

Jerkko Viisteensaari

IMMERSIIVISEN VIRTUAALITODELLISUUDEN HYÖDYT OPETUSVÄLINEENÄ

Informaatioteknologian ja viestinnän tiedekunta
Kandidaattitutkielma
Kesäkuu 2021

TIIVISTELMÄ

Jerkko Viisteensaari: Immersiivisen virtuaalitodellisuuden hyödyt opetusvälineenä
Kandidaattitutkielma
Tampereen yliopisto
Tietojenkäsittelytieteiden tutkinto-ohjelma
Kesäkuu 2021

Immersiivistä virtuaalitodellisuutta (*Immersive Virtual Reality, IVR*) on tutkittu jo 1970-luvulta lähtien, mutta viime vuosikymmenen puolella välissä teknologian kehittymisen myötä IVR-tutkimuksen määrä on noussut eri toimialoilla. Yksi näistä lukuisista aloista on opetusteknologia.

IVR voidaan määritellä käytettävän teknologian ominaisuuksien mukaan, ja kuinka hyvin käyttäjälle pystytään luomaan läsnäolon illuusio virtuaalimaailmassa. Keskityn IVR-teknologiaan, jossa läsnäolon saavuttamiseksi hyödynnetään päähän laitettavaa ky-päramäistä sisäänsulkevaa virtuaalitodellisuussilmikkoa.

Tässä kirjallisuuskatsauksessa käyn läpi uusinta tutkimusta IVR:n hyödyistä ja käyt-tömahdollisuuksista opetuksessa. Olen rajannut kirjallisuushaun vuosille 2016–2021 si-joittuneeseen tutkimukseen. Lisäkritereinä mukaan on valittu vain ne empiiriset tutki-mukset, joissa tutkimuskohteena ovat oppilaat tai opiskelijat.

Valitusta kirjallisuudesta ilmeni, että IVR-opetusta voidaan hyödyntää hyvin monella tapaa, joista kuutta tarkastelen tutkielmassa esimerkkeinä. Kahdessa ensimmäisessä tut-kimuksessa käytetään korkean immersiotason silmikkoa. Esimerkiksi luokkahuoneope-tuksessa oppilaat käyttivät IVR:lle räätälöityä opetusalustaa, jossa he pystyivät kääntele-mään ja tutkailemaan eläimiä. Toisessa tutkimuksessa opiskelijat menivät matkalle solui-hin kaupallisessa IVR-opetuspelissä, jossa he pystyivät katselemaan ympärilleen ja tart-tumaan käsillään soluihin ja pyörittelemään niitä. Lopuissa neljässä tutkimuksessa käy-tettiin matalan immersiotason VR-teknologiaa. Opiskelijat oppivat laboratoriotyöskente-lyn alkeita simulaatiossa. Toisessa tutkimuksessa opiskelijat oppivat biologiaa laborato-riossa. Näissä tutkimuksissa vuorovaikutus oli hankalaa, kun se tapahtui itse silmikon valikosta. Kolmannessa opiskelijat oppivat interaktiivisen 360 asteen videon avulla elvy-tyksen teoriaa. Neljännessä tutkimuksessa oppilaat katsoivat IVR:ssä 360 asteen videon ilmastonmuutoksesta, joka ei ollut vuorovaikutteinen.

Kirjallisuuskatsaukseen valittujen tutkimusten mukaan IVR-opetuksen avulla voidaan parantaa oppilaiden tai opiskelijoiden oppimistuloksia. Oppijat kokevat IVR:n motivoi-vammaksi ja miellyttävämmäksi oppimisalustaksi kuin tavanomainen tekstikirja tai ei-immersiivinen näyttöpaneeli. Kun motivaatio on korkeampi, panostus oppimiseen kas-vaa, mikä voi parantaa oppimistuloksia ja tehdä oppimisesta syvempää. Lisäksi todentun-tuiset virtuaaliset ympäristöt mahdollistavat erilaisten taitojen harjoittamista, jolloin op-pijoiden itsevarmuus käyttää opittua taitoa tositilanteessa kasvaa.

Oppimista IVR:ssä voi kuitenkin häiritä sen aiheuttama liiallinen kognitiivinen kuor-mitus. Kuormitusta aiheuttavat ylimääräiset ärsykkeet, jotka häiritsevät oppijaa keskitty-mästä oleellisiin asioihin oppimateriaalissa.

Avainsanat: Virtuaalitodellisuus, Opetusteknologia, Multimediaoppimateriaali

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

Sisällysluettelo

1	Johdanto	1
2	Tutkimusmenetelmä	2
3	Virtuaalitodellisuus	3
4	Korkean immersiotason HMD: HTC Vive	5
4.1	IVR luokkahuoneessa opetuksen tukena	5
4.2	Biologian opetusta immersiiivisessä opetuspelissä	7
5	Matalan immersiotason HMD: Samsung Gear	8
5.1	Laboratoriotyöskentelyn opiskelua laboratoriosimulaatiossa	9
5.2	Biologian opiskelua virtuaalisessa laboratoriossa	10
5.3	Elvytyksen teoriaa	12
5.4	Virtuaalinen matka IVR:ssä	13
6	Kootut tulokset ja keskustelu	14
6.1	Tunnistettuja hyötyjä	14
6.2	Tunnistettuja haasteita	16
6.3	Tunnistettuja käyttömahdollisuuksia	17
7	Yhteenveto	18
	Lähdeluettelo	19

1 Johdanto

Kun puhutaan virtuaalitodellisuudesta (*Virtual Reality, VR*), mieleen tulee yleensä virtuaalinen kokemus, jossa henkilö on ajamassa huvipuistossa vuoristoradassa tai kärryllä hämyisessä kaivoksessa. Fyysisesti hän kuitenkin istuu sohvallansa virtuaalilasit päässään, mutta kokee sillä hetkellä olevansa läsnä kärryajelulla kaivoksessa tai huvipuistossa tuntien vauhdin mahanpohjassaan.

Käsitteenä virtuaalitodellisuus on laaja, mutta arkikielessä sillä viitataan usein sen alakäsitteeseen immersiiiviseen virtuaalitodellisuuteen (*Immersive Virtual Reality, IVR*). IVR eroaa muista virtuaalitodellisuuden muodoista siten, että käyttäjälle pystytään luomaan illuusio, että hän on osa virtuaalimaailmaa.

Koska tietokoneella voidaan luoda lukematon määrä erilaisia virtuaalisia maailmoja, käyttökohteet virtuaalitodellisuudelle ovat lukuisat. IVR:ää on ainakin hyödynnetty sotilaskoulutuksessa, arkkitehtuurissa, psykiatrisessa hoidossa jne. Lisäksi IVR on tullut käyttöön eriasteisessa opetuksessa. Esimerkiksi yliopistollisessa lääketieteessä virtuaalitodellisuus on saanut paljon käyttöä. Sen avulla voidaan simulaattoriopetuksessa harjoitella kirurgisia operaatioita turvallisesti. (Cipresso ja muut, 2018).

Toisaalta virtuaalitodellisuutta ei ole hyödynnetty paljoa luokkahuoneopetuksessa, jossa opetuksen tukena käytetään oppikirjoja tai muita medioita (Ruixue ja muut, 2020). Tätä aukkoa voidaan selittää sillä, että IVR-teknologia on vielä varsin uutta, jotta sen hyödyllisyyttä ja käyttömahdollisuuksia opetuksessa olisi tutkittu tarpeeksi. Vielä 1990-luvulla siihen käytetty teknologia on ollut kallista, jolloin vain erikoistuneet tahot ovat voineet hankkia laitteita. (Hu-Au & Lee, 2018).

Immersiivinen virtuaalitodellisuus on kuitenkin tehnyt tasaista nousua vuodesta 2016 alkaen tutkimuskäytössä ja kuluttajien keskuudessa. Esimerkiksi vuonna 2019 virtuaalitodellisuuden maailmanlaajuiset tulot kuluttaja- ja yritysmarkkinoilla olivat 4,99 miljardia dollaria. Vuodelle 2024 markkinoiden on ennustettu kasvavan 12,19 miljardiin dollariin. (Statista, 2020). Monet uskovatkin sen mullistavan tulevaisuudessa erilaisia toimialoja, mukaan lukien opetuksen (Hu-Au & Lee, 2018)

Tässä kirjallisuuskatsauksessa tarkastelen kuinka immersiiivistä virtuaalitodellisuutta hyödynnetään opetuksessa. Tarkastelen sitä hyötyjen ja käyttömahdollisuuksien näkökulmasta. Esitän katsauksessani kuusi tapausesimerkkiä, joiden pohjalta haen vastausta tutkimuskysymykseen. Selitän tapausesimerkeissä, millä mittareilla hyötyjä on tutkittu, miten tutkimus on tehty ja kyseisen tapausesimerkin tulokset.

Tutkielma on jäsennetty seuraavasti. Luvussa 2 käyn läpi menetelmät, millä olen hakenut kirjallisuutta. Sitten luvussa 3 esittelen virtuaalitodellisuuden ja siihen liittyvää terministöä. Luvussa 4 ja 5 kuvaan tutkielman pohjana olevat tapausesimerkit. Tämän jälkeen

pohdin luvussa 6 tapausesimerkkien pohjalta IVR-opetuksen hyötyjä, haittoja ja käyttömahdollisuuksia. Lopuksi luvussa 7 päätän kirjallisuuskatsauksen yhteenvetoon, jossa kertaan vielä lyhyesti tulokset.

