HOITOTIEDE 2022, 34 (4), 256–267

# Pelimetriikka tutkimusaineistona simulaatiopelitutkimuksissa hoitotyön koulutuksessa

**JAANA-MAIJA KOIVISTO**

FT, post doc -tutkija, tutkijayliopettaja

Yhteiskuntatieteiden tiedekunta, Terveystieteiden yksikkö, Hoitotiede, Tampereen yliopisto
Hämeen ammattikorkeakoulu, HAMK Smart -tutkimusyksikkö

**SARA HAVOLA**

TtM, väitöskirjatutkija

Yhteiskuntatieteiden tiedekunta, Terveystieteiden yksikkö, Hoitotiede, Tampereen yliopisto

**JANNE ENGBLOM**

KTT, VTM (Tilastotiede), tilastotieteen lehtori

Turun kauppakorkeakoulu, Turun yliopisto

**ELINA HAAVISTO**

THT, Hoitotieteen professori, sivutoiminen ylihoitaja

Yhteiskuntatieteiden tiedekunta, Terveystieteiden yksikkö, Hoitotiede, Tampereen yliopisto Pirkanmaan sairaanhoitopiiri, Tays

**TIIVISTELMÄ**

Artikkelissa kuvataan pelimetriikkaa tutkimusaineistona hoitotyön koulutuksen simulaatiopelitutkimuksissa. Pelien käyttämisen erityinen hyöty tutkimuksessa ja oppimisessa liittyy niiden tallentamaan tietoon opiskelijoiden käyttäytymisestä pelaamisen aikana. Pelijärjestelmään tallentuu kaikki pelaajan tekemä toiminta pelissä ja näitä toimintoja kuvaa järjestelmästä kerättävä pelimetriikka. Pelimetriikkaa voidaan käyttää itsenäisenä tutkimusaineistona tai yhdessä muiden tutkimusaineistojen kanssa kuvaamaan opiskelijoiden suoritusta, tietoja ja taitoja pelissä. Pelimetriikan käyttö tutkimusaineistona hoitotieteellisessä koulutustutkimuksessa on vielä vähäistä. Tässä artikkelissa käytetään esimerkkinä hoitotyön simulaatiopelitutkimuksia, joissa hoitotyön opiskelijoiden simulaatiopelin skenaarioiden suorittamista kuvataan pelimetriikan avulla. Tutkimuksissa pelimetriikan mitattavia kohteita olivat suoritettujen skenaarioiden määrä, keskimääräiset pisteet ja keskimääräinen peliaika. Käytettäessä pelimetriikkaa tutkimusaineistona tulosten luotettava tulkinta edellyttää selkeää määrittelyä siitä, mitä tietoa kerätään ja miksi ja miten muuttujia mitataan. Pelijärjestelmien tuottaman tiedon eettinen käyttö edellyttää erityisesti henkilöistä kerättävien tietojen tunnistamiseen liittyvien riskien tunnistamisen ja minimoimisen. Pelimetriikkaa ja tekoälyä hyödyntämällä voidaan kehittää hoitotyön opiskeli-

**ABSTRACT**

**Game metrics as research data in nursing education simulation game studies**

*Jaana-Maija Koivisto, PhD, Postdoctoral researcher, Principal research scientist*
*Sara Havola, MNSc, Doctoral student*
*Janne Engblom, D.Sc, M.Sc, Lecturer*
*Elina Haavisto, PhD, Professor, Nurse director (part-time)*

The article describes game metrics as research data in nursing education simulation game studies. A significant advantage of using games in research and learning is that they store a large amount of information about students' behaviour during play. The game system stores all the actions performed by the player. Game metrics are measures that calculate players' functioning in the game. Game metrics can be used as independent research data or together with other data to describe students 'performance, knowledge, and skills in the game. The use of game metrics as research data in nursing education research is still limited. This article uses as an example nursing simulation game studies, in which nursing students' scenario performance in a simulation game is described using game metrics. The game metrics included the number of playthroughs, mean scores, and mean playing times. When using game metrics as research data, a reliable interpretation of the results requires a clear definiti-

joiden tieto- ja taitotasoon mukautuvia simulaatiopelejä vastaamaan paremmin yksilöllisiin oppimistarpeisiin ja saavuttamaan yhä parempaa osaamista työelämään ja haastaviin kliinisiin potilastilanteisiin.

Avainsanat: pelimetriikka, tutkimusaineisto, simulaatiopelitutkimus, hoitotyön koulutus

on of what data are being collected and to determine what is to be measured and why and how the variables are measured. The ethical use of information generated by gaming systems requires, in particular, the identification and minimization of risks associated with the identification of personal information from the data. Utilization of game metrics and artificial intelligence can be used to develop simulation games that adapt to the knowledge and skills level of nursing students to better meet individual learning needs and achieve ever-better skills for working life and challenging clinical patient situations.

Key words: game metrics, research data, simulation game study, nursing education

**Mitä tutkimusaiheesta jo tiedetään?**

- Oppimispeleihin tallentuu suuri määrä tietoa opiskelijoiden käyttäytymisestä pelaamisen aikana.
- Pelimetriikka kuvaa pelaajien toimintoja pelissä ja sitä voidaan käyttää tutkimusaineistona oppimisen tutkimuksessa.
- Pelimetriikkaa keräämällä ja analysoimalla on mahdollista osoittaa pelaajan oppiminen sekä tiedot ja taidot.

**Mitä uutta tietoa artikkeli tuo?**

- Oppimiseen liittyvässä tutkimuksessa pelimetriikan mitattavia kohteita ovat pääasiassa olleet peliaika, pelattujen pelien määrä, suoritettujen tehtävien määrä sekä pisteet.
- Hoitotyön simulaatiopelitutkimuksissa pelimetriikkaa on käytetty tutkimusaineistona kuvaamaan opiskelijoiden suorituksia simulaatiopelin eri skenaarioissa.
- Hoitotyön simulaatiopelin pelimetriikan tilastolliset analyysit voidaan jakaa kolmeen osa-alueeseen: kuvaileva, tilastollinen päättely sekä monimuuttuja-analyysi.

**Mikä merkitys tutkimuksella on hoitotyölle, hoitotyön koulutukselle ja johtamiselle?**

- Pelimetriikka tutkimusaineistona hoitotieteellisessä tutkimuksessa mahdollistaa monipuolisen tavan tutkia hoitotyön opiskelijoiden ja ammattilaisten suoritusta, oppimista ja osaamista simulaatiopeleissä.
- Pelimetriikan avulla saadaan objektiivista tietoa hoitotyön opiskelijoiden ja ammattilaisten osaamisesta, jolloin koulutusresursseja voidaan kohdentaa entistä tehokkaammin niille alueille, joissa osaaminen on heikompaa.
- Pelimetriikkaa voidaan käyttää oppijoiden tieto- ja taitotasoon mukautuvien simulaatiopelien kehittämisessä, jolloin ne hyödyntävät monipuolisemmin erilaisia oppijoita ja jatkuvaa oppimista työelämässä.

