

Juho Kettunen

# VIRTUAALITODELLISUUSPELIEN KEHITTÄMINEN OPETUKSEEN

Informaatioteknologian ja viestinnän tiedekunta  
Kandidaattitutkielma  
Toukokuu 2025

# TIIVISTELMÄ

Juho Kettunen: Virtuaalitodellisuuspelien kehittäminen opetukseen  
Kandidaattitutkielma  
Tampereen yliopisto  
Tieto- ja sähkötekniikan kandidaattiohjelma, Tietotekniikka  
Toukokuu 2025

---

Tässä tutkielmassa käsitellään, miten virtuaalitodellisuuspelejä pystyisi kehittämään opetuskäyttöön. Tutkielmassa aihetta käsitellään tieteellisen kirjallisuuden avulla. Tutkielma käsittelee aihetta opettavuuden ja käytettävyyden näkökulmasta. Tutkielma myös käsittelee näiden pelien kehittämisen haasteita.

Opettavaisuuden osalta keskityttiin virtuaalitodellisuuden ja pelien mahdollisuuksiin, pelin aktiivisuuden tärkeyteen, pelin viihteen ja opettavuuden tasapainoon sekä yhteensopiviin opetuskohteisiin. Virtuaalitodellisuuden ominaisuuksista käsiteltiin opetukselle hyödyllisistä psykologisista olotiloista, kuten immersio ja virtaus (flow), virtuaaliympäristön mahdollisuuksista, kehon liikkeiden hyödyntämisestä sekä pelillisten elementtien tukemisesta oppimiseen ja motivaatioon. Tutkielmassa käsitellään, että pelin pitäisi sisällyttää minimi määrä viihdettä sekä yhdistää oppimismenetelmiä pelin mekaniikkoihin. Työssä myös vertailtiin lähdekirjallisuuden perusteella aktiivisia ja passiivisia virtuaalitodellisuuspelejä, joista todettiin, että aktiiviset olivat parempia. Käyttökohteista todettiin, että jo aktiiviset opetuksen aiheet ovat paremmin yhteensopivia virtuaalitodellisuuspelien kanssa, mutta periaatteessa mikä tahansa aihe onnistuisi hyvällä idealla.

Puolestaan, käytettävyyden kannalta kirjallisuudesta löytyi heuristiikkoja ja periaatteita, tutoriaalien hyödyntämistä sekä käyttäjäkokemus kyselyiden järjestämisen tärkeydestä. Käsitellyistä periaatteista ja heuristiikoista esiintyi hyödyllisiä ohjeita opettavan virtuaalitodellisuuspelin kehittämiseen, mutta olivat suhteellisen laajoja tarkemman kehittämisen kannalta. Tutoriaaleista vertailtiin erilaisia vaihtoehtoja, joista kontekstiherkät todettiin parhaiksi, joissa pelin toimintoja ohjeistetaan, vasta kuin niitä tarvitaan. Huomioitiin myös, että käytettävyytutkimusten järjestäminen on tärkeää opettavien virtuaalitodellisuuspelien kanssa, koska näitä ei ole vielä yleisessä käytössä ja niiden toimimisen varmistaminen vaatii näitä periaatteiden, heuristiikkojen ja tutoriaalien lisäksi. Tutkielma myös käsittelee kehittämiseen kohdistuvia haasteita, kuten saavutettavuutta, pystyykö peli opettamaan kaikenlaisia oppijoita ja mahdollisesti pelin aiheuttamat riippuvuutta ja kyberaggression. Myös käsiteltiin lyhyesti budjetin aiheuttamista rajoituksista sekä virtuaalitodellisuuden aiheuttamasta pahoinvoinnista. Haasteet ovat kuitenkin todettiin olevan ylitettävissä tarpeeksi suurella panostuksella.

Avainsanat: Virtuaalitodellisuus, opetus, käytettävyys, pelit

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

# TEKOÄLYN KÄYTTÖ OPINNÄYTTEESSÄ

Opinnäytteessäni on käytetty tekoälysovelluksia:

- Ei
- Kyllä

# SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO .....	1
2. VR-PELIEN KEHITYS OPETUKSEN KANNALTA.....	3
2.1 VR-pelien mahdollisuuksien hyödyntäminen.....	3
2.2 Opetuksen ja viihteen tasapainottaminen .....	5
2.3 Aktiivinen vai passiivinen VR-peli opetukseen .....	5
2.4 Millaiset opetuksenkohteet ja -sisällöt sopivat parhaiten .....	7
3. VR-PELIEN KEHITYS KÄYTETTÄVYYDEN KANNALTA .....	9
3.1 Käytettävyyden heuristiikat ja periaatteet VR:lle .....	9
3.2 Tutoriaalien hyödyntäminen.....	10
3.3 Käytettävyydestutkimusten hyödyntäminen .....	11
4. VR-PELIEN KEHITTÄMISEN HAASTEITA OPETUSTARKOITUKSIIN.....	13
5. YHTEENVETO.....	15
LÄHTEET .....	17

# 1. JOHDANTO

Virtuaalitodellisuusteknologian kehittyessä ja yleistyessä sen käyttäminen opetuksessa on mielenkiintoinen vaihtoehto tulevaisuuden opetusympäristöissä kuten kouluissa. Opetushallituksen uutisartikkelissa on käyty keskustelua tästä aiheesta, jossa mainittiin virtuaalitodellisuuden mahdollisuudet nuorisotyössä ja osana koulupäivää (Räsänen 2024). Tämän teknologian mahdollistama immersio voisi mahdollistaa muuten mahdottomia oppimiskokemuksia ja kiinnostavamman oppimistilaisuuden. Esimerkiksi oppilaat voisivat kulkea ja tutkia historiallisissa sijainneissa niin kuin ne olivat aikanaan olleet. Tähän verrattuna tyyppisten opetusmateriaalien tekstit, kuvat ja videot voisivat vaikuttaa vähemmän kiinnostavilta oppilaille. Tähän lisättyä pelillisten elementtien hyödyntäminen virtuaalisiin ympäristöihin mahdollistaisi, että oppilaat voisivat oppia tehokkaammin ja kokea oppimisen kiinnostavammaksi.

Virtuaalitodellisuus on teknologia, joka pystyy upottamaan käyttäjän virtuaaliseen ympäristöön. Käyttäjä käyttää VR-laseja nähdäkseen virtuaaliympäristön ympärillään ja käyttää ohjaimia tai kehonliikkeitä ollakseen vuorovaikutuksessa pelin toimintojen kanssa. (Johnson-Glenberg 2018; Checa et al. 2021) Virtuaalitodellisuus tyyppillisesti lyhennetään sen englanninkielisen termin ”virtual reality” mukaisesti VR:ksi. Tämän perusteella virtuaalitodellisuuspelejä tai lyhemmin VR-pelejä voidaan määritellä olemaan peli, jonka käyttöliittymänä toimii virtuaalitodellisuus.