2 Tutkimusmenetelmä

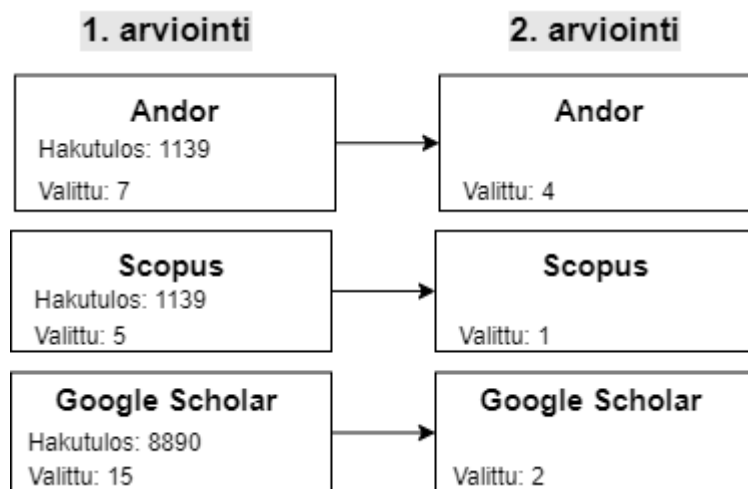
Olen etsinyt kirjallisuuskatsaukseen tieteellistä kirjallisuutta Tampereen yliopiston kirjastopalvelujen suosittamista informaatiotieteiden tietokannoista ja hakupalveluista: Andor, Scopus ja Google Scholar. Artikkeleita on haettu hakusanoilla:

- Education
- Virtual Reality, VR, Immersive
- Effect*, Affordance

Hakusanoista on muodostettu hakulauseke, jolla on haettu valituista tietokannoista kirjallisuutta. Esimerkki hakulausekkeesta Andor-hakupalveluun: (vr OR ”virtual reality”) AND immersive AND education AND effect* AND affordance

Tapausesimerkkien hakurajauksena oli vuosien 2016–2021 väliin julkaistu tieteellinen kirjallisuus, koska katsaukseen haluttiin uusinta tutkimusta. Perustelen rajausta vielä sillä, että virtuaalidollisuus koki mullistuksen, kun markkinoille julkaistiin uutta IVR-tekniologiaa vuonna 2016 (Hu-Au & Lee, 2018).

Arvioin haetun kirjallisuuden kahdessa vaiheessa (kuva 1), koska hakutulokset tietokannoista olivat liian suuret. 1. arviointikierröksellä kävin läpi kustakin tietokannasta 15 ensimmäistä hakutulosta. Niistä valitsin vain ne, joissa otsikossa tai tiivistelmässä mainittiin sanat *Virtual Reality* tai *VR* ja *Education* tai muuhun koulutukseen liittyvä synonyymi. Andorista valikoitui 7, Scopuksesta 5 ja Google Scholarista 15 artikkelia. Tämän jälkeen 2. hakukierroksella tarkastin julkaisualustan laadun. (kuva 1).



Kuva 1. Kirjallisuushaun hakutulokset ja arviointi.

Julkaisualustan laatu varmistettiin Jufon (2021) avulla. Jotta artikkeli tuli valittavaksi, sen julkaisijan piti olla vähintään perustasolla (1). Sitten etsin uutta kirjallisuutta valittujen artikkelien lähdeluettelon perusteella, mitkä käsittelivät tutkimuskysymyksen kannalta tärkeitä termistöä. Lisäksi tarkistin tämänkin kirjallisuuden taustat Jufolla. Kaikki valittu kirjallisuus täytti vähintään vaaditun perustason.

Seuraavaksi luin valitut artikkelit läpi. Valituksi tulivat ne, jotka käsittelivät immersiiivistä virtuaalitodellisuutta kouluympäristössä ja käsittelivät VR:n tehokkuutta tai käyttöä jollain tapaa. Tuloksista karsittiin vielä sellaiset, jotka käsittelivät pelkästään lisättyä todellisuutta. Valitun kirjallisuuden lähdeluetteloista on myös otettu artikkeleita käsitteiden selittämisen tueksi.

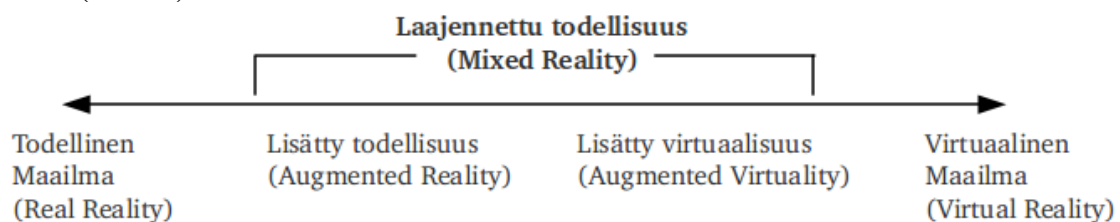
3 Virtuaalitodellisuus

Tässä luvussa esittelen virtuaalitodellisuuden ja kirjallisuuskatsauksessa oleelliset alakäsitteet, kuten immersiiivinen ja ei-immersiiivinen-VR. Kun nämä on määritelty, niin kerron tarkemmin immersioista ja läsnäolosta.

Virtuaalitodellisuus on tietokoneella luotu keinotekoinen ympäristö, jonka kanssa voi jossain määrin olla vuorovaikutuksessa. Se on havaittavissa eri aistiärsykeillä, kuten kuulo- ja näköaistilla (Merriam-Webster, 2021).

VR on varsin laaja käsite, joka kattaa allensa useita alakäsitteitä. Erottelu näiden välillä kannattaa tehdä teknologisesta näkökulmasta, ja siitä kuinka paljon virtuaalinen ja todellinen maailma ovat toistensa kanssa vuorovaikutuksessa. (Milgram & Kishino, 1994).

Milgram ja Kishino jakavat virtuaalitodellisuuden eri osa-alueet virtuaaliselle jatkumolle (kuva 2).



Kuva 2. Laajennettu todellisuus (Milgram & Kishino, 1994)

Jatkumon vasemmassa päässä on todellinen fyysinen maailma, joka koetaan ilman tietokoneen välitystä, ja oikealle puolelle jää täysin tietokoneella luotu virtuaalinen ympäristö. Ääripäiden väliin jäävät erilaiset sovellutukset, jotka omaavat eriävin määrin piirteitä todellisesta- ja virtuaalisesta maailmasta.

Tämän katsauksen kannalta oleellisimmat virtuaalitodellisuuden alalajit ovat immersiiivinen virtuaalitodellisuus (*Immersive Virtual Reality, IVR*) ja ei-immersiiivinen työpöytä-VR (*Desktop-VR*). IVR maksimoi käyttäjänsä läsnäolon tunteen virtuaalisessa maailmassa päähän laitettavan kypärämäisen silmikön avulla (*Head-mounted display*,

HMD). Kun HMD laitetaan päähän, se peittää ympäröivän fyysisen maailman ja korvaa sen virtuaalisella. Tämän johdosta käyttäjä näkee vain virtuaalisen maailman ja ulkopuolinen maailma jää näkyvistä. Lisäksi HMD tekee virtuaalimaailmasta todellisemman tunnisen paikannusteknologian avulla. Kun käyttäjä kääntää päätään todellisessa maailmassa, kuva silmikossa päivittyy samanaikaisesti liikkeen mukaan, mikä luo illuusion todellisuudesta. (Ruixue ja muut, 2020; Milgram & Kishino, 1994).

Työpöytä-VR tarkoittaa perinteistä kokoonpanoa, joka koostuu tietokoneen tavallisesta näytöstä, virtuaalimaailmasta ja syötelaitteista. Useimmiten työpöytä-VR:n syötelaitteina käytetään hiirtä, näppäimistöä tai kosketusnäyttöä (Lee & Wong, 2014).

VR:ssä tärkeitä käsitteitä ovat immersio ja siitä johtuva läsnäolo. Immersio on laitteistoon sidottu ominaisuus, joka koetaan eri aisteilla. Sen tasoon vaikuttaa mm. näytön tarkkuus, koko tai virkistystaajuus. Niin kauan kuin laitteisto pysyy samana, sen taso ei muutu.

Läsnäolo sen sijaan on subjektiivinen kokemus, joka on käyttäjän reaktio laitteistosta. Kun käyttäjä tuntee olevansa osa virtuaalimaailmaa, voidaan katsoa käyttäjän kokevan läsnäoloa. Toisin kuin immersio, sen taso riippuu käyttäjästä itsestään. Siihen voi vaikuttaa useampi tekijä, kuten mielentila tai kokemus VR:stä jne. Läsnäolon tunne virtuaalimaailmassa on siis vaihteleva ja eri käyttäjät voivat kokea samalla VR-laitteella täysin erilaisen kokemuksen. (Bowman ja McMahan, 2007).

Kirjallisuuskatsauksen tapausesimerkeissä käytettiin kahdenlaista silmikköä: korkean immersiotason HTC Vive ja matalan tason Samsung Gear VR. HTC Viven silmikko kytetään erikseen johdolla tietokoneeseen, jolloin se kykenee näyttämään tarkkaa kuvaa suurella virkistystaajuudella. Lisäksi Vivessä on kaksi ohjainkapulaa, jotka mukailevat käsiä virtuaalisessa maailmassa (Vive, 2021). Sen sijaan Samsung Gear VR-silmikko vaatii toimiakseen älypuhelimien. Älypuhelin asetetaan silmikon sisään, jolloin silmikon linssit näyttävät kuvan stereoskooppisena. Gear-VR:llä vuorovaikutetaan virtuaalisen ympäristön kanssa silmikon laidassa olevasta valitsimesta tai erillisestä ohjainkapulasta (Oculus, 2021; (Wikipedia, 2021). Kuitenkaan ohjainkapulaa ei käytetty missään tämän kirjallisuuskatsauksen tapausesimerkeissä.

Kun VR-kokemusta kehitetään ohjelmatasolla, kehittäjien tulee kiinnittää huomiota erityisesti johdonmukaisuuteen, koska se vaikuttaa läsnäoloon. Läsnäolon tunne saadaan aikaiseksi käyttämällä kuvaa, ääntä ja jopa haptiikkaa. Tärkein näistä ominaisuuksista on kuitenkin kuva, koska VR on visuaalispainotteista. Jos jossain näissä tapahtuu jonkinlainen häiriö, kuva päivittyy huonosti tai äänet eivät ole yhteneväiset kuvan kanssa, käyttäjä kadottaa läsnäolon tunteensa. (Leigh, 2019).

