

Kuvaileva kirjallisuus- katsaus virtuaalitodel- lisuuksien lisäarvosta ammattikasvatuksen kentällä

Pauli Huotari

VTM, tohtorikoulutettava,
Helsingin yliopisto,
Jyväskylän yliopisto,
Kasvatustieteiden laitos
pauli.huotari@helsinki.fi

Suvi Toivonen

kasvatust. yo, tutkimusavustaja
Jyväskylän yliopisto,
Kasvatustieteiden laitos
suvi.m.toivonen@student.jyu.fi

Joni Lämsä

FM, tohtorikoulutettava
Jyväskylän yliopisto,
Kasvatustieteiden laitos
joni.lamsa@jyu.fi

Raija Hämäläinen

KT, professori
Jyväskylän yliopisto,
Kasvatustieteiden laitos
raija.h.hamalainen@jyu.fi



VERTAISARVIOITU
KOLLEGIALT GRANSKAD
PEER-REVIEWED
www.tsv.fi/tunnus

Tiivistelmä

Tarkastelemme tässä katsausartikkelissa virtuaalitodellisuusteknologian (VR) hyödyntämistä ammattikasvatuksen kentällä viimeisen kymmenen vuoden aikana. Tavoitteenamme on selvittää, minkälaista empiiristä tutkimusta aiheesta on tehty ja minkälaista lisäarvoa VR tuottaa ammattikasvatukselle 13 tutkimusartikkelin perusteella. Tulosten perusteella tutkimus VR:n hyödyntämisestä ammattikasvatuksessa on yhtäältä lisääntynyt, mutta toisaalta empiirisiä tuloksia on vielä suhteellisen vähän. Tutkimus on toistaiseksi keskittynyt käytökokemuksiin erilaisia VR-sovelluksia hyödynnettäessä. Havaitsemamme lisäarvo liittyy erityisesti reaali maailman rajoitusten ylittämiseen ja erilaisten oppimisprosessien keskeisten tekijöiden vahvistamiseen. Toiminnallisuus, tunteet ja mahdollisuudet ohjata oppimisprosesseja nousivat voimakkaimmin esiin lisäarvon kategorioina. Jatkotutkimusta tarvitaan erityisesti VR:n soveltamisen pidempiaikaisista vaikutuksista oppimiseen sekä VR:n vaikutuksista erilaisen yksilöiden oppimistuloksiin ja oppimisprosesseihin.

Avainsanat: *virtuaalitodellisuus, lisäarvo, ammattikasvatus, opetusteknologia, kirjallisuuskatsaus*

Descriptive literature review of the added value of virtual realities in vocational education and training

Abstract

In this review article, we examine the utilization of Virtual Reality (VR) technology in vocational and professional learning over the last ten years. We aim to scrutinize what

kind of research exists on the subject, and what kind of added value VR generates for vocational and professional learning based on 13 journal articles. According to our results, research targeting at the use of VR in vocational and professional learning has increased but is still relatively scarce. Most of the research results consider user experience in the testing of different VR applications. The surplus-value we detected connects with overcoming limitations of the real world and amplifying factors that are essential to the learning processes in question. Our results highlight functionality, emotions, and the possibilities to steer learning processes as categories of surplus-value. More research is needed, especially on the long-term effects of VR on learning outcomes, including learning results for different individuals and in different learning processes.

Keywords: *virtual reality, surplus value, professional development, vocational education and learning, educational technology, literature review*



Johdanto

Virtuaalitodellisuusteknologian (jatkossa VR) soveltaminen koulutukseen on varsin tuore ilmiö. Viimeisen kymmenen vuoden aikana virtuaaliympäristöjen käyttö ammattikasvatuksessa on kuitenkin lisääntynyt nopeasti. Ammatillisen oppimisen tukemisen näkökulmasta tämä on luontevaa, koska virtuaaliympäristöjen avulla voidaan tarjota uusia ja entistä havainnollisempia menetelmiä ammattikasvatuksen tueksi. Uusien virtuaaliympäristöjen hyödyntämiseen liittyy kuitenkin myös kriittisiä kysymyksiä: missä tilanteissa VR:n käyttö on pedagogisesti perusteltua, minkälaisia seurauksia VR:llä on oppimiselle ja ovatko VR:n koulutussovellukset tarpeeksi kehittyneellä tasolla? Tarkastelemme tässä kuvailevassa kirjallisuuskatsauksessa VR:n tuottamaa lisäarvoa ammattikasvatuksen kentällä käsittelemällä aiheeseen liittyvää aiempaa tutkimusta. Tuloksien perusteella pystymme laadullisesti tarkastelemaan lisäarvotekijöitä ja näin tuottamaan uutta tietoa aiempien tutkimusten synteisiin lisäksi.

Erilaisten 3D-maailmojen potentiaali opetuskäytössä näyttää tutkimusten valossa lupaavalta (ks. esim. Badilla-Quintana ym., 2017; Radianti ym., 2019). Artiklielessä VR viittaa yleensä niin sanottuun immersiiiviseen VR-teknologiaan, joka edellyttää VR-lasien käyttöä (ks. esim. Vatanen, 2016). VR-laseilla (engl. head-mounted display, HMD) näyttää olevan erityinen merkitys immersion ja läsnäolon kokemusten muodostumisessa. Lisäksi VR-lasien käyttö näyttää tutkimuksen perusteella parhaimmillaan sitouttavan ja innostavan käyttäjiään perin-

teisiä simulaatioteknologioita enemmän (Stavroulia ym., 2019). Toisaalta viimeaikainen tutkimus viittaa siihen, että VR-lasien avulla tapahtuva immersio voi häiritä oppimista muun muassa lasien aiheuttaman pahoinvoinnin vuoksi ja herpaannuttaa oppijan keskeisen oppisisällön ääreltä (Jensen & Konradsen, 2018). Käytämme tässä tutkimuksessa termejä *HMD VR* tai *VR-lasit* viitattaessa VR-lasitekologiaan ja *näyttölaite-VR* viitattaessa muuhun kuin immersiiiviseen näyttötekologiaan.

Jensenin ja Konradsenin (2018) kirjallisuuskatsaus VR-lasien käytöstä opetuksessa ja koulutuksessa tarkasteli erityisesti tutkimusten laatua (Medical Education Research Study Quality Instrument-mittaristo) sekä oppijoiden kokemusten ja oppimistulosten välistä suhdetta. Tutkimuksessa havaittiin, että VR-laseista on hyötyä etenkin kognitiivisten taitojen, pään liikkeeseen liittyvien psykomotoristen taitojen sekä vuorovaikutus- ja tunnetaitojen opettelussa. VR-lasien hyödyistä huolimatta oppimista hyödyttää itse simulaatio. Radianti, Majchrzak, Fromm ja Wohlgenannt (2019) tarkastelivat systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessaan erityisesti immersiiivisen virtuaalitodellisuuden käyttömahdollisuuksia korkeakoulutuksen konteksteissa. Tutkimuksessa havaittiin, että HMD VR -teknologiaan kohdistuvasta kiinnostuksesta huolimatta valtaosa katsauksen tutkimuksista keskittyi pitkälti käytettävyyden ja tehokkuuden testaamiseen. Alle kolmannes katsaukseen valituista tutkimuksista hyödynsi oppimisteorioita HMD VR -teknologian opetuskäytön kehittämisessä. Tutkimuksessa tunnistettiin vain muutama tapaus (paloturvallisuus, kirurgia, sairaanhoito ja astronomia), joissa HMD VR oli riittävän kehittynyttä oppisisältöjä käsittävän tiedon tai taitotiedon opettamiseen.

Wang, Wu, Wang, Chi ja Wang (2018) tarkastelivat kriittisessä katsauksessaan rakennustekniikan koulutuksessa käytettävää VR-teknologiaa sekä sen tarjoamia käyttömahdollisuuksia. Käytössä oleviksi VR-teknologioiksi tunnistettiin näyttöpäätteellä tapahtuva VR, immersiivinen VR, 3D pelillistetty VR, VR-tietomallintaminen [Building Information Modeling (BIM)] sekä lisätty todellisuus (engl. augmented reality, AR). Tutkimuksessa havaittiin, että näyttöpäätteellä operoitavien VR-teknologioiden käyttö vahvisti opiskelijoiden motivaatiota ja käsityskykyä. VR-laseja ja -sensoreita sisältäneet tutkimukset osoittivat puolestaan, että immersio vahvisti opiskelijoiden tunnetta ympäristön hallinnasta ja lisäsi keskittymistä. VR-teknologian nähtiin tarjoavan hyötyä etenkin arkkitehtonisen suunnittelun oppimisessa, työmaaturvallisudessa, välineiden turvallisen käytön harjoittelussa sekä lujuuslaskentatarkastelussa. VR:ään kohdentuvalle tutkimukselle näyttää olevan omaleimaista erilaisten oppimiskokeilujen runsaus, mutta systemaattisen tutkimustiedon vähäisyys sekä hajanaisuus. Myös VR:ään liittyvä termistö on hajanaista. Esimerkiksi immersiivisuus ymmärretään tutkimuksissa usealla eri tavalla (Radianti ym., 2019, s. 25).

