

Lauri Hiltunen

**VIRTUAALI- JA LISÄTTY TODELLISUUS
VANHAINHOIDOSSA - ONKO TEKNOLOGIASTA
TYÖVOIMAN KORVAAJAKSI?**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA
2020

TIIVISTELMÄ

Hiltunen, Lauri

Virtuaali- ja lisätty todellisuus vanhainhoidossa – Onko teknologiasta työvoiman korvaajaksi?

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2020, 27 s.

Tietojärjestelmätiede, Kandidaatintutkielma

Ohjaaja: Räisänen, Jaana

Väestö ikääntyy niin Suomessa, kuin globaalistikin, samalla kun hoitoala menettää vetovoimaansa ja alan työvoimapula kasvaa. On selvää, että tilanteeseen tarvitaan ratkaisuita, jos halutaan säilyttää ikääntyneiden hoidon laatu sekä turvata heidän hyvinvointinsa tulevaisuudessa. Samaan aikaan virtuaalitodellisuus sekä lisätty todellisuus -teknologiat jatkavat voittokulkuaan valloittaen uusia toiminta-alueita. Tutkielmassa tarkastellaan integroivan kirjallisuuskatsauksen metodein mitä virtuaalitodellisuus sekä lisätty todellisuus ovat teknologioina, miten niitä voidaan hyödyntää ikääntyneiden hoidossa sekä hyvinvoinnin tukijana sekä millaisia hyötyjä teknologioiden soveltamisella saavutetaan. Tutkielmassa todettiin, että haasteista huolimatta VR- ja AR-teknologiat voivat olla arvokkaita työkaluja nykypäivän sekä tulevaisuuden vanhainhoito-ongelmia ratkaistaessa. Tutkielman tavoitteena on antaa lukijalle käsitys virtuaalitodellisuudesta sekä lisätystä todellisuudesta teknologioina, tarjota näkemys niiden soveltamiseen vanhainhoidon kontekstissa sekä eritellä teknologioiden soveltamisella saavutettavia hyötyjä sekä haittoja.

Asiasanat: virtuaalitodellisuus, lisätty todellisuus, vanhainhoito

ABSTRACT

Hiltunen, Lauri

Virtual and augmented reality in elderly care – Can technology replace manpower?

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2020, 27 pp.

Information Systems, Bachelor's Thesis

Supervisor: Räisänen, Jaana

The population is aging in Finland as well as globally and at the same time the care industry is losing traction and the shortage of manpower is growing. Meanwhile virtual reality and augmented reality technologies are continuing their conquest of different industries. It is apparent that the situation demands solutions if we want to maintain the quality of care for the elderly and secure their wellbeing in the future. The purpose of the thesis is to survey, with the methods of an integrative literature review, what virtual reality and augmented reality are as technologies, how they can be utilized in the context of eldercare, as well as what kinds of benefits or utility they bring to the field. The bachelor's thesis concludes that even though there are some existing challenges, VR- and AR-technologies can provide valuable tools for solving eldercare challenges now and in the future. The objective of the thesis is to provide the reader with an understanding of what VR- and AR-technologies are, how can they be utilized in the context of eldercare as well as specify what kinds of benefits and challenges does the utilization of said technologies bring about.

Keywords: virtual reality, augmented reality, eldercare

KUVIOT

KUVIO 1 Yksinkertaistettu kuvaus todellisuus-virtuaalisuus-jatkumosta	13
---	----

TAULUKOT

TAULUKKO 1 Virtuaalitodellisuuden tasot sekä niiden ominaisuudet	10
TAULUKKO 2 Virtuaali- sekä lisätyn todellisuuden sovellutusten hyödyt	19
TAULUKKO 3 Virtuaali- sekä lisätyn todellisuuden haasteet ja niihin ehdotetut ratkaisut	21

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIOT

TAULUKOT

1	JOHDANTO.....	6
2	VIRTUAALI- JA LISÄTYN TODELLISUUDEN MÄÄRITELMÄT JA HISTORIA.....	9
	2.1 Virtuaalitodellisuuden määritelmät.....	9
	2.2 Virtuaalitodellisuuden sovellutusten historia.....	10
	2.3 Lisätyn todellisuuden määritelmät.....	12
	2.4 Lisätyn todellisuuden sovellutusten historia.....	13
3	TEKNOLOGIOIDEN SOVELLUTUKSET VANHAINHOITOALALLA....	15
	3.1 Ennaltaehkäisevät ja toimintakykyä ylläpitävät sovellutukset.....	15
	3.2 Aktiivisesti avustavat sovellutukset.....	16
4	TEKNOLOGIOIDEN TUOMAT HYÖDYT JA HAASTEET VANHAINHOIDOSSA.....	18
	4.1 Hyödyt.....	18
	4.2 Haasteet.....	19
5	YHTEENVETO.....	22
	LÄHTEET.....	24

1 Johdanto

Virtuaali- ja lisätty todellisuus (eng. *virtual reality*, VR & *augmented reality*, AR) on viime vuosina mullistanut peli- ja muuta viihdeteknolohiiteollisuutta. Teknologian halventuminen ja saatavuuden parantuminen on lisännyt kiinnostusta näitä VR- ja AR-sovelluksia kohtaan ja virtuaali- sekä lisätyn todellisuuden markkinaan arvioidaan ylittävän 100 miljardia dollaria vuoteen 2025 mennessä (Boyd & Koles 2019). Näkyvin VR:n ja AR:n läpimurto on tapahtunut juuri viihdeteknologian saralla, mutta VR- ja AR-teknologia tuo uusia mahdollisuuksia ja etuja muillekin aloille.

Väestön ikääntyminen ja huoltosuhteen huonontuminen luo haasteita niin maailmalla kuin Suomessakin. Tilastokeskuksen raportin mukaan työikäisen väestön määrä väheni Suomessa yli 100 000 henkilöllä vuosien 2010–2018 välillä ja tulisi olemaan 58 % väestöstä vuoteen 2058 mennessä (Tilastokeskus, 2018). Eri-tyisiä haasteita ikääntyminen luo aloille, joissa työvoima vähenee ja työmäärät kasvavat – kuten hoito- ja hoiva-alalle. Esimerkiksi lähihoitajaopintoihin oli vuonna 2019 yli 30 % vähemmän hakijoita kuin viisi vuotta aiemmin vuonna 2014 (Opetushallinnon tilastopalvelu, 2019). Yksi ratkaisu tähän ongelmaan voi piillä uusissa teknologioissa – kuten virtuaalisessa ja lisätyssä todellisuudessa.

Virtuaali- ja lisätyn todellisuuden hyödyntämisellä voidaan mahdollisesti nostaa hoitoa tarvitsevien vanhusten motoriikkaa sekä kognitiivisia kykyjä ja näin ollen kokonaisvaltaista hyvinvointia, joka vuorostaan vaikuttaa tarvittavan hoidon sekä huolenpidon määrään ja toisaalta taas hoidon kustannuksiin sekä työvoimatarpeeseen (Neri ym. 2017). Tämänkaltaisilla organisaatiotason hyödyillä voidaan saavuttaa isommassa mittakaavassa, kuten valtiollisella tasolla, huomattavia säästöjä tai parantaa muuten toiminnan ja hoidon laatua.

Tutkimuksessa pyritään vastaamaan edellä kuvattuihin haasteisiin ja tarjoamaan näkemys siitä, miten virtuaalitodellisuudella ja lisätyllä todellisuudella voitaisiin vaikuttaa tilanteeseen. Tutkimusmetodiksi valittiin integroiva kirjallisuuskatsaus, jota sovelletaan kuten Torraco (2005) on kuvailut: tavoitteena löytää aiheeseen uusia näkökulmia, mahdollisia aukkoja tutkimuksessa sekä koota jo tutkittua aineistoa holistisella tavalla – muodostaen

aiheita tai tutkimuskysymyksiä jatkotutkimusta varten. Tutkimuskysymyksiksi muodostuivat:

- 1) *miten virtuaalista sekä lisättyä todellisuutta voidaan hyödyntää vanhainhoitoalalla ja*
- 2) *millaisia hyötyjä näiden teknologioiden sovellutuksilla saavutetaan.*

Lähdemateriaalina käytettiin tieteellistä lähdekirjallisuutta artikkeleista, kirjoista, konferenssijulkaisuista ja sähköisistä materiaaleista. Lähdekirjallisuus on pääsääntöisesti tietojärjestelmätieteen alalta, mutta tutkimuksen poikkitieteellisen luonteen vuoksi kirjallisuutta valikoitui myös muista, kuten lääketieteellisistä julkaisuista. Julkaisuiden hakuun käytettiin tieteellisiä hakukoneita Google Scholaria ja Scopusta. Käytettyjä sähköisten tieteellisten julkaisuiden kokoelmia ovat muun muassa JSTOR ja EBSCO. Julkaisuiden haussa käytettiin seuraavia hakuehtoja.