4 Korkean immersiotason HMD: HTC Vive

Luvussa 4 esittelen kirjallisuudesta poimittuja tapausesimerkkejä, joissa IVR:ää käytetään opetuksessa HTC Vivellä. Kohdassa 4.1 käsittelen IVR:n käyttämistä luokkahuoneopetuksessa. Kohdassa 4.2 esittelen, kun IVR:ssä opitaan opetuspelin avulla.

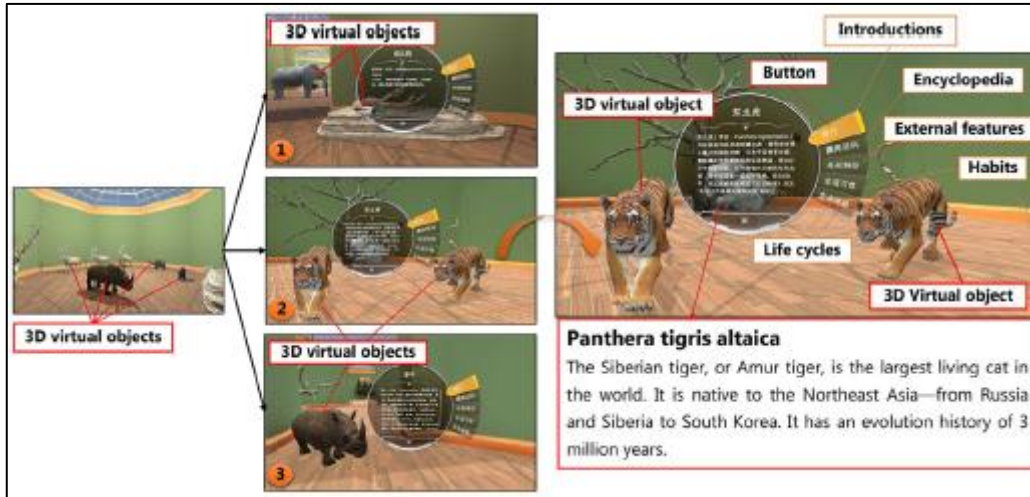
4.1 IVR luokkahuoneessa opetuksen tukena

Tässä kohdassa esitän tapausesimerkin, jossa IVR on otettu osaksi luokkahuoneopetusta kahdeksan viikon ajan. Tutkimuksessa jaettiin 90 yläastelaista oppilasta IVR-ryhmän ja oppikirjaryhmään. IVR-ryhmää opetettiin erityisessä IVR-luokkahuoneessa, joka sisälsi 10 työpistettä, joihin oppilaat jaettiin 5 hengen pienryhmiin. Jokaiselle työpisteen näytölle oli yhdistetty HMD-silmikko, jolla oppilaat opiskelivat vuorotellen oppimateriaalia, jonka jälkeen he keskustelivat pienryhmissään ja täyttivät kyselylomakkeen, jossa oli kysymyksiä oppimiskerran aiheesta. Oppikirjaryhmäkin jaettiin pienryhmiin, mutta silmikon sijaan he käyttivät oppikirjaa materiaalinaan, minkä lisäksi opettaja käytti vielä diasarjaa ja videota opetuksen tukena. Myös oppikirjaryhmän pienryhmät täyttivät kyselylomakkeen oppimiskerran aiheista. (Ruixue ja muut, 2020).

Ruixue ja muut mittasivat oppilaiden opiskelutuloksia, sitoutuneisuutta opetukseen ja IVR-tekniikan omaksumista. Ensinnä tutkimuksessa vertailtiin kumpi opetusryhmistä saavuttaa paremmat oppimistulokset. Oppimistuloksia mitattiin kokeella, joka järjestettiin tutkimuksen viimeisellä viikolla. Kokeilla mitattiin oppilaiden yleistä tietämystä opitunneilta ja tiedon syvempää ymmärrystä. Toiseksi he tutkivat viisiasteikollisten kyselyiden avulla oppilaiden sitoutuneisuutta ja IVR-tekniikan omaksumista. Sitoutuneisuus (*Engagement*) tarkoittaa, kuinka hyvin oppilas kokee olevansa mukana opetuksessa. IVR-tekniikan omaksuminen tarkoittaa kuinka hyvin oppilas koki osaavansa käyttää ja hyötyvänsä uudesta teknologiasta.

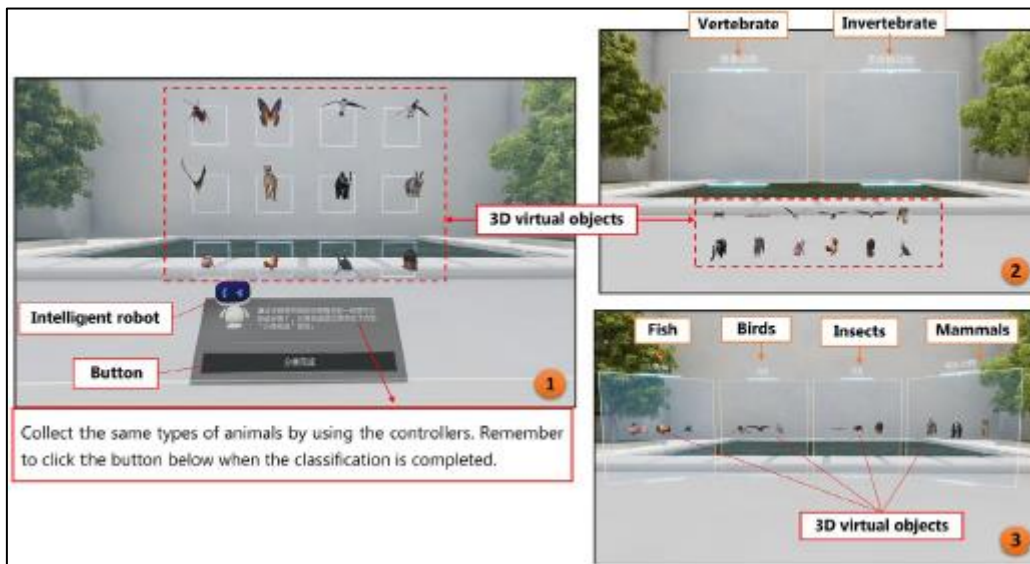
Laajuudeltaan tutkimuksen kokonaispituus oli kahdeksan viikkoa ja siihen sisältyi kuusi opiskelukertaa viikossa, joista opetuskerran pituus oli 45 minuuttia. Ensimmäisellä tutkimusviikolla oppilaille järjestettiin esikoe, jonka perusteella varmistettiin, että opetusryhmät olivat tasavertaiset tiedoissaan. Tämän jälkeen opetusta jatkui seitsemän viikkoa, kunnes kahdeksannella viikolla järjestettiin jälkikokeet ja kyselyt, joista saatiin tutkimuksen tulokset. (Ruixue ja muut).

Tutkimuksessa kummankin ryhmän opetetut pääaiheet liittyivät vipuvoiman perusteisiin ja työkaluihin, eläimiin ja kasveihin. Oppikirjaryhmän opetusmateriaali pohjautui yleisesti käytettyihin oppikirjoihin. IVR-ryhmä opiskeli erityisellä oppimisalustalla, jossa oppilaat pystyivät vuorovaikuttamaan oppimateriaalin kanssa silmikon ja siihen liitettyjen ohjainkapuloiden avulla. Oppilaat pystyivät esimerkiksi opiskelemaan alustalla kääntelemällä kolmiulotteisia malleja eläimistä ohjaimen avulla ja lukemaan niistä tarkempaa tietoa (kuva 3).



Kuva 3. Eläimiä voi tarkastella ja lukea tietoa mm. levinneisyydestä (Ruixue ja muut, 2020)

Lisäksi alustalla oli ns. älykäs robotti (kuva 4), joka vielä erikseen selosti aiheesta tietoa. IVR-alustalla oli myös tehtävätila, jonka luokan opettaja pystyi aktivoimaan tabletiltaan, kun oli varmistunut, että kaikki oppilaat olivat saaneet tarpeeksi tietoa opetettavasta aiheesta. Tilan aikana oppilaat tekivät mm. erilaisia tehtäviä, joissa eri eläimiä tuli lajitella selkärangaisiin ja selkärangattomiin. Toisenlaisessa tehtävässä pyydettiin valitsemaan samaan ryhmään kuuluvat eläimet (kuva 4). Jos jokin vastauksista oli väärin, älykäs robotti antoi oppilaille välitöntä palautetta.



