

**Santeri Sormunen**

# **Peliteoria osana videopelien suunnitteluprosessia**

Tietotekniikan kandidaatintutkielma

6. toukokuuta 2023

Jyväskylän yliopisto

Informaatioteknologian tiedekunta

**Tekijä:** Santeri Sormunen

**Yhteystiedot:** santeri.a.m.sormunen@student.jyu.fi

**Ohjaaja:** Tuomo Rossi

**Työn nimi:** Peliteoria osana videopelien suunnitteluprosessia

**Title in English:** Game Theory as Part of the Video Game Design Process

**Työ:** Kandidaatintutkielma

**Opintosuunta:** Tietotekniikka

**Sivumäärä:** 21+0

**Tiivistelmä:** Tässä tutkielmassa tutkitaan peliteorian hyödyntämismahdollisuuksia videopelien suunnittelussa. Tutkielman lopputulokset ovat lupaavat, mutta aihe vaatii vielä lisää tutkimusta yleistääkseen peliteorian hyödyt.

**Avainsanat:** peliteoria, videopelit, tietokonepelit, pelisuunnittelu, vangin dilemma, venäläinen ruletti, pelattavuus, oppimiskäyrä, peliyhteisöt

**Abstract:** This dissertation examines the possibilities of utilizing game theory in the design process of video games. The final results are promising, but the topic still requires more research to generalize the benefits of game theory.

**Keywords:** game theory, video games, computer games, game design, prisoner's dilemma, russian roulette, gameplay, learning curve, game community

## **Kuviot**

Kuvio 1. Venäläinen ruletin esitetty ekstensiivisellä esitystavalla .....	7
---	---

## **Taulukot**

Taulukko 1. Vangin dilemma esitetty normaalimuodon esitystavalla .....	5
--	---

# Sisällys

1	JOHDANTO .....	1
2	PELITEORIA .....	3
2.1	Pelien esitystavat .....	3
2.2	Nashin tasapaino .....	4
2.3	Esimerkkipelejä .....	5
2.3.1	Vangin dilemma.....	5
2.3.2	Venäläinen ruletti .....	6
3	VIDEOPELIEN SUUNNITTELUPROSESSI .....	8
4	PELITEORIA PELISUUNNITTELUN NÄKÖKULMASTA.....	10
4.1	Peliteorian soveltuvuus videopeleihin .....	10
4.2	Pelattavuuden analysointi ja rakentaminen .....	11
4.3	Oppimiskäyrän hallitseminen.....	12
4.4	Peliyhteisön hallitseminen .....	13
5	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	15
	LÄHTEET .....	16

# 1 Johdanto

Peliteoria on matematiikan osa-alue, joka alkoi muotoutumaan nykyaikaiseen muotoonsa, kun John von Neumann ja Oskar Morgenstern julkaisivat teoksen nimeltään *Pelien ja taloudellisen käyttäytymisen teoria* (Kyppö 2018). Tällä teorialla on monia yhtymäkohtia erilaisiin tieteenaloihin, kuten yhteiskunta- ja käyttäytymistieteisiin. Sitten peliteorialla on ollut niin paljon vaikutusta tiedemaailmaan, ettei edes tietojenkäsittelytiede ole voinut siltä mitenkään välttyä (Shoham 2008). Tietojenkäsittelytieteissä peliteoria on ujuttautunut olennaiseksi osaksi tekoälyteoriaa, verkkokauppoja sekä tietokoneverkkoja.

Videopelit ovat korvaamaton osa nykyaikaista yhteiskuntaamme monella tapaa. Ne ovat eräs nykyaikaisen viihteen monista muodoista, jonka näkyvyys ja arvostus on kasvanut ruimasti viime vuosikymmeninä. Videopelien pitkään jatkuneen suosion nousun ja varsinkin koronajan eristäytymisen vaikutuksesta videopelien ala on ohittanut elokuva- ja urheilualojen yhteenlasketut vuosittaiset tulot (Witkowski 2021). Tästä syystä erilaisten suunnittelutyökalujen ja -tapojen kehittäminen videopeleille on tärkeää, kun kilpailu markkinoilla on kovaa ja kyseessä on isot rahavirrat. Kovasta kilpailusta johtuen menestyksekkäiden videopelien kehittäminen on edellytys monenkin peliyrityksen tulevaisuudelle. Tämä korostuu erityisesti pienien indie-peliyrityksien kohdalla, sillä näillä yrityksillä ei yleensä ole varaa epäonnistuneiden videopelien tuottamiseen.

