

# **Pelien käyttö toimitusketjun hallinnan ja tuotannonohjauksen opetuksessa**

**Game-based learning in operations management**

Kandidaatintyö

## TIIVISTELMÄ

**Tekijä: Leevi Laakkonen**

**Työn nimi: Pelien käyttö toimitusketjun hallinnan ja tuotannonohjauksen opetuksessa**

**Vuosi: 2019**

**Paikka: Lappeenranta**

Kandidaatintyö. LUT-yliopisto, Tuotantotalous.

37 sivua, 6 kuvaa ja 3 taulukkoa.

Tarkastaja(t): Professori Timo Pirttilä

**Hakusanat: Simulaatiopeli, tuotannonohjaus, toimitusketjun hallinta, opetus**

**Keywords: Game-based learning, simulation game, operations management, education**

Kandidaatintyön tavoitteena on luoda katsaus pelien käyttöön tuotannonohjauksen ja toimitusketjun hallinnan opetuksessa. Työssä tutustutaan pelien käytön taustoihin ja hyötyihin opetuskäytössä. Tämän lisäksi vertaillaan eri tuotannonohjaus- ja toimitusketjusimulaatiopelejä, sekä luokitellaan niitä. Kandidaatintyössä selvitetään, millaisia pelejä tuotannonohjauksen ja toimitusketjun hallinnan opetuksessa käytetään, ja millaisia opetushyötyjä niillä on mahdollista saavuttaa. Lisäksi käydään läpi tuotannonohjaus- ja toimitusketjusimulaatiopelien ominaisuuksia ja toiminnallisuuksia, ja kuinka niitä voidaan luokitella näiden ominaisuuksien mukaan.

Kandidaatintyö osoitti, että simulaatiopelien käytöstä saatavat hyödyt tuotannonohjauksessa ja toimitusketjun hallinnassa ovat kiistattomia. Havaittiin, että tuotannonohjaus- ja toimitusketjusimulaatiopelit sijoittuvat kaikki tietylle ulottuvuusalueelle simulaatioiden luokittelua varten luodussa viitekehyksessä. Tämän lisäksi onnistuttiin löytämään yksittäisiä, muuttuvia toiminnallisuksia tuotannonohjaus- ja toimitusketjusimulaatiopeleistä, joiden mukaan niitä voidaan myös luokitella. Tämä luokittelu helpottaa simulaatiopelien käyttöönottoa opetukseen, sekä oikean simulaatiopelin löytämistä haluttuun tilaisuuteen.

# SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto .....	3
1.1	Tausta .....	3
1.2	Työn tavoitteet ja rajaus .....	3
1.3	Työn toteutus ja rakenne .....	4
2	Pelit ja simulaatiot.....	6
2.1	Peli .....	6
2.2	Simulaatio .....	7
2.3	Simulaatiopeli .....	8
3	Pelien käyttö opetuksessa.....	9
3.1	Pelillistäminen ja peleihin perustuva oppiminen .....	9
3.2	Peleihin perustuvan oppimisen kulku .....	10
3.2.1	Tausta ja peliin perehdyttäminen .....	11
3.2.2	Pelaaminen .....	11
3.2.3	Tulosten läpikäynti .....	12
3.3	Pelien käytön hyödyt ja haasteet.....	13
4	Pelit tuotannonohjauksessa ja toimitusketjuissa .....	16
4.1	Simulaatiopelit tuotannonohjauksen ja toimitusketjun hallinnan opetuksessa .....	16
4.2	Simulaatiopelien luokittelu .....	17
4.2.1	Yleinen vai yrityskohtainen .....	21
4.2.2	Tietokonepohjainen vai manuaalinen.....	21
4.2.3	Päätöksentekijöiden lukumäärä.....	22
4.2.4	Vaatimukset ja pelin kesto .....	22
4.2.5	Kilpaileminen .....	22
4.2.6	Ajan eteneminen.....	23

4.3	Tuotannonohjaus- ja toimitusketjusimulaatiopelejä .....	23
4.3.1	The Beer Distribution Game .....	23
4.3.2	MRP- ja JIT -tuotantopeli .....	25
4.3.3	LEGO kuorma-autopeli.....	27
5	Johtopäätökset.....	30
6	Lähteet.....	33

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tausta

Pelejä ja simulaatioita on käytetty koulutus- ja opetuskäytössä jo vuosikymmenien ajan. Niiden käyttö on viimeisien vuosikymmenien aikana lisääntynyt opetuksessa huomattavasti ja voidaan sanoa, että ne ovat vakiinnuttaneet paikkansa opetusmenetelmien joukosta. Vallitsevat trendit ja varsinkin pelien pelaamisen suosio vapaa-ajalla on lisännyt pelien, simulaatioiden ja simulaatiopelien implementointia opetuskäyttöön. Simulaatiopelien käyttöä opetusmenetelmänä tukee monet tutkimukset, joista selviää lukuisia hyötyjä verrattuna perinteisempiin opetusmenetelmiin. Simulaatiopelien käyttö muun muassa tutkitusti vaikuttaa positiivisesti osallistujien muistiin, kognitiivisiin taitoihin sekä ryhmätyöskentelytaitoihin (Israel, 2017).

Tuotannonohjaus ja toimitusketjut ovat suuria dynaamisia kokonaisuuksia, joissa monet tekijät ja muuttujat vaikuttavat toisiinsa. Tämän lisäksi monet toiminnot ja ketjujen vaiheet tapahtuvat samanaikaisesti toistensa kanssa. Näiden usein monimutkaisten toimintojen ja niiden vuorovaikutusten oppiminen ja sisäistäminen voi olla haastavaa vain perinteisiä opetusmenetelmiä käyttäen. Simulaatiopelejä on mahdollista hyödyntää myös tuotannonohjauksen ja toimitusketjujen hallinnan opetuksessa. Simulaatiopelit antavat osallistujille todenmukaisemman kuvan tuotannonohjauksesta ja toimitusketjuista tukemalla tekemällä oppimista.

## 1.2 Työn tavoitteet ja rajaus

Kandidaatintyön tavoitteena on esitellä yleisesti käytettyjä tuotannonohjaus- ja toimitusketjusimulaatiopelejä sekä luokitella niitä ominaisuuksien mukaan. Työssä selvitetään simulaatiopelien vaikutuksia sekä mahdollisia hyötyjä ja haittoja opetuksessa ja oppimisessa. Työssä pyritään vastaamaan kahteen päätutkimuskysymykseen:

- 1. Millaisia hyötyjä opetuksessa on mahdollista saavuttaa simulaatiopelejä käyttämällä opetusmenetelmänä, erityisesti tuotannonohjauksen ja toimitusketjujen hallinnan opetuksessa?*
- 2. Miten tuotannonohjaus ja toimitusketjusimulaatiopelejä voidaan luokitella ominaisuuksien mukaan?*

Kandidaatintyössä käsiteltävät simulaatiopelit on rajattu käsittelemään tuotannonohjaus- ja toimitusketjusimulaatiopelejä, joita on mahdollista suorittaa ryhmätyöskentelynä kouluissa opetuskäytössä sekä työpaikoilla koulutuskäytössä.

### **1.3 Työn toteutus ja rakenne**

Työssä perehdytään tutkimuskysymyksien ja tavoitteiden kannalta olennaiseen kirjallisuuteen. Kandidaatintyö luo tiiviin katsauksen simulaatiopelien käyttöön toimitusketjun hallinnan ja tuotannonohjauksen opetuksessa kirjallisuuteen pohjautuen. Toisessa luvussa käydään läpi työn kannalta tärkeintä käsitteistöä. Lisäksi tutustutaan ja vertaillaan pelien, simulaatioiden ja simulaatiopelien ominaispiirteitä.

Luvussa kolme esitellään simulaatiopelien käyttöä opetuksessa. Tässä tutustutaan eri tapoihin, kuinka pelejä voidaan hyödyntää opetuksessa. Lisäksi käydään läpi tärkeimmät vaiheet peleihin perustuvan oppimisen kulusta ja selvitetään pelien käytön hyötyjä ja haittoja opetuksessa. Hyötyjä, haittoja ja ominaispiirteitä tutkimalla vertaillaan pelien käyttöä opetusmenetelmänä muihin yleisiin opetusmenetelmiin.

Neljännessä luvussa pelien käyttö opetuksessa rajataan nimenomaan tuotannonohjauksen ja toimitusketjujen hallinnan opetukseen. Tarkastellaan kuinka pelejä ja simulaatioita on mahdollista hyödyntää, ja minkä takia pelien ja simulaatioiden käyttö on hyödyllistä juuri näissä kohteissa. Hyödyntämisen lisäksi tutustutaan simulaatiopelien ominaisuuksiin, joiden mukaan niitä voidaan luokitella. Lopulta esitellään yleisesti käytettyjä toiminnanohjaus- ja toimitusketjusimulaatiopelejä ja määritellään kuinka eri simulaatiopelissä toteutuvat eri ominaisuudet, joiden mukaan niitä voi luokitella. Viimeiseksi tiivistetään tutkimuksen tulokset

luvussa viisi. Tuloksien perusteella luodaan omat johtopäätökset pelien käytöstä tuotannonohjauksen ja toimitusketjun hallinnan opetuksessa.

