

Sami Jäntti

**VIRTUAALITODELLISUUDEN HYÖDYNTÄMINEN  
OPPIMISESSA**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO  
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA  
2022

## TIIVISTELMÄ

Jäntti, Sami

Virtuaalitodellisuuden hyödyntäminen oppimisessa

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2022, 75 s.

Tietojärjestelmätiede, pro gradu -tutkielma

Ohjaaja(t): Clements, Kati

Virtuaalitodellisuudesta on povattu suurta tekijää opetuslalle jo pitkään. Se tarjoaa uudenlaisia opetuskokemuksia ja -tapoja. Vanhojen opetustapojen yrittäessä pysyä teknologistuvan yhteiskunnan perässä, virtuaalitodellisuuden nähdään tarjoavan oikeanlaisia opetustapoja tulevaisuuden opetusmaailmassa. Sen avulla on mahdollista opettaa tulevaisuuden tärkeitä taitoja, kuten algoritmista ajattelua ja ohjelmointia aktiivisissa ja fyysistä toimintaa vaativissa opetustilanteissa. Virtuaalitodellisuus pystyy hyödyntämään fyysisen oppimisen periaatteita ja näin valjastamaan lukuisia oppimisen hyötyjä. Tämän tutkielman tarkoituksena onkin ottaa selvää fyysisten virtuaalitodellisuusaktiviteettien vaikutuksesta oppimiseen. Tutkielmassa käsitellään virtuaalitodellisuuden hyötyjä peilaten suomalaisen opetussuunnitelmaan sekä fyysiseen ja teknologia-avusteiseen oppimiseen. Aikaisemmista tutkimuksista käy ilmi, että fyysiset virtuaalitodellisuusaktiviteetit voivat tehostaa oppimista ja tarjota lukuisia etuja oppijoille. Empiirisen tutkimuksen tulokset tukevat vahvasti aikaisemmissa tutkimuksissa todettuja virtuaalitodellisuuden etuja ja haittoja liittyen oppimiseen. Virtuaalitodellisuudella voidaan parantaa oppijoiden aktiivisuutta, motivaatiota ja yhteistyötä. Opetustilanteet tulee kuitenkin suunnitella ja toteuttaa harkiten, jotta vaikutukset eivät muutu negatiivisiksi. Virtuaalitodellisuus voi osoittautua raskaaksi kognitiivisella tasolla ja se aiheuttaa monelle käyttäjälle pahoinvointia.

Asiasanat: virtuaalitodellisuus, immersio, fyysinen oppiminen, fyysinen ohjelmointi, algoritminen ajattelu, teknologia-avusteinen oppiminen

## ABSTRACT

Jäntti, Sami

Utilizing virtual reality in learning

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2022, 75 pp.

Information Systems, Master's Thesis

Supervisor(s): Clements, Kati

Virtual reality has long been expected to be a major factor for the education industry. It offers new kinds of teaching experiences. As old teaching methods try to keep up with the technological society, virtual reality is seen as providing the right ways of teaching in the educational future. With it, it is possible to teach important skills for the future in physically active teaching situations. Skills such as computational thinking and programming. Virtual reality can take advantage of the principles of embodied learning and thus harness the many of benefits for learning. The purpose of this thesis is to find out the effects of physical virtual reality activities on learning. The thesis deals with the benefits of virtual reality, reflecting on the Finnish curriculum and embodied and technology-based learning. Previous research shows that physical virtual reality activities can enhance learning and provide numerous benefits to learners. Results from this empirical study strongly support the results from previous research regarding the pros and cons related to virtual reality in learning situations. Virtual reality can improve activity, motivation and collaboration amongst learners. However, teaching situations should be carefully planned and implemented so that the effects do not become negative. Virtual reality can prove cumbersome on a cognitive level and cause nausea to users.

Keywords: virtual reality, immersion, embodied learning, physical computing, computational thinking, technology-based learning

## KUVIOT

KUVIO 1 Todellisuus-virtuaalisuusjatkumo suomennettuna .....	11
KUVIO 2 Virtuaalitodellisuuden käytön määrittäminen suomennettuna .....	18
KUVIO 3 Ensimmäisen kyselyn vastausmäärät .....	43
KUVIO 4 Ensimmäisen kyselyn vastausprosentit .....	43
KUVIO 5 Toisen kyselyn yhteispisteiden jakauma .....	44
KUVIO 6 Toisen kyselyn oikeiden vastausten määrät.....	44
KUVIO 7 Kolmannen kyselyn oikeiden vastausten jakauma .....	46
KUVIO 8 Loppukyselyn ensimmäisen kysymyksen vastaukset.....	47
KUVIO 9 Loppukyselyn ensimmäisen osan vastaukset.....	48
KUVIO 10 Loppukyselyn ensimmäisen osan monivalintakysymyksen vastaukset .....	49
KUVIO 11 Loppukyselyn ensimmäisen osan keskiarvojen määrät.....	50
KUVIO 12 Loppukyselyn toisen osan monivalintakysymysten vastaukset.....	51
KUVIO 13 Loppukyselyn toisen osan vastaukset.....	52
KUVIO 14 Loppukyselyn toisen osan keskiarvojen määrät .....	53

## TAULUKOT

TAULUKKO 1 Virtuaalitodellisuuslaitteiden vertailu .....	12
TAULUKKO 2 Virtuaalitodellisuuden vaikutukset oppimiseen aiemmissä tutkimuksissa .....	29
TAULUKKO 3 Aikaisempien tutkimusten tulosten vertailu empiirisen osion tuloksiin.....	57

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ .....	2
ABSTRACT .....	3
KUVIOT .....	4
TAULUKOT .....	4
SISÄLLYS.....	5
1 JOHDANTO.....	7
2 VIRTUAALITODELLISUUS .....	10
2.1 Virtuaalitodellisuus käsitteenä .....	10
2.2 Virtuaalitodellisuuslaitteet .....	12
2.2.1 Älypuhelin-pohjainen VR .....	13
2.2.2 Tietokone/konsolipohjainen VR.....	14
2.3 Virtuaalitodellisuus opetuksessa.....	14
2.4 Virtuaalitodellisuuden käyttö.....	16
2.5 Virtuaalitodellisuuden haasteet.....	20
3 OPPIMINEN SUOMALAISEN OPETUSSUUNNITELMAN MUKAISESTI22	
3.1 Perusopetuksen opetussuunnitelma.....	22
3.2 Algoritminen ajattelu .....	24
3.3 Fyysinen oppiminen.....	25
3.4 Teknologia-avusteinen oppiminen .....	26
4 VIRTUAALITODELLISUUDEN HYÖDYNTÄMINEN OPPIMISESSA ....	28
4.1 Virtuaalitodellisuuden vaikutukset oppimiseen .....	28
4.2 Fyysisten virtuaalitodellisuusaktiviteettien vaikutukset oppimiseen32	
4.3 Virtuaalitodellisuus ja suomalainen opetussuunnitelma .....	32
5 EMPIIRISEN TUTKIMUKSEN TOTEUTUS .....	34
5.1 Tutkimusmenetelmä .....	34
5.2 Tutkimuskohde .....	35
5.3 Aineiston keruu ja analysointi .....	36
5.3.1 Virtuaalitodellisuusskenaario 1 .....	37
5.3.2 Virtuaalitodellisuusskenaario 2 .....	37
5.3.3 Virtuaalitodellisuusskenaario 3 .....	38
5.3.4 Loppukysely.....	38
5.3.5 Havainnointi .....	39

5.4	Luotettavuus ja validiteetti.....	40
6	EMPIIRISEN TUTKIMUKSEN TULOKSET.....	42
6.1	Virtuaalitodellisuusskenaarioiden kyselyiden tulokset.....	42
6.1.1	Ensimmäinen kysely .....	42
6.1.2	Toinen kysely .....	44
6.1.3	Kolmas kysely .....	45
6.2	Loppukyselyn tulokset .....	46
6.2.1	Ensimmäinen osio .....	46
6.2.2	Toinen osio .....	50
6.3	Havainnoinnin tulokset .....	54
7	TULOSTEN POHDINTA .....	56
8	YHTEENVETO .....	64
	LÄHTEET .....	68
	LIITE 1 VIRTUAALITODELLISUUSKENAARIOIDEN KYSELYLOMAKKEET	73
	LIITE 2 LOPPUKYSELYN KYSELYLOMAKE .....	75

# 1 JOHDANTO

Uudet teknologiat, kuten virtuaalitodellisuus ja lisätty todellisuus, ovat nousemassa jatkuvasti suurempaan rooliin opetuksessa. Nykypäivän oppilaat ovat nähneet uusien teknologioiden kasvun ja eläneet niiden keskellä. Tietokoneet, älypuhelimet ja muut nykypäivän teknologiset laitteet mahdollistavat kaiken kattavan ja jatkuvan yhteyden muihin sekä mahdollisuuden jakaa informaatiota missä vain ja milloin vain. Virtuaalitodellisuudelle on pitkään ennustettu suurta roolia tulevaisuuden opetuksessa ja oppimisessa (Lee ym., 2017). Suomalaiseen opetusohjelmaan on kirjattu algoritmiselle ajattelulle, ohjelmointitaidoille ja tieto- ja viestintäteknologisille taidoille tavoitteita ja tehtäviä (Opetushallitus, 2016). Näitä taitoja pidetään tärkeinä nykypäivän ja tulevaisuuden osaamisessa. Virtuaalitodellisuuden hyödyntämisellä voi olla etuja näitä tavoitteita ja tehtäviä opetettaessa.

Tämän pro gradu - tutkimuksen tarkoituksena on ottaa selvää, kuinka virtuaalitodellisuutta voidaan hyödyntää opetuksessa ja oppimisessa. Tähän aiheeseen liittyen suoritettiin empiirinen tutkimus monimenetelmällisin keinoin kyselyiden ja havainnoinnin avulla. Kohderyhmänä on alakouluikäiset oppilaat ja otosryhmäksi valikoitui erään koulun viidesluokkalaiset oppilaat. Empiirissä tutkimuksessa oppilaat pääsivät tutustumaan virtuaalitodellisuusmateriaaleihin ja vastamaan näiden perusteella kyselyihin. Kyselyiden oli tarkoitus kartoittaa oppilaiden motivaatiota ja teknistä osaamista liittyen virtuaalitodellisuuteen. Tutkimuskysymyksenä on:

- Kuinka fyysiset virtuaalitodellisuusaktiviteetit vaikuttavat oppimiseen?

Virtuaalitodellisuus mahdollistaa täysin uudenlaisia oppimiskokemuksia ja -tilanteita. Se kannustaa aktiiviseen ja yhteistyölliseen oppimiseen. Perinteisiä opetusmetodeja on kritisoitu niiden passiivisuudesta ja personoimattomuudesta. VR - teknologialla on mahdollisuus aktivoida ja motivoida oppilaita. Se voidaan personoida jokaiseen opetustilanteeseen halutunlaiseksi ja jokaiselle oppilalle omanlaiseksi. Näin myös oppilaat, joilla on joitain rajoitteita pystyvät osallistumaan opetukseen. Virtuaalitodellisuus mahdollistaa paljon, mutta sillä

on myös omat epäkohtansa. Perinteiset opetustavat voivat osoittautua tehokkaammiksi joissakin tapauksissa ja virtuaalitodellisuus aiheuttaa pahoinvointia osassa sen käyttäjästä. Virtuaalitodellisuusteknologian kanssa samankaltaiset teknologiat, lisätty ja yhdistetty todellisuus, jätetään tutkimuksessa vähäisemmälle huomiolle tutkimuksen keskittyen VR - teknologiaan. Näkökulmaksi otetaan fyysisen oppimisen näkökulma, jonka mukaan fyysiset toiminnot opetustilanteissa auttavat oppimisessa. Näkökulmana on myös teknologia-avusteinen oppiminen.

Tämän pro gradu - tutkielman teoriaosuus toteutettiin kirjallisuuskatsauksena. Tavoitteena on muodostaa lähdemateriaaleista yksi koherentti kokonaisuus, joka pyrkii vastaamaan tutkimuskysymykseen. Lähdemateriaalin hankintaan käytettiin pääasiassa Google Scholar - hakukonetta ja Jyväskylän yliopiston kirjaston JYKDOK - tietokantaa. Lähteinä pyrittiin käyttämään tieteellisiä julkaisuita, joilla oli runsaasti lähdeviittauksia. Lähteistä karsittiin pois omalla harkinnalla heikkolaatuiset tai vaatimuksia täyttämättömät lähteet. Hakusanoina näissä tietokannoissa toimivat: virtual reality, immersion, physical computing, embodied learning, computational thinking ja technology-based learning sekä näiden muunnokset ja yhdistäminen opetuskontekstiin. Suurin osa lähdemateriaaleista löytyi englanninkielisenä.

Nämä hakusanat ovat myös keskeisiä käsitteitä tässä pro gradu - tutkielmassa. Virtuaalitodellisuudella tarkoitetaan tietokonelaitteistolla- ja ohjelmistolla luotua keinotekoisia ympäristöä, jonka käyttäjä voi kokea kuin oikean ympäristön. Immersiolla tarkoitetaan käyttäjän uppoutumista ja sen tasoa virtuaaliympäristöön. Fyysisellä ohjelmoinnilla tarkoitetaan fyysisen elementtien lisäämistä tietokoneaktiiviteetteihin. Fyysisellä oppimisella tarkoitetaan kehon ja mielen yhteistyötä kognitiivisessa toiminnassa. Algoritmisella ajattelulla tarkoitetaan aktiivista algoritmien lainalaisuuksien hyödyntämistä ongelmanratkaisun suunnittelussa ja toteutuksessa. Teknologia-avusteisella oppimisella tarkoitetaan teknologioiden mahdollistamien oppimiskanavien hyödyntämistä.

Kirjallisuuskatsauksen ja empiirisen tutkimuksen pohjalta virtuaalitodellisuusaktiiviteettien huomattiin vaikuttavan monella tavoin oppimiseen. Lähdemateriaalissa mainitaan lukusia erilaisia vaikutuksia, joita virtuaalitodellisuudella on huomattu olevan oppimiseen liittyen. Näistä vaikutuksista empiirissä osiossa tutkittiin aktiivista oppimista, motivaatiota, muistia, yhteistyötä ja pahoinvointia. Empiirisen tutkimuksen tulokset vahvistavat aiemmissä tutkimuksissa saatuja tuloksia. Virtuaalitodellisuudella on lukuisia positiivisia vaikutuksia oppimiseen, mutta se voi vaikuttaa myös negatiivisesti. Virtuaalitodellisuuden käyttö tuleekin määritellä tilanteeseen sopivaksi ja merkitykselliseksi sekä tarkasti opetustilanteeseen sopivaksi. Virtuaalitodellisuudella pystytään tukemaan oppilaiden oppimisprosessia, mutta sillä voidaan myös haitata sitä, jos sen käyttöä ei ole määritetty oikein.

Tämä pro gradu - tutkielma on jaettu kahdeksaan lukuun. Ensimmäinen luku on johdanto, joka johdattelee aiheeseen. Toisena lukuna on virtuaalitodellisuus, joka esittelee virtuaalitodellisuuden käsitteenä, sen sovellutukset, käytön opetuksessa ja sen haasteet. Kolmas luku on suomalainen opetussuunnitelma,



jossa käydään läpi suomalaisen perusopetuksen opetussuunnitelman maininnat algoritmisesta ajattelusta ja koodilukutaidosta. Luku jatkaa algoritmisen ajattelun määrittelyllä ja fyysisen sekä teknologia-avusteisen oppimisteorioiden esittelyllä. Neljäs luku käsittelee aikaisempien tutkimusten tuloksia virtuaalitodellisuuden ja fyysisten aktiviteettien vaikutuksista oppimiseen. Viidennessä luvussa esitellään tutkimusmenetelmä, kohderyhmä sekä aineiston keruu ja -analysointitavat. Kuudennessa luvussa käydään läpi empiirisen tutkimuksen tulokset. Seitsemännessä luvussa peilataan empiirisen tutkimuksen tuloksia kirjallisuuskatsauksen tuloksiin ja tehdään johtopäätökset näiden pohjalta. Kahdeksas luku on yhteenveto, jossa käydään tiivistetysti läpi tässä pro gradu -tutkielmassa esitellyt asiat ja saadut tulokset.

## 2 VIRTUAALITODELLISUUS

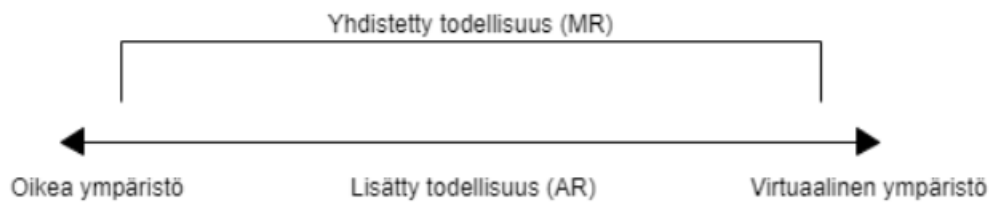
Uudet teknologiat, kuten virtuaalitodellisuus ja lisätty todellisuus, ovat nousemassa jatkuvasti suurempaan rooliin opetuksessa. Nykypäivän oppilaat ovat nähneet uusien teknologioiden kasvun ja eläneet niiden keskellä. Tietokoneet, älypuhelimet ja muut nykypäivän teknologiset laitteet mahdollistavat kaiken kattavan ja jatkuvan yhteyden muihin sekä mahdollisuuden jakaa informaatiota missä vain ja milloin vain. Uudet teknologiat luovat uudenlaisia mahdollisuuksia kouluttautua perinteisten tapojen rinnalle. Perinteinen laaja-alainen varalta (just-in-case) oppiminen täydentyy juuri-ajoissa (just-in-time) oppimisella. Teknologia tarjoaa mahdollisuuden saada tietoa juuri sillä hetkellä, kun sitä tarvitaan. Virtuaalitodellisuudelle on pitkään ennustettu suurta roolia tulevaisuuden opetuksessa ja oppimisessa (Halverson & Collins, 2009; Lee ym., 2017). Tässä luvussa käydään läpi virtuaalitodellisuutta käsitteenä ja millaisia laitteita sen käyttöön on olemassa. Lisäksi tarkastellaan virtuaalitodellisuuden käyttöä opetuksessa ja sen käyttöön liittyviä haasteita.

### 2.1 Virtuaalitodellisuus käsitteenä

Virtuaalitodellisuus on tietokonelaitteistoilla ja -ohjelmistoilla luotu keinotekoinen ympäristö, jonka käyttäjä voi nähdä ja kokea kuin oikean ympäristön virtuaalitodellisuuslasien tai muun laitteen kautta. Se on itsenäinen ja oikeasta, fyysisestä ympäristöstä erillään oleva kokonaisuus (Farrell, 2018). Virtuaalitodellisuuden avulla on mahdollista kopioida ja simuloida erilaisia fyysisiä ympäristöjä sekä olla samalla niiden kanssa vuorovaikutuksessa. VR -teknologia mahdollistaa tietokoneella luodun ympäristön kokemisen, siihen uppoutumisen ja sen kanssa vuorovaikutuksessa olemisen. Ympäristö toteutetaan kuvanäyttöjen, liikkeenseuranta- ja syöttölaitteilla sekä kehitystyökalujen yhteistyönä (Oigara, 2018). Immersio, läsnäolo ja vuorovaikutteisuus ovat virtuaalitodellisuuden keskeisiä ominaisuuksia (Radianti ym., 2020).

Virtuaalitodellisuus tarjoaa mahdollisuuden opetella uusia tietoja ja taitoja uudella tavalla. Sen avulla voidaan hyödyntää reaaliaikaista 3D - kuvaa monenlaisten vuorovaikutuskeinojen kanssa. Käyttäjä pystyy kokemaan oikeanlaisen oppimistilanteen, kuten vierailemaan historiallisilla nähtävyyksillä, tämän ollessa normaalisti mahdotonta. Teknologia mahdollistaa myös abstraktien objektien ja konseptien visualisoinnin 3D - mallinnuksella. Toimintoja voidaan tehdä ilman oikean maailman rajoitteita (Farrell, 2018; Lee ym., 2017; Oigara, 2018).

Virtuaalitodellisuuden kanssa samankaltaisia teknologioita ovat lisätty todellisuus (augmented reality) ja yhdistetty todellisuus (mixed reality). Näiden teknologioiden todellisuuden tasot voidaan asettaa todellisuus-virtuaalisuusjatkumolle (kuvio 1) (Milgram & Kishino, 1994).



KUVIO 1 Todellisuus-virtuaalisuusjatkumo suomennettuna (Milgram & Kishino, 1994)

Lisätyn todellisuuden avulla tosielämän ympäristöön on mahdollista lisätä digitaalisia objekteja. Tämä onnistuu katsomalla ympäristöä älylaitteen kameran läpi, jolloin laite lisää digitaaliset objektit näytölle. Tunnettuja esimerkkejä lisätyn todellisuuden sovellutuksista ovat älypuhelimien ladattava peli Pokemon GO ja Ikea Place - sovellus, jolla on mahdollista suunnitella sisustusta digitaalisilla huonekaluilla (Bonner & Reinders, 2018). Yhdistetty todellisuus on yhdistelmä sekä oikeaa ympäristöä ja virtuaalitodellisuutta. Virtuaalitodellisuuden tavoin käytössä on päähän laitettavat lasit, joiden kautta voidaan nähdä joko oikeaa tai digitaalista ympäristöä. Oikeaan ympäristöön on mahdollista lisätä digitaalisia objekteja, joiden kanssa voi olla vuorovaikutuksessa (Bonner & Reinders, 2018; Hu-Au & Lee, 2017).

Immersion osassa käyttäjäkokemusta käytettäessä virtuaalitodellisuutta. Sillä tarkoitetaan käyttäjän uppoutumista virtuaaliympäristöön niin, että hän kokee olevansa siellä oikeasti läsnä (Radianti ym., 2020). Vuorovaikutteisissa virtuaaliympäristöissä immersion saavutetaan 3D - ympäristöjen ja erilaisten liitännälaitteiden avulla. Liitännälaitteiden avulla käyttäjä voi tehdä toimintoja ja saada palautetta toiminnoistaan virtuaaliympäristössä. Immersion voidaan jakaa kahteen tyyppiin: henkiseen ja fyysiseen immersion. Fyysinen immersion voidaan toteuttaa visuaalisilla, auditiivisilla ja haptisilla laitteilla, joiden avulla virtuaaliympäristö reagoi käyttäjän toimintoihin oikeassa suhteessa. Esimerkiksi, kun käyttäjä liikkuu, ympäristö liikkuu oikeassa suhteessa käyttäjän liikkeeseen nähden. Nämä laitteet mahdollistavat myös informaation saannin niiden kautta, mitä käyttäjä pystyy käyttämään hyväkseen navigoidessaan

ja toimiessaan virtuaaliympäristössä. Henkisellä immersiollla tarkoitetaan syvästi uppoutunutta tilaa virtuaaliympäristöön. Uppoutunut käyttäjä on aktiivisesti mukana virtuaaliympäristössään (Huang, Rauch & Liaw, 2010). Immersiioon vaikuttavat lisäksi virtuaaliympäristön graafinen laatu, simulaatiologiikka sekä käyttäjän mielikuvitus. 3D - mallinnuksen tarkkuuden tarve vaihtelee eri opetustilanteissa, joten sen taso tulee määrittää vaadittavan immersion tarpeen mukaan. Simulaatiologiikka on johdonmukainen tapa edetä virtuaaliopetustilanteessa. Epälooginen tapa voi rikkoa immersion. Käyttäjän mielikuvitukseen ei voida vaikuttaa virtuaalitodellisuuden luoja puolelta, joten osa ympäristön immersion vaikutuksesta jää aina käyttäjän mielikuvituksen varaan (Buñ ym., 2016).

Virtuaalitodellisuuden immersion laatu voidaan jakaa kolmeen eri tasoon. Nämä ovat immersiivinen, semi-immersiivinen ja epäimmersiivinen. Immersiivinen VR tarjoaa mahdollisuuden tutkia virtuaalista ympäristöä ollen vuoro-vaikutuksessa siihen korkean läsnäolon tunteen kanssa. Käyttäjä on virtuaalisen maailman keskiössä ja pystyy kontrolloimaan maailman tapahtumia eleillä ja liikkeillä. Semi-immersiiviset ja epäimmersiiviset järjestelmät pystyvät tarjoamaan joitain puolia realistisesta virtuaalitodellisuudesta, mutta usein jäävät vajaan läsnäolon tunteen kanssa (Araiza-Alba ym., 2021; Martín-Gutiérrez ym., 2017).

## 2.2 Virtuaalitodellisuuslaitteet

Virtuaalitodellisuuslaitteita on nykyään markkinoilla monia erilaisia monissa eri hintaluokissa ja moniin eri käyttötarkoituksiin. Erityyppisten virtuaalitodellisuuslaitteiden vertailu on tehty lukuisten ominaisuuksien osalta taulukossa 1.

TAULUKKO 1 Virtuaalitodellisuuslaitteiden vertailu

	Google Cardboard	Samsung Gear VR	Oculus Rift	HTC Vive	Playstation VR
<i>Tyyppi</i>	Älypuhelin-pohjainen	Älypuhelin-pohjainen	Tietokone-pohjainen	Tietokone-pohjainen	Konsolipohjainen
<i>Hinta</i>	Matala	Keskitaso	Korkea	Korkea	Korkea
<i>Ohjain</i>	Yksi nappi	Ohjauslevy	Xbox-ohjain tai kosketusliikeohjain	Liikeohjain	DualShock - ohjain ja PS Move
<i>Resoluutio</i>	Älypuhelimien resoluutio	Älypuhelimien resoluutio	2160 x 1200	2160 x 1200	1920 x 1080
<i>Näkökenttä</i>	90°	96°	110°	110°	100°
<i>Immersion</i>	Keskitaso	Keskitaso	Korkea	Korkea	Korkea
<i>Käytönotto</i>	Helppo	Helppo	Keskitaso	Vaikea	Keskitaso

Farrellin (2018) mukaan VR - teknologia voidaan jakaa kahteen luokkaan siihen vaadittavan laitteiston mukaan. Nämä ovat:

- Älypuhelin-pohjainen VR
- Tietokone/konsolipohjainen VR

Google Cardboard ja Samsung VR ovat esimerkkejä älypuhelin-pohjaisista virtuaalitodellisuuslaitteista. Näillä laitteilla näkökentän laajuus jää pienemmäksi kuin muilla laitteilla näkökentän laajuuden ollessa 90°. Tietokone- ja konsolipohjaisilla laitteilla päästään yli 110° näkökentän laajuuteen. Tietokone- ja konsolipohjaisilla laitteilla päästään yleensä korkeampaan resoluutioon ja vuorovaikutustapoina voidaan käyttää monipuolisempia laitteita. Älypuhelin-pohjaisen virtuaalitodellisuuden kustannukset ovat kuitenkin edullisemmat ja sen käyttöönotto on helpompi.