Tämän kandidaatintutkielman tarkoituksena on selvittää peliteorian hyödyntämismahdollisuuksia videopelien suunnittelussa. Pyrkimys olisi myös löytää ne tilanteet ja pelisuunnitteluprosessin vaiheet, joissa peliteoriaa voidaan hyödyntää nopeuttaamaan pelinkehitystä ja parantamaan lopullista peliä. Tutkielma toteutetaan pienimuotoisena kirjallisuuskartoituksena. Tutkielma sopii kirjallisuuskartoituksena tehtäväksi, koska peliteoriasta ja videopelien kehityksestä on saatavilla aikakausjulkaisuja, kirjoja sekä tutkimuksia.

Tutkielman ensimmäisessä pääluvussa (toisessa luvussa) syvennytään peliteoriaan; määritellään mikä se on, esitellään tärkeimmät käsitteet ja esitystavat sekä annetaan muutama yksinkertainen esimerkkipeli, jossa peliteoriaa voidaan käyttää niiden esittämiseen. Tutkielmassa ei syvennytä peliteoriaan yleistasoja syvemälle, sillä se ole tarpeen tutkielman etenemisen

eikä lukijan kannalta.

Tämän jälkeen, tutkielman kolmannessa luvussa esitellään yleismallin pelisuunnitteluprosessi hyvinkin pääpiirteittäin. Toiseksi viimeisessä luvussa esitellään mitä tutkimukset ja tieteelliset artikkelit sanovat peliteorian hyödyntämisestä pelisuunnittelussa ja mitä hyötyä niistä on konkreettisesti. Tutkielman viimeisessä luvussa tehdään tutkielmasta nousevista havainnoista johtopäätökset ja pohditaan tieteellisten lähteiden paikkansapitävyyttä.

## 2 Peliteoria

Peliteoria on sovelletun matematiikan osa-alue, jossa analysoidaan pelin osapuolien (joita kutsutaan usein myös agenteiksi) välistä vuorovaikutusta, kun kaikkien osapuolien päämääränä on päihittää vastakkaiset osapuolet (Huang 2010). Lähtökohta peliteoriassa on, että kaikissa peleissä ja tilanteissa on olemassa voittostrategia, jolla pelaajan on mahdollista päihittää vastustajansa. Peliteoria on verrattain vanha konsepti, sillä sen kehittivät *John von Neumann* ja *Oskar Morgenstern* liki 80 vuotta sitten, vuonna 1944.

Peliteoriassa analysoidut vuorovaikutukset kuvataan matemaattisina objekteina ja pelaajia mallinnetaan matemaattisin kaavioin, joten videopelit sopivat peliteorian tarkastelun kohteeksi. Peliteoriassa tarkkailun kohteena olevat osapuolet eivät välttämättä ole henkilöitä tai pelaajia, vaan ne voivat olla yrityksiä, toimijoita tai vaikkapa kotitalouksia, eikä tarkasteltavat pelit ole välttämättä arkikielessä puhuttavat ”pelit”. Esimerkiksi peliteorian näkökulmasta jokaisen yrityksen voidaan ajatella pelaavan ”peliä” muita yrityksiä vastaan, jopa omia asiakkaitaan vastaan. Tällaista ”peliä” kutsutaan arkikielessä yritysten väliseksi kilpailuksi.

### 2.1 Pelien esitystavat

Peliteoriassa tarkasteltavat pelit voidaan esittää monin erilaisin tavoin. Pelille sopiva esitystapa riippuu tarkkailun kohteena olevan pelin dynaamisuudesta ja monimutkaisuudesta. Peliteorian kaksi tärkeintä esitystapaa ovat normaalimuodon ja ekstensiivinen esitystapa. Vaikka kumpikin näistä esitystavoista on tarkoitettu tietyn tyyppisille peleille, niitä voidaan käyttää ristiin (Gibbons ja Gibbons 1992).