- Tutkimuskysymys 1: ("Virtual Reality" OR "VR" OR "Augmented Reality" OR "AR") AND ("Elder Care" OR "Elderly" OR "Elderly Care") AND ("Application" OR "Solution")
- Tutkimuskysymys 2: ("Virtual Reality" OR "VR" OR "Augmented reality" OR "AR") AND ("Benefit" OR "Utility" OR "Advantage") AND ("Elderly" OR "Elder Care" OR "Elderly Care")

Apuhakuhehtoina käytettiin myös yksittäisten hakulausekkeiden termejä eri lailla yhdistelemällä. Lähteiden valinta priorisoitiin relevanssin sekä mahdollisemman JUFO-luokituksen mukaan - lähdemateriaalit, jotka liittyivät selkeästi aihealueeseen, valittiin katsaukseen, mutta kahden tai useamman samankaltaisen lähteen tapauksessa valittiin julkaisu, jolla on Julkaisuforumin luokitus.

Kirjallisuuskatsauksessa tutustutaan aluksi virtuaali- sekä lisätyn todellisuuden historiaan, sekä niiden aiemmin kirjallisuudessa esiintyviin määritelmiin ja kuvauksiin. Kumpikin teknologia käsitellään omassa luvussaan. Seuraavassa luvussa käydään läpi kyseisten teknologioiden käytössä olevia sekä suunniteltuja sovelluksia vanhainhoidon saralla, jonka jälkeen keskitytään näiden sovellutusten tuomiin hyötyihin ja toisaalta taas siihen, millaisiin haasteisiin teknologioiden soveltamisessa on törmätty. Viimeisessä luvussa koostetaan aiemmin tutkielmassa selvinneet asiat, jotta saadaan vastaus tutkimusongelmiin: *miten virtuaalista sekä lisättyä todellisuutta voidaan hyödyntää vanhainhoitoalalla ja millaisia hyötyjä näiden teknologioiden sovellutuksilla saavutetaan?*

Tutkimuksessa havaittiin, että virtuaalitodellisuudella sekä lisättyllä todellisuudella on teknologioiden käyttöön liittyvistä haasteista huolimatta potentiaalia ratkaisemaan vanhainhoitoon ja vanhusten itsenäiseen elämiseen liittyviä ongelmia, niin ennaltaehkäisevien ratkaisuiden, kuin aktiivisesti vanhusten elämää helpottavien sovellutusten osalta. VR- ja AR-teknologioita on hyödynnetty niin vanhusten yksin asumista tukemaan, ajoneuvonkuljetuskyvyn tueksi,

kuin ennaltaehkäisemään vanhuuden myötä ilmeneviä kognitiivisia alenemia ja muita häiriöitä. Teknologioiden hyödyntämisestä aiheutuvia konkreettisia, sekä mitattavia, vaikutuksia sekä spesifisti vanhainhoidon tai ikääntyneiden kontekstissa ilmeneviä soveltamisen haasteita on kuitenkin dokumentoitu ja tutkittu melko niukasti.

2 Virtuaali- ja lisätyn todellisuuden määritelmät ja historia

Vaikka virtuaali- ja lisätty todellisuus on tullut suurten massojen tietoisuuteen melko hiljattain, on kyseisten teknologioiden pohja valettu jo vuosikymmeniä sitten - ensimmäiset virtuaalitodellisuuskonseptit luotiin jo 1960-luvulla.

Tässä luvussa perehdytään siihen, mitä virtuaali- ja lisätty todellisuus itseasiassa on, miten ne ovat saaneet teknologioina alkunsa ja miten niistä on muodostunut jopa kymmenien miljardien eurojen markkinoille murtautunut ilmiö. Virtuaali- ja lisätty todellisuus -teknologioiden historiaan ja kehitykseen perehtyminen on tärkeää tutkimusaiheen kannalta, sillä se tarjoaa historiallisen viitekehyksen määritelmien sekä sovellusten tarkastelulle sekä antaa kuvan siitä, millainen potentiaali teknologioilla on erilaisia sovellutuksia suunniteltaessa.

2.1 Virtuaalitodellisuuden määritelmät

Virtuaalitodellisuus on määritelty usealla eri tavalla vuosien varrella. Kyseisen teknologian synnyn aikaiset määritelmät eroavat suuresti siitä, mitä nykypäivänä pidetään virtuaalitodellisuutena. Yhden määritelmän mukaan virtuaalitodellisuus, tai kyseisen kuvauksen mukaisesti virtuaaliympäristö (eng. *virtual environment*), tarkoittaa tietokonegeneroitua, kolmiulotteisista malleista rakennettua tilaa, johon käyttäjä voi immersioitua ja jonka kanssa käyttäjä voi olla vuorovaikutuksessa (Brooks ym., 1992).

Estes, Dailey-Hebert ja Choi (2016) puolestaan jakavat virtuaalitodellisuuden kahteen tyyppiin: immersiiiviseen tai ei-immersiiiviseen sen mukaan, onko virtuaaliympäristön tarkastelussa käytössä päähän kiinnitettyjä näyttölaitteita (eng. *head-mounted displays, HMD*), vai onko virtuaaliympäristö luotu tarkasteltavaksi perinteisellä monitorilla tai muulla yksinkertaisella näyttölaitteella, kuten puhelimen näytöllä. Immersiiiviseen virtuaalitodellisuuteen kuuluu heidän mukaansa hienostuneemmat päähän kiinnitettävät näytöt sekä niihin yhdistyvät usein korkeat kustannukset, kun taas ei-immersiiivisestä virtuaalitodellisuudesta voidaan puhua matkapuhelinnäytöille ja perinteisille monitoreille luotujen virtuaaliympäristöjen tapauksessa. Mazuryk ja Gervautz (1996) jakoivat virtuaalitodellisuuden tyypit kolmeen eri tasoon: niin sanottuun pöytämalliseen (eng. *desktop*) virtuaalitodellisuuteen, akvaariomaiseen (eng. *fish tank*) virtuaalitodellisuuteen sekä niin kutsuttuihin immersiiivisiin järjestelmiin (eng. *Immersive systems*). Nämä tasot ja niille ominaiset piirteet on eritelty alla olevassa taulukossa (taulukko 1).

TAULUKKO 1 Mazuryk & Gervautz (1996) määrittelemät virtuaalitodellisuuden tasot sekä niiden ominaisuudet

Virtuaalitodellisuuden taso	Ominaisuudet
Pöytämallinen	<ul style="list-style-type: none"> • yksinkertainen • näyttölaitteena perinteinen monitori • tuki ainoastaan näköaistin hyödyntämiselle • yleensä monoskooppinen näkymä
Akvaariomainen	<ul style="list-style-type: none"> • tukee pään asennon seuranta • näyttölaitteena perinteinen monitori • yleensä stereoskooppinen näkymä • yleensä tuki vain näköaistin hyödyntämiselle
Immersiivinen järjestelmä	<ul style="list-style-type: none"> • näyttölaitteena HMD-ratkaisut • stereoskooppinen näkymä • ottaa huomioon käyttäjän sijainnin ja asennon • usein tuki myös kuulo-, tunto- sekä muiden aistien käyttöön • syvä immersiotaso

Sittemmin teknologian kehittyessä ovat virtuaalitodellisuuden määritelmät alkaneet poikkeuksetta sisältää maininnat esimerkiksi HMD-laitteista sekä liikkeen tunnistuskvyyvystä. Uudemmassa kirjallisuudessa mainitaan virtuaalitodellisuuskokemuksen vähittäisvaatimukseksi käyttäjän pään tai silmien seuranta-ominaisuus, virtuaalielementtien visualisointi käyttäjän näkökulmasta sekä mahdollisuus olla vuorovaikutuksessa virtuaaliympäristön kanssa. (Sutherland ym., 2019) Nykyään moderneista VR-ratkaisuista kuten Valve Indexistä, HTC Vivestä tai Oculus Riftistä puhuttaessa puhutaan siis, Sutherlandin ja kollegoiden määritelmän mukaan, niin kutsutuista immersiiivisistä järjestelmistä.