## 2 PELIT JA SIMULAATIOT

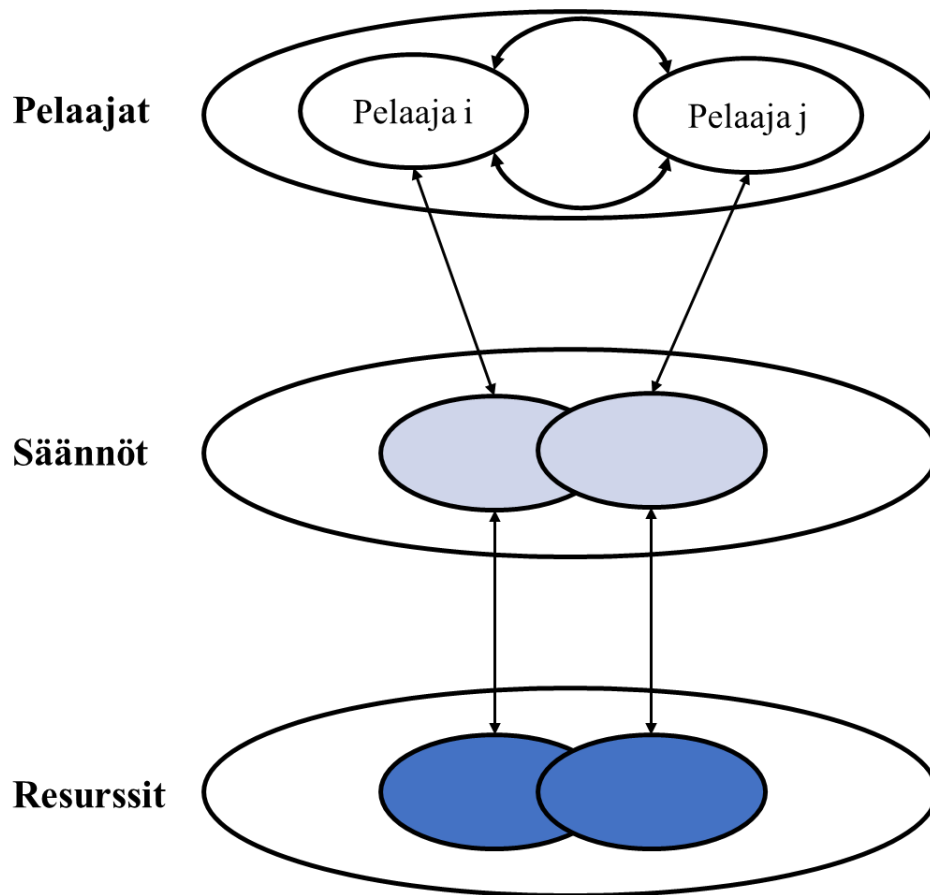
Pelatesa pelaajat vuorovaikuttavat toisten pelaajien, sekä pelialustan kanssa. Pelialusta voi olla esimerkiksi pelilauta, tietokone, taulukko, tietojärjestelmä tai simulaatiomalli. Pelaamista voidaan käyttää moneen eri käyttötarkoitukseen. Yleisimmin pelaamista käytetään viihde-, opetus-, koulutus- sekä tutkimuskäyttöön. (Klabbers, 2003)

Yleisesti peleistä ja simulaatioista puhutaan samoilla termeillä ja usein niiden ajatellaan olevan synonyymejä toistensa kanssa (Ruohomäki, 1995). Klabbers (2003) kirjoittaa, että tieteellisesti termit kuitenkin eroavat toisistaan. Niin peleillä, simulaatioilla ja simulaatiopelillä on kaikilla yhteneväisyyksiä, mutta niillä on myös joitakin erityispiirteitä, joilla ne pystytään erottamaan toisistaan. (Klabbers, 2003) Työn kannalta on oleellista selventää simulaatioiden, pelien ja simulaatiopelien ominaisuudet ja erot, sekä käydä läpi eri tapoja hyödyntää pelejä opetuksessa.

### 2.1 Peli

Klabbers (2003) määrittelee pelin yksinkertaisuudessaan niin, että se rakentuu kolmesta yhteenkuuluvasta osasta; pelaajista, säännöistä ja resursseista (Kuva 1). Pelissä pelaajat vuorovaikuttavat toisten pelaajien kanssa noudattaen määriteltyjä sääntöjä samalla hyödyntäen peliin kuuluvia resursseja. (Klabbers, 2003) Farber (2015) lisää määritelmään vielä palautteenantojärjestelmän. Pelistä täytyy olla mahdollista saada palautetta, jotta tietää, kuinka hyvin tai huonosti pelissä on pärjännyt. Palaute voi olla näkyvissä esimerkiksi tulostaulukolla. Lisäksi Farber toteaa pelaajista, että heidän osallistumisensa peliin tulee olla vapaaehtoista. (Farber, 2015. 29-30)





**Kuva 1** Pelin rakenne. (Klabbers, 1999)

Peli on tapahtuma, jossa pelaaja tekee valintoja saavuttaakseen tietyn päämäärän. Peliä pelataan, kun yksi tai useampi pelaaja kilpailee tai tekee yhteistyötä määriteltyjen sääntöjen puitteissa saavuttaakseen päämäärän. Usein peleihin kuuluu käytettäväksi jotakin materiaalia tai välineitä. (Ruohomäki, 2002. 15)

## 2.2 Simulaatio

Ruohomäki (2002) määrittelee simulaation toimivaksi kuvaukseksi todellisuudesta. Simulaatio voi olla yksinkertaistettu tai nopeutettu kuvaus todellisesta järjestelmästä, prosessista tai ympäristöstä. Simulaatio kuitenkin pitää sisällään kaikista tärkeimmät ja kriittisimmät osat todellisesta järjestelmästä. Simulaatio on yksinkertaistettu kuvaus todellisuudesta korostaen simuloitavan tapauksen oleellisimpia puolia. (Ruohomäki, 2002. 15) Simulaatio on todellisuuden jäljitelmä, joka luo uuden vaihtoehdoisen todellisuuden kontrolloidussa

ympäristössä. Simulaatioita onkin käytetty vuosittain koulutus-, viihde- ja selityksenantokäyttöön. (Ahmed & Sutton, 2017)

Klabbers (2003) vertaa simulaatiota peliin niin, että vaikka simulaatiokin rakentuu pelaajista, säännöistä ja resursseista, ei niitä kaikkia vaadita yhdessä simulaation toteuttamiseksi. Simulaatio on ei vaadi pelaajia sen toteuttamiseksi. Toisaalta myöskin säännöt voivat olla pelistä poiketen joustavia tai olemattomia. Kuten pelaajia tai sääntöjä, simulaatio ei vaadi myöskään resursseja tai pelivälineitä toteutuakseen. (Klabbers, 2003)

### **2.3 Simulaatiopeli**

Simulaatiopeli yhdistää piirteitä sekä pelistä, että simulaatiosta. Peli on simulaatiopeli, mikäli se kuvastaa jotakin empirististä mallia todellisuudesta. Simulaatiopelissä pelattava asia, pelin päämäärä, toiminta, pelirollit, säännöt ja seuraukset simuloivat todellisen järjestelmän samoja muuttujia ja ominaisuuksia eli se kuvastaa todellisuutta pelin muodossa. (Ruohomäki, 2002. 15)

Erilaisten simulaatiopelien kirjo on hyvin laaja ja niitä on käytetty moniin eri käyttötarkoituksiin monissa eri käyttökohteissa. Eri käyttötarkoituksiin käytettäville simulaatiopelille ei ole luotu selkeää luokittelua. Useimmat simulaatiopelit ovat yleisesti käytettyjä opetustarkoituksiin, mutta yhä useammin simulaatiopelit ovat yrityskohtaisia pelejä luotu varta vasten jonkin tietyn yrityksen tarkoituksiin. (Ruohomäki, 1995)

### **3 PELIEN KÄYTTÖ OPETUKSESSA**

Opetuksen ja koulutuksen päätavoitteena on kehittää asiantuntemusta (Klabbers, 2003).

Opetuksessa on monia eri tapoja käyttää pelejä. Monien eri pelien lisäksi on aivan yhtä paljon eri tapoja pelata pelejä. On paljon erilaisia opettajia ja ohjaajia, jotka käyttävät pelejä opetuksessa eri tavoin saavuttaakseen halutun oppimistuloksen. Tämä pelien hyödyntämisen moninaisuus voidaan nähdä sekä pelien käytön heikkoutena sekä vahvuutena. (Holmes & Gee, 2016) Tässä luvussa määritellään pelien erilaisia hyödyntämismahdollisuuksia opetukseen sekä käydään läpi peleihin perustuvan oppimisen opetusprosessi sekä siitä aiheutuvat hyödyt ja haitat vertaillen niitä eri oppimismenetelmiin.

#### **3.1 Pelillistäminen ja peleihin perustuva oppiminen**

Deterding, Dixon, Khaled ja Nacke määrittelevät pelillistämisen (eng. gamification) tilanteeksi, jossa ei-pelilliseen yhteyteen sisällytetään pelillisiä elementtejä. Tämä voidaan saavuttaa käyttämällä pelimalleja, pelien osatekijöitä tai pelien ominaispiirteitä ei-pelillisessä asiayhteydessä. (Deterding et al. 2011. 10) Pelillistämisen tarkoituksena on kohottaa osallistujien osallistumista sekä motivaatiota. Tavoitteena on innostaa osallistujia osallistumaan ja vuorovaikuttamaan muiden osallistujien kanssa toiminta- tai tavoitepainotteisessa ympäristössä. (Israel, 2017) Opetuksen pelillistämällä tarkoitetaan tapausta, jossa opetustilanteeseen sisällytetään pelielementtejä ja pelimekanismeja (Ahmed & Sutton, 2017).

Peleihin perustuvassa oppimisessa ja opetuksessa (eng. game-based learning and teaching) käytetään pelejä oppimistyökaluna. Tarkoituksena on käyttää pelejä saavuttaakseen haluttu oppimistulos. Opetettavan asian oppiminen ja sisäistäminen saavutetaan peliä pelaamalla. (Isaacs, 2015) Peleihin perustuva oppiminen on suunniteltu yhdistämään opiskeltava aihepiiri pelattavuuteen ja pelaajan mahdollisuuteen hyödyntää kyseessä olevaa asiasisältöä todellisuudessa (Ahmed & Sutton, 2017). Oppimiskokemuksena peleihin perustuva oppiminen on usein kokempohjaista tai tutkivaa. Näin ollen myös oppimishyödyn luotetaan tulevan pelaajalle ongelmalähtöisestä tai tutkivasta kokempohjaisesta opetuksesta. (de Freitas, 2006, 6) Peleihin perustuva opetus sisältää pelillisiä vuorovaikuksia, simulaatiostrategioita tai rakenteita tukeakseen pedagogisia päämääriä ja lopputuloksia (Phelps, 2017).

Peleihin perustuvan oppimisen ja opetuksen käytön suosio on kasvussa ja suosion kasvuun vaikuttaa monia tekijöitä. Freitas (2006) kertoo vallitsevien trendien vaikuttavan peleihin perustuvaan oppimiseen. Peliin laaja käyttö kotiloissa kasvattaa kiinnostusta käyttää pelejä opetus- ja koulutuskäytössä. Tämä on johtamassa lisääntyvään pelien käyttöön kouluissa ja yliopistoissa. Hyötypeliliike on trendi, joka lisää pelien käytön analysointia ja suunnittelua virallisia opiskelu- ja koulutustarkoituksia varten. Liike pyrkii saamaan pelisuunnittelijat ja kasvatustieteilijät yhteen saavuttaakseen parhaan hyödyn peleihin perustuvasta opetuksesta. Myös jo valmiita pelejä muokkaamalla opetustarkoituksiin on suuria mahdollisuuksia pelien avulla oppimiseen. (de Freitas, 2006. 6-7)

### 3.2 Peleihin perustuvan oppimisen kulku

Kapp (2017) sanoo peleihin perustuvan oppimisen toimivan parhaiten, kun se toteutetaan kolmiportaisena menetelmänä (Kuva 2). Ensimmäisessä vaiheessa pelaajille tulisi kertoa mihin heidän tulisi kiinnittää huomiota pelatessaan, millaisia lopputuloksia on odotettavissa ja millaisia tekniikoita pelaajien tulisi käyttää. Seuraavassa vaiheessa suoritetaan itse pelin pelaaminen. Viimeseksi peli ja tulokset käydään läpi peluuttajan ja pelaajien kanssa. Pelaajien tulee ymmärtää mitä he ovat oppineet ja saavuttaneet peliä pelaamalla. (Kapp, 2017)

Vaiheet eivät kulje täysin lineaarisesti vaiheesta seuraavaan, vaan ne toimivat parhaiten suoritettuina kokonaisuutena. Esimerkiksi tulosten ja pelin läpikäyntiä on mahdollista ja hyödyttävää suorittaa jo itse pelitapahtuman aikana. Aldrich (2004) jakaa pelin aloituksen vielä kahteen erilliseen vaiheeseen; taustan kertomiseen ja peliin perehdyttämiseen.



