

Kasper Myllyharju

**VIRTUAALITODELLISUUSTEKNOLOGIAN  
HYÖDYNTÄMINEN OPETUSKÄYTÖSSÄ**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO  
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA  
2021

# TIIVISTELMÄ

Myllyharju, Kasper

Virtuaalitodellisuusteknologian hyödyntäminen opetuksessa

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2021, 27 s.

Tietojärjestelmätiede, kandidaatin tutkielma

Ohjaaja: Kokko, Tuomas

Virtuaalitodellisuus määritellään yksinkertaisimmillaan tietokonevälitteiseksi simulaatioksi. Virtuaalitodellisuus on olemukseltaan kolmiulotteinen, moniaistinen ja vuorovaikutteinen, jolloin käyttäjän kokemus on kuin tämä olisi ja toimisi kyseisessä keinotekoisessa ympäristössä. Viimevuosina kuluttajakäyttöön suunnatut virtuaalitodellisuuslasit ovat yleistyneet, joka on kasvattanut niiden saatavuutta myös opetuskäytössä. Samalla eri tieteenaloilla on alettu tutkimaan virtuaalitodellisuuden soveltamista entistä enemmän. Virtuaalitodellisuuden tutkimus onkin lisääntynyt viimevuosina esimerkiksi tekniikan, psykologian ja opetuksen saralla.

Tässä tutkielmassa käsittelen virtuaalitodellisuuden hyödyntämistä lasten, nuorten ja korkeakouluopiskelijoiden opetuksessa. Tutkielma on tuotettu kirjallisuuskatsauksena, jossa tarkastellaan millaisia hyötyjä, haittoja ja mahdollisuuksia virtuaalitodellisuuden hyödyntämisessä opetuksessa on. Tutkielmassa keskityn virtuaalitodellisuusteknologioista erityisesti virtuaalitodellisuuslaseihin mutta käyn läpi myös esimerkiksi projektorilla muodostettua virtuaaliympäristöä tukena liikunnan opetuksessa. Tutkielmassa tarkastellaan ja määritetään virtuaalitodellisuutta teknologianäkökulmasta samalla pohjustaen aihetta sen soveltamiseen opetuskäyttöön. Opetusta tarkastellaan tutkielmassa erilaisten oppimisteorioiden avulla ja avataan virtuaalitodellisuuden soveltuvuutta näiden oppimisteorioiden malleihin. Tässä tutkielmassa käy ilmi, että virtuaalitodellisuuden hyödyntämisessä opetuskäytössä on selkeää hyötyä oppimisen kannalta, mutta se sisältää myös rajoitteita ja ongelmia. Erityisesti nuorten, alle teini-ikäisten lasten opetuksessa virtuaalilasien käyttöä tulisi välttää muun muassa osittain kehittymättömän ylävartalon ja pään motoriikan takia. Kehitysvammaisilla virtuaalitodellisuus on havaittu olevan erityisen tehokas tapa opettaa tiettyjä haastavaksi havaittuja asioita.

Asiasanat: virtuaalitodellisuus, opetus, virtuaalitodellisuuslasit

## **ABSTRACT**

Myllyharju, Kasper

Utilization of virtual reality technology in teaching

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2021, 27 p.

Information Systems Science, Bachelor's Thesis

Supervisor: Kokko, Tuomas

Virtual reality is defined at most as a computer-mediated simulation. Virtual reality is three-dimensional, multi-sensory, and interactive so that the user experience is as if it were and would work in that artificial environment. In recent years, consumer-oriented head-mounted displays have become more common, which has increased their availability for educational use as well. At the same time, many more disciplines have begun to explore the application of virtual reality much more. Research into virtual reality has increased in recent years in the fields of instructional technology, psychology, and teaching.

In this dissertation, I discuss the use of virtual reality in the teaching of children, young people, and school students. The dissertation has been produced as a literature review, which constantly presents the advantages, disadvantages, and possible possibilities of using virtual reality in teaching. In my dissertation, I focus on virtual reality technologies in head-mounted displays, but I also go through a projector-based virtual environment in support of physical education. The teaching of virtual reality technology is defined from the technological point of view while laying the groundwork for its application to teaching. Teaching in an extensive dissertation using a variety of learning theories and opening the applicability of virtual reality to the countries of these learning theories. This dissertation shows that there are clear benefits to learning in the use of virtual reality in teaching, but it also includes limitations and problems. In the teaching of young children under the age of adolescence the use of head-mounted displays should be avoided due to the undeveloped upper body and head coordination. In people with intellectual disabilities, virtual reality has been observed on top of an effective way to teach certain things that are perceived as challenging.

Keywords: virtual reality, teaching, head-mounted display

## **KUVIOT**

KUVIO 1 Esimerkkejä tavoista, jolla virtuaalitodellisuutta hyödynnetään tällä hetkellä.....	14
KUVA 1 Oculus Quest 2 VR-lasit.....	16

## **TAULUKOT**

TAULUKKO 1 Virtuaalitodellisuuden keskeiset käsitteet.....	12
--	----

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIOT JA TAULUKOT

1	JOHDANTO .....	6
2	VIRTUAALITODELLISUUS.....	8
	2.1 Virtuaalitodellisuuden määritelmä .....	8
	2.2 Virtuaalitodellisuuden historia ja nykyhetki.....	11
	2.3 Virtuaalitodellisuuslaitteisto.....	12
3	OPETUS JA OPPIMINEN .....	15
4	VIRTUAALITODELLISUUS OPETUSKÄYTÖSSÄ .....	16
	4.1 Virtuaalitodellisuuden hyödyt opetuskäytössä .....	16
	4.2 Virtuaalitodellisuuden haasteet ja ongelmat opetuksessa .....	18
	4.2.1 Virtuaalitodellisuuden vaikutukset lasten motoriikan kehitykseen.....	18
	4.2.2 Virtuaalitodellisuudesta aiheutuva pahoinvointi.....	19
	4.3 Virtuaalitodellisuuden hyödyntäminen kehitysvammaisten opetuksessa.....	21
5	YHTEENVETO.....	22
	LÄHTEET .....	24

# 1 JOHDANTO

Virtuaalitodellisuuden ennustetaan olevan tulevaisuudessa tärkeässä osassa opetusta sen tuoman motivaation ja oppijoiden osallistavuuden ansiosta (Makransky & Lilleholt, 2018). Virtuaalitodellisuuden läpilyönti ei ole kuitenkaan vielä tapahtunut ja Makransky & Lilleholt (2018) eivät ole ensimmäiset, jotka uskovat virtuaalitodellisuuden olevan merkittävä osa tulevaisuutta. Jo Biocan ja Levyn (1995) mukaan virtuaalitodellisuudessa ei ole kyse vain teknologiasta, vaan se on suunta tulevaisuudelle. Tässä tutkielmassa pyritään selvittämään milloin virtuaalitodellisuuden hyödyntäminen opetuksessa kannattaa. Samalla sivutaan mahdollisia syitä ja ongelmia sille, miksi virtuaalitodellisuus ei ole vielä levinnyt laajasti opetukseen.

Kuten edellisessä kappaleessa mainitsin, jo vuosikymmeniä VR:n on uskottu olevan potentiaalinen ja jopa opetuksen alaa mullistava teknologia. Keskeinen argumentti VR:n puolesta on ollut sen mahdollisuus toimia alustana oppijoille opetella uusia asioita simuloitussa ympäristössä. Simuloitu ympäristö mahdollistaa virheiden korjaamisen, toiston, turvallisen epäonnistumisen, sekä kaukaisissa kohteissa ja ympäristöissä vierailun edullisesti. Kuitenkin ennen kuluttajille suunnattuja uuden sukupolven Oculus Rift-laseja, VR-teknologia on ollut lähinnä kirurgien, lentäjien ja sotilaiden käytössä opetuksen osalta. Jatkovasti kehittyvän VR-teknologian ja kuluttajakäyttöön suunnattujen VR-lasien yleistyessä on VR:n hyödyntäminen laajemmin opetuksessa aina vain lähempänä nykypäivää. (Jensen & Konradsen, 2018)

VR:llä on mahdollista tuoda eloon esimerkiksi historian tapahtumat kolmiulotteisesti oppijan tarkasteltavaksi ja käydä simulaation avulla muuten kalliita sekä vaarallisia oppimistilanteita lävitse (Yildirim, Elban, & Yildirim, 2018). VR mahdollistaa käyttäjän aisteja stimuloivan ja parhaimmillaan immerstiivisen kokemuksen, jonka avulla opetuksen mielekkyys kasvaa ja aiemmin opittu teoretietoa pääsee hyödyntämään aidon tuntuiseen VR-simulaatioon. Virtuaalitodellisuuden potentiaalia on hyödynnetty myös kehitysvammaisten opetuksessa hyvin tuloksin (Standen & Brown, 2006).