2.2 Virtuaalitodellisuuden sovellutusten historia

Ensimmäisenä virtuaalitodellisuuslaitteena on pidetty Morton Heiligin 1960–1962 luomaa Sensorama -nimistä moniaistillista simulaattoria. Kyseinen laite tuotti värillistä videokuvaa, stereoääntä sekä jopa hajuärsykejä, mutta myöhemmistä sovellutuksista poiketen, se ei ollut lainkaan interaktiivinen. (Mazuryk & Gervautz, 1996) Pian Heiligin Sensorama -laitteen jälkeen, vuonna 1965 Ivan Sutherland esitteli visionsa tulevaisuuden näytöstä, jonka luoman näkymän kanssa voisi olla vuorovaikutuksessa: näkymä reagoisi käyttäjän toimiin, objekteilla voisi simuloida esimerkiksi negatiivisia massoja sekä se välittäisi ärsykejä myös haju- ja makuaistille. (Sutherland, 1965)

Ivan Sutherland jatkoi virtuaalitodellisuusvisionensa kehittämistä ja loi vuonna 1968 ”*Sword of Damocles*” -nimisen näyttöjärjestelmän, joka kykeni tuottamaan kolmiulotteista grafiikkaa. Järjestelmään kuului jo aiemmin mainittuun modernin virtuaalitodellisuuden, tai immersiiivisen järjestelmän, määritelmään sisältyvä HMD-laite, joka kykeni seuraamaan käyttäjän pään liikkeitä. (Baudisch, 2015)

Seuraavina vuosikymmeninä virtuaalitodellisuus jatkoi kasvuaan ja ala poiki useita eri innovaatioita ja ratkaisuja, jotka ajoivat teknologiaa sen tämänhetkistä muotoa kohti. Tärkeimpinä voidaan pitää Yhdysvaltain ilmavoimien Armstrong Medical Research Laboratories -organisaation vuonna 1985 kehittämää VCASS-järjestelmää (*Visually Coupled Airborne Systems Simulator*), VPL Research -yhtiön DataGlove ja Eyephone tuotteita sekä Illinois’ n yliopiston luomaa CAVE (*CAVE Automatic Virtual Environment*) -virtuaalitodellisuusratkaisua. VCASS-lentosimulaattorissa lentäjän perinteiseen kypärään yhdistettiin HMD-laite, joka tarjosi 120° näkymän virtuaaliympäristöstä. Virtuaaliympäristö reagoi pilotin pään liikkeisiin ja näytölle voitiin myös lisätä hyödyllistä dataa kuten lentokorkeus ja kompassilukema. (Puttre, 1991) Nykyään VCASS:n kaltaisia ratkaisuja on käytössä lähes poikkeuksetta hävittäjälentäjien käyttämissä kypärissä.

VPL-Research-organisaation DataGlove sekä Eyephone maalasivat puolestaan suuntaviivat nykypäivän VR-laitteiden HMD-ratkaisuille ja monissa VR-järjestelmissä käytössä oleville ohjaimille. Eyephone koostui kahdesta LCD-näytöstä, jotka oli kiinnitetty päähineeseen, joka ei ulkonäöltään juuri poikkea modernien VR-laitteiden päähineistä. VPL:n VR-järjestelmän syöttölaitteena käytetty DataGlove -hansikas mahdollisti virtuaaliympäristön kanssa vuorovaikutamisen sekä sen manipuloimisen hyvinkin samaan tapaan kuin esimerkiksi uudempien VR-järjestelmien ohjaimet. (Lasko-Harvill, Blanchard, Smithers, Harvill & Coffman, 1988)

University of Illinoisissa 1992 luotu CAVE-virtuaaliympäristö suunniteltiin tieteellistä visualisointia varten eräänlaiseksi ”virtuaalitodellisuus teatteriksi”. (eng. *virtual reality theatre*) Tavoitteena oli luoda VR-ratkaisu tutkijoiden tarkoituksiin ilman liiallisia lisälaitteita tai raskaita ohjaimia. CAVE-ympäristö koostui kolmesta heijastusnäytöstä, jotka toimivat tilan sivu- ja takaseinänä sekä lattiasta, joka toimi myös heijastusnäyttönä. Pintoihin heijastettiin täysvärikuvat useasta projektorista ja tilaan oli asennettu tietokoneella ohjattu usean kaiuttimen äänijärjestelmä, jolla kyettiin simuloimaan useasta lähteestä tulevia ääniä. Virtuaaliympäristön vaatimat lisälaitteet olivat LCD stereosuljinslasit sekä käteen ja päähän kiinnitetyt sähkömagneettiset sensorit, joiden avulla käyttäjän pään sekä käden liikkeitä voitiin seurata. Virtuaaliympäristön heijastaminen pinnoille mahdollisti huomattavasti suuremman resoluution kuin muut tämän ajan VR-ratkaisut. Heijastusratkaisu myös mahdollisti VR-sisällön sekoittamisen oikeisiin reaaliaikailman esineisiin ja kohteisiin. (Cruz-Neira, Sandin & DeFanti, 1993)

Vaikka VR-teknologiat kävivät läpi useita läpimurtoja jo 80- ja 90-luvuilla, eivät ne onnistuneet saamaan vankkaa jalansijaa muualla kuin tutkimuksen piirissä. Vasta hiljattain 2010-luvulla suorittimien sekä graafisten piirien arkkitehtuuriset harppaukset ja valmistusmenetelmien kehittyminen ovat madaltaneet

kustannuksia sekä käytön kynnystä ja nyt teknologian nähdään olevan kypsä myös kaupalliseen käyttöön. Virtuaalitodellisuutta hyödynnetäänkin nykyään laajasti eri aloilla - niin viihdeteollisuudessa kuin lääketieteellisissäkin ratkaisuissa (Lewis ym., 2012).

2.3 Lisätyn todellisuuden määritelmät

Kuten virtuaalitodellisuudelle, on myös lisätylle todellisuudelle esitetty kirjallisuudessa erilaisia määritelmiä. Teknologian määrittelyä on historiallisesti vaikeuttanut sen läheinen yhteys virtuaalitodellisuuteen. Arkikielessä saattaakin kuulla puhuttavan virtuaalitodellisuudesta ja lisätyistä todellisuudesta toistensa termeillä.

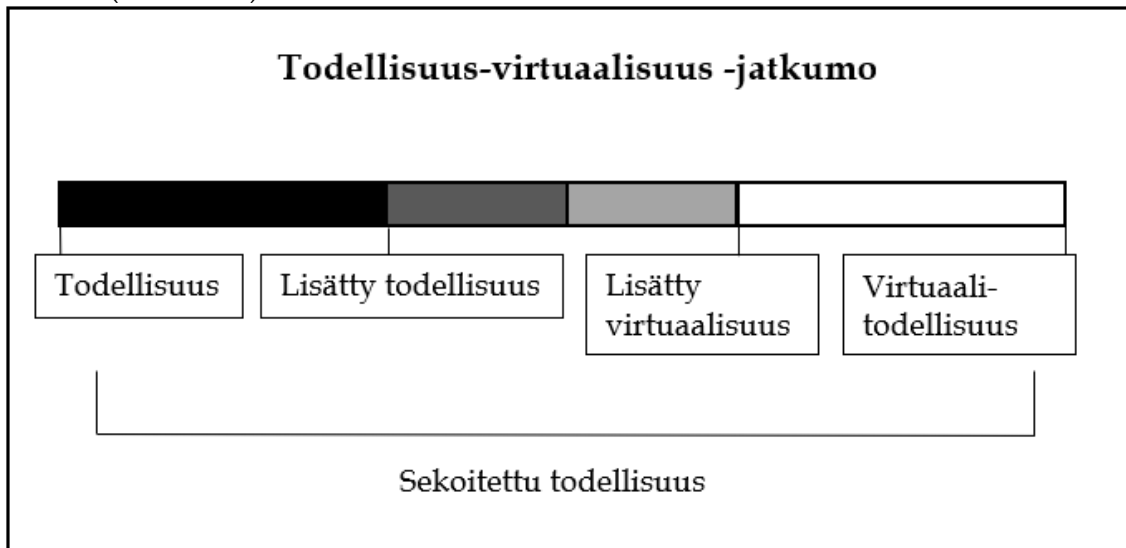
Lisätty todellisuus -termin englanninkielisen vastineen ”*augmented reality*” lanseeraajien Janin, Mizell ja Caudell (1993) määritelmän mukaan lisätty todellisuus -ratkaisu pitää sisällään läpinähtävän HMD-laitteen, sijaintia ja asentoa seuraavan järjestelmän sekä näitä kahta kokonaisuutta tukevan elektroniikan ja ohjelmiston kokonaisuuden. Lisätyssä todellisuudessa HMD-laitteella havainnoidaan todellista ympäristöä, mutta näkymään on lisätty tietokonegeneroituja elementtejä. Janin, Mizell ja Caudell mukaan tällaiset elementit voisivat olla esimerkiksi heidän organisaationsa, Boeingin, tapauksessa erilaisten kappaleiden virtuaalisia valmistus- tai kasausohjeita, jotka näkyisivät suoraan työstettävän kappaleen tai osan päällä.

Toinen, yksinkertaisempi, näkökulma määrittelee lisätyksi todellisuudeksi kaiken, jossa muutoin oikeaan reaaliympäristöön on lisätty tietokonegeneroituja grafiikkaa (Milgram & Kishino, 1994). Määritelmä poikkeaa aiemmasta siten, että se ei sisällä mainintaa HMD-laitteesta. Tällöin esimerkiksi Japanissa suosittu infotaulut, jotka kuvaavat ympäristöstä videokuvaa ja lisäävät siihen muun muassa tietoa ilmanlaadusta, lämpötilasta tai kyseisen paikan kävijämäärästä voitaisiin nähdä lisätyn todellisuuden sovellutuksina, vaikka käytössä ei ole erillistä HMD-laitetta.

Myöhemmissä määritelmissä tunnistetaan virtuaalitodellisuuden sekä lisätyn todellisuuden yhteys ja pidetään luontevana tarkastella näitä kahta teknologiaa yhdessä. Määritelmää helpottamaan kehitettiin todellisuus-virtuaalisuus-jatkumo (eng. *reality-virtuality continuum*). Sen sijaan, että näitä kahta teknologiaa pidettäisiin toistensa vastakohtana tai antiteesinä, voitiin ne sijoittaa saman jatkumon eri pätyihin (Milgram, Takemura, Utsumi & Kishino, 1995).