**Kuva 2** Oppimisen eteneminen vaiheittain. (Mukaiillen Aldrich 2004; Kapp 2017)

### 3.2.1 Tausta ja peliin perehdyttäminen

Ensin pelaajille eli opiskelijoille kerrotaan suoraviivaisesti pelin taustoista ja tarkoituksesta. Heille kerrotaan pelin tavoitteet, pelin kulku ajallisesti, sekä tarvittavaa taustatietoa. Tämän vaiheen voi suorittaa luokkahuoneessa ennen varsinaisen pelin alkua. Pelin taustan kertominen on tärkeää, sillä se herättää mielenkiinnon pelaajissa ja estää väärinymmärrykset ja sekaannukset pelin edetessä. (Aldrich, 2004)

Peliin perehdyttäminen tapahtuu tutustuttamalla oppilaat pelin toimintaympäristöön ja antamalla oppilaille selkeät ohjeet pelin kulusta ja kuinka peliä pelataan onnistuneesti. Tässä vaiheessa on mahdollista peluuttaa yksinkertaistettua versiota simulaatiopelistä. Yksinkertaistettuun versioon tutustuessa oppilaat oppivat tuntemaan simulaatiopelin mallin ja siinä yleisesti käytetyt menetelmät. Myös mahdolliset syy-seuraussuhteet eri pelivaiheiden välillä tulevat selväksi. (Aldrich, 2004)

Yksinkertaistettua peliä pelatessa peliä on syytä edetä hitaasti ja pienissä vaiheissa. Lisäksi pelin läpikäyntiä on tärkeää kommentoida ja pelin kulun on oltava selkeästi ohjeistettua. Näin oppilaiden on mahdollista ymmärtää miksi tietyt ratkaisut toimivat ja toiset eivät toimi. Lopulta pelaajien tulisi saada palautetta pelin kulusta ja tekemistään ratkaisuksista. Palaute voi tulla myös pelaajilta itseltään. Kun perehdytysvaihe suoritetaan huolellisesti, on oppilaiden helpompi siirtyä pelaamaan varsinaista peliä ilman tarkempaa ohjeistusta peluuttajalta pelin aikana, samalla välttämällä sekaannuksia ja väärinymmärryksiä, jolloin jatkossa aikaa ei kulu turhaan selittelyyn ja ohjeistukseen. (Aldrich, 2004)

### 3.2.2 Pelaaminen

Varsinaisessa pelaamisessa osallistujilla on mahdollisuus harjoittaa tietojaan ja taitojaan tekemällä erilaisia päätöksiä ja reagoimalla päätöksistä johtuviin seurauksiin. On suositeltavaa, että pelin ohjaaja pitää yllä yhteyden pelaajiin koko pelin ajan. Myös ohjeistusta on hyvä antaa pelin edetessä, millä varmistetaan osallistujien mielenkiinto ja positiivinen ilmapiiri. (Villegas, 1997 teoksessa Lainema, 2003. 82) Pelin kestosta riippuen, pelikierroksia on hyödyllistä pelata

useita. Useamman pelikierroksen peluuttaminen on hyödyllistä, jotta osallistujille tulee selkeäksi pelin avainkonseptit. (Sparling, 2002) Simulaatiopeleissä ei ole vain yhtä oikeaa ratkaisua tai tapaa tehdä asioita. Tästäkin syystä on useamman kierroksen peluuttaminen tarpeellista, jotta osallistujat voivat tehdä erilaisia päätöksiä ja näin ollen saavuttaa erilaisia tuloksia. Mikäli pelitapahtuma vain sallii, kannattaa peluuttaminen suorittaa ryhmissä. Ryhmässä osallistujien on mahdollista tarkkailla toisten ratkaisumalleja, kehittää ryhmätyöskentelytaitoja sekä lyhentää oppimiseen käytettävää aikaa. (Aldrich, 2004)

### 3.2.3 Tulosten läpikäynti

Viimeinen vaihe prosessissa on palautteen antaminen ja pelin tulosten läpikäyminen (Lainema, 2003. 82). Tulosten läpikäyntiä ja palautteen antamista pidetään prosessin tärkeimpänä yksittäisenä vaiheena. Se perustuu peliin osallistujien pelikokemuksen pohdintaan. (Carvalho Filho, Schaafsma & Tio, 2018.) Pelitapahtuman läpikäynti tapahtuu usein osallistujien välisenä ryhmäkeskusteluna. Kaikille osallistujille annetaan mahdollisuus esittää ja vertailla pelissä saavutettuja tuloksia muiden osallistujien kanssa. Pelin ohjaajan tulee rohkaista osallistujia esittämään saavutettuja tuloksia. Lisäksi ohjaajan tulee pyrkiä ohjaamaan keskustelua niin, että osallistujat hahmottaisivat pelin tulosten ja todellisuuden välisen yhteyden. Ryhmäkeskustelun laatu määrää pitkälti sitä, kuinka osallistujat jatkossa pystyvät hyödyntämään oppimiaan tietoja ja taitoja todellisuudessa. (Villegas, 1997 teoksessa Lainema 2003. 82)

Tulosten läpikäyntiä voidaan suorittaa eri tavoin. Suoritustapa riippuu pelistä ja se tulisi valita sen mukaan, mikä antaa osallistujille parhaan mahdollisen oppimiskokemuksen. Läpikäynti on mahdollista luokitella osiin sen toiminnallisuuden mukaan. Sawyer, Eppich, Brett-Fleegler, Grant ja Cheng (2016) luokittelevat läpikäynnin muun muassa sen ajoituksen, suorittajan sekä läpikäynnissä käytettyjen elementtien mukaan. Läpikäynnin voi ajoittaa joko pelitapahtuman aikana tapahtuvaksi tai sen jälkeen suoritettavaksi. Läpikäynti voidaan suorittaa joko yksin pelin ohjaajan ohjeistuksella tai osallistujien itsensä suorittamana. Osallistujien suorittamana läpikäynti tulee suorittaa pelin jälkeen. Läpikäynti on tällöin mahdollista suorittaa itsearviona henkilökohtaisesti, pienissä ryhmissä tai kaikkien osallistujien kesken yhteisesti. Mikäli tuloksia käydään läpi jo tapahtuman aikana, on se suoritettava ohjaajan ohjeistamana, jolloin ohjaajan on mahdollista keskeyttää peli vaiheissa, jolloin palautteenanto on tarpeellista. Jos

läpikäynti suoritetaan ohjaajan ohjeistuksella pelintapahtuman päätyttyä, on sen oltava keskustelevaa, jolloin myös osallistujat pääsevät jakamaan ajatuksiaan. (Sawyer et al. 2016)

Tehokas keino pelitapahtuman läpikäynnille on suorittaa se kolmivaiheisena. Kolmivaiheiseen läpikäyntimalliin kuuluu reaktio, analyysi ja yhteenveto. Ensimmäisessä vaiheessa selvitetään, miltä simulaatio tai pelitapahtuma osallistujista tuntui ja mitä mieltä he olivat pelaamisesta. Analyysivaiheessa käydään läpi, mitä itse pelin aikana tapahtui ja miksi osallistujat toimivat kuten toimivat. Viimeisessä vaiheessa, eli yhteenvedossa, kerätään kasaan edellisen vaiheen ydinkohdat ja kerätään kasaan opitut asiat. Mietitään myös, mitä olisi ollut mahdollista tehdä toisin, jotta oltaisi saavutettu parempia tuloksia. (Sawyer et al. 2016)

### **3.3 Pelien käytön hyödyt ja haasteet**

Pelien ja simulaatioiden käytössä opetuksessa on lukuisia hyötyjä. Simulaatiopelejä käyttämällä osallistujat saavat toimia riskittömässä ympäristössä. Riskitön ympäristö mahdollistaa teorioiden ja menetelmien kokeilemisen, joita ei todellisessa tilanteessa uskaltaisi tai viitsisi kokeilla, ilman pelkoa epäonnistumisesta johtuvista seuraamuksista. Osallistujat pääsevät näin oppimaan ja selviytymään epäonnistumiseen johtaneista päätöksistään. (Fripp, 1994) Lisäksi riskitön ympäristö antaa osallistujille mahdollisuuden oppia käsittelemään epäonnistumisesta johtuvia tuntemuksia (Shepherd, 2004).

Pelien antama välitön palaute pelaajalle tekee pelien käytöstä opetuksessa tehokkaamman ja tuloksellisemman kuin perinteisemmät opetusstrategiat (Ahmed & Sutton, 2017). Pelien käytön tehokkuutta tukee peleistä saavutettavat hyödyt opetuksessa. Klabbers (2003) esittää, että opetuksessa pelit auttavat ymmärtämään aihealueen sisältöjen, prosessien ja asiayhteyksien välisiä vuorovaikutuksia. Pääpaino on tällöin käsitteiden, yhteyksien ja tiedonjakamisen käsittelyssä (Klabbers, 2003). Lisäksi monet tutkimukset tukevat pelaamisen hyödyntävän taitojen ja tietotaidon kehitystä. Sen on todettu vaikuttavan positiivisesti muun muassa muistiin, kognitiivisiin toimintoihin sekä yhteistyötaitoihin. (Israel, 2017)

Peleihin perustuva oppiminen ja simulaatiopelien käyttö opetuksessa on kokemuseräistä oppimista (eng. experiential learning). Kokemuseräisen oppimisen merkityksellisyys on siinä,

että ohjeistetun oppimisen sijaan oppiminen tapahtuu suoraan saadusta kokemuksesta. Kokemusperäisen oppimisen teorian mukaan paras oppiminen saavutetaan nimenomaan kokemuksen kautta, jolloin toiminnan kautta nähdään valintojen ja toiminnan synnyttämät vaikutukset. (Lainema, 2003. 96)

Simulaatiopelit kuvastavat todellisuutta. Parhaimmillaan ne antavat osallistujille todellisuutta vastaavan kokemuksen. Simulaatiopelit reagoivat osallistujien päätöksiin ja toimintaan. Tällöin ne takaavat välittömän palautteen osallistujille heidän suorituksistaan. Simulaatioiden kuvastaessa todellisuutta, on koulutus tai opetustilanteesta helpompaa siirtyä toteuttamaan asioita todellisuudessa, kun perustietämys ja ilmiöiden väliset suhteet on ilmennetty jo simulaatiossa. (Cruickshank & Telfer, 2001)

Simulaatiopelit ovat osallistuttavia ja painottavat osallistuvaa opiskelua. Osallistujien on pakko tehdä päätöksiä ja selviytyä seurauksista. Näin ollen ne antavat osallistujille mahdollisuuden selviytyä ongelmista tai selvittää ongelmatilanteita itse, sen sijaan, että seuraisivat vain sivusta jonkun muun suorittaessa tilanteet. (Cruickshank & Telfer, 2001) Aktiivinen osallistuminen opetustapahtumaan tukee paremmin oppimista, kuin passiivinen osallistuminen (Gilgeous & D'Cruz, 1996). Aktiivinen osallistuminen myös kasvattaa motivaatiota ja kiinnostusta. Tutkimusten mukaan peleihin ja simulaatioihin perustuva oppiminen kasvattaa osallistujien kiinnostusta ja motivaatiota opiskeltavan ilmiön tai aiheihin parissa (Clark, Nelson, Sengupta & D'Angelo, 2009).

