

Tartu Ülikool
Sotsiaalteaduste valdkond
Haridusteaduste instituut
Õppekava: Kutseõpetaja

Erich Brutus
VIRTUAALREAALSE ÕPIKESKKONNA MÕJU ÕPITULEMUSTELE JA
ÕPIHOIAKUTELE.
bakalaureusetöö

Juhendaja: haridustehnoloogia vanemteadur Leo Aleksander Siiman

Tartu 2019

Resümee

Virtuaalreaalse õpikeskkonna mõju õpitulemustele ja õpihoiakutele

Käesolev töö uurib õppimist virtuaalreaalsuses. Virtuaalreaalsus on uus ning kiiresti arenev tehnoloogia, seetõttu on seda ka vähe uuritud, eriti haridusmaastikul. Uurimuse eesmärgiks oli välja selgitada kas ja kui palju parandab virtuaalreaalne keskkond õpitulemusi ja õpihoiakuid võrreldes mitte-virtuaalreaalse keskkonnaga. Eesmärgile jõudmiseks loodi virtuaalne keskkond, mida virtuaalreaalsusseadmetega kogeda, ning selles kasutatav õppematerjal. Kahekümne katseisikuga viidi läbi katse nii tavalises kui ka analoogses virtuaalses keskkonnas. Andmeid koguti kasutades kvantitatiivseid meetodeid. Mõõdeti õpitulemuste ja õpihoiakute muutust sõltuvalt keskkonnast ning kohalolutunde suhet õpitulemuste ja õpihoiakutega. Tulemused näitavad, et virtuaalne keskkond mõjutas vaid õpihoiakuid, mitte õpitulemusi ja kohalolutunne on seotud õpihoiakute kuid mitte õpitulemustega. Järelikult on juba praegu saadaval oleva tehnoloogiaga võimalik õppe kvaliteeti tõsta, seda küll vaid õpihoiakute mitte õpitulemuste näol.

Märksõnad: virtuaalreaalsus, õpikeskkond, kohalolutunne

Abstract

The effects of virtual reality learning environment to learning outcomes and learning attitudes

This bachelor's thesis focuses on learning in virtual environment. Virtual reality is a new and fast developing field of technologies and because of that there has been relatively little amount of research on the subject, especially from the perspective of education. The goal of this research was to find out if and to what degree does virtual environment improve the learning outcomes and learning attitudes compared to a non-virtual environment. To reach this aim, a virtual learning environment was created to be used with virtual reality equipment and also some learning materials for the test subjects in the virtual environment. Tests were conducted with twenty subjects in both virtual and non-virtual environments. A quantitative approach was used to collect and process the data. The change in learning outcomes and learning attitudes was measured depending on the environment where learning took place and also the relationships between the sense of presence in relation to learning attitudes and learning outcomes. The research indicated that virtual environment affects learning attitudes positively, but not learning outcomes, and that the sense of presence correlates with learning attitudes but not with learning outcomes. Therefore it is possible to increase the quality of teaching with the currently available technology, albeit just by learning attitudes and not by outcomes.

Keywords: virtual reality, learning environment, sense of presence

Sisukord

Resümee	2
Abstract	3
Sisukord.....	4
Sissejuhatus	5
Õpikeskkond.....	6
Virtuaalreaalsus	9
Virtuaalreaalsuse roll hariduses.....	12
Virtuaalreaalsuse kitsaskohad	16
Uurimuse eesmärk ja uurimisküsimused.....	18
Metoodika.....	19
Valim.....	19
Mõõtevahend.....	20
Õppevahend.....	21
Protseduur.....	22
Tulemused	23
Arutelu.....	24
Tänuõnad	27
Autorsuse kinnitus.....	27
Kasutatud kirjandus.....	28
Lisad	
Lisa 1. Teadmiste test	
Lisa 2. Õpihoiakute test	
Lisa 3. Kohalolutunde test	
Lisa 4. Foto katse keskkonnast	
Lisa 5. Virtuaalne ruumi koopia	
Lisa 6. Katseisiku vaade VR keskkonnale 1	
Lisa 7. Katseisiku vaade VR keskkonnale 2	

Sissejuhatus

Eesti elukestva õppe strateegia 2020 digipöörde programmi 2017-2020 (2016) strateegilistes eesmärkides on kirjutatud järgnevat: "rakendada õppimisel ja õpetamisel kaasaegset digitehnoloogiat otstarbekamalt ja tulemuslikumalt (...) tagada ligipääs uue põlvkonna digitaristule. (...) tagada õppijate, õpetajate, õppejõudude ja koolijuhtide digipädevused. Samuti on vaja luua toetav keskkond ning koostada ja teha kõigile kättesaadavaks kvaliteetne uuenduslik õppevara." Rahvusvahelise Haridustehnoloogia Seltsi (*International Society for Technology in Education* ehk ISTE) digipädevuste standard õpetajatele (2014) dokumendis on punkt: "Õpetajad: kasutavad õpikeskkonnas digivahendeid, mis äratavad uudishimu ja innustavad õppijaid osalema oma õpieesmärkide püstitamisel, õppimise juhtimisel ja arengu hindamisel". Antud lõputöö teoreetiline osas demonstreerib, et just virtuaalreaalsuse (VRi) kasutamine hariduses neid eesmärke täidabki.

Efektiivse koolireformi üheks kõige fundamentaalsemaks komponendiks peetakse õpetajate poolset eestvedamist, ning reformide fookuses on sageli tehnoloogia (Castaneda, 2016). VR-seadmete võimsuse kasv ning hinna langus on viimastel aastatel toonud virtuaalsed keskkonnad massidesse, mis võimaldab seadmeid kasutada ka mujal peale hästi rahastatud ülikoolide ja sõjatööstuse. Laiemas hariduses, näiteks keskkoolid ja kutseõppeasutused, on VR uus nähtus ning õpetajad on nii vastava tehnika kui ka sellega kaasnevate uute lähenemiste omaksvõtmisel ja arendamisel pioneerid. VRi uudsuse tõttu laiemas hariduses on ka olemasolevat uurimistööd suhteliselt vähe. Tuginedes VRi kui tehnoloogia hetkepositsioonile ning erinevatele uurimustele selles vallas, võtsin bakalaureusetöö eesmärgiks välja selgitada virtuaalse keskkonna mõju õppimisele võrreldes tavalisega. Eesmärgi saavutamiseks töötasin läbi erinevat VRi puudutavat kirjandust ja viisin läbi uurimuse keskkooliõpilaste hulgas.

Bakalaureusetöö teoreetilises osas käsitlen esmalt õpikeskkonna mõistet ning selle olulisust õppe protsessis. Järgnevalt käsitlen lähemalt virtuaalreaalsuse mõistet, sest selle tähendus on viimastel aastatel järjest enam hägustunud ning üritan võimalikult täpselt edasi anda millisest käsitlusest antud töös lähtusin. Peale seda tutvustan kuidas varem on suhestunud VR ja haridus, kuidas suhestub praegu, mis on VRi kasutamise eelised ning toon näiteid varasematest uurimustest, kus on juba tekkinud kokkupuutepunkte laiema hariduse ja VRi vahel. Viimaks toon välja VRi suuremad puudused hariduses kasutamiseks ning sõnastan täpsemalt töö eesmärgi ja

uurimisküsimused. Töö empiirilises osas kirjeldan uurimistöö valimit, mõõtevahendit ja protseduuri ning toon välja uurimistöö tulemused ning nendest lähtuvalt analüüsi ja järeldused.

Õpikeskkond

Õppimine toimub paratamatult kindlas keskkonnas ja interaktsioonis inimest ümbritseva olustikuga, maailm mõjutab subjekti ja subjekt mõjutab maailma (Fox, 2010). Arvestades, et keskkonnal on suur mõju õppimisele, avaldab keskkonna erinevate aspektide mõjutamine suurt mõju kogu õppeprotsessile ja selle tulemusele. Eesti keele seletav sõnaraamat (2017) annab õpikeskkonna mõistele vasteks järgneva: “õppimist mõjutavate vahendite ja tingimuste kooslus”. Seega tekib küsimus, et millises valguses õpikeskkonda vaadelda, millisest õpikäsitusest lähtuda ja millisele aspektile keskenduda? Koolikesksema lähenemisega võib õpikeskkonda jaotada füüsiliseks, emotsionaalseks ja intellektuaalseks (Sarv 2018). Antud töö fookuseks on õpikeskkonna füüsiline osa ning veelgi täpsemalt füüsilise keskkonna tehnoloogilised aspektid ja erinevad võimalused, mida teatud tehnoloogiad pakuvad.

Moore'i seaduse kohaselt areneb tehnoloogia järjest kiirenevas tempos (Roser, 2016). Tehnoloogia areng seab aga ka teatud piiranguid – õpikeskkonda tuleb kohandada vastavalt tööturu nõudmistele. Samas on saadaval erinevaid ja järjest paremaid tehnoloogilisi lahendusi, mis omakorda mõjutab nõudmisi õpikeskkonnale, mis peaks nende muutustega sammu pidama. Uute Info- ja kommunikatsioonitehnoloogiate (IKT) kasutamine seab nõudmisi õpilaste tehnoloogilistele pädevustele, samas pakuvad erinevad tehnoloogilised lahendused paremaid võimalusi näiteks info haldamiseks ja õppematerjalide näitlikustamiseks (Levy & Roberts, 2006). IKT võimaldab juurdepääsu suuremale hulgale õppematerjalidele ja erinevatele ressurssidele, pakub suuremat interaktiivsust ja struktuuri õpilaste tööde hoiustamiseks ja jagamiseks ning suurendab õpilase autonoomsust info otsingul ja töötlusel (Kennewell & Beauchamp, 2003).

Keskkonna mõju õpilasele ja õpilase initsiatiivil keskkonnaga interakteerumise olulisusust rõhutab konstruktivistlik õpikäsitus, mis on üks laialdasemalt aktsepteeritud õppimisteooriaid (Fox, 2010). Õppimise puhul on oluline võime rakendada uusi teadmisi ja oskusi väljaspool õpikeskkonda. Sellel eesmärgil ju õpet korraldataksegi, et õpitu oleks rakendatav ka hiljem, pärast õpet. Õpe peaks toimuma võimalikult päriselulises keskkonnas, kus kasutatakse võimalikult päriselule sarnaseid tegevusi (Sooniste, s.a.). Konstruktivistlikust perspektiivist lähtuvalt on väga oluline roll kontekstil, milles õpilase arusaamad kujunevad ning

samuti õpilase võimekus teadmisi erinevatele olukordadele üle kanda (Karagiorgi & Symeou, 2005). Üheks konstruktivistlikke ideid väljendavaks õppemeetodiks on aktiivõpe, mis rõhub õpilase kaasatusele ja interakteerumisele keskkonnaga. Õpikeskkond peaks olema realistlik, pakkuma rikkalikult informatsiooni ning olema kompleksne. Lisaks peaks hea õpikeskkond suunama õpilast iseseisvusele ning pakkuma võimalust haarata initsiatiivi, ehk olema võimalikult interaktiivne (Grabinger & Dunlap, 2016). Õppekäikude ja ekskursioonide uurimused soovivad, et keskkonna tajutud uudsus mõjutab oluliselt õppekäigul õpitut. Liigselt uudne või tuttav keskkond võib õppimist pärssida (Falk, 2010). Konstruktivistlikust käsitusest lähtudes on viimastel aastakümnetel püütud õpet õpilaste jaoks olulisemaks teha luues olukordi, kus õpilased saaksid õpitut rakendada võimalikult realistlikus olukorras. Autentse õpikogemuse saamiseks on üritatud reaalsel olukorda õpikeskkonnas taasluua. Näiteks ülirealistlikud simulatsioonid astronautide treenimisel. Autentsed õpitegevused peaksid sisaldama sama tüüpi kognitiivseid väljakutseid nagu reaalne olukord mida üritatakse õpetada. Üks autentse õpitegevuse tunnus on näiteks õppetegevuse võimalikult täpne vastavus tööturul tegutseva professionaali tegevusega (Herrington, Oliver, & Reeves, 2003). Tekib küsimus kui oluline on füüsilise keskkonna või simulatsiooni realism õppe efektiivsusele. Kas võimalikult tõetruu keskkond viib ka õppe maksimaalse efektiivsuseni?