Todellisuus-virtuaalisuus-jatkumoon liittyy oleellisesti termi sekoitettu todellisuus (eng. *mixed reality*). Sekoitetuksi todellisuudeksi nähdään kaikki, mikä jää todellisuus-virtuaalisuus-jatkumon ääripäädyissä olevien todellisuuden ja virtuaalitodellisuuden väliin. Näin ollen myös lisätty todellisuus on osa sekoitettua todellisuutta. Drascic ja Milgram (1996) määrittivät, että todellisuuden, lisätyn todellisuuden ja virtuaalitodellisuuden lisäksi jatkumoon kuuluu myös niin kutsuttu lisätty virtuaalisuus (eng. *augmented virtuality*). Lisätyllä virtuaalisuudella tarkoitetaan tilannetta, jossa virtuaalitodellisuuteen, tai

virtuaaliympäristöön, on lisätty elementtejä oikeasta elämästä. Esimerkiksi VR-ympäristöön lisätään kameralaitteiston avulla kuva käyttäjästä itsestään tai jostakin tosielämän elementistä tai kappaleesta. Todellisuus-virtuaalisuus-jatkumo sekä eri konseptien asettuminen jatkumolle on havainnollistettu alla olevassa kuviossa. (KUVIO 1)



KUVIO 1 Yksinkertaistettu kuvaus todellisuus-virtuaalisuus-jatkumosta, Drascic & Milgram (1996)

2.4 Lisätyn todellisuuden sovellutusten historia

Edellisessä luvussa esiteltä todellisuus-virtuaalisuus-jatkumo havainnollisti sitä, miten vaikeaa voi olla eritellä jatkumolle sijoittuvia konsepteja toisistaan. Erityisen vaikeaa erittely on, kun puhutaan AR-sovellutuksista. Lisätty todellisuus syntyi pitkälti samoista teknologioista kuin virtuaalitodellisuus, ja ikään kuin virtuaalitodellisuuden sivutuotteena, joten arkipuheessa lisätystä todellisuudesta ja virtuaalitodellisuudesta puhutaan useasti toistensa nimillä.

Kirjallisuudessa mainitaan usein ensimmäisenä AR-sovellutuksena luvussa 2.2 esiteltä, Morton Heiligin luoma, Sensorama -laite. Sensorama loi käyttäjälleen kokonaan keinotekoisena ympäristön, joten laitteen tapauksessa on soveliaampaa puhua virtuaalitodellisuudesta tai -interaktiivisuuden puutteen vuoksi -virtuaaliympäristöstä. Toisena esimerkkinä kirjallisuudessa nostetaan esiin luvussa 2.2 mainittu Ivan Sutherlandin "*Sword of Damocles*" -ratkaisu. Tässäkin tapauksessa ympäristö oli täysin virtuaalinen ja vaikka kokemus olikin interaktiivinen, ei se sisältänyt lainkaan oikean elämän elementtejä, joita lisätyn todellisuuden määritelmä vaatii.

Ensimmäisenä täysin määritelmään sopivana todellisuuden ratkaisuna voidaan pitää vuonna 1970 luotua Videoplace -nimistä virtuaaliympäristöä. Videoplace -ratkaisussa käyttäjien kuva kaapattiin ja heijastettiin seinille. Seinille heijastettiin myös tietokonegeneroituja ympäristöjä sekä olioita, joiden kanssa

käyttäjät pystyivät olemaan vuorovaikutuksessa. (Krueger, Gionfriddo, & Hinrichsen, 1985) Koska tietokonegrafiikan lisäksi ratkaisussa käytettiin käyttäjän omaa kuvaa tai käyttäjän siluettia, eli oikean elämän elementtiä, voidaan Videoplacen tapauksessa puhua lisätystä todellisuudesta.

Vuonna 1993 Louis Rosenberg loi AR-järjestelmän, jossa robottikäden operoijan tuli liikuttaa tappeja lähtökolosta kohdekoloon. Operoija käytti robottikättä etänä ja sai kuvan kohdehuoneesta HMD-laitteen avulla. Laitteen näkymään lisättiin erilaisia virtuaalisia apuobjekteja (eng. *virtual fixture*). AR-järjestelmän tarkoituksena oli tutkia olisiko tällaisista virtuaalisista apuobjekteista tai -merkinnöistä hyötyä tarkkuutta vaativissa tehtävissä esimerkiksi teollisuuden tai lääketieteen parissa. Tutkimuksen tulos oli, että tämänkaltaisista virtuaalisista apuobjekteista voi olla suurta hyötyä tarkkuutta vaativissa tehtävissä. Rosenberg raportoi jopa 70 % lisäystä toimintakyvyssä, kun operoijan apuna oli näkymään lisätyt virtuaaliset apuobjektit (Rosenberg, 1993).

2000-luvun taitteessa AR-teknologian tutkimus ja ratkaisut lisääntyivät, mutta kuten virtuaalitodellisuuden tapauksessa, teknologia ei ollut vielä tarpeeksi matalakustanteista tai helposti lähestyttävää kuluttajille. Ehkä merkittävin vuosituhaten vaihteen edistyksistä lisätyn todellisuuden saralla oli Yhdysvaltain Naval Research Laboratoryn kehittämä BARS (*Battlefield Augmented Reality System*) -ratkaisu, jonka avulla sotilaille pyrittiin antamaan reaaliaikaista tietoa toimintaympäristöstään sekä omien joukkojen sijainnista ja liikkeistä suoraan näiden HMD-laitteisiin (Yohan, Julier, Baillet, Lanzagorta, Brown & Rosenblum, 2000). BARS-järjestelmää voisi hyvin verrata ominaisuuksiltaan johonkin nykyiseen AR-ratkaisuun, vaikkakin laitteisto oli raskaampaa ja tietokonegrafiikka nykypäivän standardeilla yksinkertaista.

Lisätty todellisuus seurasi samaa trendiä kuin virtuaalitodellisuus ja löi varsinaisesti läpi kuluttajamarkkinoille vasta 2010-luvulla. Tunnetuin 2010-luvun AR-sovellus oli Niantic -ohjelmistotalon luoma Pokémon Go -peli. Poiketen aiemmista sovellutuksista, peli ei vaadi kallista tai vaikeakäyttöistä laitteistoa, vaan sitä pystyy pelaamaan lähes kaikilla älypuhelimilla. Pelissä pelaaja kulkee oikeissa ympäristöissä etsimässä ja pyydystämässä Pokémon -peliuniversumiin kuuluvia Pokémon -nimisiä olentoja. Pyydystäminen tapahtui älylaitteen kameran hyödyntämällä siten, että käyttäjä katselee oikeata ympäristöään laitteen läpi ja peli lisää ympäristöön Pokémoneja ja muita peliin kuuluvia elementtejä. (Rauschnabel, Rossmann & Dieck, 2017). Julkaisunsa aikaan peli oli ylivoimaisesti suosituin AR- sekä mobiilipeli (Zsila ym., 2018).

3 Teknologioiden sovellutukset vanhainhoitoalalla

Edellisessä luvussa tutustuttiin VR- ja AR-tekniologioiden historialliseen viitekehitykseen ja niiden historiallisiin sovellutuksiin. Tässä kappaleessa perehdytään siihen, millaisilla eri tavoilla kyseisiä teknologioita on sovellettu vanhainhoidon tai vanhushuollon kontekstissa.

Mahdollisia eri sovellutuksia kyseisille teknologioille on lukemattomia erilaisia, joten selvyuden vuoksi tarkastelu on jaettu kahteen osioon. Ensimmäisessä alaluvussa tarkastellaan ratkaisuita, joiden tarkoituksena on parantaa ikäihmisten toimintakykyä ja ennaltaehkäistä ikääntymiseen liittyviä haitallisia tekijöitä. Toisessa luvussa keskitytään puolestaan aktiivisesti vanhusten elämää helpottaviin sovellutuksiin.

3.1 Ennaltaehkäisevät ja toimintakykyä ylläpitävät sovellutukset

Tutkimusten mukaan suurimpia tekijöitä vanhusten hyvinvoinnin kannalta ovat fyysinen sekä kognitiivinen toimintakyky. Elimistön vanhetessa arkipäiväisistä fyysisistä toimista, kuten tuolilta nousemisesta tai portaiden kiipeämisestä, voi tulla haastavaa (Goldspink, 2005). Tällaiset arkielämän liikuntavaikkeudet kertovat Rantakokon ja kollegoiden (2013) mukaan myös tulevista ongelmista päivittäiselämän hallinnassa ja voivat kasvattaa vammautumiseriskiä ja mahdollisuutta laitoshoidon tarpeelle.