### 2.2.1 Älypuhelin-pohjainen VR

Älypuhelin-pohjainen VR käyttää hyväkseen älypuhelinia ja päähän asennettua kehystä, johon älypuhelin asennetaan. Virtuaalinen ympäristö toteutetaan älypuhelimien näytön kautta, näytön ollessa hyvin lähellä käyttäjän silmiä. Prosessointiteho virtuaalitodellisuuden visualisointiin tulee älypuhelimesta. Tiedonsiirto toimii älypuhelimien verkon tai ulkoisen, langattoman verkon kautta. Vuorovaikutustavat ovat tässä tapauksessa rajoittuneet niihin, jotka älypuhelin ja kehys mahdollistavat (Farrell, 2018; Martín-Gutiérrez ym., 2017).

Yksi esimerkki älypuhelinpohjaisesta virtuaalitodellisuudesta on Google Cardboard, joka on Googlen kehittämä helppokäyttöinen ja matalan budjetin virtuaalikatselulaite. Se on päähän puettava kehys, johon älypuhelin asetetaan. Sillä voidaan luoda virtuaalilasit lähes mistä tahansa älypuhelimesta mahdollistaen helpon 360 asteen kuvien ja videoiden katsomisen Cardboard - yhteensopivan sovelluksen avulla. Käyttäjä pystyy liikkumaan ja valikoimaan objekteja liikuttamalla päätään, puhelimen sisäisten järjestelmien seurattessa pään liikettä. Käyttäjä pystyy valikoimaan ruudulla esiintyviä objekteja myös kehyksessä olevan manuaalisen painikkeen avulla (Brown & Green, 2016; Ray, 2016). Kehykset itsessään ovat yksinkertaisimmassa muodossaan nimensä mukaisesti pahvia muovisilla linsseillä, mutta valittavana on myös laadukkaampia ja tukevampia vaihtoehtoja. Se sopii hintansa ja helppoutensa puolesta hyvin oppimisympäristöihin. (Brown & Green, 2016; Lee ym., 2017). Sen matalan kustannuskynnyksen halutaan luovan lisää mielenkiintoa ja kehitystyötä virtuaalitodellisuussovelluksiin. Google tarjoaakin erilaisia ohjelmistokehityspaketteja Cardboard - sovellusten luomiseksi eri käyttöjärjestelmillä. (Ray, 2016). Rayn (2016) toteuttamassa tutkimuksessa selvisi, että Google Cardboard on kustannustehokas vaihtoehto opetuskäyttöön sen oppilaskohtaisten kustannusten jäädessä alhaiseksi. Se koettiin olevan helppokäyttöinen oppilaiden käytössä ja virtuaalitodellisuuden huomattiin parantavan huomattavasti oppimistuloksia sen käytön oppimisen jälkeen.

## 2.2.2 Tietokone/konsolipohjainen VR

Tietokone/konsolipohjainen VR käyttää hyväkseen tietokonetta tai pelikonsolia virtuaalisen kuvan tuottamiseen. Tässä tapauksessa käytössä ovat virtuaalitodellisuuslasit. Tiedonsiirto on mahdollista tehdä langallisen yhteyden kautta, langattoman lisäksi. Tietokone tai konsoli yhdistettynä VR – lasihin tarjoaa huomattavasti paremman VR – ympäristön tehokkaamman ja monipuolisemman laitteiston ansiosta. Näiden avulla on mahdollista seurata sijaintia ja liikettä sekä tarjolla on monenlaisia vuorovaikutustapoja, kuten katseenseuranta ja ohjaimet. Esimerkkejä tämän tyyppisistä virtuaalitodellisuuslaitteista ovat Oculus Rift ja HTC Vive (Farrell, 2018; Martín-Gutiérrez ym., 2017).

## 2.3 Virtuaalitodellisuus opetuksessa

VR – teknologiaa ei ole aiemmin pystytty hyödyntämään opetuksessa laajamittaisesti sen kustannusten ja hankalan saannin takia. Lisäksi saatavilla olevat virtuaalitodellisuusohjelmistot ovat olleet vajavaisia opetuskäyttöön ja niiden saatavuus heikkoa. Nykyään virtuaalitodellisuuden onnistuminen vaatii älypuhelimien ja päähän puettavan kehyksen, johon tämä älypuhelin asetetaan. Tämä mahdollistaa VR – teknologialle alhaiset kustannukset ja paremman saatavuuden (Oigara, 2018; Ray, 2016).

Pantelidis (2010) ja Martín-Gutiérrez ym. (2017) listaavat monia virtuaalitodellisuuteen liittyviä hyötyjä liittyen oppimiskokemuksiin:

- Oppijan tunteiden hyödyntäminen ja aktivoiminen
- Vuorovaikutuksen aktivoiminen
- Autenttiset ja relevantit oppimiskokemukset
- Rajoittamattomat ja toistettavat vaihtoehdot
- Oppijoiden korkeampi motivaatio ja huomion kiinnitys
- Objektien ja ympäristöjen tarkka kuvaus

Virtuaalitodellisuutta voidaan hyödyntää tehokkaana työkaluna oppimisen parantamisessa. Sen avulla oppijan älylliset, sosiaaliset ja tunteelliset kyvyt saadaan aktivoitua. Se rohkaisee vuorovaikutukseen ja motivoi oppimaan luomalla mielenkiintoisen ja hauskan oppimiskokemuksen vähentäen passiivista oppimista (Lee ym., 2017; Oigara, 2018; Pantelidis, 2010). VR mahdollistaa kokemuksellisen ja mukaansatempaavan oppimiskokemuksen, jossa oppijalla on välitön hallinta kokemuksesta. Oppija pystyy menemään virtuaalitalanteen läpi omassa tahdissaan, jolloin oppiminen ei ole sidottu oppituntiaika-tauluihin. Oppijat, joilla on erilaisia vammoja tai muita erityistarpeita pystyvät myös osallistumaan virtuaalioppimistilanteisiin tämän ollen normaalisti vaikeaa tai mahdotonta. Tutkimuksissa on huomattu, että virtuaaliympäristöt kiinnittävät huomion tehokkaammin ja motivoivat oppijaa olemaan vuorovaikutuksissa ympäristönsä kanssa (Huang, Rauch & Liaw, 2010; Martín-Gutiérrez

ym., 2017; Pantelidis, 2010). Oppimiskokemus muuttuu pelkistä tekstin ja kuvien kautta oppimisesta 3D - mallinnettujen objektien ja ympäristöjen kautta oppimiseen. Tämän mallinnuksen ansioista eri objekteja on mahdollista katsoa ja tutkia huomattavasti tarkemmin kuin normaalisti 2D - mallinnusten avulla. Ympäristöjä on mahdollista tutkia myös kauempaa suurempien kokonaisuuksien hahmottamiseksi. Tämä mahdollistaa uuden informaation paremman oppimisen ja muistamisen. (Lee ym., 2017; Pantelidis, 2010; Ray, 2016).

Motivaatiolla on suuri vaikutus henkilön oppimiseen. Motivoitunut henkilö keskittyy tehtävään tarkemmin ja panostaa siihen enemmän. Kohdatessaan hankaluuksia tehtävänratkaisussa, motivoitunut henkilö käyttää enemmän vaijaa ratkaistakseen ongelman. Henkilö käyttää enemmän kognitiivisia resurssejaan tehtävänratkaisuun. Immersiivisten virtuaalitodellisuusaktiviteettien on huomattu nostavan osallistujien motivaatiota, osallistumista ja mielenkiintoa. Tämä taas johtaa positiivisiin oppimiskokemuksiin. Korkeampi motivaatio kannustaa oppijaa keskittymään tehtäviin tarkemmin ja ratkaisemaan vaikeampia tehtäviä (Araiza-Alba ym., 2021; Parong & Mayer, 2018). Oppimistilanteiden mielekkyyteen ja niissä koettuun motivaatioon vaikuttaa myös oppijoiden omat oletukset omista kyvykkyyksistään. Mikäli oppija olettaa olevansa kyvykäs tehtävän suorittamiseen, hän keskittää enemmän voimavarojaan tehtävään ja osallistuu siihen aktiivisemmin. Oman kyvykkyyden arviointia on mahdollista positiivisesti vahvistaa antamalla palautetta tehdyistä tehtävistä. Virtuaalitodellisuuden avulla on mahdollista antaa välitöntä palautetta oppijalle ja näin ollen parantaa oppijan oletusta omista kyvyistään. Tämä taas parantaa motivaatiota tehtävää kohtaan (Parong & Mayer, 2018).

Virtuaalitodellisuus mahdollistaa yhteistyöhön perustuvan oppimisen vahvistamisen. Tällöin oppilaat toimivat ryhmässä jakaen ideoita ja kokemuksia yhteisessä oppimiskokemuksessa. Virtuaaliympäristöissä on mahdollista toimia ryhmissä ja olla vuorovaikutuksessa toisten käyttäjien hahmojen kanssa. Näin oppilaiden on mahdollista oppia ja vahvistaa sosiaalisia taitoja sekä ryhmätyötaitoja (Huang, Rauch & Liaw, 2010; Martín-Gutiérrez ym., 2017).

Farrell (2018) mainitsee, että virtuaalitodellisuuden vaikutuksista tehokkuuteen tehdyistä tutkimuksista ilmenee sen parantavan tehokkuutta koulu- tuksissa ja työtehtävissä. Hän listaa lukuisia oppijan etuja siihen liittyen. Näitä ovat:

- Helposti ymmärrettävä informaatio
- Tehtävien yksinkertaistaminen
- Itsevarmuuden lisäys
- Nopeampi pätevyys
- Kielen tärkeys vähäisempi

Virtuaalitodellisuuden avulla informaatio saadaan muokattua juuri sellaiseksi kuin tarvitaan. Sitä on helppo muokata käyttäjältä käyttäjälle, jolloin sen ymmärrettävyys paranee. Tehtävien muuttaminen sähköiseen muotoon mahdollistaa niiden virtaviivaistamisen. Käyttäjä voi opetella erilaisia skenaarioita loputtomasti virtuaaliympäristössä kasvattaen taitojaan kerta kerralta. Näin käyttäjä

pystyy toteuttamaan tehtäviä itsevarmuudella. Virtuaalitodellisuus ei vaadi työpisteiden käytöstä poisottoa tai liiallisten tehtävien läpikäyntiä. Sillä voidaan käydä tehokkaasti läpi juuri ne tehtävät, jotka vaaditaan. Tällöin pätevyys on mahdollista saavuttaa nopeammin. Kieli pystytään muokkaamaan oikeaksi jokaiseen opetustilanteeseen ja symboliset kielet vaativat vähemmän huomiota (Farrell, 2018).

Lisäksi tämä tuo etuja myös organisaatiolle. Näitä etuja ovat lyhyemmät koulutusajat, korkeampi työn laatu, vähentynyt fyysisten laitteiden tarve ja työntekijöiden nopeampi pätevytymisen. Koulutukseen ei tarvita omistaa niin paljon aikaa ja resursseja, kun koulutus tuotetaan sähköisesti. Fyysisiä laitteita ei tarvitse varata tai ostaa koulutustilanteita varten (Farrell, 2018).

Lee ym. (2017) ja Thompson ym. (2018) mainitsevat, että virtuaalitodellisuutta on hyödynnetty monenlaisissa erilaisissa käyttötarkoituksissa. Sen pääkohteita ovat olleet terapeuttiset, hoito- ja koulutussovellutukset. Sen avulla on voitu hoitaa terapeuttisesti stressiperäisiä sairauksia ja hoitaa käyttäjien ahdistusta. Koulutukseen sitä on käytetty lentäjien lentosimulaatioissa, fyysisten harjoitteiden tekemisessä, turvallisuuskoulutuksissa sekä monilla eri koulutusaloilla, kuten matematiikassa, biologiassa ja tähtitieteessä. Lee ym. (2017) mainitsevat, että tulokset ovat pääosin olleet oppijan kokemusta parantavia näissä tutkimuksissa.

## 2.4 Virtuaalitodellisuuden käyttö

Pantelidis (2010) mainitsee, että virtuaalitodellisuuden käyttö ei ole sopivaa kaikissa oppimistilanteissa vaan sen käyttö tulee aina suunnitella ja todeta tilanteeseen sopivaksi. Virtuaalitodellisuuden käyttö on sopivaa, jos:

- tarvitaan simulaatioita tai simuloitu ympäristö on tärkeä
- koulutus on turvallisempaa sen avulla tai vahingot olisivat oikeassa elämässä katastrofaalisia
- mallinnus on yhtä tehokasta kuin oikea opetusväline
- vuorovaikutus mallinnuksen kanssa on motivoivampaa kuin oikean opetusvälineen kanssa
- logistiset resurssit ovat rajalliset
- jaetut ryhmäkokemukset jaetussa ympäristössä ovat tärkeitä
- informaation ja symboleiden visualisointi ja manipulointi on tärkeää
- koulutustilaisuus tulee olla hyvin todellinen
- huomaamaton tulee tehdä huomattavaksi
- tietokoneuodut ympäristöt omaavat vain niiden mahdollistamia ominaisuuksia

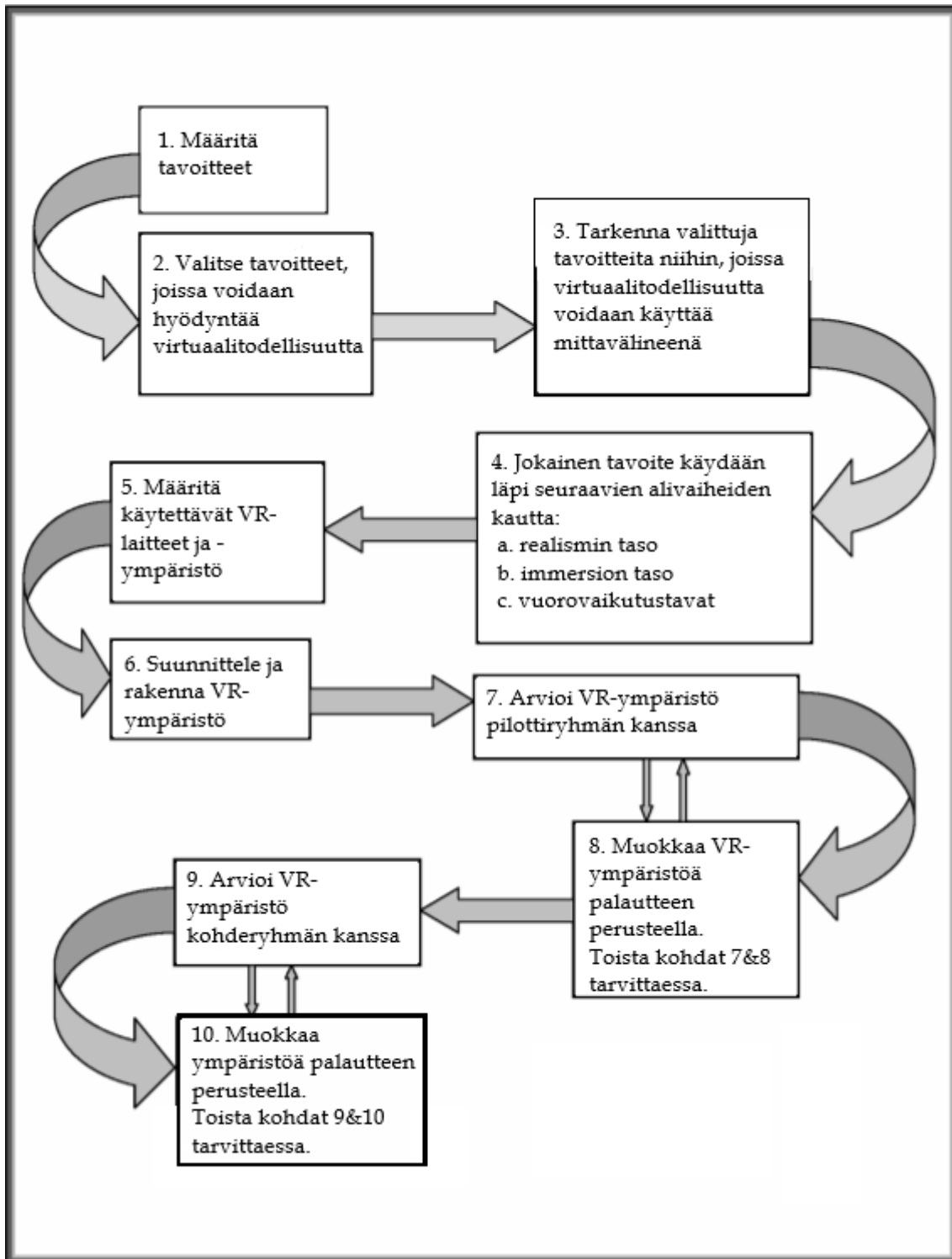


- oppimistilanteet vaativat liikkumista
- halutaan lisätä mielenkiintoa ja hauskuutta
- halutaan antaa vammautuneille käyttäjille mahdollisuus osallistua

Pantelidis (2010) mainitsee myös, että virtuaalitodellisuutta ei tulisi käyttää oppimistilanteissa tietyissä olosuhteissa. Tällaisia tilanteita ovat sellaiset, joissa opetusta ei voi korvata simulaatioilla tai vuorovaikutus oikeiden ihmisten kanssa on pakollista. Jos virtuaalitodellisuus aiheuttaa fyysistä tai henkistä vahingoa, sitä ei tule käyttää. Virtuaalitodellisuuden käyttö saattaa joissain käyttäjissä aiheuttaa simulaatioiden ja niissä käytettävien mallien oton totena. Lisäksi, jos sen käyttö on liian kallista tavoitteisiin nähden, sitä ei tulisi käyttää. Fowler (2015) toteaa myös omassa artikkelissaan, että virtuaalitodellisuuden käyttö tulee suunnitella jokaiseen opetustilaisuuteen sopivaksi. Jokainen opetustilaisuus on erilainen omaten omat tavoitteensa. Virtuaalitodellisuusympäristöön tulee lisätä ominaisuuksia, jotka tukevat näitä tavoitteita oikeassa suhteessa. Esimerkiksi teräväpiirtokuvan omaavan simulaation käyttö immersion syventämiseksi voi olla turhaa, jos halutaan testata tai harjoittaa käyttäjän vuorovaikutustaitoja. Myös erilaisten haptisten, auditiivisten ja visuaalisten palautelaitteiden käyttö tulee todeta sopivaksi opetustilanteeseen (Fowler, 2015).

VR - teknologian käyttö on erityisen soveltuvaa tietyissä opetustapauksissa. Ensimmäinen opetustapaus on sellainen, johon liittyy suuria riskejä oikeissa tilanteissa, kuten lentäjän tai sotilaan koulutus. Näitä koulutuksia on mahdollista toteuttaa ilman, että pahin mahdollinen riski toteutuisi oikeasti. Toinen opetustapaus on sellainen, jossa on erittäin vaikeaa tai mahdotonta saada koulutukseen vaadittavaa materiaalia fyysisesti paikalle. Esimerkiksi mekaanikon koulutuksessa tiettyjen vaikeasti saatavien osien käyttöön kuuluvan koulutuksen voisi korvata virtuaalisella koulutuksella. Kolmas opetustapaus pitää sisällään työvaiheita, jotka ovat hyvin tarkkoja ja niistä poikkeaminen ei ole sallittua tai se on hyvin riskialtista tai kallista. Virtuaalitodellisuuden avulla voidaan näyttää mahdolliset seuraukset ja vahvistaa käyttäjille miksi tietyt ohjeet ovat voimassa. Neljäs opetustapaus on luoda lihasmuistia ja automatisoituja toimenpiteitä. Virtuaalitodellisuuden avulla käyttäjä voi käydä tiettyjä työvaiheita loputtomasti läpi ja näin saada sen lihasmuistiin. Lisäksi uusia työvaiheita voidaan opetella vanhojen sekaan (Farrell, 2018).

Pantelidis (2010) esittelee 10 - vaiheisen mallin (kuvio 2), jonka avulla virtuaalitodellisuuden käytön sopivuutta kussakin oppimistilanteessa voi arvioida. Malli ottaa huomioon edellisten tutkimusten tulokset tietokonekuotujen simulaatioiden hyödyistä ja käytön syistä. Näiden vaiheiden avulla voidaan määrittää virtuaalitodellisuuden tarve koulutuksessa ja miten se säädetään koulutukseen sopivaksi.



KUVIO 2 Virtuaalitodellisuuden käytön määrittäminen suomennettuna (Pantelidis, 2010)

Kuviosta 2 nähdään Pantelidisin esittelemät kymmenen vaihetta virtuaalitodellisuuden käytön määrittämisestä.

Ensimmäinen vaihe on oppimistilanteen tai kurssin tavoitteiden määrittely. Jokaisella oppimistilanteella tulee olla selkeät tavoitteet mitä tilanteessa ha-

lutaan opettaa ja mitä oppilaiden halutaan oppivan. Tavoitteisiin sisällytetään asiat ja sisällöt, jotka oppilaiden tulisi osata oppimistilanteen jälkeen.

Toisessa vaiheessa oppimistilanteen tavoitteista kartoitetaan ne, joissa virtuaalitodellisuus voisi olla avuksi. Tässä kohtaa määritellään virtuaalitodellisuuden käytön tarpeellisuus. Kaikkia tavoitteita ei tarvitse ottaa mukaan virtuaalitodellisuustilanteisiin.

Kolmannessa vaiheessa määritellään valittua tavoitteiden listaa entistäkin tarkemmaksi. Tavoitteita kartoitetaan sen perusteella, voidaanko virtuaalitodellisuutta käyttää mittavälineenä tai tavoitteiden saavuttamisen välineenä. Valitaan ne tavoitteet, joissa virtuaalitodellisuuden käyttö tuo mitattavaa etua tai sen käyttö on muuten perusteltua.

Neljännessä vaiheessa käydään jokainen tavoite läpi kolmen alivaiheen kautta. Nämä simulaation realismin taso, immersion taso ja vuorovaikutustapojen määrittäminen. Oppimistilanteessa käytettävänä virtuaalitodellisuuden realismin taso halutaan määrittää oppimistilanteeseen sopivaksi. Joihinkin tilanteisiin sopii matalan tason realismi, jotkin tilanteet vaativat korkeamman realismin. Realismin tason nostaminen tarkoittaa tehokkaampien ja kalliimpien laitteiden hankkimista, jotta haluttu realismi voidaan saavuttaa laitteiden avulla. Matala realismi voidaan saavuttaa vähemmän tehokkailla laitteilla. Sama pätee immersion ja vuorovaikutustapoihin. Immersiota voidaan parantaa tehokkaammilla laitteilla ja apuvälineillä. Apuvälineitä voi olla käsissä käytettävät ohjaimet, haptiset palautelaitteet tai alusta, jolla voi liikkua. Kaikki nämä lisäävät realismin ja immersion tasoa, mutta tuovat lisää kustannuksia. Vuorovaikutustapoja virtuaalitodellisuustilanteissa on myös monia. Tulee siis suunnitella sopivat tasot ja tavat jokaiseen oppimistilanteeseen.

Viidennessä vaiheessa valitaan tarvittava laitteisto ja ohjelmisto neljännessä vaiheessa tehtyjen määritysten mukaisesti. Tämä tarkoittaa, että tulee hankkia tarpeeksi tehokas laitteisto ja tarvittavat apuvälineet, jotta halutut määritykset voidaan saavuttaa.

Kuudennessa vaiheessa luodaan virtuaalinen ympäristö itse ja tai se luodaan kolmannen osapuolen toimesta. Tässä tulee ottaa huomioon omat resurssit ja pystytäänkö itse luomaan virtuaaliympäristö. Virtuaaliympäristö löytyy myös valmiiksi tehtyinä niin voi tutustua mitä on jo valmiiksi saatavilla.

Seitsemännessä vaiheessa virtuaalinen ympäristö arvioidaan koeryhmän avulla. Koeryhmä käy valituilla laitteilla oppimistilanteen virtuaalitodellisuusympäristön läpi ja antaa palautetta siitä. Kahdeksannessa vaiheessa virtuaaliympäristöä muokataan ja parannetaan saadun palautteen perusteella käyttäjystävällisemmäksi ja tavoitteiden mukaiseksi. Vaiheet 7 ja 8 toistetaan tarvittaessa.

Yhdeksännessä vaiheessa virtuaaliympäristö käydään kohderyhmän kanssa läpi ja he pääsevät arvioimaan sen. Kymmenennessä eli viimeisessä vaiheessa virtuaaliympäristöä muokataan ja parannetaan kohderyhmältä saadun palautteen avulla. Näin virtuaaliympäristöstä saadaan juuri sellainen, joka sopii kohderyhmälle ja on tavoitteiden mukainen (Pantelidis, 2010).

## 2.5 Virtuaalitodellisuuden haasteet

Virtuaalitodellisuuden suurimpana haasteena ovat aina olleet hinta ja saatavuus. Oppimistarkoituksessa virtuaalilaseja tulee olla saatavilla lukuisia kappaleita, joten niistä koituvat kulut nousevat nopeasti korkeiksi ja kestävien lasien saanti voi olla vaikeaa. Virtuaalilaseihin liittyvien laitteiden ja ohjelmistojen käytön opettelu vaatii aikaa. Ne voivat aiheuttaa joissain käyttäjissä terveydellisiä ongelmia, kuten epilepsiaa tai pahoinvointia. Uusien teknologioiden sisällyttäminen opetusohjelmiin voi myös olla hankalaa tai jopa mahdotonta (Pantelidis, 2010)

Virtuaalikiusaaminen on yleistä nykypäivänä, joten se on myös mahdollista virtuaalitodellisuuden puitteissa. Virtuaaliympäristöissä voi olla myös mahdollista tuhota objekteja tai aiheuttaa muuten kaaosta. Kouluttajan tulee säätää sopivat säännöt virtuaaliympäristön käyttöön ja valvoa oppilaiden käyttäytymistä sekä puuttua häiritsevään käytökseen (Bonner & Reinders, 2018).

Virtuaalitodellisuuden toteuttaminen vaatii sopivan fyysisen ympäristön ja laitteiston. Jotta oikeanlainen koulutus ja oppiminen voidaan järjestää, tulee fyysisen ympäristön olla sellainen, jossa käyttäjät mahtuvat liikkumaan ja tekemään virtuaaliset harjoitteet. VR on teknologiana vielä uusi, joten monet ihmiset eivät ole sitä vielä päässeet käyttämään. Koulutustilaisuuksissa tulee ottaa huomioon eri ihmisten eri tavat ja ajat opetella teknologian käyttöä. Kouluttajien tulee olla päteviä opettamaan teknologian käyttöä. VR aiheuttaa myös pahoinvointia joissain käyttäjissä, joten se tulee ottaa huomioon. Laitteisto tulee valikoida niin, että se palvelee parhaiten koulutuskohdetta. Myös ohjelmisto tulee hankkia tai luoda itse. Ympäristön luominen tyhjästä vaatii huomattavasti enemmän työtä kuin sen hankkiminen valmiina. Lisäksi digitaalisen koulutusympäristön tavoitteet tulee olla selkeitä (Farrell, 2018; Southgate ym., 2019).