Tutkielmassa syvennyttään virtuaalitodellisuuden tämänhetkiseen käyttöön opetusikäikässä ja tarkastellaan mitkä ovat sen tulevaisuuden näkymät.

Samalla perehdytään VR-tekniikan hyötyihin ja rajoitteisiin oppijoiden ja opettajien kannalta. Tutkielman motiivina on nostaa esille tekniikan mahdollisesti opetusalaan mullistava potentiaali ja näin ollen saada lisää huomiota aiheelle. Tarkastelussa keskeisimpänä on selvittää mitä hyötyä VR:n käytöstä opetuksessa on, ja mitä mahdollisia haittoja sen käyttöön liittyy. Pyrin vastaamaan tutkielmassani seuraaviin kysymyksiin:

1. Milloin VR:n hyödyntäminen opetuskäytössä on kannattavaa?
2. Miten VR-tekniikoita voidaan hyödyntää opetuskäytössä ja mitkä ovat niiden hyödyt ja rajoitteet?

Tähän kirjallisuuskatsaukseen tietoa on hankittu käyttäen seuraavia hakupalveluita: Google Scholar, Web of Science ja JYUDOK. Hauissa käytettäviä avainsanoja ovat VR, virtual reality, cyberspace, virtual world, virtuaalitodellisuus, education, CAVE, HMD, VR-lasit, oppiminen, opetus, learning, learning methods, immersio, immersion, kehitysvammaisuus, disabled, history, flight simulator, lentosimulaattori ja 360-degree videos. Tutkielmassa käytettävä lähdemateriaali oli lähes poikkeuksetta vertaisarvioitua ja joko hyvin paljon aiemmin viitattua, laadukkaissa julkaisukanavissa julkaistua tai molempia.

Tutkielman toisessa luvussa käsitellään virtuaalitodellisuutta tekniikana ja määritellään tutkielman keskeistä käsitteistöä, sekä paneudutaan virtuaalitodellisuuden historiaan. Kolmannessa luvussa käydään lävitse opetusta ja oppimista, sekä tutkielman kannalta merkittävimpiä oppimisteorioita. Neljännessä luvussa yhdistyy toisen ja kolmannen luvun sisältö käsiteltäessä virtuaalitodellisuutta osana opetusta. Siinä paneudutaan virtuaalitodellisuuden tuomiin hyötyihin opetuksessa ja sen jälkeen tarkastellaan sen haittoja. Tutkielma päättyy yhteenvetoon ja lähteisiin.

## 2 VIRTUAALITODELLISUUS

Tässä luvussa määritellään tieteellisten lähteiden avulla mitä virtuaalitodellisuus ja muut tutkielman kannalta tärkeät käsitteet tarkoittavat. Tämän lisäksi käydään lävitse virtuaalitodellisuuden historiaa, nykyistä tilaa ja sen tämänhetkisiä käyttötarkoituksia. Lopuksi käsitellään virtuaalitodellisuuslaitteistoja ja niiden vaikutusta tutkimustuloksiin.

### 2.1 Virtuaalitodellisuuden määritelmä

Virtuaalitodellisuudella (VR, engl. virtual reality) tarkoitetaan käyttöliittymää, johon sisältyy käyttäjän interaktiota ja reaaliaikaista aistikanavien stimulointia (Burdea & Coiffet, 2003). Mahdollisia VR:llä stimuloitavia aisteja ovat tuntoaisti, kuuloaisti, näköaisti, makuaisti ja hajuaisti. Näistä stimuloituista aisteista kuitenkin yleisimpiä moderneissa VR-laseissa ovat kuulo- näkö ja tuntoaisti (Angelov, Petkov, Shipkovenski & Kalushkov, 2020). Toinen näkökulma Burdan ja Coiffetin (2003) mukaan on määritellä virtuaalitodellisuus simulaation kautta, jossa todellisuus yhdistetään teknologian avulla keinotekoisesti luotuun todellisuuteen. Tällaisessa simulaatiossa esimerkiksi VR:n käyttäjän kädenliike on todellisuudessa, kun taas käyttäjälle virtuaalilaseissa piirtyvä kuva on keinotekoisesta todellisuudesta. Menemättä tarkemmin filosofisiin kysymyksiin siitä, että mitä todellisuus on, tarkoittaa se tämän tutkielman kontekstissa ilman virtuaalilaseja koettavaa maailmaa.

Burdeasta ja Coiffetista poiketen Sherman ja Craig (2003) yhdistävät nämä kaksi mainittua virtuaalitodellisuuden määritelmää kokonaiseksi neljän osatekijän määritelmäksi. Nämä neljä virtuaalitodellisuuden osatekijää ovat virtuaalimaailma, immersio, aistinvarainen palaute, sekä interaktiivisuus.

Virtuaalimaailma Shermanin ja Craigin (2003) mukaan vastaa kuvitteellista tilaa, joka voidaan kokea välineen avulla. Heidän mukaansa virtuaalitodellisuus on ikään kuin näytelmää ohjaava käsikirjoitus, jonka mahdollistavat tekijät kuten VR-teknologia ovat kuin näyttelijät ja rekvisiitta.



Sherman ja Craig (2003) jakavat termin immersio kahteen osaan: henkinen immersio, jolla tarkoitetaan tavallistenkin medioiden tavoittelemaa tunnetta, jossa esimerkiksi kirjan lukijalle tai elokuvan katsojalle tulee tunne, että tämä olisi paikan päällä kyseisen kirjan tai elokuvan maailmassa. Fyysinen immersio taas tarkoittaa aistien keinotekoista stimulointia teknologian avulla. Fyysiseen immersioon ei vaadita kaikkia aisteja ja siitä esimerkkinä voi käyttää virtuaalitodellisuudessa korkean pilvenpiirtäjän reunalla seisovaa käyttäjää, joka tuntee fyysistä pelkoa pudotuksesta. (Sherman & Craig, 2003)

Virtuaalitodellisuudessa sensoreilla ja niiltä saatavalla palautteella on tärkeä rooli immersiiivisen kokemuksen kannalta. Sensorinen palaute esimerkiksi mahdollistaa kuvan vaihtumisen virtuaalilaseissa silloin, kun käyttäjä liikuttaa päätään tai virtuaalimaailmassa olevaa objektia käyttäjän käden liikkeellä. VR-lasit käyttävät erilaisia sensoreita käyttäjän liikkeiden seuraamiseen ja tyypillisesti sensoreilla seurataan vähintäänkin käyttäjän pään ja ainakin yhden käden tai kädessä olevan esineen liikettä. (Sherman & Craig, 2003)

Kuitenkin modernit kuluttajakäytössä olevat VR-lasit pystyvät seuraamaan kahta kättä tai kädessä olevaa ohjainta. Kehittyneimmät VR-lasit pystyvät seuraamaan käsien liikkeiden lisäksi myös käyttäjän sormien liikettä (Angelov ym., 2020). Käsien liikkeiden lisäksi esimerkiksi suomalainen yritys nimeltä Varjo on julkaissut Aero nimiset VR-lasit, joissa on silmien katseenseuranta, jolla voidaan havainnoida käyttäjän silmien liikettä 200 hertsin tarkkuudella (Varjo, 2021).

Interaktiivisuus on viimeinen neljästä avaintekijästä virtuaalitodellisuudelle ja erityisesti sen autenttisuudelle. Interaktiivisuus on vuorovaikutusta käyttäjän ja käyttöliittymän välillä. Erilaisia tapoja olla interaktiivinen virtuaalitodellisuudessa ovat esimerkiksi pään liikuttaminen, jolloin käyttäjän näkymä muuttuu pään liikkeen mukaan, kuten todellisessa maailmassa. Toinen virtuaalimaailman immersiota ja autenttisuutta lisäävä tekijä interaktiivisuuden saralla on virtuaalimaailman esineiden ja asioiden kanssa käytävä interaktio. Tällainen voi olla esimerkiksi jonkin esineen nostaminen ylös virtuaalitodellisuudessa. (Sherman & Craig, 2003)

Näistä virtuaalitodellisuuden määritelmistä Sherman ja Craigin (2003) määritelmä on selkeästi kattavin ja konkreettisin. Tämä johtunee pitkälti siitä, että kyseessä on virtuaalitodellisuuteen keskittyvä tieteellinen kirja. Burdan ja Coiffetin (2003) määritelmä katsoo virtuaalitodellisuutta hieman kapeammin, mutta hieman eri perspektiivistä ja on täten osa tämän tutkielman virtuaalitodellisuuden määritelmää.