Näiden VR-pelien kuitenkin pitäisi kehittää sellaisilla menetelmillä, että oppilaat oppisivat vähintään edellisten oppimistulosten tasoisesti. Olisi myös tärkeää, että ne olisivat jokaiselle oppilaalle helposti käytettävissä. Jos näillä peleillä ei pystytä saavuttamaan vastaavanlaisia oppimistuloksia, niin ne eivät pystyisi korvaamaan nykyisiä opetusmenetelmiä. Toisinaan, jos oppilaat eivät pystyisi helposti käyttämään pelejä oppimiseensa, niin ne eivät olisi käyttökelpoisia opetukseen. Näihin kahteen osapuoleen olisi tärkeää panostaa, jotta tämä opetusmahdollisuus voisi olla yleisempää tulevaisuudessa.

Tämän tutkielman tavoite on vasta kysymykseen: *Miten kehitetään VR-pelejä opetukseen opettavaisuuden ja käytettävyyden näkökulmasta?* Tavoitteena on selvittää kirjallisuudesta, miten VR-pelejä tulisi kehittää opetukseen, jotta oppimisvaatimukset täyttyvät sekä oppiminen olisi mieluisaa ja helposti onnistuvaa. Tarkemmin ottaen

tavoitteena olisi tutkia mitkä pelien ominaisuudet, suunnitteluperiaatteet ja kehittämisen muut tekijät saavuttaisivat tavoitteensa.

Tutkielmaan lähteitä olen hakenut aiheeseen liittyvillä englanninkielisillä termeillä "game", "virtual reality", "education" sekä hakuprosessissa lisäsin hakuihin myös termit "usability" ja "learning outcomes". Rajauksina olen käyttänyt vertaisarvioituja lähteitä ja viimeisimmissä hauissa käytin myös aikarajausta viimeisille viidelle vuodelle. Alun perin en rajannut ajan perusteella, mutta tajusin, että osa lähteistä oli liian vanhoja sekä tuloksia olisi liian paljon ilman rajausta. Hakuja olen pääosin tehnyt Andoriin ja ProQuestiin. Hakuja tehdessä havaitsin rajoitusten ja hakusanalistan sanojen lisäämisen tärkeyden, koska usean sadan lähteen käyttökelpoisuuden arviointi edes otsikon perusteella olisi työlästä. Hakuprosessissa myös löytyi yksi ei-vertaisarvioitu lähde, joka on jo mainittu Räsänen (2024) artikkeli. Tämän tarkoitus oli tuoda aiheen ajankohtaisuus esille. Osa tutkielman lähteistä löytyi toisten hakutulosten lähteinä, jotta saisin varmemman tiedon niistä. Hakuprosessissa olen taulukoinut noin 40:tä eri lähdeä, jotka aluksi arvioin otsikon ja tiivistelmän perusteella. Tämän jälkeen alustavasti parhaiten arvioidut arvioin tarkemmin käyden läpi niistä johdannot ja yhteenvedot. Tämän jälkeen lähteistä valitsin parhaiten sopivat tutkielmaani.

Tutkielman aiheet ja teemat jakautuvat seuraaviin neljään lukuun. Luvut käsittelevät aihetta opetuksen ja käytettävyyden näkökulmista kehittämiseen, kehittämisen haasteisiin ja yhteenvedoon. Luvut, jotka käsittelevät opetusta ja käytettävyyttä jakautuvat useampaan alalukuun, jotka käsittelevät aiheita tarkemmin.

## 2. VR-PELIEN KEHITYS OPETUKSEN KANNALTA

Tämän luvun tarkoitus on käsitellä opettavien VR-pelien kehittämistä opetuksen näkökulmasta. Tarkoituksena on käsitellä VR-pelien eri osia, jotka tukevat oppimista, vertailla minkä tyyppisillä peleillä saavutettaisiin oppimistavoitteita sekä mitkä opetuksenkohteet olisivat näihin yhteensopivimmat. Luvun alaluvuissa käsitellään VR-pelien mahdollisuuksia, opettamisen ja viihteen tasapainoa, aktiivisuutta sekä yhteensopivia opetuksenkohteita.

### 2.1 VR-pelien mahdollisuuksien hyödyntäminen

Virtuaalitodellisuudella on useita ominaisuuksia ja mahdollisia käyttötapoja, joiden hyödyntäminen mahdollistaa sen käytön opetukseen. VR pystyy mahdollistamaan näitä psykologiseen olotilaan vaikuttamalla, mahdollistamalla mahdottomia, vaarallisia tai muuten haastavasti järjestettäviä kokemuksia, kehon liikkeiden hyödyntämistä sekä pelillisyyttä. Luvun tarkoitus on selittää kyseiset mahdollisuudet sekä ominaisuudet ja miksi niitä kannattaisi hyödyntää.

Oppimista tarkastellessa opiskelijoiden mielen ja keskittymisen saaminen oikealle tasolle on tärkeää, jotta opiskelijat oppisivat ja muistaisivat opetusmateriaalin sisällön. VR-pelit pystyvät mahdollistamaan opiskelijan saamisen useaan eri psykologiseen olotilaan kuten virtaukseen (flow), immersioon ja vapauteen (agency) (Johnson-Glenberg 2018; Bodzin et al. 2020). Virtaus on ideaalinen psykologinen olotila, jossa henkilö on täysin keskittynyt tekemäänsä aktiviteettiinsa (Csíkszentmihályi 1996, Bodzin et al. 2020 mukaan). Virtaus olossa opiskelutehtävien tekeminen onnistuisi opiskelijoilta sujuvasti ja olisivat keskittyneitä oppimateriaalin sisältöön. Toisinaan vapaus on hallinnan olo eli tuntemus, että pystyy tekemään asioita ilman esteitä (Johnson-Glenberg 2018). Vapauden olotila kannustaisi oppilaita oppimaan pelissä omaan tahtiinsa ja keskittymään omiin kiinnostuksenkohtiinsa. Immersio on aistien ja havainnon saaminen tilaan, jolloin saa läsnäolon tunteen (Bodzin et al. 2020). Tämä esiintyy VR-peleissä tuntemuksena, että on pelin virtuaaliympäristössä. Immersio myös pystyisi tukemaan ja olemaan osana virtaus olotilaa oppimisessa. Psykologia on tärkeä osa ihmisten oppimista, jolloin näiden olotilojen hyödyntäminen opetavassa VR-pelissä olisi hyödyllistä.

Virtuaaliympäristöillä ei ole samanlaisia rajoituksia kuin todellisilla opetusympäristöillä. Tästä esimerkkinä on artikkelissa (Zhang et al. 2023) esitetty historialliseen

Apollo projektiin perustava peli, jossa osana on kuuajurilla ajamista kuun pinnalla. Artikkelissa mainitussa pelissä oleva kokemus ei ole realistisesti järjestettävissä millään muulla tavalla kuin VR:n avulla. Virtuaaliympäristöjen mahdollisuudet eivät myöskään rajoitu siihen mikä on fyysisesti mahdollista, koska ne voidaan ohjelmoida kaikenlaisiksi ympäristöiksi ja kokemuksiksi. VR-pelien ympäristöjä voidaan siis kehittää käyttötarpeiden mukaisesti, jolloin mahdollisesti jokainen virtuaaliympäristön elementti voitaisiin kehittää tukemaan oppimista.