## Johdanto

Pelimetriikan käyttö tutkimusaineistona hoitotieteellisessä koulutustutkimuksessa on vielä vähäistä, vaikka muiden tieteenalojen tutkimuksissa pelimetriikkaa analysoimalla on osoitettu oppimistulosten saavuttamista (esim. Kiili ym. 2018). Teknologian kehittymisen myötä virtuaalitodellisuuden (VR) ja muiden immersiivisten teknologioiden hyödyntäminen hoitotieteellisessä koulutustutkimuksessa ja hoitotyön koulutuksessa lisääntyy tulevaisuudessa merkittävästi. Tutkimukset ovat osoittaneet opiskelijoiden ja opettajien suhtautuvan pääsääntöisesti positiivisesti pelien käyttämiseen koulutuksessa (Peddle ym. 2019,

Verkuyl ym. 2019, 2020). Hoitotyön koulutuksessa eniten on käytetty tietokoneella pelattavia simulaatiopelejä, joissa yhdistyy todellisen hoitotilanteen mallintaminen ja pelilliset elementit (Koivisto ym. 2018, Mäkinen ym. 2022). Yksi merkittävä hyöty pelien käyttämisessä tutkimuksessa ja oppimisessa on se, että ne tallentavat suuren määrän tietoa opiskelijoiden käyttäytymisestä pelaamisen aikana. Pelijärjestelmään tallentuu esimerkiksi pelaajan tekemät valinnat, vuorovaikutus pelin sisällön tai peliympäristön kanssa, liikkuminen tietyillä peliympäristön alueilla, pelaamiseen käytetty aika, pelikerrat sekä pelissä ansaitut saavutukset tai pisteet. Näitä pelaajan tekemiä toimintoja kuvaavaa pelimetriikkaa (Drachen ym. 2013) voidaan käyttää sitoutumisen, käyttäytymisen, oppimisen, osaamisen tai suorituksen kuvaajana. Pelimetriikkaa analysoimalla on mahdollista saada yksityiskohtaista tietoa opiskelijoiden ominaisuuksista, profiileista, poluista ja käyttäytymismalleista pelissä (Ketamo ym. 2018). Tämä mahdollistaa pelaamiseen ja oppimiseen liittyvien muuttujien mittaamisen jokaisen pelaajan kohdalla ja analysoimalla pelaajan suorituskykyä on mahdollista osoittaa pelaajan oppiminen sekä tiedot ja taidot (Drachen ym. 2013, Plass ym. 2013). Pelimetriikka antaa täten opiskelijoille yksilöllistä palautetta heidän oppimisestaan ja osaamisestaan (Plass ym. 2013), joka voi puolestaan lisätä opiskelijoiden motivaatiota opittavaa aihetta kohtaan (Hamari ym. 2014).

Tässä artikkelissa kuvataan pelimetriikkaa tutkimusaineistona hoitotyön koulutuksen simulaatiopelitutkimuksissa. Artikkelissa käytetään esimerkkinä kirjoittajien toteuttamaa simulaatiopelitutkimusta, jossa hoitotyön opiskelijoiden simulaatiopelin (myöhemmin peli) skenaarioiden suorittamista kuvataan pelimetriikan avulla. Koska hoitotyön koulutuksen kontekstissa pelimetriikkaa on käytetty vielä vähän, artikkelissa kuvataan sen käyttöä myös muissa oppimisen ja opetuksen konteksteissa.

## Pelit oppimisen tutkimuksessa

Pelien käyttäminen koulutuksessa on lisääntynyt merkittävästi viimeisen vuosikymmenen aikana, mikä on näkynyt myös hoitotyön koulutuksen kontekstissa. Tutkimuskirjallisuudessa hoitotyön koulutuksessa sateenvarjokäsitteen hyötypelit (eng. serious games) alle sijoittuu hyvin erilaisia sovelluksia lähtien virtuaalisista tekstipohjaisista potilastapauksista täysin immersiivisiin (immersive = uppoutuminen) virtuaalilaseilla käytettäviin kolmiulotteisiin ympäristöihin, joissa oppimista, motivaatiota ja sitoutumista on edistetty pelillisillä ominaisuuksilla. Niitä ovat muun muassa pisteet, pistetaulukot, saavutukset, tasot, tarina, tavoitteet, palaute, palkkiot, edistyminen ja haasteet (Hamari ym. 2014). Pelin tulee tempaista pelaaja mukaansa ja saada hänet uppoutumaan peliin. Tätä edesauttaa kiinnostava tarina, jonka ympärille koko peli on luotu. Hoitotyön koulutuksen kontekstissa tarinat ovat liittyneet useimmiten somaattiseen sekä mielenterveyspotilaan hoitotyöhön kotihoidossa ja sairaalaympäristössä (Havola ym. 2020). Esimerkiksi hoitotyön simulaatiopelissä tarinana toimivat kirurgisen potilaan postoperatiivinen tarkkailu tai rintakipupotilaan kliinisen tilan arviointi päivystyksessä. Pelissä tulee olla myös selkeästi ilmaistu maali tai tavoite, jota pelaaja tavoittelee. Pakopeleissä esimerkiksi tavoitteena on päästä ulos huoneesta (Nicholson 2015). Oppimisen kontekstissa tavoitteen tulee liittyä oppimistavoitteisiin. Pelissä suoritettavissa tehtävissä on keskeistä saavuttaa tasapaino pelin haastavuuden ja pelaajan taitojen ja kykyjen välillä, koska se edesauttaa pelaajan viihtymistä pelin parissa. Liian helpot tehtävät saavat pelaajan kyllästymään, kun taas liian vaikeat tehtävät voivat aiheuttaa turhautumista. (Kiili ym. 2012, Alexiou & Schippers 2018.) Pelin tulee myös palkita pelaajaa hyvästä suorituksesta (Hamari ym. 2014, Arnab ym. 2015). Palkitsemisen keinoja ovat muun muassa pisteet, palkinnot, oman pelihahmon kehittyminen sekä tasolta toiselle nouseminen. Tärkeä

houkutteleva elementti on pelaajan saama palaute: pelaajan tulee saada tekemistään toimista välitöntä palautetta ja jatkuvaa palautetta (Koivisto ym. 2018).

Hamari ym. (2014) puhuvat näistä pelillisistä ominaisuuksista motivationaalisina affordansseina, jotka herättävät ja ylläpitävät pelaajan motivaatiota, saavat aikaan tyytyväisyyttä sekä saavuttamisen ja pystyvyyden tunteita. Oppimisen kontekstissa näiden kautta saavutetaan oppimista, tietoja, taitoja ja osaamista. Terveysalan ammattilaisten koulutuksessa peleillä on saavutettu hyviä oppimistuloksia ja niiden on todettu vaikuttavan oppimistuloksiin paremmin kuin perinteisten opetusmenetelmien (Haoran ym. 2019). Pelien on todettu olevan tehokkaita muun muassa kliinisten päätöksentekotaitojen oppimisessa (Koivisto ym. 2020) sekä trakeostomiapotilaan (Bayram & Caliskan 2019) ja hätätilapotilaan (Cook ym. 2012) hoitoon liittyvässä oppimisessa.