Käsite	Määritelmä	Lähde
VR (engl. Virtual reality, virtual world ja cyberspace)	Virtuaalitodellisuus, joka tarkoitetaan käyttöliittymää, johon sisältyy käyttäjän interaktiota ja reaaliaikaista aistikanavien stimulointia. VR voidaan määritellä myös hieman käyttäjälähtöisemmin 3D ympäristöksi, jossa käyttäjä tuntee immersiota virtuaalimaailmassa, joka korvaa käyttäjää ympäröivän fyysisen maailman. Voidaan jakaa neljään osatekijään, jotka ovat virtuaalimaailma, immersio, aistinvarainen palaute, sekä interaktiivisuus.	Burdea & Coiffet, 2003; Allcoat & von Mühlennen, 2018; Sherman & Craig (2003)
VR-lasit (engl. Head mounted display, eli HMD)	Päähän laitettava interaktiivinen näyttölaitteisto, joka mahdollistaa käyttäjän näkemään vain päässään kiinni olevan näytön ja samalla liikuttamaan päätään ja muuta kroppaansa. VR-lasit sisältävät usein sensoreita, jotka mittaavat käyttäjän pään, ohjainten ja joskus käsien liikettä.	Shibata (2002); Radianti, Majchrzak, Fromm & Wohlgenannt (2020)
Immersio (engl. Immersion)	Aistien teknologinen stimulointi ja tunne läsnäolosta virtuaalimaailmassa. Se usein johtaa heikentyneeseen tietoisuuteen siitä, mitä henkilön ympärillä olevassa todellisessa maailmassa tapahtuu.	Sherman ja Craig (2003); Hamilton, McKechnie & Edgerton (2020)
Interaktiivisuus (engl. Interactivity)	Vuorovaikutteisuus ihmisen ja toisen ihmisen tai käyttäjän ja käyttöliittymän välillä. Tässä tutkielmassa pääasiallisena	Sherman & Craig (2003); Huang, Rauch, & Liaw (2010)

	käyttöliittymänä toimivat virtuaalitodellisuuslasit, joissa käyttäjän interaktiivisuutta erilaiset kamerat ja sensorit.	
--	---	--

TAULUKKO 1 Virtuaalitodellisuuden keskeistä käsitteistöä

## 2.2 Virtuaalitodellisuuden historia ja nykyhetki

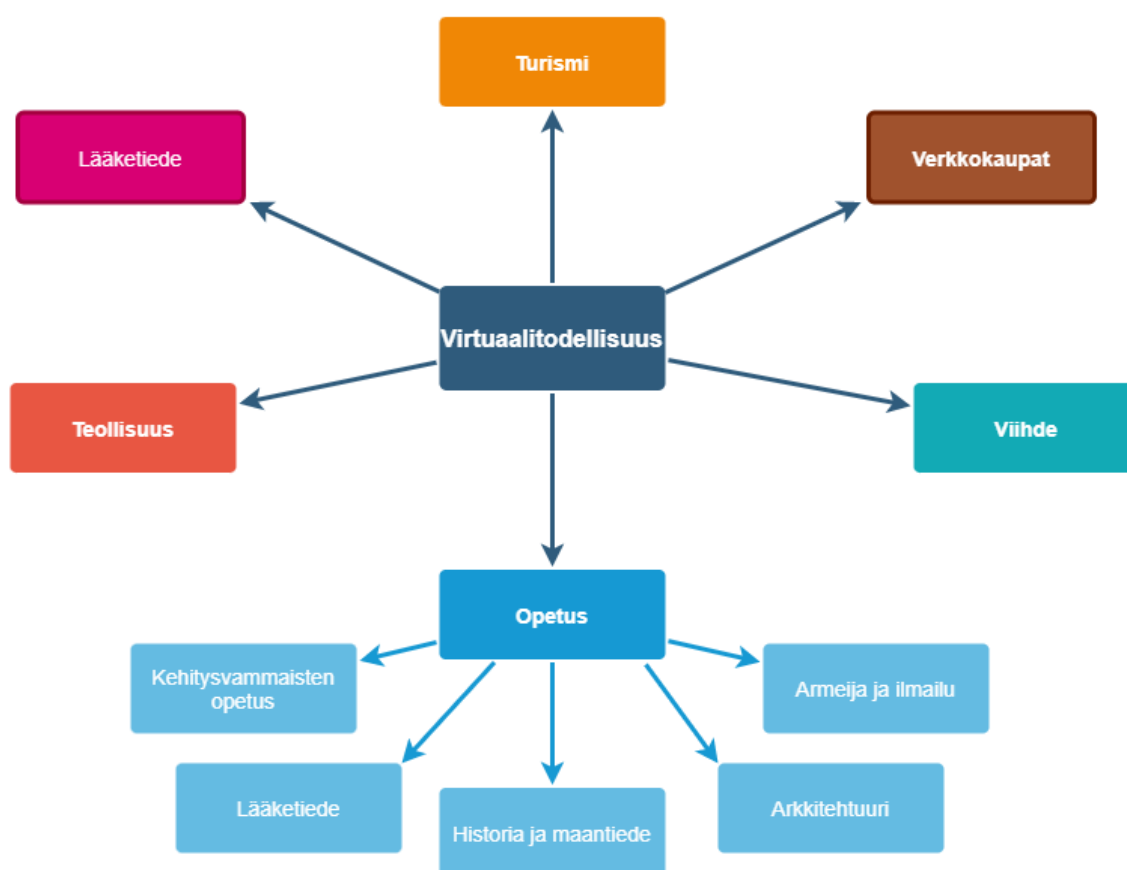
Konseptina virtuaalitodellisuus on melko vanha, sillä sen historia alkaa jo 1960-luvulta, kun Morton Heilig kehitti kuuluisaksi nousseen laitteen nimeltä Sensorama. Vaikka Sensorama ei kuvanlaatunsa ja muiden teknisten ominaisuuksiensa takia yltänyt lähellekään nykyisten VR-laitteiden luomaan immersiota, oli se aistien stimuloinnissa määrällisesti edellä jopa monia nykyisiä kaupallisia laitteita. Jo tuolloin Sensorama stimuloi nykypäivän VR-laseille tyypillisen näkö- ja kuuloaistin lisäksi myös tunto- ja jopa hajuaistia keinotekoisen pakokaasun ja pizzan tuoksun muodossa. (Biocca & Levy, 1995, s.96.)

Visio Sensoramaa enemmän nykypäivän VR-laseja muistuttavasta The Ultimate displaystä (suomeksi äärimmäinen näyttö) syntyi myös 1960-luvulla. The Ultimate displayn kehittäjä Ivan Sutherland kuvasi laitteen välittävän tietoa silmien ja korvien lisäksi myös suuhun ja käsiin. Sutherland suunnitteli The Ultimate displayn sisältävän teknologioita, joita ei ollut vielä 1960-luvulla olemassa. Tällaisia teknologioita olivat esimerkiksi dynaamisessa perspektiivissä renderöinti, katseenseuranta ja tuntoaistin stimulointi. Toisin kuin moderneissa päähän puettavissa VR-laseissa, Sutherlandin visioissa The Ultimate display olisi kokonainen huone, jota tietokone ohjaisi. The Ultimate display on hyvin merkittävä idea VR:n historiassa, sillä se loi pohjan tarkemmalle tutkimukselle. (Berg & Vance, 2017)

Ensimmäiset kuluttajakäyttöön tarkoitetut laitteet tulivat myyntiin 1980-luvulla VPL Research nimisen yrityksen toimesta. Kuitenkin vasta 1990-luvulla teknologia oli tarpeeksi kehittynyttä muistuttamaan The Ultimate displayn visiota. Vaikka silloisen teknologian tehokkuus ei vielä riittänyt immersiiiviseen kokemukseen, nähtiin VR-teknologia silti hyvin potentiaalisena. Teknologian kehittyessä kiinnostus VR-teknologiaan on jatkanut nousuaan ja nykyään yhä useampi ala on alkanut hyödyntämään sen potentiaalia (Berg & Vance, 2017; Yildirim ym., 2018). Yksi merkittävimmistä VR:n hyödyntäjistä on lääketiede, sillä VR mahdollistaa haastavien tai muuten riskialttiiden toimenpiteiden harjoittelun immersiiivisessä ja tarkasti simuloivassa virtuaaliympäristössä. (Berg & Vance, 2017)

Myös kuluttajakäyttöön suunnatuissa laitteissa teknologia on jatkanut kehitystään ja samalla nostanut suosiota. Esimerkiksi vuonna 2020 julkaistua Oculus Quest 2:sta oli myyty vuoden 2021 ensimmäisellä vuosineljänneksellä ennätysmäiset 4.6 miljoonaa kappaletta (Chauha, 2021). Virtuaalitodellisuus on

ollut myös tutkijoiden suosiossa ja Cipresson, Gigliolin, Rayan & Rivan (2018) artikkelissa kerrotaan Web Of Sciencissa olevan 21 667 tieteellistä paperia liittyen virtuaalitodellisuuteen. Vertaillen Web Of Sciencin virtuaalitodellisuuden tutkimuksen aiheita, vuosien 2011–2016 välillä tutkimus on painottunut aiempaa enemmän muuhunkin kuin pelkkään IT-tutkimukseen. Vaikka IT-tutkimus on edelleen tutkituin kategoria, on tutkimus esimerkiksi tekniikan, psykologian ja opetuksen ja kasvatustieteiden saralla lisääntynyt. Vuosien 2011–2016 välillä noin 6 % virtuaalitodellisuuden tutkimuspapereista käsitteli sen hyödyntämistä opetuksessa.