Yleisten hyötyjen lisäksi Fripp (1994) luettelee simulaatiopelejä opetuskäytössä pelanneilta osallistujilta saaduista kommenteista simulaatiopelien hyödyiksi:

1. Simulaatioiden ovat nautittavia ja informatiivisia.
2. Pelit kasaavat hyvin koko kurssin yhteen
3. Simulaatiot luovat hyvää ryhmäkeskustelua
4. Mahdollistaa aiemmin kartutetun tietojen ja taitojen hyödyntämisen.

Vaikka peleistä saa kiistattomasti paljon hyötyjä opetukseen, on niiden käytössä myös haittoja ja hankaluuksia. Simulaatiopelit vain simuloivat todellisuutta ja usein päätöksiä tehdään vain



yhden tai parin muuttujan mukaan. Funke (1998) kritisoikin simulaatiopelien käyttöä sillä, että ne ovat usein liian yksiulotteisia suhteessa todellisuuteen. Tällöin simulaatiopeleissä opittujen taitojen käyttö todellisuudessa voi olla haastavaa.

Vaikka simulaatiopelien hyödyt asenteisiin, tietotaitoihin sekä käyttäytymiseen on havaittu, Ruohomäen mukaan todellista näyttöä ja tutkimusta siitä, että simulaatiopeleissä opettujen taitojen soveltamista olisi hyödynnetty todellisessa työelämässä on hyvin vähän. Tämä voi osaltaan johtua siitä, että simulaatiopelien integrointi työpaikkakoulutukseen on ollut melko vähäistä tai ei ole aina ollut onnistunutta. Simulaatiopelien käytön vähäisyys yrityksissä johtuu todennäköisesti yritysten rajallisesta tietämyksestä simulaatiopelien hyödyistä sekä simulaatiopelien tehokkuuden arvioimisen hankaluudesta. (Ruohomäki, 1995)

Opetustilanteen mukaan voi simulaatiopelien käyttöön olla useita rajoitteita. Rajoittavia tekijöitä voi olla esimerkiksi rajallinen aika, resurssit tai osallistujamäärä. (Riis & Johansen & Mikkelsen, 1995) Simulaatiopelit ovat myös osallistuttavia ja vaativat toimiakseen osallistujilta läsnäolon. Niiden käyttö on siis aikaan ja paikkaan sidonnaisia. Eli vaikka simulaatiopeli opettaisi halutun asian, voi se ominaisuuksiltaan olla soveltumaton käytettäväksi.

## **4 PELIT TUOTANNONOHJAUKSESSA JA TOIMITUSKETJUISSA**

Tuotannonohjaus- ja toimitusketjupelit ovat simulaatiopeljä, joissa simuloidaan pelien avulla tuotannonohjausta tai toimitusketjuja sekä niissä tapahtuvia ilmiöitä. Tässä luvussa tarkastellaan tuotannonohjaukseen sekä toimitusketjujen hallintaan liittyviä ominaispiirteitä. Tarkastellaan, kuinka simulaatiopelien käyttö soveltuu nimenomaan tuotannonohjauksen ja toimitusketjujen opetukseen. Selvitetään, millaisia pelejä tuotannonohjaukseen ja toimitusketjuihin liittyen on olemassa. Lisäksi luokitellaan pelejä, niiden ominaisuuksien sekä toiminnallisuuden mukaan ja sijoitetaan käytetyt esimerkkipelit kuuluviksi eri luokitteluryhmiin.

### **4.1 Simulaatiopelit tuotannonohjauksen ja toimitusketjun hallinnan opetuksessa**

Toimitusketju kokonaisuudessaan voi sisältää useita yrityksiä ja toiminnallisuuksia, joiden kautta tavaravirrat kulkevat niiden alkuperäiseltä tavarantoimittajalta tai valmistajalta loppuasiakkaalle. Toimitusketjut voivat olla pitkiä ja monimutkaisia ja ne ovat aina tuotekohtaisia. (Waters, 2003, 7) Kuten toimitusketjut, on myös tuotannonohjaus monimutkaista ja monivaiheista. Spacey (2018) määrittelee tuotannonohjauksen tuotteita ja palveluita tuottavien prosessien ohjaamiseksi ja hallinnaksi. Daneshjo (2013) täsmentää, että tuotannonohjauksessa yhdistyy työvoima, raha, työkoneet, materiaalit, toimintatavat ja markkinat. Edellä mainittujen lisäksi tuotannonohjauksessa täytyy ottaa huomioon myös päätökset liittyen muun muassa tuotannon laatuun, määrään ja kustannuksiin. Tuotannonohjauksen päätavoitteena on tuottaa tuotteita ja palveluja oikea laatusena, oikea määräinenä ja oikeaan aikaan mahdollisimman pienillä kustannuksilla pyrkien samalla parantamaan tehokkuutta. (Daneshjo 2013) Tuotannonohjauksen ja toimitusketjujen hallinnan monimuotoisuudesta johtuen voidaan päätellä, että aiheiden opettaminen ja opiskelu voi olla haastavaa.

Suurin haaste tuotannonohjauksen ja toimitusketjun hallinnan opetuksessa syntyy siitä, miten pystytään parhaiten käsittelemään aiheiden luontaista monimutkaisuutta. (Sun, 1998) Toimitusketjun hallinnan kokonaisuutta voi olla vaikea opettaa ja käsittää luokkahuoneympäristössä luennolla, jossa vielä valtaosa opetuksesta nykyään tapahtuu.

Varsinkin nykypäivänä globalisoituneessa maailmassa toimitusketjun eri vaiheet voivat tapahtua täysin eri puolilla maapalloa. (Wood & Reiners, 2012) On siis tärkeää, että opiskelijat pystyvät ymmärtämään toimitusketjujen laajuuden ja monet toiminnalliset vaiheet. Niin akateemisessa maailmassa, kuin yritysmaailmassa on huomattu yhteinen tarve valmistella opiskelijat tosimaailman kokemuksia varten (Reiners & Wood, 2013).

Toimitusketjujen monimuotoisuutta ja kompleksisuutta on luentojen sijaan mahdollista opettaa käyttäen simulaatiopelejä tukena opetuksessa. Simulaatiopelien käyttö toimitusketjujen hallinnan opetuksessa antaa opiskelijalle mahdollisuuden ymmärtää konseptit ja oppimistavoitteet tehokkaasti. Näin toimiakseen täytyy ohjaajan pitää ensin huoli siitä, että opiskelija ymmärtää pelin säännöt ja kuinka peliä kuluu pelata. (Reiners & Wood, 2013) Yhtä lailla simulaatiopelien käyttö tuotannonohjauksen opetuksessa on tehokas tapa ymmärtää sen toiminnallisuuksia. Simulaatiopelit mahdollistavat oppilaille ympäristön, jossa he oppivat tekemällä. Tekemällä oppiminen tekee tuotannonohjauksen ja toimitusketjujen hallinnan opetuksesta kiinnostavaa ja mielenkiintoista. (Sun, 1998)

Simulaatiopelien käyttö ja soveltaminen tuotannonohjauksen ja toimitusketjujen hallinnan opetukseen on kasvanut muutaman viime vuosikymmenen aikana suuresti. Trendin seurauksena myös uusien simulaatiopelien lukumäärä on kasvanut selkeästi. (Riis et al. 1995) Pelien kasvavan lukumäärän takia niiden soveltaminen opetukseen voikin olla hankalaa. Onkin tärkeää luokitella pelejä esimerkiksi niiden ominaisuuksien sekä pelattavuuden mukaan, jolloin sopivan pelin valinta ja käyttöönotto helpottuu.

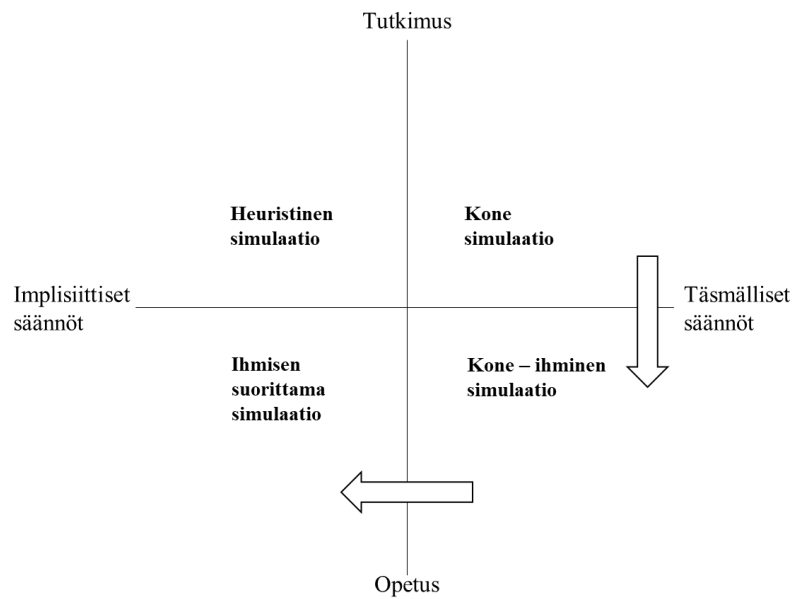
## **4.2 Simulaatiopelien luokittelu**

Simulaatiopelejä voidaan luokitella niiden ominaisuuksien ja pelattavuuden mukaan. Yleiset luokittelutyypit sopivat myös tuotannonohjaus ja toimitusketju simulaatiopelien luokitteluun. Oleellista on luokitella simulaatiopelit tavoitteellisten päämäärien mukaan. Inbar ja Stoll ovat luoneet viitekehyksen (Kuva 3) erityyppisten simulaatioiden luokittelua varten, joka jakaa ulottuvuudet simulaation suorittajan päämäärän (tutkimus – opetus) sekä sen mukaan, missä määrin simulaation asettamat säännöt ovat suorittajan tietoisuudessa (implisiittinen –

täsmällinen). Viitekehys jakautuu neljään osioon, jossa jokaisessa on omat ominaispiirteensä. (Inbar & Stoll 1972, teoksessa Lainema, 2003, 70)