Jos käytössä on kolmannen osapuolen valmistamia sovelluksia, tulee niiden tietosuoja- ja tietoturvakäytänteistä ottaa selvää. Osa sovelluksista saattavat kerätä käyttäjän tietoja ja pyytää käyttöoikeutta niille kuulumattomille ominaisuuksille käyttäjien laitteissa. Näitä voidaan käyttää esimerkiksi käyttäjän sijainnin tarkkailuun tai mainosten kohdentamiseen. Ulkoisten sovellusten käytössä tulee olla tarkka ja valita käyttöön sellaiset, jotka eivät riko käyttäjän tietosuoja- tai tietoturvaa. Ulkoiset sovellukset käyttävät myös vaihtelevia hinnoiteltuja palveluidensa käyttöön, joten niiden kustannuksista on hyvä ottaa selvää ennen kuin sitoutuu niiden käyttöön. (Bonner & Reinders, 2018).

Southgate ym., (2019) huomasivat tutkimuksessaan, että lapset raportoivat virtuaalitodellisuuskokemuksen olevan välillä liiankin immerssiivinen ja mukaansatempaava. Virtuaalitodellisuus voi luoda käyttäjälleen tuntemuksen, että hän ei ole oma itsensä tai olevansa joku muu ollessaan simulaatiossa. Korkean immersion omaavat simulaatiot saattavat myös haitata oppimiskokemusta, koska suuri osa huomiosta voi mennä ympäristön tutkimiseen eikä käsillä olevan tehtävän suorittamiseen (Southgate ym., 2019). Araiza-Alba ym., (2021) mainitsevat tämän myös omassa tutkimuksessaan. Varsinkin uusien oppijoiden

kohdalla virtuaalitodellisuudessa tapahtuvissa oppimistilanteissa kognitiivinen kuorma voi ylittää sen mitä oppija pystyy käsittelemään. Näin ollen oppiminen sekä tehtävän suorittaminen häiriytyy ja tilanteesta tulee negatiivinen oppimiskokemus (Araiza-Alba ym., 2021).

### 3 OPPIMINEN SUOMALAISEN OPETUSSUUNNITELMAN MUKAISESTI

Nykypäivän teknologiapainotteisessa yhteiskunnassa tietotekniset tiedot ja taidot ovat kasvamassa jatkuvasti tärkeämmiksi. Informaatioteknologiaan liittyviä tietoja ja taitoja tarvitaan yhä useammalla alalla. Tulevaisuudessa tietoteknisten taitojen ja tietokoneiden kielen ymmärtämisen voidaan nähdä olevan välttämättömiä. Näiden taitojen oppiminen ja opetus onkin nostettu tärkeäksi asiaksi. Niiden opetus aloitetaan hyvin nuorena ja niiden oppiminen jatkuu koko koulutusuran ajan. Ohjelmointiin sekä algoritmiseen ja laskennalliseen ajatteluun rohkaistaan ja opetetaan yhä nuorempina. (García-Peñalvo & Mendes, 2018; Román-González, Pérez-González, & Jiménez-Fernández, 2017). Suomalaiseen perusopetuksen opetussuunnitelmaan päivitettiin vuonna 2016 mukaan tavoitteita ja tapoja algoritmisen ajattelun ja koodaamisen opettamiseksi (Koodiaapinen, 2020). Tässä luvussa käydään läpi suomalaisen perusopetuksen opetussuunnitelmaa ja miten siinä otetaan algoritmisen ajattelun ja ohjelmoinnin opetus huomioon. Lisäksi luvussa käydään tarkemmin läpi algoritmista ajattelua käsitteenä sekä tutustutaan fyysisen ja teknologia-avusteisen oppimisen käsitteisiin.

#### 3.1 Perusopetuksen opetussuunnitelma

Lapsille opetetaan nuorina ihmiskieliä kirjoittamista ja lukemista varten, luonnollisia kieliä liittyen fysiikkaan, kemiaan ja biologiaan sekä humanistisia kieliä sosiaalisia tarpeita varten. Nykypäivänä tärkeään asemaan on noussut myös digitaalisten kielten oppiminen. Tämä sisältää moninaisia informaatioteknologiaan liittyviä tietoja ja taitoja. Laskennallisen ajattelun ja koodilukutaidon nähdään olevan avainasemassa tähän. Koodilukutaitoinen ihminen osaa lukea ja kirjoittaa ohjelmointikieltä. Algoritmisen ajattelu tarkoittaa perimmäistä kognitiivista prosessia, joka mahdollistaa sen. Sitä voidaan soveltaa mihin tahansa vastaan tulevaan ongelmaan ohjelmoinnin ulkopuolellakin. Algoritmisen ajat-

telu on tehokas tapa tehostaa tieteiden, teknologian, tekniikan ja matematiikan opiskelua. Ne ovatkin nousseet mukaan opetussuunnitelmiin ympäri maailman sekä opettajien koulutusstandardeihin (García-Peñalvo & Mendes, 2018; Pawlowski ym., 2020; Román-González, Pérez-González & Jiménez-Fernández, 2017). Euroopan komissio on suuri algoritmisen ajattelun edistäjä tukien sen yhdistämistä koulujen opetusohjelmiin ja luoden tiedonantoja tietoteknisten taitojen kehittämiseksi (Kankaanranta, Lehto & Neittaanmäki, 2014; Pawlowski ym., 2020).

Suomalaisessa opetussuunnitelmassa tieto- ja viestintäteknologisen osaamisen opettaminen aloitetaan jo vuosiluokilla 1–2. Tällöin oppilaiden tavoitteena on jakaa ikäluokalle ominaisia kokemuksia digitaalisesta mediasta ja ohjelmoinnista. Tällöin aletaan myös opetella vaiheittaisten toimintaohjeiden muodostamista eli algoritmisen toiminnan harjoittelua. Vuosiluokilla 3–6 näitä osaamisia aletaan syventää. Oppilaiden on tarkoitus kokeilla ohjelmointia saaden käsityksiä ihmisen ja teknologioiden välisistä vuorovaikutuksista. Algoritmista ajattelua edesautetaan laatimalla algoritmisia ohjeita ja luomalla ohjelmia ohjelmointiympäristöissä. Näiden on tarkoitus innostaa ohjelmointiin ja osaaminen arvioidaan kuudennen luokan päätteeksi. Käsityön tunneilla voidaan opetella ohjelmointia robotiikan ja automaation avulla. Vuosiluokilla 7–9 osaamista syvennetään entisestään. Tällöin ohjelmointi integroidaan useiden eri oppiaineiden opintoihin. Algoritmista ajattelua kehitetään ja sovelletaan matematiikassa ja ohjelmoinnissa. Ohjelmointitaidot ja ongelmanratkaisutaidot algoritmista ajattelua käyttäen hyväksi arvioidaan vuosiluokan 9 päättyessä. Käsityössä ohjelmointia sovelletaan suunnitelmiin ja tuotoksiin (Koodiaapinen, 2020; Opetushallitus, 2016).

Opetussuunnitelma sisältää useita algoritmisen ajattelun osa-alueita tavoitteissaan ja tehtävissään. Oppilaiden halutaan oppivan laaja-alaista tiedonhankintaa, jota osataan hyödyntää itsenäisesti ja vuorovaikutuksissa muiden kanssa ongelmanratkaisutilanteissa. Eri näkökulmien sisällyttämiseen rohkaisutaan. Oppilaille halutaan tarjota ajankohtaista tietoa ja osaamista erilaisista teknologioista, joita tarvitaan arkipäivän elämässä. Erilaisten teknologioiden toimintaperiaatteet tehdään tutuksi ja järkeviin valintoihin kannustetaan. Uusia teknologioita hyödyntäviä oppimisympäristöjä opetellaan käyttämään, jotta oppilaiden monilukutaito kehittyy. Jokaisen oppilaan tulee olla mahdollista kehittää omaa tieto- ja viestintäteknologista osaamista (Kankaanranta, Lehto & Neittaanmäki, 2014).

Kaiken kaikkiaan tavoite on tukea oppilasta tieto- ja viestintäteknologian käytössä ja opettelussa. Niitä käytetäänkin monipuolisesti ja kattavasti kouluvuosien aikana. Tuloksena tulisi olla monipuoliset perustaidot ja osaaminen. Oppilaalla tulisi olla käytännön taitoja, kuten laitteiden ja ohjelmistojen hallintataitoja. Tiedonhallintataitoja, kuten tiedonhaku ja tiedonkäsittelytaitoja. Yhteistyötaitoja, kuten sähköpostin käytön ja pikaviestien osaamista. Lisäksi tulisi osata tietoturvan ja etiikan perusteet eli omien tietojensa turvaaminen ja yleisten käyttäytymisääntöjen noudattaminen (Kankaanranta, Lehto & Neittaanmäki, 2014)

### 3.2 Algoritminen ajattelu

Algoritmisen ajattelun määritelmästä on olemassa monia eri tulkintoja. Siitä käytetään myös nimeä laskennallinen ajattelu. Se koostuu taidoista, joita tarvitaan ongelmanratkaisuun informaatio- ja viestintäteknologioita hyödyntäessä. Oikean maailman ongelmia ratkaistaan käyttäen hyväksi informaatio- ja viestintäteknologioihin liittyvää ymmärrystä ja keskeisiä konsepteja, metodeja ja työkaluja. (Pawlowski ym., 2020). García-Peñalvo ja Mendes (2018) esittelevät artikkelissaan lukuisia tulkintoja algoritmisen ajattelun määritelmistä. Lyhyimmillään sen määritellään olevan ongelmanratkaisuun liittyvää ajatteluprosessia, jossa ratkaisut voidaan esittää laskennallisina askelina tai algoritmeina. Sen lisäksi sen määritellään olevan ongelmanratkaisuun käytettävää korkean tason abstraktiota ja algoritmista ajattelua. He itse määrittivät sen olevan laskennallisten lainalaisuuksien hyödyntämistä ajattelussa ja yleisessä toiminnassa. Ongelmanratkaisu on aktiivista datan prosessointia ja analysointia erilaisten konseptien ja teorioiden avulla. Ajattelutapa ei vaadi teknologian tai tietyn työkalun käyttöä vaan se tarjoaa avaimet omien työkalujen muodostamiselle mihin vain ongelmaan. Tarkoituksena on auttaa opiskelijoita muodostamaan vahvempia henkisiä malleja ongelmanratkaisuun, jotka ovat oleellisia tietoteknisissä taidoissa (García-Peñalvo & Mendes, 2018; Kankaanranta, Lehto & Neittaanmäki, 2014; Pawlowski ym., 2020).

Barr ja Stephensonin (2011) mukaan algoritminen ajattelu tarjoaa monia eri kyvykkyyksiä ongelmanratkaisuun. Olennaisimpiin kyvykkyyksiin kuuluvat ratkaisuvaihtoehtojen suunnittelu ja toteutus ongelmatilanteissa abstraktion, automaation, algoritmien ja datan analysoinnin avulla. Vaihtoehtojen testaus ja korjaus, mallintaminen, simulointi sekä systeemanalyysi ovat myös olennaisia. Abstraktion ja sen tasojen tunnistaminen sekä innovatiivisten ratkaisuiden luonti monipuolisissa tilanteissa ovat myös kyvykkyyksiä tärkeässä osassa algoritmista ajattelua. Se kannustaa myös ongelmanratkaisuun ryhmissä ja monipuolisten ratkaisustrategioiden käyttöön (Barr & Stephenson, 2011; Kankaanranta, Lehto & Neittaanmäki, 2014).

Román-González, Pérez-González ja Jiménez-Fernándezin (2017) mukaan algoritminen ajattelu liittyy kolmeen kognitiiviseen kykyyn. Nämä ovat sujuva päättelykyky, visuaalinen prosessointi ja lyhytkestoinen muisti. Sujuva päättelykyky tarkoittaa tarkoituksenmukaisia henkisiä ratkaisuita uusiin automaattisesti ratkaisemattomiin ongelmiin. Ratkaisut sisältävät johtopäätösten tekemistä, konseptien luomista ja muiden ongelmanratkaisutapojen käyttöä. Sujuvaan päättelyyn liitetään vahvasti induktiivisen ja deduktiivisen päättelykyvyn osaaminen. Visuaalisella päättelykyvyllä tarkoitetaan kykyä luoda, muistaa ja muokata visuaalisia kuvia ja tuntemuksia. Lyhytkestoinen muisti tarkoittaa ky-



kyä ymmärtää ja muistaa rajoitettu määrä informaatiota käsillä olevan aktiivisuuden ajan (Román-González, Pérez-González & Jiménez-Fernández, 2017).

Algoritminen ajattelun oppiminen tarjoaa myös alttiuksia useille arvoille, motivaatioille ja asenteille. Se auttaa kohtamaan monimutkaisia tilanteita itsevarmasti, tarjoaa sitkeyttä vaikeiden ongelmien edessä, kyvyn hallita epäselvyyksiä sekä avoimia ongelmia. Sen nähdään auttavan myös ryhmätilanteissa kannustamalla työskentelemään erilaisten näkemysten kanssa ja etsimään yhteistä tavoitetta samalla tunnistaen jäsenten omat vahvuudet ja heikkoudet (Barr & Stephenson, 2011).

### 3.3 Fyysinen oppiminen

Fyysisen oppimisen mukaan kehon fyysisillä liikkeillä on suuri merkitys kognitiiviselle toiminnalle. Fyysiset toiminnot tukevat kognitiivista toimintaa ja voidaan jopa nähdä kognitiivisen toiminnan tulevan fyysisistä toiminnoista. Oppimistilanteiden kognitiivinen taakkaa on mahdollista keventää fyysisillä toiminnoilla. Kognitio pohjautuu aistien ja motoristen aivojen toimintaan. Näin ollen fyysiset toiminnot avustavat uuden tiedon muodostamista ja oppimista. Keho ei ole täysin erillään mielen toiminnasta vaan ne toimivat yhdessä muodostaen kokemuksia ja mahdollistaen ihmisen oppivan uutta tietoa kokemusten kautta. Ihminen on jatkuvassa kanssakäymisessä ympäristönsä kanssa oppien uutta ja parantaen entisiä tietojaan omien kokemustensa pohjalta. Näitä kokemuksia saadaan henkisesti, käytännössä ja esteettisesti. Näiden yhdistelmänä muodostuu jokaisen oma älyllinen kokonaisuus (Araiza-Alba ym., 2021; Kaufman, 2021; Johnson-Glenberg ym., 2014; Kiefer & Trumpp, 2012; Stolz, 2015).

Johnson-Glenberg ym. (2014) kertovat kehon ja mielen yhteistyöstä kognitiivisissa prosesseissa. Heidän mainitsemisissaan tutkimuksissa todettiin, että toimintoja kuvaavien sanojen lukeminen aktivoi aivoista näitä toimintoja tekeviä alueita. Esimerkiksi sana ”nuolla” aktivoi suuta kontrolloivan alueen aivoista. Toisen tutkimuksen mukaan fyysiset toiminnot vaikuttavat muistiin. Eleiden on myös huomattu auttavan informaation ja mielikuvien muistamisessa (Johnson-Glenberg ym., 2014). Myös Kiefer ja Trumpp (2012) mainitsevat tutkimuksista, joissa koehenkilöitä pyydettiin opettelemaan toimintoja kuvaava sanasto. Koehenkilöt muistivat sanaston paremmin, kun niiden kanssa tehtiin kyseinen toiminto kuin ilman toimintoja. Muisti toimi myös paremmin, jos sanaan liitettiin toisen koehenkilön tekemä toiminto. Tämä vaikutus ei kuitenkaan ollut niin suuri kuin itse suorittamassa toiminnossa (Kiefer & Trumpp, 2012).

Fyysinen ohjelmointi tarkoittaa vuorovaikutuksellisten objektien suunnittelua ja toteutusta mahdollistaen oppilaiden mielikuvituksesta nousevien ideoiden fyysisen ja konkreettisen kehittämisen. Sen mukaan tietokoneaktiiviteista tulisi saada tulokseksi fyysisiä, kuten visuaalisia tai haptisia kokemuksia. Tietokoneiden ei haluta mahdollistavan vain passiivista oppimista vaan kannustavan myös aktiiviseen oppimiseen. Se on opetuksellinen runko, jonka tar-

koitus on mahdollistaa konkreettinen ongelman tunnistus sekä kannustaa terveellisiin, aktiivisiin fyysisiin aktiviteetteihin (Pawlowski ym., 2020).

Fyysisyys koostuu kolmesta osa-alueesta, joita ovat:

- Fyysinen syöte
- Fyysinen siirto
- Fyysinen tuotos

Opetustilanteen ongelma havaitaan ja koetaan oikeassa maailmassa. Oppilaan tulee mennä fyysisesti sinne missä ongelma voidaan todeta. Jokainen tietokoneaktiviteetti tulisi yhdistää fyysiseen aktiviteettiin. Oikean elämän ongelmatilanne tunnistetaan ja siirretään tietokoneaktiviteetiksi, jonka avulla sitä voidaan käsitellä laajemmin. Erilaisten laitteiden avulla oppimistilanteeseen voidaan lisätä fyysinen puoli antamalla haptista palautetta (Pawlowski ym., 2020).

Fyysiseen ohjelmointiin kuuluu olennaisesti prototyypit, joita voidaan luoda nopeasti, tutkia ja esitellä muille. Prototyyppien luonnissa tarkoituksena on luoda ratkaisutapoja tiettyyn ongelmaan. Erilaisten prototyyppien teko mahdollistaa vaihtoehtojen testauksen ja korjauksen vaatien kriittistä ajattelua. Oppilaat voivat tutustua ja testata erilaisia tapoja ratkaista ongelmia erilaisilla laitteilla. Käytössä voi olla mm. sensoreita, aktuaattoreita tai mikro-ohjaimia, joita pystytään käyttämään monin eri tavoin. Oppilaat näkevät mitkä osa vaikuttavat mihin ja miten vuorovaikutukset toimivat. Näiden kautta ohjelmointia ja algoritmista ajattelua voidaan kehittää fyysisin elementein. (Przybylla & Romeike, 2014).

Fyysinen ohjelmointi yhdistettynä uusiin teknologioihin vaatii paljon keskittymiskykyä ja kognitiivista prosessointia. Nuorille oppilaille tämä voi olla liikaa, jolloin keskittymisen herpaantuminen tai keskittyminen väärin asioihin johtaa heikompaan oppimistulokseen. Tässä tapauksessa kognitiivisen taakan keventäminen on aiheellista (Jin, Haynie & Kearns, 2016)

### 3.4 Teknologia-avusteinen oppiminen

Teknologia-avusteisella oppimisella tarkoitetaan oppimisprosesseja, joissa käytetään hyväksi teknologian mahdollisia oppimiskanavia. Näitä ovat esimerkiksi Internet, äänikirjat ja videot. Samankaltaisia käsitteitä ovat tietokoneavusteinen oppiminen ja E-oppiminen, joita käytetäänkin tarkoittamaan samoja asioita. Teknologia-avusteiseen oppimiseen kuuluu olennaisena lähiopetus. Sillä viitataan lähellä tapahtuvaan opetukseen, jossa opettaja ja oppilas ovat samassa tilassa. Teknologia-avusteinen oppiminen on kontekstisidonnaista ja personalisoitavissa. Se mahdollistaa oikeiden ja tarpeellisten oppimistilanteiden läpikäynnin juuri silloin kuin niitä tarvitaan. Oppilaan ei tarvitse opetella kaikkea vaadittavaa tietoa kerralla, vaan se voidaan jakaa jaettavaksi pienemmissä osissa (Koller, Harvey & Magnotta, 2006).

Teknologia-avusteisen oppimisen suurimmat edut ovat sen saatavuus, opiskelutahti, skaalaus, ajantasaisuus ja tehokas toteutus. Sähköinen oppimateriaali on saatavilla missä vain ja milloin vain. Näin oppilaan on mahdollista opiskella omassa aikataulussaan. Koska toteutus on sähköinen niin opiskelupaikkojen määrää on mahdollista kasvattaa huomattavasti ilman suurempia resurssikustannuksia. Sähköistä materiaalia on myös mahdollista päivittää jatkuvasti ajantasaiseksi, jolloin oppilaille saadaan aina oikea informaatio oikeaan aikaan. Näiden ansiosta oppimisprosessi on mahdollista virtaviivaistaa mahdollisimman tehokkaaksi (Koller, Harvey & Magnotta, 2006). VR - teknologia voidaan laskea mukaan teknologia-avusteiseen oppimiseen, koska siinä käytetään hyväksi monia erilaisia teknologisia laitteita ja se täyttää kaikki edellä mainitut kriteerit.

Etujen mukana tulee myös haasteita. Teknologiaosaaminen on eri oppilailta eri tasoilla, joten se voi tuottaa ongelmia. Kaikki oppilaat eivät ole myös halukkaita osallistumaan teknologia-avusteisiin oppimistilanteisiin asenteiden tai pelkojen takia. Helppo osallistuminen mahdollistaa myös helpon poisjättäytymisen kursseilta. Vammautuneilla ihmisillä voi olla vaikeuksia teknologioiden kanssa. Sähköiset sisällöt voivat olla toistensa kanssa yhteensopimattomia, joka voi johtaa korkeisiin ylläpito- ja muuntokuluihin. Materiaalien tuottaminen voi osoittautua kalliiksi (Koller, Harvey & Magnotta, 2006).

## 4 VIRTUAALITODELLISUUDEN HYÖDYNTÄMINEN OPPIMISESSÄ

Nykypäivän oppilaat elävät keskellä teknologian yhdistämää maailmaa. Lapset ja nuoret viettävät päivittäin huomattavasti aikaa verkossa toisiinsa kytketyillä laitteilla. Tämä aika käytetään pelien pelaamiseen, merkityksellisten kokemusten ja päivittäisten tapahtumien jakamiseen. Nuoret ovat oppineet aktiivisesti jakamaan kokemuksiaan digitaalisessa ympäristössä. Opettajien haasteena on vastata nykynuorten uudenlaisiin aktiivisiin oppimistarpeisiin. Vanhanaikaiset opetusmenetelmät tuottavat pahimmillaan passiivisia ja huonosti motivoituneita oppilaita. Opettajat voivat turvautua virtuaalitodellisuuteen sen tuomilla uusilla aktiivisilla oppimismahdollisuuksilla (Abd Majid & Shamsudin, 2019; Hu-Au & Lee, 2017). Tässä luvussa käydään läpi aikaisemmissa tutkimuksissa todettuja virtuaalitodellisuuden ja virtuaalitodellisuusaktiviteettien vaikutuksia oppimiseen. Lisäksi tarkastellaan virtuaalitodellisuuden suhdetta suomalaiseen opetussuunnitelmaan.

### 4.1 Virtuaalitodellisuuden vaikutukset oppimiseen

Virtuaalitodellisuudesta on pitkään povattu suurta tekijää opetuslalle niin opetuksen kuin oppimisen tason parantamiseksi. Se ei ole varsinaisen uutta teknologiaa, mutta viimeisen vuosikymmenen aikana teknologian kehittyminen on mahdollistanut sen käyttöönoton laajemmalla mittakaavalla. Virtuaalitodellisuuslaitteiden kustannukset ovat alentuneet ja ominaisuudet parantuneet, mikä tekee siitä varteenotettavan vaihtoehdon opetustilanteisiin. Yksinkertaisin virtuaalitodellisuusympäristö voidaan toteuttaa pelkän älypuhelimien ja päähän puettavan kehyksen kanssa. Tämä vaihtoehto on pätevä vaihtoehto opetustilanteisiin sen helppouden ja halpuuden ansiosta. Vaativamman virtuaaliympäristön toteutus vaatii tehokkaamman virtuaalitodellisuuslaitteen. Opetustilanteista riippuen VR-laitteelta vaaditaan tiettyjä ominaisuuksia, jotka tulee selvittää

laitteita hankkiessa. Virtuaalitodellisuudella on todettu monia erilaisia vaikutuksia oppimiseen aikaisemmissa tutkimuksissa, mitkä esitellään taulukossa 2.

TAULUKKO 2 Virtuaalitodellisuuden vaikutukset oppimiseen aiemmissa tutkimuksissa

Lähde	Edut	Haitat
Araiza-Alba ym. (2021)	Kognitiivinen rasitus, jos ympäristö luotu taitotason mukaan Motivaatio Sitoutuminen Tehokkuus	Keskittymiskyky Kognitiivinen rasitus, jos liikaa opeteltavaa
Bonner & Reinders (2018)		Tietosuoja Tietoturva Virtuaalikiusaaminen
Farrell (2018)	Koulutusaika Lihasmuisti Turvallisuus	Pahoinvointi
Hamilton ym. (2020)	Käden taidot Sitoutuminen Visualisointi Yhteistyö	Keskittymiskyky Kognitiivinen rasitus, jos liikaa opeteltavaa Perinteiset tavat voivat olla tilanteeseen sopivampia
Huang, Rauch & Liaw (2010)	Erytistarpeet Motivaatio Yhteistyö	
Johnson-Glenberg ym. (2014)	Looginen päättely Motivaatio Muisti Sosiaaliset taidot Yhteistyö	
Lee ym. (2017)	Motivaatio Muisti	Perinteiset tavat voivat olla tilanteeseen sopivampia
Martín-Gutiérrez ym. (2017)	Aktiivinen oppiminen Erytistarpeet Motivaatio Yhteistyö	
Oigara (2018)	Aktiivinen oppiminen Motivaatio	
Pantelidis (2010)	Aktiivinen oppiminen Erytistarpeet Motivaatio Muisti Turvallisuus Yhteistyö	Fyysinen tai henkinen vahinko Kustannukset Pahoinvointi Perinteiset tavat voivat olla tilanteeseen sopivampia
Parong & Mayer (2018)	Motivaatio Osallistuminen	Keskittymiskyky Kognitiivinen rasitus, jos liikaa opeteltavaa
Ray (2016)	Muisti	
Southgate ym. (2019)	Motivaatio Yhteistyö	Keskittymiskyky Kustannukset Pahoinvointi

Virtuaalitodellisuus mahdollistaa oppimisen kognitiivisella ja fyysisellä tasolla. Fyysisten aktiviteettien liittäminen oppimistilanteisiin voi vahvistaa oppimiskokemusta. Virtuaalitodellisuuden ominaisuudet auttavat muuntamaan käyttäjän itsensä oppimisen ja ymmärtämisen työkaluksi (Thompson ym., 2018). Virtuaalitodellisuus laajentaa oppimiskokemusta lisäämällä fyysisen puolen vuorovaikutustilanteisiin. Oppimisesta tulee fyysistä oppimista, kognitiivisen puolen lisäksi. Fyysiset toiminnot vaikuttavat kognitiiviseen toimintaan ja näin olleen oppimiseen. Fyysisten toimintojen, kuten eleiden ja objektien liikuttelun, on huomattu vaikuttavan oppimiseen. Simulaatiot aktivoivat myös oppilaita, jotka eivät olleet aktiivisia ei-simulaatiovaiheissa (Bonner & Reinders, 2018; Southgate ym., 2019).