Kuvio 1 Esimerkkejä tavoista hyödyntää virtuaalitodellisuutta nykyaikana. Muokattu mukaelma (Yildirim ym., 2018, s.63) kuviosta.

### 2.3 Virtuaalitodellisuuslaitteisto

Virtuaalitodellisuus ja erityisesti sen laitteisto on kehittynyt huimasti viime vuosien aikana (Angelov, Petkov, Shipkovenski & Kalushkov, 2020). Virtuaalitodellisuuslaitteistoja on erilaisia moniin eri käyttötarkoituksiin, joista suosituimmat ovat päähän asetettavat VR-lasit (engl. HMD eli Head-mounted display). VR-lasien lisäksi tässä tutkielmassa tarkastellaan CAVE virtuaalitodellisuuslaitteistoa. CAVE:ssa erilaiset näytöt tai heijasteet

ympäröivät käyttäjää ja täten erillisiä VR-laseja ei tarvita (Cruz-Neira, Sandin & DeFanti, 1993).

Nykypäivän VR-lasit voidaan kategorisoida monin eri tavoin, esimerkiksi kahteen pääkategoriaan: johdolla kiinnitettäviin ja langattomiin malleihin (Angelov ym., 2020). Toinen tapa jakaa VR-teknologiaa on jakaa se tavanomaisella pöytäkoneella, hiirellä ja näppäimistöllä toteutettavaan virtuaalitodellisuuteen (desktop VR), sekä esimerkiksi virtuaalitodellisuuslaseilla tai muulla immersiiivisellä tavalla toteutettavaan immersiiiviseen virtuaalitodellisuuteen (engl. immersive VR) (Hamilton, McKechnie & Edgerton, 2020). Tietokoneen näytöllä toteutettavan VR:n ja VR-lasien avulla toteutetun VR:n välillä on käyttäjien mieltymyksissä merkittäviä eroja tutkimuksesta riippuen. Esimerkiksi Oberdörferin, Heidrichin, & Latoschikin (2019) tutkimuksessa havaittiin VR-lasien olevan selkeästi pidetympi ja täten tutkimuksen oletuksen mukaan myös oppimistuloksia parantava. Santosi, Dias, Pimentel, Baggerman., Ferreira, Silva, & Madeira, (2009) havaitsivat kymmenen vuotta vanhemmassa suunnistuskykyä VR:ssä mittaavassa tutkimuksessa käyttäjien taas pitäneen enemmän tietokoneen näytöllä olevasta VR:stä. Ero on selitettävissä 10 vuoden aikana tapahtuneessa suuressa teknologian kehityksessä. Vuoden 2009 toteutetussa tutkimuksessa (Santos ym., 2009) sekä VR-lasien näyttö, että tietokoneen näyttö olivat resoluutioltaan 480 000(800 x 600) pikseliä, kun taas Oberdörferin, Heidrichin, & Latoschikin (2019) toteutetussa tutkimuksessa VR-lasien pikselimäärä oli 2 592 000(2160 x 1200) ja tietokoneen näytön 1 296 000 (1080 x 1200). Immersiivisemmän ja todennäköisesti vähemmän pahoinvointia aiheuttavaan VR-kokemukseen vaaditaankin muassa enemmän näytön resoluutiota, joten uudemmilla ja isomman resoluution omaavilla VR-laseilla on selkeä etu (IEEE, 2021, s.63–66). Toisaalta Oberdörferin ym. (2019) tutkimuksen tuloksia voidaan kritisoida laitteiden isojen resoluutioerojen takia epäpäteviksi.

VR-laseja on hyvin monenlaisia ja yksinkertaisimmillaan VR-lasit voivat olla esimerkiksi älypuhelimien näytöllä toimivia laseja, kuten Samsung Gear tai Google Cardboard (Radianti, Majchrzak, Fromm & Wohlgenannt, 2020). Näitä tehokkaampia ja immersiiivisempiä VR-laseja ovat tietokoneeseen liitettävät VR-lasit, kuten Valve Index ja Oculus Rist S. Nämä VR-lasit liitetään HDMI- tai USB-johdolla kiinni tietokoneeseen. Tämän jälkeen tietokoneeseen liitettyllä laitteella voidaan toistaa VR:lle suunnattua sisältöä VR-laseihin. Oculusin uusimmalla mallilla, Oculus Quest 2:lla, on myös mahdollista yhdistää VR-lasit langattomasti tietokoneeseen nopean siirtonopeuden omaavan lähiverkon avulla. VR-lasien ja VR-ohjainten lisäksi muun teknologian lisääminen toimimaan yhdessä VR-lasien kanssa tekee virtuaalitodellisuudesta tehostettua virtuaalitodellisuutta. Tällaisia lisättäviä teknologioita ovat esimerkiksi datahanskat (engl. data gloves) tai käyttäjän vartalon liikkeitä mittaava vartalopuku (engl. bodysuit) (Radianti ym., 2020).

Toinen tässä tutkielmassa relevantti tapa luoda virtuaalinen ympäristö on toteuttaa se CAVE-virtuaaliympäristönä. CAVE:n perusidea on, että siinä näyttönä ei toimi VR-lasien näyttö, vaan huoneen seinälle ja lattialle

projektoidaan virtuaalitodellisuuden näkymä. Korkealaatuisen heijastettavan kuvan lisäksi CAVE:ssa voidaan käyttää ympäri huonetta sijoitettavia kaiuttimia ja käyttäjän liikkeitä seuraavia kameroita. Kameroiden avulla heijastettava kuva vaihtuu sitä mukaan, kun käyttäjä liikkuu ja siirtää katsettaan. Näin on mahdollista luoda käyttäjän ympärille kolmiulotteinen virtuaalimaailman kokemus ilman puettavia VR-laseja. CAVE:a ei kuitenkaan pidetä täysin immersiiivisenä VR-teknologiana, sillä käyttäjä voi silti tunnistaa edessä olevan virtuaalimaailman olevan selkeästi heijastettu valokankaalle. CAVE:ssa on VR-lasien tapaan mahdollista vuorovaikuttaa virtuaalitodellisuusympäristön kanssa, käyttäen yhtä tai useampaa ohjainta.

Vertailua VR-lasien ja CAVE:n välillä opetuksellisessa kontekstissa on tehty todella vähän. Kuitenkin muilla aloilla vertailua näiden teknologioiden välillä on tehty. Vertaillessa VR-lasien ja CAVE:n käyttäjien suoriutumista hätäskenaarioissa, ei havaittu merkittäviä eroavaisuuksia tutkimuksessa ryhmien suoriutumisen kannalta. Kyseisestä tutkimuksesta tulee tosin huomioida se, että se toteutettiin puhelin käyttöisillä VR-laseilla, eikä laadukkailla tietokoneeseen yhdistettävillä laseilla. Täten merkittävimmäksi eroksi CAVE:n ja älypuhelinikäyttöisten VR-lasien välillä jää CAVE:n kallis hinta, vaatima tila ja määrä verrattuna älypuhelinpohjaisiin VR-laseihin. (Ronchi, Mayorga, Lovreglio, Wahlqvist, & Nilsson, 2019)



1

Kuva 1 Oculus Quest 2 VR-lasit

---

<sup>1</sup> Itse otettu kuva (26.11.2021) Oculus Quest 2 VR-laseista

### 3 OPETUS JA OPPIMINEN

Opetus käsitteenä on monitulkintainen ja sen määrittely on kontekstista riippuvainen. Opetuksella ei ole yhtä, tarkkaa määritelmää, vaan sen määritelmiä on useita riippuen kontekstista, ja määritelmät voivat muuttua jopa kontekstin sisällä. (Curtis, Ward, Sharp, Hankin, 2014, s. 5). Kuitenkin opetus määritellään yleisesti pysyvien käyttäytymismuutosten luomiseksi yksilölle, joka pohjautuu tämän omaan kokemukseen (Yildirim ym., 2018).