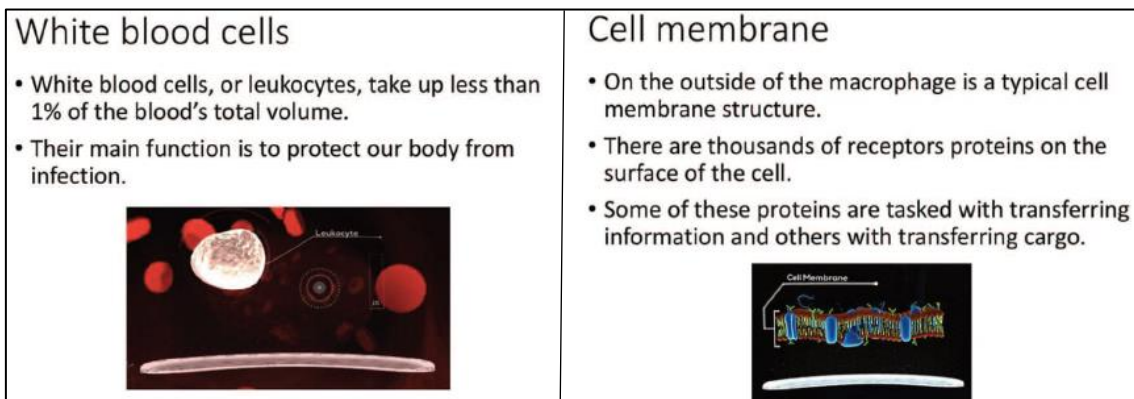
Kuva 4. Lajittelutehtävä ja älykäs robotti (Ruixue ja muut, 2020)

Tutkimuksen tulokset osoittavat, että IVR-ryhmä pärjäsikin oppikirjaryhmää paremmin oppimistulosta mittaavien kokeiden perusteella. Tätä Ruixue ja muut selittävät sillä, että IVR:ssä oppilas pystyi keskittymään opetukseen paremmin vuorovaikutuksen ja kasvaneen immersion ansiosta. Lisäksi välitön palaute mahdollisti paremman oppimisen. IVR-

ryhmän oppilaat kokivat suurempaa sitoutuneisuutta eli he olivat paremmin mukana opetuksessa. Ruixue ja muut arvelevat tämä johtuvan IVR-opetuksen vuorovaikutteisuudesta, oma-aloitteellisuudesta ja ryhmätyöskentelystä. Myös teknologian omaksumista mittaavien kyselyiden perusteella IVR-teknologia sai hyväksynnän suurimmalta osalta sitä käyttäneistä oppilaista.

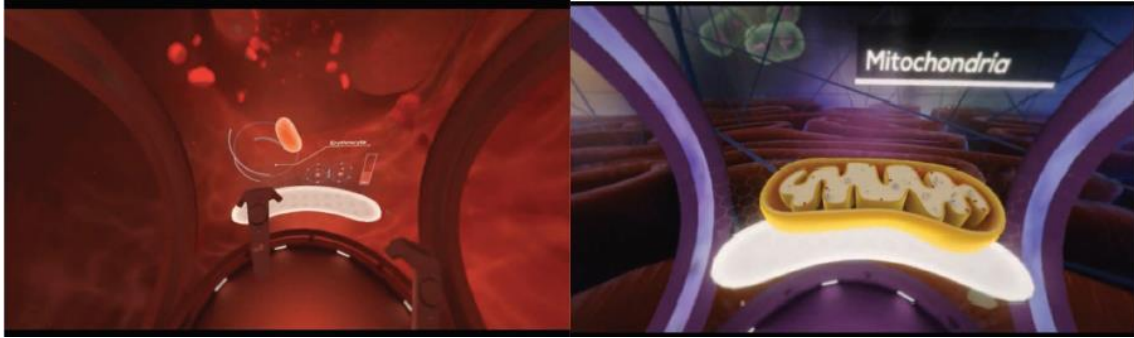
4.2 Biologian opetusta immersiiivisessä opetuspelissä

Parong ja Mayer (2018) tutkivat IVR:n tehokkuutta verrattuna tavanomaiseen mediaan ja kuinka generatiivisen oppimisstrategian käyttäminen vaikuttaa oppimiseen IVR:ssä. Tutkimuksessa 57:stä yliopisto-opiskelijasta 28 jaettiin satunnaisesti IVR-ryhmään ja loput sijoitettiin diasarja-ryhmään. IVR-ryhmä opiskeli biologiaa kaupallisen opetuspelin avulla (The Body VR, 2016), kun taas kontrolliryhmä opiskeli diaesityksestä, joka oli tehty pelistä otetuista kuvakaappauksista ja selostuksesta (kuva 5). Lisäksi opiskelija pystyi etenemään diaesityksessä omaan tahtiin, kun taas opetuspelin etenemiseen pelaaja pystyi vaikuttamaan hyvin vähän.



Kuva 5. Diaryhmän opetusmateriaalia (Parong & Mayer, 2018)

IVR-opetuspelissä pelaaja kutistetaan, jonka jälkeen hän matkaa aluksella solujen sisälle. Pelaaja voi vapaasti liikutella päätään ja tutkailla ympäristöä aluksen ohjaamosta, ja vuorovaikuttaa ympäristön kanssa, jossa hän voi mm. tarttua soluihin ja pyöritellä niitä kässissä. Tämän lisäksi tekstillä on korostettu tärkeää tietoa, jonka lisäksi selostajan ääni kertoo tarkemmin eri osien toiminnasta pelaajalle (kuva 6). (Parong & Mayer, 2018).



Kuva 6. Opetuspelissä aluksen sisällä (Parong & Mayer, 2018)

Tutkimus järjestettiin siten, että ryhmästä riippumatta opiskelija vastasi esikyselyyn, jossa tiedusteltiin heidän tietotaitoansa pelin aiheesta, jotta voitiin varmistua koehenkilöiden tasavertaisuudesta. Sitten IVR-ryhmässä opiskelija laittoi silmikön päähänsä ja opetuspeleä käynnistettiin. Opiskelija seiso keskellä huonetta, jotta hän pystyi vapaasti liikkumaan. Diasarjaryhmässä opiskelija istutettiin koppiin, jossa hän sai omaan tahtiinsa käydä diasarjan läpi. (Parong & Mayer, 2018).

Opetuksen jälkeen opiskelijan vastasi kyselyyn ja oppimista mittaavaan kokeeseen. Jälkikysely koostui seitsemänportaisella asteikolla esitetystä väitteistä, joissa mm. tiedusteltiin opiskelijan panostusta ja kiinnostusta opetukseen. Jälkikoe koostui 20 yhden vastauksen kysymyksestä ja 16 monivalintakysymyksestä. Lisäksi tutkimuksessa järjestettiin IVR:llä lisäkoe, jossa kokeiltiin vaikuttaako generatiivisen oppimistrategian (*Generative learning strategy*) hyödyntäminen oppimistuloksiin. Generatiivinen oppimistrategia tarkoittaa oppimistekniikoiden hyödyntämistä, jolloin opiskelija kiinnittää huomiota olennaiseen tietoon ja järjestele sitä mielessään siten, että kykenee tehokkaammin peilamaan tätä aikaisempaan tietoonsa. Oppimistrategiaa hyödynnettiin tutkimuksessa siten, että peli jaettiin 6 osaan, jolloin aina yhden osan jälkeen opiskelija teki siitä yhteenvedon omin sanoin. Kontrolliryhmänä toimi opiskelijat, jotka suorittivat opetuspeleä normaaliin tapaan ilman keskeytyksiä. (Parong & Mayer, 2018).

Kyselyiden perusteella selvisi, että IVR-ryhmän opiskelijat olivat motivoituneempia kuin kontrolliryhmä. Sen sijaan diasarjaryhmä sai merkittävästi paremmat tulokset jälkikokeesta, mikä osoittaa heidän oppineen paremmin. Toisaalta IVR-ryhmä, joka hyödynsi generatiivista oppimistrategiaa, kykeni kasvattamaan tulokset samalle tasolle kuin diasarjaryhmä. Tämä tapahtui ilman, että opiskelijoiden motivaatio laski merkittävästi. (Parong & Mayer, 2018).

5 Matalan immersiotason HMD: Samsung Gear

Luvussa 5 esittelen 4 eri tapausesimerkkiä, joissa IVR-opetuksessa hyödynnetään Samsung Gear VR-silmikkoa. Kohdassa 5.1 IVR:ssä opitaan laboratoriotyöskentelyä. Kohdassa 5.2 IVR:ssä opitaan biologiaa ja siihen liittyviä käytäntöjä laboratorioympäristössä.

Kohdassa 5.3 IVR:llä opitaan elvytyksen teoriaa. Kohdassa 5.4 käyn läpi esimerkkitapauksen, jossa oppilaat lähtevät IVR:ssä virtuaaliselle matkalle.

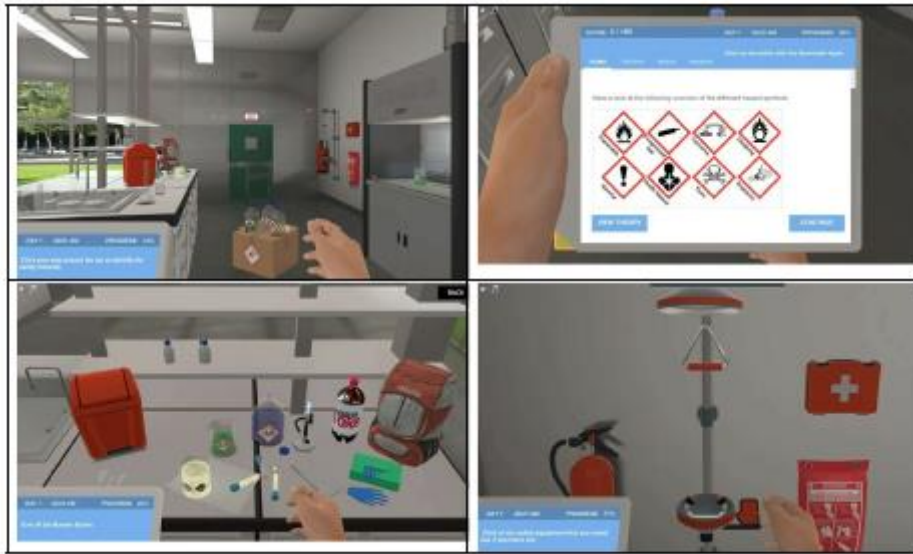
5.1 Laboratoriotyöskentelyn opiskelua laboratoriosimulaatiossa

Makransky, Borre-Gude ja Mayer (2019) tutkivat teknillisessä yliopistossa laboratorioturvallisuuskoulutusta kolmella eri opetusalustalla: IVR:ssä, työpöytä-VR:ssä ja tavanomaisella ohjekirjalla. Kullekin alustalle jaettiin satunnaisesti 105 ensimmäisen vuoden yliopisto-opiskelijaa.