Oppimiseen liittyvässä pelitutkimuksessa on käytetty sekä laadullisia että määrällisiä tutkimusmenetelmiä. Laadulliset tutkimukset ovat kohdistuneet muun muassa opiskelijoiden näkemyksiin ja kokemuksiin pelien käyttämisestä koulutuksessa (Roman ym. 2022), kokemuksiin oppimisesta pelaamalla (Koivisto ym. 2017) ja pelien motivoivasta vaikutuksesta (Verkuyl ym. 2020). Aineistoa on tällöin kerätty useimmiten haastattelemalla tai sähköisen kyselylomakkeen avoimilla kysymyksillä. Määrälliset tutkimukset ovat olleet poikkileikkaus-, vertailevia, kvasikokeellisia tai kokeellisia tutkimuksia, ja niitä käytetty eniten mittaamaan tiedollisen osaamisen lisääntymistä pelien avulla (Boyle ym. 2016). Aineistoa on kerätty tyypillisesti kyselylomakkeilla.

## Pelimetriikka oppimisen tutkimuksessa

Pelimetriikkaa on käytetty muun muassa puutarhojen suunnittelun oppimisen tutkimuksessa ammatillisessa koulutuksessa (Kim ym. 2020), tietokoneen ohjelmointikielen oppimisen tutkimuksessa korkeakoulutuksessa (Soflano ym. 2015) ja matematiikan oppimisen tutkimuksessa peruskoulutuksessa (Kiili ym. 2018). Kimin ym. (2020) analysoima pelimetriikka kohdistui pelaamiseen käytettyyn aikaan, sijoitettujen esineiden määrään ja opiskelijoiden suorittamien simulaatioiden määrään immersiivisessä VR simulaatiossa. Tutkimuksen mukaan oppimistuloksen laatu korreloi positiivisesti käytettyyn aikaan ja sijoitettujen esineiden määrään, kun taas simulaatioiden määrä korreloi negatiivisesti oppimistuloksen kanssa. Sen sijaan Soflano ym. (2015) eivät löytäneet korrelaatiota suoritukseen käytetyn ajan ja oppimisen tehokkuuden välillä, mutta he havaitsivat, että adaptiivinen pelillinen oppimissovellus mahdollisti tehtävien suorittamisen nopeammassa ajassa kuin ei-adaptiivisissa peliversioissa. Adaptiivisuudella tarkoitetaan sitä, että peli mukautuu käyttäjän tieto- ja taitotasoon pelaamisen aikana. Kiili ym. (2018) tutkivat peruskoulun oppilaiden rationaalilukujen osaamisen ja pelimetriikan korrelaatioita. Tutkimuksessa pelimetriikka sisälsi muun muassa pelattujen pelien määrän, pelin kokonaissuorituksen, tehokkaan peliajan sekä saavutetun maksimitason. Tutkimustulokset osoittivat, että pelin kokonaissuoritus ja saavutettu maksimitaso olivat merkitsevästi yhteydessä oppilaiden rationaalilukujen osaamiseen.

Terveysalan kontekstissa pelimetriikkaa on käytetty muun muassa verrattaessa kolmen eri visualisointitekniikan vaikuttavuutta oppimiseen simulaatiopelissä (Dupovi 2018), verrattaessa kahden eri virtuaalitodellisuussovelluksen käytettävyyttä sekä osallistujien suorituskykyä ja sitoutumista epiduraalitoimenpiteen valmistelussa (Shewaga ym. 2020), ja arvioitaessa kliinisiä päätöksentekotaitoja hoitotyön koulutuksessa (Forsberg ym. 2011). Dupovi (2018) tutki opiskelijoiden simulaatiopeliin käyttämää kokonaisaikaa, suoritettujen yritysten määrää ja oppimista. Tulosten mukaan opiskelijoiden simulaatiopeliin käyttämä kokonaisaika korreloi oppimisen kans-

sa. Merkittäviä korrelaatioita suoritettujen yritysten lukumäärän ja oppimisen välillä ei kuitenkaan löydetty. Shewaga ym. (2020) mittasivat pelimetriikan avulla opiskelijoiden suorituskykyä, kun he valmistautuivat suorittamaan epiduraalitoimenpidettä. Tutkijat mittasivat kuhunkin oppimistavoitteeseen liittyvän tehtävän suorittamisaikaa ja havaitsivat, että pelaajat käyttivät enemmän aikaa VR-sovelluksessa, jossa pystyi liikkumaan fyysisessä tilassa kuin versiossa, jota käytettiin paikallaan istuen. Lisäksi ensimmäiseksi mainitussa versiossa oppimistavoitteet saavutettiin paremmin. Forsbergin ym. (2011) tutkimuksessa mitattiin skenaarioiden suorittamiseen käytettyä aikaa. Tulosten mukaan opiskelijoiden käyttämä aika vaihteli paljon ollen vähimmillään 50 minuuttia ja enimmillään 5 tuntia.

Omissa tutkimuksissamme olemme kuvanneet pelimetriikkaa hoitotyön simulaatiopelissä kliinisen päätöksenteon oppimisessa (Havola ym. 2021, Koivisto ym. 2022). Tutkimusten tarkoituksena oli kuvata hoitotyön opiskelijoiden suorituksia simulaatiopelin skenaarioissa pelimetriikkaa hyödyntäen. Lisäksi tarkoituksena oli arvioida pelimetriikan ja hoitotyön opiskelijoiden kliinisten päätöksentekotaitojen yhteyttä (Havola ym. 2021) ja tutkia simulaatiopelin eri skenaarioissa saavutettujen pisteiden yhteyttä pelaamiseen käytettyyn aikaan (Koivisto ym. 2022). Skenaarion suorittaminen tarkoitti tässä yhteydessä sitä, että opiskelijan toiminnat pelissä liittyivät päätöksentekoprosessin eri vaiheissa tehtyihin valintoihin.

## Pelimetriikan mitattavat kohteet

Peleihin tallentuva tieto opiskelijoiden käyttäytymisestä pelissä tarjoaa uudenlaisen tavan kerätä tutkimusaineistoa (Drachen ym. 2013). Oppimiseen liittyvässä tutkimuksessa pelimetriikka on kohdistunut selkeästi eniten peliaikaan (Taulukko 1). Lisäksi se on kohdistunut pelattujen pelien määrään, suoritettujen tehtävien määrään sekä pisteisiin.