Myös muutokset ikäihmisten kognitiossa vaikuttavat elämäntapoihin sekä mahdolliseen avuntarpeeseen. Ikääntymisen myötä aivomuutokset saavat aikaan vaikeuksia esimerkiksi muistin, puheen tulkinnan ja refleksien kanssa sekä monien asiakokonaisuuksien samanaikaisessa käsittelyssä (eng. *multi tasking*) (Kirk-Sanchez, & McGough, 2014). Tällaiset vaikeudet heijastuvat väistämättä myös ikäihmisten arkielämään.

Edellä kuvattuja ikääntymisen hankaluuksia varten on kehitetty monia eri virtuaalitodellisuuden sekä lisätyn todellisuuden sovellutuksia ennaltaehkäisemään niin fyysisen kunnon, kuin kognitiivisen tason heikentymistä. Virtuaalitodellisuuden ratkaisut voivat olla kustannustehokas ja vähäriskinen vaihtoehto vanhusten motorisia kykyjä parantamaan. Cho, Hwangbo ja Shin (2014) mukaan kahdeksan viikon mittaisella virtuaalitodellisuusratkaisuun perustuvalla tasapainoharjoittelulla saatiin parannettua iäkkään testiryhmän tasapainoa - ja näin ollen vähennettyä kaatumiseriskiä ja lisättyä yleistä liikkuvuutta merkittävästi.

Toisessa tutkimuksessa iäkkäistä naisista koostuva testiryhmä osallistui kuuden viikon mittaiseen testijaksoon, jossa he harjoittelivat kaksi kertaa viikossa VR-kajakkipelillä. Testijakson päätteeksi ryhmäläisten puristusvoiman, tasapainon sekä kognitiivisten toimintojen todettiin parantuneen verrattuna kontrolliryhmään (Lee, Park, Kang, Yang & Park, 2011).

Vaikka myös puhtaasti motorisia kykyjä ylläpitämään ja mittaamaan suunniteltujen VR-sovellusten on todistettu parantavan myös käyttäjien kognitiivisia kykyjä, on niitä varten kehitetty myös omia VR- ja AR-ratkaisuja. Eräässä tutkimuksessa iäkkäät testihenkilöt laitettiin kulkemaan VR-ympäristöön tavoitteenaan löytää reitti niin kutsutun VR-labyrintin loppuun. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, voisiko tämänkaltaisella VR-harjoittelulla olla positiivisia vaikutuksia ikäihmisten muistiin, paikkatietoisuuteen ja mielialaan (Optale ym., 2010). Optalen ja kollegoiden tulos oli, että harjoittelulla oli selvästi positiivinen vaikutus pitkäaikaismuistiin, joka on merkittävä tekijä vanhuksen hyvinvoinnin kannalta, mutta VR-harjoittelun luonteesta huolimatta ei testihenkilöiden visuospatiaalisissa, eli muodon tai paikan, tunnistuskyvyissä huomattu parannusta, eikä tulosten kannalta voida väittää, että saavutettu hyöty välttämättä ilmenisi parantuneena arkielämän toimintakykynä.

Toisissa tutkimuksissa on kuitenkin todettu AR- tai VR-työkalujen käytön olevan hyvä väline vanhusten kognition ylläpidossa tai parantamisessa. Hoe, Lee, Chen ja Chang (2019) suorittamassa tutkimuksessa vanhusten visuospatiaalista, kykyä mitattiin ja pyrittiin parantamaan lisättyyn todellisuuteen pohjautuvalla järjestelmällä, joka mittasi testihenkilöiden mentaalisen rotaation (eng. *mental rotation*) kykyä. Tutkimuksessa todettiin, että testiryhmän tulokset sekä reaktioajat paranivat testijakson aikana huomattavasti. Mitattujen hyötyjen lisäksi koehenkilöiden hoitajia sekä läheisiä haastateltiin ja he raportoivat saavutettujen hyötyjen siirtyneen myös vanhusten arkielämään paremman toimintakyvyn muodossa (Hoe, Lee, Chen, & Chang, 2019).

Joidenkin tutkimusten negatiivisista tuloksista huolimatta, suuri osa kirjallisuudesta tuntuu tukevan ajatusta, että VR- ja AR-sovellutuksilla voidaan saavuttaa hyötyjä vanhusten toimintakyvyn ylläpidon kannalta. Edellä mainittujen tutkimusten lisäksi muun muassa Garcia-Betances ja kollegat (2015) totesivat tutkimuksessaan VR-pohjaisten kognitiiviseen kuntoutukseen suunnattujen järjestelmien olevan kykeneviä saavuttamaan niille asetetut kuntoutus- ja harjoitustavoitteet. Järjestelmien käytön nähtiin lieventävän ikääntymisen tuomia psykologisia ja käyttäytymiseen liittyviä muutoksia.

3.2 Aktiivisesti avustavat sovellutukset

Jos vanhuksen fyysiset tai kognitiiviset kyvyt ovat jo kerenneet taantua, voi erilaisista VR- ja AR-teknologioiden sovellutuksista löytyä apua myös jo realisoituneisiin arjen hankaluuksiin. Teknologisilla sovellutuksilla voidaan tehdä tiettyjä arjen toimia helpommiksi ikäihmisille, tai jopa mahdollistaa toimia, jotka olivat esimerkiksi vanhuksen toimintakyvyn aleneman takia aiemmin mahdottomia.

Yksi iäkkäiden itsenäisyyttä ja hyvinvointia ylläpitävä tekijä on kyky kuljettaa autoa tai muuta ajoneuvoa. Edellisessä luvussa käsiteltyjen ikääntymisen vaikutusten kuten fyysisen sekä kognitiivisen kunnon ja esimerkiksi näön heikentyminen voi aiheuttaa tilanteen, jossa vanhus ei enää voi kuljettaa ajoneuvoa turvallisesti ja menettää ajokorttinsa. Ajokyky on kulttuurissamme eräänlainen

statussymboli sekä se yhdistetään usein itsenäisyyteen. Ajokyvyn tai -oikeuden menettäminen voi helposti johtaa vanhuksen liikkumiskyvyn rajoittumiseen ja sitä käyttä tämän eristäytymiseen, yksinäisyyden tunteisiin ja suurempaan toimintakyvyn alenemiseen (Gillins, 1990).

Schall ja kollegat (2013) tutkivat luvussa 2.4 mainittujen lisätyn todellisuuden apuobjektien hyödyntämistä ikäihmisten ajoneuvon kuljettamisen yhteydessä. Kokeessa apuobjektien tarkoitus oli kiinnittää kuljettajan huomio valikoituihin liikenteessä esiintyviin kohteisiin, joiden näkyvyys voi olla huono. Näitä olivat esimerkiksi liikennemerkkit ja jalankulkijat. Tutkimuksen perusteella vanhusten havainnointikyky parani jalankulkijoiden osalta 25 % ja liikennemerkkien osalta 5 % käytettäessä virtuaalisia apuobjekteja (Schall ym., 2013). Ongelmat näön ja havainnointikyvyn osalta ovat Abou-Raya ja ElMeguid (2009) mukaan yksi suurimmista syistä vanhusten tieliikenneonnettomuuksille, joten kuvatuskaltaisella lisätyn todellisuuden ratkaisulla voitaisiin mahdollisesti nostaa iäkkään kuljettajan havainnointikykyä, lisätä ajoneuvon kuljetuskykyä, lisätä tämän kykyä itsenäiseen elämään ja näin ollen viivästyä yksilön mahdollista tarvetta lisähoidolle tai -huolenpidolle.

Ajoneuvon kuljetuskyvyn lisäksi yksi ikääntyneiden ihmisten hyvinvointia nostava tekijä on kyky asua itsenäisesti. Myös itsenäistä asumista tukemaan on kehitetty erilaisia lisätyn ja virtuaalitodellisuuden sovellutuksia. Yksi tällaisista on Park, Ro, Lee ja Han (2019) kehittämä Deep-cARe -järjestelmä. Deep-cARe yhdistelee kuvantunnistusta, syväoppimista, lisättyä todellisuutta sekä projektio-tekniologiaa tarjotakseen vanhuksille tukea asunoon. Deep-cARe -järjestelmä pystyy muun muassa tunnistamaan vanhuksen asennosta mahdollisen hätätilanteen ja hälyttämään apua, auttaa vanhusta asunnon esineiden sekä niiden paikkojen muistamisessa, muistuttaa vanhusta ottamaan lääkkeitä sekä estämään kaupustelijoiden visiittejä kasvontunnistusteknologialla.

Hervás, Garcia-Lillo ja Bravo (2011) esittelevät teoksessaan toisen, matalakustanteisemman ja kevyemmän ratkaisun vanhusten asumisen tueksi. Tutkijoiden suunnittelema järjestelmä on toimintaperiaatteelta melko samanlainen kuin edellä esitelty Deep-cARe -järjestelmä, mutta erillisen laitteiston sijaan järjestelmää pystyisi käyttämään älypuhelimella, kuten Apple iPhoneilla. Tutkijoiden ratkaisussa puhelimella ympäristöä, kuten vanhuksen asuntoa, kuvattaessa järjestelmä tunnistaa kohteita ja tarjoaa tietoa sekä ohjeita erilaisten asioiden hoitamiseen. Yksi tutkijoiden esittelemistä esimerkkitapauksista oli pesukoneen käyttö: kun vanhus osoittaa puhelimellaan pesukonetta, järjestelmä kertoo käyttäjälle, että kyseessä on pesukone ja esittää askelnumeroidut ohjeet laitteen käyttämiseen helposti ymmärrettävässä visuaalisessa muodossa. Tämänkaltaiset älypuhelimilla ja helposti navigoitavilla käyttöjärjestelmillä käytettävät yksinkertaiset vanhuksien arkielämää helpottavat innovaatiot voivat olla ratkaisevassa roolissa vanhusten itsenäisen elämän pidentämisessä sekä elämänlaadun nostamisessa.