Southgate ym. (2019) huomasivat tutkimuksessaan, että oppilaat olivat lähtökohtaisesti hyvin halukkaita käyttämään virtuaalitodellisuuslaitteita. Virtuaalitodellisuuden todettiin mahdollistavan syvää, yhteistyöhön perustuvaa oppimista. Lapset saattoivat tehdä yhteistyötä jatkuvasti, vaikka heillä ei ollut sillä hetkellä tehtäviä tehtävänä. Johnson-Glenberg ym. (2014) ja Hamilton ym. (2020) tukevat myös tätä väitettä, mainiten artikkeleissaan tutkimuksia, joissa VR mahdollisti oppimistilanteissa tapahtuvan kommunikaation ja vuorovaikutusten syvällisemmän ymmärryksen. Yhteistyöllinen oppiminen parantaa oppimistuloksia, järjelykykyä, muistia, motivaatiota ja sosiaalisia taitoja (Johnson-Glenberg ym., 2014).

Araiza-Alba ym. (2021) huomasivat tutkimuksessaan, että immersiiiviset virtuaalitodellisuusoppimistilanteet auttoivat lapsia suoriutumaan tehtävissä tehokkaammin kuin ryhmät, jotka hyödynsivät perinteisempiä tapoja. Virtuaalitodellisuutta käyttäneet lapset eivät myöskään keskeyttäneet tehtävää yhtä nopeasti kuin muut ryhmät. Syyksi tälle he esittelivät oppimistilanteeseen liittyneet fyysiset toiminnot. Virtuaalitodellisuus lisäsi myös lapsien mielenkiintoa ja motivaatiota. Mielenkiinnon lisääntyessä lapset paneutuvat tehtävään tarkemmin. Lapset osasivat siirtää tiedon, jonka he oppivat virtuaalitodellisuuden avulla, oikeaan tilanteeseen (Araiza-Alba ym., 2021).

Parong & Mayer (2018) huomasivat tutkimuksessaan, että oppijoiden motivaatio, mielenkiinto ja osallistuminen oli korkeammalla tasolla kuin vastaavalla ryhmällä, joka käytti opetustilanteessa diaesitystä.

Hamilton ym. (2020) käyvät läpi artikkelissaan läpi lukuisia oppimisvaikutuksia, joita virtuaalitodellisuudella on huomattu olevan erilaisissa tutkimuksissa. Suurin osa heidän läpikäymistään kognitiivisista tutkimuksista totesivat virtuaalitodellisuudella olevan oppimisetuja verrattuna perinteisiin oppimistapoihin. Tällaisia ovat visualisointia, kokeita ja objektien manipulointia vaativat tilanteet. Suuremman keskittymisen ja sitoutumisen oppimistilanteeseen nähtiin olevan syynä parempiin oppimistuloksiin. Opeteltavien asioiden visualisointi auttaa oppilaiden käsityskyvyn parantamisessa varsinkin oppilailta, joilla on vaikeuksia ymmärtää monimutkaisia abstrakteja ongelmatilanteita. Virtuaalitodellisuuden käyttö tietojenkäsittelytieteiden ja ohjelmistotuotannon opiskelemisessa osoittautui tehokkaaksi. VR:ää hyödyntäneet oppilaat pärjäsivät

vät testeissä selkeästi paremmin kuin vertailuryhmät pitkällä aikavälillä (Hamilton ym., 2020).

Kädentaitoja vaativissa oppimistilanteissa virtuaalitodellisuudella huomattiin myös olevan etuja. Insinööri- ja lääketieteen opiskelijat oppivat tiettyjä työvaiheita nopeammin virtuaalitodellisuuden avulla kuin normaalein opetustavoin. Opiskelijat pystyivät toteuttamaan oikeat työvaiheet oikeassa järjestyksessä tehokkaammin (Hamilton ym., 2020).

Virtuaalitodellisuuden graafikoiden tason noustessa virtuaaliympäristöissä on mahdollista näyttää laadukasta teräväpiirtokuvaa. Tämä edesauttaa korkeamman immersion saavuttamisessa. Saman ympäristön tutkiminen virtuaalitodellisuudessa on huomattu olevan tehokkaampi tapa oppia kuin normaalisti mobiililaitteen ruudulta, oppilaiden saadessa korkeampia pisteitä testeissä (Hamilton ym., 2020). Lee ym. (2017) mainitsevat kuitenkin tutkimuksessaan, että sisällönjakamisjärjestelmänä VR ei tuota yhtä suuria etuja verrattuna tavallisiin 2D - järjestelmiin. Tämän vahvistavat myös osa tutkimuksista, jotka Hamilton ym., (2020) esittelevät artikkelissaan. Tutkimuksessa kahdelle eri ryhmälle näytettiin sama video, mutta eri laitteilla. Toinen ryhmä katsoi videon virtuaalilaseilla ja toinen katsoi saman videon tablet-tietokoneella. Sisällön uutuudenviehätys, luotettavuus tai ymmärrettävyys ei juurikaan lisääntynyt eri alustojen välillä. Oppilaat kuitenkin nauttivat oppimiskokemuksesta enemmän, kun käytössä oli virtuaalilasit. Tutkimuksessa mainitaan, että oppimiskokemuksen nauttimisen parantaminen ja tylsistymisen estäminen ovat keinoja parantaa oppilaiden toimintakykyä ja vähentää akateemisia kamppailuja oppimisen suhteen (Lee ym., 2017).

Virtuaalitodellisuudella voi olla myös negatiivisia vaikutuksia oppimiseen verrattuna perinteisiin oppimistapoihin, mitkä useat tutkimukset osoittavat. VR on suhteellisen uusi teknologia, johon kaikki eivät ole vielä pystyneet tutustumaan. Sen käytön opettelu vaatii aikaa ja opetustilanteissa tämä aika on pois itse tehtävän oppimiselta. Visuaalisesti tarkat ja rikkaat VR - ympäristöt voivat vaatia oppilaalta paljon kognitiivista keskittymistä, jolloin keskittyminen herpaantuu käsillä olevista tehtävistä. Joissain tilanteissa perinteiset opetustavat voivat siis osoittautua tehokkaammiksi opetustavoiksi (Hamilton ym., 2020) Myös Parong & Mayer (2018) huomasivat tutkimuksessaan, että virtuaaliympäristössä tapahtuvien objektien liike voi viedä keskittymisen pois itse tehtävästä ja näin haitata oppimista. Keskittymistä haittaa myös se, jos oppimistilanne ei ole oppijan hallittavissa. Oppija ei välttämättä pysty kontrolloimaan tai pysäyttämään virtuaalitodellisuusaktiiviteettia ja näin hän ei pysty käsittelemään tapahtunutta ennen kuin jo uusi tilanne tulee esille (Parong & Mayer, 2018).

## 4.2 Fyysisten virtuaalitodellisuusaktiiviteettien vaikutukset oppimiseen

Algoritmisen ajattelun on todistettu vaikuttavan nuoriin oppilaisiin monin eri tavoin. Oppilaat ovat käyttäneet hyväksi uusia työkaluja ongelmanratkaisussa, ovat tulleet tutuiksi yrittämisen ja epäonnistumisen (trial-and-error) kanssa ja heidän ympärillensä on muodostunut yhdessä toimimisen kulttuuri (Barr, & Stephenson, 2011).

Johnson-Glenberg ym. (2014) testasivat tutkimuksessaan fyysisten toimintojen vaikutusta oppimiseen yhdistetyn todellisuuden avulla. He saivat siitä tulokseksi, että fyysiset toiminnot paransivat oppimistuloksia tavallisiin opetus-tapoihin verrattuna. Heidän mukaansa mitä enemmän tarkoituksen- ja johdonmukaisia fyysisiä toimintoja oppimistilanteeseen voidaan liittää, sitä tehokkaampi oppimistilanteesta tulee. Teknologia-avusteiset fyysiset aktiiviteetit mahdollistavat tehokkaan ja yhteistyöllisen oppimisen, jota on mahdollista toteuttaa koulujen opetusohjelmien puitteissa (Johnson-Glenberg ym., 2014). Araiza-Alba ym., (2021) huomasivat tutkimuksessaan, että virtuaalitodellisuusaktiiviteeteilla voidaan vähentää oppijoiden kognitiivista kuormaa. Fyysiset toiminnot tukevat kognitiivisia prosesseja ja näin auttavat oppimisessa. Ympäristön virtuaalinen luominen vähentää mielikuvituksen käyttöä ja näin kognitiivista taakkaa (Araiza-Alba ym., 2021).

Fyysisellä oppimisella on potentiaalia parantaa yleisesti oppimiskokemuksia kaikissa oppiaineissa. Lasten akateemisen menestyksen ja kognitiivisen toiminnan on huomattu kasvavan fyysisten oppimistilanteiden kautta. Matematiikan, fysiikan ja kielten opiskeluun sovelletut fyysiset aktiiviteetit ovat parantaneet niissä pärjäämistä. Kielten opiskelussa aktiiviteetit ovat parantaneet informaation ymmärtämistä, muistamista ja käsityskykyä. Toisen kielen sanojen muistaminen on ollut helpompaa niihin liitettyjen toimintojen ansiosta. Liikkumiseen pohjautuvilla peleillä on huomattu olevan positiivinen vaikutus lyhytkestoiseen muistiin. Fyysinen oppiminen kehittää myös lasten motorisia taitoja ja kannustaa terveellisiin elämäntapoihin (Kosmas, Ioannou & Zaphiris, 2019).

Fyysiset oppimisaktiiviteetit voivat vaikuttaa myös henkisesti. Niillä on mahdollista parantaa itsetehokkuutta, onnellisuutta ja motivaatiota. Aktiivinen kanssakäyminen opiskelukavereiden kanssa kannustaa sosiaalisten taitojen kehittämiseen ja pelimäiset oppimisaktiiviteetit motivoivat nuoria sekä nostavat positiivisia tunteita pinnalle niiden aikana (Kosmas, Ioannou & Zaphiris, 2019).

## 4.3 Virtuaalitodellisuus ja suomalainen opetussuunnitelma

Suomalaisessa opetusohjelmassa halutaan kehittää oppilaiden algoritmista ajattelua ja tieto- ja viestintäteknologisia taitoja. Algoritmiseen ajatteluun liitetään



aktiiviset yhteistyötaidot ja erilaisten ratkaisuvaihtoehtojen suunnittelu- ja toteutustaidot. Fyysiseen ja teknologia-avusteiseen oppimisteorioihin sekä läpikäytyihin tutkimuksiin perustuen virtuaalitodellisuus pystyy tarjoamaan vaihtoehtoja ja parantamismahdollisuuksia näiden taitojen kehittämisessä. Koulutusten luojien vastuulla onkin luoda opetustilanteita, joissa virtuaalitodellisuutta voidaan hyödyntää parhaimmalla tavalla.

Algoritmisen ajattelun ja koodilukutaidon nähdään olevan tärkeitä taitoja nyt ja lähitulevaisuudessa. Jatkuvasti kehittyvä teknologia ja sähköiset palvelut vaativat tietoteknistä osaamista yhä useammilla aloilla. Näiden taitojen opetus halutaankin aloittaa jo nuorena. Suomalaisessa peruskoulun opetusohjelmassa algoritmista ajattelua ja ohjelmointitaitoja aletaan opettaa ja kehittää asteittain vuosiluokalta toiselle. Peruskoulun päätyttyä oppilaalla tulisi olla ohjelmointitaitoja ja algoritmisen ajattelun taitoja, jotka auttavat jokapäiväisten ongelmien ratkaisemissa. Kaiken kaikkiaan oppilaalla tulisi olla monipuolinen tieto- ja viestintäteknologian osaaminen. Opetusohjelmassa mainitaan myös yhteistyötaitojen kehittäminen osana algoritmista ajattelua. Algoritmisen ajattelun muita tärkeitä osia ovat ratkaisuvaihtoehtojen suunnittelu ja analyysi sekä toteutus erilaisten työkalujen avulla.

Kaiken kaikkiaan virtuaalitodellisuudella on todettu olevan lukuisia hyötyjä oppimistilanteissa useiden tutkimuksien mukaan. Virtuaalitodellisuuden käyttö tulee kuitenkin aina todeta opetustilanteeseen sopivaksi. Päteviä opetustilanteita ovat simulaatioita tai turvallisuutta vaativat tilanteet. Sen avulla voidaan myös kasvattaa aktiivisuutta ja yhteistyöllisyyttä. Kaikki opetustilanteet eivät hyödy VR – teknologian käytöstä vaan vaikutus voi olla jopa negatiivinen. Yhtä tehokkaita oppimistuloksia on myös mahdollista saavuttaa perinteisillä opetustavoilla. Tämän teknologian käyttöön liittyy muitakin haasteita, jotka tulee ottaa huomioon sitä käytettäessä. Se on uusi teknologia, jonka opettelu vaatii aikaa. Eri ihmiset käyttävät teknologiaa eri tavoin, joten tulee ottaa huomioon ihmisten teknologiataidot ja -asenteet. Se voi myös laukaista terveydellisiä ongelmia, kuten epilepsian tai pahoinvoinnin. Kaiken kaikkiaan koulutustilaisuuden tulee olla käyttäjälähtöisesti suunniteltu.

## 5 EMPIIRISEN TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Tässä luvussa esitellään tässä pro gradu - tutkielmassa käytetty tutkimusmenetelmä, tutkimuskohde sekä lisäksi aineiston keruu- ja analysointitavat. Ensimmäinen kappale sisältää tutkimusmenetelmän esittelyn. Toisessa kappaleessa esitellään tutkimuskohde. Kolmannessa eli viimeisessä kappaleessa esitellään aineiston keruu- ja analysointitavat. Tämä sisältää alakappaleina aineiston keruuseen käytetyt virtuaalitodellisuusskenaarioiden kyselyrungot.

### 5.1 Tutkimusmenetelmä

Tämän pro gradu - tutkielman empiirinen osuus on toteutettu monimenetelmällisenä tutkimuksena. Monimenetelmällisessä tutkimuksessa käytetään hyväksi laadullisia ja määrällisiä tutkimusmenetelmiä. Monimenetelmällisen tutkimuksen tarkoituksena on hyödyntää laadullisen ja määrällisen tutkimuksen hyviä puolia, minimoiden niiden heikkouksia. Määrällisen tutkimuksen tavoitteena on kerätä aineistodataa, joka on mitattavissa ja analysoitavissa tilastomenetelmin. Näin voidaan mitata esimerkiksi, miten jokin uusi toimintatapa vaikuttaa tutkittavaan prosessiin. Laadullisessa tutkimuksessa pyritään selittämään ja tulkitsemaan tarkemmin tutkittavaa kohdetta. Tutkimuskysymystä päästään tarkastelemaan tarkemmin, kun sitä tutkitaan laadullisten sekä määrällisten aineistojen ja analyysien avulla. (Sukamolson, 2007; Williams, 2007).

Tutkimusmenetelmänä kyselyt mahdollistavat suuren aineistomäärän keräämisen halutulta kohderyhmältä. Kyselyt kohdistetaan kohderyhmän mukaisesti, jotta heidän on mahdollisimman helppo vastata kysymyksiin. Kyselyt ovat monipuolinen informaation keräystyökalu, jonka avulla voidaan vertailla ja selittää erilaisia asenteita, käyttäytymistä ja tietoutta. Kyselyn luomiseksi tulee ensin määrittellä tutkimuksen tavoitteet. Kysymysten tulisi tukea tavoitteiden saavuttamista (Kitchenham & Pfleeger, 2001). Näin kysely vastaa siihen mitä halutaan tutkia. Tavoitteiden tulee olla selkeitä. Yleisimmät tavoitteet koskevat aihealueen ilmiöiden tekemistä selkeämmiksi tai jonkin uuden toiminta-

tavan vaikutusten mittausta olemassa oleviin prosesseihin. Kyselyiden halutaan vastaavan tavoitteisiin mahdollisimman tehokkaasti. Tehokas kysely onnistuu, kun siihen ei vaikuta ennakkokäsitykset, se on suunniteltu kohderyhmälle ymmärrettäväksi ja sen analysointiin löytyy tarvittavat resurssit. Kyselyt tulee kohdistaa sopivalle otosryhmälle kohderyhmästä. Kohderyhmällä tarkoitetaan ihmisryhmää, jota tutkimuksen aihe vaikuttaa. Otosryhmä on pienempi osa kohderyhmää. Otosryhmän tulokset voidaan vaatimusten täytyessä yleistää koko kohderyhmään. (Kitchenham & Pfleeger, 2002a; Kitchenham & Pfleeger, 2002d). Kysymykset tulee olla muotoiltu niin, että otosryhmä osaa vastata niihin merkityksellisesti. Tämä vaatii tutustumista otosryhmään ja heidän olemassa olevaan taitotasoon aiheeseen liittyen. Kysymykset voivat olla suljettuja tai avoimia. Suljetut kysymykset ovat helpompia analysoida, koska ne jättävät vähemmän tilaa väärintulkinnalle. Avointen kysymysten avulla voidaan saada merkityksellisempiä ja henkilökohtaisempia vastauksia. Kysymysten avoimuus tulee määrittää kyselyn tavoitteiden mukaisesti. Kyselyn luojan tulee tarkistaa kysymykset niiden luotettavuuden ja validiteetin osalta. Kysymykset ja vastausvaihtoehdot eivät saa johdatella vastaajaa vastaamaan tietyllä tavalla. Kysymysten tulee olla neutraaleita, jotta vastaukset ovat mahdollisimman totuudenmukaisia. (Kitchenham & Pfleeger, 2002b; Kitchenham & Pfleeger, 2002c).

Tämän tutkimuksen kyselyiden vastausvaihtoehdot toteutettiin pääosin likert-asteikolla. Kyselyyn osallistujat vastaavat kuinka paljon he ovat samaa mieltä erilaisten väittämien ja kysymysten kanssa. Tyypillinen likert-asteikko tarjoaa vastausvaihtoehdot asteikolla 1–5 tai sanoitettuna täysin eri mieltä – täysin samaa mieltä. Likert-asteikkoa on käytetty ja kehitetty vuosien aikana eri tavoilla. Tyypillisimmät tavat käyttää sitä ovat, että sitä käytetään yksittäisiin likert-tyyppisiin kysymyksiin tai kysymysten vastauksia voidaan yhdistellä likert-asteikon luontiin. Asteikkoa voidaan muokata lisäämällä siihen lisää asteita tai lisäämällä 0 vastausvaihtoehdoksi. Tyypillinen asteikko on symmetrinen, mutta siitä voidaan tehdä myös asymmetrinen lisäämällä enemmän vastausvaihtoja neutraalin vastauksen jommallekummalle puolelle. (Boone & Boone, 2012; Joshi, Kale, Chandel & Pal, 2015).

Kyselyn luonnin jälkeen tulisi olla selvillä kyselyn tavoitteet ja kysymysten tarkoitukset. Kun kysely on pidetty, niin tulee dokumentoida kuka kyselyyn vastasi, miten kysely pidettiin ja mitä jatkotoimia kyselyyn liittyen pidettiin. (Kitchenham & Pfleeger, 2002c).

## 5.2 Tutkimuskohde

Tämä pro-gradu tutkielma toteutettiin osana Erasmus+ - rahoitteista COTA-projektia. COTA-projektin tavoitteena on kehittää uusia laskennalliseen ajatteluun ja ongelmanratkaisuun liittyviä oppimis- ja opetusratkaisuita alakouluikäisille. Tutkielman otosryhmäksi valikoitui Seinäjoen Ahonkylän koulun viidennen luokan oppilaat. Tutkielman ja koko projektin kohderyhmänä toimii alakouluikäiset oppilaat, joten tämä otosryhmä edustaa haluttua kohderyhmää.

Tutkimus toteutettiin Ahonkylän koululla luokkahuoneopetuksessa. Viidennen luokan oppilaiden asenteet ja taidot virtuaalitodellisuuteen liittyen ovat sopivalla tasolla, jotta niistä saadaan merkityksellistä aineistoa. Tutkimukseen osallistuneen otosryhmän koko oli 48 oppilasta, joilta jokaisen huoltajalta saatiin suostumus tutkimukseen osallistumiseen.

### 5.3 Aineiston keruu ja analysointi

Tämän tutkimuksen aineisto kerättiin kyselyiden ja havainnoinnin avulla. Kyselyt sisälsivät sekä laadullisia että määrällisiä kysymyksiä. Pääosa kysymyksistä toteutettiin määrällisinä, likert-asteikolla vastattavina kysymyksinä. Havainnoinnin avulla pyrittiin keräämään laadullista aineistoa ja siitä on apua kyselyiden tulosten tukemisessa. Havainnointi mahdollistaa myös ryhmädynamiikan tutkimisen.

Kyselyt ja havainnointi tapahtui luokkahuoneessa järjestetyssä opetustilaisuudessa. Opetustilaisuuksia oli kaksi 45 minuutin sessiota kahdelle eri ryhmälle. Opetustilaisuuden tarkoituksena oli käydä virtuaalisella luokkaretkellä erikseen valituissa kohteissa virtuaalitodellisuuslasien avulla. Kohteisiin liittyvien kyselyiden ja oppimistilanteen havainnoinnin avulla mitattiin oppilaiden motivaatiota, yhteistyökykyä, sosiaalisuutta, aktiivisuutta, hahmottamiskykyä ja lyhytkestoista muistia. Pedagogisena lähestymistapana opetustilaisuudessa oli tekemällä oppiminen ja teknologian avulla oppiminen. Opetustilaisuudessa pyrittiin näyttämään materiaaleja, jotka liittyivät jollain tapaa koulussa opetettavaan oppiaineisiin. Materiaalit koskivat oppiaineita maantiede, biologia, luonnontiede ja ympäristötieto. Virtuaalitodellisuuden käyttö vaati myös teknologisia taitoja. Jokaisella oppilaalla oli käytössään älypuhelin ja pahviset virtuaalitodellisuuskehys, joihin älypuhelin kytkettiin.

Opetustilaisuus alkoi lyhyellä johdatuksella virtuaalitodellisuuteen ja ohjeilla, miten virtuaalitodellisuuslaseja käytetään. Yksi 45 minuutin opetustilaisuus sisälsi 3 erilaista virtuaalitodellisuusskenaariota. Jokaisessa skenaariorissa jokainen oppilas havainnoi virtuaalitodellisuuslasien avulla virtuaaliympäristöä. Jokaisen virtuaalitodellisuusskenaarion jälkeen pidettiin lyhyt keskustelu ja oppilaat saivat vastata skenaarioon liittyviin kysymyksiin. Kyselyt toteutettiin Google Formsien kautta. Oppilaille näytettiin ohje, minkä avulla he pääsivät vastaamaan kyselyyn. Lisäksi tiedusteltiin mahdollisesta pahoinvoinnista virtuaalitodellisuuslasien käyttöön liittyen. Kolmannen skenaarion jälkeen pidettiin loppukysely. Kyselyiden lisäksi oppilaiden toimintaa seurattiin havainnoimalla. Havainnoinnin avulla otettiin ylös omat muistiinpanot, jotka esitellään myöhemmässä kappaleessa.

Opetustilaisuudelle määritettiin seuraavat tavoitteet:

- Oppilaat ymmärtävät virtuaalitodellisuuden peruskäsitteen
- Oppilaat pääsevät testaamaan virtuaalitodellisuutta

- Oppilaat saavat erilaisia kokemuksia virtuaalitodellisuudesta
- Oppilaat pääsevät tutustumaan eri maissa sijaitseviin kulttuurikohteisiin
- Oppilaat oppivat tunnistamaan tunnetuimpia kulttuurikohteita
- Oppilaat pääsevät tutustumaan erilaisiin maantieteellisiin ympäristöihin
- Oppilaat pääsevät näkemään erilaisia kasvillisuusvyöhykkeitä

Opetustilaisuus rakennettiin niin, että se tuki näitä tavoitteita. Virtuaalitodellisuusskenaarioissa näytetyt materiaalit pyrittiin valitsemaan niin, että ne tukivat myös näitä tavoitteita.

### 5.3.1 Virtuaalitodellisuusskenaario 1

Ensimmäisessä virtuaalitodellisuusskenaariossa oppilaille näytettiin virtuaalitodellisuusvideo YouTubesta (National Geographic, 2016). Opetustilanteessa näytettiin oppilaille yksityiskohtaiset ohjeet, miten päästä älypuhelimella kyseiseen videoon. Videon avulla oppilaat pääsivät seuraamaan tutkimusryhmän etenemistä Antarticalla. Tämän videolla tarkoituksena oli näyttää oppilaille Etelämantereen ympäristöä ja eläimiä. Video on myös lyhyt, joten se toimi nopeana opastuksena virtuaalitodellisuuslaitteiden käyttöön ja niihin tutustumiseen. Oppilaat havainnoivat virtuaalitodellisuusympäristö videon tahdissa eivätkä päässeet itse vaikuttamaan videon tapahtumiin. Liikuttelemalla päätään oppilaat pystyivät katsomaan ympärilleen videossa. Videon katsomisen jälkeen oppilaille pidettiin lyhyt kysely siihen liittyen.

Kyselyssä oli yksi kysymys, joka on esitelty liitteessä 1. Tähän kysymykseen annettiin neljä vastausvaihtoehtoa, joista kaksi oli oikein. Tämä kysely pidettiin tarkoituksella lyhyenä, koska alkuun haluttiin testata kyselyiden ja virtuaalitodellisuuslaitteiden toimivuus.

### 5.3.2 Virtuaalitodellisuusskenaario 2

Toisessa virtuaalitodellisuusskenaariossa oppilaat pääsivät tutustumaan maailman seitsemään ihmeeseen erillisen materiaalin kautta (Virtanen, n.d). Materiaali oli jaettu Google Polyn kautta. Valitettavasti Google sulki Poly-palvelun 30.6.2021 ja tähän materiaaliin ei ole enää pääsyä. Materiaali sisälsi kuvia jokaisesta maailman seitsemästä ihmeestä ja siihen pääsi tutustumaan virtuaalilasien kautta. Oppilaiden oli mahdollista katsoa kuvassa ympärilleen liikuttelemalla päätään. Lasien avulla ruudulta pystyi avaamaan infopisteitä, joista sai lisätietoa kyseisestä ihmeestä. Oppilaiden oli tarkoitus käydä läpi kaikki seitsemän ihmettä ja tutustua niihin liittyviin tietoihin. Tämän jälkeen pidettiin kysely,

jossa he vastasivat ihmeisiin liittyviin kysymyksiin. Kyselyn tarkoituksena oli mitata lyhytkestoista muistia.

Toisen virtuaalitodellisuusskenaarion kyselylomake on esitelty liitteessä 1. Jokaiseen kysymykseen oli yksi oikea vastaus. Oikeat vastaukset löytyivät jokaisen ihmeen infopisteistä. Oppilaille annettiin 15 minuuttia käydä materiaali läpi ja tämän jälkeen vastattiin kysymyksiin.