Tässä artikkelissa teknologia ja siihen liittyvät ilmiöt on rajattu VR-termiä käytäviin tutkimuksiin. VR-teknologialla tarkoitamme sekä VR-lasitekniologiaa että näyttölaite-VR:ää. Tarkastelemme VR:n hyödyntämistä ammattikasvatuksen kentällä ja vastaamme seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Minkälaista empiiristä tutkimusta VR:n soveltamisesta ammattikasvatuksen kentällä on tehty viimeisen kymmenen vuoden aikana?
2. Mitä lisäarvoa VR tuottaa ammattikasvatukselle?

Tutkimusmenetelmät

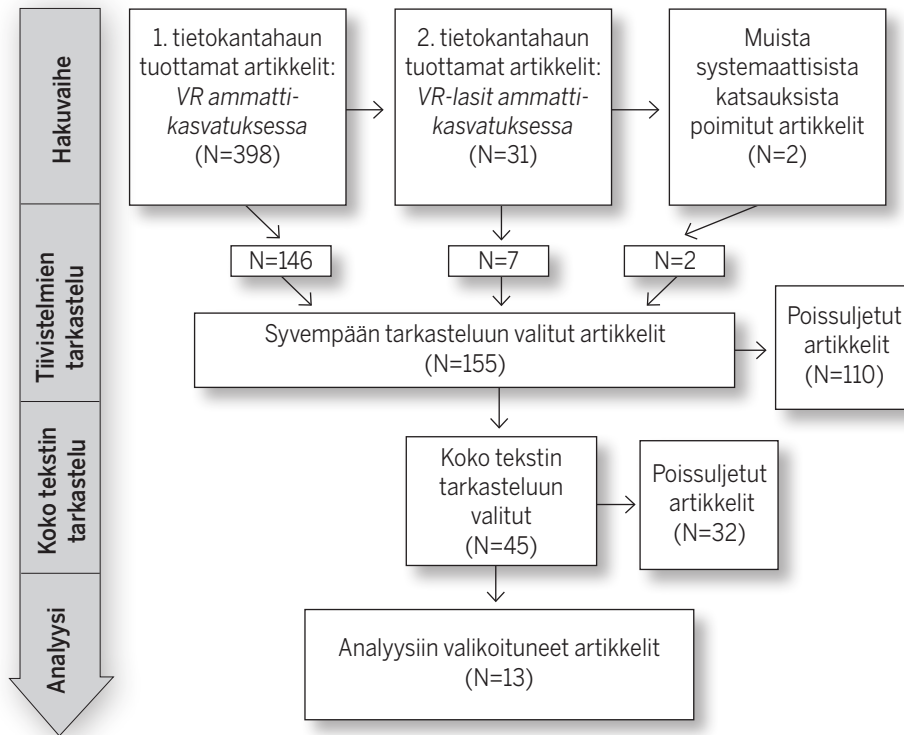
Kirjallisuushaut

Kirjallisuushaut (Kuvio 1, sivulla 16) jakautuivat kolmeen vaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa haimme vertaisarvioituja tieteellisiä aikakauslehtiartikkeleita Scopus-tietokannasta, ja haku tuotti yhteensä 398 tulosta (25.11.2019). Käytetyt hakutermit ovat esitettyinä kuviossa 2. Tietokantahaun rajaamisessa ammattikasvatukseen käytimme hakutermejä ”vocational or professional”, jotta kirjallisuushaut tarjoavat kattavan otoksen myös kansainvälisestä ammattikasvatuksen tutkimuksesta. Ensimmäinen ja toinen kirjoittaja kävivät kaikkien tulosten tiivistelmät läpi. Vaikka muut XR-teknologiat¹ luultavasti tuottavat hyvin samankaltaista lisäarvoa ammattikasvatukselle, ammatilliselle opetukselle ja oppimiselle kuin VR, valitsimme tarkasteltavaksi teknologiaksi ainoastaan VR:n parantaaksemme tutkimusten vertailtavuutta ja yhteismitallisuutta. Valinnassa käytimme seuraavia kriteerejä: 1) Tutkimus on julkaistu vuosina 2010–2019, 2) tutkimuksessa on empiiristä näyttöä, 3) aineistotyyppi on Journal-artikkeli, 4) artikkelin kieli on englanti tai suomi, 5) artikkelin kokopitkä versio on saatavilla, 6) tutkimus on relevantti ammattikasvatukselle (ei esimerkiksi liity työhön kunnouttamiseen), ja 7) tutkimus on toteutettu toisella asteella tai korkea-asteella (ei esimerkiksi pelkästään työssä oppimisen kontekstissa). Lopulta mukaan valikoitui 146 artikkelia. Lisäksi suoritimme vastaavan täydentävän haun (31 artikkelia, 12.12.2019), jonka tarkoituksena oli koota VR-lasitekniologiaa ammattikasvatuksessa hyödyntäviä tutkimuksia (ks.

¹ XR eli lisätty todellisuus on kattotermi, joka kattaa virtuaalisen, yhdistetyn ja laajennetun todellisuuden teknologiat.

Kuvio 1

Kirjallisuushakujen eteneminen ja aineiston valintaprosessi



Kuvio 2

Kirjallisuushaussa käytetyt hakutermit

1. tietokantahaussa käytetyt termit:

TITLE-ABS-KEY ("virtual reality" OR vr) AND TITLE-ABS-KEY (learning OR "learning outcomes" OR "learning inhibitors" OR "learning enablers" OR "learning analytics" OR "skill development" OR "skills" OR "knowhow" OR "practice" OR "professional" OR "performance") AND TITLE-ABS-KEY (vocational OR professional) AND TITLE-ABS-KEY (education*) AND NOT (rehabilitation) AND (LIMIT-TO (SRCTYPE , "j")) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2013) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2012) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2011) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2010)) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English"))

2. tietokantahaakuun lisätyt termit: "hmd OR headset OR immers* OR "Google Cardboard" OR "Samsung Gear" OR "Oculus rift" OR "HTC Vive"

Kuvio 2, ”2. tietokantahakuun lisätyt termit”). Sisällytimme näistä hauista seitsemän artikkelia syvempään tarkasteluun. Otimme mukaan myös kaksi tutkimusartikkelia, jotka löysimme systemaattisista kirjallisuuskatsauksista.

Toisessa vaiheessa tarkastelimme 155:tä artikkelia pääosin tiivistelmien perusteella. Varmistimme tutkimusten empiirisyyden ja käytetyt VR-tekniikat tarvittaessa artikkelien täyspitkistä versioista. Suljimme pois 110 artikkelia, joissa oli joko epäselvä kuvaus VR-tekniologiasta (N=5) tai tutkimus oli toteutettu lääketieteen ja terveydenhuollon kontekstissa (N=105), jota on jo tutkittu viimeaikaisissa kirjallisuuskatsauksissa (esim. Huttar & BrinzenhofeSzoc, 2020; Ikonen ym., 2012; Kyaw ym., 2019). Kolmannessa vaiheessa luimme 45 artikkelin kokopitkät versiot, joista 32 artikkelia suljettiin pois, koska 1) VR-tekniologian kuvaus oli puutteellinen, 2) tutkimus ei ollut relevantti ammattikasvatukselle tai 3) empiiriset tulokset olivat puutteellisia. Käytimme lopullisissa valinnoissa laadullista harkintaa artikkelien soveltuvuudesta tähän tutkimukseen ja sisällytimme analyysiimme 13 artikkelia.

Analyyysi

Tutkimuskysymykseen 1 (*Minkälaista tutkimusta VR:n soveltamisesta ammattikasvatuksessa on tehty viimeisen kymmenen vuoden aikana?*) vastaamiseksi tunnistimme sisällytettävistä tutkimuksista niiden tavoitteet, viitekehykset, osallistajat, tulokset sekä niissä hyödynnetyt VR-tekniikat.