Kehon liikkeitä ja eleitä on mahdollista hyödyntää erilaisilla liikkeentunnistulaitteilla tai ohjaimilla, joita etenkin VR:ssä hyödynnetään. VR-peleissä tyypillisesti käytetään käsissä pidettäviä ohjaimia, joilla käyttäjä pystyy vuorovaikuttamaan virtuaaliympäristössä. Kyseisillä ohjaimilla pystytään hyödyntämään käsien sijainteja, eleitä sekä ohjaimen omia nappeja saadakseen aikaan intuitiivinen käyttäjäkokemus (Johnson-Glenberg 2018). VR-pelit yleensä näyttävät käsien sijainnit käsinä tai käsiä muistuttavina virtuaaliversioina, jotka myös näyttävät ohjaimen tunnistamat eleet tai pelikohdattaiset nappien toiminnallisuudet. Tämä ei kuitenkaan ole vaatimus, jos jokin toinen esitystapa olisi yhteensopivampi pelin opettavuuteen. Eleitä hyödyntämällä on todettu parannettua oppimista useissa tutkimuksissa artikkelin (Johnson-Glenberg 2018) mukaan. Tämä voisi johtua siitä, että eleitä hyödyntämällä oppimista tapahtuisi myös lihassuunnan avulla.

VR-pelien ja muidenkin pelien pelillisuus on myös tärkeä ominaisuus ja hyöty opetuksen osalta. Pelit ovat yleensä viihdyttäviä, koska niitä kehitetään enimmäkseen viihteeksi ja harvemmin opetukseen. Artikkelissa (Tito Cruz et al. 2023) mainitaan, että sitoutuminen ja motivaation on tärkeitä oppimisen kannalta. Tämän perusteella pelien viihde voisi toimia hyvänä motivaation lähteenä, jolloin oppilaat olisivat kiinnostuneempia aiheesta ja oppisivat paremmin. Peleissä on myös mahdollista saada palautetta saman tien, kun on saavuttanut jotain siinä. Tämän perusteella, jos saavutettu tavoite olisi opetukseen liittyvä kysymys tai suoritus, oppilaat saisivat heti yrittämisensä jälkeen tietää onnistuivatko. Tällöin heidän ei tarvitsisi odottaa, että opettaja arvioi heidän suorituksensa, jossa voi kestää niin kauan, että oppilas on jo unohtanut mitä hän oli vastannut.

Kuten tämän luvun kappaleissa on käsitelty, VR-pelien ominaisuuksien eri hyötyjä on useita ja ne voisivat olla hyödyllisiä opetuskäytössä. Opettavaa VR-peliä kehittäessä tätä uniikkia ominaisuuksien yhdistelmää kannattaa hyödyntää, koska kyseistä yhdistelmää ei ole saatavilla muilla opetusmenetelmillä.

## 2.2 Opetuksen ja viihteen tasapainottaminen

Kuten edellisessä luvussa mainittiin, pelejä yleensä kehitetään viihteeksi eikä opetuskäyttöön, mutta myös opetuskäyttöön tehtävät pelit tulisivat olla viihdyttäviä. Jos pelit eivät olisi ollenkaan viihdyttäviä, niin ne eivät olisi motivoivia oppilaille. On kuitenkin tärkeää, että peleistä ei tulisi liian viihdyttäviä, koska muuten oppiminen jäisi sivuun. Tämän takia on tärkeää ylläpitää viihteen ja oppimisen tasapaino. Tässä luvussa käsitellään miten kyseinen tasapaino voitaisiin saavuttaa.

Artikkelin (Checa et al. 2021) mukaan opettavainen peli pitäisi saada opetukseen motivoivaksi käyttäjälle, mutta minimoida erillinen pelin aiheuttama viihde. Ajatuksena on se, että pelin viihdykkeiden pitäisi motivoida käyttäjää oppimaan pelissä, mutta opetusta ei tulisi häiritä muilla mahdollisilla viihdykkeillä. Tämän huomioimalla kehityksessä pystyttäisiin tukemaan pelin opettavaisuutta ja sen tehokkuutta. Tämän vaatimuksen kehittäminen peliin voi kuitenkin olla haastavaa, koska tarvitsisi määrittää millä menetelmällä tämän pystyisi täyttämään.

Artikkelissa oli esitetty LM-GM (Learning Mechanics-Game Mechanics) malli hahmottamaan pedagogisia ja viihteellisiä ominaisuuksia ja niiden yhteyksiä. Malli mahdollistaa opetusmenetelmien ja pelimekaniikkojen yhdistämisen toisiinsa, jotta nämä tukisivat toisiaan. Artikkelissa mallilla on esimerkiksi opetuksen ohjeistus yhdistetty roolipelaamisen kanssa. Mallilla pystyttäisiin arvioimaan opettavien pelien oppimismahdollisuuksia. (Arnab et al. 2014) Tätä mallia olisi mahdollista hyödyntää edellisen kappaleen vaatimuksen täyttämiseen. LM-GM mallia on hyödynnetty tutkimuksessa (Zhang et al. 2023) opettavan VR-pelin kehittämiseen. Tutkimuksen tulokset olivat positiivisia, mutta alustavia.

Tässä luvussa on todettu, että on tärkeää opettavaa VR-peliä kehittäessä huomioida viihteen ja opettamisen tasapainottaminen. Tähän tavoitteeseen voi hyödyntää esimerkiksi LM-GM mallia, mutta mahdollisesti on muitakin menetelmiä, joita voi hyödyntää tähän tavoitteeseen.

## 2.3 Aktiivinen vai passiivinen VR-peli opetukseen

Tässä tutkielmassa on jo käsitelty, että VR:ää pystyy käyttämään erilaisiin kokemuksiin. Artikkelissa on kyseisiä kokemustyyppisiä luokiteltu neljään eri kategoriaan opettamisen näkökulmasta, jotka ovat tutkiva vuorovaikutus, tutkiva, vuorovaikuttava ja passiivinen. Näistä kategorioista kolme ensimmäistä ovat aktiivisia ja viimeinen on nimensä mukaisesti passiivinen. (Checa et al. 2021) Opettavan VR-pelin kehittämisen kannalta opetukseen hyödyllisen kokemuksen valitseminen on tärkeää, koska

käyttökohteeseen sopimaton vaihtoehto ei välttämättä saavuttaisi haluttua lopputulosta. Tässä luvussa käydään läpi VR-pelien eri kokemustyyppisiä ja vertaillaan aktiivisia ja passiivisia

Edellisessä kappaleessa esitetyt kategoriat on seuraavasti määritelty. Tutkivassa vuorovaikutuksessa käyttäjä on vapaa tutkimaan ja vuorovaikuttamaan virtuaaliympäristössä. Toisinaan tutkivassa käyttäjä pystyy vapaasti tutkia, mutta on hyvin rajoitettu vuorovaikutuksen kohdalla. Vastaavasti vuorovaikuttavassa käyttäjä pystyy vuorovaikuttamaan, mutta ei tutkimaan. Passiivinen on luokitteluista rajatuin, jossa käyttäjä on hyvin passiivisessa roolissa kokemuksessa hyvin vähäisellä liikkumis- ja vuorovaikutusvaihtoehdoilla. (Checa et al. 2021) Näistä kategorioista voi valita sen, joka parhaiten sopii pelin käyttötarkoitukseen.