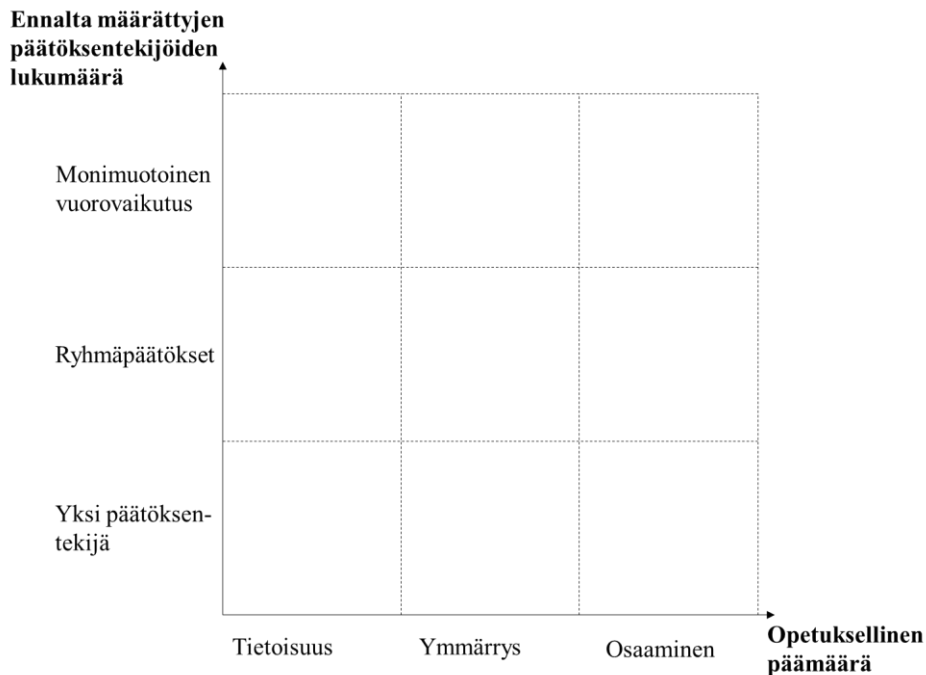
**Heuristiset-**, eli ongelmanratkaisumenetelmäsimulaatiot hyödyttävät vain simulaation suunnittelijaa ja simulaatiot voivat olla minkälaisia tahansa. **Koneelliset** simulaatiot eivät vaadi ollenkaan suorittajan osallistumista, vaan kone suorittaa simulaation itsenäisesti. **Ihmisen ja koneen** väliset simulaatiot sisältävät tietokoneen ja ihmisen välisen kanssakäymisen. Ihminen saa tietokoneelta tuloksia simulaatiosta, joiden perusteella ihminen tekee uusia päätöksiä, jotka vaikuttavat tietokoneen antamiin tuloksiin jatkossa. Tällaisia simulaatioita käytetään hyödyksi esimerkiksi yritysstrategiapeleissä. Pelkästään **ihmisen suorittamat** simulaatiot suoritetaan kahden tai useamman henkilön välisenä vuorovaikutuksena. (Inbar & Stoll 1972, teoksessa Lainema, 2003, 70-71)

Lainema lisää viitekehukseen myös oppimispotentiaalin kasvun eri ulottuvuuksien välillä (Kuva 3). Paras oppimishyöty on saavutettavissa ihmisen suorittaman simulaation kautta. Huomionarvoista ihmisen suorittamissa simulaatioissa on se, että kaikki simulaatiossa tehtävät päätökset ovat ihmisen tekemiä. (Lainema, 2003, 73) Työssä jatkossa käsiteltävät tuotannonohjaus- ja toimitusketjusimulaatiopelit sijoittuvat viitekehyksessä ihmisen suorittamiin sekä koneen ja ihmisen välisiin simulaatioihin.



**Kuva 3** Simulaation luokitteluviitekehys sekä oppimispotentiaalin kasvu ulottuvuuksien välillä. (Inbar & Stoll, 1972, teoksessa Lainema, 2003, 73)

Riis et al. ovat myös luoneet kaksi ulottuvuutta pelien kattavaa luokittelua varten. Ulottuvuudet ovat pelin opetuksellinen tavoite ja ennalta määrättyjen päätöksentekijöiden lukumäärä (Kuva 4). (Riis et al. 1995)



**Kuva 4** Pelien luokittelu kahden ulottuvuuden suhteen. (Riis et al. 1995)

Vaikka simulaatioiden ja pelien luokitteluun on tehty viitekehyksiä, voi pelien sijoittaminen tiettyyn lokeroon olla hankalaa. Varsinkin, kun ei ole olemassa mitään virallista yleisesti hyväksyttyä luokittelutapaa eri simulaatiopelien luokittelulle (Ruohomäki, 2002, 17). Simulaatiopelien kirjon ollessa hyvin laaja, täytyy luokitteluun ottaa viitekehyksien lisäksi mukaan simulaatiopelin toiminnallisuus ja ominaispiirteet. Riis et al. (1995) luokittelevat simulaatiopelejä muun muassa seuraavien ominaisuuksien mukaan:

1. Opetuksellinen tavoite
2. Päätöksentekijöiden lukumäärä
3. Aihealue
4. Yleinen vai yrityskohtainen
5. Päätöksentekijöiden lukumäärä
6. Vaatimukset ja pelin kesto
7. Tietokonepohjainen vai manuaalinen
8. Kohderyhmä
9. Kilpaileminen
10. Ajan eteneminen

Toimitusketju- ja tuotannonohjaussimulaatiopelien käytössä opetuksessa kaikilta simulaatiopeleiltä löytyy tietyt samat ominaisuudet. Kaikissa on tavoitteena opettaa, aihealue on jo määritelty (toimitusketju tai tuotannonohjaus) ja kohderyhmä on opiskelijat. Oleellisimpia muuttuvia ominaisuuksia eri simulaatiopelien välillä toimitusketjun hallinnan sekä tuotannonohjaamisen opetuksessa on; onko simulaatiopeli yleinen vai yrityskohtainen, päätöksentekijöiden lukumäärä, vaivannäkö ja pelin kesto, tietokoneistettu vai manuaalinen, kilpaileminen sekä ajan eteneminen. Näitä ominaisuuksia tarkastellaan tarkemmin.

#### 4.2.1 Yleinen vai yrityskohtainen

Useimmat opetuskäytössä olevat simulaatiopelit ovat yleisiä, mutta yhä useammin simulaatiopelejä tehdään räätälöidysti jonkin tietyn yrityksen tarpeisiin (Ruohomäki, 1995). Yrityskohtaiset simulaatiopelit on luotu kuvaamaan mahdollisimman tarkasti juuri yrityksen omaa toimialaa, eli ne on räätälöity tarkasti yrityksen tarpeisiin. Yleiset simulaatiopelit sen sijaan eivät ole riippuvaisia toimialasta, vaan mukailevat vain yleisiä yritysmaailman lainalaisuuksia ja ilmiöitä. Yleisten ja yrityskohtaisten simulaatiopelien väliin mahtuu sellaiset simulaatiopelit, joissa mallinnetaan jotakin tiettyä tuotetta tai tuoteryhmää, mutta joka ei yritä kopioida tarkasti sen toimialaa. (Biggs, 1990)

#### 4.2.2 Tietokonepohjainen vai manuaalinen

Varmasti selkein rajausta simulaatiopelien välillä on siinä, suoritetaanko simulaatio tietokoneavusteisesti vai manuaalisesti. Usein tietokoneistetut simulaatiopelit ovat yhden päätöksentekijän suorittamia simulaatioita. Sen sijaan manuaalisesti suoritettavat simulaatiopelit suosivat monivaiheisuutta ja useiden päätöksentekijöiden käytön mahdollisuutta. Manuaalisesti suoritettavien simulaatiopelien tarkoitus on usein kasvattaa osallistujien tietoisuutta ja ymmärrystä aihepiiriin. (Riis et al. 1995)

### 4.2.3 Päätöksentekijöiden lukumäärä

Monet simulaatiopelit toimivat yhden ainoan päätöksentekijän suorittamien päätösten perusteella. Toinen yleinen ryhmä simulaatiopeleissä käyttää ja simuloi ryhmässä suoritettavaa päätöksentekoa. Tämä mahdollistaa ryhmässä työskentelyn ja monimutkaisempienkin tehtävien suorittamisen. Usein tässä tapauksessa ryhmä on mahdollista jakaa vielä osaryhmiin, jotka käsittelevät ydinongelmaa pilkottuna pienempiin kokonaisuuksiin. Simulaatiopelit, joissa simuloidaan useampien toimintojen välistä vuorovaikutusta, vaatii osallistujien jakamista selkeisiin rooleihin. Näissä esimerkiksi koko tuotantoketjua mallintavissa simulaatiopeleissä eri rooleissa toimivien osallistujien päätökset ovat kytköksissä muissa rooleissa pelaavien osallistujien päätöksiin. (Riis et al. 1995)

### 4.2.4 Vaatimukset ja pelin kesto

Vaatimusten suhteen simulaatiopelien välillä voi olla todella suuria eroja. Vaatimukseen vaikuttaa muun muassa pelin rahallinen hinta, valmisteluun vaadittava aika, henkilöstön määrä sekä tarvittavan materiaalin määrä. Varsinkin simulaatiopeliin käytettävän rahan määrä voi vaihdella suuresti. On simulaatiopelejä, jotka eivät vaadi toteuttamiseen materiaaleja ollenkaan tai tarvittavat materiaalit ovat arkisia asioita kuten paperilappuja. Toisaalta on myös simulaatiopelejä, jotka vaativat erityisiä erikseen ostettavia ja usein kalliita materiaaleja. Mikäli peli on tietokoneistettu, voi pelilisenssi itsessään olla hyvin kallis. (Riis et al. 1995)

### 4.2.5 Kilpaileminen

Kilpaileminen voi tapahtua joko eri joukkueiden tai ryhmien välillä, jolloin ryhmien päätökset vaikuttavat toisten ryhmien menestymiseen simulaatiopelissä. Kilpailu voi tapahtua myös henkilökohtaisella tasolla, jolloin osallistujat kilpailevat vain itsensä kanssa yrittäen parantaa omaa tulostaan. Tällöin osallistujan päätökset eivät vaikuta muiden osallistujien pelin etenemiseen. (Riis et al. 1995) Biggs (1990) määrittää simulaatiopelin kilpailullisuuden nimenomaan sillä, vaikuttaako osallistujien päätökset muiden osallistujien pelin kulkuun ja tuloksiin.