4 Teknologioiden tuomat hyödyt ja haasteet vanhainhoidossa

Edellisessä luvussa käytiin läpi erilaisia vanhusten toimintakykyä ylläpitäviä sekä heitä aktiivisesti auttavia virtuaali- sekä lisätyn todellisuuden sovellutuksia. Tässä luvussa koostetaan sovellutusten esittelyn yhteydessä esiin nousseita hyötyjä, esitellään kirjallisuudessa esiintyneitä lisähyötyjä ja toisaalta perehdytään mahdollisiin haasteisiin VR- ja AR-tekniologioiden hyödyntämisestä vanhainhoidon kontekstissa.

4.1 Hyödyt

Kuten luvussa 3 ilmeni, virtuaali- sekä lisätyn todellisuuden soveltamisella voi olla huomattavia hyötyjä niin avustavina, kuin ennaltaehkäisevinä ratkaisuinä ikäihmisten hyvinvoinnin ja toimintakyvyn osalta. Realisoituva hyöty voi vaihdella vanhuksen kohonneesta elämänlaadusta aina potentiaaliin hoito-organisaation kustannussäästöihin.

Baker ja kollegoiden (2021) tutkimuksessa todettiin VR- ratkaisun mahdollistaman immersiiivisten kokemusten parantavan palvelukeskuksessa tai hoitokodissa asuvien vanhusten elämänlaatua. Monet keskuksen asukkaista olivat liikuntarajoitteisia, käyttivät pyörätuolia sekä kärsivät vähintään lievistä kognitiivisen kyvyn heikentymästä, joten heidän liikkeensä keskuksen ulkopuolella olivat rajattuja ja vaativat henkilökunnan avustamista. VR- sovellus mahdollisti vanhukselle aktiviteetteja ja kokemuksia, joita hoitohenkilökunta tai muut asukkaat eivät voineet heille tarjota.

VR- ja AR-tekniologioiden on todettu myös tuottavan konkreettisimpia hyötyjä ikäihmisille. Luvussa 3.1 mainitussa Cho, Hwangbo ja Shin (2014) tutkimuksessa todettiin, että vain kahdeksan viikon mittaisella VR-tekniologiaa hyödyntävällä harjoittelujaksolla pystyttiin nostamaan vanhusten tasapainoa sekä vähentämään kaatumisriskiä. Vaikka normaalilla liikunnalla tai vastusharjoittelulla voitaisiin saavuttaa vastaavia, tai suurempia hyötyjä, on huomattava, että vanhus tarvitsee tällaiseen toimintaan lähes poikkeuksetta hoitajan tai valvojan. Modernia AR- tai VR- ratkaisua ikäihminen pystyisi hyödyntämään perehdytyksen jälkeen täysin itsenäisesti – säästäten palvelukeskusten ja hoitolaitosten alati pieneneviä resursseja.

Myös luvussa 3.1 esitellyssä Lee, Park, Kang, Yang ja Park (2011) tutkimuksessa VR-ratkaisun todettiin parantavan vanhusten motorisia kykyjä kuten tasapainoa ja puristusvoimaa. Motoristen hyötyjen lisäksi VR-kajakki harjoittelun todettiin myös nostaneen vanhusten mielialaa. Myös muita positiivisia vaikutuksia kognitioon nousi esiin kirjallisuudesta. Esimerkiksi Hoe, Lee, Chen ja Chang (2019) tutkimuksessa VR- ja AR-työkalujen hyödyntämisen todettiin nostaneen vanhusten visuospatiaalista kykyä. Visuospatiaalista kykyä pidetään yleisesti

yhtenä kognitiotason mittareista ja korkea visuospatiaalinen kyky yhdistyy usein korkeampaan toiminta- sekä keskittymiskykyyn (Martin, Thomson, Blizzard, Wood, Garry & Srikanth, 2009).

Vaikka jotkin tutkimukset, kuten Optalen ja kollegoiden (2010) tutkimus, suhtautuvat kriittisemmin VR- ja AR-sovellutusten hyötyjen heijastumisesta ikäihmisten arkielämään, myös he toteavat, että kyseisten teknologioiden hyödyntämisellä pystyttiin parantamaan kohdehenkilöiden pitkäaikaismuistia. Suurin osa käsitellyistä kirjallisuudesta, kuten luvussa 3.1 mainittiin, kuitenkin tukee ajatusta, että kyseisten teknologioiden soveltamisella voidaan saavuttaa hyötyjä, jotka heijastuvat myös vanhusten kasvaneena arjen toimintakykenä. Taulukossa 2 kootaan yhteen kirjallisuudessa esiintyneet VR- ja AR-teknologiaan pohjautuvien ratkaisujen hyödyt.

TAULUKKO 2 Virtuaali- sekä lisätyn todellisuuden sovellutusten hyödyt

Sovellutus	Hyödyt
Tasapainoharjoittelu (VR) (Cho, Hwangbo & Shin, 2014)	<ul style="list-style-type: none"> • parantunut tasapaino • vähentynyt kaatumisriski
Kajakkipeli (VR) (Lee, Park, Kang, Yang & Park, 2011)	<ul style="list-style-type: none"> • parantunut tasapaino • parantunut puristusvoima • parantuneet kognitiiviset toiminnot
Labyrinttiharjoitus (VR) (Optale ym., 2010)	<ul style="list-style-type: none"> • parantunut pitkäaikaismuisti
Mentaalisen rotaation harjoitusvel- lus (VR) (Hoe, Lee, Chen ja Chang, 2019)	<ul style="list-style-type: none"> • parantunut reaktioaika • parantuneet kognitiiviset toiminnot • parempi arkielämän toimintakyky
Ajonavustin (AR) (Schall ym., 2013)	<ul style="list-style-type: none"> • 25 % parantunut jalankulkijoiden havainnointi- kyky • 5 % parantunut liikennemerkkien havainnoin- tiskyky
Yksinasumisen avustaja (AR) (Park, Ro, Lee ja Han ,2019)	<ul style="list-style-type: none"> • Turvallisempi yksinasuminen • Helpommat arjen toiminnot (muistiavusteet, toimintoavusteet, kaupustelijoiden tunnistus)

4.2 Haasteet

Vaikka VR- ja AR-ratkaisuiden käytettävyys on noussut ja kustannukset ovat las-
keneet merkittävästi teknologioiden alkutaipaleen kankeista sovellutuksista, on

syitä tarkastella minkälaisia haasteita teknologioiden käyttö tuo, kun käyttäjäkuntana on mahdollisesti kognitiivisesta alenemasta tai muista sairauksista kärsiviä ikäihmisiä.

Yksi VR-, ja osittain myös AR-, ratkaisuihin liittyvistä haasteista on merisairauteen verrattava VR-pahoinvointi, jota osa käyttäjistä kokee. Huonovointisuus ei ole ainoastaan ikääntyneiden ongelma, vaan myös osa nuoremmista ja muuten terveistä käyttäjistä kärsii vaivasta (Lee, Kim, & Kim, 2017). Jos käyttäjä kokee huonovointisuutta teknologioita käytettäessä, ei tämä luultavasti tule hyödyntämään sitä oman toimintakykynsä ylläpitämiseen tai nostamiseen. Korkeamman virkistystaajuuden omaavat näyttölaitteet ovat osaltaan helpottaneet ongelmaa, mutta asia tulee kuitenkin huomioida mahdollisia VR- ja AR-ratkaisuja suunnitellessa ja toteuttaessa. Myös vakavimmista kognitiivisista häiriöistä, kuten dementiaasta, kärsivät yksilöt voivat kokea VR-pahoinvoinnin tai muut HMD-laitteiden käyttöön liittyvät negatiiviset tunteet huomattavasti voimakkaammin kuin vain lievistä kognitiivisesta alenemasta kärsivät vanhukset.