Uurimused näitavad, et õppekeskkonna füüsiline reaalsus ei ole nii tähtis kui ülesande ülesehituse disain ja õpilaste huvi ning kaasatus. Tähtis on kognitiivne realism – protsess, mille käigus simuleeritud õppesituatsioon keskendub realistlikule probleemilahenduse protsessile, mitte realistlikule füüsilisele väljanägemisele (Herrington et al., 2003). Ehk õpilase jaoks on oluline õppeprotsessi ja probleemilahenduse suur kontseptuaalne realismiaste, isegi kui kaudsel vaatlusel on tegu ilmselgelt simulatsiooni või õppetegevusega. Herringtoni jt (2003) uurimusest tuleb välja, et IKT lahenduste puhul peaks pöörama vähem tähelepanu võimalikult realistliku keskkonna loomisele ja rohkem tähelepanu ülesande ülesehitusele ja disainile. Sel moel on võimalik kulutada vähem aega ette aimamaks õpilaste valikuid erinevate kindlaks määratud võimalikult realistlike stsenaariumite disainimisel ja pöörata rohkem tähelepanu sisult keerulisemate ülesannete loomisele ja stsenaariumitele, millel on mitu lahendust. Efektive õpe võib toimuda ka ilma absoluutse realismita (Herrington et al., 2003). Õpilase jaoks ei ole tegelikult kõige tähtsam, et teda ümbritsev keskkond näeks välja täpselt samasugune nagu töökeskkond, olulisem on ülesanne, mille kallal tegutsetakse.

Õppeprotsessis on tähtsal kohal ka õpilase poolt kogetud emotsioonid, mida erinevad õpiolukorrad ja keskkonnad tekitavad. Keskkonna ettearvamatus mängib emotsioonide tekkel olulist rolli. Kindlad emotsioonid toovad esile sellega eelnevalt õpitud ja seostatud mälestusi ja tegevusplaane. Paremini jäävad meelde mõistagi need sündmused millele pööratakse tähelepanu. Põhiliselt huvitunne mõne sündmuse vastu määrab tähelepanu taseme ning sündmused on huvitavad peamiselt nende ootamatuse või muul moel stimuleerivuse tõttu. Tähelepanu pööratakse rohkem ootamatutele sündmustele ning seega õpitakse nendest rohkem. Juhul kui tavaliselt edukas tegevusplaan mingil põhjusel korda ei lähe, juhib frustratsioonitunne olukorrale rohkem tähelepanu ja paneb kas alternatiivseid lahendusi otsima või mõtlema, kuidas olukorda tulevikus vältida - toimub õppimine. Samuti põhjustab tugev emotsionaalne seos sündmusega hiljem selle sündmuse üle järelemõtlemise ja detailsema analüüsi. Ehk emotsionaalne seos, olgu see siis läbi positiivsete või negatiivsete emotsioonide, loob tingimused efektiivsemaks ja põhjalikumaks õppeks (Bower, 1992).

Õpilane ja keskkond, milles ta õpib, on tihedalt seotud, ei saa olla ühte ilma teiseta. Uued tehnoloogiad suurendavad järjest enam IKT osa õppimise protsessis ning võimaldavad suuremat interaktiivsust nii variatsiooni kui ulatuse poolest. See omakorda toetab konstruktivistlikust õpikäsitusest lähtuvaid printsiipe. Sarv (2018) kirjutab, et õpetaja on nii õpikeskkonna looja kui ka selle iseärasustest piiratud; tänapäevased õppemeetodid eeldavad paindlikku aja- ja ruumikasutust ning õpetaja on pigem tegevuse initsieerija ja suunaja kui otsene teadmiste vahendaja. Kokkuvõtteks võib öelda, et paindlik õppekeskkond on oluline simuleerimaks võimalikult täpselt neid olukordi, mille kohta õpe käib ja mis tekitaksid võimalikult meeldejääva kogemuse. Paindlikkust väljendab ka keskkonna kohandamine õpilase vajadustele.

Õpikeskkonna vastavus pärisolukorrale on küll oluline, kuid absoluutne realism ei pruugi olla vajalik. Oluline on paindlik õpikeskkond, mis oleks küll päris töötingimustele sarnane, kuid samas ei tohiks realismi püüdluste käigus kaotada mõtet, mida püütakse edasi anda. Kohati on näitlikustavad ja mitte väga realistlikud materjalid, näiteks lihtsustatud mudelid, põhimõtte seletamisel efektiivsemad abivahendid kui asi, mida püütakse õpetada. Seega oluline on paindlikkus, võimalus näidiseid muuta olles samas piisavalt tõetruu, et tekiks seos reaalse olukorraga. Lisaks on oluline ka emotsionaalne reaktsioon tähelepanu suunamisel õpitavale.

Virtuaalreaalsus

VRi terminit kasutatakse väga laialdaselt erinevates tähendustes. Tänu VRiga seotud tehnoloogiate arengule kohtab seda sõna meedias järjest tihedamini. Samuti varieerub VRi definitsioon erinevates teadustöodes üsna suurel määral. Terminii nii laialdane kasutus hajutab ka selle tähendust. Oleme jõudnud olukorrani, kus isegi vastaval alal tegelev ekspert ei pruugi seda sõna kuuldes ilma kontekstita koheselt mõista mida parasjagu täpsemalt mõeldakse. Seda sõna eraldi võttes puudub tal konkreetne tähendus, küll aga võib öelda, et kõikide erinevate tähenduste ühisosas peaks olema siiski tegu mingit sorti IKT lahendusega mis võimaldab kasutajal midagi vaadelda. Mõiste täpsustamisel lisatakse näiteks inglise keeles juurde teisigi sõnu ning kasutuses on näiteks: *VR video*, *immersive VR*, *VR environment*, *first-person point of view VR*. Seega tuleb esmalt defineerida, mida antud töös VRi all mõeldakse.

Teadustöodes kirjeldatud VRi all mõistetakse sageli arvuti poolt genereeritud interaktiivset kolmemõõtmelist keskkonda, mida saab kogeda kas tavalise arvuti, millel on kuvar, hiir ja klaviatuur, või mõne mobiilse seadme vahendusel. Ehk interaktsioon toimub puldil olevate nuppudega ja kolmemõõtmelist maailma kogetakse lameda kuvari kaudu - nii nagu VRi on käsitlenud Monahan, McArdle ja Bertolotto (2006). Taolised VRi käsitlused olid üsna tavalised kuni 2016. aastani, mil turule tuli tavakasutaja jaoks taskukohane lahendus Oculus Rifti VR prillide kujul.

Oxford Dictionaries (2017) pakub juba modernsemat definitsiooni: „VR on Arvuti poolt genereeritud kolmemõõtmeline pilt või keskkond, millega saab interakteeruda näiliselt reaalsel või füüsilisel viisil kasutades spetsiaalset varustust nagu kuvaritega kiiver või sensoritega kindad.“ Laurel (2016) on detailsemalt kirjeldanud VRile iseloomulikke tunnuseid ja ümber lükanud väiteid mõne muu meediumi liigitamisest VRiks. VRi puhul on tegu kasutajat täielikult ümbritseva keskkonnaga, kasutajal peab olema võimalus igas suunas vaadata, ringi pöörata ja näha teda ümbritsevat keskkonda. VR seade peab võimaldama vaatlejal tajuda virtuaalset keskkonda stereoskoopiliselt ja parallaksiga ehk vaatleja tajub ruumi sügavust ja objektide näiliselt erinevat liikumiskiirust sõltuvalt nende kaugusest. Lisaks stereohelile peab olema tajutav ka heli allika asukoht ruumis ning heli peab liikuma vastavalt kasutaja pealiigutustele. Kasutajal peab olema võimalus virtuaalses keskkonnas ringi vaadata ja liikuda, samas vaate suund ei tohiks sõltuda liikumise suunast. Vince (1998) kirjeldab VRi kui tehnoloogiat, mis võimaldab kasutajal vaadata läbi eriliste prillide nähes mitte tavalist maailma, vaid arvuti poolt genereeritud

versiooni, mida tajutakse stereoskoopiliselt ehk ruumiliselt. Kasutaja pea liikumist jälgib arvuti ning genereerib vastavaid pilte nii, et kasutaja näeks virtuaalses stseenis olevaid objekte paigalseisvatena, täpselt nii nagu päris maailmaski. Samuti võimaldab VR tehnoloogia kasutajal virtuaalseid objekte haarata ja neid manipuleerida, isegi kui neid päriselt ei eksisteeri. Beier (2008) kirjeldab VR varustust kui seadet, milles on kaks miniatuurset kuvarit ja optiline süsteem, mis silmad vastavatele kuvaritele suunab, luues stereopildi virtuaalsest maailmast. Liikumisandur mõõdab pidevalt kasutaja pea asukohta ja pööret ning seeläbi võimaldab virtuaalset stseeni kasutajale näidata õigest vaatepunktist. Selle tulemusena on kasutajal võimalik ringi vaadata ja kõndida läbi virtuaalse keskkonna.

Antud töös mõistan VRi all kombinatsiooni spetsiifilist tüüpi tarkvarast ja riistvarast. Arvuti genereerib kolmemõõtmelise virtuaalse maailma, millega kasutajal on võimalus interakteeruda. Kasutajal on peas tervet vaatevälja kattev stereoskoopiline kuvar ehk VR prillid, mille asukoht ja pööre on arvuti poolt jälgitud võimaldades kasutajal virtuaalses maailmas ringi vaadata ja liikuda, tehes seda samal ajal reaalses maailmas enda kehaga. Ehk VR on viis virtuaalsete maailmade kogemiseks.

Vaadates VR tehnika keerukust võib tekkida küsimus, miks selliseid seadmeid üldse vaja on kui virtuaalse keskkonnaga saab interakteeruda ka näiteks tavalise lauaarvuti kaudu? Inimkeha võtab nii välis- kui ka sisemaailmast infot vastu erinevate meelte kaudu, nagu nägemine, kuulmine, propriotseptsioon, tasakaal. Meelte kaudu info vastuvõtmist ja selle info tõlgendamist nimetatakse tajuks. VRi puhul on oluline emuleerida inimtaju protsesse. Teisisõnu tuleb petta inimese tajusüsteeme, pannes inimene uskuma, et ta on osa virtuaalsest maailmast. Seega peaks stimuleerima võimalikult paljusid meeli, kõige tähtsam on tekitada tunne kindlas asukohas olemisest. Selle saavutamiseks tuleb meeleeelundite poolt saadav reaalne info asendada kunstlikult genereeritud infoga, sellisel moel on võimalik asendada reaalne maailm virtuaalsega (Velev & Zlateva, 2017).