#### 4.2.6 Ajan eteneminen

Simulaatiopeleissä aika voi kulkea joko reaaliajassa tai asteittain. Simulaatiopeleissä, joissa aika kulkee asteittain, siirrytään simulaatiopelin seuraavaan vaiheeseen pelin ohjaajan ilmoituksella, kun kaikki osallistujat ovat saaneet oman osuutensa suoritettua. Muissa peleissä aika liikkuu lineaarisesti, eikä etenemistä olla pilkottu useampiin vaiheisiin. (Riis et al. 1995) Vaikka aika kulkeekin reaaliaikaisesti, voi ajan kulku olla silti nopeutettua. Näin ollen reaaliaikaisesti eteneviä simulaatiopelejä on mahdollista luokitella vielä sen mukaan, kuinka pitkän ajanjakson tapahtumia ne simuloivat. Yksi pelikierros voi simulaatiopelistä riippuen kuvastaa esimerkiksi päivän, viikon tai jopa vuoden tapahtumajaksoa todellisuudessa. (Biggs, 1990)

### 4.3 Tuotannonohjaus- ja toimitusketjusimulaatiopelejä

Luokittelun perusteella on mahdollista valita oikean simulaatiopelin käyttö juuri itselle sopivaan käyttötarkoitukseen. Simulaatiopelejä on tuotannonohjaukseen ja toimitusketjuihin luotu useita ja vanhoista simulaatiopeleistä on kehitetty ja jalostettu uusia versioita sopivaksi tiettyyn käyttötarkoitukseen. Tuotannonohjaus- ja toimitusketjusimulaatiopelejä, joita on mahdollista käyttää luokkaopetuksessa, on niin ikään useita. Seuraavaksi esitellään niistä yleisimmät ja suosituimmat sekä tutustutaan niiden ominaisuuksiin luokitteluominaisuuksien mukaan.

#### 4.3.1 The Beer Distribution Game

Varmasti tunnetuin toimitusketjusimulaatiopelejä on MIT:ssä (Massachusetts Institute of Technology) 60-luvulla kehitetty ”The Beer Distribution Game”, jossa simuloidaan olutlavojen toimitusketjua valmistajalta asiakkaalle (Cestnik & Urbançîc, 2014). Simulaatiopelissä osallistujat pääsevät kokemaan yleisiä koordinoitongelmia toimitusketjussa, jossa tiedonjakaminen ja yhteistyö on olematonta. Simulaatiopelissä osallistujat jaetaan neljään eri rooliin; tehdas, jakelija, tukkukauppias sekä vähittäiskauppias. Kaikki lähtee liikkeelle asiakastilauksesta, johon jokainen rooli yrittää vastata, tietäen vain edellisen vaiheen antaman kysyntätiedon, pyrkien pitämään varastotasot ja -kulut hallinnassa. Tämän lisäksi tilausten ja

toimitusten tapahtuvat viiveellä siirtyessä toimitusketjussa portaasta toiseen. (Goodwin & Franklin, 1994)

E erityisen hyvin Beer Game simuloi toimitusketjuissa kysynnän ennustamisen hankaluutta ilman todellista kysyntätietoa ja tiedon jakamista. Usein pelituloksena saadaan aikaan piiskavaikutus (eng. Bullwhip-effect). Piiskavaikutuksessa pieni kysynnän muutos toimitusketjun alkupäässä saa aikaan tilausten, varastotäydennysten sekä varastotasojen nousun siirryttäessä portaasta toiseen toimitusketjussa kohti tuotantoa (Paik & Bagchi, 2007). Beer Game:a on mahdollista luokitella sen ominaisuuksien mukaan (Taulukko 1).

**Taulukko 1** The Beer Game ominaisuudet

Ominaisuudet	The Beer Game
Yleinen vs. yrityskohtainen	Yleinen
Päätöksentekijöiden lukumäärä	Monimuotoinen vuorovaikutus. Neljä päätöksentekijäroolia
Pelaajien lukumäärä	4-9hlö/ryhmä
Vaatimukset	Vähäiset
Pelin kesto	2-3h
Tietokonepohjainen vs. manuaalinen	Manuaalinen
Kilpaileminen	Ryhmien välinen kilpaileminen mahdollista
Ajan eteneminen	Etenee asteittain. Yksi kierros vastaa yhtä viikkoa

Vaikka Beer Game näennäisesti simuloi oluen toimitusketjua, voidaan tuotteiden ajatella olevan mitä tahansa tuotteita ja toimitusketjua kuvataan hyvin yleisesti. Näin ollen Beer Game on yrityskohtaisen sijaan yleinen simulaatiopeli. Beer Game:ssa on neljä eri pelattavaa roolia, joissa jokaisessa voi olla yksi tai kaksi osallistujaa. Eri roolit tekevät jokainen osaltaan simulaatiopeliin vaikuttavia päätöksiä, jotka vaikuttavat osaltaan lopputulokseen. Beer Game:ssa on siis monimuotoinen vuorovaikutus osallistujien välillä.

Yksinkertaisimmillaan Beer Game vaatii toteuttamiseen vain neljä osallistujaa, pieniä paperilappusia tai legopalikoita kuvaamaan kaljalavoja sekä kynää ja paperia tilausten,

toimitusten ja varastotasojen dokumentointia varten. Peli kestää pelattavien kierrosten mukaan 2-3 tuntia, johon kuuluu peliin perehdyttäminen, pelaaminen ja tulosten läpikäynti. Pelin toteutus toimii sujuvammin, mikäli jokaiseen rooliin asetetaan kaksi osallistujaa, ja tehtaan rooliin tarvittaessa jopa kolme osallistujaa. Tämän lisäksi samanaikaisesti simulaatiopeliä voi pelata useampi ryhmä. Simulaatiopeli suoritetaan perinteisesti manuaalisesti, mutta peliin perehdyttämiseen sekä tulosten läpikäyntiin on hyödyllistä käyttää apuvälineinä esimerkiksi tietokonetta tai mobiililaitteita. Lisäksi pelistä on olemassa johdannaisia, jotka ovat pelattavissa tietokoneella tai mobiililaitteilla.

Beer Game:ssa oleellisinta on oppia siinä esiintyviä toimitusketjuun liittyviä toiminnallisuuksia ja ominaisuuksia, joten kilpaileminen on toissijaista. Simulaatiopelin lopussa lasketaan aiheutuneet kustannukset, joita on syntynyt varastointikustannuksista sekä toimittamatta jääneiden tuotteiden aiheuttamista kustannuksista. Näin ollen kilpaileminen eri ryhmien välillä on kuitenkin mahdollista ja usein jopa hyödyllistä, sillä se saattaa motivoida osallistujia parempaan suoritukseen. Mikäli simulaatiopeliä pelataan useampi kerta, on myös itseään vastaan kilpaileminen mahdollista pyrkien parantamaan aikaisempaa tulosta.

Beer Game:ssa aika etenee asteittain, jossa yksi kierros vastaa yhtä viikkoa. Yksi kierros koostuu viidestä vaiheesta; toimitusten eteneminen, uusien toimitusten lähettäminen, kirjanpito, tilausten eteneminen sekä uusien tilausten tekeminen. Uudelle kierrokselle siirrytään aina, kun ryhmän jokainen rooli on saanut suoritettua kaikki kierroksen vaiheet. Kierroksia pelataan niin kauan, kunnes pelin peluuttaja kertoo pelin päättyneen.

#### 4.3.2 MRP- ja JIT -tuotantopeli

Sun (1998) loi simulaatiopelin, jotta saisi tehtyä tuotannonohjauksen opetuksesta ja oppimisesta mielekkäämpää. Sunin kehittämän pelin tarkoitus on havainnollistaa kahden erilaisen tuotannosuunnittelumenetelmän peruseriaatteita ja eroavaisuuksia. Lisäksi simulaatiopeli on suunniteltu niin, että sen toteuttamiseen ei tarvitse osallistujien lisäksi kuin paperia, kyniä, pelikortit sekä kellon ajanottoa varten. (Sun, 1998) Tuotantopeli on siis vaatimuksiltaan hyvin vähäinen, eikä sen suorittamiselle ole osallistujientlisäksi muita fyysisiä rajoitteita. Tuotantopelin ominaisuudet on esitetty taulukossa 2.

**Taulukko 2** Tuotantopelin ominaisuudet

Ominaisuudet	Tuotantopeli
Yleinen vs. yrityskohtainen	Yleinen
Päätöksentekijöiden lukumäärä	Ryhmäpäätökset
Pelaajien lukumäärä	10-15 hlö/ryhmä
Vaatimukset	Erittäin vähäiset
Pelin kesto	1,5-2 h
Tietokonepohjainen vs. manuaalinen	Manuaalinen
Kilpaileminen	Ryhmien välinen kilpaileminen mahdollista
Ajan eteneminen	Reaaliaikainen

Simulaatiopeli simuloi tehdasta, jossa tuotetaan neljää erilaista automallia. Pelikorteilla havainnollistetaan kysyntää ja kortin arvo sekä väri vastaa tiettyä automallia sekä tilauksen määrää. Simulaatiopelissä osallistujat saavat oman roolinsa tuotantoketjusta. Tuotantovaiheita on yhteensä viisi; raaka-aineiden esikäsittely, rungon valmistus, renkaiden kokoonpano, ovien kokoonpano sekä jakelu. Tämän lisäksi rooleja ovat tavarantoimittaja, tehtaanjohtaja, assistentti, tuotantoinsinööri, sekä asiakas. Tyhjä paperi kuvastaa raaka-ainetta ja tuotantovaiheita mallinnetaan piirtämällä paperille autoa tuotantovaiheiden mukaisesti. (Sun, 1998)

Simulaatiopeliä on tarkoitus pelata vähintään kaksi kierrosta. Ensimmäinen kierros pelataan MRP-ohjelmatyypin (Material Requirements Planning) mukaan. Tehtaanjohtaja ja assistentti tekevät MRP:n mukaisesti tuotantosuunnitelman ennen pelikierroksen aloittamista. Tuotantoa ajetaan koko kierroksen läpi tuotantosuunnitelman mukaisesti. Toinen kierros sen sijaan pelataan JIT-ohjelmatyypin (Just-In-Time) mukaan. Tällöin tuotantoa ajetaan pelkästään asiakastalusten mukaan ja tilausjärjestyksessä. Tarkoituksena on, että pelikierrosten jälkeen osallistujille tulisi selväksi MRP:n ja JIT:n toiminnallisuudet ja eroavaisuudet. Tuotantoinsinöörien tehtävänä on pitää kirjaa keskeneräisestä työstä sekä valmiiden tuotteiden varastotasoista. Asiakkaat pitävät kirjaa toimitusajoista. (Sun, 1998)

Tuotannon voidaan ajatella autojen sijaan olla mitä tahansa tuotteita, joten simulaatiopeli on yleinen, ja sopiikin erinomaisesti käytettäväksi opetus- ja koulutustilanteisiin. Tuotantopelissä on yhteensä 10 roolia, joissa voi olla roolista riippuen 1-2 pelaajaa. Useampi ryhmä voi pelata simulaatiopeliä samanaikaisesti. Tällöin on mahdollista, että ryhmien välille muodostuu kilpailua, vaikka pääpaino simulaatiopelissä onkin opetettavien asioiden oppiminen. Vaikka simulaatiopelissä on pelattavana monta roolia, varsinaisia päätöksiä on mahdollista tehdä vain liittyen tuotantosuunnitelmaan, jota jokainen rooli noudattaa. Näin ollen simulaatiopelissä hyödynnetään ryhmäpäätöksiä.