Tutkimuskysymykseen 2 (*Minkälaista lisäarvoa VR tuottaa ammattikasvatukselle?*) vastaamiseksi tarkastelimme sisällytettävistä tutkimuksista niiden tuottamaa lisäarvoa ammattikasvatuksessa teorialähtöisen sisällönanalyysin (esim. Tuomi & Sarajärvi, 2018) avulla. Hyödynsimme Laakkosen, Mannisen ja Juntusen (2014) tutkimusta, jossa he tarkastelivat 3D-oppimisympäristöjen koulutukselle tuottamaa lisäarvoa kokoamalla immersiiivisten 3D-virtuaalimaailmojen lisäarvotekijöitä. Laakkonen ym. (Ibid.) viittaavat immersiiivisyyteen psykologisena ilmiönä (Taulukko 1), ja heidän luokittelemansa lisäarvotekijät ovat osittain spekulatiivisia tai vähän tutkittuja. Tässä artikkelissa etsimme listatuille lisäarvotekijöille empiiris-

Taulukko 1

Immersiivisten maailmojen lisäarvotekijät (Laakkonen ym., 2014, ss. 42–46)

tunne itsestä, toisenlainen minuus, roolileikit, välimatkan katoaminen, läsnäolon voiman korostuminen, tilan ja perspektiivin taju, oppimisen jaksottaminen,	yhdessä luominen ja tekeminen, vuorovaikutteinen ympäristö, toiminnan painottuminen, vapaus, luova tilankäyttö, intuitiivisuus, kontekstuaaliset vihjeet, muisti,	pelkistettävyys ja säännöstely, oppimisprosessin ohjaaminen, irrottautuminen, tila ryhmän toiminnan ohjaajana, turvalliset ympäristöt riskien ottamiseen,	toiminnallisuus, tunteet, paikat ja toiminnot, joihin ennen ei pääsyt, visualisoinnit, elämä tiedon sisällä, näkökulmat ja välitön vuorovaikutus ympäristön kanssa
--	---	---	--

tä evidenssiä, mutta otamme huomioon myös artikkeleissa esiintyvän impliittisen lisäarvon: Jos tutkimuksen kohteena oli esimerkiksi taitojen omaksuminen VR-ympäristössä, on selvää, että tutkimuksen kohteena oleva simulaatio tarjoaa myös turvallisen ympäristön riskien ottamiseen.

Tulokset

VR-tutkimus ammattikasvatuksessa on keskittynyt käyttäjäkokemuksiin

Taulukossa 2 (s. 19-22) kuvataan VR:n soveltamisesta tehty empiirinen tutkimus ammattikasvatuksen kentällä viimeisen kymmenen vuoden ajalta. Vaikka tutkimus VR:n koulutusikästä on lisääntynyt, empiirisiä tuloksia VR:n soveltamisesta ammattikasvatuksessa on vielä suhteellisen vähän. Vuosilta 2018–2019 mukana on neljä tutkimusta, vuodelta 2017 kaksi tutkimusta ja kultaakin vuodelta 2016, 2015 ja 2014 mukana on yksi tutkimus. Tutkimukset ovat toistaiseksi keskittyneet VR:n koulutussovellusten tutkimiseen niiden kokeiluvaiheessa. Painotus on käyttäjäkokemusten tutkimisessa, ja oppimistuloksia on tarkasteltu vähemmän. Taulukosta 2 nähdään, että tutkimusten tavoitteet ja kontekstit vaihtelevat, ja otoskoot ovat pääasiassa pieniä. Myös käytetyt teknologiat vaihtelevat näyttöpäätteellä käytettävästä VR:stä VR-laseihin ja erilaisiin ohjauslaitteisiin, kuten hiiri, näppäimistö tai sauvaohjain.

Koska VR:ään kohdistuva tutkimus ammattikasvatuksessa on sirpaleista, löytämämme evidenssi lisäarvosta on jossain määrin anekdoottista. Havaintomme voivat kuitenkin antaa suuntaa uudelle tutkimukselle ja antaa ammattilaisille kuvan siitä, mikä tämänhetkinen tilanne on.

Käyttäjäkokeemukset ja alustavat oppimistulokset viittaavat VR:n lisäarvoon

Monet Laakkosen ym. (2014) listaamista lisäarvotekijöistä ovat VR:lle tyypillisiä piirteitä ja ovat siten myös VR-sovelluksia lävistäviä teemoja. Esimerkiksi *toiminnallisuus* mahdollistuu VR-ympäristöissä uudella tavalla ja tuli siten esiin kaikissa tutkimuksissa. Esimerkiksi Badilla-Quintanan ym. (2017) tutkimuksessa näyttölaitte-VR-ympäristöt tarjosivat opiskelijoille mahdollisuuden harjoitella monipuolisesti erilaisia opetusmenetelmiä simuloituisissa tilanteissa, ja toiminnallisuus tunnistettiin myös opiskelijoita motivoivaksi menetelmäksi. *Tekemällä oppiminen* kytkeytyy toiminnallisuuden lisäarvotekijään, sillä opetustilanteiden simuloiminen on toiminnallinen lähestymistapa, joka mahdollistaa kokemuseräisen tiedon omaksumisen. Toinen yleinen tekijä on *toiminnan painottuminen*. Esimerkiksi Zhoun ym. (2018) tutkimuksessa tietokoneen kokoamista lähestyttiin nimenomaan toiminnan kautta, ja simulaatio tuotti rohkaisevia tuloksia.

Oppimisprosessin ohjaaminen korostuu koulutuksen VR-sovellusten lisäarvossa, ja se onkin tarkasteltuja tutkimuksia lävistävä tekijä. Esimerkiksi Zhoun ym. (2018) tulokset viittaavat HMD VR -ympäristön lisäarvoon oppimista ohjaavana tekijänä *oppimisen jaksottamisen, toiminnan painottamisen ja kontekstuaalisten vihjeiden* kautta. Toiminnallisuus VR-ympäristössä mahdollistaa myös oppimisen jaksottamista, mikä tulee esiin Rogersin ym. (2017) HMD VR -teknologiaa hyödyntävässä tutkimuksessa. Samassa tutkimuksessa korostuu myös pelkistettävyyden ja säännöstelyn merkitys oppimisprosessin ohjaamisessa: *”virtuaalimaailmassa kontekstuaalisen informaation määrää on*

Taulukko 2

Kirjallisuuskatsaukseen sisällytetyt artikkelit (aakkosjärjestyksessä nimen mukaan)

Kirjoittaja(t) ja vuosi	Tavoite	Otoskoko	Käytetty VR-teknologia	Tulokset	Konteksti, koulutusaste, maa (jos saatavilla)
Badilla-Quintana, Vera Sagredo, & Lytras (2017)	Kuvailla opettaja-opiskelijoiden taitoja ja käsityksiä virtuaalisten oppimisympäristöjen käytöstä ja parantaa heidän opetus- ja oppimistaitojaan 3D-simulaatioaktiiviteettien avulla.	Alussa N=130, lopussa N=10	Verkkopohjaiset 3D-virtuaalimaailmat Second Life ja Open Simulator	Virtuaalisilla oppimisympäristöillä on potentiaalia opettajan pedagogisten ja teknologisten taitojen kehittämisessä, hyvien luokahuonekäytänteiden kokeilussa sekä hyväksi opettajaksi kasvamisessa.	Opettajan-koulutus, osallistujat suuntautumassa perusasteelle tai aineen-opettajaksi/ korkeakoulu/ Chile
Chen (2016)	Tarkastella virtuaalisen oppimisympäristön vaikutusta opiskelijoiden kognitiiviseen ja kielelliseen kehittymiseen.	N=448	3D VR -verkkosovellus englannin kielen opiskeluun	Virtuaalinen oppimisympäristö paransi opiskelijoiden kielellisiä ja kognitiivisia kykyjä.	Kieltenopetus, englannin kielen peruskurssi/ korkeakoulu/ Taiwan
Cheng (2014)	Tarkastella opiskelijoiden oppimistyylejä suhteessa Second Life -simulaatioon kohdistuviin asenteisiin sekä hyväksyntään. Todentaa empiirisesti Second Lifen opetuskäyttöön liittyviä hyötyjä ja haittoja.	N=32	Verkkopohjainen 3D-virtuaalimaailma Second Life	Aktiiviset oppijat arvostivat Second Lifen helpokäyttöisyyttä ja hyödyllisyyttä. Verbaaliset opiskelijat puolestaan mieltäytyivät simulaation tarjoamiin kommunikaatio- ja identiteettitoimintoihin. Second Life tarjosi mielekkäämpiä kommunikaation mahdollisuuksia verrattuna pikaviestimiin ja videochatteihin. Avatar-hahmot ja roolileikit mahdollistivat itsemmaisua, identiteetin tutkailua sekä helpottivat sosiaalista ahdistusta ja ujouden selättämistä.	Visuaalinen ja graafinen suunnittelu/ korkeakoulu/ Hong Kong

...