Seoses VRiga kasutatakse inglise keeles sageli sõnu *presence* ja *immersion*, mida tõlgin kui “kohalolu” ja “hõlmatust”. VR peaks olema hõlmav kogemus, mis tekitab kohalolutunde. Velichkovsky, Gusev, Vinogradova ja Arbekova (2016) kirjeldavad kohalolutunnet kui illusiooni virtuaalse keskkonna reaalsusest. Kohalolutunde määravad tehnoloogilised ja psühholoogilised faktorid. Kohalolutunnet on defineeritud erinevalt, näiteks Slater ja Wilbur (1997) ütlevad, et see on teadvuse seisund, kus tajutakse virtuaalses keskkonnas olemist. McCreery, Schraderi, Krachi

ja Boone'i (2013) järgi on kohalolu psühholoogiline seisund, kus virtuaalset kogemust tajutakse tõelisena. Bailenson jt (2008): „VR keskkond ümbritseb kasutaja tajud, tõstes kasutaja kohalolu või selle sees olemise tunnet.“ Kuigi inividid võivad sensoorseid impulsse tõlgendada erinevalt, ollakse üldiselt ühel arusaamal, et mida rohkem VR erinevaid meeli, mis on kasutuses ka füüsilises keskkonnas, hõlmab, seda tõelisem tundub ka virtuaalne keskkond (Jones et al., s.a.). Meelte hõlmatus saavutamine koos kohalolutundega oleneb VR seadmete erinevatest tehnilistest parameetritest (Laurel, 2016). Hõlmavad kogemused jäävad tavaliselt kasutajatele paremini meelde, tekitavad tugevamaid emotsionaalseid reaktsioone ja jälgendavad paremini päris eluga seostuvaid stressireaktsioone. Realistlikkuse astet ei pruugi määrata mitte visuaalne usutavus, vaid VRi psühholoogiline vastuvõetavus (Wilson & Soranzo, 2014). Mõned autorid, näiteks Samur (2016) ning Slater ja Wilbur (1997), on välja toonud hõlmatus ja kohalolutunde erisused. Kohalolu puhul on tegu tundega, et asutakse tõesti mingis kindlas paigas. Hõlmatus korral tunneb kasutaja, et on ümbritsetud virtuaalse maailma pildist, mitte ei asu selle sees. Näiteks hõlmatus puhul nähakse virtuaalset ämblikku kui pilti ja kohalolutunde puhul usutakse, et tegu võib olla päris ämblikuga, ehk ollakse sellest psühholoogiliselt mõjutatud, kasutajas tuuakse esile emotsioone. Kui teatud visuaalne realism on saavutatud, muutub kasutaja hõlmatus kohalolutundeks. Seega kohalolutunde loomiseks on VR seadmetel teatud tehnilised nõudmised.

Kohalolutunde on psühholoogiline seisund, mille puhul kasutaja osad meeleelundid saavad kunstlikult tekitatud signaale, kuid sellest hoolimata osa tajust ei tunnista tehnoloogia olemasolu. Kasutaja võib küll endale tunnistada, et tehnoloogiat kasutatakse, kuid mingil tasemel ja mingil määral teatud tajud eiravad seda teadmist ja hindavad keskkonda selliselt, nagu selle loomiseks ei oleks kunstlikke tehnoloogiaid kasutatud (Lee, 2004). Eelnev kirjeldus juhatas sisse simulatsioonide ja õppimise juures olulise mõiste - *suspension of disbelief*. Eesti keeles see mõiste ulatuslikult kajastatud ei ole, siiski võib seda kohata teatriteaduses – loobumine mitteuskumisest (Epner, s.a.). Võtan kasutusse suupärasema versiooni – umbusu peatamine (Sorokin, 2013). Kuna VR ei ole hetkel päris reaalsusest eristamatu, siis on umbusu peatamine paratamatu, see on VRi kunstlikkuse tahtlik eitamine kasutaja poolt (Samur, 2016).

VR on nähtus, mis tekib vastava tehnika ja tarkvara kooslusel inimesega. Selle eesmärk on transportida kasutaja kunstlikusse keskkonda, näidates seda samas usutaval moel, ja tekitada kasutajal virtuaalses keskkonnas kohalolutunnet. Meelte petmine on ressursimahukas ja keeruline töö. Tehniline võimekus on võimalikult suure hõlmatus tekitamiseks tähtis faktor, kuid

kohalolutunde loomiseks on samuti tähtis kasutaja psühholoogiline seisund. Tehnika ei ole veel kaugeltki täiuslik ning hetkel on kasutaja poolt nõutud mõningane umbusu peatamine, mis aga ei pruugi õpikogemusele negatiivselt mõjuda, nagu tõin välja õpikeskkonna peatükis.

Virtuaalreaalsuse roll hariduses

Viimastel aastatel on VR-seadmete konkurents turul järjest kiirenevas tempos kasvanud. Erinevad firmad nagu Facebook, Samsung, Sony, Valve, HTC ja Microsoft investeerivad sellesse miljardeid dollareid. Tehnoloogia odavnemise, suurenenud ergonoomilisuse ja kättesaadavuse tõttu on VR kasutust leidnud mitte enam ainult kõrgelt spetsialiseerunud valdkondades, nagu sõjatööstus ja meditsiin, vaid ka laiemates eluvaldkondades, nagu näiteks haridus (Gutiérrez, Mora, Díaz, & Marrero, 2017).

VRi eelised hariduses on enamasti samad, mis muudes eluvaldkondadeski. Siiski on rõhutatud nende faktorite teatud tahud. Sageli mainitakse hariduses VRi tugevustena interaktiivsust ja nauditavust mis panustavad positiivsete õpihoiakute tekkele, samuti ruumilist taju ja kohalolutunnet. VR võimaldab õpilastel enda keha liigutuste kaudu interakteeruda virtuaalse keskkonnaga, seega on interaktsioon loomulik. Interaktiivsuse tõttu on VRi võimalik kasutada näiteks aktiivõppes (Skalski & Tamborini, 2007; Shafer, Carbonara, & Popova, 2011). Kõrge kohalolutunde aste tõstab tegevuse nauditavust ja seeläbi ka motivatsiooni õppida (Limniou, Roberts, & Papadopoulos, 2008). Tajutava ruumi tunnetus tõmbab kasutaja tähelepanu keskkonnale, aidates keskenduda õpiobjektile. Jällegi on tähtis kohalolutunne, mis vahendab naudingut, interaktiivsuse ja ruumilisuse mõjusid. Kohalolutunde kontekstis võimaldab VR luua ja visualiseerida objekte ja sündmusi, mida füüsilises maailmas teha pole võimalik (Solak & Erdem, 2015).

Olenemata tööstussektorist või eluvaldkonnast on VRi kasutamisel olnud põhilisteks piiranguteks kõrge hind, halb ergonoomika ja liiga suur töömaht vajaliku õpivara valmistamiseks. Viimase aja tehnoloogilised innovatsioonid ja nutitelefonide laialdane levik võimaldab suuremat ligipääsu ka VR-tehnoloogiatele. Haridusasutuste ligipääs VR tehnoloogiale võimaldab õpetada virtuaalsetes keskkondades, kuhu realselt ei oleks võimalik ligi pääseda, näiteks virtuaalsed laboratooriumid, masinate tööpõhimõtete visualiseerimine, tööstuslikud tehased ja meditsiinilised stsenaariumid (Gutierrez et al., 2017). Eelnevaga on kooskõlas ka HITSA (Hariduse Infotehnoloogia Sihtasutus) raport (Pedaste, Jürivete, & Reinart, 2019) VRi

kasutusest Eesti koolides. Raportis toodi välja, et Eesti koolides leidub regulaarseid VRi kasutajaid väga vähe. VR lahendusi kasutatakse põhiliselt tehnoloogia tutvustamise eesmärgil kuid selles nähakse siiski potentsiaali. Laialdasemaks kasutuselevõtuks oodatakse HITSA tuge nii koolituste kui õppematerjalide osas.

VR võimaldab õpilastele anda praktilisi teadmisi klassiruumist lahkumata, mis on hariduses väga väärtuslik omadus. On määratletud mitmeid kasutegureid: virtuaalsus inspireerib loovat õpet, võimaldab õpet, mis ei ole reaalsuses võimalik, mängustatud õpe tõstab õpilaste motivatsiooni ja pakub võimalust koostööks virtuaalses klaasiruumis, õpitakse läbi otsese interaktsiooni, mitte puldil olevate nuppude ning õppe tulemusi on võimalik väga täpselt ja põhjalikult analüüsida. Võrreldes päris maailmaga julgustab virtuaalne maailm õpilasi uusi lähenemisi proovima ja ilma piiranguteta katsetama. Samuti on võimalik igat õppestsenaariumit korrata kas täpselt samal viisil või tehes kontrollitud muudatusi (Velev & Zlateva, 2017). VR võimaldab ka realistlikku laadi kaugõpet (Pirker, Lesjak, Parger, & Gütl, 2017).

VRi on erinevates simulaatorites kasutatud pikemat aega ning ulatuslikult sõjatööstuses, meditsiinis ja kosmosetööstuses (Haque & Srinivasan, 2006; Seymour et al., 2002; Bymer, 2012; Schlager et al., 1993). Järjest laialdasematl leiab VR kasutust ka psühholoogia vallas, näiteks ravides posttraumaatilist stressihäiret (Goncalves, Pedrozo, Coutinho, Figueira, & Ventura, 2012), foobiaid (Perkorn, Diemer, & Mühlberger, 2015), ärevust (Lindner, et al., 2016) ja sotsiaalset stressi (Hartanto et al., 2014).

Psühholoogia vallas võimaldab VR suuremat kontrolli erinevate stiimulite tekitamise üle, nii variatiivsuse, ruumilisuse, komplekssete stsenaariumite loomise ja erinevate intensiivsustasete üle, samuti kombinatsioonis erinevat tüüpi stiimulitega ning katsealusel on võimalik loomulikumalt reageerida (Wilson & Soranzo, 2014). VRi suutlikkus tekitada kontrollitud tingimustes emotsioone ja kogemusi muudab selle psüühikahäirete uurimises väga vajalikuks tööriistaks (Diemer, Alpers, Peperkorn, Shiban, & Mühlberker, 2015). Muude teadustööde ja praktiliste rakenduste vallas leiab VR kasutust ka arheoloogias ja ajaloo uurimises (Correa et al., 2017), inseneritöös (Messner, Yerrapathruni, Baratta, & Whisker, 2014) ja muuseumites (Kersten & Tschirschwitz, 2017).

Järgnevalt on kirjeldatud uurimust koolist, kus puudus VRiga varasem kokkupuude. Hoolimata sellest, et VR on individuaalne kogemus, virtuaalset maailma ei saa päris maailma kaudu teistega jagada ja VR komplekti sai kasutada üks inimene korraga, tekkis õpetajate ja

õpilaste seas oma kogukond. Läbi koostöö tekkisid grupid, et luua uut VR sisu ja jagada kogemusi. Kuna VR oli uus ka õpetajate jaoks, siis õppisid nad õpilastega koostöös nii tarkvara, riistvara kui ka õppekorralduse kohta. Tänu sellele olid õpilased iseseisvamad ja võtsid rohkem initsiatiivi ning üritasid enne õpetaja poole pöördumist ise probleeme lahendada. Õpetajad täheldasid arengut õpilaste koostööskustes, meeskonnatöös, tööharjumustes, meelekindluses, iseseisvuses, loovas lähenemises, projektihalduses ja iteratiivses disainis. Uue tehnoloogia kasutamine tekitas õpilastes tunde, et nende töö on tähtis (Castaneda, 2016).

