittelun voisi rinnastaa mielikuvaharjoitteluun, sillä kummassakaan ei käytetä itse pelivälinettä. Ranganathan ym. (2004) esittävät, että mielikuvaharjoittelun avulla voi kehittää esimerkiksi lihaksia, minkä vuoksi voisi olettaa, että myös VR-harjoittelulla olisi samankaltaisia vaikutuksia taitojen kehittämisessä. Tutkimuksen mukaan mielikuvaharjoittelulla ei kuitenkaan pysty korvaamaan fyysistä harjoittelua.

### **2.2.3 Kognitiiviset taidot**

Virtuaalitodellisuutta voidaan hyödyntää kognitiivisten taitojen kehittämiseen. Esimerkiksi peliin valmistautumista voisi parantaa tekemällä virtuaalikäynnin vierasstadionilla ja tutustua alueeseen jo ennen peliä. Erilaisia pelitilanteita voisi käydä läpi ja harjoitella paineensietokykyä esimerkiksi luomalla realistisen ympäristön ja tunnelman rangaistuspotkututilanteeseen.

Harrison ym. (2021) tutkimuksessa selvitettiin, miten virtuaalitodellisuudessa tehty rentoutumisharjoitus vaikuttaa naisjalkapalloilijoiden rangaistuslaukaukseen liittyvään jännitykseen ja ahdistukseen. Tulosten mukaan virtuaalitodellisuudella tehty rentoutumisharjoitus laski stressitasoa ja pelaajien tuntemaa ahdistuneisuutta, sekä paransi itseluottamusta. Vaikka nämä tulokset voidaan tulkita positiivisina muutoksina, niin itse rangaistuspotkujen onnistuminen ei kuitenkaan parantunut. Tutkimuksen pohdinnan mukaan tämä voi johtua siitä, että sopiva jännityksen taso voi olla hyödyllistä suorituksen onnistumisen kannalta. Mikäli urheilijalla on kuitenkin pahoja ahdistuneisuuden oireita, niin virtuaalitodellisuudella tehtävät rentoutumisharjoitukset voivat olla hyödyllinen työkalu sopivalle tasolle rauhoittumiseen.

### **2.2.4 Kuntoutus**

Pelaajien harjoitus- ja pelikunnon ylläpito on tärkeää seuroille, sillä pelaajista maksetaan suuria summia. Jos pelaaja loukkaantuu, hänen panostaan joukkueelle ei saada hyödynnettyä. Seurojen ja tietenkin itse pelaajan terveyden kannalta on tärkeää suunnitella sellaisia harjoitteita, joissa loukkaantumisriski on mahdollisimman pieni. Tämän vuoksi virtuaalito-

dellisuudessa harjoittelu on hyvä vaihtoehto, sillä siellä ei tapahdu kontaktitilanteita pelaajien välillä ja olosuhteet ovat kontrolloidummat.

Virtuaalitodellisuudessa voidaan tutkia loukkaantumisriskiä lajikohtaisemmissa olosuhteissa simuloinnin avulla. DiCesare ym. (2020) tutkimuksessa vertailtiin ponnistukseen ja alastuloon kohdistuvia alaraajojen voimia perinteisellä mittaustavalla ja VR-ympäristössä. Perinteisessä mittaustavassa hypätään ilman ulkoisia tekijöitä, kun taas VR-ympäristössä hypätään palloon simuloitussa kulmapotkutilanteessa, jossa ulkoisina tekijöinä ovat virtuaaliset pelaajat ja virtuaalinen ympäristö. Loukkaantumisriski oli korkeampi virtuaalitodellisuudessa, joka viittaisi siihen, että siellä tehdyt mittaukset kuvaavat paremmin lajikohtaista liikettä kuin perinteiset tavat. Tämä voi olla hyödyllistä, jos halutaan tutkia lajikohtaisia loukkaantumisriskejä ja sitä kautta myös vammojen ehkäisyä.