Useassa tämän tutkielman lähteissä käsitellään aktiivisia VR-pelejä ja niiden opetus-tuloksia. Tutkimuksissa (Checa et al. 2021; Zhang et al. 2023; Tito Cruz et al. 2023; Kim et al. 2024) on kehitetty ja tutkittu aktiivisten VR-pelien opettavaisuutta. Tutkimuksissa tulokset olivat positiivisia, mutta silti hyvin alustavia tuloksia. Tutkimusten tulosten perusteella aktiivisilla VR-peleillä mahdollisesti pystytäisiin saavuttamaan positiivisia oppimistuloksia. Opettavaisten VR-pelien kehittämisen kannalta aktiiviset pelit vaikuttaisivat hyvältä vaihtoehdolta.

Passiivisesta VR-pelistä on myös tutkimustuloksia. Artikkelissa vertasivat video-opetusta norminäytön ja VR:n välillä ja päätyivät lopputulokseen, että norminäytöllä oppineet oppilaat muistivat tiedon paremmin kuin VR:llä. Tutkimus totesi, että VR:n avaruudellisuus häiritsi opetusmateriaalin katsomista, jonka takia oppimistulokset olivat heikommat VR:llä. (Ahn et al. 2022) Kuitenkin tutkimuksessa käytetty VR kokemus oli sama videoesitys kuin tyypillisellä näytöllä, mutta siinä pystyi katsomaan ympärilleen niin kuin VR mahdollistaa. Artikkelissa käsitelty VR-peli täyttää passiivisen kokemuksen määritelmän. Kyseisen tutkimuksen perusteella passiiviset VR-pelit eivät välttämättä ole yhteensopivia opetukseen ja kannattaisi mieluummin käyttää yleisempiä esitystapoja tämän kaltaisen passiivisten opetuskokemusten kohdalla.

Luvun kappaleissa on huomattu, että aktiivisilla opettavilla VR-peleillä saataisiin parempia oppimistuloksia verrattuna passiivisiin. Tutkimuksessa (Zhang et al. 2023) vertailtiin myös aktiivisen VR-pelin ja passiivisen VR-kokemuksen välisiä eroja. Tämän tutkimuksen mukaan passiiviset olisivat hieman parempia asiantiedon opettamisessa, mutta avaruudellinen oppiminen oli todettu paremmaksi aktiivisessa. Tutki-

muksien tulokset ovat vielä alustavia sekä osa näistä tuloksista ovat osittain ristiriitaisia toisiinsa. Tutkimusten alustavat tulokset kuitenkin osoittavat, että aktiivisten VR-pelien kehittäminen olisi hyödyllisempää verrattuna passiivisiin.

## 2.4 Millaiset opetuksenkohteet ja -sisällöt sopivat parhaiten

VR-pelien mahdollisia opetuksen kohteita on useita, mutta kaikki opetuksen kohteet eivät välttämättä ole yhtä yhteensopivia kuin toiset. Opettavien VR-pelien kehittämisen kannalta olisi siis tärkeää, että kehitetty pelin opetuskohte on yhteensopiva VR-pelien kanssa. Aiemmin mainittiin, että aktiiviset VR-pelit on todettu todennäköisesti toimivan paremmin kuin passiiviset. Tämän perusteella opetuskohteet, joissa on mahdollista opettaa aktiivisella toiminnalla, olisi yhteensopivampi kuin opetuskohteet, jotka ovat vähemmän aktiivisia. Tässä luvussa käsitellään millaiset opetuksen kohteet sopisivat parhaiten aiempien lukujen tuloksien perusteella.

Edellisessä luvussa käsiteltiin erilaisia aktiivisia VR-peleihin liittyviä tutkimuksia. Tutkimuksissa on tutkittu erilaisiin opetuksen kohteisiin kehitettyjä VR-pelejä kuten rakennusalalle (Kim et al. 2024), kinematiikkaan (Tito Cruz et al. 2023) ja tietokoneiden osiin ja niiden yhteen asentaminen (Checa et al. 2021). Tutkimuksissa käytetyt opetuksen kohteet ovat hyvinkin erilaisia. Tämän perusteella voidaan todeta, että opetuksen kohteet eivät välttämättä ole rajoitettuja mihinkään tiettyyn aiheeseen. Toisinaan tutkimuksessa (Ahn et al. 2022) opetuksenkohteena oli merien hapottuminen päästöjen takia. Kuitenkaan tässä tutkimuksessa tulokset eivät olleet positiivisia VR opetuksen kannalta. Edellisten lukujen tulosten perusteella, olisi mahdollista peliä muokkaamalla saada aikaan opettavaisempi peli. Peli olisi voinut olla sisältää esimerkiksi merien siivousta, jotta aktiivisella toiminnalla pelin opetussisältö olisi helpompi sisäistää.

Edellisessä kappaleessa todettiin, että opetuskohteella itsellään ei ole niin väliä, koska jos peli on aktiivinen ja hyödyntää VR:n mahdollisuuksia, peli pystyy olemaan hyödyllinen opetuksessa. Kuitenkin joistakin opetuksenkohteista voi olla haastavaa kehittää peliä, joka täyttää kyseiset vaatimukset. Aktiivisille opetuksenkohteille, kuten rakennuksien rakentamiselle tai kuorma-autonkuljettajana toimimiselle, on helpompi kehittää opettavaa peliä. Tämä johtuu siitä, että opetuksen kehittäminen peliksi ei vaadi merkittävää miettimistä, miten pelistä saisi aktiivisen. Verrattuna esimerkiksi derivointia opettavaan peliin, johon olisi vaikeampi keksiä aktiivista tekemistä, joka hyödyntäisi VR:ää. Kuitenkin voisi olettaa, että tarpeeksi luovalla idealla tämän tai vastaavan opettavaisen VR-pelin kehittäminen olisi mahdollista.

Tämän luvun perusteella voitaisiin todeta, että aktiiviset opetuksenkohteet ovat yhteensopivampia kehityksen kohteita opetaville VR-peleille. Kuitenkin muillekin opetuksenkohteille on mahdollista kehittää VR-pelejä, jos kehitysprosessissa on tarpeeksi luova keksimään hyvän keinon tehdä pelistä aktiivinen.

## 3. VR-PELIEN KEHITYS KÄYTETTÄVYYDEN KANNALTA

Tämän luvun tavoite on määritellä mitä pitäisi ottaa käytettävyyden kannalta huomioon opetukseen tarkoitettujen VR-pelien kehittämisessä. Luvussa tarkistellaan käytettävyyteen liittyen heuristiikkoja ja periaatteita, tutoriaalien tärkeyttä sekä käytettävyydestä käytettävyyden kehittämistä.