Lau ja Lee (2012) uurimuses käsitleti õpilaste motivatsiooni ja loovaid ideid, täheldati, et VRi hõlmav kogemus on õppeprotsessis efektiivne lahendus, see võimaldab õpilastel visuaalsete esitustega ruumiliselt interakteeruda, mis viib paremate õpitulemusteni. Hõlmavas virtuaalses keskkonnas soosivad multisensoorsed signaalid sügavamalt õpet (Lau & Lee, 2012). Näiteks füüsiikanähtuste õppimisel on täheldatud VRi kuluefektiivsust võrreldes traditsiooniliste meetoditega (Wieman & Perkins, 2005). Virtuaalne laboratoorium koos mänguliste elementidega tõstis olulisel määral õpitulemusi ja õpilaste suutlikkust võrreldes traditsioonilisemate õppemeetoditega (Bonde et al., 2014). VRi on kasutatud ka suhtlemisoskuste arendamise (Beach & Wendt, 2016) ja erivajadustega laste puhul (Buzio, Chiesa & Toppan, 2017).

Pirkeri jt (2017) füüsika õppe uurimuses võrreldi kahte VR lahendust, üks oluliselt kõrgema kvaliteedi ja seega hõlmavuse faktoriga kui teine. Simulatsioonide ja visualiseeringutega saab muuta nähtamatud nähtused nähtavaks, kogeda sündmusi nii väiksel kui ka suurel skaalal ja läbi viia ohtlikke või võimatuid eksperimente. Hetkel saadaolev VR seade, nagu näiteks HTC Vive, võimaldab hõlmavat kogemust mis on kasulik õppestenaariumitele mis vajavad õppekeskkonna uurimiseks interaktiivset ja käed-külge lähenemist. Virtuaalne kasutajat hõlmav keskkond võimaldab uusi mooduseid loomaks õpi- ja töökeskkondi. Uurimuses osalenud soovitasid kasutada VRi kui abivahendit tunnis, mitte eraldiseisvat tööriista. Võrreldud seadmete vahel täheldati kvaliteetsema ja suutlikuma seadme puhul suuremat kohalolutunnet ja keskendumist ülesandele (Pirker et al., 2017).

Veel üks huvitav õpetajakoolituse uurimus (Lugrin, Latoschik, Roth, & Grafe, 2016) käsitleb klassis probleemsete õpilaste käitumise küsimust, aga seda virtuaalses klassis ja pool-autonoomsete virtuaalsete õpilastega. VR treeningsüsteem disainiti eesmärgiga parandada erineval tasemel õpetajate oskusi, fookuses tundi segavate õpilaste käitumise ohjamine. Üritati arendada õpetaja oskust märgata, ennetada ja toime tulla probleemsete õpilastega. VR lahendus

oli mõeldud toetava tööriistana seminaridel, mitte täieliku lahendusena. Selle eelised päris klassiruumi ees on ligipääsetavus klassile ja õppeolukorrale, samas on juhendajal suur kontroll klassis toimuva üle. Näiteks kindla situatsiooni harjutamiseks ei pruugi päris klassiruum sobivat olukorda pakkuda, kuid virtuaalses klassiruumis on olukord korratav ning saab vastavalt vajadusele täpse stsenaariumi ja raskusastme valida. Tähelepanu tuleb pöörata simulatsiooni suutlikkust põhjustada õpetajates samasugust stressireaktsiooni, nagu pärisolukorras, mis on väga oluline faktor tulemusliku õpiolukorra tekitamisel. Ehedat stressireaktsiooni on raske tekitada ja kontrollima õppida ainult videomaterjale ja rollimänge kasutades. Tegu on üks-ühele õppega õpetaja ja instruktoriga vahel. Treenitav õpetaja on hõlmavas virtuaalses keskkonnas, mil instruktor kontrollib õpetaja ülesandeid, jälgib sooritusvõimet ja annab jooksvalt tagasisidet. Õpetajad hindasid virtuaalseid õpilasi, kes tekitasid õpetajas edukalt stressireaktsiooni, usutavateks. Enamik õpetajatest arvas, et süsteem aitas neil õppida. Simulatsiooni tulemused olid paljulubavad ja täitsid kõiki kriitilisi kasutatavuse nõudeid: ohutus, mugavus, usutavus, kasutatavus, aktsepteeritavus, laiendatavus, taskukohasus ja mobiilsus (Lugrin et al., 2016).

Erinevates valdkondades on VRi kasutatud juba aastakümneid, aga alles viimaste aastatega on VRi roll hariduses hakanud järjest kasvama. Seda põhiliselt VR seadmete hinna languse, laiema kättesaadavuse, kasutusmugavuse ja kvaliteedi tõusu pärast. Põhjalikumad uurimustööd VRi positsioonist hariduses ei ole tehtud küll palju, kuid algused tulemused on paljulubavad. VR pakub võimalust paindlikus, kuid samas kontrollitud keskkonnas õpitud teooriat koheselt virtuaalses praktikas rakendada. Tehnika kättesaadavus, madal hind ja kõrge kvaliteet, mis pakub autentseid elamusi, loob potentsiaali selle tehnika kasutamiseks hariduses. Märkimist väärib, et VRi nähakse klassiruumis pigem olemasoleva õppe toetajana, mitte asendajana.

Eelnev demonstreerib VRi suutlikkust mõjutada õppimisprotsessi väga suurel määral, sealhulgas ka õpihoiakuid. Biggs ja Tang (2008) kirjeldavad sügavat õpihoiakut kui püüdlust keskenduda olulistele tähendustele, peamistele ideedele, teemadele ja põhimõtetele, õppides nii üksikdetalle kui üldist pilti. Õpilast iseloomustab positiivsus, hea tuju ning huvi õpetatava vastu, tajutakse õpitava olulisust ning õppimist nauditakse (Biggs & Tang, 2008; Ramsden, Beswick, Bowden, 1989). Sotsioloogias tähendab sõna "hoiak" kalduvust reageerida millelegi või kellelegi teatud moel (Allardt & Littunen, 1975, viidatud Leino, 2007). Niisiis võib õpihoiakut mõista kui õpilase hoiakut õppimise suhtes ning seda võiks VRi kasutamine potentsiaalselt mõjutada. Antud

töö raames kasutatakse õpihoiakut veidi kitsamas tähenduses, keskendutakse õppeprotsessi nauditavuse aspektile, see on pigem suhtumine ja meelestatus kindlasse kogemusse.

Virtuaalreaalsuse kitsaskohad

Kuna VR on laiemale tarbijaturule suhteliselt uus nähtus, umbes kolm aastat, võib arvata, et lahendamata on veel palju probleeme, mille olemasolust hetkel isegi teadlikud ei olda.

Turunduskampaaniaid jälgides võib täheldada, et üldsusele reklaamitakse VRi pigem mänguasja kui olulise teadmiste allikana, see võib mõjutada ka õpilaste suhtumist VRi kasutamisse õppeesmärgil. Samuti võib probleeme tekkida õpetajate ja õpilaste vanusegruppide erisuse tõttu. Sageli ei tunne vanemad pedagoogid ennast keerulisema tehnoloogiaga mugavalt ja ei ole varmad uusi tehnoloogiaid kasutama. Hetkel on VRi tarbeks saadaval väga vähe hariduslikku tarkvara ning saadaolevad lahendused ei ole omavahel ühildatavad. Peale VRi laialdasemalt kasutusse võtmist tulevikus tuleb luua õpivara valmistamiseks standardeid, mis ühilduvad õppekavadega ja välja tuleb töötada protseduurid õppe ettevalmistamiseks, implementatsiooniks ja tulemuste hindamiseks. Selle kõige osas on hetkel veel väga vähe tööd tehtud. Usun, et tulevatel aastatel VRi populaarsus kindlasti kasvab ja leitakse uusi vise, kuidas tehnoloogiat kasutada. Koolidele pakub VR suuri võimalusi trenida uusi spetsialiste, kes toodavad vajalikku sisu ja tarkvara. Lisaks läheb vaja uut tüüpi disainereid, programmeerijaid ja insenere, kes peavad arvestama tehnika piirangutega, kui tahta VRi hariduses rakendada (Velev & Zlateva, 2017). Seoses VRi ja mängutööstusega tõi üks uurimustöö välja, et arvutimängude mängijatel või inimestel, kes on varem VRi kasutanud, ei ole siiski eeliseid nende ees, kes antud tehnikaga vähem kokku puutunud on (Warden, Stanworth, & Chang, 2016).

Üks suur piirang, mida tulevikus on kindlasti võimalik mitmekülgsest paremaks muuta on riistvara. Meyer (2004) väidab, et kohalolutunde saavutamiseks on tähtis kasutaja tähelepanu suunamine õppimisele virtuaalses keskkonnas, mitte keskendumine kasutatava tehnoloogia karakteristikale. Seega, mida vähem tehnika segab, seda rohkem on õppijal võimalik keskenduda õppimisele (Moreno & Mayer, 2004). Hetkel on VR tehnika veel üsna kohmakas. Pirkeri jt (2017) uurimus, mis vaatles füüsika õppimiseks kasutatud VRi, tõi puudustena välja, et VR tehnika vajab palju ruumi, selle hind on jäädavalt kõrge ja ainult üks õpilane saab seda korraga kasutada. Seetõttu soovitati VRi õpilastel kasutada pigem pärast tundi iseseisvalt õppimiseks (Pirker, et al., 2017).

Hoolimata interaktiivsusest mida, VR pakub, ei saa seda kutsuda siiski ideaalseks käed-külge lahenduseks. Samuti jätab soovida sotsiaalse suhtlemise osa VRis olevate kasutajate vahel. VRi kasutamine nõuab sageli eraldi väljaõpet ning VRi kasutamine vajab ka suurt arvutusjõudlust ehk kallemaid arvuteid, mida haridusasutustes leidub vähe (Velev & Zlateva, 2017). Veel üks uurimus (Castaneda, 2016) VRi kasutamisest klassitingimustes tõi välja mitmeid tehnilisi raskusi ja keerukusi seadmete kasutamisel, aga õpetajad suutsid need raskused õpimomentideks muuta ja õpilased olid lahenduste leidmisel väga entusiastlikud. Kohati tehnilised raskused siiski segasid õpet vähem tehnilisema suunaga klassides (Castaneda, 2016).

VRi negatiivsetest mõjudest rääkides tuleb kindlasti mainida VR seadmetega seotud iiveldust ja peapööritust, teisisõnu küberhaigust. Mõnedel juhtudel võivad VR seadmeid kasutades kasutajal kujuneda sümptomid, mis on sarnased, kuid mitte alati täpselt samad merehaigusele. Küberhaiguse tunnusteks võivad olla pinge silmades, peavalu, kahvatus, higistamine, suukuivus, pea ringlemine, koordinatsioonihäired, iiveldus. Merehaiguse tekitamiseks võib piisata sisekõrva teosüsteemi mõjutamisest. Küberhaiguse puhul ei ole see vajalik, haigus võib tekkida ainuüksi visuaalsest stimulatsioonist (LaViola, 2000). Sõltuvalt VR seadmest ja kasutatavast tarkvarast võib küberhaigus olla sage nähtus. Olenevalt kasutaja omapäradest võivad sümptomid olla väga erinevad, sellel põhjusel pole suudetud täpselt määratleda ka küberhaiguse põhjuseid (Wilson & Soranzo, 2014). Üks potentsiaalselt ohtlik küberhaiguse mõju on fakt, et sümptomid võivad ilmnedas alles pärast VR seadme kasutamist ja võivad kesta tunde. Seega paljud VR meelelahutuskeskused paluvad klientidel vähemalt pool tundi pärast seadmete kasutamist mitte autot juhtida (LaViola, 2000).