### 5.3.3 Virtuaalitodellisuusskenaario 3

Kolmannessa virtuaalitodellisuusskenaariossa tutustuttiin muita materiaaleja vauhdikkaampaan ympäristöön. Video oli parin minuutin matka maailman ympäri (AirPano VR, 2020). Tämä materiaali jaettiin YouTubesta ja materiaali-  
muotona oli video. Oppilaat pääsivät vaikuttamaan videoon liikuttelemalla päätään, jolloin he pystyivät katselemaan ympärilleen. Oppilaat havainnoivat virtuaaliympäristöä videon tahdissa. Video sisälsi useita kulttuurikohteita ympäri maailmaa. Videon tarkoituksena oli, että oppilaat pääsevät näkemään erilaisia ympäristöjä ja kulttuurikohteita. Video sisälsi myös useita kohteita maailman seitsemästä ihmeestä. Videon jälkeen oppilaille pidettiin kysely videoon liittyen.

Kolmannen virtuaalitodellisuusskenaarion kyselylomake on esitelty liitteessä 1. Ensimmäiseen kysymykseen löytyi kuusi (6) oikeaa vastausta. Toiseen kysymykseen löytyi kolme oikeaa vastausta. Materiaalissa näkyi nopeasti oikeat vastaukset, joten kyselyllä pyrittiin testaamaan havainnointikykyä ja lyhytkestoista muistia.

### 5.3.4 Loppukysely

Kaikkien virtuaalitodellisuusskenaarioiden jälkeen oppilaille pidettiin loppukysely. Loppukyselyn vastaukset kerättiin vapaana sanana, määritetyillä vastausvaihtoehdoilla ja likert-asteikolla. Likert-asteikoksi määritettiin:

- 1 = täysin eri mieltä
- 2 = jokseenkin eri mieltä
- 3 = ei samaa eikä eri mieltä
- 4 = jokseenkin samaa mieltä
- 5 = täysin samaa mieltä

Loppukysely oli jaettu kahteen osaan. Loppukyselyn ensimmäisen osan tarkoituksena oli kerätä aineistoa oppilaiden motivaatiosta virtuaalitodellisuutta kohtaan sekä toisen osan tarkoitus oli mitata hahmottamiskykyä ja immersiota virtuaaliympäristöissä. Loppukyselylomake on esitelty liitteessä 2.

Ensimmäinen kysymys esitettiin avoimena kysymyksenä eli oppilaat saivat vastata tähän omin sanoin. Viidenteen kysymykseen tarjottiin vastausvaihtoehtoina kyllä tai ei. Muihin kysymyksiin vastattiin likert-asteikolla. Näiden

vastausten pohjalta analysoidaan otosryhmän motivaatio virtuaalitodellisuutta kohtaan likert-asteikolla.

Hahmottamiskykyyn, teknologiaan ja immersioon liittyvää aineistoa kerättiin jo aiemmin kyselyillä, mutta myös loppukyselyssä. Ensimmäinen ja toinen kysymys olivat monivalintakysymyksiä ja vastausvaihtoehtoina näytetyt videot. Muihin kysymyksiin vastattiin likert-asteikolla. Näiden vastausten ja aikaisempien kyselyiden pohjalta analysoidaan oppilaiden hahmottamiskykyä ja immersiota virtuaalitodellisuustilanteissa. Näiden vastausten perusteella analysoidaan myös oppilaiden teknologisia valmiuksia.

Loppukyselyn kahden eri osion pohjalta analysoidaan oppilaskohtainen keskiarvo likert-vastauksille ja näiden pohjalta lasketaan koko otoksen eli kaikkien vastaajien keskiarvo. Tällä saadaan selville positiivisten, neutraaleiden ja negatiivisten kokemusten kokonaismäärät virtuaalitodellisuuden kanssa. Näin saadaan myös selville kokonaisvaltainen likert-asteikon tulos, miten virtuaalitodellisuus on vaikuttanut motivaatioon, immersioon ja teknologiseen osaamiseen.

### 5.3.5 Havainnointi

Kyselyiden lisäksi aineistoa hankittiin havainnoimalla opetustilaisuutta. Havainnoilla pyrittiin seuraamaan oppilaiden yhteistyökykyä, sosiaalisuutta, aktiivisuutta ja teknologian käyttöä. Seuraavat kysymykset olivat apuna aineiston hankinnassa:

- Yhteistyökyky
  - Tekevätkö oppilaat yhteistyötä?
- Sosiaalisuus
  - Puhuvatko oppilaat keskenään aktiivisesti skenaarioiden välissä?
  - Ovatko oppilaat innostuneita? (yleinen oppilaiden tunnetila?)
- Aktiivisuus
  - Ovatko oppilaat aktiivisia virtuaalitalanteissa?
  - Osallistuvatko oppilaat aktiivisesti keskusteluun?
- Teknologia
  - Miten virtuaalitodellisuuden käyttöönotto sujuu?

Lisäksi havainnoilla hankittiin aineistoa myös ennalta-määrittämättömiin kysymyksiin, jotka tulivat ilmi vasta opetustilaisuudessa. Tällaisia ovat esimerkiksi älylaitteiden ja virtuaalitodellisuusmateriaalien toimivuus. Havainnoinnin tarkoituksena oli tutkia miten oppilaat toimivat virtuaalitodellisuustilanteessa ja näin hankkia aineistoa, jota ei pelkillä kyselyillä saisi hankittua. Havainnointiaineistolla pyritään tukemaan kyselyiden tuottamia vastauksia.

## 5.4 Luotettavuus ja validiteetti

Tutkimuksen luotettavuudella tarkoitetaan mittausten johdonmukaisuutta. Tutkimuksen luotettavuutta voidaan mitata eri tavoin. Yksi luotettavuuden mittari on, että tutkimus on toistettavissa samanlaisin tuloksin. Tämä tarkoittaa, että jokin muu tutkimusryhmä pystyisi tekemään saman tutkimuksen ja päätyisi samoihin tuloksiin (Baskarada, 2014; Price, Jhangiani & Chiang, 2015). Toinen luotettavuuden mittari on, että tutkimukseen osallistujat vastaavat samantyyppisiin kysymyksiin samalla tavalla. Kysymykset, jotka mittaavat samaa asiaa, tulisi samalta vastaajalta tulla samansuuntaiset vastaukset. Kolmanteen luotettavuuden mittariin liitetään se, että tutkimuksen valvojat ovat johdonmukaisia. Jos tutkimuksella on useampi valvoja niin heidän tulisi tulkita tuloksia johdonmukaisesti samalla tavalla. (Price, Jhangiani & Chiang, 2015).

Luotettavuuden mittaamiseksi tulee olla aikaisempaa tutkimusmateriaalia aihealueesta. Aikaisempi tutkimusmateriaali auttaa tulkitsemaan kyselyiden tuloksia. Jos samanlainen tutkimus on toteutettu aikaisemmin niin uuden kyselyn tuloksia, voidaan verrata aikaisempaan. Luotettavuuden yksi riskitekijä on tutkijan puolueellisuus. Tutkijan omat tiedot aihealueesta ja halutut tulokset voivat vaikuttaa kysymysten luontiin. Kysymykset tulisi luoda mahdollisimman neutraaleiksi, kysymyksiä tulee olla tarpeeksi laajasti, niiden tulee olla oikeassa järjestyksessä ja vastausvaihtoehtojen tulee olla sopivia kysymyksiin nähden. Näin kyselyt pysyvät mahdollisimman luotettavina, eikä kysymykset tai vastausvaihtoehdot ohjaa vastaajaa vastaamaan tietyllä tavalla. (Kitchenham & Pfleeger, 2002b; Kitchenham & Pfleeger, 2002c).

Tämä tutkimus on toistettavissa ja samansuuntaisia tuloksia on saatu aiemmin samantyyppisistä tutkimuksista. Näitä aikaisempia tuloksia on esitelty myös osana tätä tutkimusta. Empiirisen tutkimuksen tuloksia analysoi vain yksi henkilö, joten analysointi pysyy johdonmukaisena. Kyselyissä esitetyt kysymykset pyrittiin muodostamaan niin, että ne eivät ohjanneet vastaamaan tietyllä tavalla ja kaikille vastaajille annettiin rauha vastata haluamallaan tavalla. Kyselyt pyrittiin jaottelemaan tietyn tyypin perusteella, jotta niistä voidaan vetää yleinen käsitys mitattavasta asiasta, kuten esimerkiksi motivaatiosta.

Tutkimuksen ja kyselyiden validiteetilla tarkoitetaan sitä, että tutkimus tai kysely vastaa siihen mihin sen halutaan vastaavan. Tutkimuksen mittaustapojen tulisi vastata esitettyihin tutkimuskysymyksiin ja ottaa ne huomioon kokonaisuudessaan. Vastaajien vastausten tulisi korreloida eri kysymysten kanssa, mitkä mittaavat samaa asiaa (Price, ym., 2015). Validiteetti laskee, jos kyselyihin vastaajat palauttavat tyhjiä vastauksia. Kyselyt tulee toteuttaa niin, että niihin saadaan merkityksellisiä vastauksia. Tyhjien ja merkityksettömien vastausten kohdalla tulee arvioida, poistetaanko ne kokonaan vastauksista (Kitchenham & Pfleeger, 2003). Kysymykset tulee toteuttaa niin, että vastaajat haluavat vastata niihin. Matala vastausprosentti laskee validiteettia. Vastausprosenttia on mahdollista saada korkeammaksi nostamalla vastaajien motivaatiota. Motivaation nostamista voidaan tehdä useammalla tavalla, kuten tarjoamalla jokin lahja ky-



selyn vastaamisen jälkeen. Tehokas motivaation nostaja on kertoa vastaajille, että kyselyiden tulosten avulla pyritään kehittämään heidän työskentelytapojaan tai -ympäristöä. (Kitchenham & Pfleeger, 2002b; Kitchenham & Pfleeger, 2002c; Kitchenham & Pfleeger, 2003).

Kyselyt muodostettiin niin, että tutkimuskysymykseen saatiin merkityksellisiä vastauksia. Vastaukset ryhmiteltiin niin, että tietyt kysymykset mittasivat samaa asiaa. Kysymyksiä olisi voinut olla enemmän ja hieman laajemmin kuin tutkimuksessa lopulta oli. Kyselyt pyrittiin kuitenkin pitämään lyhyinä, koska otosryhmänä oli alakouluikäiset oppilaat. Osaan kyselyistä tuli ylimääräisiä vastauksia ja osaan osa oppilaista jätti vastaamatta. Tyhjien vastausten määrä ei kuitenkaan ollut merkittävä. Kyselyiden pääpaino oli loppukyselyssä, johon jätti 3 oppilasta vastaamatta.

## 6 EMPIIRISEN TUTKIMUKSEN TULOKSET

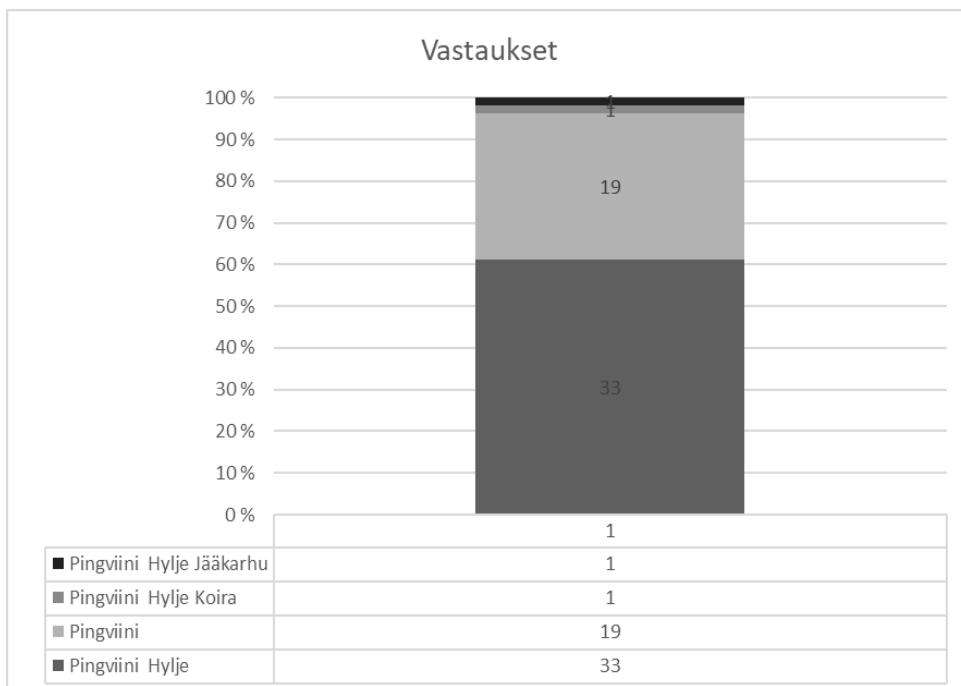
Tässä luvussa esitellään tämän pro gradu - tutkimuksen empiirisen osion tulokset. Empiirinen tutkimus on toteutettu monimenetelmällisenä tutkimuksena. Monimenetelmällisessä tutkimuksessa käytetään hyväksi laadullisia ja määrällisiä tutkimusmenetelmiä. Tutkimusmenetelmänä käytettiin kyselyitä ja havainnointia. Ensimmäisessä luvussa esitellään virtuaalitodellisuusskenaarioihin liittyneiden kyselyiden tulokset. Luku on jaettu alalukuihin, joissa esitellään tarkemmin kyselyiden eri osiot. Toisessa luvussa esitellään loppukyselyn tulokset. Tämäkin luku on jaettu alalukuihin, joissa esitellään kyselyiden eri osiot. Viimeisessä luvussa esitellään havainnoinnin tulokset.

### 6.1 Virtuaalitodellisuusskenaarioiden kyselyiden tulokset

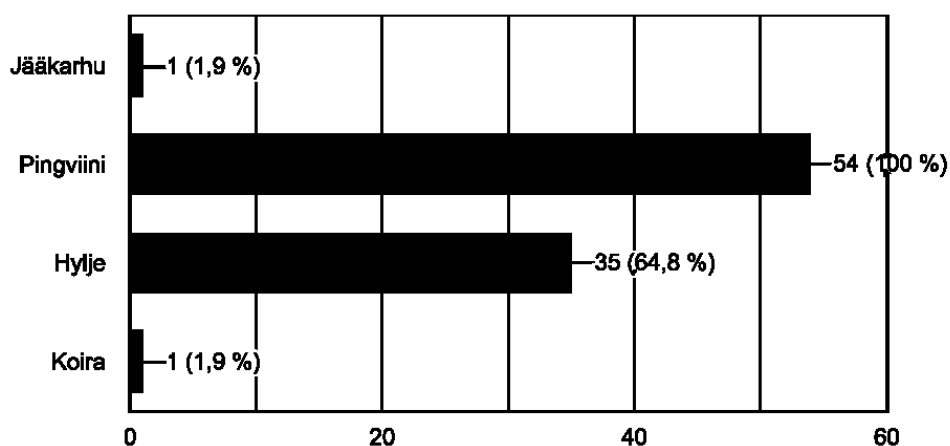
Tässä pro gradu - tutkimuksessa oppilaat kävivät läpi erilaisia virtuaalitodellisuusskenaarioita ja vastasivat niiden perusteella kyselyihin. Skenaarioita ja niihin liittyviä kyselyitä oli kolme. Seuraavissa alaluvuissa esitellään jokaisen kyselyn tulokset.

#### 6.1.1 Ensimmäinen kysely

Ensimmäisessä kyselyssä oppilaat katsoivat tutkimusryhmän matkaa Antarticalla virtuaalitodellisuuslasien kautta. Oppilaiden tehtävänä oli havainnoida ympäristöään ja lopuksi kysyttiin mitä eläimiä he näkivät videolla. Kyselyyn tuli yhteensä 54 vastausta, vaikka kyselyyn osallistujia oli 48. Ylimääräisiä vastauksia oli siis 6 kappaletta, mutta ne laskettiin mukaan vastauksiin. Oikeita vastausvaihtoehtoja oli kaksi, pingviini ja hylje. Ensimmäisen kyselyn vastaukset on esitelty kuviossa 3 ja vastausprosentit kuviossa 4. Vastausprosentit ja määrät on laskettu 54 vastauksen mukaan.



KUVIO 3 Ensimmäisen kyselyn vastausmäärät

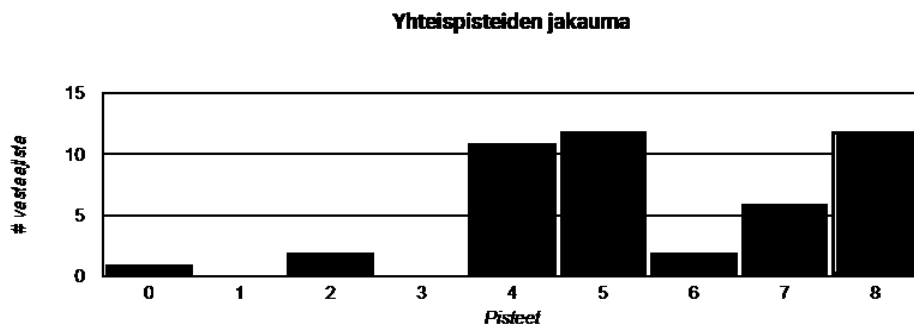


KUVIO 4 Ensimmäisen kyselyn vastausprosentit

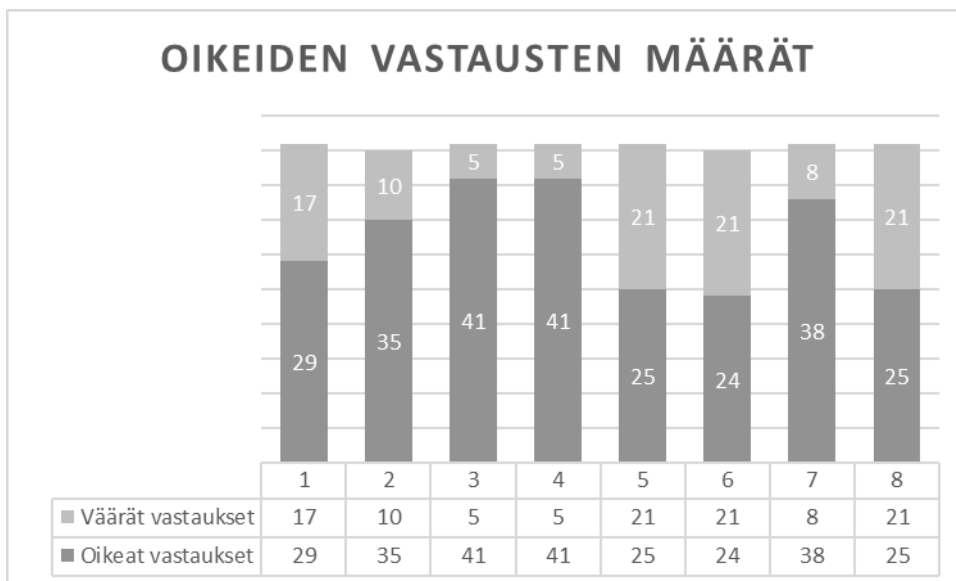
Kuviosta 3 ja 4 nähdään, että kaikki oppilaat (100%) saivat toisen vastauksista oikein. Täysin oikeita vastauksia (pingviini + hylje) tuli 33 / 54 kappaletta eli 61%. 35 / 54 oppilasta eli 64,8% sai toisen vastausvaihtoehdoista oikein. Täysin väärää vastauksia ei tullut ollenkaan. Väärät vastausvaihtoehdot tulivat vastauksissa, joissa oli kummatkin muut vastausvaihtoehdot oikein. Tätä kyselyä ei pisteytetty vaan sitä käytettiin testaamaan oppilaiden havainnointikykyä ja virtuaalitodellisuusmateriaalien käyttöä.

## 6.1.2 Toinen kysely

Toisessa virtuaalitodellisuusmateriaalissa oppilaat pääsivät tutustumaan maailman seitsemään ihmeeseen ja oppimaan lisää kohteista. Tähän materiaaliin liittyvässä kyselyssä oli kahdeksan kysymystä, joista jokaisessa oli yksi oikea vastaus. Tämä kysely pisteytettiin ja oikeasta vastauksesta sai yhden pisteen. Materiaalin ja kyselyn tarkoituksena oli mitata oppilaan lyhytkestoista muistia ja havainnointikykyä. Toisen materiaalin kanssa oli ongelmia, joten tämä vaikutti osaltaan vastauksiinkin. Kuviosta 5 näkyy kyselyn yhteispisteiden jakauma. Kuviosta 6 näkyy oikeiden vastausten prosenttimäärät kysymyskohtaisesti.



KUVIO 5 Toisen kyselyn yhteispisteiden jakauma



KUVIO 6 Toisen kyselyn oikeiden vastausten määrät

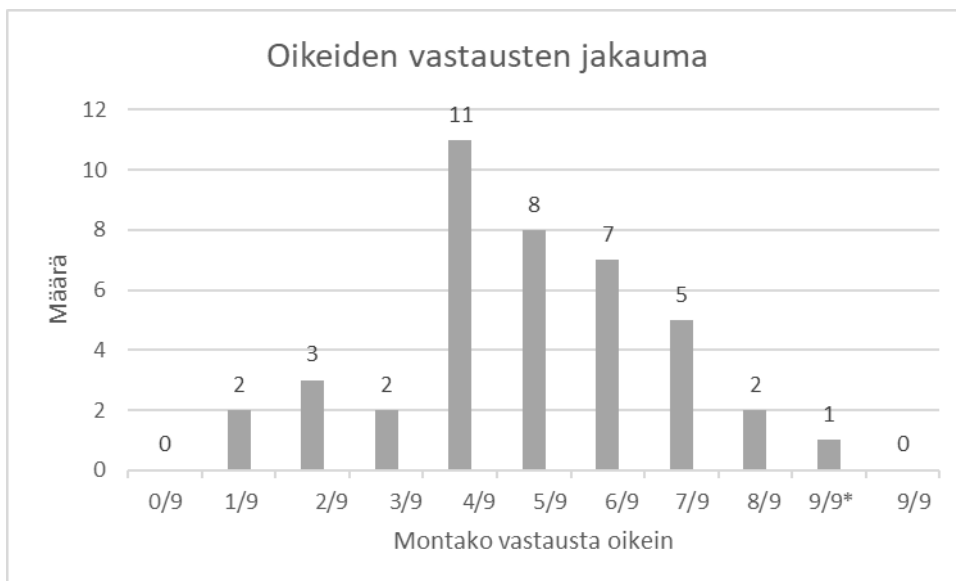
Yhteensä tähän kyselyyn tuli 46 vastausta eli 2 oppilasta jätti tähän vastaamatta. Kysymyksiin 2 ja 6 tuli yksi vastaus vähemmän eli 45. Todennäköisesti tähän oli syynä, että he eivät saaneet materiaalia auki. 12 oppilasta sai kaikki vastaukset oikein. 6 oppilasta sai 7/8 oikein. 2 oppilasta sai 6/8 oikein. 12 oppilasta sai 5/8 oikein ja 11 oppilasta sai 4/8 oikein. Vain 2 oppilasta sai 2/8 oikein ja vain 1 oppilas sai 0/8 oikein. Pistemäärät näkyvät esitettynä kuviossa 5. Pisteiden keskiarvo on  $5,61/8$ . Pisteiden mediaani on 5. Pistealueena on 0–8.

Kuviosta 6 nähdään kysymyskohtaiset oikeiden vastausten määrät. Eniten oikeita vastauksia tuli kysymyksiin 3 ja 4. Oikeiden vastausten prosenttimäärä näissä kysymyksissä on 89,10%. Vaikein kysymys oli kysymys numero 6. Tähän tuli 21 oikeaa vastausta 45 vastauksen seasta eli oikeiden vastausten prosenttimäärä oli 53,30%. Kuvioista nähdään, että lähes kaikki oppilaat saivat kyselystä vähintään puolet oikein.

### 6.1.3 Kolmas kysely

Kolmannessa materiaalissa oppilaat pääsivät matkaamaan maailman ympäri virtuaalitodellisuusympäristössä ja tutustumaan erilaisiin kulttuurikohteisiin. Mukana oli muuan muassa osa aiemmassa materiaalissa näytetyistä maailman seitsemästä ihmeestä. Tähän kyselyyn tuli yhteensä 41 vastausta, joten 7 oppilasta jäi vastaamatta. Kyselyssä oli kaksi kysymystä ja molemmat olivat monivalintakysymyksiä. Ensimmäisessä kysymyksessä oli 6 oikeaa vastausta 10 vaihtoehdosta ja toisessa kysymyksessä 3 oikeaa vastausta 7 vaihtoehdosta. Tätä tehtävää ei pisteytetty.

Ensimmäiseen kysymykseen täysin oikeita vastauksia eli missä vastattiin kaikki 6 vastausta oikein, mutta ei yhtään ylimääräistä, tuli 0. Vastauksia, joissa oli mukana kaikki 6 oikeaa vastausta, tuli 2. Kaikki vastaajat saivat vähintään yhden oikein. Toiseen kysymykseen tuli myöskin 0 täysin oikeaa vastausta. Vastauksia, joissa oli oikeat vastausvaihtoehdot, tuli 4. Vääriä vastauksia, joissa ei yhtään vastausvaihtoa oikein, tuli 4.



KUVIO 7 Kolmannen kyselyn oikeiden vastausten jakauma

Molempien kysymysten yhteenlaskettujen pisteiden määrät näkyvät kuviossa 7. Vastausten mediaani on 5. Vastausten keskiarvo on 4,87. Keskimäärin vastaajat saivat siis hieman yli puolet oikein. 9/9 vastauksia tuli yksi, mutta vastauksissa oli ylimääräisiä vastausvaihtoehtoja mukana.

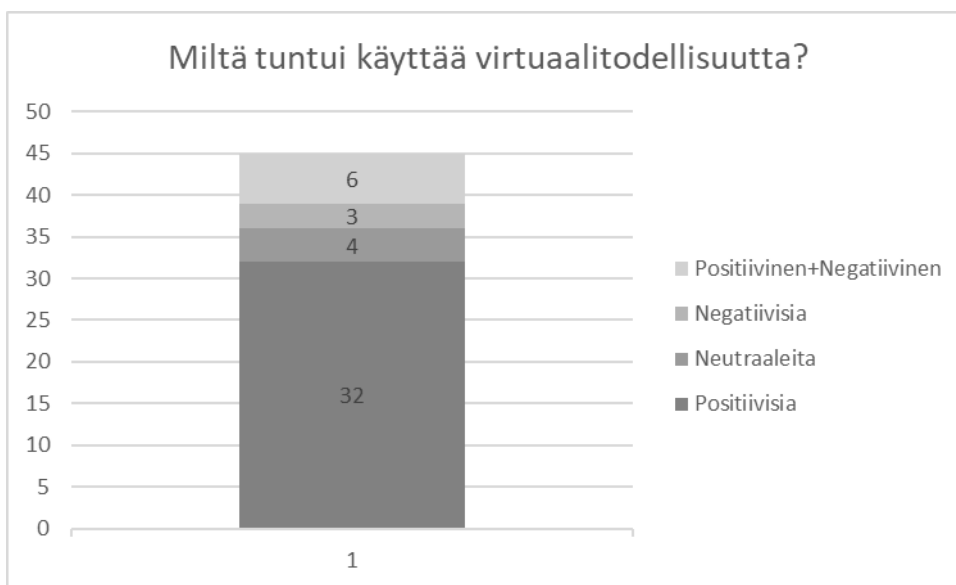
## 6.2 Loppukyselyn tulokset

Kaikkien virtuaalitodellisuusskenaarioiden ja niihin liittyvien kyselyiden jälkeen oppilaille pidettiin loppukysely. Loppukyselyn tulokset esitellään seuraavissa alakappaleissa. Loppukyselyyn tuli 45 vastausta eli 3 oppilasta ei vastannut loppukyselyyn ollenkaan. Loppukyselyn tarkoitus oli kartoittaa oppilaiden motivaatiota ja teknisiä taitoja virtuaalitodellisuutta kohtaan. Loppukysely oli jaettu kahteen osaan. Ensimmäinen osa sisälsi kysymyksiä motivaatioon liittyen, toinen osa sisälsi kysymyksiä teknologiaan ja immersioon liittyen.