### 3.1 Käytettävyyden heuristiikat ja periaatteet VR:lle

Käytettävyyden kehittämiseen on yleensä erilaisia heuristiikkoja ja periaatteita riippuen kehittävästä asiasta, onko se sitten nettisivu tai sovellus. Niiden tarkoitus on toimia ohjeina ja sääntöinä, joita noudattamalla yleensä pystytään saavuttamaan käytettävä lopputuote. Vastaavanlaisia heuristiikkoja ja periaatteita olisi myös hyödyllistä noudattaa VR-pelienkin kehittämisessä. Tässä luvussa käsitellään eri heuristiikkoja ja periaatteita opettaville VR-peleille.

Johnson-Glenbergin (2018) artikkelissa on käsitelty 18 ohjetta opettavien VR-pelien kehittämiseen, joista 11 ovat yleisiä ohjeita VR-peleille ja loput 7 ovat käsiohjaimiin ja eleisiin keskittyviä periaatteita. Artikkelissa on listatut periaatteita, kuten olettaa, että jokainen on ensikertalainen VR:n kanssa, esittää käyttöliittymäelementtejä harjoitellen, aloittaa yksinkertaisista asioista ennen monimutkaisia, antaa palautetta välittömästi ja hyödyntää käsikontrolleja, jotta oppilaat voivat olla aktiivisia (Johnson-Glenberg 2018). Ensikertalaiksi olettaminen ja pelin yksinkertaisena pitämisen periaatteet ovat tärkeitä, koska merkittävä osa ihmisistä ei ole käyttänyt VR:ää, jolloin nämä oletukset tukisivat heidän käyttäjäkokemustansa. Useinkin VR:ää käyttäneille tämä voi toimia hyötynä, koska pelin toiminnot voivat silti olla heille uusia. Palautteen välittämättömästi antaminen on tärkeää, jotta käyttäjä tietää toimiko oikein, etenkin jos hän on ensikertalainen. Tätä myös käsiteltiin luvussa 2.1 VR-pelien mahdollisuutena. Käsiohjaimilla aktiivisuuden saavuttaminen on yhteensopiva luvun 2.3 sisällön eli aktiivisuuden hyödyn kanssa. Tässä mainituista sekä artikkelin muista periaatteista on hyötyä opettavan VR-pelin käytettävyyden kehittämisessä.

VR-peleille on myös kehitetty heuristiikkoja, kuten tutkimuksessa (Desurvire & Kreminski 2018) mainitaan. Tutkimuksessa vertailtiin eri heuristiikkoja toisiinsa, jotta saataisiin selville, mitkä niistä ovat merkellisimpiä kehitettyyn VR-peliin. Tuloksena

tutkimuksesta merkittävimmät heuristiikat olivat antaa pelaajille palautetta, kannustaa pelaajan osallistumista, luoda läsnäolon tunnetta, tukea käyttäjän itseluottamusta esimerkkien avulla, yhdistää tutoriaali pelaamiseen ja tuoda toimintoja yksitellen esille. Palautteen antaminen ja yksitellen elementtien esille tuominen löytyivät myös Johnson-Glenbergin (2018) periaatteista. Pelaajan kannustaminen ja itseluottamuksen kohottaminen tukisivat pelaajan motivaatiota ja kiinnostusta pelata peliä. Läsnäolon tunteen eli immersion tärkeys tuli myös esille luvussa 2.1. Tutoriaalinen yhdistäminen pelaamiseen on myös tärkeää. Tätä käsitellään tarkemmin seuraavassa luvussa. Tutkimuksessa oli myös muita heuristiikkoja, joita ei koettu tärkeiksi kyseiseen käyttötarkoitukseen, mutta voivat olla hyödyllisiä toisissa. Näitä ovat esimerkiksi mahdollistaa pelaajalle kerrata mitä ovat oppineet ja pelin haastetason vähitellen nostaminen. Tutkimuksessa esitetyt heuristiikat ja edellisessä kappaleessa esitetyt periaatteet täydentävät toisiaan ja yhdessä ovat hyödyllisiä ohjeita VR-pelin kehittämiseen.

Tässä luvussa on käsitelty eri heuristiikkoja ja periaatteita opettavien VR-pelien kehittämiseen. Kirjallisuudesta löytyneen tiedon perusteella olisi mahdollista kehittää helposti käytettäviä pelejä opetuskäyttöön. Kuitenkin osa kirjallisuuden ohjeista olivat suhteellisen laajoja, jonka takia ne voivat vaatia tarkentamista käyttökohteen kanssa. Kuitenkin luvussa käsitellyt heuristiikat ja periaatteet antavat selkeän alustavan kuvan kuinka opettavasta VR-pelistä saisi helppokäyttöisen.

### **3.2 Tutoriaalinen hyödyntäminen**

Videopelien alussa on yleensä osio, joka ohjeistaa pelaajaa pelaamaan kyseistä peliä eli tutoriaali. Tutoriaalinen tarkoitus on opettaa pelaajaa toimimaan pelin ympäristössä, kuten ohjeistamaan kuinka liikutaan, ollaan vuorovaikutuksessa pelimaailmassa ja päästään takaisin päävalikkoon. Osa pelien toiminnoista voivat olla vaikeita intuitiivisesti käyttää, etenkin käyttäjille, jotka eivät ole aiemmin pelanneet vastaavia pelejä. VR-pelien kohdalla tutoriaalinen tärkeys painottuu erityisesti, koska käyttööntymä on ihmisille vähemmän tuttu verrattuna esimerkiksi tietokoneisiin. Tämän takia olisi tärkeää, että VR-peleissä olisi selkeä tutoriaali ohjaamaan käyttäjiä pelaamaan ja etenkin oppimaan. Tästä on erityisesti painotettu tutkimuksessa (Lee et al. 2024), jossa mainitaan, että käytettävyyden kannalta on tärkeää, että peli pystyy ohjeistamaan pelaamista etenkin heille, jotka eivät ole aiemmin pelanneet. Tässä luvussa käsitellään millaiset tutoriaalit toimivat ohjeistamaan täysin VR:lle uusillekin käyttäjille pelaamaan ja oppimaan.

Artikkelissa (Lee et al. 2024) esitettiin kahden tyyppisiä tutoriaaleja VR-peleihin, jotka ovat ohjeistusnäkö ja kontekstiherkät tutoriaalit. Ohjeistusnäkö tutoriaali on tyyppillinen listaus pelin toiminnoista, joka yleensä esiintyy pelin alussa ja tarkastettavissa pelin valikosta (Lee et al. 2024). Toisinaan kontekstiherkät tutoriaalit esittävät ohjeet vasta silloin, kun ne tulevat tarpeen, jotta ei ylikuormittaisi käyttäjää (Lee et al. 2024). Esimerkiksi peli voisi ensimmäisenä ohjeistaa kuinka pelissä voidaan ottaa esine käteen, jonka jälkeen peli ohjeistaisi kuinka esinettä käytettäisiin pelissä. Verrattuna siihen, että kaikki ohjeet esitettäisiin kerralla, tämä vaikuttaisi huomattavasti helpommalta tutoriaalilta opettamaan pelaajaa pelaamaan.