*Taulukko 1. Esimerkkejä pelimetriikan mitattavista kohteista tutkimuksissa*

| **Pelimetriikan mitattavia kohteita** | **Lähteet** |
|---|---|
| Pelattujen pelien määrä | Kiili ym. 2018<br>Kim ym. 2020<br>Havola ym. 2021*<br>Koivisto ym. 2022* |
| Peliaika | Hamdaoui ym. 2018<br>Kiili ym. 2018<br>Kim ym. 2020<br>Havola ym. 2021*<br>Koivisto ym. 2022*<br>Dupovi 2018*<br>Johnsen ym. 2016*<br>Forsberg ym. 2011*<br>Shewaga ym. 2020 |
| Pisteet | Havola ym. 2021*<br>Koivisto ym. 2022*<br>Nazry & Romano 2017 |
| Suoritetut tehtävät | Kim ym. 2020<br>Hamdaoui ym. 2018<br>Cooper ym. 2015* |
| Pelaajan sijainti peliympäristössä | Hamdaoui ym. 2018 |
| Vuorovaikutus | Hamdaoui ym. 2018 |

*Hoitotyön konteksti

Pelaajan sijaintia peliympäristössä sekä vuorovaikutusta on mitattu oppimisen tutkimuksessa vielä vähän. Pelimetriikan mitattavien kohteiden vertaaminen eri tutkimuksessa on kuitenkin haasteellista, sillä käytettyjen käsitteiden määritelmät eroavat osin toisistaan. Esimerkiksi Kiili ym. (2018) ovat käyttäneet peliaikaa koskevista mittareista käsitettä ”tehokas peliaika” viittaamaan aikaan, jonka pelaaja käyttää kaikkien tehtävien suorittamiseen. Hamdaoui ym. (2018) sen sijaan ovat käyttäneet käsitettä "kokonaispeliaika" tarkoittaen kaikkien tasojen pelaamiseen kulunutta aikaa. Tämän vuoksi tutkimuksessa on aina tärkeää määrittää mitä mitattavilla kohteilla tarkoitetaan (Hamdaoui ym. 2018), mitä ja miten dataa kerätään sekä mitä, miksi ja miten muuttujia mitataan (Plass ym. 2013).

Pelimetriikkaa voidaan myös yhdistää muihin tutkimusaineistoihin. Hoitotyön simulaatiopelitutkimuksissa pelimetriikkaa on käytetty ainoana aineistona (Koivisto ym. 2022) sekä

yhdessä sähköisellä kyselylomakkeella kerätyn aineiston kanssa (Havola ym. 2021). Tutkimuksissa (Havola ym. 2021, Koivisto ym. 2022) pelimetriikkaa käytettiin kuvaamaan opiskelijoiden suorituksia simulaatiopelin eri skenaarioissa. Havolan ym. (2021) tutkimuksessa valmistumisvaiheessa olevat hoitotyön opiskelijat pelasivat simulaatiopeliä tietokoneella sekä virtuaalilaseilla, kun taas Koiviston ym. (2022) tutkimuksessa alkuvaiheen opiskelijat pelkästään tietokoneella. Pelaaminen oli integroitu osaksi opintoja, mutta tutkimukseen osallistuminen oli vapaaehtoista. Kotona pelatessa opiskelijoiden pelaamista ei kontrolloitu millään tavalla mutta heidät ohjeistettiin pelaamaan kukin skenaario vähintään kerran. Havolan ja kumppaneiden (2021) tutkimuksessa kotona pelattavia skenaarioita oli yhdeksän, ja ne liittyivät sisätautien ja kirurgiseen hoitotyöhön, päivystyshoitotyöhön sekä kotihoitoon kun taas Koiviston ja kumppaneiden (2022) tutkimuksessa skenaarioita oli viisi ja ne liittyivät kirurgisen potilaan hoitotyöhön. Virtuaalilaseilla pelattava skenaario Havolan ym. (2021) tutkimuksessa liittyi potilaan elvytystilanteeseen sairaalassa. Pelaaminen tapahtui oppilaitoksen pelistudiossa ja tutkija opasti opiskelijaa pelaamisessa. Kummassakin tutkimuksessa opiskelijat olivat opiskelleet aihealueita ennen pelaamista teoriassa.

Simulaatiopeli oli rakennettu kliinisen päätöksentekoprosessin mukaan. Opiskelijat saivat suorituksesta pisteitä siten, että jokainen pelissä tehty valinta päätöksenteon eri vaiheissa oli pisteytetty. Esimerkiksi kerätessään tietoa potilaasta opiskelija haastatteli ja tarkkaili potilasta sekä mittasi peruselintoimintoja valiten valikosta tilanteeseen olennaisesti liittyvät vaihtoehdot. Opiskelija sai jokaisesta oikeasta valinnasta pisteitä, ja menetti pisteitä väärästä toiminnasta. Siten pisteet kuvasivat opiskelijoiden suorituksia kussakin skenaariossa.

Simulaatiopelitutkimuksissa pelimetriikka sisälsi suoritettujen skenaarioiden määrän, keskimääräiset pisteet ja keskimääräisen peliajan (Havola ym. 2021, Koivisto ym. 2022). Suoritettujen skenaarioiden määrällä tarkoitettiin kaikkien pelaajien kaikkien skenaarioiden pelaamisen lukumäärää riippumatta siitä, pelasivatko opiskelijat skenaarion alusta loppuun. Pisteiden keskiarvo viittasi kaikkien pelaajien kaikkien pelien keskiarvoon. Jokaisessa skenaariossa maksimipistemäärä oli 100. Keskimääräinen peliaika puolestaan viittasi kaikkien pelaajien kaikkien pelien keskimääräiseen peliaikaan. Jotta oli mahdollista tarkastella pelimetriikan yhteyttä kliinisiin päätöksentekotaitoihin, opiskelijat arvioivat kliinisiä päätöksentekotaitojaan kolmessa eri vaiheessa: ennen ja jälkeen tietokoneella pelaamisen sekä VR-laseilla pelaamisen jälkeen (Havola ym. 2021).

## Pelimetriikan analysointi

Pelijärjestelmään tallentuva tieto kerätään kvantitatiivisina muuttujina tietokantaan (Hamdaoui ym. 2018). Tietokannalla tulee suuri olla tallennuskapasiteetti (Drachen & Canossa, 2009), koska peleihin tallentuvan tiedon määrä on suuri (peli tallentaa jokaisen toiminnan esimerkiksi sekunnin tarkkuudella). Pelimetriikka tarjoaa määrällistä ja objektiivista tietoa pelaajan käyttäytymisestä pelissä sekä pelaajan ja pelin välisestä vuorovaikutuksesta (Drachen ym., 2013). Analyytikot keräävät tiedot pelaajasta analysointia ja visualisointia varten. Aineiston analysoinnissa käytetään soveltuvia tilastollisia menetelmiä. Esimerkiksi Kiili ym. (2018) käyttivät korrelaatioanalyysiä oppilaiden rationaalilukujen osaamisen ja pelimetriikan välisen riippuvuuden tutkimiseen. Tutkiessaan opiskelijoiden käyttäytymistä immersiivisessä VR simulaatiossa Kim ym. (2020) analysoivat sovelluksen keräämää lokitietoa. Lokitiedoista kerättiin simulaatiossa käytetty aika, sijoitettujen esineiden määrä ja opiskelijoiden suorittamien simulaatioiden määrä. Analyysissä käytettiin Pearsonin korrelaatiokerrointa tutkimaan pelimetriikan ja puutarhasuunnitelmien laadun välistä riippuvuutta.