Isegi juhul kui tehnoloogia ei suuda veel lähitulevikus absoluutselt realistlikku virtuaalset reaalsust genereerida, ei pruugi see hariduslike eesmärkide saavutamiseks vajalik ollagi. Õppekeskkonnad, mis taotleavad autentset õpet, käsitlevad õpet pigem protsessi, mitte tulemusena. Seega ei ole tähtis fotorealistlik simulatsioon, vaid õpilase jaoks peaks ülesanne olema kognitiivselt, mitte füüsiliselt, reaalne (Herrington, Reeves, & Oliver, 2007). Hõlmava õpikeskkonna tekitamiseks on kognitiivse realismi kõrval tähtis ka ebausua peatamine, hästi disainitud õpikeskkonnast üksi on vähe. VR õpikeskkonna kasutaja peab nõustuma, et tegu on reaalse keskkonnaga ning selle ebarealaalsele mitte tähelepanu pöörama (Herrington, s.a.). Kognitiivse, mitte füüsilise realismi olulisust on näidanud muudki uurimused (Herrington, Reeves, & Oliver, 2007).

Uurimuse eesmärk ja uurimisküsimused

Kokkuvõtteks võib öelda, et VR tehnoloogia areneb kiires tempos, kuid hetkel on paljude koolide jaoks problemaatiline seadmete kõrge hind, ekspertide puudulikkus, kasutamise keerukus ja vajaliku tarkvara puudus. Siiski on viimastel aastatel hakatud virtuaalreaalsust järjest enam hariduses kasutama (Bonde et al., 2014; Castaneda, 2016; Lugin, Latoschik, Roth, & Grafe, 2016; Pirker et al. 2017). Mõned koolid on suutnud pöörata paljud puudused õpiobjektideks ja loonud sellega palju lisaväärtusi. Tehniliste piirangute tõttu ei näe virtuaalsed maailmad välja täiesti realistlikud, aga õppe eesmärkide saavutamiseks on piisava realismi astme ja interaktiivsusega keskkondi juba praegu võimalik genereerida. Läbi interaktiivsuse võivad VR seadmed tekitada kasutajates tunde, et on virtuaalses keskkonnas ise kohal (Velev & Zlateva, 2017). Taolised kogemused jäävad tavaliselt kasutajatele paremini meelde, tekitavad tugevaid emotsioone ja jäljendavad päris eluga seostuvaid stressireaktsioone (Wilson & Soranzo, 2014). Eelnevalt kirjeldatud aspektid on ka hariduses väga olulised (Herrington, Oliver, & Reeves, 2003). Seega loob VRi kasutamine võimalusi luua kas täiesti uusi või varasematest paremaid keskkondi, kus õppida.

VR pakub kasutajale uusi ja unikaalseid kogemusi, mida reaalses maailmas teostada ei ole võimalik - võimaldab vaadata vanu probleeme uue nurga alt. VR loob õpilase jaoks turvalise keskkonna, milles katsetada teistsuguseid lähenemisi, võimaldades samal ajal keskkonna üle suurt kontrolli, õpilase monitooringut ja kiiret tagasisidestamist. Hetketrendid näitavad, et VRi peaks kasutama pigem olemasoleva õppe toetamiseks ja lisaväärtuse andmiseks, kui varasema täielikuks asendamiseks. VR tehnika kasutamine teatud tingimustes on kasulik ja kohati lausa vajalik, kuid omab hetkel siiski suuri piiranguid. Eelnev demonstreeris, et VR loob juba praegu, suhteliselt tagasihoidliku leviku puhul, haridusmaastikule lisaväärtusi, mille potentsiaal on veelgi suurem ning seega VRi alased uurimustööd on väga olulised.

VR on haridusmaastikul suhteliselt uus nähtus ning selle tehnoloogia kiirete muutuste tõttu on seda ka keeruline uurida. Paljud uurimused on võrrelnud erinevaid tehnoloogiaid, keskendunud VRi omadustele võrdlemata seda tavapärastega või jälginud VRi kui lisandit tavapärasele õppimisele. Samuti keskendutakse pigem üldistele positiivsetele ilmingutele, mitte katsetele, mis võiksid välja tuua rohkem negatiivseid külgi. Näiteks tüüpilises uurimuses kajastatakse üldisi positiivseid mõjusid õpihoiakutele ja õpitulemustele, kuid ei üritata detailselt

välja selgitad, millised faktorid seda põhjustada võivad ning ei võrrelda tulemusi paralleelse kontrollgrupiga, vaid toetutakse varasematele tulemustele. Konkreetsematest uurimustest, kus võrreldakse õpikeskkondi, nimetaksin siiski kahte. Moreno ja Mayeri (2002) uurimusest selgus, et meedium - kas VR või arvutiekraan, ei mõjutanud õppimistulemusi, kuid peaks ka arvestama, et nende VR lahendus oli väga algeline. Ning teiseks uurimuseks, kus võrreldi analoogseid tegevusi VRis ja pärismaailmas, oli Heydariani jt (2014) töö, mille puhul ei täheldatud erinevusi VRis ja reaalses maailmas ülesannete täitmisel, kuigi ka nende virtuaalse keskkonna reaalsusaste ei olnud kõrge ning ei käsitletud õpikeskkonda.

Jõudes VRi kui õpikeskkonna kasutegurite osas täpsemate järeldusteni peaks eemaldama võimalikult palju segavaid faktoreid ning võrdlema kahte sarnast olukorda, kus ainus erisus oleks keskkond. Sellisel juhul oleks võimalik analüüsida VRi mõju õppeprotsessile. Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on välja selgitada, kuid võrd parandab VR keskkond õpitulemusi ja õpihoiakuid võrreldes mitte-VR keskkonnaga. Eesmärgist lähtuvalt püstitasin järgnevad uurimisküsimused:

1. Kuidas erinevad reaalses ja analoogses virtuaalses keskkonnas tunni läbinud õpilaste õpitulemused?
2. Mil määral mõjutab virtuaalne keskkond õpilaste õpihoiakuid?
3. Kuidas on seotud virtuaalse keskkonna kohalolutunne õpitulemuste ja õpihoiakutega?

Metoodika

Antud töös koguti andmeid küsimustikega ning neid analüüsiti kvantitatiivsete meetoditega. Kuna uurimisküsimustest lähtuvalt tuleb võimalikult objektiivselt välja selgitada seosed erinevate muutujate vahel (õpihoiakud ehk kui positiivselt olid katseisikud kogemuse osas meelestatud; kohalolutunne ja õpitulemused), on eesmärgile jõudmiseks kõige sobilikum kvantitatiivne uurimismeetod (Wellington & Szczerbinski, 2007, lk 22). Ankeetide kaudu kogutud andmed sisaldavad vaid numbrilist informatsiooni, mis on statistiliste tulemuste saamiseks, uurimisküsimuste kontrollimiseks ja järelduste tegemiseks sobilik andmetüüp.

Valim

Uurimuse valimisse kuulusid täisealised Tartu Kunstikooli põhihariduse baasil õppijad, kellest katses nõustus osalema 20 inimest. Võttes arvesse, et iga katseisiku kohta oli katse läbiviimine

ajamahukas ja katses osalejate arv ei oleks saanud ajaliste piirangute tõttu väga suur olla, siis piisas ainult Tartu Kunstikooli õpilaste kaasamisest. Eelneva puhul lähtuti mugavusvalimi põhimõttest - kaasati vaid selle sama kooli õpilased, mille ruumides katse läbi viidi. Kuna uurimuse fookuses on VR tehnoloogia ja selle mõjud, oli valimi ainuke kriteerium, et katseisikud peaksid olema kognitiivse ja aistingulise võimekuse osas sarnased, vastasel korral ei oleks gruppide võrdlus täpne. Niisiis oli oluline, et valimis ei oleks näiteks erivajadustega inimesi, kes võiksid oma keskkonda tajuda keskmisest erinevalt. Ehk eelnev lähtub ettekavatsetud valimi põhimõttest. Kuna Tartu Kunstikooli õpilased ei erine töö autori teada olulisel määral teiste koolide õpilastest, siis võib oletada, et uurimise valim esindab suurt osa ka ülejäänud keskkooli õpilaste populatsioonist.

Mõõtevahend

Uurimuses koguti andmeid erinevate küsimustikega. Küsimustikke oli kolme tüüpi: esimese tüübi puhul koguti andmeid määratlemaks katseisikute teadmisi (Lisa 1), teise puhul õpihoiakuid (Lisa 2) ning kolmandas kohalolutunnet, mida VR keskkond tekitab (Lisa 3). Testide sisereleiaablust hinnati Cronbachi alfaga, mille aktsepteeritav väärtus on 0,7 (Cortina, 1993).

Küsitluse teadmiste osa koostamisel lähtusin Moreno ja Mayeri (2002) uurimusest, mille ühes osas mõõdeti teadmiste kinnistatust, (ingl. *retention*). Kinnistatuse määratlemiseks pidid katseisikud loetlema üles kõik faktid, mida suutsid teema kohta meenutada. Käesolevas uurimustöös katseisikute poolt üles loetletud faktide hulka andmetöötles kasutati. Õpihoiakute määratlemisel oli aluseks Moreno ja Mayeri (2002) uurimus, kus kasutati väljendit *program rating*. Uurimuses oli kaheksa küsimust, millele katseisik sai vastuse anda 10 punkti Likert-tüüpi skaalal. Antud uurimuses kohandasin ning võtsin kasutusse nendest küsimustest kuus. Uurimuste erineva iseloomu ning küsimuste tõlkimisest tulenevate raskesti mõistetavuste pärast jätsin välja kaks. Õpihoiakute küsitluses oli Cronbachi alfa 0,84. Kohalolutunde küsitluse aluseks kohandasin Witmer ja Singeri (1998) instrumenti, mis oli loodud kohalolutunde mõõtmiseks virtuaalses keskkonnas 5 punkti skaalal. Algses küsitluses oli 32 küsimust, millest valisin välja ning kohandasin enda töö tarbeks 14, jätsin paljud küsimused välja, sest minu uurimuse raames ei olnud tegu niivõrd interaktiivse kogemusega, kui algne instrument eeldas. Kohalolutunde küsitluse Cronbachi alfa oli 0,89.

Õppevahend

Selgitamaks välja VR keskkonna sobilikkust uute teadmiste omandamiseks ning selle mõju õpihoiakutele, viidi käesoleva uurimuse raames läbi kaks õppetundi - üks VRis, teine päris keskkonnas. Kõrvaldamaks võimalikult palju muid segavaid faktoreid pidid kaks võrreldavat tundi olema võimalikult sarnased, ainsaks muutujaks oli keskkonna tajumise viis - kas vahendatuna VR seadmetest või mitte. Esmalt koostas töö autor õppematerjali mida õpilased tunni ajal läbima pidid. Antud uurimuse puhul ei olnud tunni teema ja käsitletav aine olulised, kuid valiku langetamiseks tehti Tartu Kunstikooli kõikide õpilaste ja õpetajate seas küsitlus selgitamaks välja, millise õppeaine õppimisel tundub motivatsioon olevat kõige madalam. Kõige enam mainiti ajalugu ning konsultatsioonis Tartu Kunstikooli ajalooõpetajaga otsustati tunni teemaks võtta Prantsuse revolutsioon.

Järgnevalt koostas töö autor õpetataval teemal Powerpoint tüüpi esitluse. Õppematerjal tehti video vormis, milles katseisik nägi kõnepunkte ja erinevaid graafilisi elemente ning videole loeti täiendavalt peale eelnevalt koostatud detailsem tekst. Prantsuse revolutsiooni temaatika jagati kaheks osaks. Lõpptulemuseks oli kaks videot, 4-5 minutit pikad, üks Prantsuse revolutsiooni esimesest poolest ja teine teisest. Lisaks õppematerjali visuaalsele poolele lisati ka auditiivne osa selleks, et õppematerjali oleks lihtsam omandada; õppimine toimub sügavamalt kui infot edastada ka auditiivselt (Mayer & Moreno, 1998; Moreno & Mayer, 1999). Tunni sisu video kujul ette kandmine oli vajalik kahel põhjusel. Esiteks võimaldas see igal katsel edastada õpilastele täpselt sama tunnisisu nagu teistegi katsekordade ajal. Teiseks on videot võimalik näidata VRis täpselt samal kujul, kui tavalises keskkonnas.