Kuitenkin, onko näillä tutoriaalimenetelmillä eroja käytettävyyden kannalta. Kyseisiä tutoriaali tapoja vertailtiin niiden käytettävyyden osalta tutkimukseen kehitetyssä opettavaisessa VR-pelissä. Vertailussa oli myös mukana versio pelistä, jossa ei ollut tutoriaalia. Tutkimus tuloksena oli, että tutoriaalit parantavat käyttäjien kokemuksia, mutta kontekstiherkkä oli testikäyttäjien mielestä mieluisampi. (Lee et al. 2024) Tutkimuksen saama tulos oli odotuksen mukainen. Kontekstiherkän tutoriaalain hyödyntäminen opettavaisissa VR-peleissä vaikuttaisi olevan hyödyllinen vaihtoehto.

Kontekstiherkät tutoriaalit ovat erityisesti hyödyllisiä kokemattomille VR:n käyttäjille, koska siinä tuodaan asioita esille silloin kuin niille on tarvetta. Edellisessä luvussa käsitellyistä Johnson-Glenbergin (2018) periaatteet sekä Desurviren ja Kreminskin (2018) heuristiikat ovat yhteen pitäviä juuri tämän kaltaisen tutoriaalain kanssa. Tämän perusteella kontekstiherkät tutoriaalit olisivat vielä selkeämmin luotettava ja toimiva tutoriaalimalli.

Tässä luvussa käsiteltiin millainen tutoriaali sopisi parhaiten opettaviin VR-peleihin. Luvussa käsiteltiin kahta eri tutoriaalityyppiä, jotka ovat ohjeistusnäkö ja kontekstiherkät tutoriaalit. Kirjallisuuden perusteella kontekstiherkät tutoriaalit ovat paremmin sopivia tutoriaaleja, koska ne ovat hyödyllisempiä ja käytettävämpiä ensikertalaisille, joille tutoriaalain kehittäminen on erityisen tärkeää.

### 3.3 Käytettävyydetutkimusten hyödyntäminen

Heuristiikkojen, periaatteiden ja tutoriaalain käyttäminen on todella tärkeää käytettävyyden kannalta, mutta näillä ei kuitenkaan pystytä varmistamaan käytettävyyttä. Tämä johtuu siitä, että heuristiikat ja periaatteet eivät pysty käymään jokaista mahdollisuutta läpi. Ne eivät myös välttämättä ole yhteensopivia hyvinkin erityisten käyttökohteiden kanssa. Tutoriaalain kohdalla ongelmana on, se että on vaikeaa varmistaa, toimiiko se niin hyvin kuin on tarkoitettu. Näiden ongelmien ratkaisemiseksi on

tärkeää VR-peliä kehittäessä järjestää käytettävyytutkimuksia, jotta on mahdollista saada tietoa, onko peli oikeiden loppukäyttäjien mielestä helposti käytettävä.

Käytettävyytutkimusten järjestäminen opettaville VR-peleille on erityisen tärkeää, koska kyseistä opetusmenetelmää ei vielä yleisesti hyödynnetä. Koska VR-pelejä ei tällä hetkellä käytetä tyypillisesti opetuksessa, on vaikeaa tietää ilman tutkimuksia millaiseksi peliä tulisi kehittää, että sitä pystyttäisiin käyttämään opetukseen. Tämän tutkielmassa lähdekirjallisuudessakin opetuksen ja käytettävyyden kannalta tutkimustieto on vielä epävarmalla tasolla. Näistä syistä pelin kehittämisen kannalta olisi tärkeää varmistaa, että VR-peli olisi käyttäjien mielestä oikeasti käyttökelpoinen opetukseen.

Ennen pelin kehittämisen aloittamista olisi hyödyllistä järjestää kysely tulevalta käyttäjäryhmältä, jotta pystyttäisiin määrittämään vaatimukset pelin kehittämiseksi. Tämän kaltainen kysely järjestettiin tutkimuksessa, jossa 405 perustutkinto-opiskelijalta kyseltiin vaatimuksia lääketieteellistä kemiaa opettavan VR-pelin kehitykseen. Kyselyn tulosten perusteella kehitettiin aikainen versio pelistä, jonka käyttämisen tulokset olivat kannustavia, mutta silti epävarmoja pelin hyödyllisyydestä. (Falah et al. 2021) Käytettävyytutkimusten ja kyselyiden osallistumiseen olisi myös tärkeää ottaa vastaajien joukkoon myös henkilöitä, jotka eivät ole aiemmin VR:ää käyttäneet, jotta pelin kehityksen vaatimuksissa tulisi myös heidänkin näkökulmansa esille.

Kyselyiden järjestäminen kehityksen aikana olisi tärkeää, koska VR-pelin kehityksen kannalta olisi hyödyllistä varmistaa, että kehitys etenee oikean suuntaan. Varmistaminen estää mahdollisen tilanteen, että peli on loppuun kehitetty, mutta huomataan, että pelin käytettävyys on todella heikko, koska tätä ei oltu huomioitu kehitysprosessissa. Varmistamatta jättäminen voi myös johtaa siihen, että peli otetaan siitä huolimatta käyttöön, jolloin opetuslaitokset huomaavat, että peli ei sovi opetukseen ja sitä ei olleenkaan käytettäisi. Kyselyiden järjestäminen lisää kehityksen vaatimaa aikaa, mutta estäisi aiemmin mainitut ongelmat.

Tässä luvussa käsiteltiin käytettävyytutkimusten tärkeydestä opettavien VR-pelien kehittämisessä. Luvussa todettiin, että heuristiikoilla, periaatteilla ja tutoriaaleilla ei ole mahdollista varmistaa käytettävyyttä, jolloin tarvitaan käytettävyyškyselyitä. Tutkimuksia on tärkeää järjestää ennen kehittämisen aloittamista ja kehityksen aikana. Käytettävyytutkimuksilla voi saada paremman varmuuden opettavan VR-pelin käytettävyydestä, jota vaadittaisiin VR-pelien yleistymiseen opetuksessa.

## 4. VR-PELIEN KEHITTÄMISEN HAASTEITA OPE- TUSTARKOITUKSIIN

Tässä luvussa käsitellään mitä haasteita on olemassa VR-pelien kehittämisessä opetustarkoituksiin. Luvun tarkoituksena on selvittää, mitä haasteita vielä pitää ylittää VR-pelien kehittämisen onnistumisessa eli siinä, että niiden käyttö yleistyisi opetus-  
käytössä.

Opettavien VR-pelien kehittämisessä yksi haasteista on kehittää niitä siten, että ne pystyisivät opettamaan kaikenlaisia oppilaita. Ihmiset oppivat eri tavoin, jolloin tietynlainen VR-peli opettaisi todella hyvin toisia, mutta toisille tämä ei toimisi ollenkaan. Pelin kehittäminen niin, että se sopisi kaikkien oppimiseen olisi merkittävän haastavaa ja vaatisi useita pelitestauksia varmistamaan, että peli olisi mahdollisimman hyödyllinen kaikkien oppimiseen.