Kirjoittajien omissa simulaatiopelitutkimuksissa (Havola ym. 2021, Koivisto ym. 2022) pelimetriikkaa on analysoitu itsenäisenä aineistona ja sitä on yhdistetty kyselylomakeaineistoon. Seuraavissa kappaleissa kuvataan aineiston analysointia näissä tutkimuksissa. Peliin kertyvä data tallentui MySQL-tietokantaan (AWS RDS), josta se tallennettiin Excel-tiedostoon. Kun pelimetriikkaa analysoidaan, se tehdään erilaisten tilastollisten tunnuslukujen avulla. Pelimetriikan mittaustaso eli mitta-asteikot määrittävät sen analysointiin käytettävien tilastollisen analyysin metodivalintojen vaihtoehdot. Koska pelimetriikan muuttujat olivat simulaatiopelitutkimuksissa numeerisia, tarkasteltiin sitä ja sen yhteyksiä muiden muuttujien kanssa aritmeettisen keskiarvon vertailun ja korrelaation avulla. Jos pelimetriikka olisi ollut mittauksiltaan kategorista, olisi sitä voitu tarkastella sen arvojen suhteellisten osuuksien tai esimerkiksi arvojen mediaanin avulla. Numeerinen aineisto voidaan tarvittaessa luokitella kategoriseksi.

Simulaatiopelitutkimuksissa tilastolliset analyysit toteutettiin käyttäen SAS-ohjelmiston versiota 9.4. Pelimetriikan analysointiin voidaan käyttää luonnollisesti myös muita tilastollisia ohjelmistoja. Analyysi voidaan jakaa kolmeen osa-alueeseen: kuvaileva, tilastollinen päättely sekä monimuuttuja-analyysi. Kuvailevalla analyysillä luotiin yleiskuva aineistosta, tilastollisilla testeillä tehtiin yleistyksiä tutkimuksen perusjoukkoon ja monimuuttuja-analyysissä oletetaan, että useilla muuttujilla on yhteyksiä pelimetriikan kanssa. Kaksi viimeksi mainittua osa-aluetta liittyvät toisiinsa, koska monimuuttuja-analyysin tuloksiin liittyy läheisesti niiden tilastollinen testaaminen.

Kuvailevalla analyysillä pyrittiin esittämään käytettävän datan perusluonne. Käytännössä tämä tapahtui pelimetriikan sijainnin (minimi, keskiarvo, maksimi, suhteellinen osuus) ja hajonnan (keskihajonta) tunnuslukujen avulla. Taustamuuttujien (ikä, sukupuoli, pohjakoulutus, koulutusohjelma, opintojen vaihe sekä työkokemus) jakaumat esitettiin suhteellisina (%). Edellä mainitut tunnusluvut ovat yksiulotteisen (eli yhden muuttujan) jakaumaa kuvaavia. Kun muuttujien välisiä riippuvuuksia kuvataan, tulee kysymykseen yleensä esimerkiksi erilaiset korrelaatiokertoimet tai näissä artikkeleissa niistä johdetut tunnusluvut (ns. Cronbachin alfa), joilla tarkastellaan mittarien luotettavuutta. Kuvaileva analyysi on tärkeä osa kokonaisuutta tutkimuksen luotettavuuden näkökulmasta. Taustamuuttujien jakaumia arvioidaan myös otoksen edustavuuden varmistamiseksi.

Toinen osa tilastollista analyysiä sisälsi pelimetriikkaa ja sen yhteyksien taustamuuttujien kanssa tarkasteleva monimuuttuja-analyysi. Käytännössä tämä tarkoittaa selitysmallin rakentamista pelimetriikan sekä usean selittäjän (pre- tai posttesti, taustamuuttujat) välille. Ns. lineaarinen malli sisältää oletuksen, että pelimetriikan keskiarvo riippuu suoraviivaisesti siitä, mihin selittäjän kategoriaan havainto kuuluu. Jos selittäjät olivat kategorisia, saatiin tulokseksi pelimetriikan keskiarvoeroja selittäjien kategorioiden välillä vertailtuna. Lisäksi pelimetriikan muuttujat voivat toimia toisen pelimetriikan muuttujan selittäjänä (pelaamiseen käytetty aika selitti pelien keskimääräistä pistemäärää). Koska myös selittäjä oli tällöin numeerinen, saatiin tulokseksi kulmakertoimia, jotka kertovat selittäjän yhden yksikön kasvua vastaavan pelimetriikan keskimääräisen muutoksen.

Monimuuttuja-analyysin nimitys riippuu selitettävän ja selittäjien mittaustasoista. Jos selittävä on numeerinen, kuten tässä, on metodin nimitys joko varianssianalyysi (ANOVA; jos selittäjät kategorisia) tai regressioanalyysi (selittäjät numeerisia). Jos selittäjien joukossa on sekä kategorisia että numeerisia muuttujia, on käytetty nimitys kovarianssianalyysi (ANCOVA). Yhteistä jokaiselle selitysmallille on se, että niiden avulla voidaan tarkastella pelimetriikan keskiarvon vaihtelua, kun selittäjät saavat eri arvoja. Jos pelimetriikkaa mitattaisiin kategorisesti (esimerkiksi kun pelistä saadut pistemäärät on luo-

kiteltu), voidaan käyttää logistisen regression nimellä kulkevaa metodikokonaisuutta.

Tilastollisten testien avulla tarkasteltiin otoksesta laskettujen tulosten yleistettävyyttä tutkimuksen perusjoukkoon. Monimuuttujaanalyysiin liitetyt keskiarvoeroihin ja kulmakertoimiin liittyvät testit sisälsivät väitteen eli nollahypoteesin, jonka mukaan kyseiset keskiarvoerot ja kulmakertoimet ovat tutkimuksen perusjoukossa 0 (eli että yhteyttä ei selittäjän ja selitettävän välillä tältä osin ole). Kuten aina, testin tuottaman riittävän pienen ns. p-arvon (hylkäämisvirheen riskin) arvon avulla kyseinen väite hylättiin ($p<0.05$). Tällaisia pääosin tilastollisesti merkitseviä tuloksia raportoitiin tutkimustuloksina. Luottamusvälin avulla voidaan arvioida keskiarvoeron tai kulmakertoimen suuruutta perusjoukossa (95% luottamustasolla eli 5% virheen riskillä).