Nambi ym. (2020) ovat tutkineet alaselän kuntouttamisen yhteydessä käytettävää VR-teknologiaa. Tutkimuksessa virtuaalitodellisuudella tarkoitetaan tasapainoharjoittelua dynaamisen tuolin ja tavallisen tietokoneen näytön avulla. Tulokset osoittivat positiivisia muutoksia kivun intensiteetissä ja urheilusuorituksissa, kun käytettiin VR-teknologiaa kuntoutuksessa verrattuna perinteiseen kuntoutustapaan. Koska VR-laseja ei ollut käytössä, eikä virtuaaliympäristö tällöin ollut 360 astetta, voisi sanoa että kyseessä ei ollut aito VR-kokemus. Kuitenkin Michalski, Szpak ja Loetscher (2019) esittävät, että taitojen oppimiseen jo yksinkertaiset laitteet ja toteutukset voivat olla hyödyllisiä eikä täysi immersio ole välttämätön virtuaalitodellisuuden hyötyjen saavuttamiseksi.

## **3 Laitteet ja sovellukset jalkapallon harjoittelua varten virtuaalitodellisuudessa**

Jotta virtuaalitodellisuuden käyttö lisääntyisi joukkueiden ja pelaajien keskuudessa, täytyisi erilaisten VR-harjoitusten tekeminen ja toteuttaminen olla melko helppoa, jotta esimerkiksi valmentajat ottaisivat teknologian käyttöönsä. Lisäksi tarvittavien laitteiden määrä ei pidä olla liian suuri, koska tällöin valmisteluihin kuluisi liian pitkä aika ja kynnyksellä ottaa VR-teknologiaa käyttöön kasvaisi. Siksi tärkeä kysymys on, että minkälainen laitteistojen ja sovellusten tarjonta on tällä hetkellä saatavilla ja mitkä sopisivat parhaiten jalkapalloon liittyvien taitojen kehittämiseen?

Tästä aiheesta ei ole tehty paljoa tutkimusta. Tässä kappaleessa käydään kuitenkin läpi eri laitteita ja sovelluksia, joita on käytetty tämän tutkielman lähteiden tutkimuksissa ja pohditaan, voisiko niitä käyttää jalkapalloarjessa.

### **3.1 Erilaiset ympäristöt**

Yleisin tapa hyödyntää VR-teknologiaa on VR-lasit. On ainakin kaksi tapaa luoda virtuaaliympäristö: kuvaamalla 360-video tai luomalla tietokoneella kolmiulotteinen virtuaalinen maailma. Wirth ym. (2018) tutkimuksessa oli käytetty 360-videoita. Näiden videoiden heikkous on se, että käyttäjä ei pysty liikkumaan ympäristössä, vaan vain tarkastelemaan sitä päätä kääntämällä. Tämä oltiin huomioitu myös artikkelin tutkimusmenetelmien kappaleessa. Immersio on silti suuri, sillä videon kuva on realistinen. Tietokoneella tuotetussa ympäristössä pystyisi liikkumaan ja vuorovaikuttaamaan enemmän virtuaalisen maailman kanssa. Tällöin kuitenkin realismi kärsii, varsinkin jos tehokkaita laitteita ei ole käytössä.

Siksi on tärkeää valita oikea tapa kuhunkin käyttökohteeseen. Esimerkiksi taktisissa harjoitteissa ei pelaajan välttämättä tarvitse liikkua, kun käydään läpi, mitä jossakin tietyssä pelitilanteessa kannattaisi tehdä. Näin tehdään myös tavallisissa harjoituksissa. Harjoitus pysäytetään ja valmentaja kertoo mitä ongelmia pelaajien sijoittautumisessa tai ratkaisussa oli juuri sillä hetkellä ja miten niitä voisi parantaa. Tällaiseen tarkoitukseen esimerkiksi 360-videot

sopisivat siis hyvin.

Suosituin tapa tutkia virtuaalitodellisuutta oli käyttää VR-laseja. Muitakin tapoja oli kuitenkin käytetty. Esimerkiksi Wood ym. (2021) tutkimuksessa oli VR-lasien lisäksi käytetty HTC:n puettavia Vive tracker -sensoreita. Michalski, Szpak ja Loetscher (2019) katsauksessa oli käyty monia VR-tekniologiaan liittyviä tutkimuksia läpi, ja siellä oli käytetty seuraavia teknologioita: Microsoftin Kinect ohjaamista varten, CAVE-ympäristö, sekä normaalit tietokoneen näytöt.