### 6.2.1 Ensimmäinen osio

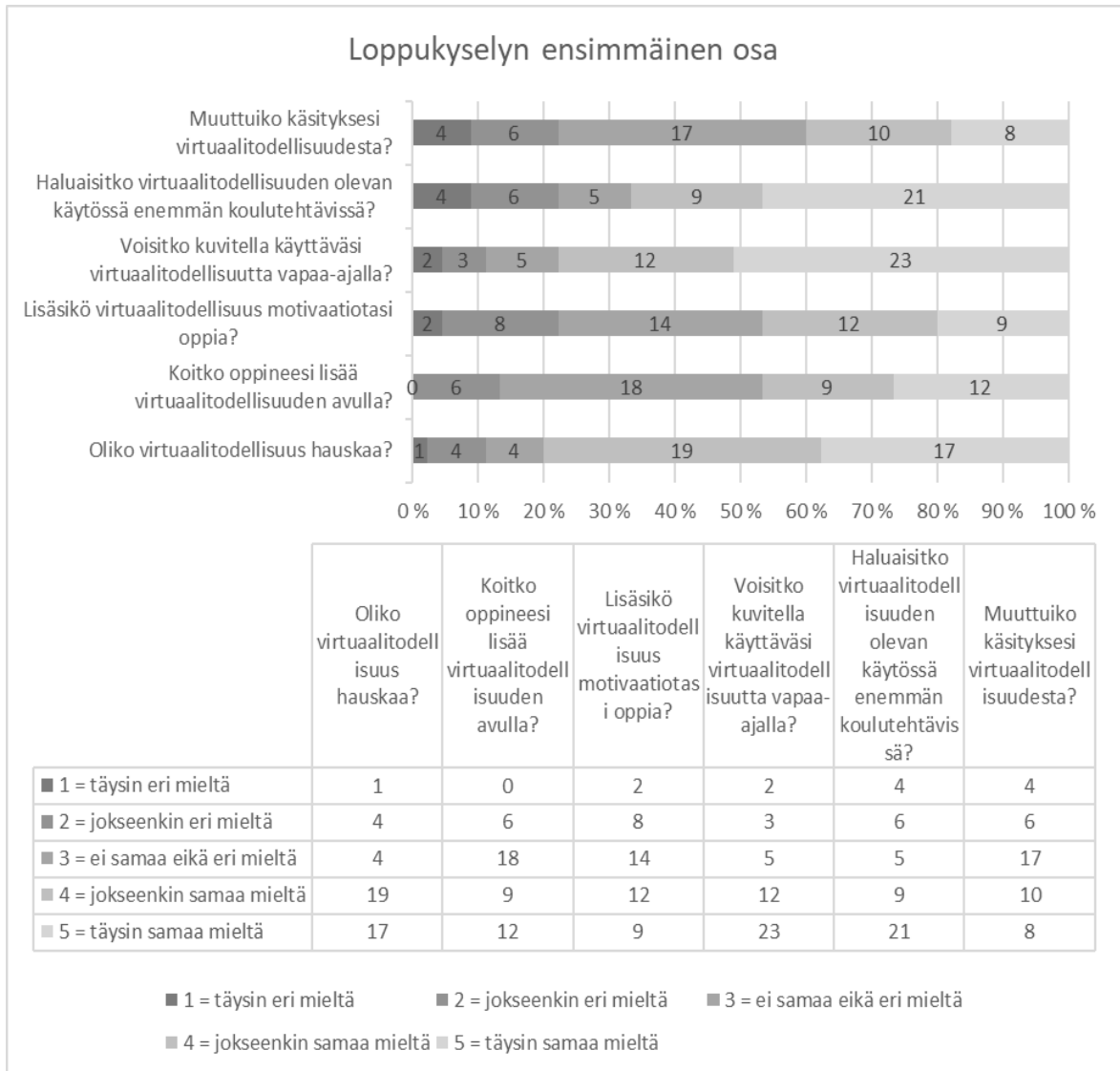
Ensimmäinen osio alkoi avoimella kysymyksellä: "Miltä tuntui käyttää virtuaalitodellisuutta?". Tähän oppilaat saivat vastata vapaasti. Tähän tulleet vastaukset on luokiteltu sävynsä mukaan negatiiviseksi tai positiiviseksi. Suurin osa vastauksista olivat positiivisia. Vastauksia tuli yhteensä 45, joista 32 oli positiivisia. 71% vastauksista oli siis täysin positiivisia. "Kivalta" oli vastaus, jonka kuusi oppilasta antoi. Samansuuntaisia vastauksia "hyvältä", "ihan kivalta" ja "ihan kivaa" tuli myös monta. Osa vastasi, että virtuaalitodellisuus oli mielenkiintoista, kiinnostavaa ja jännittävää. Pääasiassa vastaukset olivat positiivi-

sia. Täysin negatiivisia vastauksia tuli kolme ja osaan vastauksia oli liitetty myös negatiivinen osa. Vastauksia, joissa oli sekä positiivinen ja negatiivinen palaute, tuli kuusi. Näissä vastauksissa mainittiin virtuaalitodellisuuden olleen positiivinen kokemus pääasiassa, mutta jokin osa oli aiheuttanut myös negatiivisen palautteen. Puhelimen näkymää ja kääntämistä arvosteltiin. Osalla oppilaista virtuaalitodellisuus aiheutti huimausta ja päänsärkyä, joista myös mainittiin vastauksissa. Positiivisten ja negatiivisten vastausten lisäksi tuli 4 neutraalia vastausta. Vastausten jakauma on esitelty kaaviossa 8.



KUVIO 8 Loppukyselyn ensimmäisen kysymyksen vastaukset

Loppukyselyn ensimmäisen osan vastaukset esitellään kuviossa 9. Kuvio sisältää palkkikaavion ja taulukon kysymysten vastausosuuksista. Vastausvaihtoehtoina olivat aiemmin esittelyt likert-asteikon mukaiset vastausvaihtoehdot. Ensimmäisen kysymyksen osan tarkoituksena oli kartoittaa oppilaiden motivaatiota virtuaalitodellisuutta kohtaan.



KUVIO 9 Loppukyselyn ensimmäisen osan vastaukset

Kuviosta 9 nähdään, että suurin osa oppilaista piti virtuaalitodellisuutta hauskana. Tämä osuus on 36 / 45 oppilasta eli 80%. Vain 5 oppilasta eli 11% vastaajista oli jokseenkin tai täysin eri mieltä asiasta. 21 vastaajaa eli 47% vastaajista koki oppineensa lisää virtuaalitodellisuuden avulla. 6 oppilasta eli 13% vastaajista vastasi, että ei oppinut lisää virtuaalitodellisuuden avulla. Samoin 21 vastaajaa vastasi, että virtuaalitodellisuus paransi motivaatiota oppia. Tähän 10 oppilasta eli 22% prosenttia vastaajista vastasi, että ei kokenut parannusta motivaatioon. Jopa 35 vastaajaa eli 78% vastaajista vastasi, että voisi käyttää virtuaalitodellisuutta myös vapaa-ajalla. Vain 5 vastaajaa eli 11% vastasi, että ei käyttäisi virtuaalitodellisuutta vapaa-ajalla. 30 vastaajaa eli 67% vastaajista totesi haluavansa virtuaalitodellisuuden olevan enemmän käytössä koulutehtävissä. Eriäviä mielipiteitä tuli 10 eli 22% vastaajista oli sitä mieltä, että ei haluaisi käyttää virtuaalitodellisuutta koulutehtävissä. 18 vastaajaa eli 40% vastaajista koki,



että käsitys virtuaalitodellisuudesta muuttui. 10 vastaajaa eli 22% ei kokenut näin.

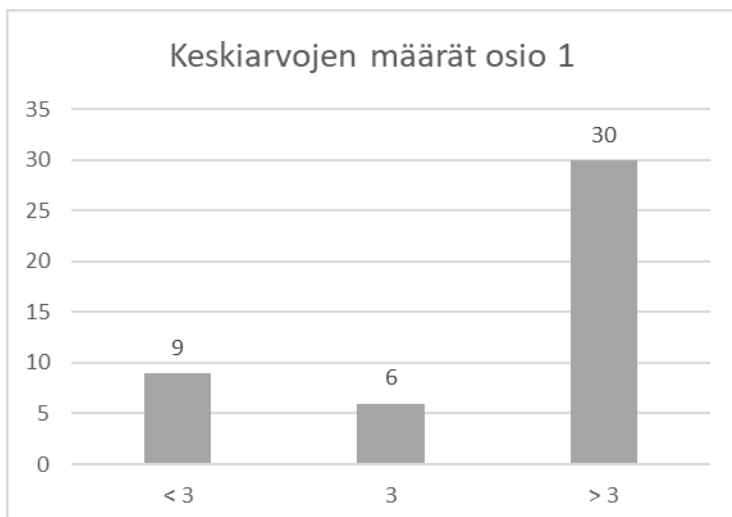
Ensimmäisessä osiossa oli myös monivalintakysymys, johon tulleet vastaukset ja niiden jakauma on esitetty kuviossa 10. Vastaajien tuli vastata kysymykseen: "Oletko käyttänyt ennen virtuaalitodellisuuslaitteita?". Vastausvaihtoehtoina oli kyllä tai ei.



KUVIO 10 Loppukyselyn ensimmäisen osan monivalintakysymyksen vastaukset

Kuviosta 10 voidaan nähdä, että yli puolet eli noin 58% oppilaista oli jo käyttänyt virtuaalitodellisuuslaitteita ennen tätä harjoitusta. 42% oppilaista pääsivät siis kokeilemaan virtuaalitodellisuuslaitteita ensimmäistä kertaa tässä harjoituksessa.

Kaikkien oppilaiden kohdalla katsottiin myös osiokohtaiset tulokset. Loppukyselyn ensimmäisen osion likert-vastaukset summataan yhteen ja lasketaan niiden keskiarvo oppilaskohtaisesti. Kaikkien oppilaiden keskiarvojen pohjalta lasketaan koko otoksen keskiarvo. Keskiarvon pohjalta voidaan päätellä onko virtuaalitodellisuudella ollut millainen vaikutus motivaatioon. Keskiarvon jäädessä alle 3, katsotaan tuloksen olevan negatiivinen. Keskiarvon ollessa 3 on tulos neutraali. Keskiarvon ollessa yli 3 on tulos positiivinen. Koko otoksen eli 45 vastaajan osalta ensimmäisen osion keskiarvoksi saatiin 3,49, joka on hieman positiivisen puolella. Oppilaskohtaisten keskiarvojen määrät loppukyselyn ensimmäisen osion osalta on esitetty kuviossa 11.



KUVIO 11 Loppukyselyn ensimmäisen osan keskiarvojen määrät

Kuviosta 11 nähdään, että 9 oppilasta vastasi ensimmäiseen osioon kokonaisuudessaan niin, että virtuaalitodellisuus vaikutti negatiivisesti (vastausten keskiarvo  $< 3$ ) motivaatioon. Kuusi oppilasta vastasi virtuaalitodellisuudella olevan neutraali vaikutus motivaatioon kokonaisuudessaan. Suurin osa eli 30 oppilasta vastasi, että virtuaalitodellisuudella on positiivinen (vastausten keskiarvo  $> 3$ ) vaikutus motivaatioon.

### 6.2.2 Toinen osio

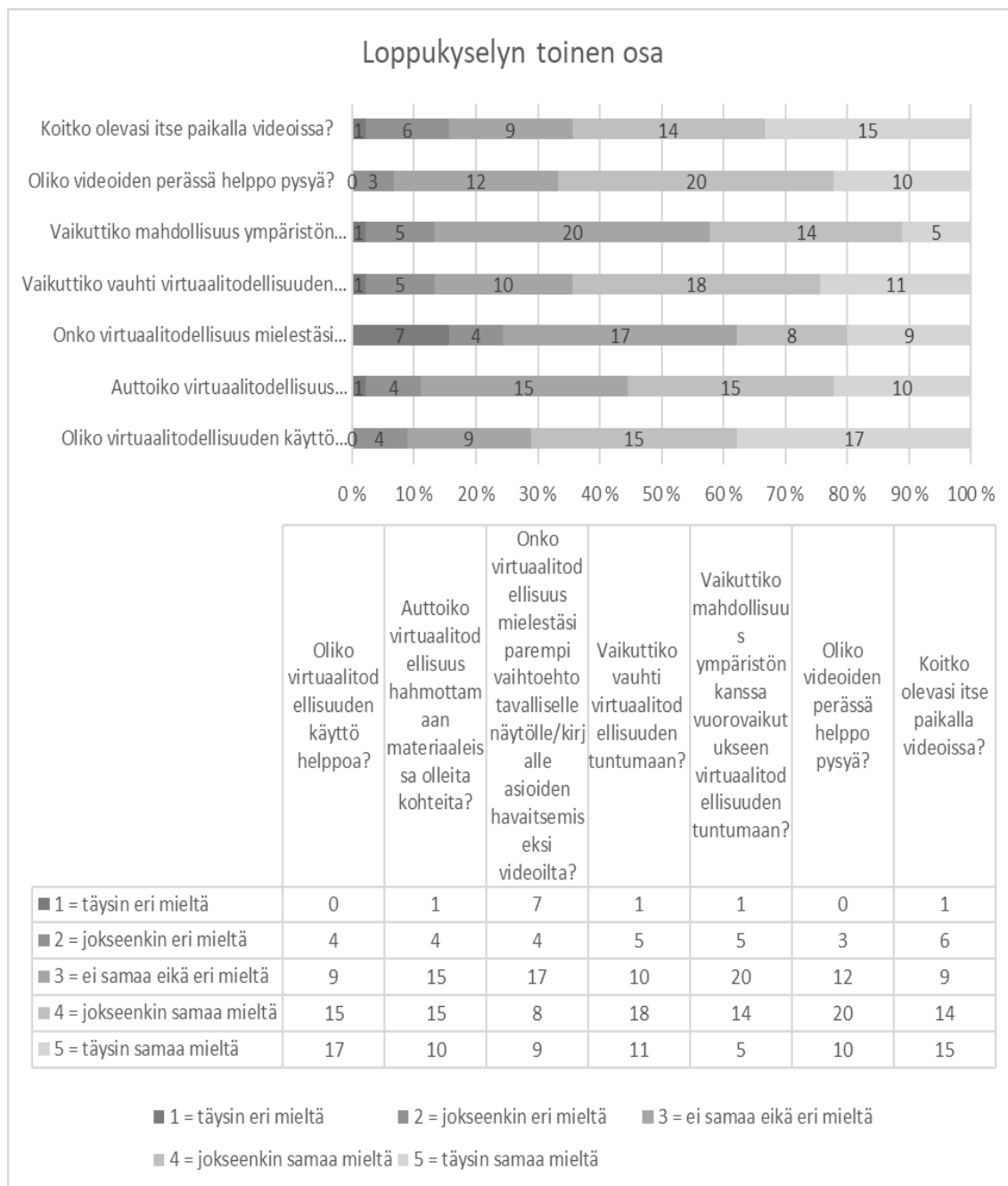
Loppukyselyn toisen osion oli tarkoitus kartoittaa oppilaiden immersiota ja teknistä osaamista. Toinen osio alkoi kahdella monivalintakysymyksellä: "Mikä oli mieleenpainuvuin video" ja "Missä videossa koit olevasi eniten mukana?". Vastausvaihtoehtoina olivat 1, 2 tai 3 videoiden numeroinnin perusteella. Kuviossa 12 on esitelty vastaukset ja niiden jakauma.



KUVIO 12 Loppukyselyn toisen osan monivalintakysymysten vastaukset

Kuviosta 12 voidaan nähdä, että mieleenpainuvuin video oli video numero 3. Tämä video missä oppilaat pääsivät nopealle maailmanympärysmatkalle virtuaalitodellisuusvideon avulla. 23 oppilasta eli 51% oppilaista oli sitä mieltä, että se oli mieleenpainuvuin video. Kuviosta 11 nähdään myös, että mukaansatempaavin video oli video numero 1. Tässä videossa oppilaat pääsivät tutkimusryhmän mukaan Antarticalle. Molemmissa vastauksissa vastausvaihtoehto numero 2 sai vähiten vastauksia. Vain 6 oppilasta eli 13% piti sitä mieleenpainuvimpana ja vain 4 eli 9% piti sitä mukaansatempaavimpana. Video 1 ja 3 koettiin siis paljon mielenkiintoisempana kuin materiaali numero 2.

Toinen osio jatkui näiden kysymysten jälkeen monivalintakysymyksillä, joihin oppilaat pääsivät vastaamaan aiemmin esitellyn likert-asteikon mukaisesti. Kuviossa 13 esitellään kysymykset sekä niihin tulleet vastaukset ja niiden jakaumat taulukossa ja palkkikaaviossa.

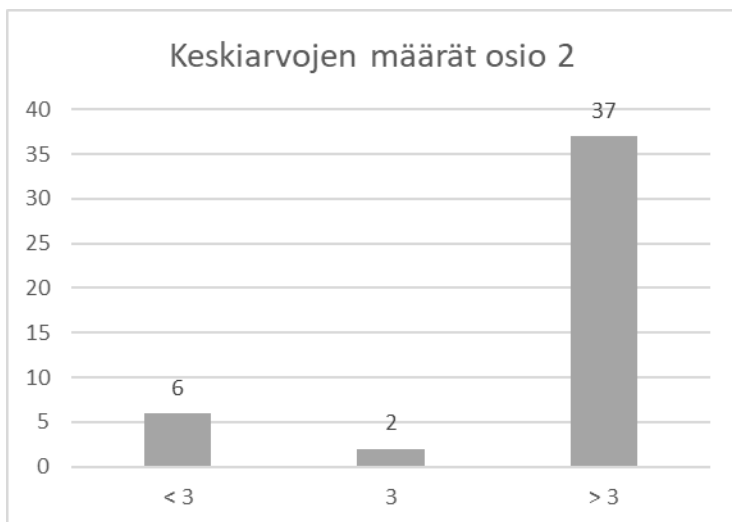


KUVIO 13 Loppukyselyn toisen osan vastaukset

Kuviosta 13 nähdään, että suurin osa oppilaista piti virtuaalitodellisuuden käyttöä helppona. 32 oppilasta eli 71% oli tätä mieltä. Neljän vastaajan mielestä virtuaalitodellisuuden käyttö oli jokseenkin hankalaa. 25 vastaajaa eli 55% vastaajista oli sitä mieltä, että virtuaalitodellisuudesta oli apua kohteiden hahmottamisessa. Vain yksi vastaaja oli täysin eri mieltä ja neljä oli jokseenkin erimieltä. 17 oppilaan eli 38% mielestä virtuaalitodellisuus olisi kirjaa tai näyttöä parempi vaihtoehto materiaalien opiskelua varten. 11 vastaajaa eli 24% oli eri mieltä. 29 vastaajaa eli 64% oli sitä mieltä, että vauhti vaikutti immersioon eli paikalla

olemisen tuntemukseen. 6 vastaajaa eli 13% oli eri mieltä. 19 vastaajaa eli 42% oli sitä mieltä, että vuorovaikutus vaikutti immersioon. Kuuden vastaajan eli 13% mielestä sillä ei ollut vaikutusta. Suurin osa vastaajista oli sitä mieltä, että videoiden perässä oli helppo pysyä. Tämä osuus oli 30 vastaajaa eli 67% vastaajista. Vain 3 vastaajaa eli 7% oli sitä mieltä, että videoiden perässä oli jokseenkin hankala pysyä perässä. 29 vastaajaa eli 64% vastaajista koki olevansa itse paikalla videoissa virtuaalitodellisuuden avulla. Vain 1 vastaaja oli täysin eri mieltä ja 6 vastaajaa oli jokseenkin eri mieltä. Huomattavaa tämän osion vastauksissa on se, että neutraaleita vastauksia tuli paljon. Jokaiseen kysymykseen tuli vähintään 20% vastauksia vastauksella ”ei samaa eikä eri mieltä”.

Myös loppukyselyn toisen osion osalta lasketaan otoskohtainen keskiarvo. Jokaisen oppilaan likert-asteikon vastaukset lasketaan yhteen ja niistä lasketaan oppilaskohtainen keskiarvo. Oppilaskohtaisten keskiarvojen pohjalta lasketaan otoskohtainen keskiarvo. Keskiarvon pohjalta voidaan päätellä millaisena oppilaat pitivät virtuaalitodellisuuden käyttöä. Keskiarvon jäädessä alle 3, katsotaan tuloksen olevan negatiivinen. Keskiarvon ollessa 3 on tulos neutraali. Keskiarvon ollessa yli 3 on tulos positiivinen. Otoskohtaiseksi eli 45 vastaajan osalta keskiarvoksi osiosta 2 saatiin 3,65 eli hieman positiivinen. Oppilaskohtaisten keskiarvojen määrät näkyvät kuviossa 14.



KUVIO 14 Loppukyselyn toisen osan keskiarvojen määrät

Kuviosta 14 nähdään, että kuusi oppilasta vastasi kokonaisuudessaan negatiivisesti. Kaksi oppilasta vastasi kokonaisuudessaan loppukyselyn toiseen osioon neutraalisti. Suurin osa eli 37 oppilasta vastasi positiivisesti loppukyselyn toiseen osioon. Vaikka kokonaisuudessaan positiivisesti vastanneiden osuus on suuri (82%), on kokonaiskeskiarvo lähellä neutraalia.

### 6.3 Havainnoinnin tulokset

Tähän pro gradu - tutkielmaan liittyvä havainnointi toteutettiin samanaikaisesti kuin virtuaalitodellisuusskenaarioiden opetustilaisuus ja niiden kyselyt. Otosryhmän oppilaita havainnoitiin ja seurattiin miten he toimivat virtuaalitodellisuusympäristössä yksin ja muiden kanssa. Havainnoinnin avulla myös seurattiin miten virtuaalitodellisuuteen käytettävät laitteet ja materiaalit toimivat opetustilaisuudessa.

Yksi havainnoinnin kohde oli pahoinvointi. Virtuaalitodellisuuden on todettu aiheuttavan huimausta ja pahoinvointia joissain käyttäjissä. Tästä annettiin oppilaille varoitus ennen tutkimukseen osallistumista ja oppilaita kehoitettiin lopettamaan virtuaalitodellisuuslaitteiden käyttö heti, jos huomaavat voivansa pahoin. Ensimmäisen virtuaalitodellisuusskenaarion aikana yhteensä 12 oppilasta ilmoitti jonkintasoisesta huomauksesta tai pahoinvoinnista. Eli joka neljäs (25%) oppilas ilmoitti asiasta. Toisen skenaarion jälkeen ilmoittaneita oli 15 ja kolmannen skenaarion jälkeen ilmoittaneita oli 22. Viimeisen skenaarion jälkeen huimauksesta tai pahoinvoinnista ilmoittaneita oli siis jo melkein puolet (noin 46%). Tämä tukee virtuaalitodellisuuden osalta tehtyjä aikaisempia tutkimuksia. Pitkittynyt virtuaalitodellisuuden käyttö pahentaa huimausta ja pahoinvointia. Kun oppilaat olivat viettäneet virtuaalitodellisuudessa pitemmän ajan, niin yhä useampi oppilas ilmoitti pahoinvoinnista.

Virtuaalitodellisuusmateriaaleissa havaittiin useita ongelmia. Materiaalien katsomiseen käytettiin oppilaiden omia älypuhelimia. Eri materiaalit toimivat eri tavoilla eri valmistajien laitteilla ja näin osassa laitteissa tuli ongelmia materiaalien katsomisessa. Eri valmistajien laitteet ja eri käyttöjärjestelmät tukevat erilaisia materiaalia eri tavoin ja kaikkien kohdalla toimintaa ei voi taata. Varsinkin toisena näytetyn materiaalin osalla tuli enemmän ongelmia. Osa laitteista ei tukenut tämän materiaalin näyttämistä ollenkaan. Tämän takia muutama oppilas ei päässyt osallistumaan tähän materiaaliin omalla laitteellaan. Materiaali myös pätki osalla laitteista.

Oppilaat oppivat virtuaalitodellisuusmateriaalien käytön hyvin nopeasti. Ensimmäisen virtuaalitodellisuusmateriaalin etsimisessä meni pitempään kuin muiden materiaalien etsimisessä. Kolmas materiaali löytyi kaikkein nopeimmin. Myös kyselyihin vastaus nopeutui tehtyjen kyselyiden myötä.

Havainnoinnin avulla huomattiin, että oppilaat olivat hyvin innokkaita käyttämään virtuaalitodellisuuslaitteita. Oppilaat olivat aktiivisia ja innokkaita sekä myös hyvin äänekkäitä. Oppilaat keskustelivat materiaaleista vierustovereidensa kanssa ja kerkesivät myös etsiä lisää virtuaalitodellisuusvideoita, joita jakoivat sitten myös vierustovereilleen. Yleisesti ottaen oppilailla oli selkeä innostus virtuaalitodellisuusvideoita kohtaan. Oppilaat auttoivat myös toisiaan kyselyissä ja jakoivat omaa laitettaan, mikäli joku oppilas ei pystynyt käyttämään omaa laitettaan. Oppilaat oppivat nopeasti virtuaalitodellisuuslasien käytön ja myöhemmät materiaalit menttiin läpi nopeammin kuin ensimmäiset. Oppilaiden taitotaso virtuaalitodellisuusmateriaalien käyttöön oli kuitenkin hyvin

vaihteleva. Noin puolet oppilaista oli jo käyttänyt virtuaalitodellisuuslaitteita kotonaan, joten osalla materiaalien käyttö oli sujuvampaa kuin muilla. Osalla materiaalin käytön opettelussa meni kauemmin, mutta yleisesti ottaen käyttö opittiin nopeasti.