Tässä tutkielmassa opetusta tulkitaan sen tavanomaisessa kontekstissa eli koulutusjärjestelmän tarjoamassa opetuksessa (Curtis ym., 2014, s. 7). Tutkielmassa tarkastellaan kaikkia opetusasteita, eli peruskoulua, toista astetta ja yliopisto-opintoja. Eri kouluasteita käsiteltäessä tulee kuitenkin huomioida, että tutkielmassa käytettävät tutkimukset ovat toteutettu ympäri maailmaa. Näin ollen tutkimuksissa käytettävät testiryhmät voivat olla hyvin eritasoisia toistensa kanssa, johtuen opetuksen tavoitteista ja laadullisista eroista ympäri maailmaa.

Kognitiivisen näkemyksen mukaan oppijat oppivat uutta tietoa vanhan tiedon päälle ja uuden tiedon oppimiseen auttaa aktiivisuus sekä oppimistavoitteiden asettaminen. Motivaatio on kognitiivisen näkemyksen mukaan sisäistä ja heidän tulisi itse määritellä oppimistavoitteensa. Oppimisen tukena tulisi olla uuden tiedon löytämiseen tukeva ympäristö. VR ja muut digitaaliset mediat on huomattu kehittävän oppijan kognitiivisia strategioita, kuten algoritmista ongelmanratkaisua ja analogista päättelyä. (Radianti ym., 2020).

Toinen oppimisen näkemys on konstruktiiivinen oppiminen. Konstruktiiivisessa oppimisessa tähdätään uusien käyttäytymismallien tai taitojen sijasta kognitiiviseen kehitykseen ja syväoppimiseen. Konstruktiiivisessa oppimisessa tärkeänä tekijänä on opetuksen aktiivisuus. Konstruktiiivisessa opetuksessa pyritään antamaan konkreettinen, kontekstissaan merkittävä oppimiskokemus, jossa oppijoita kannustetaan etsimään, kyseenalaistamaan ja puolustamaan ideoitaan ja strategioitaan. Näin luokkahuoneesta tulee eräänlainen pienoisyhteiskunta, jossa oppijat osallistuvat aktiviteetteihin, ilmaisevat itseään, sekä tulkitsevat ja refleктоivat opetuksessa (Fosnot, 2013). Täten VR-pohjainen opetus soveltuu hyvin yhteen konstruktiiiviseen oppimisen strategioiden kanssa. Konstruktiiivisen oppimisen erilaiset strategiat ovat esimerkiksi tilannekohtainen oppiminen ja käytännössä toteutettava harjoittelu ja heuristinen ongelmanratkaisu.

## 4 VIRTUAALITODELLISUUS OPETUSKÄYTÖSSÄ

Virtuaalitodellisuuden hyödyntäminen on kasvanut kuten muukin tietokoneavusteinen opetus lähivuosien aikana. Kuitenkin virtuaalitodellisuuden hyödyntäminen opetuksessa on vuosikymmeniä vanha idea. VR:ää on hyödynnetty lentosimulaattoreilla lentämisen opettamisessa jo 1960-luvulla ja muussa opetuksessa ensimmäisen kerran 1989 (Yildirim ym., 2018). Tässä luvussa käsittelemme otsikon mukaisesti virtuaalitodellisuutta opetuskäytössä. Aluksi tarkastellaan VR:n hyötyjä, jonka jälkeen paneudutaan sen ongelmiin ja haittoihin.

### 4.1 Virtuaalitodellisuuden hyödyt opetuskäytössä

Virtuaalitodellisuutta sovelletaan jo menestyksekkäästi opetukseen tarkoitetuissa sovelluksissa ja VR-teknologia on keskeinen osa niin sanottua virtuaalitodellisuusoppimisympäristöä (engl. Virtual reality learning environment, VRLE). VRLE erottuu tavallisista oppimiseen käytettävistä medioista sen interaktiivisuudella, immersiiivisyydellä, intuitiivisuudella ja jännittävyydellä. Tarkoituksena VRLE:ssä on simuloida kolmiulotteisesti oikeaa maailmaa kannustaen käyttäjää interaktiivisuuteen ja luovuuteen. VRLE:n yksi tärkeimmistä ominaisuuksista on sen laaja interaktiivisuus. Konstruktivistisen oppimisteorian mukaan juuri interaktiivisuus toisten kanssa on tärkeä osa oppimista ja se voidaan toteuttaa hyvin VRLE:llä. VRLE ei ole myöskään kognitiivisesti yhtä kuluttavaa, kun tavalliset oppimismenetelmät. Virtuaalitodellisuuden on havaittu olevan tehokas keino kannustaa opetettavia luovuuteen, sekä parantamaan näiden ongelmanratkaisutaitoja. (Huang, Rauch, & Liaw, 2010)

VR:llä on mahdollista hyödyntää oppimisen neurofysiologisia prosesseja huomattavasti tavanomaista oppimistilannetta tehokkaammin. Tämä perustuu siihen, että neurokognitiivisella tasolla oppimista tehostaa motivoiva ja



emotionaalisesti merkityksellinen konteksti. Täten VR:llä on mahdollista luoda optimaalisia oppimiskokemuksia opetettaville. (Vesisenaho, Juntunen, Häkkinen, Pöytä-Tarhonen, Fagerlund, 2019, s. 9)

Myös Jensenin & Konradsen (2018) tutkimuksessa havaittiin immersioilla olevan suora positiivinen vaikutus oppimisen kannalta. Mitä immersioisemmasta simulaatiosta oli kyse, sitä totisemmin se otettiin ja sitä enemmän aikaa käytettiin kyseisen tehtävän oppimiseen.

Toisaalta VR:n luomalla immersioisyydellä ja interaktiivisuudella on myös oppimista heikentävä kääntöpuoli, sillä se mahdollistaa käyttäjän viihdyttämään itseään virtuaalimaailmassa samalla sivuuttaen opetuksen (Makransky & Lillehot 2018). Myöskään virtuaalitodellisuuden mahdollistama aktiivinen oppiminen ei ole automaattista ja siihen vaikuttaa monia eri osatekijöitä, kuten miten VR:n implementointi opetuskäyttöön onnistuu. Virtuaalitodellisuuden vaikutusta oppimiseen on tutkittu verrattain vähän ja sen haasteet usein sivuutetaan innostuksen ja uutuudenviehätyksen takia (Vesisenaho ym., 2019, s. 9).

Vertaillen Jensenin ja Konradsen (2018) ja Makransky ja Lillehot (2018) ristiriitaisia tuloksia, tulee huomioida, että Jensenin ja Konradsen tutkimus ei ollut varsinaista empiiristä osiota, toisin kuin Makranskyllä ja Lillehotilla (2018). Täten Makransky ja Lillehotin (2018) empiiriset tutkimustulokset ovat uudempia ja niitä voidaan pitää tämän tutkielman kannalta relevantimpina.

VR-laseja ja tavanomaisempia opetusmenetelmiä on tutkittu myös empiirisesti, vertailemalla niiden käytön vaikutusta oppimistuloksiin. Esimerkiksi Allcoat & von Mühlénen (2018) tutkimuksessa vertailtiin biologian opettamista ja oppimistuloksia VR-lasien, videoiden katsomisen ja kirjasta lukemisen välillä. Tutkimuksessa koehenkilöt vastasivat aluksi 17 opetettavaan aiheeseen liittyvän kysymyksen testiin. Tämän jälkeen koehenkilöt siirtyivät opiskelemaan joko kirjan, videon tai VR-laseilla toteutettavan opetusympäristön avulla, jonka jälkeen testi otettiin uudelleen. Oppimistuloksiltaan heikoin oli videon kautta oppiminen, jonka ryhmässä testin tulos parani vain noin 16 %, kun taas tekstikirjan kautta opiskelleilla se parani noin 25 %. Parhaiten tutkimuksessa kuitenkin menestyivät VR-lasit, jonka ryhmän tulos parani 28,5 %. Huomioitavaa on myös, että VR-lasit herättivät näistä kolmesta mediasta selkeästi eniten positiivisia tunteita koehenkilöiden keskuudessa. (Allcoat & von Mühlénen, 2018)

Erilaisten opetuskäyttöön suunnattujen sovellusten lisäksi voidaan VR-laseja hyödyntää myös 360-asteen opetuskäyttöön suunnattujen videoiden esittämiseen. Rupp, Odette, Kozachuk, Michaelis, Smither, McConnell (2019) selvittivät tutkimuksessaan 360-asteen VR-videoiden katsomisen vaikutuksia oppimiseen käyttäen materiaalina noin tunnin mittaista informatiivista videota kansainvälisestä avaruusasemasta. Tutkimuksessa selvisi, että VR:n käyttö edesauttoi läsnäolon tunteen lisäämiseen, sekä lisäsi oppimiskokemuksesta pitämistä. Kuitenkin Allcoat & von Mühlénen (2018) empiiriseen tutkimukseen verrattuna tulokset olivat oppimisen osalta hyvin erilaiset. VR-koeryhmä muisti huonosti kuulemansa ja näkemänsä verrattuna testiryhmään. Tämä voi johtua

useistakin tekijöistä, kuten noin tunnin mittaisesta hyvin informatiivisesta videosta verrattuna Allcoat ja von Mühlenen (2018) käyttämään oppimisympäristöön. Toinen merkittävä ero tutkimusten välillä on hyvin eritasoinen VR-laitteisto, sillä biologian opetuksessa käytettiin laadukkaita, tietokoneeseen liitettäviä HTC vive VR-laseja, kun taas 360-asteen videoita katsottiin älypuhelinikäyttöisellä VR:llä (Rupp ym., 2019; Allcoat & von Mühlenen, 2018). Rupp ym., (2019) tekemässä tutkimuksessa tulee huomioida, että suurin osa tutkittavista ei ollut käyttänyt VR-laseja ainakaan viimeisen kuuden kuukauden aikana ja 63:sta tutkimukseen osallistujasta vain 2 omisti omat VR-lasit. Täten osallistujia voidaan pitää melko kokemattomina. Allcoat ja von Mühlenen (2018) tutkimuksessa ei vastaavaa taustoitusta ollut. Täten ei voida olla varmoja onko tutkimusten koehenkilöillä erilaiset tausta, jotka ovat voineet vaikuttaa myös tutkimusten tuloksiin.