## 3.2 Sovellusteknologiat

Yksinkertaisin ja kevyin vaihtoehto, jota oli käytetty 3D-ympäristön käyttöön oli javascript-kirjasto three.js. Sillä luotiin taktisia pelitilanteita Sato, Murakami ja Pituxcoosuvorn (2022) tutkimuksessa. Tämä voikin juuri sopia taktisiin esityksiin, koska niissä ympäristön ei tarvitse olla niin realistinen. Kokeneelle tai keskinkertaiselle ohjelmoijalle tämän kirjaston käyttäminen ei ole vaikeaa. Mutta jos esimerkiksi valmentajalla ei ole kokemusta ohjelmoinnista tai web-kehittämisestä, voi ohjelmoinnin opettelu olla este ja hän voi helpommin valita perinteiset valmentamisen keinot. Vielä enemmän opettelua vaativa työkalu, jota oltiin käytetty, on Unity ja sen tarjoamat VR-sovelluskehitystyökalut. Tämäkin kuitenkin vaatii jo melko paljon ohjelmointikokemusta

Valmiita VR-ympäristöjä tarjoavat eri yhtiöt. StriVR ja Rezzil VR ovat yhtiöitä, jotka oltiin mainittu tai joita käytettiin tutkimuksissa. Ongelmana näissä on kuitenkin se, että oman harjoituksen suunnitteluun ei ole työkalua, vaan sovellukset antavat vain valmiita harjoitteita. Tällaista sovellusta varten voisi olla kysyntää. Wood ym. (2021) käyttivät tutkimuksessaan Rezzil VR -sovellusta ja hyödynsivät analyysissä sovelluksen pisteytystä vertailemaan tuloksia. Pisteytysalgoritmista ei kerrota paljoa, mutta tutkimuksessa silti luotetaan kyseiseen pisteytykseen ja tehdään tutkimuksessa esitetyt päätelmät sen perusteella.

Nämä yritykset usein väittävät virtuaalitodellisuudella harjoittelemisesta olevan erilaisia hyötyjä, perustuen enemmän intuitioon ja maalaisjärkeen argumentteina. Tieteellistä näyttöä ei kuitenkaan ole niin paljoa vielä saatavilla, että hyödyt voitaisiin varmistaa, mikä näkyy lähteiden puutteena yritysten verkkosivuilla.

## 4 Pohdinta

Tässä kappaleessa pohditaan miten taidot voisivat kehittyä virtuaalitodellisuudessa ja hahmotellaan virtuaalitodellisuuden tulevaisuutta jalkapallon harjoittelussa. Lopuksi tehdään vielä lyhyt yhteenveto tutkielman sisällöstä.

### 4.1 Siirtyvätkö virtuaalimaailmassa opitut taidot oikeaan maailmaan?

Jotta VR-teknologiaa voitaisiin pitää varteenotettavana harjoittelukeinona täytyisi selvittää, tapahtuuko virtuaaliympäristössä tehdyssä harjoittelussa kehittymistä ja siirtyykö kehitys todelliseen maailmaan. Taitojen siirtymisestä on vielä vähän tutkimusta, mutta saadut tulokset näyttävät positiivisilta (Michalski, Szpak ja Loetscher 2019). Erilaisia VR -urheilupelejä on melko paljon saatavilla, mutta ne ovat tehty enemmän viihdekäyttöön kuin todelliseen harjoitteluun, minkä vuoksi aiheesta ei ole varmaankaan niin paljon tutkimusta.

Michalski, Szpak ja Loetscher (2019) jakaa tutkimuksessaan taitojen siirtymisen arvioinnin kolmeen osa-alueeseen: tutkimuksen suunnittelu, oppijan ominaisuudet ja harjoitteluympäristö. Tutkimusta suunniteltaessa täytyy huomioida, että positiivista kehittymistä tapahtuu lähes varmasti harjoittelumuodosta riippumatta (near transfer). Tämän takia on tärkeää, että tutkimuksissa huomioidaan pidemmän aikavälin vaikutukset (far transfer). Oppijan, tässä tapauksessa urheilijan taso on otettava huomioon, sillä Michalski, Szpak ja Loetscher (2019) mukaan kehitystä tapahtuu eniten kun harjoitteet ovat sopivan haastavia. Tällöin on käytettävä sopeutuvaa harjoittelua (adaptive training), jotta eritasoiset urheilijat pystyisivät kehittymään tehokkaimmin. Kolmas, eli harjoitteluympäristö, on tärkeä ottaa huomioon, sillä immersiota pidetään merkittävänä asiana kehittymisen kannalta. Tämän vuoksi virtuaalinen ympäristö voisi olla otollinen kehittymisen kannalta, koska tällöin käyttäjä voi tuntea että on enemmän sisällä harjoitteessa, jos verrataan esimerkiksi tietokoneen näytöltä tapahtuvaan harjoitteluun.