Tutkimuksessa mitattiin opiskelijoiden oppimistuloksia kahdella eri testillä: teoreettisella monivalintakokeella ja kahdella käytännön tehtävää sisältävällä kokeella. Monivalintakoe pidettiin heti turvallisuuskoulutuksen jälkeen, kun taas käytännön koe järjestettiin viivästetysti 10 päivää tutkimuksen jälkeen. Lisäksi tutkimuksessa oli kaksi asteikollista kyselyä motivaatiosta ja minäpystyvyydestä (Self-efficacy). Motivaatiolla tarkoitetaan opiskelijan tyytyväisyyttä koulutusta kohtaan. Minäpystyvyys tarkoittaa kuinka paljon opiskelija kokee hallitsevansa turvallisuuskoulutuksessa opetetut asiat. Kyselyt suoritettiin ennen- ja jälkeen tutkimuksen. (Makransky, Borre-Gude & Mayer, 2019).

Tutkimuksessa IVR- ja työpöytä-VR-ryhmät käyttivät samaa laboratoriosimulaattoria. IVR:ssä simulaatiossa ympäristön kanssa vuorovaikutettiin silmikön laidassa olevalla valitsimella, ja työpöytä-VR:llä vuorovaikutus tapahtui hiiren avulla. Sen sijaan tekstiryhmä luki 14 sivuisen laboratorioturvallisuusoppaan. (Makransky, Borre-Gude & Mayer, 2019).

Simulaattori sisälsi kolmen tyyppistä aktiviteettia: tiedon hankintaa, laboratorioturvallisuuteen liittyvien tehtävien tekemistä ja opetetun soveltamista erilaisissa tilanteissa. Simulaattori alkoi tiedon hankinnalla, jota saatiin simulaattorin sisäisellä tabletilla (kuva 7 oikea ylänurkka). Se sisälsi yleistä informaatiota laboratorioturvallisuudesta esim. varoitusmerkinnöistä ja laboratoriovälineistä. Seuraavaksi opiskelija suoritti erilaisia tehtäviä virtuaalisessa ympäristössä. Yhdessä tehtävistä laboratorion tuli poistaa sinne kuuluttomia esineitä (kuva 7 vasen alanurkka), ja toisessa ympäristöön oli läikkynyt happoa, joka piti puhdistaa annettujen ohjeiden mukaan. (Makransky, Borre-Gude & Mayer, 2019).



Kuva 7. Laboratoriotyöskentelyn vaiheita (Makransky, Borre-Gude & Mayer, 2019).

Turvallisuuskoulutuksen jälkeen opiskelija täytti jälkikyselyn ja teki monivalintakokeen. Tämän jälkeen pidettiin 10 päivän päästä käytännön kokeet. Opiskelijat vietiin oikeaan laboratorioympäristöön, jossa he suorittivat kaksi tehtävää, joista ensimmäinen tehtiin yksin ja toinen pienryhmässä. Ensimmäisessä tehtävässä laboratorioon oli asetettu kahdeksan uhkaa, esimerkiksi sinne kuulumattomia esineitä ja polttimo epävakaa alustalla. Opiskelijalla oli 7 minuuttia aikaa listata esineet paperille. Toisessa tehtävässä oli kuvitteellinen tilanne, jossa laboratoriossa oli tapahtunut onnettomuus. Onnettomuustilanteessa yksi opiskelijoista sai happa (vettä) vaatteilleen, jolloin ryhmän tuli toimia koulutuksessa opitulla tavalla. Toisessa onnettomuustilanteessa laboratorioon vapautui kaasuja, jonka johdosta opiskelija menetti tajuntansa. Ryhmän tuli selvittää näistä tilanteista yhdessä, ja heidät pisteytettiin suoriutumisen mukaan. Käytännön kokeiden perusteella IVR-koulutuksen käyneet ryhmät pärjäsivät paremmin kuin tekstiryhmä. Myös työpöytä-VR ryhmä pärjäsivät paremmin, vaikka tulokset eivät eronneet merkittävästi tekstiryhmään nähden. (Makransky, Borre-Gude & Mayer, 2019).

Kyselyiden perusteella IVR-simulaattorikoulutus koettiin mielekkäämmäksi tavaksi oppia kuin työpöytä-VR ja tavanomainen opetus. Lisäksi IVR-ryhmä koki olevansa motivoituneempia muihin ryhmiin verrattuna. Sen sijaan monivalintakokeen perusteella yleisen tiedon oppimisessa ei todettu olevan merkittävää eroa ryhmien välillä. Toisaalta IVR-ryhmän opiskelijat suoriutuivat paremmin käytännön kokeesta kuin muut ryhmät, mikä viittaa syvempään oppimiseen. (Makransky, Borre-Gude & Mayer, 2019).

5.2 Biologian opiskelua virtuaalisessa laboratoriossa

Makransky, Terkildsen & Mayer (2019) vertailivat IVR:n ja työpöytä-VR:n käyttöä yliopisto-opiskelijoilla. Simulaatio käsitteli biologian opetusta virtuaalisessa laboratorioympäristössä. Lisäksi tutkimuksessa ryhmät pääsivät käyttämään kumpaakin alustaa. Kun

opiskelija oli suorittanut koulutuksen ja vastannut kyselyihin ja kokeisiin, hän suoritti opetuksen toisella alustalla.

Tutkimuksessa selvitettiin IVR:ssä ja työpöytä-VR:ssä opiskelijan opiskelutyytyväisyyttä, koettua läsnäolon tunnetta, kognitiivista kuormitusta ja oppimistuloksista. Tyytyväisyyttä ja läsnäoloa mitattiin viisiportaisella asteikolla. Kognitiivista kuormitusta tarkkailtiin hyödyntämällä aivosähkökäyrää (EEG). EEG:llä voidaan mitata toimintaa eri aivoalueilla, joissa kuormitus näkyy korkeina piikkeinä. Oppimistuloksia mitattiin kahdella eri kokeella, jotka kummatkin sisälsivät monivalintakysymyksiä. Ensimmäisessä kokeessa kysyttiin perustietoa aiheesta. Toisessa kokeessa mitattiin opitun soveltamista. (Makransky, Terkildsen & Mayer, 2019).

Tutkimuksessa käytetty laboratoriosimulaatio jakautuu neljään eri vaiheeseen. Tiedonsaantiin, monivalintakysymyksiin vastaamiseen, palautteen saamiseen ja käytännön tehtävien tekemiseen, kuten aineiden yhdistely. Simulaatio alkaa, siitä kun opiskelija saa lyhyen ohjeistuksen pelin sisäisen tabletin käytöstä, joka on tärkeä apuväline, koska sen avulla saadaan tietoja ja vastataan monivalintakysymyksiin (kuva 8). Tämän jälkeen virtuaalinen ohjaaja tutustuttaa opiskelijan laboratorioympäristöön ja välineistöön. Ohjaaja myös opastaa opiskelijaa pelin etenemisessä. Opiskelija suorittaa simulaation loppuun, jonka jälkeen vastaa jälkikokeeseen ja siirtyy joko työpöytä-VR- tai IVR-simulaatioon riippuen kummalla alustalla hän aloitti. (Makransky, Terkildsen & Mayer, 2019).



Kuva 8. Opiskelija silmikko päässään ja virtuaalinen tabletti (Makransky, Terkildsen & Mayer, 2019)

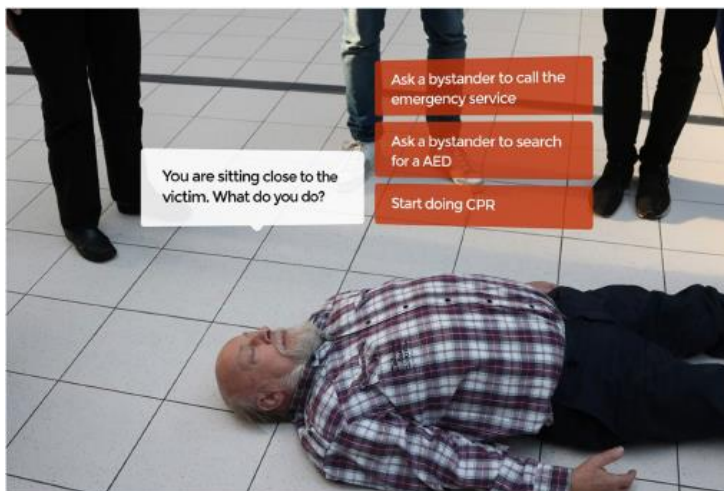
Kyselyistä selvisi, että IVR:ssä opiskelijat kokivat tuntevansa enemmän läsnäoloa ja olivat tyytyväisempiä opiskeluun kuin työpöytä-VR:ssä. Toisaalta IVR:ssä opiskelijat oppivat huonommin kuin kontrolliryhmä. IVR-ryhmällä oli korkeammat lukemat EEG:ssä, joka viittaa kognitiiviseen kuormitukseen. Tämä saattaa selittää miksi IVR-ryhmä sai huonommat tulokset. (Makransky, Terkildsen & Mayer, 2019)

5.3 Elvytyksen teoriaa

Barsom ja muut (2020) tutkivat lukio-opiskelijoilla IVR:ssä ja internetalustalla elvytyksen teoriaa. He jakoivat 40 opiskelijaa satunnaisesti IVR-ryhmään ja tavanomaiseen videoryhmään.

Kumpikin ryhmistä vastasi teoriakokeeseen, joka sisälsi monivalintakysymyksiä elvytyksestä. Monivalintakokeeseen vastattiin ennen opetusta ja sen jälkeen. Opetuksen jälkeisessä kokeessa kysymykset olivat eri järjestyksessä, jotta opiskelijat eivät muistaisi niitä. Lisäksi tutkimuksessa mitattiin viisiportaisella asteikolla opetusryhmien tyytyväisyyttä koulutukseen ja kuinka itsevarmoja he olivat elvytystaitoihinsa koulutuksen päätyttyä. Itsevarmuus jaettiin kolmeen eri osa-alueeseen. Kuinka hyvin opiskelijat kokivat osaavansa elvyttää, valmiutta elvyttämiseen ja halukkuutta suorittaa elvytystä. (Barsom ja muut, 2020).