Kirjoittaja(t) ja vuosi	Tavoite	Otoskoko	Käytetty VR-teknologia	Tulokset	Konteksti, koulutusaste, maa (jos saatavilla)
Gutiérrez, Domínguez, & González (2015)	Kehittää didaktisia materiaaleja sekä välineitä opiskelijoiden tilallisen hahmottamisen taitojen kehittämiseksi sekä vertailla taitojen kehittymistä verrokkiryhmään.	N=202	VR, AR ja PDF3D, joka on kolmiulotteinen PDF-tiedosto	Kaikkien 3D-teknologioita käyttäneiden opiskelijoiden tilallisen hahmotuksen taidot olivat tutkimusjakson päätyttyä paremmat kuin perinteisiä opetusmenetelmiä hyödyntäneillä opiskelijoilla (verrokkiryhmä). Eri teknologioiden avulla harjoitteleiden opiskelijoiden taitojen välillä ei löytynyt eroja. 3D-teknologioita käyttäneiden opiskelijoiden läpäisyaste kurssilla oli korkeampi kuin verrokkiryhmällä.	Tekniikan ala/ korkeakoulu/ Espanja
Lopes & Pagnussat (2018)	Analysoida iän ja koulutustason vaikutuksia suorituskäytön virtuaalisen metsäkonesimulaattorin operoinnissa.	N=124	Simlog Simulation Launcherin kehittämä metsäkonesimulaattori, jota operoitiin näyttöpäätteellä joystickin avulla.	Koehenkilöiden suoriutumisen parani kaikissa ikä- ja koulutusasteryhmissä huomattavasti simulaattorilla toteutetun koulutuksen aikana. Nuoret koehenkilöt suoriutuivat simulaatioista paremmin kuin vanhemmat.	Metsäala/ Brasilia
Pham, Dao, Cho, Nguyen, & Pham-Hang (2019)	Kehittää rakennustyömaan riskitekijöiden tunnistamiseen tarkoitettu simulaatio ja vertailla perinteisen opetuksen tuottamia oppimistuloksia simulaation jälkeisiin oppimistuloksiin.	N=40	Verkkopalvelimella toimiva fotorealistinen ja kolmiulotteinen iAPR-ohjelmisto (The Interactive Augmented Photo-reality platform)	3D-simulaatiojärjestelmä tuotti perinteiseen opetukseen verrattuna parempia oppimistuloksia työmaarisien tunnistamiseen liittyvissä tiedoissa ja taidoissa, kun sitä käytettiin perinteisen opetuksen rinnalla.	Rakennusala
Rogers, El-Mounaryi, Wasfy, & Satterwhite (2017)	Kehittää VR-ympäristö numeeriseen ohjaukseen perustuvalle jyrsmelle STEM-oppilaiden ja ammattilaisten koulutuskäyttöön	N=7	Oculus Rift VR-lasit sekä hiiri ja näppäimistö	VR-ympäristö on hyödyllinen väline jyrsimen käyttöön tarvittavien taitojen opettelussa, vaikka simulaatiossa todettiin vielä olevan kehitettävää.	STEM-aineiden (luonnontieteiden ja insinöörityön alat) opetus/ korkeakoulu/ USA





Kirjoittaja(t) ja vuosi	Tavoite	Otoskoko	Käytetty VR-tekniologia	Tulokset	Konteksti, koulutusaste, maa (jos saatavilla)
Sinfield & Cochrane (2018)	Kehittää design-tutkimuksessa mobiilia AR- ja VR-tekniologiaa hyödyntävää opetussuunnitelmaa graafisen suunnittelun opintoihin.	Vaihe 1: N=23 Vaihe 2: N=13	Seekbeak- ja WondaVR-ohjelmistot 360°-videoiden ja immersivisten maailmojen luomiseen VR-lasit: Google Cardboard, Google Daydream, Samsung Gear VR. Kamerrat: LG 360 camera, Kodak 360. Muut sovellukset: Google Streetview, Youtube 360	Osallistuneet raportoivat käytettyjen teknologioiden yleisiksi hyödyiksi mm. uudet perspektiivit, lisääntyneen vuorovaikutteisuuden työnsä kanssa, syvemmän tason käsitteellistämisen sekä lisääntyneen innovatiivisuuden ja innostuneisuuden.	Graafinen suunnittelu/ korkeakoulu/ Uusi-Seelanti
Stavroulia, Christofi, Baka, Michael-Grigoriou, Magnenat-Thalman, & Lanitis (2019a)	Kehittää opettajankoulutusta ja opettajuuteen liittyvää tunteiden käsittelyä VR-tekniologian avulla.	N=25	Oculus Rift VR-lasit, ranteissa Fitbit-rannekkeet sykkeen mittaukseen, aivosähkökäyrän mittaukseen EEG EMOTIV EPOC+ Unity3D©-pelimoottori, Autodesk® Character Generator peliavataarien luomiseen	VR-ympäristö stimuloi selvästi traditionaalisempia koulutusympäristöjä vahvempia tunnereaktioita ja erityisesti negatiiviset reaktiot vahvistuivat.	Opettajankoulutus, useita eri koulutustason opettajia / korkeakoulu
Stavroulia & Lanitis (2019b)	Tarkastella empatia- ja reflektointitaitojen kehittymisen eroja VR-ympäristön ja todellisen luokkahuoneen välillä opettajankoulutuksessa.	N=33	HTC Vive VR-lasit, Unity-pelimoottori, Autodesk® Character Generator avataarien luomiseen ja Maya Autodesk 3D-mallien rakentamiseen	VR:n potentiaali tehokkaaseen empatia- ja reflektointitaitojen omaksumiseen tunnistettiin useilla indikaattoreilla. VR:n erityinen etu todelliseen luokkahuoneeseen verrattuna oli sen mahdollistama konkreettisempi asettuminen oppilaan asemaan.	Opettajankoulutus/ korkeakoulu





Kirjoittaja(t) ja vuosi	Tavoite	Otoskoko	Käytetty VR-teknologia	Tulokset	Konteksti, koulutusaste, maa (jos saatavilla)
Tham, Duin, Gee, Ernst, Abdelqader, & McGrath (2018)	Tarkastella nousevien VR-teknologioiden tarjoamia pedagogisia mahdollisuuksia sekä kartoittaa käyttäjien kokemuksia.	Tapaus 1: N=20 Tapaus 2: ei tietoa Tapaus 3: ei tietoa	Google Cardboard, Google Daydream View ja HTC Vive VR-lasit	Kolmen tapaustutkimuksen mukaan immersio voi mahdollistaa opiskelijoille syvemmän ymmärryksen kurssisisällöstä. Tulevalla työpaikalla vierailu voi tarjota opiskelijoille kuvan tulevasta ammatista ja työtehtävistä. Lisäksi immersio mahdollistaa käsitteiden tarkastelun uusista näkökulmista. Käyttökokemuksista nousivat esiin teemat: Kokemus, tunne ja aistiminen, toimijuus ja autonomia sekä oman identiteetin säilyminen VR-ympäristössä.	Viestintä/ korkeakoulu/ USA
Wu, Hartless, Tesei, Gunji, Ayer, & London (2019)	Tarkastella VR ja MR (mixed reality) -teknologioiden potentiaalia rakennusalan koulutuksessa ja työvoiman kehittämisessä.	N=43	HTC Vive VR-lasit ja Unity-ohjelmisto	Aloittelijat osoittivat asiantuntijoihin verrattavaa kyvykkyyttä esittää simuloituihin tiloihin esteettömyysratkaisuja. Molemmat tutkimuksessa vertailut ryhmät arvioivat VR:n käyttömahdollisuudet koulutuksessa hyviksi.	Rakennusala/ korkeakoulu/ USA
Zhou, Ji, Xu, & Wang (2018)	Analysoida käyttäjien oppimiskäyttäytymistä ja arvioida heidän suoriutumistaan ja kokemuksiaan VR-ympäristössä.	N=32	HTC Vive VR-lasit, kolmiulotteisten objektien ja ympäristön suunnitteluun 3ds Max sekä Unity 3D -ohjelmistot.	Tutkimusryhmän (ei aikaisempaa kokemusta tietokoneen kokoamisesta) ja kontrolliryhmän (aikaisempaa kokemusta oikean tietokoneen kokoamisesta) välillä ei ollut eroa oppimisessa. Kokemukset VR-ympäristöstä ja sen käytettävyydestä olivat hyvät.	Tietojenkäsittely

mahdollista karsia ja pelkistää, annostella eri tilanteissa ja erilaisille oppijoille sopivina annoksina” (Laakkonen ym., 2014, s. 45). Onnistuneella ohjauksella voi olla myös muita positiivisia vaikutuksia. Esimerkiksi näkökenttään ilmestyvät opasteet vähentävät ulkopuolisen ohjauksen tarvetta, joka säästää resursseja ja mahdollistaa omassa tahdissa oppimisen (Rogers ym., 2017). Chenin (2016) tulokset puolestaan viittaavat siihen, että mahdollisuus kontekstuaaliseen oppimiseen näyttölaitte-VR-ympäristössä voi vaikuttaa kaiken kaikkiaan positiivisesti opiskelijan kognitiivisiin kykyihin.