Järgnevalt valis töö autor välja Tartu Kunstikooli ruumide seast sobiliku, mida oleks võimalik kasutada katse läbiviimise kohana ning mida oleks võimalik mõistliku aja sees taasluua VR keskkonnas. Võimalikult täpse virtuaalse koopia loomiseks sai sobilik ruum detailselt üles pildistatud (Lisa 4) ja mõõdetud ning ruum modelleeriti kasutades 3D modelleerimise tarkvara Blender. Järgnevalt, et ruum oleks VR seadmetega vaadeldav, tõsteti ruumi mudel Unreal Engine 4 nimelisse programmi (Lisa 5). Vastavas programmis lisati VR kogemusele erinevad funktsionaalsused, et katse läbiviija saaks käivitada ja peatada VR ruumis näidatavaid videosid kasutades arvuti klaviatuuri, et mitte segada parasjagu VR maailma kogevat kasutajat.

Protseduur

Katsed viidi läbi 2018. aasta aprillis ja mais Tartu Kunstikooli ruumides, mis olid aluseks ka VR keskkonna loomisel. Pika perioodi põhjuseks oli piiratud ligipääs vajalikele ruumidele ja tehnikale. Katseisikud jagati juhuslikult kahte gruppi. Grupist sõltus, kas katseisik läbis esimese osa õppematerjalist VRis või teleri vahendusel. Enne õppevideo vaatamist sooritasid kõik katseisikud eelteadmiste testi, et hiljem oleks võimalik võrrelda, kui palju juurde õpiti. Pärast mõlema õppematerjali osa läbimist täitsid katseisikud küsitluse nii õpihoiakute kui ka teadmiste osas. Kui õppematerjal oli läbitud VRis, täideti ka kohalolutunde küsitlus. Andmaks paremat ülevaadet testide ja tegevuste järjestusest, on tabelis 1 gruppide kaupa etapid eraldi välja toodud.

Tabel 1. Katse läbimise etapid gruppide kaupa.

Etapp	1. Grupp	2. Grupp
1.	Eelteadmiste test	Eelteadmiste test
2.	Õppematerjali 1. osa läbimine teleri vahendusel	Õppematerjali 1. osa läbimine VRis
3.	Teadmiste test	Teadmiste test
4.	Õpihoiakute test	Õpihoiakute test
5.	Õppematerjali 2. osa läbimine VRis	Kohalolutunde test
6.	Teadmiste test	Õppematerjali 2. osa läbimine teleri vahendusel
7.	Õpihoiakute test	Teadmiste test
8.	Kohalolutunde test	Õpihoiakute test

Katseisikute kaheks grupiks jagamine oli vajalik selleks, et vähendada potentsiaalseid mõjusid õpihoiakutele ja kohalolutundele mis võivad tuleneda VRi kogemuse ajalisest paigutusest õppeprotsessis. Antud töö autor ei ole teadlik ühestki teisest uurimusest, mis uuriks VR kogemuse ajalise paigutuse olulisust õppeprotsessis ning see ei ole ka antud töö üheks eesmärgiks. Seega gruppideks jagamine oli eelkõige ettevaatusabinõu potentsiaalsete mõjutuste vältimiseks.

Katses sai osaleda korraga kaks katseisikut, üks 1. grupist ning teine 2. grupist. Pärast eelteadmiste testi tegemist siirdus 1. grupi katseisik katseks ettevalmistatud ruumi, kus oli televiisor ning hakkas õppematerjali esimest poolt omandama jälgides seda teleri vahendusel. 2. grupis olev katseisik pani pähe VR prillid ning kõrvaklapid, võimaldati umbes minut, et ennast mugavalt sisse seada ning VR keskkonnaga tutvuda. VR keskkond oli koopia ruumist, kus viibis 1. grupi katseisik, see tähendab, et ka virtuaalses ruumis oli teler videoga (Lisa 6 ja Lisa 7). Kui kõik oli korras, käivitas katse läbiviija VR seadet kandva katseisiku jaoks VR keskkonnas õppematerjali esimese osa. Sellisel viisil omandasid mõlema grupi katseisikud samal ajal täpselt samasugust õppematerjali, ainukeseks erinevuseks oli ruumi virtuaalsuse aspekt. Kogemused olid ka taktiilselt võimalikult sarnaseks tehtud. Isegi tool, mille peal katseisikud istusid, olid mõlema õppematerjali osa läbimise ajal samasugused. Pärast õppematerjali esimese osa läbimist täitsid mõlemad katseisikud vajalikud küsitlused. Seejärel läbisid katsealused teise osa, vahetades kes oli VRis ning kes teleka ees ning pärast teist osa täitsid uuesti vajalikud küsitlused. Kogu protsess koos instruktööri käiguga võttis aega umbes 45 minutit. Instruktaazi käigus tutvustati katseisikutele protsessi ning teavitati neid VRi potentsiaalsest mõjust põhjustada ajutist peapööritust.

Küsitluste andmed koondati Google Sheets veebirakendusse, kus neid edaspidi ka töödeldi. Vajalike küsimuste andmed suundati ning andmetöötluse ettevalmistamiseks võeti samasse blokki kuuluvate küsitlustulemuste keskmised väärtused. Konsultatsioonis lõputöö juhendajaga määratleti, et kohalolutunde korrelatsiooni leidmiseks õpihoiakute ja teadmiste vahel tuleb kasutada Pearsoni korrelatsiooni koefitsienti. Keskmiselt tugev Pearsoni koefitsient on $0.5 < r < 0.7$ (Mindrila & Balentyne, s.a.). Erinevates tingimustes õpihoiakute ja teadmiste vaheliste erinevuste leidmiseks kasutati Wilcoxon Signed-Ranks testi. Väärtuste arvutamiseks kasutati veebikalkulaatorit Social Science Statistics (2018). Statistilise olulisuse kriteeriumiteks oli kõikide instrumentide puhul $p < 0,05$.

Tulemused

Õpitulemuste analüüsis selgus teadmiste testide võrdluses, et esimese grupi tulemused paranesid VRis 0.4 punkti kuid teise grupi tulemused olid VRis 0.8 punkti kehvemad kui tavalises keskkonnas ja tulemuste erisus oli statistiliselt ebaoluline ($z = -0,341$; $p > 0,05$). Tuleks ka mainida, et esimese grupi teadmiste testi tulemused olid mõlema osa läbimisel paremad, mis

viitab faktile, et selles grupis olid võimekamad õpilased kui teises. Tabelis 2 on välja toodud mõlema grupi küsitluste tulemused.

Tabel 2. Grupi 1 (n = 10) ja grupi 2 (n = 10) testide ja küsimustike tulemused (keskmine väärtus ja standardhälve sulgudes). Küsimustike skaala väärtuste vahemikud: Õpihoiakud 1-10, kohalolutunde 1-5, teadmiste testi maksimaalne summa oli 11.

Grupp	Eelteadmiste test	1. teadmiste test	1. õpihoiakute küsimustik	2. teadmiste test	2. õpihoiakute küsimustik	VRi kohalolutunde küsimustik
1	1,9 (1,4)	6,4 (2,1)	6,1 (1,7)	6,7 (2,0)	6,9 (1,1)	3,8 (0,7)
2	1,6 (0,8)	4,9 (1,1)	7,6 (1,1)	5,7 (2,8)	5,3 (1,5)	3,7 (0,8)

Õpihoiakute tulemused olid mõlema rühma puhul paremad VR keskkonnas, keskmiselt 1,5 punkti, tulemuste erisus oli statistiliselt oluline ($z = -2.576$; $p < 0,05$). Märkimisväärne on, et kolmel osalisel, ID 2, 3, 15, olid tavalises keskkonnas õpihoiakud positiivsemad kui VRis. Pearsoni korrelatsiooni koefitsiendi kohaselt oli korrelatsioon kohalolutunde ja õpihoiakute vahel keskmiselt tugev positiivne ning statistiliselt oluline ($r = 0,697$; $p < 0,05$). Kohalolutunde ja teadmiste tulemuste korrelatsioon osutus väga nõrgaks ning statistiliselt ebaoluliseks ($r = -0,143$; $p > 0,05$).

Arutelu

Käesoleva uurimuse fookuseks oli õpikeskkond virtuaalses reaalsuses. Uurimuse läbiviimiseks valmistati VR keskkond ning õppematerjal, mida katseisikud saaksid virtuaalses keskkonnas läbida. Infot koguti katse läbinud isikute õpitulemuste, õpihoiakute ja kohalolutunde kohta, mis andsid vastused uurimise alguses püstitatud kolmele uurimisküsimusele.

Kuidas erinevad reaalses ja analoogses virtuaalses keskkonnas tunni läbinud õpilaste õpitulemused? Analüüsist lähtuvalt võib järeldada, et keskkonnal ei olnud õpitulemustele mõju. See tulemus läheb kokku ka Moreno ja Mayeri (2002) ning Heydariyani jt (2014) uurimuste tulemustega. Peab mainima, et uute teadmiste testimisel oli antud uurimuses puudujääke. Tulemusi võis mõjutada fakt, et tunni esimese ja teise osa videod olid veidi erineva pikkuse ja mahuga. Teise video infotihedus võis tulemusi mõjutada kuna oli mahukam. Ükski õpilane ei

suutnud meelde jätta kõiki fakte, mida esimesest videost oli võimalik välja lugeda, niisiis ei olnud see teisest osast siiski liiga erinev. Teisest videos oli aga võimalik meelde jätta rohkem infot, sellele vihjavad ka tulemused, sest hoolimata keskkonnast loetlesid mõlema grupi katseisikud video teise osas puhul üles rohkem fakte kui esimese. Täpsema võrdluse saavutamiseks võiks mõlemasse videosse panna täpselt sama hulga fakte või kasutada mõnda muud meetodikat, viimaks samade isikute peal kaks korda katse läbi nii, et katses õpitav sisu oleks mõlemal korral uus. Samuti viitab esimese ja teise grupi tulemuste suur erinevus, et valim võis jääda liiga väikeseks. Ühte gruppi sattusid võimekamad õpilased kui teise, ehkki tulemusi see ei mõjutanud, kuna fookuses oli gruppide tulemuste muutus sõltuvalt keskkonnast mitte gruppide omavaheline võrdlemine. Veel võisid tulemusi mõjutada katseisikute erinevad kogemused Prantsuse revolutsiooni temaatikaga. Eelteadmiste küsitlusega üritati seda mõju küll vähendada. Siiski isikutel, kes olid teemat varem õppinud, kuid kes ei suutnud ka eelteadmiste testi ajal fakte meenutada, võis olla see peale tundide läbimist lihtsam kui isikutel kes polnud varem üldse Prantsuse revolutsioonist kuulnud. Niisiis soovitus oleks järgnevate uurimuste ajal valida selline teema, millest kindlasti keegi ei ole varem kuulnud, või on teada, et katseisikutel on sarnased kogemused.

Mil määral mõjutab virtuaalne keskkond õpilaste õpihoiakuid? Mõlema rühma katseisikute õpihoiakud olid VR keskkonnas paremad kui tavalises keskkonnas, ehk virtuaalses keskkonnas õppimisse suhtuti positiivsemalt kui tavalises. Õpihoiakud olid VRis kõrgemad kõikidel katseisikutel peale kolme, nendel samadel isikutel oli ka kohalolutunde näitaja oma rühmast kõige madalam. Kuna kohalolutunnet mõjutab olulisel määral VR seadmete kandmise mugavus, siis võib oletada, et madalate õpihoiakute põhjuseks oligi ebamugavustunne, mida VR seadmete kandmine põhjustas, mitte niivõrd virtuaalne maailm ise. Võimalik, et füüsilist ebamugavust tekitasid näiteks juustesse takerduvad rihmad või juhtmed ja ebamugavam on VR seadmete kasutamine ka prille kandvatele inimestele.