Koska opetuksessa on kaikenlaisia ihmisiä, opettavan VR-pelin tulisi kehittää kaikille saavutettavaksi. Pelin olisi hyvä olla myös pelattava ihmisille, jotka ovat esimerkiksi pyörätuolissa, jolloin eivät välttämättä pysty pelin aikana fyysisellä liikkeellä liikkumaan pelissä. Liikkumiselle on VR-peleissä toisiakin vaihtoehtoja, kuten ohjaimella osoittaminen siihen kohtaan mihin haluaa mennä ja painamalla nappia, jotta siirtyy siihen sijaintiin virtuaalimaailmassa. Tämän ja muiden pelin saavutettavuuteen liittyvien asioiden huomioiminen ja niitä varten kehittäminen tarvitsee merkittävästi huomiointia, jotta pelit olisivat myös heille pelattavissa.

Peliriippuvuudesta on usein puhetta, joka olisi opettavan VR-pelin kohdalla haitallista, koska jos opetuskäyttöön tarkoitetut pelit johtavat riippuvuuteen muihinkin peleihin, voisi tämä häiritä opiskelua. Artikkelissa käsitellään peliriippuvuudesta VR-peleihin, ja niiden aiheuttamaa kyberaggressiota. Tutkimuksen tuloksena oli, että ad-diktoivalla käyttäytymisellä ja VR-peleillä on yhteys. Kyberaggression yhteys ei ollut niin merkittävä. (Zhai et al. 2021) Peliriippuvuus ja mahdollisen kyberaggression minimointi VR-pelien kehittämisessä voi olla merkittävä haaste, koska pelin kuitenkin tulisi olla viihdyttävä niin kuin luvussa 2.2 käsiteltiin. Kuitenkin kyseisessä luvussa viihteen minimointi tuli myös esille, joka voisi olla mahdollinen tapa minimoida peliriippuvuutta ja kyberaggressiota.

On myös olemassa muita mahdollisia ongelmia VR-pelien kehittämisessä. Pelin kehitykselle on mahdollisesti rajoittunut budjetti, joka voisi estää tarpeellisen ajankäytön pelin kehittämiseen tai käytettävyytutkimusten järjestämisen. Tämä voi johtua siitä,

että opetusinstituutit eivät välttämättä ole valmiita ostamaan VR-laitteistoa oppilaitoksiinsa, koska tarpeeksi monen laitteen ostaminen olisi kallista. Tässä esiintyy myös riski, että pelin toimiminen opetuskäyttöön ei ole täysin varmaa, joka myös heikentää opetusinstituutioiden luottoa VR-peleihin. Toinen mahdollinen haaste olisi, että peli voi aiheuttaa pahoinvointia ja silmien raskautusta (Tito Cruz et al. 2023). Pelin kehittämisessä näiden oireiden välttäminen vaatisi myös kehitykseltä huomiointia. Mahdollinen ratkaisu olisi, että pelin opetusosiot olisivat suhteellisen lyhyitä, jotta oireet voitaisiin välttää. Tämä kuitenkin voi hankaloittaa opetusmateriaalin kanssa, jonka opettaminen vaatisi enemmän aikaa.

Tässä luvussa käsiteltiin eri haasteita opettavien VR-pelien kehittämisessä. Opettaville VR-peleille on useita haasteita, jotka voivat antaa vaikutelman, että niitä ei kannattaisi kehittää. Kuitenkin luvussa mainitut haasteet on mahdollista ylittää ja kehittää opetukseen sopiva VR-peli.

## 5. YHTEENVETO

Tämän tutkielman tavoitteena oli selvittää, miten virtuaalitodellisuuspelejä pystyttäisiin kehittämään opetukseen keskittyen opettavuuteen ja käytettävyyteen. Aihetta käsiteltiin lähdekirjallisuuden avulla, hyödyntäen niiden sisältöä saadakseen johtopäätöksiä VR-pelien kehittämisestä tähän käyttötarkoitukseen. Kirjallisuudesta sekä pohdinnasta selvisi myös mahdollisia haasteita pelien kehittämiselle, kuten saavutavuuden huomioimisen ja peliriippuvuuden estämisen kannalta.

Opettavaisuuden osalta tässä tutkielmassa todettiin, että VR:n ja pelillisyyden mahdollisuuksien hyödyntämisestä, viihteen ja opetuksen tasapainosta, pelin aktiivisuudesta sekä opetuksen kohteista. VR:n ja pelillisyyden mahdollisuuksista hyödyllisiksi todettiin psykologisiin olotiloihin vaikuttaminen, virtuaaliympäristöt, kehon liikkeiden hyödyntäminen sekä pelien vaikutus motivaatioon. Näiden ominaisuuksien hyödyntäminen on tärkeää, koska niiden kombinaatiota ei ole saatavilla muilla opetuksen menetelmillä. Opetuksen ja viihteen tasapainon osalta todettiin, että olisi tärkeää, että VR-peli pitäisi viihteen minimillään, jotta pelaaminen keskittyisi oppimiseen. Todettiin kuitenkin, että viihdettä silti pitäisi olla, koska se motivoi oppilaita pelaamaan. Tähän pystyttäisiin LM-GM mallia hyödyntämällä yhdistää oppimisen elementit pelin mekaanikkoihin, jotta viihdyttävät elementitkin tukisivat oppimista. Aktiivisuuden osalta todettiin, että tämä olisi tärkeää pelin opettamisen kannalta, koska tutkimustieto sai positiivisia tuloksia aktiivisille VR-peleille ja negatiivisia passiivisille. Tutkielmassa myös todettiin, että periaatteessa jokainen opetuksen kohde onnistuisi VR-pelinä, mutta kehittäminen onnistuisi helpommin opetuksen kohteille, joille on helppo määrittää ja kehittää aktiivinen peli.

Käytettävyydestä tutkielmassa käsiteltiin erilaisia kehitysperiaatteita ja heuristiikkoja, tutoriaalien hyödyntämisestä ja millainen tutoriaali toimisi parhaiten sekä käytettävyytutkimusten järjestämisen tärkeydestä. Lähdekirjallisuudesta löytyi eri periaatteita ja heuristiikkoja VR-pelin kehittämiselle. Tärkeimmiksi niistä todettiin olettaa, että jokainen on ensikertalainen ja tuoda pelin toimintoja yksitellen esille. Tutoriaalien hyödyntäminen tukeen etenkin ensikertalaisia pelille, joka noudattaa periaatteita ja heuristiikkoja. Tutoriaaleista hyödyllisimmäksi todettiin kontekstiherkät tutoriaalit, joissa pelin toimintoja esitellään ja opetetaan käyttämään vasta kuin niille on tarvetta. Tutkielmassa myös todettiin, että vaikka kuinka hyvin noudattaa periaatteita ja kehittää oikeanlaisen tutoriaalain, ei peli välttämättä ole käyttökelpoinen, jos ei ole käytettävyytutkimuksia järjestetty.