Toinen haaste on teknologioiden hyväksyntä sekä käytettävyys. Vanhusten voisi olettaa pitävän VR- tai AR-sovellutuksia vaikeakäyttöisinä sekä luotaantyöntävinä, jos yksilöillä ei ole aiempaa kokemusta kyseisistä teknologioista – tai muusta modernista IT-teknologiasta. Testitapauksissa on kuitenkin todettu, että vaikka vanhukset usein suhtautuvat VR- ja AR-teknologioihin alustavasti hyvin kriittisesti, käsitykset muuttuvat usein positiivisiksi teknologian hyödyntämisen jälkeen. Yksi osa tätä haastetta on ikääntyneiden heikentynyt muisti, jonka vuoksi muun muassa modernien AR- sekä VR-laitteistojen ohjaimet tuntuvat vierailta ja eri painikkeiden takana olevien toimintojen opetteluun kuluu aikaa. (Coldham & Cook, 2017). Vanhuksille suunnattuja järjestelmiä suunnitellessa tulisikin ottaa huomioon tämä ja pyrkiä erottelemaan painikkeita esimerkiksi niiden tekstuuria tai kokoa hyödyntäen - helpottaen niiden erottamista toisistaan ja madaltaen käytön kynnystä ikäihmisille, jotka eivät välttämättä ole käyttäneet VR- tai AR-laitteiden ohjainten kaltaisia laitteita aiemmin. Kirjallisuudessa esiin nousseet VR- ja AR-teknologioiden haasteet ja niille esitetyt ratkaisut on eritelty taulukossa 3.

TAULUKKO 3 Virtuaali- sekä lisätyn todellisuuden haasteet ja niihin ehdotetut ratkaisut

Haasteet	Esitetty ratkaisu
VR-pahoinvointi (Lee, Kim, & Kim, 2017)	<ul style="list-style-type: none"> • Näyttölaitteiden korkeampi resoluutio, eli kuvatarkkuus • Näyttölaitteiden korkeampi päivitystaajuus
Teknologian hyväksyminen (Coldham & Cook, 2017)	<ul style="list-style-type: none"> • Teknologialle altistaminen
Teknologian käytettävyys (Coldham & Cook, 2017)	<ul style="list-style-type: none"> • Vanhuksen tarpeet edellä suunnitellut sovellutukset • Selkeämmät käyttöliittymät • Selkeämmät ohjainlaitteet

5 Yhteenveto

Virtuaali- sekä lisätty todellisuus ovat viettäneet renessanssiaikaansa viime vuosina. Teknologioiden erilaiset sovellutukset ovat lyöneet ennätyksiä viihdeteknologian saralla muun muassa Pokémon Go -villityksen sekä uusien pelikonsoleiden VR-kykeneväisyyksien myötä. VR- ja AR-tekniikat ovat kehittyneet 60-luvun alkutaipaleen konsepteista ja kankeista sovellutuksista innovaatioiden mahdollistajaksi, joita hyödynnetään jo laajasti eri aloilla kuten terveyden- ja sairaanhoidossa, markkinoinnissa, teollisuudessa sekä erilaisissa koulutusyhteyksissä – viihde- ja peliteollisuudesta puhumattakaan.

Vanhainhoidon yhteydessä teknologioiden hyödyntäminen on kuitenkin pitkälti lapsenkengissään. Ottaen huomioon väestönrakenteen kehityksen niin Suomessa kuin globaalistikin, olisi luontevaa etsiä ratkaisua ja apua uusien teknologioiden - kuten virtuaalitodellisuuden ja lisätyn todellisuuden - kautta. Lisäpainetta uusille toimintatavoille ja sovellutuksille tuo perinteisten lähi- sekä vanhainhoitotöiden suosion hiipuminen. Tällainen työmäärien lisääntymisen sekä työvoiman vähentymisen yhtälö on pitkällä aikavälillä kestävä hoidon laadun sekä vanhusten elämänlaadun takaamisen näkökulmasta.

Tutkielmassa pyrittiin löytämään mahdollisia ratkaisuja kuvailtuun ongelmiin tutkimalla VR- sekä AR-tekniikoita sekä niiden sovellutuksia vanhainhoidossa. Teknologioiden teoreettinen sekä historiallinen viitekehys käsiteltiin erillisinä kokonaisuuksina, jonka jälkeen keskityttiin sovellutuksiin – jakaen sovellutukset aktiivisesti avustaviin sekä ennaltaehkäiseviin ratkaisuihin - sekä lopuksi teknologioiden tuomiin hyötyihin sekä mahdollisiin haasteisiin.

VR- ja AR-sovellusten todettiin tarjoavan hyötyjä ja lisäarvoa ikääntyneille. VR- ja AR-sovellutuksilla on potentiaalia pidentää vanhusten itsenäistä elämistä ja siirtää mahdollista hoidontarvetta myöhemmälle. Ratkaisuskaala ylsi vanhusten itsenäistä liikkumiskykyä ylläpitävistä sovellutuksista, kuten autonkuljettamista helpottavasta lisätyn todellisuuden ratkaisuista, jotka parantavat käyttäjän liikenteen havainnointikykyä, aina itsenäistä asumista tukeviin ratkaisuihin, jotka helpottivat käyttäjiä arjen toiminna, kuten taloudenpidossa, erilaisten virtuaalisten ohjeiden sekä muistiavusteiden kautta.

VR- ja AR-ratkaisuilla tunnistettiin myös olevan potentiaalia ikääntymisen tuomien negatiivisten vaikutusten ennaltaehkäisyssä. Erilaisilla teknologioihin perustuvilla harjoittelu- ja peliratkaisuilla pystyttiin nostamaan käyttäjien toimintakykyä niin muistin, visuospatialisen kyvyn, yleisen kognition, tasapainon, kuin nousseen fyysisen kunnan muodossa. Kaikilla luetelluilla kyvyillä on todettu olevan yhteys vanhusten itsenäisyysasteeseen ja yleiseen elämänlaatuun.

Myös perinteisillä fyysisillä harjoituksilla sekä aivotyöskentelyllä pystytään saavuttamaan samankaltaisia tuloksia, mutta vanhusten kontekstissa tulee ottaa huomioon, että palvelukeskuksilla ja hoitokodeilla ei välttämättä ole resursseja toteuttaa näitä aktiviteetteja, eikä esimerkiksi leskeksi joutuneella, yksinelävällä ikäihmisellä välttämättä ole aloitekykyä tai motivaatiota tehdä harjoitteita ilman avustusta. Hyvin toteutetulla ja vanhuksille suunnitellulla

virtuaalitodellisuuden tai lisätyn todellisuuden ratkaisulla vanhuksset voisivat hoitaa toimintakykynsä ylläpitoa itse, kasvattaen samalla vanhuksen itsenäisyydentunnetta.

Kirjallisuudessa esiintyneet haasteet tiivistyivät pitkälti HMD-laitteiden aiheuttamaan pahoinvointiin - VR-pahoinvointiin - sekä teknologioiden käytettävyyteen liittyviin haasteisiin. Ylipäätään VR:n sekä AR:n haasteita vanhusten ja vanhainhoidon kontekstissa oli tutkittu niukasti. Vanhusten kuitenkin todettiin kykenevän sovellutusten käyttöön ja negatiivisten asenteiden kyseisiä teknologioita kohtaan todettiin laskevan teknologioille altistamisen myötä. Ensimmäisten käyttökertojen jälkeen käyttäjien suhtautuminen teknologioihin ja niiden hyödyntämiseen muuttui enimmäkseen positiiviseksi. Vanhusten todettiin olevan käyttäjäkuntana uniikki ja vaativan erityistä huomiota ratkaisuiden sekä käyttöliittymien suunnittelussa ja toteuttamisessa.

Kaiken kaikkiaan voidaan todeta, että virtuaalitodellisuuteen sekä lisättyyn todellisuuteen perustuvilla vanhainhoidon ratkaisulla voidaan saavuttaa huomattavia etuja ja hyötyjä niiden haasteista huolimatta. Näiden hyötyjen hoitoorganisaatiolle realisoitumisesta tai vaikutuksesta hoidontarpeeseen on kuitenkin hyvin niukasti lähdemateriaalia saatavilla. Jatkon kannalta olisikin mielenkiintoista tutkia miten esimerkiksi suomalaisissa hoitokodeissa tai palvelukeskuksissa reagoitaisiin tällaisiin virtuaalitodellisuuden sekä lisätyn todellisuuden ratkaisuihin ja mitata millaisia konkreettisia hyötyjä - sekä kustannuksia - ratkaisut aiheuttaisivat hoito-organisaatiossa tai yksinasuvan vanhuksen elämässä. Kuten mainittu, työvoimapula sekä ikääntyvä väestö ovat haasteita myös kotimaiselle vanhainhoidolle ja voisi olla hyödyllistä tarkastella määrällisesti teknologioiden hyödyntämisen etuja kuten eri ratkaisuiden toteuttamisen hintaa sekä mahdollisia rahallisia etuja kuten lääke- tai hoitosäästöjä.

Mahdollisia jatkotutkimusaiheita tai tutkimuskysymyksiä voisivat olla esimerkiksi: Voiko VR-harjoitteita aktiivisesti tekevän vanhuksen lääkemääriä pienentää alentamatta tämän elämänlaatua, kuinka monta vuotta keskimäärin AR-avustusjärjestelmä voisi pidentää yksinelävän vanhuksen itsenäistä elämää tai kuinka monta ajo-oikeudellista vuotta AR-ajonavustusjärjestelmä voisi tarjota ikääntyneelle kuskille.

Tutkielma on onnistunut tavoitteidensa täyttämässä, jos tutkielman luetuaan lukija ymmärtää mitä VR- ja AR-teknologiat ovat, millaisia teknologioiden sovellutuksia on mahdollista hyödyntää vanhainhoidon kontekstissa sekä millaisia hyötyjä ja haasteita teknologioiden soveltaminen tuo esiin.