Kuidas on seotud virtuaalse keskkonna kohalolutunne õpitulemuste ja õpihoiakutega? Kohalolutunde ja õpihoiakute vahel oli keskmiselt tugev positiivne korrelatsioon, seega õppeprotsessi suhtuvad positiivsemalt õpilased, kes tunnevad end ka virtuaalses maailmas rohkem kohal olevat. Kohalolutunde ja õpitulemuste vahel oli korrelatsioon aga väga nõrk. Tulemustest võib järeldada, et õppeprotsessi on võimalik VRi kasutamisega teha küll meeldivamaks, kuid mitte tõsta õpitulemusi.

Kuna VRi on laiemas hariduse kontekstis vähe uuritud, siis edasine uurimispõld on väga lai. Antud uurimuses kasutati VRis samu õppematerjale, mida hariduses on traditsiooniliselt kasutatud – powerpointi. Kuna selgus, et samasuguste õpiobjektidega õpitulemused ei muutu, siis üheks edasiseks uurimissuunaks on selgitada välja, kas mingit sorti meetodid mõjutaksid ka õpitulemusi; kas õpitulemuste tõstmiseks saaks teatud tingimustel VRis kasutada samu meetodeid, mis tavalises keskkonnas või muutub VR efektiivseks ainult siis, kui kasutada meetodeid, mida tavalises keskkonnas oleks võimatu kasutada? Kuna VR parandab vähemalt õpihoiakuid, siis kas VR võiks olla asendajaks ka tavapärasele tundidele, kus VRi tavaliselt ei kasutata, ehk õppematerjal oleks sama ning vaid õppekeskkond teine? Ja selles lähtuvalt, milline oleks optimaalne VRi kasutamise aeg õppetöös? Millisel hetkel peaks VRi õppetöös kasutama, kas pigem tunni alguses või lõpus? Selle väljaselgitamiseks annaks ka käesolevat uurimust kohendada, näiteks korrates katsed samade inimestega, ainult et need, kes varasemalt alustasid VRis, alustavad nüüd tavakeskkonnas ja vastupidi. Käesolevas uurimuses mõõdeti vaid ajalooliste faktide omandamist, millele ei aidanud virtuaalne keskkond kaasa, kuid ehk on olemas mõned teist tüüpi meetodeid, mille puhul oleks VRist rohkem kasu? Antud uurimuses ei saanud katseisik peale ringi vaatamise kuidagi keskkonnaga interakteeruda. Edaspidi võiks mõõta, kas on tegevusi, mida saab teha nii tavameetoditega kui ka VRis, kuid mis annaksid VRis paremaid tulemusi? Antud uurimuses kasutasid kõik katseisikud VRi esimest korda. Uurida võiks ka, kas VRi korduvkasutajate ja esmakasutajate vahel on olulisi erinevusi.

Tänuõnad

Töö autor tänab eelkõige ennast, et ei läinud töö väga pika valmimise käigus kordagi hulluks, või kui läks, siis vähemalt taastus kiiresti. Suureks toeks ja abiks oli ka kass Mirru, kes igal võimalusel autori peal oleskleda üritas. Kindlasti poleks see töö valminud ka ilma juhendaja Leo Aleksander Siimannita, tänud toetuse ja nõu eest ka talle ning õele, kes nõustus antud jubedust lugema ja näpunäiteid andma.

Autorsuse kinnitus

Kinnitan, et olen koostanud ise käesoleva lõputöö ning toonud korrektselt välja teiste autorite ja toetajate panuse. Töö on koostatud lähtudes Tartu Ülikooli haridusteaduste instituudi lõputöö nõuetest ning on kooskõlas heade akadeemiliste tavadega.

Erich Brutus

/allkirjastatud digitaalselt/

21. mai 2019

Kasutatud kirjandus

Bailenson, N. J., Yee, N., Blascovich, J., Beall C. A., Lundblad, N., & Jin, M. (2008). The Use of Immersive Virtual Reality in the Learning Sciences: Digital Transformations of Teachers, Students, and Social Context. *Journal of the Learning Sciences*, 17(1).

Beach, J., & Wendt, J. (2016). Using Virtual Reality to Help Students with Social Interaction Skills. *Journal of the International Association of Special Education*, 1, 26-33.

Beier, K. P. (2008). *Virtual Reality: A Short Introduction*. Külastatud aadressil <http://www.umich.edu/~vrl/intro/>

Biggs, J., & Tang, C. (2008). *Õppimist väärtustav õpetamine ülikoolis*. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.

Bonde, M., Guido, M., Wandall, J., Larsen, M. V., Morsing, M., Jarmer, H. O., & Sommer, M. O. A. (2014). Improving biotech education through gamified laboratory simulations. *Nature Biotechnology*, 32(7), 694-697.

Bower, H. G. (1992). How emotions affect learning? In Christianson, S. (Eds.), *The handbook of emotion and memory: research and theory* (pp. 3-32) (2nd ed.). New York, NY: Psychology Press

Buzio, A., Chiesa, M., & Toppan, R. (2017). *Virtual Reality for Special Educational Needs*. Külastatud aadressil <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=3038541>

Bymer, L. (2012). *Virtual reality used to train Soldiers in new training simulator*. Külastatud aadressil <https://www.army.mil/article/84453>

Castaneda, L. (2016). *Virtual Reality in the Classroom: An Exploration of Hardware, Management, Content and Pedagogy*. Külastatud aadressil

<http://foundry10.org/wp-content/uploads/2016/08/SITE-2016-Virtual-Reality-in-the-Classroom-An-exploration-of-hardware-management-content-and-pedagogy.pdf>

Correa, G.A., Borba, Z. E., Lopes, R., Zuffo, K. M., Araujo, A., & Kopper, R. (2017). *User experience evaluation with archaeometry interactive tools in Virtual Reality environment.*

Külastatud aadressil <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7893349/>

Cortina, J. M. (1993). What is coefficient alpha? An examination of theory and applications. *Journal of applied psychology*, 78(1), 98.

Diemer, J., Alpers, W. G., Peperkorn, H. M., Shiban, Y., & Mühlberger, A. (2015). *The impact of perception and presence on emotional reactions: a review of research in virtual reality.*

Külastatud aadressil <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2015.00026/full>

Eesti keele seletav sõnaraamat (2017). Külastatud aadressil <http://www.eki.ee>

Falk, H.J. (2010). Field trips: A look at environmental effects on learning. *Journal of Biological Education*, 17(2), 137-142.

Fox, R. (2010). Constructivism Examined. *Oxford review of Education*, 27 (1), 23-35.

Goncalves, R., Pedrozo, L. A., Figueira, I., & Ventura, P. (2012). *Efficacy of Virtual Reality Exposure Therapy in the Treatment of PTSD: A Systematic Review.* Külastatud aadressil

<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0048469>

Grabinger, S. R., & Dunlap, D. J. (2016). Rich environments for active learning: a definition. *Research in Learning Technology*, 3 (2), 5-34.

Gutierrez, M. J., Mora, E. C., Anorbe, B., & Marrero, G. A. (2017). Virtual Technologies Trends in Education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13 (2), 469-486.

Haridus- ja teadusministeerium (2016). Digipöörde programm 2017-2020. Külastatud aadressil https://www.hm.ee/sites/default/files/2_digipoorde_programmi_2017-2020_eelnou_1.pdf

Hartanto, D., Kampmann, I. K., Morina, N., Emmelkamp, M. G. P., Neerincx, A. M., & Brinkman, W. P. (2014). *Controlling Social Stress in Virtual Reality Environments*. Külastatud aadressil <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0092804>

Haque, S., & Srinivasan, S. (2006). A meta-analysis of the training effectiveness of virtual reality surgical simulators. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 10(1), 51-58.

Herrington, J., Oliver, R., & Reeves, T. (2003). Cognitive realism in online authentic learning environments. In D. Lassner & C. McNaught (Eds.), *Proceedings of EdMedia: World Conference on Educational Media and Technology* (pp. 2115-2121).

Herrington, J., Reeves, T., & Oliver, R. (2007). Immersive learning technologies: Realism and online authentic learning. *Journal of Computing in Higher Education*, 19(1), 80-99.

Herrington, J. (s.a.). *Authentic e-learning in higher education: Design principles for authentic learning environments and tasks*. University of Wollongong. Külastatud aadressil <https://pdfs.semanticscholar.org/c026/660330578a30947b4cd0d9116052ce12665a.pdf>

Heydarian, A., Carneiro, J. P., Gerber, D., B-Gerber, B., Hayes, T., & Wood, W. (2014). Immersive virtual environments: experiments on impacting design and human building interaction. In Gu, N., Watanabe, S., Erhan, H., Haeusler, H. H., Huang, W., Sosa, R. (Eds.) *Rethinking Comprehensive Design: Speculative Counterculture, Proceedings of the 19th International Conference on ComputerAided Architectural Design Research in Asia CAADRIA 2014* (pp. 729–738). The Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia. Külastatud aadressil <https://pdfs.semanticscholar.org/267e/9243447b57946ef912dc196eaf9880af4fed.pdf>

HITSA Innovatsioonikeskus (2014). Rahvusvahelise Haridustehnoloogia Seltsi digipädevuste standard õpetajatele. Külastatud aadressil

http://www.innovatsioonikeskus.ee/sites/default/files/ISTE/ISTE_NETS_T_2014.pdf

Jones, G.M., Hite, R., Childers, G., Corina, E., Pereyra, M., Chesnutt, K., & Goodale, T. (s.a.).

Teachers' and Students' Perceptions of Presence in Virtual Reality Instruction. Külastatud

aadressil <http://www.wseas.us/e-library/conferences/2015/Salerno/EDU/EDU-01.pdf>

Karagiorgi, Y., & Symeou, L. (2005). Translating Constructivism into Instructional Design: Potential and Limitations. *Educational Technology & Society*, 8(1), 17-27.

Kennewell, S., & Beauchamp, G. (2003). The influence of a technology-rich classroom environment on elementary teachers' pedagogy and children's learning. *ACM Digital Library*, 34, 71-76.

Kersten, T., & Tschirschwitz, F. (2017). *Development of a virtual museum including a 4D presentation of building history in virtual reality*. Külastatud aadressil

https://www.researchgate.net/publication/313963055_DEVELOPMENT_OF_A_VIRTUAL_MUSEUM_INCLUDING_A_4D_PRESENTATION_OF_BUILDING_HISTORY_IN_VIRTUAL_REALITY

Lau, W. K., & Lee, Y. P. (2012). The use of virtual reality for creating unusual environmental stimulation to motivate students to explore creative ideas. *Interactive Learning Environments*, 23(1), 3-18.

LaViola, J. J. (2000). A Discussion of Cybersickness in Virtual Environments. *Special Interest Group on Computer-Human Interaction*, 32(1).

Laurel, B. (2016). What is virtual reality? *Research gate*. Külastatud aadressil

https://www.researchgate.net/publication/304013667_What_Is_Virtual_Reality

Lee, M. K. (2004). Presence, Explicated. *Communication theory*, 14(1), 27-50. Külastatud aadressil <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1468-2885.2004.tb00302.x/abstract>

Leino, M. (2007). Eesti ja Soome üliõpilaste väärtushoiakutest. *Haridus*, 11, 46-52. Külastatud aadressil http://haridus.opleht.ee/Arhiiv/11_122007/46-52.pdf

Levy, P., & Roberts, S. (2005). *Developing the New Learning Environment: The Changing Role of the Academic librarian*. London: Facet Publishing.