Esimerkki simulaatiopelitutkimuksen pelimetriikasta on kuvattu taulukossa 2 (Havola ym. 2021). Tulokset osoittavat, että opiskelijat pelasivat simulaatiopelin skenaariot tietokoneversiolla yhteensä 494 kertaa, kun taas VR-laseilla suoritettuja skenaarioita oli yhteensä 40. VR-laseilla pelaaminen toteutettiin siten, että opiskelijat pelasivat skenaarion vain kerran. VR-peliä pelattiin HTC Vive Pro -laitteella ja se tapahtui yksinpelaamisena pelistudiossa. Tulokset osoittivat, että pisteiden ja kliinisten päätöksentekotaitojen välillä oli systemaattinen yhteys siten, että mitä korkeammat olivat pisteet, sitä paremmat olivat päätöksentekotaidot sekä tietokoneella että VR-laseilla pelattaessa. Opiskelijat käyttivät enemmän aikaa VR-laseilla kuin tietokoneella pelaamiseen. Mielenkiintoista oli, että tietokoneella pelattaessa korkeammat pisteet saavutettiin lyhyemmällä pelaamiseen käytetyllä ajalla. VR-laseilla pelatessa puolestaan saavutettiin paremmat pisteet pidemmällä pelaamiseen käytetyllä ajalla. Tutkimuksen tulosten mukaan pisteiden keskiarvo oli yhteydessä parempiin kliinisiin päätöksentekotaitoihin, kun taas keskimääräinen peliaika ei ollut. Tutkimuksessa havaittiin myös merkittäviä korrelaatioita pelattujen skenaarioiden määrän ja pisteiden keskiarvon ja keskimääräisen peliajan välillä.

*Taulukko 2. Pelimetriikka simulaatiopelissä (n=36–40)*

| **Pelattujen skenaarioiden määrä tietokonepelissä (n=494)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Muuttuja | Label | Ka | Kh | Min | Max |
| Pisteiden keskiarvo [a] | pisteet | 67 | 8.7 | 43 | 82 |
| Keskimääräinen peliaika (minuuteissa) [b] | aika | 4.2 | 1.0 | 2.4 | 7.1 |
| Maksimipisteet [c] | pisteet | 100* | 1.4 | 91 | 100 |
| Maksimipeliaika (minuuteissa) [d] | aika | 7.6 | 3.5 | 4.5 | 21 |
| Pelattujen skenaarioiden keskimääräinen lukumäärä [e] | | 13.7 | 6.6 | 4 | 29 |
| **Pelattujen skenaarioiden määrä VR-laseilla pelattaessa (n=40)** | | | | | |
| Muuttuja | Label | Ka | Kh | Min | Max |
| Pisteiden keskiarvo [a] | pisteet | 95 | 9.9 | 66 | 100 |
| Keskimääräinen peliaika (minuuteissa) [b] | aika | 16.0 | 4.2 | 8 | 30.5 |
| Maksimipisteet [c] | pisteet | 95 | 9.9 | 66 | 100 |
| Maksimipeliaika (minuuteissa) [d] | aika | 16.0 | 4.2 | 8 | 30.5 |
| Pelattujen skenaarioiden keskimääräinen lukumäärä [e] | | 1 | 0 | 1 | 1 |

[a] Pisteiden keskiarvo: Kaikkien pelaajien kaikkien pelien pisteiden keskiarvo.
[b] Keskimääräinen peliaika: Kaikkien pelaajien kaikkien pelien keskimääräinen peliaika.
[c] Maksimipisteet: Kaikkien pelaajien kaikkien pelien enimmäispistemäärä.
[d] Maksimipeliaika: Kaikkien pelaajien kaikkien pelien enimmäisaika.
[e] Pelattujen skenaarioiden keskimääräinen lukumäärä: Kaikkien pelaajien kaikkien pelien ja skenaarioiden lukumäärä.
* Pisteet kahden desimaalin tarkkuudella

## Luotettavuus ja eettisyys

Tutkimuksen luotettavuuden arvioinnissa pelimetriikan osalta on keskeistä kiinnittää huomioita tiedon keräämiseen ja tulosten tulkintaan. Oppimisen tutkimuksessa kriittinen tekijä on se, että pelaajan käyttäytymisestä pelissä kerätään oikeita tietoja sen suhteen, mitä oppimista tai osaamista halutaan osoittaa. Ensinnäkin pelin sisällön ja rakenteen tulee mahdollistaa oppimistavoitteisiin liittyvien tietojen kerääminen. Toiseksi on tärkeää määritellä etukäteen ennen tiedon keräämistä mitä ja miten tietoa kerätään ja miten muuttujia mitataan. Tulosten luotettava tulkinta edellyttää tutkittavien kohteiden selkeän määrittelyn eli mitä mitattavilla kohteilla halutaan osoittaa. Esimerkiksi miten pelaamisessa saavutetut pisteet osoittavat tiedon karttumista tai miten vuorovaikutus toisten pelaajien kanssa osoittaa yhdessä oppimista. Tutkimuksen luotettavuutta voi heikentää se, ettei tiedon keräämistä ole suunniteltu riittävän hyvin eikä pystytä osoittamaan pelimetriikan ja oppimisen tai osaamisen suhdetta. Toisaalta yhdistämällä pelimetriikkaa muihin aineistoihin voidaan parantaa tutkimuksen tuloksen luotettavuutta. Pelimetriikkatutkimuksen luotettavuuteen liittyvä seikka omissa simulaatiopelitutkimuksissamme oli muun muassa se, että opiskelijat pelasivat peliä kotona, jolloin tutkijat eivät voineet olla täysin varmoja siitä, kuka peliä pelasi ja kenen osaamista pelimetriikka kuvasi. Tätä riskiä voidaan pienentää keräämällä aineistoa valvotuissa olosuhteissa. Tutkimuksissamme käytetty simulaatiopeli on kuitenkin kehitetty itsenäisen opiskelun välineeksi ja tarkoituksenamme oli käyttää peliä mahdollisimman aidossa tilanteessa, jonka vuoksi peliä ei pelattu kontrolloiduissa olosuhteissa. Lisäksi opiskelijat kirjautuivat peliin omilla tunnuksillaan ja tutkimuskoodillaan, joka on saattanut osaltaan lisätä todennäköisyyttä, että pelaaja on ollut tutkimukseen osallistunut opiskelija itse.

Käytettäessä pelimetriikkaa tutkimusaineistona hoitotieteellisessä tutkimuksessa, tutkimukseen liittyy samat tutkimuseettiset periaatteet kuin muihinkin tutkimuksiin mutta pelijärjestelmien tuottaman tiedon eettinen käyttö edellyttää erityisesti henkilöistä kerättävien tietojen tunnistamiseen liittyvien riskien tunnistamisen ja minimoimisen. Pelimetriikan keräämisessä, tallentamisessa, analysoinnissa ja raportoinnissa korostuu tietosuojalain noudattaminen. Kerätyt tiedot tulee anonymisoida asianmukaisten määräysten ja GDPR:n mukaisesti mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Tutkittavien näkökulmasta tulee kiinnittää huomioita tutkimuksesta informointiin. Tutkittavien on tiedettävät, mitä tietoa ja kuinka paljon heistä kerätään ja mihin tietoa käytetään.

## Pohdinta

Virtuaalitodellisuuden ja pelien käytön lisääntyminen hoitotyön koulutuksessa avaa uusia mahdollisuuksia tutkimukselle. Pelimetriikan hyödyntäminen hoitotieteellisessä tutkimuksessa edellyttää monitieteistä yhteistyötä hoitotieteen, kasvatustieteen ja tekniikan tutkijoiden sekä pelialan ja tilastotieteen asiantuntijoiden kesken. Tulevaisuudessa hoitotieteen tutkijoiden on hyvä kasvattaa osaamistaan muun muassa tekoälyn osalta, koska sen hyödyntäminen lisääntyy sekä hoitotyön koulutuksessa että kliinisessä hoitotyössä.