Laakkosen ym. (2014) tunnistamista virtuaalimaailmojen lisäarvotekijöistä eniten evidenssiä löytyi *tunteista*, joiden merkitys nousi esiin viidessä tutkimuksessa. Chengin (2014) tutkimuksessa Second Life -simulaation (näyttölaitte-VR) käyttö opetuksessa auttoi vähentämään sosiaalista ahdistusta sekä ujoutta. Sinfield ja Cochrane (2018) puolestaan havaitsivat, että edullisen HMD VR -teknologian käyttö lisäsi graafisen suunnittelun opiskelijoiden innostuneisuutta. Stavroulia ym. (2019) pyrkivät eksplisiittisesti hyödyntämään HMD VR:n mahdollistamia tunnereaktioita opettajuuteen liittyvässä tunteiden käsittelyssä. HMD VR -ympäristö stimuloi selvästi vahvemmin tunnereaktioita kuin traditionaaliset koulutusympäristöt, ja VR-maailman mahdollisuudet laukaista ja vapauttaa aitoja tunnereaktioita edesauttaa tunteiden kontrolloimista myös todellisissa tilanteissa (Stavroulia ym., 2019). Stavroulian ja Lanitisin (2019) tutkimus tarkasteli myös HMD VR:n hyödyntämistä opettajien tunteiden käsittelyssä ja sen mukaan HMD VR:llä on potentiaalia tehokkaaseen empatia- ja reflektointitaitojen omaksumiseen. HMD VR:n erityinen etu todelliseen luokkahuoneympäristöön verrattuna oli sen mahdol-

listama konkreettisempi asettuminen oppilaan asemaan, jolla nähtiin potentiaalia muuttaa koulutettavan käsityksiä esimerkiksi vähemmistöön kuuluvasta oppilaasta (Stavroulia & Lanitis, 2019). Molemmat edeltävät tutkimukset tarjoavat myös evidenssiä tunteisiin läheisesti liittyvästä *läännäolon voimasta* VR:n lisäarvona. Chenin (2016) mukaan virtuaalinen oppimisympäristö mahdollistaa muun muassa kontekstuaalisen oppimisen mahdollisuuden kielen opiskelussa. Laakkonen ym. (2014, s. 45) toteavat, että *”kontekstuaalisten tekijöiden synnyttämä immersivisyys voi upouttaa käyttäjää paitsi käytöksen, myös tunteiden tasolla, jolloin oppiminen voi olla syvällisempää ja asioiden mieleenpainumisen tehokkaampaa. Pelilliset elementit* [jotka ovat keskeinen osa myös Chenin tutkimuksessa käytettyä oppimisympäristöä (Chen, 2016, ss. 639–640)] *ja tavoitteiden saavuttaminen, etenkin yhdessä toisten kanssa, voivat tuoda tyydytystä ja vahvistaa tunnekokemusta*”. Virtuaalisen oppimisympäristön aiheuttama voimakkaampi tunnereaktio voi olla syynä myös korkeamman ja kompleksisemmän tason kognitiiviseen ajatteluun. Esimerkiksi Dirksenin (2016) mukaan tunnereaktiot voivat helpottaa oppimista.

Evidenssi *roolileikeistä* lisäarvon kategoriana nousi esiin neljässä tutkimuksessa. Badilla-Quintana ym. (2017) havaitsivat, että erilaisten roolien kokeilu sekä muiden opiskelijoiden opetushetkien seuraaminen tarjosivat opettajaopiskelijoille mahdollisuuksia oppia toisiltaan, kehittyä ohjaavan opettajan sekä vertaispalautteen avulla ja tarkastella hyvän opettajuuden tunnusmerkkejä laajemmin. Näyttölaitte-VR-teknologiaa hyödyntäneen Chengin (2014) tutkimuksen osallistujat kokivat avatar-hahmojen ja roolileikin mahdollistavan itseilmaisua sekä identiteetin tutkailua. Roolileikit mahdollistavat myös

muiden lisäarvotekijöiden realisoitumista: tunteiden yhteydessä mainittiin VR:n mahdollistama konkreettisempi asettuminen oppilaan asemaan ja sen mahdollistama empatia- ja reflektointitaitojen kehittäminen (Stavroulia ym., 2019). Wun ym. (2019) tutkimustuloksien perusteella rakennusalan aloittelijat osoittivat asian tuntijoihin verrattavaa kyvykkyyttä esittää simuloituihin tiloihin esteettömyysratkaisuja. Tässä tapauksessa HMD VR:n tuottama lisäarvo perustuu meriittien painottamiseen toimijan hierarkkisen aseman yli. Roolileikit mahdollistavatkin vapaamman toimimisen: Tietyn roolin omaksuminen virtuaalimaailmassa poistaa rajoitteita ja mahdollistaa esteettömämmän innovoimisen.

Turvalliset ympäristöt riskien ottamiseen nousivat esiin kolmessa artikkelissa. Badilla-Quintanan ym. (2017) tutkimuksessa opettajaopiskelijat näkivät simuloituilla ympäristöillä suurta potentiaalia virheiden tekemiselle, virheistä oppimiselle sekä omien heikkouksien kehittämiseksi. Rogersin ym. (2017) tutkimuksessa käyttäjäkokemusten perusteella HMD VR -simuloitu jyrsin sai kiitosta muun muassa siksi, ettei ohjelmiston kaatumisesta tarvinnut huolehtia. Phamin ym. (2019) tutkimuksessa kehitetty näyttölaitte-VR-simulaatio, jolla testattiin opiskelijoiden kykyä tunnistaa riskejä rakennustyömaalla, tuotti sekä hyviä tuloksia että sai hyvää palautetta opiskelijoilta. Kyseinen simulaatio voidaan myös nähdä turvallisenä ympäristönä riskien ottamiseen, vaikka se ei varsinaisesti olekaan simulaation tarkoitus. Koulutustilanne oikealla rakennustyömaalla saattaa kuitenkin sisältää tarpeettomia vaaratekijöitä, joilta voidaan simulaatioharjoittelun avulla välttyä.

Myös *visualisoinnit* nousivat esiin kolmessa artikkelissa. Laakkosen ym. (2014)

mukaan visuaaliset, spatiaaliset ja auditiviset mielikuvat tukevat opitun mieleenpalauttamista. Chengin (2014) tutkimuksen keskeisenä löytönä oli, että valtaosa opiskelijoista oppi parhaiten, kun tieto oli esitetty visuaalisesti, esimerkiksi kuvina tai diagrammeina. Gutiérrezin ym. (2015) tulosten mukaan 3D-teknologioita käytäneiden opiskelijoiden tilallisen hahmottamisen taidot olivat tutkimusjakson päätyttyä paremmat kuin perinteisiä opetusmenetelmiä hyödyntäneillä opiskelijoilla. Tilallisen hahmottamisen taitojen kehittyminen viittaa siihen, että kaikki tutkimuksessa käytetyt 3D-teknologiat tuottivat lisäarvoa niiden tarjoamien tilallisten ja perspektiivisten näkökulmavariaatioiden sekä visuaalisen konkretian kautta. Myös Thamin ym. (2018) tutkimuksessa HMD VR -visualisoinnin mahdollistama konkretia auttoi monitahoisien ilmiöiden hahmottamisessa. Google Cardboardin käyttö sai opiskelijoissa aikaan kehollisen kokemuksen toisessa paikassa olemisesta, joka puolestaan edesauttoi kulttuurisen ymmärryksen kehittymistä. Näin visualisoinnit mahdollistavat abstraktien ja monimutkaisten ilmiöiden, kuten viestinnän kulttuuristen aspektien, hahmottamista. Myös Thamin ym. (Ibid.) tutkimuksessa havaittu välimatkan katoaminen on jo sinällään VR:n lisäarvotekijä.