IVR ja videoryhmä opiskelivat perustietoa elvytyksestä samalta internetpohjaiselta opetusalustalta. Tämän jälkeen videoryhmä katsoi internetalustalta videon, joka havainnollisti elvyttämisen vaiheet järjestyksessä, ja IVR-ryhmä suoritti VR-koulutuksen. VR-koulutus koostui 360 asteen videosta ja valintatehtävistä (kuva 9). Lisäksi IVR-ryhmän VR-koulutus ja videoryhmän elvytysvideo kestivät 10 minuuttia.



Kuva 9. Onnettomuuspaikka IVR-alustalla (Barsom ja muut, 2020)

VR-koulutuksessa videolla oli tilanne, jossa elvytettävä makaa maassa ja opiskelijan tulee tietää kuinka edetä elvytyksessä vastaamalla oikein valintatehtävään. Valinnan pystyi tekemään pitämällä vastausta näköpiirinsä keskellä 2 sekuntia. Opiskelijalle annettiin vain 10 sekuntia aikaa valita oikea vastaus kysymykseen. Jos opiskelija oli liian hidaskäyttäytyminen tai vastasi tehtävään väärin, hänen täytyi palata kysymysten alkuun. Oikeasta vastauksesta taas hän pystyi etenemään elvytyksen seuraavaan vaiheeseen, joka sisälsi uudet kysymykset. Lopulta, kun kaikki vaiheet oli läpäisty, suoritus pisteytettiin tähdillä yhdestä viiteen.

Barsom ja muut perustelivat, että laajan näkökentän avulla ja korkealla immersioilla opiskelijalle pyrittiin luomaan illuusio, että hän on onnettomuuspaikalla. Lyhyt vastausaika auttoi opiskelijaa hahmottamaan paremmin, että kyseessä on hätätilanne, jossa tulee toimia mahdollisimman nopeasti. Lisäksi VR-koulutus sisälsi tilan, jossa vääristä tai liian hitaista vastauksista ei joutunut palaamaan alkuun, vaan pystyi vapaasti tutkimaan erilaisia skenaarioita.

Tutkimuksesta saatiin tulokseksi, että IVR-ryhmä pärjäsikin teoriakokeessa tilastollisesti paremmin kuin videoryhmä. IVR-ryhmän opiskelijat kokivat myös olevansa itsevarmempia elvytykseen kaikilla sen osa-alueilla. Kuitenkaan ryhmien välillä ei ollut merkittävää eroa koetusta tyytyväisyydestä koulutusta kohtaan. (Barsom ja muut, 2020)

5.4 Virtuaalinen matka IVR:ssä

Petersen ja muut (2020) tutkivat immersiiivisen virtuaalitodellisuuden käyttöä virtuaalilla matkalla, jonka aiheena oli ilmastonmuutoksen vaikutukset Grönlantiin. He sovelsivat IVR:ssä tutkivaa oppimista (*Inquiry-based learning*).

Tutkiva oppiminen tarkoittaa oppimista, jossa oppilas oppiskelee itsenäisesti ja tekee siten oman tutkimuksensa aiheesta. Se voidaan jakaa viiteen eri osa-alueeseen. Orientaatio, jossa esitetään tutkittava aihe ja siihen liittyvät ongelmat ja muuttujat. Konseptuaalisuus, johon liittyy aiheeseen liittyvien konseptien ymmärtäminen ja niiden liittyminen toisiinsa. Tutkiminen, jossa oppilas tekee kokeiluja ja tulkitsee tietoa. Yhteenvedo, jossa esitetään tutkimuskysymykseen vastaus. Viimeiseksi Keskustelu, jossa oppilas reflektoi tutkimistaan ja saa palautetta tutkimusprosessista. (Petersen ja muut, 2020)

Tutkimuksessa 102 yläastelaista jaettiin kahteen IVR-ryhmään, joista ensimmäiselle ryhmälle pidettiin esiopetus, jossa oppilaille kerrottiin taustatietoa ilmastonmuutoksesta ennen virtuaalista matkaa. Toisessa ryhmässä taustatieto oli sulautettu selostukseksi, jonka oppilaat kuulsivat virtuaalisen matkan aikana. Itse virtuaalinen matka kesti kummallakin ryhmällä 20 minuuttia, ja matkan aikana samassa luokassa oli 24 oppilasta. Lisäksi virtuaalinen matka tehtiin tutkivan oppimisen tutkimus -vaiheessa. (Petersen ja muut, 2020).

Ennen virtuaalista matkaa oppilaat täyttivät esikyselyt ja kokeen, jonka jälkeen oppilaat jaettiin satunnaisesti kahteen eri IVR-ryhmään. Sitten kumpikin ryhmä kävi läpi yhteisen osuuden, jossa opettaja ohjeisti oppilaita tieteellisen menettelyn perusteista. Tämän lisäksi heille esitettiin, että kaikki ihmiset eivät usko ilmastonmuutokseen, minkä takia on tärkeää vakuuttaa epäilevät tieteen avulla. Sitten ne oppilaat, jotka kuuluivat esiselostus-ryhmään, menivät erilliseen tilaan kuuntelemaan selostuksen, ja toinen ryhmä pystyi aloittamaan virtuaalisen matkan, jossa selostus oli osana matkaa. Virtuaalisen matkan jälkeen oppilaat jaettiin 3–4 hengen ryhmiin, joissa he keskustelivat matkan sisällöstä ja muodostivat yhdessä tieteellisen menetelmän mukaisen esitelmän. Jokaisella ryhmällä oli

2 minuuttia aikaa esittää tutkimuksensa kuvitteelliselle UN-paneelille, joka koostui tutkimuksen henkilöstöstä. Tämän jälkeen oppilaat täyttivät jälkiarvioinnin, johon kuuluivat viisiportaikolliset kyselyt ja tietoa mittaava monivalintakoe. (Petersen ja muut, 2020)

Tutkimuksessa haluttiin tietää, että voidaanko virtuaalisella matkalla hyödyntäen IBL-oppimista vaikuttaa oppilaiden ilmastoaikomuksiin, minäpystyvyyteen ja kiinnostuksen lisäämiseen STEM-opintoihin (luonnontieteet ja insinööriopintoja). Lisäksi tutkimuksessa haluttiin vertailla ryhmien välisiä eroja yleisessä oppimisessa ja tiedon soveltamisessa. Yleistä oppimista mitattiin kokeella, joka sisälsi monivalintakysymyksiä. Tiedon soveltamiseen tutkijat olivat tehneet kuvitteellisen UN-paneelin, jolle oppilaat olivat ryhmässä tehneet esitelmän ilmastonmuutoksesta. Tutkijat arvioivat oppilasryhmien esitelmät 1–5 asteikolla. (Petersen ja muut, 2020).

Oppimista mittaavien tulosten perusteella selvisi, että kumpikin IVR-ryhmistä alku- ja jälkikokeen perusteella oppivat virtuaalisesta matkasta, mutta ryhmien välillä ei ollut merkittävää eroa koepisteissä. Sen sijaan tiedon soveltamista mittaavasta esitelmästä ne IVR-ryhmän oppilaat, jotka olivat saaneet selostuksen ennen virtuaalista matkaa, saivat paremmat pisteet. Petersen ja muut pitävät tätä merkinä siitä, että kognitiivinen kuormitus häytti tiedon omaksumista, kun selostus tehtiin matkan aikana.

Kyselyiden perusteella kummankin ryhmän kohdalla huomattiin merkittävää nousua oppilaiden minäpystyvyydessä, lisääntyneitä kiinnostusta STEM-opintoja kohtaan ja nousu muutosta ilmastoaikomuksiin (Petersen ja muut, 2020).

6 Kootut tulokset ja keskustelu

Tässä luvussa esittelen huomioita esimerkkitapauksien pohjalta. Kohdassa 6.1 kokoan tapausesimerkeistä ilmenneitä hyötyjä. Kohdassa käyn läpi 6.2 esille nousseita haasteita. Kohdassa 6.3 kerron tarkemmin, kuinka IVR:ää käytettiin tapausesimerkeissä.

6.1 Tunnistettuja hyötyjä

Suurimmassa osassa haetusta kirjallisuudesta IVR:n todettiin jollain tavalla edistävän oppimista; jopa paremmin verrattuna tavanomaiseen oppimiseen tai työpöytä-VR:ään. Esimerkiksi kohdissa 4.1, 5.1 ja 5.3 olevista esimerkkitapauksista IVR-opetuksessa oppijoiden oppimistulokset paranivat verrattuna tavanomaiseen mediaan tai muihin opetusm toteihin. Tämän lisäksi kohdissa 5.2 ja 5.4 oppijoiden tulokset paranivat esikokeeseen verrattuna. Lisäksi kohdissa 4.1, 4.2 ja 5.3 tulokset olivat jopa parempia kuin tavanomaisilla opetusmenetelmillä. Tapausesimerkeistä poimittuja IVR:n hyötyjä kuvataan taulukossa 1, jossa on lueteltuna eri mittareita. X:llä merkityt kohdat kuvaavat esiintykö kyseisessä esimerkissä mittaria. (Taulukko 1).