## **4.2 Virtuaalitodellisuuden haasteet ja ongelmat opetuksessa**

Tässä luvussa käsittelen tämänhetkisiä ongelmia ja haasteita virtuaalitodellisuuden hyödyntämisessä opetuskäytössä. Tällaisia ovat esimerkiksi tilaan liittyvät haasteet, laitteiston kallis hinta ja silmiin kohdistuva rasite läheltä katsottavasta näytöstä (Young An, A Ko, Ju Kang, s. 1, 2020). Seuraavassa kahdessa alaluvussa tarkastellaan tarkemmin kahta hyvin merkittävää haastetta, VR:n vaikutusta lasten motoriikan kehittymiseen, sekä virtuaalitodellisuudesta aiheutuvaa pahoinvointia.

### **4.2.1 Virtuaalitodellisuuden vaikutukset lasten motoriikan kehitykseen**

Uudessa Miehlbradtin (2021) lasten ylävartalon koordinaatiota virtuaalitodellisuudessa tutkineessa artikkelissa selviää 6-10-vuotiaiden lasten koordinaation häiriintyvän VR:ssä. Tutkimuksessa selvisi, että koeryhmän lapset muuttivat ihmiselle normaalia koordinaatiostrategiaa, jossa pää ja muu ylävartalo liikkuvat yhtäaikaisesti siihen, että liike jäi lähinnä erilliseksi liikkeeksi. Tutkimuksessa huomattiin myös koeryhmän pärjänneen merkittävästi paremmin silloin, kun heidän koordinaatiostrategiansa oli koko ylävartalon liikuttamisen sijasta pelkällä päällä ohjaaminen. Samanlaista eroa ei havaittu vertailuryhmän keskuudessa, joka tutkimuksen mukaan johtuu aikuisten jo täysin kehittyneestä koordinaatiosta ja lasten tavasta turvautua koordinaatiossa pitkälti näköaistiin. (Miehlbradt, 2021).

Valitettavasti tämän tutkimuksen (Miehlbradt, 2021) lisäksi virtuaalitodellisuuden haittavaikutuksia lapsiin ei ole juurikaan empiirisesti tutkittu. Kuitenkin suurin virtuaalitodellisuuslaseja valmistava yritys Oculus (Oculus safety center, 2021) on määrittänyt kansainvälisen ikäluokituskoalition kanssa (International Age Rating Coalition, IARC) VR-laseille ikäraajaksi 13 vuotta. Myös muilla VR-valmistajilla on samankaltaisia ikärajoituksia, kuten

esimerkiksi Valve Indexissä. Toisaalta yhdellä tunnetuimmista VR-lasien valmistajalla, HTC:llä, on ikäsuositus tulkinnanvaraisempi, sillä he suosittelevat, etteivät nuoret lapset käyttäisi HTC:n VR-laseja. Miehlebradin (2021) tutkimuksen ja vallitsevien ikärajoitusten puitteissa VR-laseja ei tulisi ottaa laajamittaisesti opetuskäyttöön alle 13-vuotiaille ennen kuin mahdollisia haittavaikutuksia on tutkittu laajemmin.

Virtuaalitodellisuuden integroinnissa opetukseen suurin vastuu jää loppujen lopuksi opettajille. Opettajan rooli lasten opetuksessa VR:n käyttöön on hyvin laaja, sillä itse laitteiden ja opetusohjelmistojen käytön lisäksi opettajalle jää paljon käytännön tehtäviä onnistuneen oppimiskokemuksen saavuttamiseksi. Tällaisia tehtäviä ovat esimerkiksi lasten valvonta, teknisissä ongelmatilanteissa auttaminen ja VR-pahoinvoinnin kanssa auttaminen. Suuren vastuun ja monelle täysin uuden teknologian takia pidetään hyvin laajaa opettajien koulutusta laitteistoon ja ohjelmistoihin merkittävänä edellytyksenä opetuksen onnistumiselle. Opettajien ja muiden opetusalan ammattilaisten hyödyntämistä VR-opetusohjelmistojen kehittämisessä pidetään tärkeänä. Kuitenkin opettajien tarvitsemaan tukeen VR:n tai muiden vastaavien monimutkaisten teknologioiden integrointiin opetuskäytössä kaipaasi huomattavasti lisää empiiristä tutkimustietoa. (Vesisenaho ym., 2019).

#### **4.2.2 Virtuaalitodellisuudesta aiheutuva pahoinvointi**

VR:n yksi merkittävimmistä haasteista on ollut osalle käyttäjistä erinäisistä syistä aiheutuva pahoinvointi VR-laseja käytettäessä. Pahoinvointi on merkittävä ongelma VR:n käytölle, ja pahoinvoinnin tutkiminen onkin ollut VR-tutkimuksessa korkealla tärkeysjärjestyksessä (Chang, Yoo, Kim, 2020, s. 22). VR:stä aiheutuva pahoinvointi on oireiltaan hyvin samankaltainen matkapahoinvoinnin kanssa ja se voi sisältää esimerkiksi epämukavaa oloa, pääkipua, pahoinvointia, oksentelua ja uupumusta (Kim, Baddar, Lim, Jeong, Ro, 2017).

Ihmiset havaitsevat liikkeensä ja kehonsa suunnan tasapainoa säätelevän sisäkorvan, näön, sekä asennon ja liikeaistin avulla. Kun kaikki nämä aistit ovat tahdissa toistensa kanssa, on meidän helppo hahmottaa kehomme liikettä ja olinpaikkaa (Chang ym., 2020). Silloin kun esimerkiksi näköaistin aistipalaute ei täsmää tasapainoaistin saaman palautteen kanssa, syntyy aistipalautteiden välille konflikti. Jos tämä aistien välinen konflikti jatkuu, syntyy VR:stä aiheutuva pahoinvointi, joka voi johtua useista eri syistä, kuten liikkeen ja kuvan välisestä viiveestä, muuttuneesta näkökentästä tai näkökulmasta tai liikeparallaksista (Kim ym., 2017).

Virtuaalitodellisuudesta johtuvaa pahoinvointia ratkaistaessa ongelman syyt voidaan jakaa kolmeen pääkategoriaan: laitteisto, ohjelmisto ja inhimillinen tekijä. Laitteiston osalta tärkeitä VR-pahoinvointia vähentäviä tekijöitä ovat pitkälti näyttöön liittyvät ominaisuudet, kuten näytön viive, sen resoluutio ja virtuaalitodellisuuslasien paino. Huomioitavaa kyseisen

tutkimuksen (Kim ym., 2017) tuloksissa on, että siinä vertailtiin eri tutkimuksia aiheesta vuosina 1997–2017. Tuona 20 vuoden aikana VR-lasit ovat kokeneet suurta kehitystä laitteiston osalta ja täten kaikki tutkimuksen tulokset eivät ole täysin verrattavissa nykypäivän edistyneisiin VR-laseihin.