Vuorovaikutteinen ympäristö oli Badilla-Quintanan ym. (2017) tutkimuksessa roolileikkien ohella tekijä, joka mahdollisti muiden opiskelijoiden kanssa oppimisen. Sinfieldin ja Cochranen (2018) tutkimukseen osallistuneet raportoivat käytettyjen teknologioiden yleisiksi hyödyiksi muun muassa lisääntyneen vuorovaikutteisuuden työnsä kanssa.

*Toisenlainen minuu*s liittyy toisaalta *tunteeseen itsestä* ja toisaalta roolileikkeihin. Esimerkiksi Chengin (2014) tutkimuk-

sessä osallistujat kokivat avatar-hahmojen ja roolileikin mahdollistavan itseilmaisua sekä identiteetin tutkailua. Virtuaaliseen identiteettiin liittyy muutenkin erilaisia lisäarvotekijöitä, ja Chengin (Ibid.) tutkimuksessa nouseekin esiin myös tunne itsestä, jonka säilyminen virtuaalimaailmassa mahdollistaa erilaisia toimintoja. Stavroulian ja Lanitisin (2019) tulosten mukaan HMD VR:n erityinen etu todelliseen luokkahuoneympäristöön verrattuna oli sen mahdollistama konkreettisempi asettuminen oppilaan asemaan, jolla nähtiin puolestaan potentiaalia muuttaa koulutettavan käsityksiä. Reaalimaailman kontekstista *irrottautuminen* liittyy myös VR:n mahdollistamaan identiteetin taivutteluun ja voi vapauttaa totutuista rooleista, kuten esimerkiksi Stavroulian ja Lanitisin (2019) tutkimuksessa.

Tilan ja perspektiivin taju on myös selkeästi VR:n ominaispiirre ja siten lävistää kaikkia tarkastelemiamme koulutussovelluksia jossain määrin. Se on myös immersion keskeinen tekijä. Sen tarjoamia mahdollisuuksia on kuitenkin pyritty tutkimuksessa myös eksplisiittisesti hyödyntämään: Gutiérrezin ym. (2015) tutkimuksessa kehiteltiin tekniikan alan opiskelijoille suunnattuja opetusmetodeja ja -materiaalia, joiden tavoitteena oli kehittää tilallisen hahmotuksen kykyä. Tuloksien mukaan 3D-teknologioita käyttäneiden opiskelijoiden tilallisen hahmottamisen taidot olivat tutkimusjakson päätyttyä paremmat kuin perinteisiä opetusmenetelmiä hyödyntäneillä opiskelijoilla. Myös edellä mainitussa Sinfieldin ja Cochranen (2018) tutkimuksessa osallistujat raportoivat käytettyjen teknologioiden yleisiksi hyödyiksi muun muassa uudet perspektiivit.

Muistin kategoria liittyy moniin muihin kategorioihin. Esimerkiksi edellä maini-

tussa Gutiérrezin ym. (2015) tutkimuksessa visuaaliset ja spatiaaliset mielikuvat tukevat myös opiskelijoiden muistia ja opitun mieleenpalauttamista. Chenin (2016) tutkimuksen tulokset osoittavat, että virtuaalinen oppimisympäristö paransi opiskelijoiden kielellisten kykyjen lisäksi heidän kognitiivisia kykyjään. Korkeamman ja kompleksisemmän kognitiivisen tason ajatteluun vaikuttivat muun muassa immersio ja helppokäyttöisyys yhdistettynä avun etsimiseen. Chen (2016) toteaaakin, että virtuaalinen oppimisympäristö tarjoaa innovatiivisen tavan opiskella ja mahdollisuuden kontekstuaaliseen oppimiseen. Nämä tekijät puolestaan vaikuttavat muistin toimintaan.

Osallistuminen paikkoihin ja toimintoihin, jonne ennen ei ollut pääsyä on selvästi VR:lle ominainen piirre. Tutkimuksissa se ei yleensä itsessään ole tutkimuksen kohteena, mutta se voidaan usein nähdä implisiittisenä lisäarvona. Esimerkiksi Lopesin ym. (2018) tutkimuksessa metsäkoneen käyttäjien koulutuksesta edellinen voidaan tulkita olettaen, että metsäkoneiden käytön harjoittelu ei ole mahdollista kaikkialla ja niiden määrä harjoittelukäyttöön on rajattu. Samanlainen johtopäätös voidaan vetää Rogersin ym. (2017) jyrsimen käytön simulaatiosta: oikealla jyrsimellä varustettuja laboratorioita ei välttämättä ole kaikkialla, ja ne saattavat olla ylikäytössä tai muuten rajoitettuja. VR-simulaatioon pääsee todennäköisesti varsinaista laitteistoa helpommin käsiksi. Virtuaaliympäristöihin liittyy *vapaus*, joka saattaa ylittää reaalimaailman luonnonlait. Vapaudella on todennäköisesti yhteys muihinkin lisäarvoihin, sillä se voi esimerkiksi lisätä innovatiivisuutta (Sinfield & Cochrane, 2018).

Laakkosen ym. (2014) mukaan VR-maailmat jäljittelevät usein elämis-

maailmaa, jolloin ihmisaivot ovat virittyneet sen tulkitsemiseen. Näin ollen *intui-tiivisuus* onkin keskeinen osa VR-maailmoiden potentiaalia koulutuksessa: ”*maailmasta saadaan siis selko intuitiivisesti, kun lähes huomaamatta tulkitut ympäristön vihjeet ohjaavat toimintaa, auttavat asioiden välisten suhteiden habmottamisessa ja päätöksentekoprosesseissa*” (Laakkonen, 2014, s. 45). Näyttöä intuitiivisuuden lisäarvosta nousi esiin esimerkiksi kontekstuaalisen oppimisen yhteydessä. Phamin ym. (2019) tutkimuksessa intuitiivisuutta arvioitiin myös eksplisiittisesti. Siinä koehenkilöt arvioivat, että näyttölaite-VR-simulaatioissa tunne rakennustyömaalla olemisesta lisääntyi, joten simulaatio toimi intuitiivisesti ja riskitekijöiden tarkastelu oli luontevaa.

Johtopäätökset

Digitalisoituva työelämä haastaa koulutusta hyödyntämään yhä moninaisempia teknologisia ympäristöjä ammatillisen kehittymisen tukena (Hämäläinen ym., 2018). Tässä artikkelissa tarkastelimme, minkälaista empiiristä tutkimusta VR:n hyödyntämisestä ammattikasvatuksessa on tehty (tutkimuskysymys 1) ja minkälaista lisäarvoa VR tuottaa ammattikasvatukselle (tutkimuskysymys 2). Tulokset tuovat näkyväksi, että VR:ään kohdistuva tutkimus ammattikasvatuksessa viimeisen 10 vuoden ajalta on sisällöltään vaihtelevaa. Suuri osa mukaan valituista tutkimuksista keskittyy käyttökokemuksen arviointiin (ks. Taulukko 2), joka on yhtäältä luonnollista VR-sovellusten ollessa monin paikoin kokeiluasteella, mutta toisaalta haastaa pohtimaan VR-sovellusten todellista lisäarvoa oppimiselle. VR:ää käytettiin tutkimuksessa muun muassa oppimisprosessien jäsentämisen tukena ja oppimisympäristöinä.

Kirjallisuuskatsauksemme perusteella Laakkosen ym. (2014) havainnot immersiiivisten 3D-virtuaalimaailmojen lisäarvotekijöistä pätevät pitkälti myös ammattikasvatuksen kontekstissa. Yksittäisistä tekijöistä erityisesti VR-ympäristöjen potentiaali stimuloida erilaisia tunnereaktioita nousi tuloksissamme vahvimmin esiin. Osa Laakkosen ym. (2014) määrittelemistä lisäarvotekijöistä on seurausta teknologian olemassaolosta, ja myös tässä tutkimuksessa havaitsemamme lisäarvo liittyy erityisesti reaali maailman rajoitusten ylittämiseen (esimerkiksi pääsy rajatuihin tai jopa mahdottomiin paikkoihin) ja erilaisten oppimisprosessien keskeisten tekijöiden vahvistamiseen. Myös toiminnallisuus, mahdollisuudet ohjata oppimisprosesseja sekä avatarin tarjoamat mahdollisuudet uusien identiteettien omaksumisessa mainittiin usein lisäarvotekijöinä. Seuraavaksi tarkastelemme tulosten merkitystä ammatilliselle kasvatukselle sekä oppimisen ja opetuksen kehittämisen etä VR-teknologioiden kehittämisen näkökulmista.