Taulukko 1. Kootut tulokset

	Ruixue ja muut (2020) (Kohta 4.1)	Parong ja Mayer (2018) (Kohta 4.2)	Makransky, Borre-Gude ja Mayer (2019) (Kohta 5.1)	Makransky, Terkildsen ja Mayer (2019) (Kohta 5.2)	Barsom ja muut (2019) (Kohta 5.3)	Petersen ja muut (2020) (Kohta 5.4)
Motivaatio	X	X	X	X	X	
Oppimistulokset	X	X	X	X	X	X
Opitun soveltaminen	X		X	X		X
Minäpystyvyyys		X	X		X	X
Teknologian omaksuminen	X					
Kognitiivinen kuormitus				X		

Parempia oppimistuloksia voidaan perustella monella tapaa. Esimerkiksi tapausesimerkin kohdassa 4.1 Ruixue ja muut perustelevat tuloksia sillä, että IVR:ssä oppilaat pystyivät olemaan enemmän läsnä, jolloin opiskelija keskittyy paremmin opetukseen. Tämän lisäksi välitön palaute ja ryhmätyöskentely auttoivat opiskelijoita sisäistämään tietoa paremmin. Sen sijaan kohdassa 5.1 Makransky, Borre-Gude ja Mayer (2019) perustelevat, että korkea motivaatio saa opiskelijat panostamaan enemmän oppimiseen, mikä kasvattaa oppimistuloksia. Vaikka kasvanut motivaatio tässä tapauksessa olisikin peräisin teknologian uutuudenviehätyksestä, niin tämä voi olla silti riittävä syy oppijalle yrittää enemmän. Lisäksi IVR-opetus tukee oppijoiden itsenäistä opiskelua, jolloin oppimisessa voi edetä omaan tahtiin, mahdollisesti kiinnostua oppimateriaalista helpommin ja visualisoida hankalia käsitteitä (Hu-Au & Lee, 2017).

IVR:ssä simulaatiossa voidaan toistaa erilaista koulutusta, johon todellisuudessa liittyisi riskejä tai paljon kuluja. Esimerkiksi kohdassa 5.1 opiskelijoiden tuli käydä laboratorioturvallisuuskoulutus hyväksytysti ennen kuin he pääsivät työskentelemään oikeassa laboratoriossa (Makransky, Borre-Gude & Mayer, 2019). IVR:n avulla he pääsivät mahdollisimman lähelle todellista opetusta ilman riskejä tai materiaalikustannuksia.

Kohdissa 5.1, 5.3 ja 5.4 todettiin IVR-koulutuksessa opiskelijoiden kokevan suurempaa minäpystyvyyttä eli olivat varmempia oppimistaan taidoista. Tätä voidaan selittää osittain sillä, että IVR:n avulla päästään mahdollisimman lähelle tositilannetta, mikä parantaa luottamusta omiin taitoihin. Lisäksi selittäisin tuloksia myös sillä, että tutkimuksissa opiskelijat saivat IVR-ryhmissä yleensä paremmat oppimistulokset, jotka korreloivat minäpystyvyyden kanssa. Vaikka kohdan 5.1 tutkimuksessa IVR-ryhmän opiskelijat

eivät saaneet parempia oppimistuloksia monivalintakokeista, niin käytännön kokeissa he pärjäsivät merkittävästi paremmin kuin muut ryhmät. Luulen tämän vaikuttavan minäpystyvyyteen.

Kun kohdan 5.2 IVR-opetukseen lisättiin generatiivinen oppimistrategia, niin opiskelijoiden oppimistulokset kasvoivat samoille tasoille kuin diasarjaryhmässä. Tätä voidaan selittää siten, että yhteenvetojen tekeminen osien välissä auttoi vähentämään kognitiivista kuormitusta, mikä paransi oppimista. (Parong & Mayer, 2018).

Kohdassa 4.1 raportoidussa pitkittäistutkimuksessa oppilaat omaksuivat hyvin uuden IVR-tekniikan (Ruixue ja muut, 2020). Nuoret käyttävät arjessaan yhä enemmän digilaitteita kuin vanhemmat polvet (Hu-Au & Lee, 2017). Tämä mielestäni osittain selittää, miksi oppilaat kykenivät omaksumaan hyvin IVR-opetuksen ja kokivat sen parantavan oppimistaan.

6.2 Tunnistettuja haasteita

Vaikka immersiiivisen virtuaalitodellisuuden käyttö opetuksessa vaikuttaa taulukon 1 mukaan hyvältä, niin sen käytössä tehokkaana työvälineenä osana opetusta on omat haasteensa. Esimerkiksi IVR saattaa asettaa käyttäjälle ylimääräistä kognitiivista kuormitusta, mikä saattaa haitata oppimista (Petersen ja muut, 2020; Makransky, Terkildsen & Mayer, 2019; Parong & Mayer, 2018).

HMD:n laajemmassa opetuskäytössä voi ilmetä eriarvoistumista oppijoiden välillä käytettävyysongelmien myötä. Esimerkiksi silmikit aiheuttavat joillain henkilöillä matkapahoinvoinnin kaltaisia oireita (Ruixue ja muut, 2020; Makransky, Borre-Gude & Mayer, 2019). Pahoinvointi ilmenee yleensä, kun henkilö on fyysisesti paikallaan, mutta liikkuu samanaikaisesti virtuaalisessa maailmassa. Pahoinvointiin voi myös vaikuttaa käytettävä teknologia, kun näytön virkistystaajuus on liian pieni tai liikkeiden paikannuksessa on viivettä todellisen ja virtuaalisen maailman välillä. Jos silmikit vakiintuvat tulevaisuudessa opetuskäytössä, tämä on huomioitava seikka, koska matkapahoinvointi on usein yksilöllistä. Tämän takia oppijat, jotka kykenevät jonkin verran tai eivät ollenkaan käyttämään silmikkoa, voivat olla eriarvoisessa asemassa muihin nähden. Lisäksi silmikoita voi olla vaikea käyttää silmälasien kanssa (Baxter & Hainey, 2019). Tämä lisäksi rajoittaa IVR:n käyttömahdollisuuksia joillain oppijoilla.

IVR:n pitkäaikaisen käytön vaikutuksia ihmiseen ei ole tutkittu tarpeeksi. Koska IVR ei ole ollut kuluttajakäytössä pitkään, ei vielä täysin tiedetä kuinka se vaikuttaa mieleen tai kehoon – varsinkaan lapsilla ja nuorilla (Baxter & Hainey, 2019). Jos IVR tulee olemaan tulevaisuudessa osana arkea, sen mahdollisista haittavaikutuksista täytyy tietää mahdollisimman paljon.

Opettajia tulee erityisesti ohjeistaa IVR:n käyttöön opetuksessa. Esimerkiksi Ruixuen ja muiden (2020) tutkimuksessa opettajan perehdytys vaati 3 kuukauden koulutuksen

IVR-opetuksesta ja laitteiston käytöstä. Siispä IVR:n ottaminen osaksi opetusta vaatii opettajilta yhä enemmän tekniikan osaamista, jonka kouluttaminen voi tulla kalliiksi ja kuormittaa opetushenkilökuntaa entistä enemmän.

Baxter ja Hainey (2019) kyselytutkimuksessaan nostaa esille opiskelijoiden mielipiteen, että IVR:n tuoma mukavuus saattaa hidastaa oppimista. Opiskelija saattaa oppimisen sijaan keskittyä epäolennaisiin asioihin, jolloin oppiminen jää toissijaiseksi.

Vaikka IVR-tekniikan hinta on tippunut paljon siitä mitä se oli viime vuosikymmenellä, niin laitteistot ovat silti kalliita. Esimerkiksi erityisesti korkean immersiotason silmikit ovat hintavia, jonka lisäksi ne vaativat toimiakseen tehokkaan tietokoneen. Tällaisiin hankintoihin ei välttämättä ole varaa, varsinkaan, jos hyötyjä opetuksen kannalta ei voida perustella riittävästi. Tämän lisäksi, vaikka hankittaisiin matalamman tason silmikoita kalliimpien sijaan, niin erot hyödyissä niiden välillä voivat olla merkittäviä toiminnallisuuksien kannalta (Baxter & Hainey, 2019). Toisaalta tämän kirjallisuuskatsauksen tapausesimerkkien välille ei voi tehdä selkeää eroa silmikoiden yksilöllisistä hyödyistä, koska luvuissa 4 ja 5 tulokset ovat osittain ristiriidassa keskenään. Myös tapausesimerkkien erilaisuus vaikeuttaa erottelua.

6.3 Tunnistettuja käyttömahdollisuuksia

Kirjallisuuskatsauksessa toissijainen tutkimuskohteeni oli immersiiivisen virtuaalitodellisuuden käyttömahdollisuudet. Haetusta kirjallisuudesta ilmeni, että IVR:ää voidaan käyttää työkaluna luokahuoneopetuksessa (kohdat 4.1 ja 5.4), laboratoriotyöskentelyyn (kohdat 5.1 ja 5.2), elvytyksen teorian opiskeluun (kohta 5.3) ja biologian opiskeluun kaupallisella opetuspelillä (kohta 4.2).

Tapausesimerkeissä oppijat olivat virtuaalisessa ympäristössä silmikit päässään joko koko opetuksen ajan tai vain osan ajasta, jolloin osa opetuksesta tapahtui sen ulkopuolella. Kohdan 4.1 (Ruixue ja muut, 2020) ja 5.4 (Petersen ja muut, 2020) tapausesimerkeissä IVR oli integroitu vain osaksi opetusta, josta osa tapahtui todellisessa maailmassa. Kun taas lopuissa tapauksista lukuun ottamatta kohdan 4.2 (Parong & Mayer, 2018) lisäkoetta, jossa opiskelija teki yhteenvetoja, oppiminen tapahtui kokonaan virtuaalisessa maailmassa silmikko päässä. Tämä osoittaa, että IVR voidaan ottaa hyvin monella tapaa mukaan opetukseen ja riippuen käyttötarkoituksesta on syytä pohtia, miten sitä käytetään. Kun kohdassa 5.1 opittiin laboratoriotyöskentelyä IVR:ssä, oli luontevaa, että oppiminen tapahtui kokonaan virtuaalisessa ympäristössä, koska työskentely sisälsi paljon käytännönläheisiä elementtejä ja teoriaosuus oli varsin yksinkertainen. Toisin kävi kohdassa 5.2 (Makransky, Terkildsen & Mayer, 2019), jossa opiskeltiin biologiaa laboratoriossa. Teoriaosuus oli paljon haastavampaa, jonka vuoksi kognitiivista kuormitusta olisi voitu jakaa enemmän IVR:n ulkopuolelle.