LÄHTEET

- Abou-Raya, S., & ElMeguid, L. A. (2009). Road traffic accidents and the elderly. *Geriatrics & gerontology international*, 9(3), 290-297.
- Baker, S., Waycott, J., Robertson, E., Carrasco, R., Neves, B. B., Hampson, R., & Vetere, F. (2020). Evaluating the use of interactive virtual reality technology with older adults living in residential aged care. *Information Processing & Management*, 57(3), 102105.
- Baudisch, P. (2015). Virtual reality in your living room: technical perspective. *Communications of the ACM*, 58(6), 92-92.
- Boyd, D. E. & Koles, B. (2019). Virtual reality and its impact on B2B marketing: A value-in-use perspective. *Journal of Business Research*, 100, 590-598. doi:10.1016/j.jbusres.2018.06.007
- Brooks Jr, F., Burbeck, C., Durlach, N., Ellis, M. S., Lackner, J., Robinett, W., ... & Wenzel, D. E. (1992). *Research directions in virtual environments*. *Computer Graphics*, 26(3), 153.
- Cho, G. H., Hwangbo, G., & Shin, H. S. (2014). The effects of virtual reality-based balance training on balance of the elderly. *Journal of physical therapy science*, 26(4), 615-617.
- Choi, D. H., Dailey-Hebert, A., & Estes, J. S. (Eds.). (2016). *Emerging tools and applications of virtual reality in education*. Hershey, PA: Information Science Reference.
- Coldham, G., & Cook, D. M. (2017, Syyskuu). VR usability from elderly cohorts: Preparatory challenges in overcoming technology rejection. Teoksessa 2017 *National Information Technology Conference (NITC)* (131-135). IEEE.
- Cruz-Neira, C., Sandin, D. J., & DeFanti, T. A. (1993, Syyskuu). Surround-screen projection-based virtual reality: the design and implementation of the CAVE. Teoksessa *Proceedings of the 20th annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, 135-142.
- Drascic, D., & Milgram, P. (1996, Huhtikuu). Perceptual issues in augmented reality. Teoksessa *Stereoscopic displays and virtual reality systems III* (Vol. 2653, 123-134). International Society for Optics and Photonics.
- Estes, J. S., Dailey-Hebert, A., & Choi, D. H. (2017). Integrating technological innovations to enhance the teaching-learning process. Teoksessa *Medical Education and Ethics: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*, 1476-1504. IGI Global.

- Garcia-Betances, R. I., Jiménez-Mixco, V., Arredondo, M. T., & Cabrera-Umpiérrez, M. F. (2015). Using virtual reality for cognitive training of the elderly. *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias*®, 30(1), 49-54.
- Gillins, L. (1990). Yielding to age: When the elderly can no longer drive. *Journal of gerontological nursing*, 16(11), 12-15.
- Goldspink, D. F. (2005). Ageing and activity: their effects on the functional reserve capacities of the heart and vascular smooth and skeletal muscles. *Ergonomics*, 48(11-14), 1334-1351.
- Hervás, R., Garcia-Lillo, A., & Bravo, J. (2011). Mobile augmented reality based on the semantic web applied to ambient assisted living. Teoksessa *International workshop on ambient assisted living*, 17-24. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Hoe, Z. Y., Lee, I. J., Chen, C. H., & Chang, K. P. (2019). Using an augmented reality-based training system to promote spatial visualization ability for the elderly. *Universal Access in the Information Society*, 18(2), 327-342.
- Janin, A. L., Mizell, D. W., & Caudell, T. P. (1993, Syyskuu). Calibration of head-mounted displays for augmented reality applications. Teoksessa *Proceedings of IEEE Virtual Reality Annual International Symposium*, 246-255. IEEE.
- Kirk-Sanchez, N. J., & McGough, E. L. (2014). Physical exercise and cognitive performance in the elderly: current perspectives. *Clinical interventions in aging*, 9, 51.
- Krueger, M. W., Gionfriddo, T., & Hinrichsen, K. (1985, Huhtikuu). VIDEOPLACE—an artificial reality. Teoksessa *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 35-40.
- Lasko-Harvill, A., Blanchard, C., Smithers, W., Harvill, Y., & Coffman, A. (1988, Tammikuu). From DataGlove to DataSuit. Teoksessa *Digest of Papers. COMPCON Spring 88 Thirty-Third IEEE Computer Society International Conference* (536-538). IEEE.
- Lee, J., Kim, M., & Kim, J. (2017). A study on immersion and VR sickness in walking interaction for immersive virtual reality applications. *Symmetry*, 9(5), 78.
- Lee, J. H., Park, S. U., Kang, J. I., Yang, D. J., & Park, S. K. (2011). Effects of virtual reality exercise program on muscle activity and balance abilities in elderly women. *The Journal of Korean Physical Therapy*, 23(4), 37-44.

- Lewis, T. M., Aggarwal, R., Kwasnicki, R. M., Rajaretnam, N., Moorthy, K., Ahmed, A., & Darzi, A. (2012). Can virtual reality simulation be used for advanced bariatric surgical training?. *Surgery*, 151(6), 779-784.
- Martin, K., Thomson, R., Blizzard, L., Wood, A., Garry, M., & Srikanth, V. (2009). Visuospatial ability and memory are associated with falls risk in older people. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 27(5), 451-457.
- Mazuryk, T., & Gervautz, M. (1996). Virtual reality-history, applications, technology and future.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1995, December). Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. *Teoksessa Telemanipulator and telepresence technologies* (Vol. 2351, 282-292). International Society for Optics and Photonics.
- Neri, S. G., Cardoso, J. R., Cruz, L., Lima, R. M., De Oliveira, R. J., Iversen, M. D., & Carregaro, R. L. (2017). Do virtual reality games improve mobility skills and balance measurements in community-dwelling older adults? Systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 31(10), 1292-1304.
- Opetushallinnon tilastopalvelu. (2019). *Haku perusopetuksen järkeisiin koulutuksiin 2019* [sähköinen tietoaaineisto]. Haettu osoitteesta <https://vipunen.fi/fi-fi/ammattillinen/Sivut/Hakeneet-ja-hyv%C3%A4ksytyt.aspx>.
- Optale, G., Urgesi, C., Busato, V., Marin, S., Piron, L., Priftis, K., ... & Bordin, A. (2010). Controlling memory impairment in elderly adults using virtual reality memory training: a randomized controlled pilot study. *Neurorehabilitation and neural repair*, 24(4), 348-357.
- Park, Y. J., Ro, H., Lee, N. K., & Han, T. D. (2019). Deep-cARe: Projection-Based Home Care Augmented Reality System with Deep Learning for Elderly. *Applied Sciences*, 9(18), 3897.
- Puttre, M. (1991). Virtual reality comes into focus. *Mechanical Engineering*, 113(4), 56.
- Rantakokko, M., Mänty, M., & Rantanen, T. (2013). Mobility decline in old age. *Exercise and sport sciences reviews*, 41(1), 19-25.
- Rauschnabel, P. A., Rossmann, A., & tom Dieck, M. C. (2017). An adoption framework for mobile augmented reality games: The case of Pokémon Go. *Computers in Human Behavior*, 76, 276-286.

- Rosenberg, L. B. (1993, September). Virtual fixtures: Perceptual tools for telerobotic manipulation. Teoksessa *Proceedings of IEEE virtual reality annual international symposium*, 76-82, IEEE.
- Schall Jr, M. C., Rusch, M. L., Lee, J. D., Dawson, J. D., Thomas, G., Aksan, N., & Rizzo, M. (2013). Augmented reality cues and elderly driver hazard perception. *Human factors*, 55(3), 643-658.
- Sutherland, J., Belec, J., Sheikh, A., Chepelev, L., Althobaity, W., Chow, B. J., ... & La Russa, D. J. (2019). Applying modern virtual and augmented reality technologies to medical images and models. *Journal of digital imaging*, 32(1), 38-53.
- Sutherland, I. E. (1965). The ultimate display. *Multimedia: From Wagner to virtual reality*, 1.
- Tilastokeskus. (2018). Väestöennuste 2018-2070[sähköinen tietoaaineisto]. Haettu osoitteesta https://www.stat.fi/til/vaenn/2018/vaenn_2018_2018-1116.fi.pdf
- Torraco, R. J. (2005). Writing integrative literature reviews: Guidelines and examples. *Human resource development review*, 4(3), 356-367.
- Yohan, S. J., Julier, S., Baillot, Y., Lanzagorta, M., Brown, D., & Rosenblum, L. (2000). Bars: Battlefield augmented reality system. Teoksessa *NATO Symposium on Information Processing Techniques for Military Systems*.
- Zsila, Á., Orosz, G., Bóthe, B., Tóth-Király, I., Király, O., Griffiths, M., & Demetrovics, Z. (2018). An empirical study on the motivations underlying augmented reality games: The case of Pokémon Go during and after Pokémon fever. *Personality and individual differences*, 133, 56-66.