Ohjelmistojen osalta merkittävää on laadukkaan grafiikan tuoma realismin tunne sekä aidon tuntuinen liike suhteessa muuhun ympäristöön. Mikäli käyttäjällä ei ole mahdollisuutta ohjata omaa liikettään, ovat kuljettavan matkan kohdalla näkyvä reitti tehokas tapa vähentää käyttäjän kokemaa pahoinvointia. Aidon tuntuksen liikkeen lisäksi VR-ohjelmistojen kehittäjät voivat vähentää käyttäjien pahoinvointia säätämällä liikkumisnopeutta tai tyyliä esimerkiksi kävelyn sijasta teleportaatioon. (Luks ja Liarokapis, 2019)

Viimeisenä pääkategoriana VR:stä johtuvaan pahoinvointiin ovat ihmiseen liittyvät yksilölliset tekijät. Merkittävimmät yksilölliset tekijät pahoinvoinnin osalta ovat käyttäjän sukupuoli ja aiempi kokemus VR:n käytöstä. Myös käyttäjän ikä, painoindeksi ja silmien välimatka toisistaan ovat vaikuttavia tekijöitä pahoinvoinnin kokemukseen. (Kim ym., 2017)

Kansainvälinen tekniikan alan järjestö, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), on määrittänyt VR-laitteistoihin ja -ohjelmistoihin liittyviä vaatimuksia pahoinvoinnin vähentämiseksi. Kirjassa myös vertaillaan VR-laseja, jotka ovat yhdistetty lähiverkkoon (LAN) sekä laajaverkkoon (WAN) (IEEE, 2021, s. 63–66). Tämän takia ohjelmistojen, VR-lasien teknologian ja ihmiseen liittyvien tekijöiden lisäksi tulee langattomassa yhteydessä huomioon kyseisen verkon nopeus ja kapasiteetti liikuttaa suuria määriä dataa. Pienen viiveen ja suurten datamäärien liikuttamisen mahdollistavan verkon lisäksi listattuna on muun muassa seuraavia edellytyksiä pahoinvointia aiheuttamattomalle VR:lle:

- Viiveen vaihtelu ei tulisi olla enempää kuin 5ms, sillä se johtaa äänen ja kuvan vääristymiseen
- Käyttäjän ollessa virtuaalimaailman sisätiloissa nopeuden ei ole hyvä ylittää 4 km/h, kun taas ulkona maksiminopeudeksi suositellaan 300 km/h
- Resoluution tulisi olla 12K (11 520px x 6480px). Vaikka tämänhetkiset 4K-näytöt ovat kirjan mukaan tällä hetkellä riittäviä, ovat VR-lasit niin lähellä silmiä, että isompi resoluutio on tarpeellinen immersion saavuttamiseksi
- Kuvataajuus (FPS) tulisi olla vähintään 90 kuvaa sekunnissa. Korkea kuvataajuus on erityisen tärkeä, sillä alhainen kuvataajuus saa käyttäjän liikkeet renderöitymään hitaammin, mikä lisää VR:stä aiheutuvaa pahoinvointia

(IEEE, 2021, s. 69–70)

### 4.3 Virtuaalitodellisuuden hyödyntäminen kehitysvammaisten opetuksessa

Tavallisten opetusryhmien lisäksi VR:n hyödyntäminen opetuskäytössä on huomattu olevan tehokas apukeino myös kehitysvammaisten opetuksessa. Standen & Brownin (2006) Tutkimusartikkelissa todetaan, että virtuaalitodellisuus mahdollistaa monipuolisen oppimiskokemuksen, jossa animaatio, kuvat, puhe ja sanat voidaan yhdistää oppijalle ja tämän kiinnostuksen kohteisiin sopivaksi kokonaisuudeksi. Interaktiivisuuden kannustavat opetusohjelmistot antavat käyttäjälleen mahdollisuuden olla itse kontrollissa oppimisestaan, jonka on havaittu olevan erityisen tärkeää passiivisesti käyttäytyvien kehitysvammaisten opetuksessa. Virtuaalitodellisuus myös mahdollistaa kehitysvammaisille usein hankalien asioiden, joista heillä ei ole jo suoraa kokemusta, selittämisen ilman sanoja. Tästä käytetään esimerkkiä veden keittämisestä kattilalla, jossa liian pieni vesimäärä saa veden loppumaan keitettäessä kokonaan. Tällaisen konseptin havainnointi ja itse kokeminen virtuaalitodellisuudessa auttaa monia kehitysvammaisia enemmän kuin sanojen avulla asian kommunikointi. (Standen & Brown, 2006)

Virtuaalitodellisuuden hyödyntämistä opetuksessa voidaan soveltaa muissakin oppimisympäristöissä, kuin pelkästään akateemisissa aineissa. Esimerkiksi Kangin & Kangin (2019) Etelä-Koreassa toteutetussa tutkimuksessa käsitellään virtuaalitodellisuuden hyödyntämistä vammaisten henkilöiden liikunnan opetuksessa. Virtuaalitodellisuuden hyödyntäminen liikunnan opetuksessa mahdollistaa rajoittuneen henkilön asettaa itselleen yksilöllisesti sopivan vaikeusasteen ja saada terveellistä liikuntaa. Kang & Kang (2019) toteavat tärkeäksi aspektiksi virtuaalitodellisuuden soveltamisessa liikuntaan olevan nimenomaan erilaisten kehitysvammojen huomioinnin laitteistojen ja ohjelmistojen valinnassa.

## 5 YHTEENVETO

Tässä kirjallisuuskatsauksessa tavoitteena oli löytää vastaus kahteen tutkimuskysymykseen: ” Milloin VR:n hyödyntäminen opetuskäytössä on kannattavaa?” ja ”Miten VR-teknologioita voidaan hyödyntää opetuskäytössä ja mitkä ovat niiden hyödyt ja rajoitteet?”. Kirjallisuuden tarkastelun ja analysoinnin lopputuloksena on, että opetuskäytön kannattavuutta erityisesti 10–18-vuotiailla nuorilla on tällä hetkellä liian vähän tutkimustietoa, jotta olisi mahdollista vetää selkeitä johtopäätöksiä. Kuitenkin analysoimani kirjallisuuden valossa en pidä VR:n laajamittaista implementointia ainakaan lähes päivittäiseen käyttöön kannattavana. Ennen koulujen suuria laitehankintoja tulisi tutkia lisää virtuaalitodellisuuden vaikutuksia aivotoimintaan, motoriikan kehitykseen ja ilmeneekö pitkällä aikavälillä joitain muita haittoja, kuten silmäongelmia. Lisätutkimusta ennen laajamittaista implementointia tukee erityisesti tutkimus 6-10 vuotiaiden motorisista taidoista ja kehityksestä (Miehlbradt, 2021) ja siitä löydetty kehitystä haittaavat tekijät.

Aikuisten osalta VR:n hyödyntäminen opetuskäytössä taas on selvästi turvallisempaa, sillä samanlaisia kehityksellisiä ongelmia kuin lapsilla ei ole enää havaittavissa (Miehlbradt, 2021). Jensenin & Konradsenin (2018) mukaan VR:n luoma immersiiivisyys ja interaktiivisuus havaittiin parantavan oppimistuloksia ja Vesienahon ym. (2019) mukaan sen avulla on mahdollista luoda motivoivia ja optimaalisia oppimiskokemuksia opetettaville. Kuitenkin kyseiset tutkimukset käsittelivät immersiota melko kriitikittömästi oppimistuloksia parantavana ominaisuutena, mutta muissa tutkimuksissa, kuten Makransky ym. (2021) havaittiin liiallisessa immersiossa olevan myös haittavaikutuksia liittyen oppijan keskittymiskykyyn.

Kysymykseen ”Miten VR-teknologioita voidaan hyödyntää opetuskäytössä ja mitkä ovat niiden hyödyt ja rajoitteet” löytyi hyvin erilaisia näkemyksiä lähdeaineistosta riippuen. Tiivistetysti uudemmat tutkimukset kuten Oberdörfer ym. (2019) ja Ronchi ym. (2019) havaitsivat opetuskäyttöön paremmiksi modernit VR-lasit niiden tehokkuuden ja niillä saatujen parempien oppimistulosten takia (Ronchi ym., 2019). Näitä VR-laseja voidaan hyödyntää

hyvin monipuolisesti erilaisissa oppiaineissa ja käyttötarkoituksissa. Esimerkkejä tällaisista opetustilanteista ovat Yildirim ym. (2019) mukaan historian opetuksessa VR-lasien hyödyntäminen tuomalla historian tapahtumat kolmiulotteisesti simuloituna oppijalle näkyviin ja Standen & Brownin (2006) kehitysvammaisten opetuksessa. Näiden lisäksi CAVE on osoittautunut hyväksi vaihtoehdoksi liikunnan opetukseen kehitysvammaisille (Kang & Kang, 2019).

Tutkielman kirjallisuuteen paneuduttaessa nousi esiin kaksi jatkotutkimusaihetta. VR:n hyödyntäminen opetuksessa vaatii lisää tutkimusta erityisesti nuorten ja murrosikäisten osalta. Esimerkiksi Miehlsbradt (2021) käsitteli vain nuorempien lasten, sekä aikuisten VR:n käytön vaikutusta pään ja torsion motoriikkaan, jättäen tutkimuksen ulkopuolelle vielä kehittyvät 10-18-vuotiaat.