Oppimisen ja opetuksen kehittämisen näkökulmasta uudet teknologiat haastavat nykyisiä pedagogisia käytänteitä, koska opettajan rooli muuttuu perinteisestä tiedon tarjoajasta kohti oppijoiden kanssa tapahtuvaa yhteisöllistä tiedonrakentamista ja ongelmanratkaisun tukemista (Hämäläinen & Cattaneo, 2015). Tutkimuksissa korostuu pedagogiikan ensisijaisuus ja teknologioiden hyödyt vain silloin, kun niiden käyttö on tarkoituksenmukaista (Timonen & Toivanen, 2015, s. 7). Esimerkiksi Sinfieldin ja Cochranen (2018) tutkimuksessa varsinaisista VR-laseja hyödyntävistä sovelluksista *Wonda VR*:n raportoi hyödylliseksi alle 10 prosenttia vastaajista ja *Google Cardboardin* hieman yli 40 prosenttia. Oppimisen ja opetuksen näkökulmasta osa tutkijoista näkee

VR-teknologialla lähinnä välineellistä arvoa, jolloin varsinainen pedagoginen hyöty syntyy VR:n sisällöstä (Jensen & Konradsen, 2018; Pham ym., 2019). Koska sisällöistä riippuen samaa teknologiaa on mahdollista käyttää useiden eri taitojen opettamiseen, VR-teknologiat voivat parhaimmillaan jäsentää oppimisprosesseja oppijoiden osaamistason mukaan. VR:n hyödyntäminen oppimisen jäsentäjänä ja ohjeistajana voi vapauttaa myös opetusresursseja oppijoiden yksilölliseen ohjaamiseen ja tukemiseen.

Teknologioiden kehittämisen ja hankinnan näkökulmasta tutkimuksemme antaa viitteitä siitä, että VR:n koulutussovellusten kehitystyössä tulisi tulevaisuudessa hyödyntää enemmän olemassa olevaa tietoa oppimisesta ja opetuksesta (vrt. Wang ym., 2018). Käyttäjäkokemustutkimukset tuovat esiin, että VR:n lisäarvo on pitkälti riippuvainen yksittäisen ohjelmiston teknisestä toteutuksesta. Käyttäjät muun muassa raportoivat tarpeesta lisätä ohjeistusta simulaatioon sekä tarpeesta muokata tekstien kokoa ja sijaintia näkökentässä (Rogers ym., 2017). Näin ollen haluttujen lisäarvojen saavuttamiseksi tarvitaan systemaattista tutkimusta oppimisen, opetuksen ja teknologiasuunnittelun rajapinnalta (vrt. Lämsä ym., 2018).

Vaikka erilaisten VR-koulutussovellusten tuottamat lisäarvot voivat olla samantyyppisiä teknologiasta riippumatta – esimerkiksi turvallinen ympäristö riskien ottamiseen ja intuitiivisuus toteutuvat Phamin ym. (2019) tutkimuksessa riippumatta käytetystä näyttöteknologiasta – immersion taso vaihtelee VR-teknologiasta riippuen (vrt. Radianti ym., 2019). VR:n sisällön ensiarvoisuudesta huolimatta immersioivisemmällä teknologialla voi mahdollisesti vahvistaa VR:n tuottamaa lisäarvoa: esimerkiksi VR-lasit voivat sitout-

taa oppijoita vahvemmin tehtäviin ja helpottaa kognitiivisten, psykomotoristen ja affektiivisten taitojen omaksumista (Jensen ym., 2018) verrattuna VR-näyttötekniikkaan. Tulostemme perusteella tunteisiin liittyvät lisäarvotekijät (motivaatio, kiinnostus, innostuminen ja muut positiiviset tunnereaktiot) korostuivat uuden immersioivisen VR-teknologian kohdalla. Immersiota psykologisenä ilmiönä on kuitenkin haastavaa tarkastella yhteismitallisesti VR:n koulutussovelluksia käsittelevien tutkimusten yhteydessä (ks. esim. Radianti ym., 2019), ja pedagogisesta tarpeesta ja tarkoituksesta riippuen perinteisen VR-näyttötekniikan avulla on myös mahdollista päästä toivottuihin tuloksiin. Koska samaa teknologiaa voi mahdollisesti käyttää useiden eri taitojen opetuksessa, VR-teknologioita hankittaessa on syytä tehdä huolellinen pedagoginen tarveselvitys. Tällöin on mahdollista välttyä lukuisien kalliiden laitteiden hankinnalta, mikä lisää sekä taloudellista että ekologista tehokkuutta.

Tekemiämme johtopäätöksiä rajoittaa se, että alustavissa hakutuloksissa oli mukana paljon design-tutkimusta, jossa kehitettiin jokin VR-sovellus. Näiden kuvailevien artikkeleiden poisjättäminen sulkee analyysin ulkopuolelle selkeää itseisarvollista lisäarvoa (esim. Vieira ym., 2017). Sisällyitimme tähän tutkimukseen vain sellaista design-tutkimusta, joka sisältyi sovelluksen rakentamisen lisäksi myös empiiristä tutkimusta. VR-terminologia sisältää tarkastelemissamme artikkeleissa hyvin erilaisia teknologioita, ja Radianti ym. (2019) toteavatkin tutkimuksessaan, että VR-terminologian käyttö koulutussovellusten yhteydessä vaatii vielä yhtenäistämistä. Tämä käy selväksi myös omassa tutkimuksessamme: VR-maailmoja ja VR-teknologioita ei aina erotella selkeästi (vrt. Lämsä ym., 2018). Hyvänä esimerk-

kinä toimii Chenin (2016) tutkimus, joka monista muista tarkastelemistamme artikkeleista poiketen huomioi oppimisteoriat, mutta kuvasi käytetyn teknologian epätarkasti.

Vaikka tutkimuksemme tarjoaa evidenssiä lisäarvotekijöistä, jotka näyttävät lupaavilta VR:n soveltamisessa ammattikasvatuksen kentällä tapahtuvaan opetukseen ja oppimiseen, monet oletetuista lisäarvotekijöistä vaativat tulevaisuudessa huolellisempaa empiiristä tarkastelua. Jatkotutkimuksissa onkin syytä tarkastella VR-teknologioiden käytettävyyttä sekä vaikutuksia oppimistuloksiin, esimerkiksi erilaisen oppijoiden näkökulmasta, inklusiivisuuden takaamiseksi. Jatkotutkimusta tarvitaan myös siitä, miten VR-teknologiaa tällä hetkellä hyödynnetään oppimisprosesseissa ja millaisia pedagogisia tarkoituksia VR-teknologian käyttö palvelee (vrt. tiedon jakamis- ja visualisointialusta vai oppimisympäristö). Lisäksi jatkossa olisi tärkeää kontrolloida uutuudenviehätyksen positiivista vaikutusta oppimiseen (ks. esim. Tsay ym., 2020). Tällaisen tutkimuksen toteuttaminen voisi tapahtua esimerkiksi vertailemalla jonkin uuden tiedon tai taidon opettamista kahdella uudella pedagogisella tavalla, joista toinen perustuu VR-teknologiaan ja toinen esimerkiksi pelillistämiseen ilman teknologiaa. Jatkotutkimuksessa on syytä huomioida myös se, millaisia taloudellisia intressejä VR-teknologian ja -ohjelmistojen tuottamisessa koulutuskäyttöön on. Tarkastelemissamme tutkimuksissa käytetty teknologia oli pääasiassa kansainvälisten teknologiajättien tuottamaa, mitä voi selittää se, että VR-sisällön itsenäinen tuottaminen on toistaiseksi haastavaa (Jensen & Konradsen, 2018).