Pelimetriikka tutkimusaineistona monipuolistaa mahdollisuuksia tutkia opiskelijoiden suoritusta, oppimista ja osaamista. Tällöin saadaan aikaisempaa yksityiskohtaisempaa tietoa siitä, mitä opiskelijat osaavat ja mitä he eivät osaa, ja mihin esimerkiksi opetuksen resursseja tulee jatkossa suunnata. Pelimetriikka tarjoaa myös objektiivista tietoa, jota voidaan hyödyntää osaamisen arvioinnissa. Pelimetriikan tutkimisen näkökulmasta haasteena on kuitenkin se, että tutkijoilla ei ole välttämättä mahdollisuutta saada tietokantoihin tallentunutta raakadataa analysointia varten. Näin on etenkin valmiiden kaupallisen sovellusten kohdalla. Ne tarjoavat opettajille

ja opiskelijoille valmiiksi analysoitua tietoa, mutta monipuolisten analyysien tekeminen niiden perusteella ei ole mahdollista.

Virtuaalitodellisuuden ja pelien etu koulutuksessa on siinä, että ne tarjoavat hyvin yksilöllisen oppimiskokemuksen. Tätä kokemusta voidaan edelleen parantaa henkilökohtaistamalla pelikokemusta, joka edistää oppimistuloksia, mielekkäiden oppimiskokemusten syntymistä sekä motivaatiota (Streicher & Smeddinck 2016, Hamdaoui ym. 2018). Pelimetriikkaa voidaan hyödyntää opiskelijan tietoihin ja taitoihin mukautuvien ominaisuuksien kehittämiseen. Mukauttamisella tarkoitetaan järjestelmän kykyä tunnistaa käyttäjän mieltymykset tai ominaisuudet analysoimalla käyttäjien aikaisempaa vuorovaikutusta järjestelmän kanssa ja säätää tämän perusteella pelin ominaisuuksia automaattisesti (Soflano ym. 2015). Mukautuva simulaatiopeli voi siis reagoida opiskelijoiden aikaisempiin kokemuksiin tarjoamalla kontekstiin mukautuvia modifikaatioita (Streicher & Smeddinck 2016). Pelin sisällön mukautuvuus voidaan saavuttaa soveltamalla tekoälyn tekniikoita, kuten koneoppimista. Mukautumista voidaan säätää yhden tai useamman parametrin (esim. pelimetriikan) perusteella. Peleihin voidaan kehittää esimerkiksi dynaaminen vaikeustason mukautuminen siten, että pelin vaikeustaso helpottuu, pysyy samana tai vaikeutuu opiskelijan osaamisen perusteella. Simulaatiopelien dynaamiset adaptiiviset järjestelmät hyödyntävät heterogeenista oppijaryhmää, jolla on vaihteleva tieto- ja taitotaso, kulttuuritausta ja aikaisempi pelikokemus (Streicher & Smeddinck 2016).

Jatkossa hoitotieteen koulutustutkimuksessa voisi tutkia pelimetriikan mitattavia kohteita laajemminkin. Virtuaalitodellisuussovellukset mahdollistavat yksityiskohtaisen katseen kohdistumisen, pelaajan peliympäristössä liikkumisen ja sijoittumisen tarkastelun sekä opiskelijoiden välisen vuorovaikutuksen tarkastelun pelaamisen aikana. Nämä puolestaan tuottavat uudenlaista tietoa muun muassa siitä, mihin opiskelijoiden huomio kiinnittyy hoitoympäristössä tai miten yhteistyö potilaan hoitamisessa toteutuu. Tietoa voidaan hyödyntää esimerkiksi kehitettäessä sovellusten adaptiivisia ominaisuuksia.

Hyödyntämällä pelimetriikkaa ja tekoälyn viimeisimpiä teknologisia kehitysaskeleita pelejä voidaan kehittää vastaamaan paremmin hoitotyön opiskelijoiden yksilöllisiin oppimistarpeisiin. Mukautuvien pelien pelaaminen mahdollistaa yhä paremman osaamisen saavuttamisen työelämään ja haastaviin kliinisiin potilastilanteisiin. Viime kädessä tästä hyötyvät potilaat.

## VASTUUALUEET

Käsikirjoituksen suunnittelu ja toteutus: JMK, SH, JE, EH.

## LÄHTEET


Alexiou A. & Schippers MC. (2018) Digital game elements, user experience and learning: A conceptual framework. *Education and Information Technologies* **23**(6), 2545–2567.

Arnab S., Lim T., Carvalho MB., Bellotti F., de Freitas S., Louchart S., Suttie N., Berta R. & Gloria A. (2015) Mapping learning and game mechanics for serious games analysis. *British Journal of Educational Technology* **46**(2), 391–411.

Bayram SB. & Caliskan N. (2019) Effect of a game-based virtual reality phone application on tracheostomy care education for nursing students: A randomized controlled trial. *Nurse Education Today* **79**, 25–31.

Boyle EA., Hainey T., Connolly TM., Gray G., Earp J., Ott M., Lim T., Ninaus M., Ribeiro C. & Pereira J. (2016) An update to the systematic literature review of empirical evidence of the impacts and outcomes of computer games and serious games. *Computers & Education* **94**, 178–192.

Cook NF., McAloon T., O´Neill P. & Beggs R. (2012) Impact of a web based interactive simulation game (PULSE) on nursing students' experience and performance in life support training — A pilot study. *Nurse Education Today* **32**(6), 714–720.

Cooper S., Cant RP., Bogossiann F., Bucknall T. & Hopmans R. (2015) Doing the Right Thing at the Right Time. Assessing Responses to Patient Deterioration in Electronic Simulation Scenarios Using Course-of-Action Analysis. *CIN: Computers, Informatics, Nursing* **33**(5), 199–207.

Drachen A. & Canossa A. (2009) Towards gameplay analysis via gameplay metrics. In Proceedings of the 13th International MindTrek Conference: Everyday Life in the Ubiquitous Era (MindTrek '09). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 202–209.

Drachen A., Seif El Nasr M. & Canossa A. (2013) Game Analytics – The Basics. Teoksessa M. Seif El-Nasr, A. Drachen, & A. Canossa (toim.), *Game Analytics. Maximizing the Value of Player Data*. New York: Springer-Verlag, 13–40.

Dupovi I. (2019) Online computer-based clinical simulations: the role of visualizations. *Clinical Simulation in Nursing* **33**, 35–41.

Forsberg E., Georg E. Ziegert K. & U. Fors, U. (2011). Virtual patients for assessment of clinical reasoning in nursing - a pilot study. Nurse Education Today, **31**(8), 757–776.

Hamari J., Koivisto J. & Sarsa H. (2014) Does Gamification Work? — A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. 47th Hawaii International Conference on System Science.