Havainnoinnin avulla huomattiin myös huomioonotettavia asioita. Alakouluikäisten oppilaiden keskittymiskyky on osaltaan hyvin lyhyt ja tämä vaikeutti ohjeisiin keskittymistä. Ohjeita ei aina luettu loppuun asti ja ohjeiden luvussa meni osalla kauemmin kuin toisilla. Tämä on otettava huomioon tämän kaltaisissa opetustilaisuuksissa. Huomattiin myös, että liikkuva kuva on mielenkiintoisempaa kuin staattinen kuva. Kun virtuaalitodellisuusmateriaalina oli video niin oppilaat keskittyivät siihen tarkemmin. Kun materiaalina oli staattinen kuva niin keskittyminen harhautui muihin asioihin, kuten vierustoverin kanssa jutteluun. Kyselyitä ei pidetty mielenkiintoisina. Kyselyihin saatiin hyvä vastausprosentti, mutta oppilaat pyrkivät saamaan ne tehtyä mahdollisimman nopeasti ja halusivat siirtyä takaisin videomateriaaleihin.

## 7 TULOSTEN POHDINTA

Tässä luvussa tarkastellaan ja pohditaan empiirisestä tutkimuksesta saatuja tuloksia ja peilataan niitä aiemmin tehtyihin tutkimuksiin. Samalla pyritään saamaan vastauksia tutkimuskysymykseen: ”Kuinka fyysiset virtuaalitodellisuusaktiviteetit vaikuttavat oppimiseen?”. Empiirisen tutkimuksen tulokset ovat pääasiallisesti samalla linjalla kuin aiheesta aiemmin tehdyt tutkimukset.

Tämän pro gradu - tutkielman luvuissa 2 ja 4 käytiin läpi aikaisemmissa tutkimuksissa todettuja tuloksia virtuaalitodellisuuden käytöstä opetustilanteissa ja sen käytön vaikutuksia noihin tilanteisiin ja tilanteissa oppimiseen. Luvuissa käytiin läpi millaisia etuja ja haittoja virtuaalitodellisuuden käyttöön liittyy pohjautuen aiempiin tutkimuksiin. Aiemmissa tutkimuksissa esiteltiin useita erilaisia vaikutuksia, joita virtuaalitodellisuudella on oppimiseen ja oppimistilanteisiin liittyen. Vaikutuksia huomattiin olevan useita positiivisia, mutta myös useita negatiivisia. Tietyt vaikutukset toistuivat useammassa eri lähdemateriaalissa. Virtuaalitodellisuuden edut ja haitat on esitelty aikaisemmin lähdekohtaisesti taulukossa 2, luvussa 4. Tässä luvussa, taulukossa 3, esitellään myös lähdekohtaisesti aikaisempien tutkimusten tulokset ja tämän pro gradu - tutkimuksen empiirisen osion tuloksia peilataan niihin. Aikaisempia tutkimuksia, joista taulukko on koostettu, käytiin läpi yhteensä 13 kappaletta. Tässä luvussa käydään tarkemmin läpi näitä teoriaosuudessa todettuja etuja ja haittoja peilaten niitä empiirisessä tutkimuksessa saatuihin tuloksiin.

Virtuaalitodellisuuden käyttö opetustilanteissa mahdollistaa oppimisen kognitiivisella ja fyysisellä tasolla, joten se voidaan laskea myös fyysiseksi oppimiseksi. Fyysisen oppimisteorian mukaan ihmisen fyysiset liikkeet ovat olennainen osa kognitiota ja oppimista. Mieli ja keho toimivat yhteistyössä uutta informaatiota ja osaamista muodostaessa (Kiefer & Trumpp, 2012; Stolz, 2015). Tutkimusten mukaan sanat aktivoivatkin aivoissa fyysistä liikettä hallinnoivia alueita (Johnson-Glenberg ym., 2014). Virtuaalitodellisuus voidaan laskea teknologia-avusteiseksi oppimiseksi, jossa käytetään hyväksi teknologian mahdollistamia opetuskanavia (Koller, Harvey & Magnotta, 2006).



TAULUKKO 3 Aikaisempien tutkimusten tulosten vertailu empiirisen osion tuloksiin

Lähde	Edut	Haitat	Tulokset empiirisessä osiossa
Araiza-Alba ym. (2021)	Kognitiivinen rasitus, jos ympäristö luotu taitotason mukaan Motivaatio Sitoutuminen Tehokkuus	Keskittymiskyky Kognitiivinen rasitus, jos liikaa opeteltavaa	Tämä tutkimus tukee aiempia tuloksia <b>motivaation</b> osalta.  Keskittymiskyvyn osalta havaittiin aikaisempia tutkimuksia osittain tukevia tuloksia.  Muita vaikutuksia ei tutkittu.
Bonner & Reinders (2018)		Tietosuoja Tietoturva Virtuaalikiusaaminen	Näitä vaikutuksia ei tutkittu.
Farrell (2018)	Koulutusaika Lihasmuisti Turvallisuus	Pahoinvointi	Tämä tutkimus tukee aiempia tuloksia <b>pahoinvoinnin</b> osalta.  Muita vaikutuksia ei tutkittu.
Hamilton ym. (2020)	Käden taidot Sitoutuminen Visualisointi Yhteistyö	Keskittymiskyky Kognitiivinen rasitus, jos liikaa opeteltavaa Perinteiset tavat voivat olla tilanteeseen sopivampia	Tämä tutkimus tukee aiempia tuloksia <b>yhteistyön</b> osalta.  Keskittymiskyvyn osalta havaittiin osittain aikaisempia tutkimuksia tukevia tuloksia. Muita vaikutuksia ei tutkittu.
Huang, Rauch & Liaw (2010)	Eryyistäarpeet Motivaatio Yhteistyö		Tämä tutkimus tukee aiempia tuloksia <b>motivaation ja yhteistyön</b> osalta.  Muita vaikutuksia ei tutkittu.
Johnson-Glenberg ym. (2014)	Looginen päättely Motivaatio Muisti Sosiaaliset taidot Yhteistyö		Tämä tutkimus tukee aiempia tuloksia <b>motivaation, muistin ja yhteistyön</b> osalta.  Muita vaikutuksia ei tutkittu.
Lee ym. (2017)	Motivaatio Muisti	Perinteiset tavat voivat olla tilanteeseen sopivampia	Tämä tutkimus tukee aiempia tuloksia <b>motivaation ja muistin</b> osalta. Muita vaikutuksia ei tutkittu.

(jatkuu)

Taulukko 3 (jatkuu)

Martín-Gutiérrez ym. (2017)	Aktiivinen oppiminen Erityistarpeet Motivaatio Yhteistyö		Tämä tutkimus tukee aiempia tuloksia <b>aktiivisen oppimisen, motivaation ja yhteistyön</b> osalta.  Muita vaikutuksia ei tutkittu.
Oigara (2018)	Aktiivinen oppiminen Motivaatio		Tämä tutkimus tukee aiempia tuloksia <b>aktiivisen oppimisen ja motivaation</b> osalta.
Pantelidis (2010)	Aktiivinen oppiminen Erityistarpeet Motivaatio Muisti Turvallisuus Yhteistyö	Fyysinen tai henkinen vahinko Kustannukset Pahoinvointi Perinteiset tavat voivat olla tilanteeseen sopivampia	Tämä tutkimus tukee aiempia tuloksia <b>aktiivisen oppimisen, motivaation, muistin, yhteistyön ja pahoinvoinnin</b> osalta.  Muita vaikutuksia ei tutkittu.
Parong & Mayer (2018)	Motivaatio Osallistuminen	Keskittymiskyky Kognitiivinen rasitus, jos liikaa opeteltavaa	Tämä tutkimus tukee aiempia tuloksia <b>motivaation</b> osalta.  Keskittymiskyvyn osalta havaittiin osittain aikaisempia tutkimuksia tukevia tuloksia, mutta asiaa ei tutkittu tarkemmin.  Muita vaikutuksia ei tutkittu.
Ray (2016)	Muisti		Tämä tutkimus tukee aiempia tuloksia <b>muistin</b> osalta.
Southgate ym. (2019)	Motivaatio Yhteistyö	Keskittymiskyky Kustannukset Pahoinvointi	Tämä tutkimus tukee aiempia tuloksia <b>motivaation, yhteistyön ja pahoinvoinnin</b> osalta.  Keskittymiskyvyn osalta havaittiin osittain aikaisempia tutkimuksia tukevia tuloksia, mutta asiaa ei tutkittu tarkemmin.

Taulukosta 3 nähdään aikaisemmissä tutkimuksissa mainitut edut ja haitat, joita virtuaalitetodellisuudella on oppimistilanteissa. Taulukko sisältää myös, miten lähteessä mainitut vaikutukset vertautuvat tämän pro gradu - tutkimuksen empiirisen osion tuloksiin. Tarkasteltuihin tutkimuksiin pohjautuen virtuaalitetodellisuudella on suurimmat vaikutukset oppijoiden motivaatioon. 69% (9 / 13)

tarkastelluista lähteistä mainitsi, että virtuaalitodellisuus vaikutti positiivisesti oppijoiden motivaatioon (Araiza-Alba ym., 2021; Huang, Rauch & Liaw, 2010; Johnson-Glenberg ym., 2014; Lee ym., 2017; Martín-Gutiérrez ym., 2017; Oigara, 2018; Pantelidis, 2010; Parong & Mayer, 2018; Southgate ym., 2019). Muita yleisesti mainittuja etuja ja positiivisia vaikutuksia olivat aktiivinen oppiminen, muisti ja yhteistyö (Hamilton ym., 2020; Huang, Rauch & Liaw, 2010; Johnson-Glenberg ym., 2014; Lee ym., 2017; Martín-Gutiérrez ym., 2017; Oigara, 2018; Pantelidis, 2010; Ray, 2016; Southgate ym., 2019). Yhteistyöllisellä oppimisella on itsessään vaikutuksia oppimistuloksiin, järjestykykyyn, muistiin, motivaatioon ja sosiaalisiin taitoihin. Negatiivisista vaikutuksista haitat keskittymiskykyyn, kognitiiviseen rasitukseen ja pahoinvointiin olivat yleisimpiä (Araiza-Alba ym., 2021; Farrell, 2018; Hamilton ym., 2020; Parong & Mayer, 2018; Pantelidis, 2010; Southgate ym., 2019). Lisäksi useammassa lähteessä mainittiin, että perinteiset opetustavat voivat olla tilanteeseen sopivampia (Hamilton ym., 2020; Lee ym., 2017; Pantelidis, 2010).

Empiirisen osion ensimmäinen, toinen ja kolmas kysely oli tarkoitettu mittaamaan oppilaiden lyhytkestoista muistia ja havainnointikykyä. Oppilaille näytettiin lyhyt virtuaalitodellisuusmateriaali ja he pääsivät vastaamaan siihen liittyviin kysymyksiin. Materiaalit oli valittu niin, että ne tukivat oppilaiden jo koulussa saamaa opetusta. Oppilailla pystyi siis jo olemaan valmiiksi tietoa materiaalissa esitellyistä aiheista. Ensimmäiseen kyselyssä 65% vastasi kyselyyn täysin oikein ja täysin väriä vastauksia ei tullut ollenkaan. Toisesta kyselystä lähes kaikki oppilaat saivat yli puolet vastauksista oikein. Kolmannessa kyselyssä vastausten pisteiden keskiarvo oli yli puolet pisteistä. Pisteiden jakaumat on esitelty tarkemmin edellisessä luvussa. Näiden kyselyiden perusteella voidaan päätellä, että virtuaalitodellisuutta on mahdollista käyttää toimivana opetuslustoana. Oppilaat pystyivät havainnoimaan virtuaaliympäristöään ja vastaamaan virtuaaliympäristöön liittyneisiin kysymyksiin hyvin tuloksin. Vastausten tulokset ovat hyviä siihenkin nähden, että osalla oppilaista oli vaikeuksia saada materiaaleja auki. Valitettavasti tutkimuksen puitteissa ei ollut mahdollista toteuttaa toista opetustilaisuutta, jossa olisi voitu toteuttaa kyselyt perinteisin opetustavoin. Näin ei saada luotua tilastoja, miten virtuaalitodellisuus vertautuu tavallisiin opetustapoihin tällä otosryhmällä. Kyselyistä voidaan päätellä kuitenkin, että virtuaalitodellisuudessa tapahtuneet asiat pysyvät hyvin oppilaiden lyhytkestoisessa muistissa. Muistin kehitys mainittiin useasti aiemmissa tutkimuksissa, joten tämän tutkimuksen tulos tukee osittain tuota väittämää (Johnson-Glenberg ym., 2014; Lee ym., 2017; Pantelidis, 2010; Ray, 2016).

Empiirisen osion loppukyselyssä oppilaat pääsivät vastaamaan yleisiin kysymyksiin virtuaalitodellisuuteen liittyen. Kyselyn tarkoituksena oli kartoittaa oppilaiden motivaatiota ja teknistä osaamista virtuaalitodellisuutta kohtaan. Motivaatio mainittiin tarkastellussa lähdemateriaalissa yleisimmin alueena, joka paranee virtuaalitodellisuuden käytön myötä. Motivaatio on suuressa osassa siinä, miten oppilas suhtautuu ja kokee oppimistilanteen. Korkeamman motivaation omaava oppilas on alttiimpi oppimaan tilanteessa ja on sitoutuneempi siihen. Motivaatio auttaa ratkaisemaan vaikeampi tehtäviä ja panostamaan vas-

tauksiin enemmän (Araiza-Alba ym., 2021). Tässä tutkimuksessa huomattiin, että suurin osa oppilaista piti virtuaalitodellisuutta positiivisena kokemuksena. Suuri osa vastaajista toivoi, että virtuaalitodellisuutta käytettäisiin enemmän koulutehtävissä. Suuri osa vastaajista vastasi myös, että voi kuvitella käyttävänsä virtuaalitodellisuutta myös vapaa-ajalla. Oppilailla vaikutti olevan korkea motivaatio käyttää virtuaalitodellisuutta, mikä osaltaan parantaa motivaatiota oppimistilanteissa, joissa käytetään virtuaalitodellisuutta. Loppukyselyn ensimmäisen osion pohjalta tehdyn likert-analyysin perusteella oppilaiden motivaatio oli hieman positiivisen puolella. Keskiarvoksi saatiin 3,49 asteikolla, jossa 3 on neutraali. 30 oppilaan keskiarvo oli yli 3. Tämän perusteella voidaan nähdä, että virtuaalitodellisuus paransi motivaatiota. Virtuaalitodellisuuden motivaation parantumiseen liittyy osaltaan myös uutuudenviehätys. Loppukyselyssä selvisi myös, että melkein puolet oppilaista eivät olleet käyttäneet virtuaalitodellisuutta ennen. Tämä voi osaltaan selittää korkeaa motivaatiota, koska kyseessä on uusi teknologia, jota oppilaat pääsivät käyttämään. Korkeaa motivaatiota voidaan selittää myös sillä, että se on poikkeava tapa normaaliin luokahuoneopetukseen verraten. Normaali opetus poikkeaa virtuaalitodellisuustilanteesta suuresti, joten oppilaat suhtautuvat poikkeavaan tapaan innolla. Myös opetustilaisuudessa tehdyn havainnoinnin perusteella voidaan päätellä motivaation olleen korkea oppilailla. Oppilaat pitivät paljon ääntä ja keskustelivat materiaaleista paljon keskenään. He etsivät itse lisää virtuaalitodellisuusvideoita ja jakoivat niitä kavereidensa kesken. He jakoivat omia laitteitaan myös sellaisille, joilla materiaalit eivät jostain syystä toimineet. Näiden tulosten perusteella voidaan siis sanoa, että oppilaiden motivaatio oli korkealla virtuaalitodellisuusopetustilanteessa ja tulos näin samalla linjalla aiemmin tehtyjen tutkimusten kanssa (Araiza-Alba ym., 2021; Huang, Rauch & Liaw, 2010; Johnson-Glenberg ym., 2014; Lee ym., 2017; Martín-Gutiérrez ym., 2017; Oigara, 2018; Pantelidis, 2010; Parong & Mayer, 2018; Southgate ym., 2019).

Empiirisen osion loppukyselyn toisessa osiossa kartoitettiin oppilaiden teknistä osaamista virtuaalitodellisuuden osalta ja materiaalissa koetun immersion tasoa. Vastausten perusteella materiaalit koettiin immersiiivisinä. Vauhdilla nähtiin olevan vaikutus immersioon, mutta vuorovaikutustavoilla ei niin paljoa. Vuorovaikutustavat olivat tässä tutkimuksessa rajoittuneet vain pään kääntämiseen, ja infopisteiden avaamiseen siirtämällä osoitin oikeaan kohtaan. Tämä selittää osaltaan sen miksi vuorovaikutustavoilla ei nähty olevan suurta vaikutusta immersioon. Toisessa virtuaalitodellisuusmateriaalissa oli myös vaikeuksia osalla laitteista saada kuvan liikkuminen toimimaan, mikä osaltaan huononsi virtuaalitodellisuuden immersiota ja tuntumaa. Harva vastasi myös, että virtuaalitodellisuus olisi hyvä vaihtoehto perinteisille opetustavoille. Myös tarkastellussa lähdemateriaalissa mainitaan, että perinteiset opetustavat voivat olla tehokkaampia kuin virtuaalitodellisuus (Hamilton ym., 2020; Lee ym., 2017; Pantelidis, 2010). Virtuaalitodellisuuden käyttöön koettiin myös pääasiallisesti helppona. Likert-analyysin pohjalta toisen osion keskiarvoksi saatiin 3,65, joka on positiivisen puolella neutraalin arvon ollessa 3. Suurin osa vastaajista koki virtuaalitodellisuuden käytön helpoksi. Tätä selittää se, että noin puolet vastaa-

jista oli kokeillut aiemmin VR-laitteita. Oppilaille tehtiin myös ohjeet mahdollisimman yksityiskohtaisesti, jotta niiden selittämiseen ja materiaalien aukaisemiseen ei mennyt liian kauan.

Toinen useasti lähdemateriaaleissa esiintynyt virtuaalitodellisuuden etu on yhteistyö ja aktiivinen oppiminen. Virtuaalitodellisuusaktiviteetit aktivoivat paremmin lyhytkestoista muistia, motorisia taitoja ja kannustavat terveellisiin elämäntapoihin. Virtuaalitodellisuuden on nähty kannustavan yhteistyöhön, joka osaltaan parantaa sosiaalisia taitoja ja motivaatiota (Hamilton ym., 2020; Huang, Rauch & Liaw, 2010; Johnson-Glenberg ym., 2014; Martín-Gutiérrez ym., 2017; Oigara, 2018; Pantelidis, 2010; Southgate ym., 2019). Tämän tutkimuksen empiirisen osion havainnoinnin perusteella voidaan päätellä samanlainen tulos. Havainnoinnin aikana huomattiin, että oppilaat olivat hyvin aktiivisia, kun he pääsivät katsomaan virtuaalitodellisuusmateriaaleja. Materiaalit aiheuttivat paljon keskustelua oppilaiden keskuudessa ja osa oppilaista etsi jopa uusia materiaaleja katsottavaksi. Näitä jaettiin kavereiden kesken katsottavaksi. Jos materiaaleissa oli ongelmia niin vierustoveria autettiin ja jaettiin tarvittaessa omaa laitetta. Virtuaalitodellisuus kannusti siis vuorovaikutukseen vierustoverin kanssa. Näistä havainnoista voidaan päätellä, että virtuaalitodellisuus aktivoi yhteistyöhön ja vähentää passiivista oppimista. Tämä tulos on samoilla linjoilla lähdemateriaalin kanssa.

Tarkasteluissa lähdemateriaaleissa mainitaan virtuaalitodellisuuden vaikutuksina oppimistilanteisiin kognitiivinen rasitus positiivisena ja negatiivisena vaikutuksena riippuen, miten virtuaalitodellisuus on toteutettu (Araiza-Alba ym., 2021; Hamilton ym., 2020; Parong & Mayer, 2018). Tähän vaikutukseen ei saatu tässä tutkielmassa merkityksellisiä vastauksia. Lähdemateriaalin pohjalta voidaan kuitenkin päätellä, että virtuaalitodellisuusympäristö tulee toteuttaa niin, että se tukee oppimistilanteiden materiaalia. Oppilaiden ei tule joutua opettelemaan virtuaalitodellisuuslaitteiden käyttöä liikaa. Virtuaaliympäristössä ei tule olla liikaa ylimääräisiä objekteja. Jos opittavaa aihetta on liikaa yhdessä oppimistilanteessa niin kognitiivinen rasitus käy korkeaksi. Toisaalta yksinkertaisella ja johdonmukaisella virtuaaliympäristöllä voidaan vähentää kognitiivista rasitusta. Virtuaaliympäristössä tulee vain ne objektit, jotka ovat välttämättömiä ja, jotka tukevat oppimista juuri siinä tilanteessa. Näin varmistetaan, että oppilaan keskittymiskyky pysyy oppimistilanteessa eikä harhaudu muihin asioihin. Kognitiivinen rasitus vaikuttaa suurelta osin keskittymiskykyyn, joka mainittiin myös useasti lähdemateriaaleissa haittojen puolella. Rasitus voi johtaa myös tehtävien ennenaikaiseen lopettamiseen. Tämän tutkimuksen empiirisen osion havainnoinnin perusteella pystyttiin tekemään havaintoja oppilaiden keskittymiskyvystä. Pääasiassa oppilaat keskittyivät ohjeisiin ja tehtäviin. Ohjeita ei kuitenkaan aina kuunneltu loppuun asti. Myös keskittymiskyky herpaantui kuin materiaalit oli käyty läpi. Materiaalien seassa oli yksi, mikä sisälsi staattisen liikuteltavan kuvan. Tämän materiaalin aikana oppilaiden keskittyminen vaikutti herpaantuvan muihin asioihin. Materiaalin toimivuudessa oli myös ongelmia, joka osaltaan vaikutti asiaan. Tässä empiirisessä tutkimuksessa ei asiaa tutkittu, mutta havainnoinnin pohjalta voidaan sanoa, että virtuaalito-

dellisuus kiinnittää tehokkaasti oppilaan keskittymisen, mutta keskittyminen harhautuu helposti muualle kuin itse tehtävään. Aikaisemmissa tutkimuksissa on saatu samanlaisia tuloksia, että virtuaalitodellisuus vaikuttaa negatiivisesti keskittymiskykyyn (Araiza-Alba ym., 2021; Hamilton ym., 2020; Parong & Mayer, 2018; Southgate ym., 2019). Näin ollen tämä tutkimus tukee aiempia tutkimuksia osittain.

Yksi yleisimmistä virtuaalitodellisuuden haitoista on sen aiheuttama pahoinvointi. Tämä mainitaan useassa tarkastellussa lähdemateriaalissa ja se todettiin myös tämän tutkimuksen empiirisen osion aikana (Farrell, 2018; Pantelidis, 2010; Southgate ym., 2019). Jokaisen virtuaalitodellisuusmateriaalin jälkeen oppilailta kysyttiin, kokivatko he pahoinvointia. Pahoinvointia tunteneiden osuus oli viimeisen materiaalin jälkeen melkein puolet oppilaista eli 46%. Pahoinvointi ja päänsärky mainittiin myös loppukyselyn avoimessa kysymyksessä joidenkin oppilaiden kohdalla. Pahoinvoinnin osalta empiirisen tutkimuksen tulokset tukevat aikaisempia tutkimustuloksia.

Lähdemateriaaleissa mainitaan myös virtuaalitodellisuuslaitteiden kustannukset, jotka voivat olla hyvinkin suuria (Pantelidis, 2010; Southgate ym., 2019). Kustannukset eivät olleet tämän tutkimuksen kohteena. Tähän empiirisen tutkimukseen valikoitui yksinkertaiset pahvikehykset, joihin kytketään oma älylaite, josta virtuaalitodellisuusmateriaali toistetaan. Tämä pienensi kustannuksia huomattavasti siihen, jos olisi haluttu tehokkaampia laitteita. Kouluopetuksessa virtuaalitodellisuuslaitteiden kustannukset voivat nousta korkeiksi, jos halutaan tarjota korkealaatuinen laite jokaiselle oppilaalle.

Lähdemateriaaleissa mainittiin virtuaalitodellisuuden etuina sitoutuminen, tehokkuus, koulutusaika, lihasmuisti, turvallisuus, käden taidot, erityistarpeet, looginen päättely ja osallistuminen (Araiza-Alba ym., 2021; Farrell, 2018; Hamilton ym., 2020; Huang, Rauch & Liaw, 2010; Johnson-Glenberg ym., 2014; Martín-Gutiérrez ym., 2017; Pantelidis, 2010; Parong & Mayer, 2018). Näihin vaikutuksiin tässä empiirisessä tutkimuksessa ei saatu merkityksellisiä vastauksia. Lähdemateriaalien haitoissa mainitaan tietosuoja, tietoturva, virtuaalikiusaaminen sekä fyysinen ja henkinen vahinko (Bonner & Reinders, 2018; Pantelidis, 2010). Näihin vaikutuksiin ei myöskään saatu merkityksellisiä vastauksia tämän tutkimuksen empiirisessä osiossa.

Kaiken kaikkiaan virtuaalitodellisuudella on moninaisia vaikutuksia oppimistilanteessa. Lähdemateriaalin ja empiirisen tutkimuksen pohjalta voidaan päätellä myös, että virtuaalitodellisuuden käytön sopivuuden määrittelyllä on osaltaan vaikutus oppimistuloksiin. Pantelidis (2010) määritteli omassa artikkelissaan vaiheet, joiden mukaan virtuaalitodellisuuden käytön sopivuutta tulisi määritellä. Näitä periaatteita ja vaiheita voi hyödyntää kaikissa virtuaalitodellisuuteen liittyvissä opetustilanteissa eli sen avulla voi suunnitella myös suomalaiseseen opetussuunnitelmaan sopivan opetustilanteen. Ensimmäisenä tulee määritellä oppimistilanteelle tavoitteet, joissa voidaan hyödyntää virtuaalitodellisuutta merkityksellisesti. Tavoitteiden määrittäminen auttaa hahmottamaan mitä oppimistilaisuudessa halutaan opettaa ja mitä oppilaiden halutaan oppivan. Tämän tutkimuksen empiirisessä osiossa opetustilanteelle määritettiin omat ja

selkeät tavoitteet. Tämän perusteella määritetään, millaisia virtuaalitodellisuuslaitteita ja -ympäristöjä tarvitaan, jotta tavoitteisiin päästään. Ensimmäisenä on hyvä määrittää virtuaalitodellisuuden käytön tarpeellisuus. Tämä tuli esille Hamiltonin ym. (2020), Leen ym. (2017) ja Pantelidisin (2010) tutkimuksissa. Perinteiset opetustavat ovat useassa tapauksessa tehokkaampia opetustapoja, jos virtuaalitodellisuus ei tuo opetukseen mitään lisäarvoa. Opetustilanteen virtuaalitodellisuuslaitteiksi tulee hankkia tarvittavan tehokkaat ja tilanteeseen sopivat laitteet. Teräväpiirtokuvan, virtuaalitodellisuuslasien ja erilaisten palautelaitteiden käyttö vaatii tehokkaamman laitteen, kuten pelikonsolin tai tietokoneen, pyörittämään virtuaaliympäristöä. Virtuaalitodellisuusvideoiden katseluun riittää yksinkertaiset pahvikehykset, joihin kiinnitetään älypuhelin. Tämä jälkimmäinen vaihtoehto on kustannuksiltaan halvempi, mutta siinä käytetään yleensä eri valmistajien älypuhelimia ja käyttöjärjestelmiä. Tässä tapauksessa tulee varmistaa, että virtuaalitodellisuusympäristö toimii kaikilla älypuhelimilla. Tässä empiirisessä tutkimuksessa huomattiin, että osa virtuaalitodellisuusmateriaaleista ei toiminut tai toimi vain osittain tietyillä käyttöjärjestelmillä. Tämä aiheuttaa pahimmillaan sen, että osa oppilaista ei pääse osallistumaan opetustilanteeseen.