Lindner, P., Miloff, A., Hamilton, W., Reuterskiöld, L., Andersson, G., Powers, B. M., & Carlbring, P. (2017). Creating state of the art, next-generation Virtual Reality exposure therapies for anxiety disorders using consumer hardware platforms: design considerations and future directions. *Cognitive Behaviour Therapy*. 1-17. Külastatud aadressil <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/16506073.2017.1280843>

Lugrin, J. L., Latoschik, E. M., Roth, D., & Grafe, S. (2016). *Breaking Bad Behaviors: A New Tool for Learning Classroom Management Using Virtual Reality*. Külastatud aadressil https://www.researchgate.net/publication/309579149_Breaking_Bad_Behaviors_A_New_Tool_for_Learning_Classroom_Management_Using_Virtual_Reality

Mayer, R. E., & Moreno, R. (1998). A split-attention effect in multimedia learning: Evidence for dual processing systems in working memory. *Journal of Educational Psychology*, 90, 312–320.

McCreery, P. M., Schrader, P. G., Krach, K. S., & Boone, R. (2013). A sense of self: The role of presence in virtual environments. *Computers in Human Behavior*, 29(4), 1635-1640.

Messner, I. J., Yerrapathruni, S., Baratta, J. A., & Whisker, V. (2014). *Using Virtual Reality to Improve Construction Engineering Education*. Külastatud aadressil https://www.researchgate.net/publication/249864710_Using_Virtual_Reality_to_Improve_Construction_Engineering_Education

Mindrila, D., Balentyne, P. (s.a.). *Scatterplots and Correlation*. Külastatud aadressil https://www.westga.edu/academics/research/vrc/assets/docs/scatterplots_and_correlation_notes.pdf

Monohan, T., McArdle, G., & Bertolotto, M. (2006). Virtual reality for collaborative e-learning. *Computers & Education*, 50(4), 1339-1353.

Moreno, R., & Mayer, R. E. (2004). Personalized Messages That Promote Science Learning in Virtual Environments. *Journal of Educational Psychology*, 9(1).

Moreno, R., & Mayer, R. E. (2002). Learning Science in Virtual Reality Multimedia Environments: Role of Methods and Media. *Journal of Educational Psychology*, 94(3).

Moreno, R., & Mayer, R. E. (1999). Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity effects. *Journal of Educational Psychology*, 91, 358–368.
Oxford Dictionaries. (2017).

Pedaste, M., Jürivete, T., & Reinart, L. (2019). Virtuaal- ja liitreaalsus. E. Toome, & E. Poll (Toim), *Hariduse tehnoloogiakompass*. Külastatud aadressil <https://kompass.hitsa.ee/wp-content/uploads/Hariduse-tehnoloogiakompass.pdf>

Peperkorn, M. H., Diemer, J., & Mühlberger, A. (2015). Temporal dynamics in the relation between presence and fear in virtual reality. *Computers in Human Behavior*, 48, 542-547.

Pirker, J., Lesjak, I., Parger, M., & Gütl, C. (2017). An Educational Physics Laboratory in Mobile Versus Room Scale Virtual Reality – A Comparative Study. *Graz University of Technology*. Külastatud aadressil <http://jpirker.com/wp-content/uploads/2013/09/2017rev-accepted-final-ilovepdf-compressed.pdf>

Ramsden, P., Beswick, D., Bowden, J. (1989). Effects of Learning Skills Intervention of First year Students Learning. *Human Learning* 5, 151(64).

Roser, M. (2016). *Technological Progress*. Kõlastatud aadressil

<https://ourworldindata.org/technological-progress/>

Samur, X. S. (2016). Comparing Stage Presence and Virtual Reality Presence. *Performance and technology*, 6(2).

Sarv, E. S. (2018). *Õpikeskkonnast*. Kõlastatud aadressil

<https://www.tlu.ee/opmat/ka/opiobjekt/Opetamisteooriad/pikeskkonnast.html>

Schlager, M. S., Boman, D., Piantanida, T., & Stephenson, R. (1993). Forecasting the impact of virtual environment technology on maintenance training. *NASA. Johnson Space Center, Sixth Annual Workshop on Space Operations Applications and Research*, 2, 691-699. Kõlastatud aadressil <https://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=19940007098>

Seymour, N .E., Gallagher, A .G., Roman, S .A., O'Brien, M .K., Bansal, V .K., Andersen, D. K., & Satava, R .M. Virtual Reality Training Improves Operating Room Performance: Results of a Randomized, Double-Blinded Study. *Scientific Papers Of The American Surgical Association*, 236(4), 458-464.

Shafer, D. M., Carbonara, C. P., & Popova, L. (2011). Spatial presence and perceived reality as predictors of motion-based video game enjoyment. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 20(6), 591-619.

Skalski, P. & Tamborini, R. (2007). The Role of Social Presence in Interactive Agent Based Persuasion. *Media Psychology*, 10(3), 385-413.

Slater, M., & Wilbur, S. (1997). *A Framework for Immersive Virtual Environments (FIVE): Speculations on the Role of Presence in Virtual Environments*. Kõlastatud aadressil

<https://pdfs.semanticscholar.org/d366/7d18e85172c3db867782bcb1599d38e8202e.pdf>

Social Science Statistics (2018). *Pearson Correlation Coefficient Calculator*. Külastatud aadressil <https://www.socscistatistics.com/tests/pearson/default.aspx>

Solak, E., & Erdem, G. (2015). A Content Analysis of Virtual Reality Studies in Foreign Language Education. *Participatory Educational Research*. Külastatud aadressil <http://dx.doi.org/10.17275/per.15.spi.2.3>

Sooniste, A. (s.a.) *Konstruktivistlik õpikäsitus maailmavaatelse mitmekesisuse mõismise toetajana*. Külastatud aadressil https://sisu.ut.ee/sites/default/files/kohtumised/files/sooniste._konstruktivistlik_opikasisitus.pdf

Sorokin, S. (2013). *Televaatajate ja karakterite intersubjektiivne ja kontekstuaalne lõimumine teleseriaali „Halvale teele“ internetireseptioonis*. Külastatud aadressil <http://www.folklore.ee/rl/pubte/ee/araamat/2013/sorokin.pdf>

Velev, D., & Zlateva, V. P. (2017) Virtual Reality Challenges in Education and Training. *International Journal of Learning and Teaching*, 3(1).

Velichovsky, B.B., Gusev, A.N., Vinogradova, V.F., & Arbekova, O.A. (2016) Cognitive control and a sense of presence in virtual environments. *Experimental Psychology*, 9(1), 5-20.

Vince, J. (1998). What is Virtual Reality? *Essential Virtual Reality fast*. (pp. 1–7). London: Springer.

Warden, A. C., Stanworth, O. J., & Chang, C. C. (2016). Leveling up: Are non-gamers and women disadvantaged in a virtual world classroom? *Computers in Human Behavior*, 65, 210-219.

Wellington, J., & Szczerbinski, M. (2007). *Research methods for the social sciences*. Külastatud aadressil <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.utlib.ut.ee>

Wieman, C., & Perkins, K. (2005). Transforming Physics Education. *Physics Today*, 58 (11), 36.

Wilson, J.C., & Soranzo, A. (2014). The Use of Virtual Reality in Psychology: A Case Study in Visual Perception. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*. Külastatud aadressil <https://www.hindawi.com/journals/cmmm/2015/151702/>

Witmer, B.G., & Singer, J.M. (1998). Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 7(3), 225–240.

Woods, A. (1989). Avangardi rõhutades: uurimus teatrihistoriograafiast. Epner, L., Seppa, K., Vatsar, E. (Toim), *Valitud artikleid teatriuurimisest*. (lk 43-51). Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus. Külastatud aadressil <http://www.lavakas.ee/Teatriuurimisest.pdf>

Lisad

Lisa 1. Teadmiste test

Prantsuse revolutsiooni algus

Küsimustik ei ole avalik, palun vasta võimalikult ausalt.

Sinu nimi *

Short answer text

Kirjuta Prantsuse revolutsiooni kohta kõik faktid, mis sulle meenuvad (näiteks *
kuupäevad, isikud, sündmused, olukorra kirjeldused). Palun nummerda need,
nt. 1... 2... 3...

Long answer text

Lisa 4. Foto katse keskkonnast



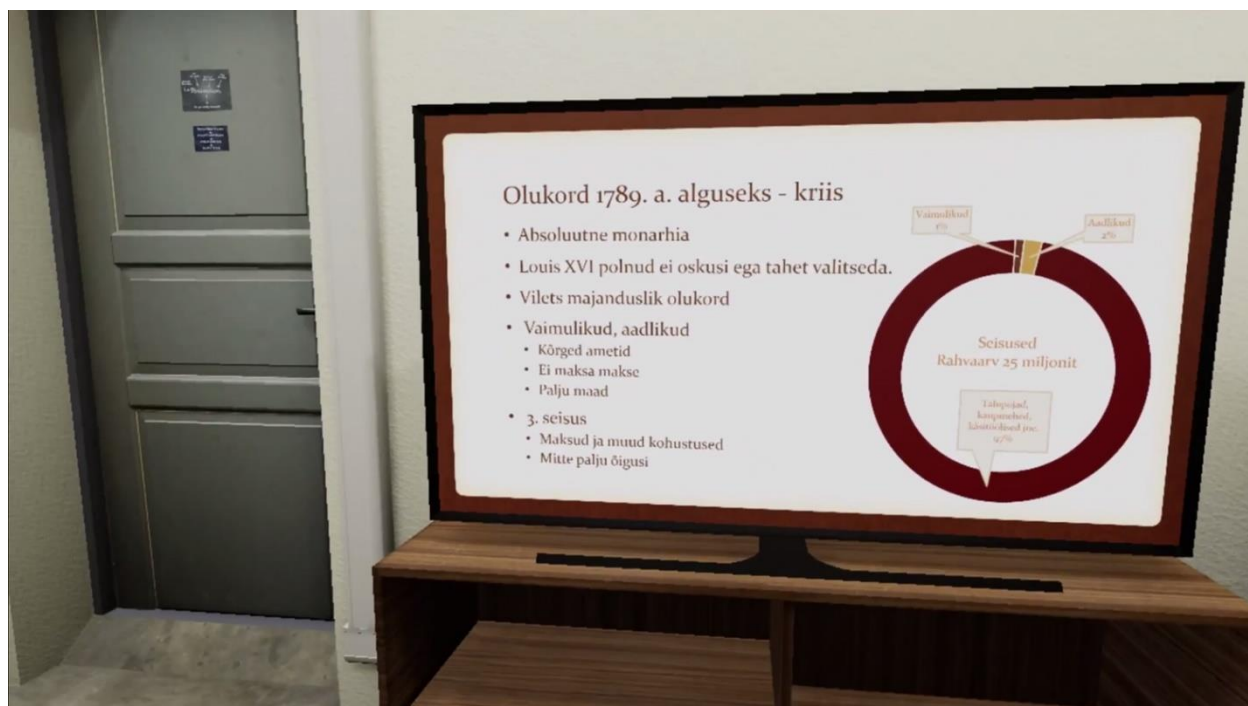
Lisa 5. Virtuaalne ruumi koopia



Lisa 6. Katseisiku vaade VR keskkonnale 1



Lisa 7. Katseisiku vaade VR keskkonnale 2



Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Erich Brutus,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose „Virtuaalreaalse õpikeskkonna mõju õpitulemustele ja õpihoiakutele“, mille juhendaja on Leo Aleksander Siiman, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Erich Brutus

21.05.2019