Virtuaalitodellisuus tuotti innostusta ja motivaatiota erityisesti niille käyttäjillä, jotka eivät olleet aiemmin VR-laseja käyttäneet (Yildirim ym., 2018). Tämän takia VR:n hyödyntämisestä tulisi jatkossa tutkia pitkällä aikavälillä käyttäen samoja ohjelmistoja tutkimuksen aikana, jotta saadaan selville kuinka paljon VR:n positiivisista vaikutuksista ovat käyttäjälle uuden teknologian tuomasta mielenkiinnosta. Mikäli virtuaalitodellisuuden positiiviset puolet laskisivat merkittävästi uutuuden tuoman viehättyksen jälkeen, tulisi sen laajempaa implementointia harkita tarkasti. Hyvä jatkotutkimusaihe olisikin pitkän aikavälin oppimistulosten tarkastelu virtuaalitodellisuutta hyödyntävän ryhmän ja perinteisessä opetuksessa olevan ryhmän välillä.

Virtuaalitodellisuuden integroinnissa peruskoulun opetukseen suurin vastuu jää loppujen lopuksi opettajille. Opettajan rooli lasten opetuksessa VR:n käyttöön on hyvin laaja, sillä itse laitteiden ja opetusohjelmistojen käytön lisäksi opettajalle jää paljon käytännön tehtäviä onnistuneen oppimiskokemuksen saavuttamiseksi (Vesisenaho ym., 2019). Suuren vastuun ja monelle täysin uuden teknologian takia pidänkin hyvin laajaa opettajien koulutusta laitteistoon ja ohjelmistoihin merkittävänä edellytyksenä onnistumiselle. Pidän myös opettajien tai muiden opetusalan ammattilaisten hyödyntämistä VR-opetusohjelmiston kehityksessä tärkeänä. Kuitenkin opettajien tarvitsemaan tukeen VR:n tai muiden vastaavien monimutkaisten teknologioiden integrointiin opetuskäytössä kaivattaisiin huomattavasti lisää empiiristä tutkimustietoa (Vesisenaho ym., 2019).

Rajoitteena tässä tutkielmassa on, että varsinaista omaa empiiristä tutkimusta ei ole ja täten aineisto on kontekstistaan irroitettua tutkimustietoa. Tämä on erityisen tärkeää huomioida tutkielmassa vertailussa olevia eri vuosina tehtyjä tutkimuksia, sillä teknologia on kehittynyt VR:n osalta valtavasti varsinkin viimeisimpien vuosien aikana. Olen pyrkinyt käyttämään mahdollisimman saman tasoista teknologiaa hyödyntäviä tutkimuksia vertailuun, mutta usein se ei ollut mahdollista, joka saattaa vaikuttaa tuloksiin. Eri tutkimuksissa oli käytetty myös hyvin erilaisen taustan omaavia henkilöitä ja osassa taustoja ei avattu juuri laisinkaan. Tämä saattaa vääristää tutkimusten tuloksia, sillä esimerkiksi pelillistä oppimista tutkittaessa Oberdörferin ym. (2019) huomasivat videopelejä aiemmin pelanneilla olevan selkeästi parempaa

suoriutumista tietyissä tehtävissä. Tutkielman tekoa rajoitti jo jatkotutkimusaiheeksi nostamani pitkän aikavälin tutkimuksen puuttuminen ja monilta osin myös uuden empiirisen tutkimuksen puute.

Tutkielman tieteellinen kontribuutio on luoda pohjaa jatkotutkimusta varten. Tutkielmassa pyrin nostamaan esille asioita, jotka kaipaavat vielä lisätutkimusta ennen VR:n laajempaa käyttöönottoa opetukseen. Yhteiskunnallinen kontribuutio on tuoda esille tämänhetkisiä virtuaalitodellisuuden hyötyjä, haittoja ja huomioitavia asioita esille päättäjille ja opetusalan ammattilaisille. Täten luon heille pohjaa tehdä oikeat päätökset laitteistojen ja ohjelmistojen investointien ja henkilökunnan koulutuksen osalta.



## LÄHTEET

Allcoat, D., & von Mühlennen, A. (2018). Learning in virtual reality: Effects on performance, emotion and engagement. *Research in Learning Technology*, 26.

An, Mi Young, Kyung A. Ko, and Eun Ju Kang. "Problems and directions of development through analysis of virtual reality-based education in korea." *International Journal of Information and Education Technology* 10, no. 8 (2020): 552-556.

Angelov, V., Petkov, E., Shipkovenski, G., & Kalushkov, T. (2020, June). Modern virtual reality headsets. In *2020 International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA)* (pp. 1-5). IEEE.

Berg, L.P., Vance, J.M. Industry use of virtual reality in product design and manufacturing: a survey. *Virtual Reality* 21, 1-17 (2017).  
<https://doi.org/10.1007/s10055-016-0293-9>

Biocca, F., & Levy, M. R. (1995). *Communication in the Age of Virtual Reality*. Routledge.

Burdea, G. C., & Coiffet, P. (2003). *Virtual Reality Technology*. John Wiley & Sons.

Cruz-Neira, C., Sandin, D. J., & DeFanti, T. A. (1993, September). Surround-screen projection-based virtual reality: the design and implementation of the CAVE. In *Proceedings of the 20th annual conference on Computer graphics and interactive techniques* (pp. 135-142).

Curtis, W., Ward, S., Sharp, J., & Hankin, L. (2014). *Education studies*.

Fosnot, C. T. (2013). *Constructivism: Theory, perspectives, and practice*. Teachers College Press.

Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). 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*, 8(1), 1-32.

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.

IEEE (2021). 3079-2020 Standard for Head-Mounted Display (HMD)-Based Virtual Reality(VR) Sickness Reduction Technology.

Jensen, Lasse & Konradsen, Flemming. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*. 23. 1-15. [10.1007/s10639-017-9676-0](https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0).

Kang, S., & Kang, S. (2019). The study on the application of virtual reality in adapted physical education. *Cluster Computing*, 22(S1), 2351-2355. <https://doi.org/10.1007/s10586-018-2254-4>

Kim, H. G., Baddar, W. J., Lim, H. T., Jeong, H., & Ro, Y. M. (2017, November). Measurement of exceptional motion in VR video contents for VR sickness assessment using deep convolutional autoencoder. In *Proceedings of the 23rd ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology* (pp. 1-7).

Makransky, G., Andreasen, N. K., Baceviciute, S., & Mayer, R. E. (2021). Immersive virtual reality increases liking but not learning with a science simulation and generative learning strategies promote learning in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*, 113(4), 719-735. <https://doi.org/10.1037/edu0000473>

Makransky, G., & Lilleholt, L. (2018). A structural equation modeling investigation of the emotional value of immersive virtual reality in education. *Educational Technology Research and Development*, 66(5), 1141-1164.

Miehlbradt, J. (2021). Immersive virtual reality interferes with default head-trunk coordination strategies in young children. *Scientific Reports*, 13.

Oberdörfer, S., Heidrich, D., & Latoschik, M. E. (2019). Usability of gamified knowledge learning in VR and desktop-3D. In *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-13).

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.

Ronchi, E., Mayorga, D., Lovreglio, R., Wahlqvist, J., & Nilsson, D. (2019). Mobile - powered head - mounted displays versus cave automatic virtual environment experiments for evacuation research. *Computer Animation and Virtual Worlds*, 30(6), e1873.

Rupp, M. A., Kozachuk, J., Michaelis, J. R., Odette, K. L., Smither, J. A., & McConnell, D. S. (2016, September). The effects of immersiveness and future VR expectations on subjective-experiences during an educational 360 video. In Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting (Vol. 60, No. 1, pp. 2108-2112). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.

Santos, B. S., Dias, P., Pimentel, A., Baggerman, J. W., Ferreira, C., Silva, S., & Madeira, J. (2009). Head-mounted display versus desktop for 3D navigation in virtual reality: a user study. *Multimedia tools and applications*, 41(1), 161-181.

Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2003). *Understanding virtual reality*. San Francisco, CA: Morgan Kaufman.

Standen, P. J., & Brown, D. J. (2006). Virtual reality and its role in removing the barriers that turn cognitive impairments into intellectual disability. *Virtual Reality*, 10(3-4), 241-252. <https://doi.org/10.1007/s10055-006-0042-6>

Vesisenaho, M., Juntunen, M., Häkkinen, P., Pöysä-Tarhonen, J., Fagerlund, J., Miakush, I., & Parviainen, T. (2019a). Virtual Reality in Education: Focus on the Role of Emotions and Physiological Reactivity. *Journal For Virtual Worlds Research*, 12(1). <https://doi.org/10.4101/jvwr.v12i1.7329>

Yildirim, G., Elban, M., & Yildirim, S. (2018). Analysis of Use of Virtual Reality Technologies in History Education: A Case Study. *Asian Journal of Education and Training*, 4(2), 62-69. <https://doi.org/10.20448/journal.522.2018.42.62.69>