## 4.2 Yhteistyö peliyhtiöiden kanssa

Voisiko e-sports maailmaa yhdistää VR-maailmaan? Esimerkiksi EA:n FIFA- ja Konamin PES-jalkapallovideopelit sisältävät nykyään jo hyvin realistiset pelaajamallit, sekä animaatioita. Lisäksi tietokoneen tekoäly on näissä jo melko hyvällä tasolla. Jos tällaisia peliyhtiöitä saisi mukaan tutkimukseen tai ammattilaisjalkapalloilun harjoitteluun VR:n avulla, voisi mahdollisuudet olla mielenkiintoiset. Esimerkiksi FIFA-pelissä on pelimuoto, jossa voi pelata vain yhdellä pelaajalla. Lisäksi on myös kamera-asetus, jossa kuva on pelaajan silmien näkökulmasta. Tämän vuoksi voisi kuvitella, että VR:n implementointi ei olisi niin vaikeaa ja että näillä firmoilla olisi jo jonkinlainen näkemys, miten saada VR-pelaaminen mukaan, varsinkin kun VR-pelaamisen suosio on kasvanut viime vuosina. Suurin syy minkä näkisin, että esimerkiksi EA ei lähtisi mukaan tällaiseen on se, että pelaajien ja joukkueiden lisenssit ovat kalliita. Lisäksi he ovat kehittäneet mallejaan ja animaatioitaan vuosia, joten minkä takia he haluaisivat antaa niitä ilmaiseksi käytettäväksi voittoa tavoittelevana pörssiyhtiönä.

## 4.3 Yhteenveto

Jotta VR-teknologia voi saavuttaa varteenotettavan aseman harjoittelun työkaluna jalkapalloyhteisössä, täytyy aiheesta tehdä lisää tutkimusta. Esimerkiksi taitojen siirtymisestä ei ole vielä tarpeeksi tieteellistä näyttöä. Suurimmat mahdollisuudet virtuaalitodellisuuden hyödyntämiseen ovat tällä hetkellä kuntoutuksessa sekä taktisten ja kognitiivisten taitojen kehittämisessä. Lisäksi tarvitaan parempia työkaluja virtuaalisten ympäristöjen luomiseen, joita valmentajat ja pelaajat pystyisivät hyödyntämään erilaisten harjoitteiden ja pelitilanteiden tekemiseen itse.

## Lähteet

DiCesare, Christopher A., Adam W. Kiefer, Scott Bonnette ja Gregory D. Myer. 2020. “High-Risk Lower-Extremity Biomechanics Evaluated in Simulated Soccer-Specific Virtual Environments”. Publisher: Human Kinetics Section: Journal of Sport Rehabilitation, *Journal of Sport Rehabilitation* 29, numero 3 (maaliskuu): 294–300. ISSN: 1543-3072, 1056-6716, viitattu 22. helmikuuta 2023. <https://doi.org/10.1123/jsr.2018-0237>.

Greenhough, Ben, Steve Barrett, Chris Towlson ja Grant Abt. 2021. “Perceptions of professional soccer coaches, support staff and players toward virtual reality and the factors that modify their intention to use it”. Publisher: Public Library of Science, *PLOS ONE* 16, numero 12 (joulukuu): e0261378. ISSN: 1932-6203, viitattu 6. maaliskuuta 2023. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261378>.

Hamad, Ayah, ja Bochen Jia. 2022. “How Virtual Reality Technology Has Changed Our Lives: An Overview of the Current and Potential Applications and Limitations”. Number: 18 Publisher: Multidisciplinary Digital Publishing Institute, *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19, numero 18 (tammikuu): 11278. ISSN: 1660-4601, viitattu 13. maaliskuuta 2023. <https://doi.org/10.3390/ijerph191811278>.

Harrison, Kaitlyn, Emily Potts, Adam C. King ja Robyn Braun-Trocchio. 2021. “The Effectiveness of Virtual Reality on Anxiety and Performance in Female Soccer Players”. Number: 12 Publisher: Multidisciplinary Digital Publishing Institute, *Sports* 9, numero 12 (joulukuu): 167. ISSN: 2075-4663, viitattu 26. tammikuuta 2023. <https://doi.org/10.3390/sports9120167>.