Tapausesimerkeistä ilmeni, että IVR:ssä yhtäjaksoisesti vietetty aika vaihteli kohdan 4.1 pienryhmätyöskentelyn lyhyistä 5 minuutin osuuksista pitkään 45 minuuttia kestäneeseen laboratoriotyöskentelyyn kohdassa 5.1. Muissa tapausesimerkeissä ajat IVR:ssä eivät eronneet niin merkittävästi. Kohdassa 4.2 matka solujen sisällä kesti noin 12 minuuttia, biologian oppiminen laboratoriosimulaatiossa kohdassa 5.2 kesti 15 minuuttia, kohdan 5.3 elvytyskoulutus kesti 10 minuuttia ja virtuaalisen matkan pituus kohdassa 5.4 kesti kummallakin IVR-ryhmällä 20 minuuttia.

Itse virtuaalisten ympäristöjen tai alustojen välillä oli eroja siinä kuinka paljon niillä yritettiin simuloida todellisuutta tai tilannetta, jossa oppija tuntee läsnäoloa. Esimerkiksi kohdan 4.1 tapausesimerkki eroaa muista siten, että se sisältää hyvin vähän elementtejä, jotka saavat oppilaan tuntemaan läsnäoloa. Tällaisia elementtejä voisi olla mm. karjuvan leijonan näkeminen läheltä omassa ympäristössään. Sen sijaan tapausesimerkissä oppilas lähinnä liikuttelee 3D-mallia käsissään ja lukee eläimistä tietoa. Kun taas muissa tapausesimerkeissä, kuten esimerkiksi kohdan 4.2 biologian opetusta IVR:ssä, opetuspeleillä pyrkii saamaan opiskelijan tuntemaan olevansa kutsuttuna matkalla solujen sisällä.

Käytetty silmikko vaikuttaa käyttömahdollisuuksiin ja käyttäjän kokemukseen. Luvussa 4 käytetty korkean immersiotason Vive eroaa toiminnoiltaan ja käyttömahdollisuuksiltaan varsin paljon verrattuna luvussa 5 olleiden tapausesimerkkien käyttöyn matalan immersiotason Gear VR-silmikkoon. Viven ohjainkapuloiden käyttö on paljon intuitiivisempaa, mikä nopeuttaa käytön oppimista. Jos kohdissa 5.1 (Makransky, Borregude & Mayer, 2019) ja 5.2 (Makransky, Terkildsen & Mayer, 2019) opiskelijat olisivat silmikon kömpelön valitsimen sijaan voineet käyttää ohjainkapuloita, se olisi voinut vaikuttaa tuloksiin. Suurin osa opiskelijoista käytti laitetta ensimmäistä kertaa, jonka lisäksi vuorovaikutus tapahtui vielä epäintuitiivisella tavalla. Luulen, että tämä vaikutti jonkin verran kognitiiviseen kuormitukseen. Esimerkiksi kun opiskelijan tuli vuorovaikuttaa ympäristön kanssa mm. poistaa laboratorion haitallisia esineitä, hän miettii hetken, miten se tehtiinkään ja muistaa, että pitää katsoa esineeseen ja painaa valitsinta. Sitten hän kurottaa kätensä silmikon laitaan, jolloin läsnäolon tunne rikkoutuu, koska virtuaaliset kädet eivät vastaa henkilön fyysisten käsien liikettä. Kun taas kohdassa 5.3 (Barsom ja muut, 2020), jossa opiskelijat olivat onnettomuuspaikalla, niin vuorovaikutus oli luontevampaa: valinta tapahtui katsomalla haluttua vaihtoehtoa tietyn aikaa. Opiskelijan ei tarvinnut käyttää käsiään ollenkaan vastaamiseen, jolloin edellisen mukaista ristiriitaisuutta todellisen ja virtuaalisen maailman välillä ei ilmennyt.

7 Yhteenveto

Kirjallisuuskatsauksessani perehdyin immersiiivisen virtuaalitodellisuuden hyötyihin ja käyttömahdollisuuksiin kuuden esimerkkitapauksen kautta. Myönteisten tulosten perus-

teella vaikuttaa, että IVR:n käytöllä voidaan saada oppijat osallistumaan opetukseen entistä paremmin ja joissain tapauksissa sillä on jopa mahdollista parantaa oppimistuloksia. Tämän lisäksi immersiiivisen kokemuksen myötä oppijat tuntevat olevansa varmempia opittuja taitojaan kohtaan. Toisaalta IVR:n käyttöönottoon sisältyy monenlaisia haasteita: kognitiivinen kuormitus, pitkäaikaisen ja lyhytkestoisien käytön haitat ja henkilöstön koulutuksen ja teknologian kulut.

Esimerkkitapauksista nousi esiin lukuisia erilaisia käyttömahdollisuuksia IVR-tekniikalle. Sitä voidaan käyttää luokkahuoneessa opetuksen tukena tai virtuaalisella matkalla. Kuitenkin käytössä voi olla paljon eroavaisuuksia, johon vaikuttaa mm. käytetty teknologia. Lisäksi on pohdittava, kuinka paljon IVR-opetus ylipäättään tarvitsee immersiota.

Todentuntuiset simulaatiot mahdollistavat turvallisen ensikosketuksen riskejä sisältävään ympäristöön ja elintärkeiden taitojen opettamiseen, mikä lisää opetukseen todentuntuisen näkökulman. Koska yhteiskunnan digitalisointi lisääntyy, niin teknologiaa käytetään yhä enemmän arkielämässä, niin myös vaatimukset opetukselle muuttuvat. IVR:n käyttö opetusteknologiana voi tulevaisuudessa lisääntyä eri opetuksen asteilla, kunhan tutkimustieto vielä kasvaa ja teknologia kehittyy.

Lähdeluettelo

- Barsom, E., Duijim, R., Dusseljee-Peute, L., Landman-van der Boom, E., VanLieshout E., Jaspers, M., & Schijven, P. (2020). Cardiopulmonary resuscitation training for high school students using an immersive 360-degree virtual reality environment. *British Journal of Educational Technology*, Vol 51 No 6 2050–2062. <http://dx.doi.org/10.1111/bjet.13025>
- Baxter, G. & Hainey, T. (2019). Student perceptions of virtual reality use in higher education. *Journal of Applied Research in Higher Education*, Vol. 12, No. 3. <http://dx.doi.org/10.1108/JARHE-06-2018-0106>
- Bowman, D.A. & McMahan, R.P. (2007). Virtual Reality: How much immersion is enough? *IEEE Computer*, July 2007, 36-43. <http://dx.doi.org/10.1109/MC.2007.257>
- Cipresso, P., Giglioli, I., Raya, M. & Riva, G. (2018). The past, present and future of virtual and augmented reality research: A network and cluster analysis of the literature. *Frontiers in Psychology*. <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02086>
- Hu-Au, E. & Lee, J. (2017). Virtual reality in education: a tool for learning in the experience age. *International Journal of Innovation in Education*, Vol. 4, No. 4. <http://dx.doi.org/10.1504/ijie.2017.10012691>
- JuFo. (2021). Julkaisufoorumi. <https://www.tsv.fi/julkaisufoorumi/haku.php?lang=fi> (Haettu 28.2.2021)
- Lee, E. & Wong, K. (2014). Learning with desktop virtual reality: Low spatial ability learners are more positively affected. *Computers & Education*, Vol 79, 49–58. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2014.07.010>

- Leigh, E. (2019). *The Re-emergence of Virtual Reality*. Routledge.
- Makransky, G., Borre-Gude, S. & Mayer, R.E (2019). Motivational and cognitive benefits of training in immersive virtual reality based on multiple assessments. *Journal of Computer Assisted Learning*, 691 – 707.
<http://dx.doi.org/10.1111/jcal.12375>
- Makransky, G., Terkildsen, T. & Mayer, R. (2019). Adding immersive virtual reality to a science simulation causes more presence but less learning. *Learning and Science*, Vol 60, April 2019, 225-236. <http://dx.doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.12.007>
- Merriam-Webster. (22.2.2021). Virtual Reality. Haettu osoitteesta <https://www.merriam-webster.com/dictionary/virtual%20reality>
- Milgram, P. & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *Transactions on Information and Systems*, Vol. E77-D, no. 12. 1321-1329.
- Oculus (9.6.2021). Samsung Gear VR. Haettu osoitteesta <https://www.oculus.com/gear-vr/>
- Parong, J., & Mayer, E. (2018). Learning science in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*, Vol. 110, No. 6. 785-797.
<http://dx.doi.org/10.1037/edu0000241>
- Peterson, G., Klingenberg, S., Mayer, R. & Makransky, G. (2020). The virtual field trip: Investigating how to optimize immersive virtual learning in climate change education. *British Journal of Educational Technology*, Vol 51 No 2020.
<http://dx.doi.org/10.1111/bjet.12991>
- Ruixue, L., Wang, L., Lei, J., Wang, Q. and Ren, Y., (2020). Effects of an immersive virtual reality-based classroom on students' learning performance in science lessons. *British Journal of Educational Technology*, vol 51 no 6, 2034–2049.
<http://dx.doi.org/10.1111/bjet.13028>
- Statista. (2020). Consumer and enterprise virtual reality (VR) market revenue worldwide from 2019 to 2024. Haettu 22.3.2021 osoitteesta <https://www.statista.com/statistics/1221522/virtual-reality-market-size-worldwide/>
- The Body VR (2016) The Body VR: Journey Inside a Cell. Haettu osoitteesta https://store.steampowered.com/app/451980/The_Body_VR_Journey_Inside_a_Cell/
- Vive. (9.5.2021). HTC Vive. Haettu osoitteesta <https://www.vive.com/eu/product/vive/>
- Wikipedia. (4.5.2021). Samsung Gear VR. Haettu osoitteesta https://en.wikipedia.org/wiki/Samsung_Gear_VR