Tuotantopeli on melko nopeasti pelattava ja yksi pelikierros kestää noin 15 minuuttia. Kun pelataan vähintään kaksi kierrosta ja lasketaan mukaan perehdytys ja tulosten läpikäynti voidaan koko pelitilaisuus suorittaa alle kahdessa tunnissa. Vaikka asiakasroolissa oleva henkilö antaa uusia tilauksia tasaisin väliajoin, tuotanto ei pysähdy missään vaiheessa suorituksen aikana. Näin ollen voidaan ajatella ajan etenevän reaaliajassa, mutta nopeutetusti. Koska simulaatiopeli on jo suunnitteluvaiheessa toteutettu niin ettei se vaadi juurikaan materiaaleja toteuttamiseen, suoritetaan se täysin manuaalisesti. Toki perehdytyksessä ja tulosten läpikäynnissä olisi hyödyttävää käyttää apuna tietokonetta.

#### 4.3.3 LEGO kuorma-autopeli

LEGO kuorma-autopeli (eng. LEGO truck-game) on yleinen tuotannonohjaussimulaatiopeli, joka demonstroi materiaalien ja tuotannonohjauksen vuorovaikutussuhteita toimitus- ja tuotantoketjun eri vaiheissa. Simulaatiopeli havainnollistaa erilaisia tuotannonohjausmenetelmiä ja erityisesti tuotannon ja informaation läpimenoaikoja. Lisäksi simulaatiopeli on erinomainen työkalu havainnollistamaan tuotannon ja tuotannonohjauksen dynamiikkaa ja epävarmuutta. (Johansen & Mikkelsen, 1995) Simulaatiopelin ominaisuuksia on kuvattu taulukossa 3.

**Taulukko 3** LEGO kuorma-autopelin ominaisuuksia

Ominaisuudet	LEGO kuorma-autopeli
Yleinen vs. yrityskohtainen	Yleinen
Päätöksentekijöiden lukumäärä	Monimuotoinen vuorovaikutus
Pelaajien lukumäärä	4-6 hlö/ryhmä
Vaatimukset	Vähäiset
Pelin kesto	3-4 h
Tietokonepohjainen vs. manuaalinen	Manuaalinen
Kilpaileminen	Ryhmien välinen kilpaileminen mahdollista
Ajan eteneminen	Asteittainen

LEGO kuorma-autopeli koostuu kolmesta tuotantoketjun osastosta; hankinta, valmistus sekä kokoonpano ja toimitus. Tämän lisäksi simulaatiopeliin kuuluu asiakas, jonka tilauksiin simulaatiopelissä pyritään vastaamaan. Asiakas voi tilata kahta erilaista autoa muuttuvissa määrin. Autoja ja sen osia kuvataan legopalikoilla. Asiakkaana toimii pelin ohjaaja. Simulaatiopelissä aika kulkee asteittain, jossa yksi ajanjakso kuvastaa päivää tai viikkoa. Pelin kulku tapahtuu järjestyksessä:

1. Asiakas suorittaa tilauksen kokoonpano ja toimitus -osastolle kerran ajanjakson aikana.
2. Kokoonpano ja toimitus -osasto aloittaa kuorma-autojen kasaamisen perustuen sekä varastotasoihin että todelliseen ja ennustettuun kysyntään. Uudet tilaukset asetetaan valmistusosastolle.
3. Valmistusosastolla tehdään joka neljäs ajanjakso uusi tuotantosuunnitelma, jota noudatetaan neljän seuraavan ajanjakson ajan. Valmistuksessa edetään vaiheittain ajanjakso kerrallaan aina seuraavaan toimintaan. Tämä kuvastaa tuotannon läpimenoaikaa.
4. Hankintaosastolla tehdään uusi suunnitelma hankintaan myös neljän ajanjakson välein, mutta yhden ajanjakson viiveellä suhteessa valmistusosastoon. Kierroksen viive kuvastaa informaation läpimenoaikaa tuotantoketjussa.

Jokaisen ajanjakson jälkeen lasketaan jokaisen osaston varastotasot, kapasiteetin käyttöaste, tuotanto ja toimitukset sekä jälkitoimitukset. Peliä pelataan noin 25 ajanjakson ajan, jonka jälkeen ajanjaksojen tulokset lasketaan yhteen ja saadaan selville koko simulaatiopelin lopputulos. Mikäli useampi ryhmä pelaa samanaikaisesti, kilpailu on mahdollista ja matalimman tuloksen saava ryhmä voittaa. Yhdessä ryhmässä pelaajia voi olla 4-6 henkilön verran. (Johansen & Mikkelsen, 1995)

Simulaatiopelissä jokaisessa peliroolissa tehdään päätöksiä, jotka osaltaan vaikuttavat muiden tekemiin päätöksiin ja lopulta lopputulokseen. Näin ollen simulaatiopelissä on monimuotoinen vuorovaikutus. Itse peli kaikkine pelikierröksineen kestää noin tunnin, mutta tulee sen suorittamiseen varata aikaa vähintään kolme tuntia, jotta perehdytys ja tulosten läpikäynti saadaan järjestettyä huolellisesti. Peli suoritetaan manuaalisesti, mutta taas on hyödyllistä varsinkin tuloksia läpikäydessä käyttää apuvälineenä tietokonetta. Pelisuoritukseen tarvitaan osallistujien lisäksi vain kello ja legopalikoita, joten vaatimustensa puolesta peli on helposti järjestettävissä. (Johansen & Mikkelsen, 1995)

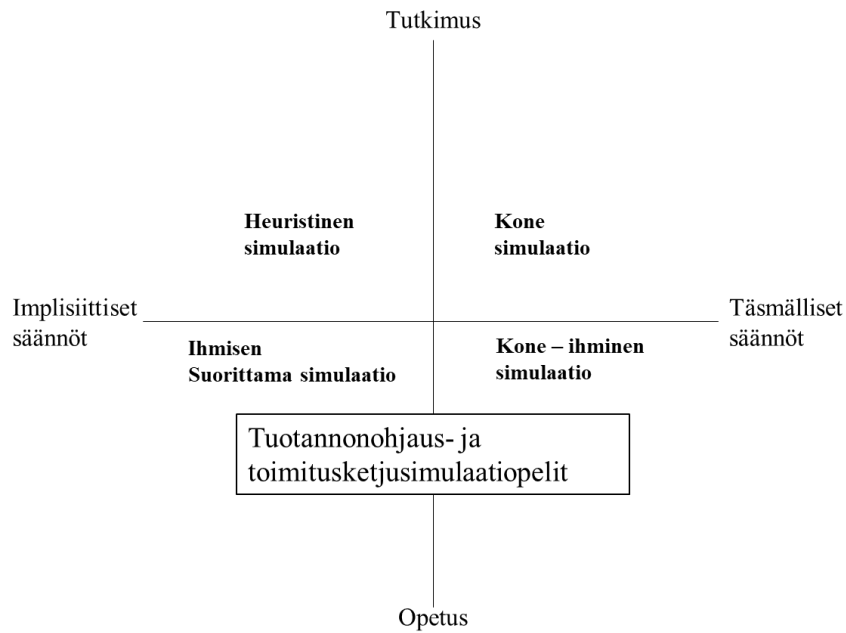
## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tavoitteena oli selvittää, millaisia hyötyjä simulaatiopelejä käyttämällä on mahdollista saavuttaa opetuksessa, varsinkin tuotannonjohtamisen ja toimitusketjun hallinnan opetuksessa. Yleisellä tasolla havaittiin, että simulaatiopelien käyttö opetusmenetelmänä tukee oppimista ja niiden käytöllä on tutkitusti positiivisia vaikutuksia osallistujien muistiin ja kognitiivisiin taitoihin. Varsinkin simulaatiopelit, joissa hyödynnetään ryhmäpäättöksiä tai joissa on monimuotoinen vuorovaikutus, harjoittavat osallistujien ryhmätyötaitoja. Simulaatiopelit ovat käytännönläheisiä ja ovat toimiva ratkaisu mallintamaan suuria ja monimutkaisia kokonaisuuksia, jollaisia toimitusketjujen hallinnassa ja tuotannonohjauksessa esiintyy. Simulaatiopelien käyttö opetuksessa on kokemusperäistä oppimista, jonka merkityksellisyys syntyy siitä, että oppiminen tapahtuu suoraan simulaatiopeleistä saadusta pelikokemuksesta. Simulaatiopelit auttavat osallistujia ymmärtämään toimitusketjun hallinnan ja tuotannonohjauksen toiminnallisuuksien välisiä vuorovaikutussuhteita.

Havaittiin, että toimitusketju- ja tuotannonohjaussimulaatiopelejä voidaan luokitella niiden opetuspäämäärän, päätöksentekijöiden lukumäärän, sääntöjen muunneltavuuden sekä simulaatiopelin toiminnallisten ominaisuuksien mukaan. Vaikka simulaatiopeleissä ominaisuudet voivat vaihdella esimerkiksi osallistujien lukumäärän, simulaatiopelin asettamien vaatimusten ja ajan etenemisen suhteen, on niillä kaikilla havaittavissa myös yhtäläisyyksiä, jotka toistuvat opetuskäyttöön soveltuvien toimitusketju- ja tuotannonohjaussimulaatiopelien välillä.