Tutkielmassa ollaan myös käsitelty mahdollisia haasteita opettavien VR-pelien kehittämisen osalta. Käsitellyistä haasteista merkittävimmät olivat saavutettavuuden ja kaikille toimimisen aikaansaamisen sekä pelin kehittäminen niin, että se ei aiheuttaisi addiktiota. Saavutettavuuden osalta todettiin, että pelin kehittäminen kaikille saavutettavaksi olisi merkittävä haaste ja vaatisi merkittävästi huomiointia. Pelin kehittäminen niin, että se toimisi kaikkien oppimiseen todettiin tarvitsevan merkittävästi pelitestausta erilaisilta oppijoilta, mutta tämäkään ei välttämättä riittäisi, koska VR voi olla joillekin oppimista haittaavaa oppimismenetelmä. VR-pelit voivat myös aiheuttaa addiktiota, joten kehittäessä tämän minimoiminen todettiin tärkeäksi. Mahdolliseksi ratkaisuksi tuli pelin viihteen minimointi, jota käsiteltiin oppimisen osalta. Havaittiin myös kaksi pienempää ongelmaa, jotka ovat mahdolliset budjettirajoitteet, jotka johtuvat vähäisestä luotosta VR-pelien toimivuudesta opetukseen, sekä VR:n mahdollisesti aiheuttama pahoinvointi. Kuitenkin käsittelyssä olleet haasteet on mahdollista ylittää ja kehittää toimiva ja opettava VR-peli.

Tutkielman tulokset osoittavat, miten opettavia VR-pelejä pystyttäisiin kehittämään oppimisen ja käytettävyyden osalta. Kuitenkin tutkielman tulokset eivät välttämättä esitä kaikkia mahdollisia menetelmiä pelin kehittämiseen sekä osa esittelyistä menetelmistä perustuvat alustaviin tieteellisiin tuloksiin. Tästä syystä olisi hyödyllistä saada lisää tutkimustietoa aiheen osalta, jotta opettavia VR-pelejä olisi selkeämpi kehittää ja etenkin, että näitä pelejä käytettäisiin opetuksessa onnistuneesti. Tutkimustietoa olisi hyödyllistä kerätä isommilla testaajien lukumäärällä, koska suurimmassa osassa tutkimuksissa testaajien lukumäärä oli alhainen. Tästä huolimatta tutkielmassa käsiteltyjen tuloksien perusteella pitäisi pystyä saavuttamaan tyydyttävästi onnistuneen opettavan VR-pelin kehittäminen.

# LÄHTEET

- Ahn, S. J., (G.), Nowak, K. L. & Bailenson, J. N. (2022). Unintended consequences of spatial presence on learning in virtual reality. *Computer & Education*, 186. (2022) Saatavissa (viitattu 14.04.2025): <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104532>
- Arnab, S., Lim, T., Carvalho, M. B., Bellotti, F., de Freitas, S., Louchart, S., Suttie, N., Berta, R. & De Gloria, A. (2014). Mapping learning and game mechanics for serious games analysis. *British Journal of Educational Technology*, 46 pp. 391-411. (2015) Saatavissa (viitattu 03.04.2025): <https://doi-org.libproxy.tuni.fi/10.1111/bjet.12113>
- Bodzin, A., Junior, R. A., Hammond, T. & Anastasio, D. (2020). Investigating Engagement and Flow with a Placed-Based Immersive Virtual Reality Game. *Journal of Science Education Technology*, 30 pp. 347–360. (2021) Saatavissa (viitattu 20.04.2025): <https://doi-org.lib-proxy.tuni.fi/10.1007/s10956-020-09870-4>
- Checa, D., Miguel-Alonso, I., & Bustillo, A. (2021). Immersive virtual-reality computer-assembly serious game to enhance autonomous learning. *Virtual Reality*, 27 pp. 3301-3318. (2023) Saatavissa (viitattu 10.04.2025): <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00607-1>
- Desurvire, H. & Kreminski, M. (2018). Are Game Design and User Research Guidelines Specific to Virtual Reality Effective in Creating a More Optimal Player Experience? Yes, VR PLAY. In: Marcus, A., Wang, W. (eds) *Design, User Experience, and Usability: Theory and Practice. DUXU 2018. Lecture Notes in Computer Science*, vol 10918. Springer, Cham. (2018) Saatavissa (viitattu 05.05.2025): [https://doi-org.libproxy.tuni.fi/10.1007/978-3-319-91797-9\\_4](https://doi-org.libproxy.tuni.fi/10.1007/978-3-319-91797-9_4)
- Falah, J., Wedyan, M., Alfalah, S. F. M., Abu-Tarboush, M., Al-Jakheem, A., Al-Faraneh, M., Abuhammad, A. & Charissis, V. (2021). Identifying the characteristics of virtual reality gamification for complex educational topics. *Multimodal Technologies and Interaction*, 5(9), spp. (start page) 53. (2021) Saatavissa (viitattu 13.02.2025): <https://doi.org/10.3390/mti5090053>
- Johnson-Glenberg, M. C. (2018). Immersive VR and Education: Embodied Design Principles That Include Gesture and Hand Controls. *Frontiers in Robotics and AI*, 5. (2018) Saatavissa (viitattu 05.04.2025): <https://doi.org/10.3389/frobt.2018.00081>
- Kim, S., Mainardi, P., Jeong, H. D., Rybkowski, Z. K., & Seo, J. H. (2024). Technology-driven serious games and simulations for construction management education. *Journal of Construction Engineering and Management*, 151(1). (2025) Saatavissa (viitattu 13.04.2025): <https://doi.org/10.1061/JCEMD4.COENG-14512>
- Lee, Y., Kim, G., Lee, K. H., Park, J., & Kim, H. K. (2024). Comparison of tutorial methods in virtual reality games for a better user experience. *Applied Sciences*, 14(16), 7141. (2024) Saatavissa (viitattu 03.04.2025): <https://doi.org/10.3390/app14167141>
- Räsänen, P. (2024). Youth Work Beyond Boundaries – Virtuaalitodellisuus käytännössä. Opetushallitus. Julkaistu 17.6.2024. Saatavissa (viitattu 12.02.2025): <https://www.oph.fi/fi/uutiset/2024/youth-work-beyond-boundaries-virtuaalitodellisuus-kaytannossa>
- Tito Cruz, J., Coluci, V. R., & Moraes, R. (2023). ORUN-VR2: A VR serious game on the projectile kinematics: Design, evaluation, and learning outcomes. *Virtual Reality*, 27(3), pp. 2583-2604. (2023) Saatavissa (viitattu 10.05.2025): <https://doi.org/10.1007/s10055-023-00824-w>
- Zhai, X., Asmi, F., Yuan, J., Anwar, M. A., Siddiquei, N. L., Ahmad, I., & Zhou, R. (2021). The role of motivation and desire in explaining students' VR games addiction: A cognitive-behavioral perspective. *Mathematical Problems in Engineering*. (2021) Saatavissa (viitattu 06.04.2025): <https://doi.org/10.1155/2021/5526046>

Zhang, H., Cao, L., Howell, G., Schwartz, D., & Peng, C. (2023). An educational virtual reality game for learning historical events. *Virtual Reality*, 27(4), pp. 2895-2909. (2023) Saatavissa (viitattu 12.02.2025): <https://doi.org/10.1007/s10055-023-00845-5>