Meske, Christian, Tobias Hermanns, Markus Jelonek ja Ayseguel Doganguen. 2022. “Enabling Human Interaction in Virtual Reality: An Explorative Overview of Opportunities and Limitations of Current VR Technology”. Teoksessa *HCI International 2022 – Late Breaking Papers: Interacting with eXtended Reality and Artificial Intelligence*, toimittanut Jessie Y. C. Chen, Gino Fragomeni, Helmut Degen ja Stavroula Ntoa, 114–131. Lecture Notes in Computer Science. Cham: Springer Nature Switzerland. ISBN: 978-3-031-21707-4. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-21707-4\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-031-21707-4_9).



Michalski, Stefan C., Ancret Szpak ja Tobias Loetscher. 2019. “Using Virtual Environments to Improve Real-World Motor Skills in Sports: A Systematic Review”. *Frontiers in Psychology* 10. ISSN: 1664-1078, viitattu 23. helmikuuta 2023. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02159>.

Nambi, Gopal, Walid Kamal Abdelbasset, Shereen H. Elsayed, Saud M. Alrawaili, Ahmed M. Abodonya, Ayman K. Saleh ja Tamer E. Elnegamy. 2020. “Comparative Effects of Iso-kinetic Training and Virtual Reality Training on Sports Performances in University Football Players with Chronic Low Back Pain-Randomized Controlled Study”. Publisher: Hindawi, *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2020 (kesäkuu): e2981273. ISSN: 1741-427X, viitattu 17. tammikuuta 2023. <https://doi.org/10.1155/2020/2981273>.

Ranganathan, Vinoth K., Vloděk Siemionow, Jing Z. Liu, Vinod Sahgal ja Guang H. Yue. 2004. “From mental power to muscle power—gaining strength by using the mind”. *Neuropsychologia* 42 (7): 944–956. ISSN: 0028-3932. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2003.11.018>.

Sato, Asahi, Yohei Murakami ja Mondheera Pituxcoosuvann. 2022. “Effects of Virtual Space in Soccer Tactical Instruction”. Teoksessa *HCI International 2022 – Late Breaking Papers: Interacting with eXtended Reality and Artificial Intelligence*, toimittanut Jessie Y. C. Chen, Gino Fragomeni, Helmut Degen ja Stavroula Ntoa, 175–187. Lecture Notes in Computer Science. Cham: Springer Nature Switzerland. ISBN: 978-3-031-21707-4. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-21707-4\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-031-21707-4_13).

Thatcher, Brad, Georgi Ivanov, Mihaly Szerovay ja Graham Mills. 2020. “Virtual Reality Technology in Football Coaching: Barriers and Opportunities”. Publisher: Human Kinetics Section: International Sport Coaching Journal, *International Sport Coaching Journal* 8, numero 2 (syyskuu): 234–243. ISSN: 2328-9198, 2328-918X, viitattu 17. tammikuuta 2023. <https://doi.org/10.1123/iscj.2020-0011>.

Wirth, Markus, Stefan Gradl, Dino Poimann, Hannes Schaefer, Julia Matlok, Harald Koerger ja Bjoern M. Eskofier. 2018. "Assessment of Perceptual-Cognitive Abilities among Athletes in Virtual Environments: Exploring Interaction Concepts for Soccer Players". Teoksessa *Proceedings of the 2018 Designing Interactive Systems Conference*, 1013–1023. DIS '18. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, kesäkuu. ISBN: 978-1-4503-5198-0, viitattu 26. tammikuuta 2023. <https://doi.org/10.1145/3196709.3196780>.

Wood, G., D. J. Wright, D. Harris, A. Pal, Z. C. Franklin ja S. J. Vine. 2021. "Testing the construct validity of a soccer-specific virtual reality simulator using novice, academy, and professional soccer players". *Virtual Reality* 25, numero 1 (maaliskuu): 43–51. ISSN: 1434-9957, viitattu 26. tammikuuta 2023. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00441-x>.

Zhao, Kun, ja Xueying Guo. 2022. "Analysis of the Application of Virtual Reality Technology in Football Training". Publisher: Hindawi, *Journal of Sensors* 2022 (maaliskuu): e1339434. ISSN: 1687-725X, viitattu 17. tammikuuta 2023. <https://doi.org/10.1155/2022/1339434>.