Vaikka VR-teknologioihin keskittyvä tutkimus ammattikasvatuksen konteks-

tissa näyttää lisääntyvän (kahdeksan tutkituista artikkeleista oli julkaistu vuonna 2018 tai 2019), VR:n soveltamisen pitempiaikaisia vaikutuksia perinteisiin oppimis- ja opetusmenetelmiin verrattuna on tutkittu vähän. Tutkimuksemme tulokset kuitenkin mahdollistavat Laakkosen ym. (2014) viitekehyksen vahvistamisen ja laajentamisen empiirisen validoinnin kautta sekä tunnistamalla sen tulkinanvaraisuuden. Viitekehys toimii hyvänä teoreettisena lähtökohtana lisäarvon tunnistamiseen, mutta sen käyttö edellyttää laadullisen tulkinnan hallintaa. Analyysin työkaluna se on suhteellisen holistinen sisältäen esimerkiksi empiirisen verifiointin ja falsifioinnin mahdollisuuden, mutta myös normatiivisesta teoreettisesta viitekehyksestä lähtevän lisäarvon aksiomaattisen päättelyn mahdollisuuden tutkimuksen kohteen ilmeisten ominaisuuksien perusteella. Näin ollen käytetty viitekehys ei välttämättä sovellu teknologioista aiheutuvien erojen tunnistamiseen lisäarvon tarkastelussa. Tulevaisuuden haasteena onkin kehittää teoreettisesti perusteltuja menetelmiä lisäarvon tunnistamiseen esimerkiksi erilaisten kyselytyökalujen avulla. Lisäksi parempi ymmärrys VR:n lisäarvotekijöistä ammattikasvatuksen kentällä voi myötävaikuttaa teknologia-avusteisen oppimisen ja opetuksen kehittämiseen systemaattisesti ja tutkimusperustaisesti.

Lähteet

- Badilla-Quintana, M. G., Vera Sagredo, A., & Lytras, M. D. (2017). Pre-service teachers' skills and perceptions about the use of virtual learning environments to improve teaching and learning. *Behaviour and Information Technology*, 36(6), 575–588. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2016.1266388>
- Chen, Y. (2016). The Effects of Virtual Reality Learning Environment on Student Cognitive and Linguistic Development. *Asia-Pacific Education Researcher*, 25, 637–646. <https://doi.org/10.1007/s40299-016-0293-2>

- Cheng, G. (2014). Exploring students' learning styles in relation to their acceptance and attitudes towards using Second Life in education: A case study in Hong Kong. *Computers and Education*, 70, 105–115. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.08.011>
- Dirksen, J. (2016) *Design for how people learn*. New Riders.
- Gutiérrez, J. M., Domínguez, M. G., & González, C. R. (2015). Using 3D virtual technologies to train spatial skills in engineering. *International Journal of Engineering Education*, 31(1), 323–334.
- Huttar, C.M., & BrintzenhofeSzoc, K. (2020). Virtual Reality and Computer Simulation in Social Work Education: A Systematic Review. *Journal of Social Work Education*, 56(1), 131–141. <https://doi.org/10.1080/10437797.2019.1648221>
- Hämäläinen, R., & Cattaneo, A. (2015). New TEL environments for vocational education – teacher's instructional perspective. *Vocations and learning*, 8(2), 135–157.
- Hämäläinen, R., Lanz, M., & Koskinen, K. T. (2018). Collaborative systems and environments for future working life: Towards the integration of workers, systems and manufacturing environments. Teoksessa C. Harteis (toim.), *The impact of digitalization in the workplace* (ss. 25–38). Springer, Cham.
- Ikonen, T. S., Antikainen, T., Silvennoinen, M., Isojarvi, J., Makinen, E., & Scheinin, T. M. (2012). Virtual Reality Simulator Training of Laparoscopic Cholecystectomies - A Systematic Review. *Scandinavian Journal of Surgery*, 101(1), 5–12.
- Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1515–1529. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0>
- Kyaw, B. M., Saxena, N., Posadzki, P., Vseteckova, J., Nikolaou, C. K., George, P. P., Divakar, U., Masiello, I., Kononowicz, A. A., Zary, N., & Tudor Car, L. (2019). Virtual Reality for Health Professions Education: Systematic Review and Meta-Analysis by the Digital Health Education Collaboration. *Journal of medical Internet research*, 21(1), e12959. <https://doi.org/10.2196/12959>
- Laakkonen, I., Manninen, T., & Juntunen, M. (2014). Lisäarvoa vai sirkushuveja? - Näkemyksiä ja kokemuksia 3D-oppimisympäristöistä. Teoksessa P. Häkkinen, & J. Viteli (toim.), *Pilvilinnoja ja palomureja – Tulevaisuuden oppimisen ja työnteon tilat: F-SHAPE-projektin satoa* (ss. 37–58). Jyväskylän yliopisto, Koulutuksen tutkimuslaitos. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-5602-8>
- Lopes, E. S., & Pagnussat, M. B. (2018). Effect of age and education level of operators in the training with harvester virtual reality simulator. *FLORESTA*, 48(4), 463–470. <https://doi.org/10.5380/rf.v48i4.50437>
- Lämsä, J., Hämäläinen, R., Aro, M., Koskimaa, R., & Äyrämö, S.-M. (2018). Games for enhancing basic reading and maths skills: A systematic review of educational game design in supporting learning by people with learning disabilities. *The British Journal of Educational Technology*, 49(4), 596–607.
- Pham, H. C., Dao, N.-N., Cho, S., Nguyen, P. T., & Pham-Hang, A.-T. (2019). Construction hazard investigation leveraging object anatomization on an augmented photoreality platform. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(21). <https://doi.org/10.3390/app9214477>
- Radiani, J., Majchrzak, T.A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2019). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Rogers, C. B., El-Mounaryi, H., Wasfy, T., & Satterwhite, J. (2017). Assessment of STEM e-learning in an immersive virtual reality (VR) environment. *Computers in Education Journal*, 8(4).
- Sinfield, D., & Cochrane, T. (2018). Augmenting visual design: Designing the changing classroom. *E-Learning and Digital Media*. <https://doi.org/10.1177/2042753018773769>
- Stavroulia, K. E., Christofi, M., Baka, E., Michael-Grigoriou, D., Magnenat-Thalmann, N., & Lanitis, A. (2019a). Assessing the emotional impact of virtual reality-based teacher training. *International Journal of Information and Learning Technology*, 36(3), 192–217. <https://doi.org/10.1108/IJILT-11-2018-0127>
- Stavroulia, K. E., & Lanitis, A. (2019b). Enhancing reflection and empathy skills via using a virtual reality based learning framework. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(7), 18–36. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i07.9946>
- Tham, J., Duin, A. H., Gee, L., Ernst, N., Abdelqader, B., & McGrath, M. (2018). Understanding virtual reality: Presence, embodiment, and professional practice. *IEEE Transactions on Professional Communication*, 61(2), 178–195. <https://doi.org/10.1109/TPC.2018.2804238>
- Timonen, P., & Toivanen, P. (2015). *Opetusteknologiaopas - Välineitä interaktiivisen teknologian hyödyntämiseen ammattikorkeakouluopetuksessa*. Humanistinen ammattikorkeakoulu Humak. [29](https://www.humak.fi/julkaisut/opetusteknologiaopas-valinei-</p>
</div>
<div data-bbox=)

ta-interaktiivisen-teknologian-hyödyntämiseen-ammattikorkeakouluopetuksessa/

Tsay, C. H.-H., Kofinas, A. K., Trivedi, S. K., & Yang, Y. (2020). Overcoming the novelty effect in online gamified learning systems: An empirical evaluation of student engagement and performance. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36, 128–146. <https://doi.org/10.1111/jcal.12385>

Tuomi, J., & Sarajärvi, A. (2018). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi* (Uudistettu laitos). Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Vatanen, P. (2016, elokuu 7). Tästä virtuaalitelollisuudessa on kyse – kymmenen kysymystä virtuaalilaseihin ja keinotodellisuuteen liittyen. *Yle uutiset*. <https://yle.fi/uutiset/3-9072959>

Vieira, C. B., Seshadri, V., Oliveira, R. A. R., Reinhardt, P., Calazans, P. M. P., & Vieira Filho, J. B. (2017). Applying virtual reality model to green ironmaking industry and education: 'a case study of charcoal mini-blast furnace plant'. *Transactions of the Institutions of Mining and Metallurgy, Section C: Mineral Processing and Extractive Metallurgy*, 126(1-2), 116–123. <https://doi.org/10.1080/03719553.2016.1278516>

Wang, P., Wu, P., Wang, J., Chi, H.-L., & Wang, X. (2018). A Critical Review of the Use of Virtual Reality in Construction Engineering Education and Training. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(6), 1204. <https://doi.org/10.3390/ijerph15061204>

Wu, W., Hartless, J., Tesi, A., Gunji, V., Ayer, S., & London, J. (2019). Design assessment in virtual and mixed reality environments: Comparison of novices and experts. *Journal of Construction Engineering and Management*, 145(9). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001683](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001683)

Zhou, Y., Ji, S., Xu, T., & Wang, Z. (2018). Promoting Knowledge Construction: A Model for Using Virtual Reality Interaction to Enhance Learning. *Procedia Computer Science*, 130, 239–246. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.035>