Hamdaoui N., Khalidi Idrissi M. & Bennani S. (2018) Adaptive Educational Games Using Game Metrics. Proceedings of the Third International Afro-European Conference for Industrial Advancement – AECIA 2016.

Haoran G., Bazakidi E. & Zary N. (2019) Serious Games in Health Professions Education: Review of Trends and Learning Efficacy. *Yearbook of Medical Informatics* **28**(1), 240–248.

Havola, S., Haavisto, E., Mäkinen, H., Engblom, J. & Koivisto, J-M. 2021. The effects of computer-based simulation game and virtual reality simulation in nursing students' self-evaluated clinical reasoning skills. *CIN: Computers, Informatics, Nursing,* **39**(11), 725–735.

Havola S., Koivisto JM., Mäkinen H. & Haavisto E. (2020) Game elements and instruments for assessing nursing students' experiences in learning clinical reasoning by using simulation games: an integrative review. *Clinical Simulation in Nursing* **46**, 1–14.

Johnsen HM., Fossum M., Vivekananda-Schmidt P., Fruhling A. & Slettebø A. (2016) Teaching clinical reasoning and decision-making skills to nursing students: Design, development, and usability evaluation of a serious game. *International Journal of Medical Informatics* **94**, 39–48.

Ketamo H., Devlin K. & Kiili, K. (2018) Gamifying Assessment: Extending Performance Measures With Gaming Data. In proceedings of American Educational Researcher Association's Annual Conference AERA2018, New York, 13th-18th April 2018.

Kiili K., Moeller K. & Ninaus M. (2018) Evaluating the effectiveness of a game-based rational number training - In-game metrics as learning indicators. *Computers & Education* **120**, 13–28.

Kiili K., de Freitas S., Arnab S., & Lainema T. (2012) The design principles for flow experience in educational games. *Procedia Computer Science* **15**, 78–91.

Kim KG., Oertel C., Dobricki M., Olsen JK., Coppi AE., Cattaneo A. & Dillenbourg P. (2020) Using immersive virtual reality to support designing skills in vocational education. *British Journal of Educational Technology* **51**, 2199–2213.

Koivisto JM., Niemi H., Multisilta J. & Eriksson E. (2017) Nursing students' experiential learning processes using an online 3D simulation game. *Education and Information Technologies* **22**, 383–398.

Koivisto JM., Haavisto E., Niemi H., Haho P., Nylund S. & Multisilta J. (2018) Design principles for simulation games for learning clinical reasoning: A design-based research approach. *Nurse Education Today* **60**, 114–120.

Koivisto JM., Rosqvist K., Buure T., Engblom J. & Haavisto E. (2020) The effectiveness of a simulation game on nursing students' self-evaluated clinical reasoning skills: A quasi-experimental study. *Hoitotiede* **32 suppl**, 36–45.

Koivisto JM., Havola S., Rosqvist K., Buure T., Engblom J. & Haavisto E. (2022) Nursing students' scenario performance in clinical reasoning skills – game metrics in a simulation game. *Nursing Education Perspectives*. Hyväksytty julkaistavaksi.

Mäkinen H., Haavisto E., Havola S. & Koivisto JM. (2022) User experiences of virtual reality technologies for healthcare in learning: an integrative review. *Behaviour & Information Technology* **40**(1), 1–17.

Nazry N.N.M. & Romano D.M. (2017) Mood and learning in navigation-based serious games. *Computers in Human Behavior* 73, 596–604.

Nicholson S. (2015) Peeking behind the locked door: A survey of escape room facilities. White Paper. http://scottnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf. (29.3.2022)

Peddle M., Mckenna L., Bearman M. & Nestel D. (2019) Development of non-technical skills through virtual patients for undergraduate nursing students: An exploratory study. *Nurse Education Today* **73**, 94–101.

Plass JL., Homer BD., Kinzer CK., Kyung Chang Y., Frye J., Kaczetow W., Isbister K. & Perlin K. (2013) Metrics in Simulations and Games for Learning. Teoksessa M. Seif El-Nasr, A. Drachen & A. Canossa (toim.). *Game Analytics. Maximizing the Value of Player Data*. New York: Springer-Verlag, 697–729.

Roman P., Ruiz-Gonzalez C., Rodriguez-Arrastia M., Granero-Molina J., Fernández-Sola C. & Hernández-Padilla, JM. (2022) A serious game for online-based objective structured clinical examination in nursing: A qualitative study. *Nurse Education Today* **109**, 105246.

Shewaga R., Uribe-Quevedo A., Kapralos B. & Alam F. (2020) A comparison of seated and room-scale virtual reality in a serious game for epidural preparation. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing* **1**, 218–232.

Soflano M., Connolly TM. & Hainey T. (2015) An application of adaptive games-based learning based on learning style to teach SQL. *Computers & Education* **86**, 192–211.

Streicher A. & Smeddinck JD. (2016) Personalized and Adaptive Serious Games. Teoksessa R. Dörner, S. Göbel, M. Kickmeier-Rust, M. Masuch & K. Zweig (toim.). *Entertainment Computing and Serious Games. Lecture Notes in Computer Science,* vol 9970. Springer, Cham.

Verkuyl M., Betts L. & Sivaramalingam, S. (2019) Nursing Students' Perceptions Using an Interactive Digital Simulation Table: A Usability Study. *Simulation & Gaming* **50**(2), 202–213.

Verkuyl M., Atack L., Kamstra-Cooper K. & Mastrilli, P. (2020) Virtual Gaming Simulation: An Interview Study of Nurse Educators. *Simulation & gaming* **51**(4), 537–549.

*Jaana-Maija Koivisto, FT, Post doc -tutkija, tutkijayliopettaja, Yhteiskuntatieteiden tiedekunta, Terveystieteiden yksikkö, Hoitotiede, Tampereen yliopisto; Hämeen ammattikorkeakoulu, HAMK Smart -tutkimusyksikkö, Vankanlähde 9, PO BOX 230, 13100 Hämeenlinna, jaana-maija.koivisto@hamk.fi*

*Sara Havola, TtM, väitöskirjatutkija, Yhteiskuntatieteiden tiedekunta, Terveystieteiden yksikkö, Hoitotiede, Tampereen yliopisto, 33014 Tampereen yliopisto, sara.havola@tuni.fi*

*Janne Engblom, KTT, VTM (Tilastotiede), tilastotieteen lehtori, Turun yliopisto, Turun kauppakorkeakoulu, 20014 Turun yliopisto, janne.engblom@utu.fi*

*Elina Haavisto, Hoitotieteen professori, sivutoiminen ylihoitaja, Yhteiskuntatieteiden tiedekunta, Terveystieteiden yksikkö, Hoitotiede, Tampereen yliopisto, Pirkanmaan sairaanhoitopiiri, Tays, Arvo Ylpön katu 34, 33520 Tampere, elina.a.haavisto@tuni.fi*

Copyright of Hoitotiede is the property of Hoitotieteiden Tutkimusseura HTTS r.y. and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.