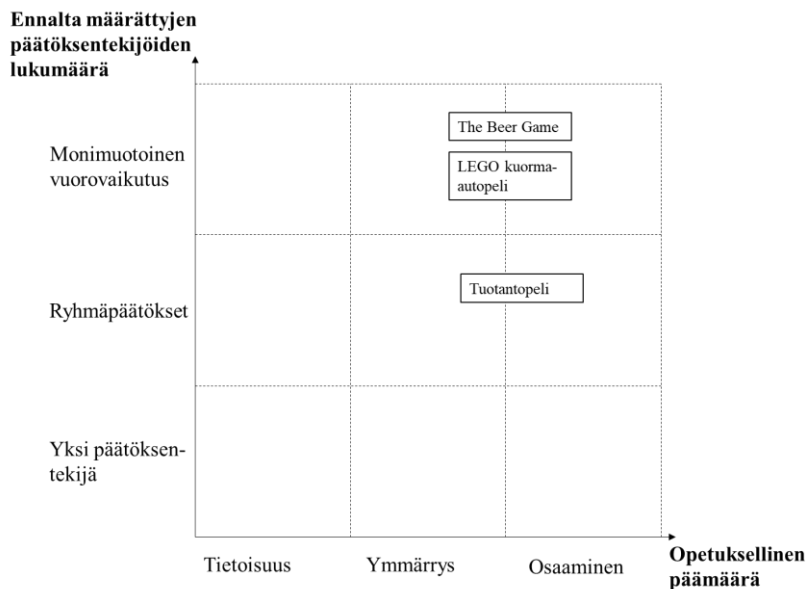
Tuotannonohjaus- ja toimitusketjusimulaatiopelit voidaan tutkitun kirjallisuuden perusteella kokonaisuutena sijoittaa kuuluvaksi ihmisen ja koneen välisiin ja kokonaan ihmisen suorittamiin simulaatioihin (Kuva 5).





**Kuva 5** Tuotannonohjaus- ja toimitusketjusimulaatiopelien sijoittuminen simulaatioiden eri ulottuvuuksiin. (Mukaiillen Inbar & Stoll, 1972, teoksessa Lainema, 2003. 73)

Työssä käsitellyt toimitusketju- ja tuotannonohjaussimulaatiopelit voidaan sijoittaa niiden luokitteluun tarkoitettussa viitekehyksessä omille paikoilleen (Kuva 6).



**Kuva 6** Yksittäisten simulaatiopelien sijoittuminen luokitteluviitekehykseen. (Mukaiillen Riis et al. 1995)

Näin myös mahdollisissa jatkotutkimuksissa, tutustuessa uusiin peleihin, voidaan ne yhtä lailla sijoittaa viitekehukseen ominaisuuksiensa mukaan. Simulaatiopelien luokittelu ja sijoittaminen viitekehyksiin helpottaa niiden käyttöönottoa, sillä se mahdollistaa tarkemmin sopivan simulaatiopelin valitsemisen haluttuun tilaisuuteen. Tutkimukseen pohjautuen on hyvin todennäköistä, että simulaatiopelien käyttö tuotannonohjauksen ja toimitusketjun hallinnan opetuksessa tulee tulevaisuudessa lisääntymään. Simulaatiopelien käytöstä saatavat hyödyt kannustavat niiden käyttöön sekä opetus, että koulutustilanteissa.

## 6 LÄHTEET

Ahmed, A. & Sutton M.J.D. 2017 Gamification, serious games, simulations, and immersive learning environments in knowledge management initiatives. *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development*, Vol. 14, nro. 2, s.78-83,

Aldrich, Clark. 2004. The four slates of educational experiences, *On the horizon*, Vol. 12, nro. 1, s.14-17

Biggs. W.D. 1990. Introduction to computerized business management simulations. Teoksessa Gentry *Guide to Business Gaming and Experiential Learning*. Nicholas Pub Co. Lontoo. s.23-35.

Carvalho Filho, M.A. & Schaafsma, Eahmen.S. & Tio, R.A. 2018. Debriefing as an opportunity to develop emotional competence in health profession students: Faculty, be prepared! *Scientia Medica*. [WWW-dokumentti] [Viitattu: 8.3.2019] Saatavissa: <http://doi.org/10.15448/1980-6108.2018.1.28805>

Cestnik, Bojan & Urbančić, Tanja. 2014. Teaching supply chain management with the beer distribution game on mobile devices. *International Conference on e-Learning'14*. s.111-117

Clark, D.B. & Nelson, B.C. & Sengupta, P. & D'Angelo, C.M. 2009. Rethinking science learning through digital games and simulations: Genres, examples, and evidence. *Vanderbilt University & Arizona State University*. 71s.

Cruickshank, D.R. & Telrer, R. 2001. Classroom games and simulations. *theory Into Practise*, Vol. 19, nro. 1, s. 75-80

Daneshjo, Naqib. 2013. Production management systems. *Transfer inovácií*. Vol. 28 (2013), s. 36-38

Deterding, S. & Dixon, D. & Khaled, R. & Nacke, L. 2011. From game design elements to gamefulness: Defining “gamification”. *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, MindTrek 2011.

Farber, Matthew. 2015 Gamify your classroom – a field guide to game-based learning. New York, Peter Lang Publishing, Inc. 263 s.

de Freitas, Sara. 2006. Learning in immersive worlds: a review of game-based learning. Bristol, Joint Information Systems Committee. [PDF-dokumentti] [viitattu:4.3.2019] Saatavissa: [http://researchrepository.murdoch.edu.au/id/eprint/35774/1/gamingreport\\_v3.pdf](http://researchrepository.murdoch.edu.au/id/eprint/35774/1/gamingreport_v3.pdf)

Fripp, John. 1994. Why use business simulations? *Executive Development*, Vol. 7, nro. 1, s.29-32

Funke, Joachim. 1998. Computer-based testing and training with scenarios from complex problemsolving research: Advantages and disadvantages. *International Journal of Selection and Assesment*. Vol.6, nro.2, s.90-96

Gilgeous, V. & D’Cruz, M. 1996. A study of business and management games. *Management Development Review*, Vol. 9, nro. 1, s. 32-39.

Goodwin, J.S. & Franklin, S.G. 1994. The beer distribution game: Using simulation to teach systems thinking. *Journal of Management Development*. Vol. 13, nro. 8, s.7-15.

Holmes, J. B. & Gee, E. R. 2016. A Framework for understanding game-based teaching and learning. *On the Horizon*, Vol. 24, nro. 1, s. 1-16.

Isaacs, Steven. 2015. The difference between Gamification and Game-Based Learning. [WWW-dokumentti]. [viitattu 1.3.2019] Saatavissa: <http://inservice.ascd.org/the-difference-between-gamification-and-game-based-learning/>

Israel, Michele. 2017. Game-based learning and gamification – Guidance from the experts. InSync Training. [PDF-dokumentti] [viitattu 1.3.2019] Saatavissa: <http://micheleisrael.com/wp-content/uploads/2017/11/Game-Based-Learning-Gamification.pdf>

Johansen, J. & Mikkelsen, H. The lego truck game – A game of production control. Teoksessa: Riis, J.O. 1995. *Simulation Games and Learning in Production Management*. Lontoo, Chapman & Hall s. 127-133

Kapp, Karl. 2017. Teoksessa: Israel, Michele. 2017. Game-based learning and gamification – Guidance from the experts. InSync Training. [PDF-dokumentti] [viitattu 1.3.2019] Saatavissa: <http://micheleisrael.com/wp-content/uploads/2017/11/Game-Based-Learning-Gamification.pdf>

Klabbers, Jan. 1999. Three easy pieces: A taxonomy of gaming. Teoksessa: Saunders, D. & Severn, J. *Simulation and Gaming yearbook Vol 7, Simulations and Games for Strategy and Policy Planning*. Lontoo, Kogan Page. s. 16-33

Klabbers, Jan. 2003. The Gaming landscape: A taxonomy for classifying games and simulations. *Digital Games Research Conference 2003*. s. 54-68

Lainema, Timo. 2003. Enhancing organizational business process perception – Experiences from constructing and applying a dynamic business simulation game. *Turun Kauppakorkeakoulun Julkaisuja, A-5:2003*. Turku. 274 s.

Paik, S-K. & Bagchi P.K. 2007. Understanding the causes of the bullwhip effect in a supply chain. *International Journal of Retail & Distribution Management*. Vol. 35, nro. 4, s. 308-324

Phelps, Andy. 2017. Teoksessa: Israel, Michele. 2017. Game-based learning and gamification – Guidance from the experts. InSync Training. [PDF-dokumentti] [viitattu 1.3.2019] Saatavissa: <http://micheleisrael.com/wp-content/uploads/2017/11/Game-Based-Learning-Gamification.pdf>

Reiners, T. & Wood, L.C. 2013. Immersive virtual environments to facilitate authentic education in logistics and supply chain management. *Learning Management Systems and Instructional Design: Best Practices in Online Education*, IGI Global s. 323-343

Riis, J. O. & Johansen, J. & Mikkelsen, H. 1995. Simulation games in production management – An introduction. Teoksessa: Riis, J.O. 1995. *Simulation games and learning in production management*. Lontoo, Chapman & Hall. s.3-12

Ruohomäki, Virpi. 1995. Viewpoints on learning and education with simulation games. Teoksessa: Riis, J.O. 1995. *Simulation games and learning in production management*. Lontoo, Chapman & Hall. s. 13-25

Ruohomäki, Virpi. 2002. Simulation game for organisation development – Development, use and an evaluation of the work flow game. Helsinki University of Technology. Vantaa. Tummuvuoren Kirjapaino Oy. 174 s.

Sawyer, T. & Eppich, W. & Brett-Fleegler, M. & Grant, V. & Cheng, A. 2016. More than one way to debrief – A critical review of healthcare simulation debriefing methods. *Simulation in Healthcare: Journal of the Society for Simulation in Healthcare*. Vol. 11, nro. 3, s. 209-217

Shepherd, D. A. 2004. Educating entrepreneurship students about emotion and learning from failure. *Academy on Management Learning and Education*, Vol. 3, nro. 3, s. 274-287

Spacey, John. 2018. What is production management? [WWW-dokumentti]. [viitattu 18.3.2019]. Saatavissa: <https://simplicable.com/new/production-management-definition>

Sparling, David. 2002. Simulations and supply chains: Strategies for teaching supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 7, nro. 5, s. 334-342

Sun, Hongyi. 1998. A game for the education and training of production/ operations management. *Education + Training*, Vol. 40, nro. 9, s. 411-416

Waters, Donald. 2003. *Logistics: An introduction to supply chain management*. New York, Palgrave Macmillan. 354 s.

Wood, L. & Reiners, T. 2012. Gamification in logistics and supply chain education: Extending active learning. *IADIS Internet Technologies and Society*. Perth (Australia), Marraskuu 28-30, s. 101-108