Kun virtuaalitodellisuuslaitteet on valittu ja hankittu niin, hankitaan tai luodaan virtuaaliympäristö. Tämä virtuaaliympäristö tulee testata pilottiryhmällä ja otosryhmällä, jotta siitä saadaan tilanteeseen sopiva (Pantelidis, 2010). Liian monimutkainen virtuaaliympäristö ja laitteiden käytön opiskelu vie keskittymisen pois itse tehtävältä. Jos opetustilaisuuden tavoitteena on opettaa oppilaille algoritmista ajattelua ja ongelmanratkaisukykyä niin virtuaaliympäristön tulee sisältää niitä tukevia tehtäviä tai videoita.

Kouluopetusympäristössä tulee huomioida, että oppilailla on hyvin erilaiset valmiudet ja taidot virtuaalitodellisuuden käyttöön (Koller, Harvey & Magnotta, 2006). Tämä havaittiin myös empiirisessä tutkimuksessa. Noin puolet oppilaista vastasivat käyttäneensä virtuaalitodellisuutta aikaisemmin, joten heillä on paremmat lähtökohdat kyseisen teknologian käyttöön. Osa oppilaista oppi laitteiden ja materiaalien käytön itsestään, kun taas osalle oppilaista tämä piti opettaa tarkemmin. Tämä tulee huomioida opetustilaisuuden suunnittelussa niin, että kaikille opetetaan laitteiden ja ympäristön käyttö niin, että he pystyvät osallistumaan opetukseen merkityksellisesti. Tämä vaatii myös, että opettajilla tulee olla tarvittavat valmiudet opettaa oppilaille laitteiden käyttö.

## 8 YHTEENVETO

Tämän pro gradu - tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten virtuaalitodellisuutta voidaan hyödyntää opetustilanteissa ja vastata tutkimuskysymykseen ”Kuinka fyysiset virtuaalitodellisuusaktiviteetit vaikuttavat oppimiseen?”. Tutkimuksen ensimmäinen osa toteutettiin kirjallisuuskatsauksena. Kirjallisuuskatsauksessa tutustuttiin virtuaalitodellisuuden suhteesta oppimiseen aiemmin tehtyihin tutkimuksiin. Aikaisempien tutkimusten tulokset on esitelty luvussa 4, taulukossa 2. Tutkimuksen empiirinen osio toteutettiin monimene-  
telmällisenä tutkimuksena kyselyiden ja havainnoinnin avulla. Empiirisen osion avulla pyrittiin keräämään aineistoa liittyen virtuaalitodellisuuden hyödyntämiseen opetustilanteissa ja sen vaikutuksista oppimiseen. Empiirisen tutkimuksen tuloksia on peilattu aiempien tutkimusten tuloksiin luvussa 7, taulukossa 3.

Tutkimuksen toisessa luvussa tutustuttiin virtuaalitodellisuuteen käsitteenä. Virtuaalitodellisuus on tietokonelaitteistoilla ja -ohjelmistoilla luotu keinotekoinen, virtuaalinen ympäristö (Farrell, 2018). Tämän ympäristön voi kokea kuin oikean ympäristön virtuaalitodellisuuslasien ja -laitteiden kautta. Luvussa eriteltiin virtuaalitodellisuuden käsite ja siihen usein liitetyt käsitteet, kuten lisätty todellisuus ja yhdistetty todellisuus. Erilaiset virtuaalitodellisuuslaitteet esiteltiin tässä luvussa. Virtuaalitodellisuudesta on povattu pitkään isoa tekijää opetukseen, joten sen suhdetta opetukseen käytiin pikaisesti läpi tässä luvussa pohjautuen aiempaan kirjallisuuteen. Tässä luvussa käydään jo läpi virtuaalitodellisuuden vaikutuksia ja hyötyjä opetustilanteissa. Virtuaalitodellisuudella todettiin olevan moninaisia vaikutuksia opetustilanteisiin, niin positiivisia kuin negatiivisia.

Kirjallisuuskatsauksen pohjalta virtuaalitodellisuuden suurimmiksi hyödyiksi voidaan nähdä motivaation parannus, yhteistyön aktivointi, aktiivinen oppiminen, erilaisten kykyjen aktivointi, turvallisuus ja erityistarpeiden huomiointi (Araiza-Alba ym., 2021; Farrell, 2018; Hamilton ym., 2020; Huang, Rauch & Liaw, 2010; Johnson-Glenberg ym., 2014; Martín-Gutiérrez ym., 2017; Oigara, 2016; Pantelidis, 2010; Parong & Mayer, 2018; Southgate ym., 2019). Suurin osa tarkastelluista lähteistä mainitsi, että virtuaalitodellisuudella on po-



sitiivinen vaikutus motivaatioon. Motivaatio on suuressa osassa oppimiskokemusta ja määrittelee sen, miten oppilas asennoituu opetukseen. Virtuaalitodellisuuden nähdään myös aktivoivan yhteistyöllistä ja aktiivista oppimista (Lee ym., 2017; Pantelidis, 2010). Oppilaat voivat jakaa kokemuksia ja ideoita virtuaaliympäristöön liittyen. Oppilaasta tulee aktiivinen osa oppimisympäristö, jossa hän pystyy vuorovaikuttamaan siihen suoraan. Virtuaaliympäristössä voidaan näyttää 3D - objekteja, joita pääsee itse liikuttelemaan ja tarkastelemaan lähietäisyydeltä. Tästä syystä virtuaalitodellisuus aktivoi myös käyttäjän tunteita, joita voidaan hyödyntää parantamaan oppimista. Oppilaalle voidaan antaa palautetta välittömästi ja näin hän voi parantaa oppimistaan. (Parong & Meyer, 2018). Virtuaaliympäristöillä voidaan parantaa turvallisuutta tietyissä tapauksissa, kuten lento-opetuksessa. Näin ei tarvitse oikeasti lentää lentokonetta, vaan lentäminen voidaan simuloida turvallisesti maan pinnalla (Lee ym., 2017). Farrell (2018) listasi viisi oppijan etua virtuaalitodellisuuteen liittyen. Sen avulla saadaan tuotettua helposti ymmärrettävää informaatiota, yksinkertaistettua tehtäviä, lisättyä itsevarmuutta, nopeutettua pätevyyden hankkimista ja kielen tärkeys on vähäisempi. Informaatio on virtuaaliympäristössä mahdollista personoida jokaiselle halutunlaiseksi. Pantelidis (2010) tutkimuksen perusteella voidaan määrittellä virtuaalitodellisuuden tarpeellisuus opetustilanteessa. Jokainen opetustilanne tulee arvioida virtuaalitodellisuuden osalta sopivaksi. Virtuaalitodellisuuden tulee vastata opetustilanteen tavoitteisiin. Lopuksi käytiin läpi virtuaalitodellisuuden haasteita. Näihin kuuluu sen kustannukset, sen aiheuttama pahoinvointi, virtuaalikiusaaminen, teknologiset taidot, kognitiivisen kuorman kasvattaminen ja keskittymiskyvyn herpaantuminen. (Farrell, 2018; Southgate ym., 2019; Pantelidis, 2010).

Kolmannessa luvussa käytiin läpi suomalaista opetussuunnitelmaa algoritmisen ajattelun ja ohjelmoinnin opetuksen osalta. Lähdekirjallisuuden pohjalta nähdään, että nämä taidot ovat hyvin olennaisia nykypäivänä ja tulevaisuudessa (García-Peñalvo & Mendes, 2018; Román-González, Pérez-González, & Jiménez-Fernández, 2017). Algoritmisen ajattelun opetus on sisällytetty asteittain eri vuosiluokille suomalaisessa opetussuunnitelmassa (Opetushallitus, 2016). Oppilaat oppivat tätä taitoa pikkuhiljaa vuosien varrella. Tässä luvussa esiteltiin myös fyysinen oppiminen ja teknologia-avusteinen oppiminen. Nämä teoriat voidaan linkittää virtuaalitodellisuuden kautta tapahtuvaan oppimiseen.

Neljännessä luvussa käytiin läpi kirjallisuuskatsauksen pohjalta paljastuneita virtuaalitodellisuuden vaikutuksia oppimiseen. Kaikki vaikutukset on listattu taulukkoon 2. Yleisimmät positiiviset vaikutukset virtuaalitodellisuu-  
della on oppilaan motivaatioon, yhteistyökykyyn ja muistiin. Luvussa tarkasteltiin myös fyysisten aktiviteettien vaikutusta oppimiseen. Lopuksi virtuaalitodellisuutta tarkasteltiin lyhyesti suomalaisen opetussuunnitelman kannalta.

Viidennessä, kuudennessa ja seitsemännessä luvussa käytiin läpi empiirisen tutkimuksen menetelmä, toteutus ja tulokset. Empiirinen tutkimus toteutettiin monimenetelmällisenä tutkimuksena kyselyiden ja havainnoinnin avulla. Kohderyhmänä oli alakouluikäiset oppilaat ja otosryhmäksi valikoitui erään koulun viidesluokkalaiset oppilaat. Otosryhmän koko oli 48 oppilasta. Tutki-

mus koostui kolmesta virtuaalitodellisuusskenaariosta ja niihin liittyvistä kyselyistä sekä loppukyselystä. Oppilailla oli käytössä pahvikehykset, joihin kiinnitettiin älypuhelin. Älypuhelinä käytettiin virtuaalitodellisuusmateriaalien toistamiseen. Kyselyt mittasivat lyhytkestoista muistia ja loppukysely mittasi motivaatiota ja teknisten taitojen tasoa. Lisäksi opetustilannetta havainnoitiin ja sen perusteella otettiin omat muistiinpanot, joiden avulla perustellaan kyselyiden tuloksia ja nostetaan esille muita hyötyjä tai haittoja.

Empiirisen tutkimuksen tulokset tukivat vahvasti aiemmissä tutkimuksissa saatuja tuloksia. Kyselyiden perusteella virtuaalitodellisuuden materiaalit pysyivät hyvin oppilaiden lyhytkestoisessa muistissa, joten se toimii hyvin opetuslunastana. Loppukyselyn perusteella huomattiin virtuaalitodellisuudella olevan positiivinen vaikutus oppilaiden motivaatioon ja oppilaiden tekninen taitotaso oli hyvä. Tarkastelluissa lähteissä tulokset ovat samansuuntaisia (Araiza-Alba ym., 2021; Farrell, 2018; Hamilton ym., 2020; Huang, Rauch & Liaw, 2010; Johnson-Glenberg ym., 2014; Martín-Gutiérrez ym., 2017; Pantelidis, 2010; Parong & Mayer, 2018). Havainnoinnin perusteella huomattiin, että oppilaat aktivoituivat ja tekivät paljon yhteistyötä. Oppilaat jakoivat materiaaleja ja etsivät jopa uusia. Virtuaalitodellisuusaktiviteetit kannustivat aktiiviseen ja yhteistyölliseen oppimiseen. Tämä tulos on samassa linjassa lähdemateriaalien kanssa (Hamilton ym., 2020; Huang, Rauch & Liaw, 2010; Johnson-Glenberg ym., 2014; Martín-Gutiérrez ym., 2017; Pantelidis, 2010; Southgate ym., 2019).

Havainnoinnin perusteella huomattiin myös useita epäkohtia virtuaalitodellisuuden käytössä, jotka mainittiin myös tarkastelluissa lähteissä. Virtuaalitodellisuus aiheuttaa osassa oppilaita pahoinvointia, joka tulee ottaa huomioon opetustilanteissa (Farrell, 2018; Pantelidis, 2010; Southgate ym., 2019). Tämä huomattiin empiirisessä osiossa, jossa noin puolet oppilaista raportoivat jonkinasteisesta pahoinvoinnista. Käytössä oli oppilaiden omat älypuhelimet, joten niiden toimivuus oli vaihtelevaa. Osa materiaaleista ei toiminut tai toimi vain osittain.

Empiirinen osuus siis vahvistaa kirjallisuuskatsauksessa saatuja tuloksia. Virtuaalitodellisuudella voidaan parantaa oppilaiden motivaatiota, yhteistyötä ja teknistä osaamista. Virtuaalitodellisuuteen liittyy epäkohtia, kuten pahoinvointi sekä laitteiden ja materiaalien toimimattomuus. Kirjallisuuskatsauksen ja empiirisen osion perusteella voidaan hahmotella, miten virtuaalitodellisuus voidaan ottaa onnistuneesti käyttöön opetustilanteessa. Tämä sisältää tavoitteiden tarkan määrittelyn sekä millaisilla virtuaalitodellisuuslaitteilla ja -ympäristöillä näihin tavoitteisiin päästään testauksen kautta.

Tässä pro gradu - tutkimuksessa ei ollut mahdollista toteuttaa toista opetustilaisuutta, jossa olisi toteutettu sama opetus perinteisen keinoin. Tästä johtuen ei saada suoraa vertailukohtaa saman otosryhmän sisällä, miten virtuaalitodellisuus vaikutti oppimiseen verrattuna perinteisiin keinoihin. Empiirisestä osiosta voidaan kuitenkin päätellä aiemmin mainitut tulokset. Tutkimuksen kehityskohtana voidaan nähdä myös, että loppukysely jäi lyhyeksi. Siihen olisi voinut sisällyttää vielä enemmän tarkempia kysymyksiä ja näin saada tarkempia ja merkityksellisempiä tuloksia.

Tutkimuksessa nousi esille jatkotutkimusaiheita. Fyysisten virtuaalitodellisuusaktiviteettien vaikutuksista löytyi rajallisesti lähdekirjallisuutta. Asiaa olisi mielenkiintoista tutkia, miten oppimistilanne, jossa hyödynnetään useita palautelaitteita vaikuttaa oppimiseen. Oppimistilanne, jossa käyttäjä tuntee virtuaaliympäristön haptisten laitteiden kautta, ja missä pääsee liikkumaan vapaasti itse liikkuen. Tällaisia tutkimuksia löytyi hyvin rajallisesti, joten asiaa olisi hyvä tutkia lisää miten fyysinen liikkuminen vaikuttaa virtuaalitodellisuudessa liikkumiseen ja sen kautta oppimiseen.

## LÄHTEET

- Abd Majid, F., & Shamsudin, N. M. (2019). Identifying factors affecting acceptance of virtual reality in classrooms based on Technology Acceptance Model (TAM). *Asian Journal of University Education*, 15(2), 51-60.
- AirPano VR. (2020). Around the Planet in 2 minutes. VR 360 video in 4K by AirPano [Video]. YouTube.  
<https://www.youtube.com/watch?v=nzNiAY7c5wg>
- Araiza-Alba, P., Keane, T., Chen, W. S., & Kaufman, J. (2021). Immersive virtual reality as a tool to learn problem-solving skills. *Computers & Education*, 164, 104121.
- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community?. *Acm Inroads*, 2(1), 48-54.
- Baskarada, S. (2014). Qualitative case study guidelines. Baškarada, S.(2014). Qualitative case studies guidelines. *The Qualitative Report*, 19(40), 1-25.
- Bonner, E., & Reinders, H. (2018). Augmented and virtual reality in the language classroom: Practical ideas. *Teaching English with Technology*, 18(3), 33-53.
- Boone, H. N., & Boone, D. A. (2012). Analyzing likert data. *Journal of extension*, 50(2), 1-5.
- Brown, A., & Green, T. (2016). Virtual reality: Low-cost tools and resources for the classroom. *TechTrends*, 60(5), 517-519.
- Buń, P. K., Wichniarek, R., Górski, F., Grajewski, D., Zawadzki, P., & Hamrol, A. (2016). Possibilities and determinants of using low-cost devices in virtual education applications. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(2), 381-394.
- Farrell, W. A. (2018). Learning becomes doing: applying augmented and virtual reality to improve performance. *Performance Improvement*, 57(4), 19-28.
- Fowler, C. (2015). Virtual reality and learning: Where is the pedagogy?. *British journal of educational technology*, 46(2), 412-422.
- García-Peñalvo, F. J., & Mendes, A. J. (2018). Exploring the computational thinking effects in pre-university education.

- Halverson, A. C., & Collins, R. (2009). *Rethinking education in the age of technology*. New York: Teachers College, Columbia University.
- Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2020). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: a systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. *Journal of Computers in Education*, 1-32.
- Hu-Au, E., & Lee, J. J. (2017). Virtual reality in education: a tool for learning in the experience age. *International Journal of Innovation in Education*, 4(4), 215-226.
- Huang, H. M., Rauch, U., & Liaw, S. S. (2010). Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments: Based on a constructivist approach. *Computers & Education*, 55(3), 1171-1182.
- Jin, K. H., Haynie, K., & Kearns, G. (2016, September). Teaching elementary students programming in a physical computing classroom. In *Proceedings of the 17th annual conference on information technology education* (pp. 85-90).
- Johnson-Glenberg, M. C., Birchfield, D. A., Tolentino, L., & Koziupa, T. (2014). Collaborative embodied learning in mixed reality motion-capture environments: Two science studies. *Journal of Educational Psychology*, 106(1), 86.
- Joshi, A., Kale, S., Chandel, S., & Pal, D. K. (2015). Likert scale: Explored and explained. *British journal of applied science & technology*, 7(4), 396.
- Kankaanranta, M., Lehto, M., & Neittaanmäki, P. (2014). Kohti laskennallisen ajattelun osaamista. *Informaatioteknologian tiedekunnan julkaisu* No. 14/2014.
- Kiefer, M., & Trumpp, N. M. (2012). Embodiment theory and education: The foundations of cognition in perception and action. *Trends in Neuroscience and Education*, 1(1), 15-20.
- Kitchenham, B. A., & Pfleeger, S. L. (2001). Principles of survey research part 1: turning lemons into lemonade. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 26(6), 16-18.
- Kitchenham, B. A., & Pfleeger, S. L. (2002a). Principles of survey research part 2: designing a survey. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 27(1), 18-20.
- Kitchenham, B. A., & Pfleeger, S. L. (2002b). Principles of survey research part 3: constructing a survey instrument. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 27(2), 20-24.

- Kitchenham, B. A., & Pfleeger, S. L. (2002c). Principles of survey research part 4: questionnaire evaluation. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 27(3), 20-23.
- Kitchenham, B. A., & Pfleeger, S. L. (2002d). Principles of survey research part 5: populations and samples. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 27(5), 17-20.
- Kitchenham, B., & Pfleeger, S. L. (2003). Principles of survey research part 6: data analysis. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 28(2), 24-27.
- Koller, V., Harvey, S., & Magnotta, M. (2006). Technology-based learning strategies. Social Policy Research Associates Inc. [http://www.doleta.gov/reports/papers/TBL\\_Paper\\_FINAL.pdf](http://www.doleta.gov/reports/papers/TBL_Paper_FINAL.pdf).
- Koodiaapinen. (2020). OPS2016. Haettu osoitteesta <https://koodiaapinen.fi/ops2016/>.
- Kosmas, P., Ioannou, A., & Zaphiris, P. (2019). Implementing embodied learning in the classroom: effects on children's memory and language skills. *Educational Media International*, 56(1), 59-74.
- Lee, S. H., Sergueeva, K., Catangui, M., & Kandaurova, M. (2017). Assessing Google Cardboard virtual reality as a content delivery system in business classrooms. *Journal of Education for Business*, 92(4), 153-160.
- Martín-Gutiérrez, J., Mora, C. E., Añorbe-Díaz, B., & González-Marrero, A. (2017). Virtual technologies trends in education. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(2), 469-486.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.
- National Geographic. (2016). 360° Antarctica - Unexpected Snow | National Geographic [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=XPhmpfiWEEw>
- Oigara, J. N. (2018). Integrating virtual reality tools into classroom instruction. In *Handbook of research on mobile technology, constructivism, and meaningful learning* (pp. 147-159). IGI Global.
- Opetushallitus. (2016). Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014. Haettu osoitteesta: [http://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen\\_opetussuunnitelman\\_perusteet\\_2014.pdf](http://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf)

- Pantelidis, V. S. (2010). Reasons to use virtual reality in education and training courses and a model to determine when to use virtual reality. *Themes in Science and Technology Education*, 2(1-2), 59-70.
- Parong, J., & Mayer, R. E. (2018). Learning science in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*, 110(6), 785.
- Pawlowski, J., Clements, K., Dimitrakopoulou, D., Idzik, M., Muilu, M., Pilv, M., & Sotiriou, S. (2020). Computational Thinking and Acting: An Approach for Primary School Competency Development.
- Price, P. C., Jhangiani, R. S., & Chiang, I. C. A. (2015). Reliability and validity of measurement. *Research methods in psychology*.
- Przybylla, M., & Romeike, R. (2014). Physical Computing and Its Scope-- Towards a Constructionist Computer Science Curriculum with Physical Computing. *Informatics in Education*, 13(2), 241-254.
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778.
- Ray, A. B., & Deb, S. (2016, December). Smartphone based virtual reality systems in classroom teaching – A study on the effects of learning outcome. In *2016 IEEE Eighth International Conference on Technology for Education (T4E)* (pp. 68-71). IEEE.
- Román-González, M., Pérez-González, J. C., & Jiménez-Fernández, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior*, 72, 678-691.
- Southgate, E., Smith, S. P., Cividino, C., Saxby, S., Kilham, J., Eather, G., ... & Bergin, C. (2019). Embedding immersive virtual reality in classrooms: Ethical, organisational and educational lessons in bridging research and practice. *International journal of child-computer interaction*, 19, 19-29.
- Stolz, S. A. (2015). Embodied learning. *Educational philosophy and theory*, 47(5), 474-487.
- Sukamolson, S. (2007). Fundamentals of quantitative research. *Language Institute Chulalongkorn University*, 1(3), 1-20.
- Thompson, M. M., Wang, A., Roy, D., & Klopfer, E. (2018). Authenticity, Interactivity, and Collaboration in VR learning games. *Frontiers in Robotics and AI*, 5, 133.

Virtanen, J. (n.d). Maailman seitsemän ihmettä. Google Poly. Haettu 25.5.2021 osoitteesta: <https://poly.google.com/u/1/view/choAUTuvuf7>

Williams, C. (2007). Research methods. Journal of Business & Economics Research (JBER), 5(3).



## LIITE 1 VIRTUAALITODELLISUUSKENAARIOIDEN KYSELYLOMAKKEET

### 1. Ensimmäisen virtuaalitodellisuusskenaarion kyselylomake:

- Mitä eläimiä videolla näkyi?
  - Jääkarhu
  - Pingviini
  - Hylje
  - Koira

### 2. Toisen virtuaalitodellisuusskenaarion kyselylomake:

- Mikä ei ole yksi maailman seitsemästä uudesta ihmeestä?
  - Colosseum
  - Kiinan muuri
  - Empire State Building
  - Machu Picchu
- Missä maassa Taj Mahal sijaitsee?
  - Intia
  - Kiina
  - Indonesia
- Missä maassa Colosseum sijaitsee?
  - Espanja
  - Italia
  - Ranska
- Mitä varten Kiinan muuri rakennettiin?
  - Puolustukseksi invaasioita vastaan
  - Turistikohteeksi
  - Liikuntakohteeksi
- Ketkä rakensivat Chichén Itzán temppelikaupungin?
  - Inkat
  - Mohawkit
  - Mayat
- Millä kasvillisuusvyöhykkeellä Jordanian Petra sijaitsee?
  - Tundra
  - Aavikko
  - Sademetsä
- Mikä patsas sijaitsee Rio de Janeiron vieressä olevan vuoren huipulla?
  - Vapaudenpatsas
  - Kristus-patsas

- Moai-patsas
- Missä maassa sijaitsee Machu Picchu?
  - Peru
  - Chile
  - Brasilia

3. Kolmannen virtuaalitodellisuusskenaarion kyselylomake:

- Mitä eläimiä videolla oli?
  - Karhu
  - Kissa
  - Hai
  - Delfiini
  - Koira
  - Panda
  - Hevonen
  - Meduusa
  - Kirahvi
  - Pingviini
- Mitkä maailman uusista seitsemästä ihmeestä näkyivät videolla?
  - Machu Picchu
  - Kristus-patsas
  - Kiinan muuri
  - Chichén Itzá
  - Petra
  - Colosseum
  - Taj Mahal

## LIITE 2 LOPPUKYSELYN KYSELYLOMAKE

### 1. Vastausvaihtoehdot likert-vastauksissa:

- 1 = täysin eri mieltä
- 2 = jokseenkin eri mieltä
- 3 = ei samaa eikä eri mieltä
- 4 = jokseenkin samaa mieltä
- 5 = täysin samaa mieltä

### 2. Kyselylomakkeen osa 1:

1. Miltä tuntui käyttää virtuaalitodellisuutta? (vapaa sana)
2. Oliko virtuaalitodellisuus hauskaa?
3. Koitko oppineesi lisää virtuaalitodellisuuden avulla?
4. Lisäsikö virtuaalitodellisuus motivaatiosi oppia?
5. Oletko käyttänyt ennen virtuaalitodellisuuslaitteita? (kyllä tai ei)
6. Voisitko kuvitella käyttäväsi virtuaalitodellisuutta vapaa-ajalla?
7. Haluaisitko virtuaalitodellisuuden olevan käytössä enemmän koulutehtävissä?
8. Muuttuiko käsityksesi virtuaalitodellisuudesta?

### 3. Kyselylomakkeen osa 2:

1. Mikä oli mieleenpainuvuin video? (1, 2, 3)
2. Missä videossa koit olevasi eniten mukana? (1, 2, 3)
3. Oliko virtuaalitodellisuuden käyttö helppoa?
4. Auttoiko virtuaalitodellisuus hahmottamaan materiaaleissa olleita kohteita?
5. Onko virtuaalitodellisuus mielestäsi parempi vaihtoehto tavalliselle näytölle/kirjalle asioiden havaitsemiseksi videoilta?
6. Vaikuttiko vauhti virtuaalitodellisuuden tuntumaan?
7. Vaikuttiko mahdollisuus ympäristön kanssa vuorovaikutukseen virtuaalitodellisuuden tuntumaan? (vuorovaikutus oli mahdollista videossa 2)
8. Oliko videoiden perässä helppo pysyä?
9. Koitko olevasi itse paikalla videoissa?