Normaalimuodon esitystapa (engl. *normal-form*) on staattisen pelin esitystapa, jossa pelaajat tekevät strategisia valintoja samanaikaisesti taikka tietämättä toistensa tekemistä valinnoista. Normaalimuodon esitystapa määrittelee (1) pelin pelaajat, (2) mahdolliset strategiat jokaiselle pelaajalle ja (3) kunkin pelaajan saama lopputulos (engl. *payoff*) jokaisesta strategiakombinaatiosta. Tämän esitystavan yhteydessä on yleistä puhua  $n$ -pelaajan peleistä ja ne kuvataan tavallisesti matriiseina, joiden alkioihin merkataan pelin mahdolliset lopputulokset. Myöhemmin esimerkkipeleissä esiteltävä vangin dilemma esitetään normaalimuodossa.

Ekstensiivinen esitystapa (engl. *extensive-form*) on dynaamisen pelin esitystapa, jossa pelaajat tekevät strategisia valintoja järjestyksessä. Tässä esitystavassa pelit kuvataan puugraafeina ja siinä määritellään (1) pelin pelaajat, (2a) milloin jokaisella pelaajalla on vuoro, (2b) mitä jokainen pelaaja voi tehdä omalla vuorollaan ja (3) kaikki mahdolliset lopputulokset jokaiselle strategiakombinaatiolle.

Ekstensiiviseen esitystapaan liittyy vahvasti käsitteet täydellisen ja epätäydellisen informaation pelistä (Barron 2013). Jos peli on täydellisen informaation peli, pelaajat ovat tietoisia aiemmista strategisista valinnoista sekä vielä tekemättömien valintojen lopputuloksista. Toisaalta, jos peli on epätäydellisen informaation peli, yksi tai useampi pelaaja joutuu tekemään valintoja tietämättä muiden pelaajien aiemmista valinnoista tai jonkin satunnaisen tapahtuman lopputulosta (esim. kolikonheitto). Myöhemmin esimerkkipeleissä esiteltävä venäläinen ruletti esitetään ekstensiivisesti.

## 2.2 Nashin tasapaino

Nashin tasapaino (engl. *Nash equilibrium*) on peliteorian yksi keskeisimmistä konsepteista. Nashin tasapainoksi kutsutaan pelin optimaalista lopputulosta, kun pelaajilla ei ole yksipuolista kannustinta poiketa alkuperäisestä strategiastaan (Chen 2022). Vaikka pelaajat tietäisivät vastustajiensa strategiat, konseptin mukaan pelaajat eivät silti poikkea alkuperäisistä valitsemistaan strategioista, sillä kyseinen strategia pysyy optimaalisena jokaiselle pelaajalle. Nashin tasapainosta poikkeaminen antaa vastustajille mahdollisuuden saavuttaa parempi lopputulos jollakin muulla strategialla kuin Nashin tasapainolla (Barron 2013). Nashin tasapainoa kutsutaan myös strategiseksi tasapainoksi (Huang 2010).

Nashin tasapainon käsitettä pidetään tärkeänä peliteorian konseptina, sillä sen avulla voidaan määrittellä pelin paras lopputulos, kun kaikki osapuolet otetaan huomioon (Chen 2022). Nashin tasapainoa pidetään tärkeänä myös johtuen sen soveltuvuudesta. Sitä hyödynnetäänkin monissa tieteenaloissa, kuten talous- ja yhteiskuntatieteissä.

Nashin tasapainon määrittämiseksi ei ole olemassa yhtä tiettyä kaavaa. Kuitenkin se voidaan määrittellä mallintamalla pelin eri skenaarioita, määrittämällä kunkin strategian lopputuloksen ja analysoimalla mikä olisi optimaalisin strategia molempien pelaajien suhteen. Nashin



Vanki A / B	Tunnustaa	Vaikenee
Tunnustaa	(-5, -5)	(0, -20)
Vaikenee	(-20, 0)	(-1, -1)

Taulukko 1. Vangin dilemma esitetty normaalimuodon esitystavalla

tasapainon löytämiseksi on olemassa myös nopeampikin keino: Paljastetaan kunkin pelaajan strategia muille pelaajille. Jos kukaan pelaajista ei muuta strategiaansa, on Nashin tasapaino löydetty.

## 2.3 Esimerkkipelejä

### 2.3.1 Vangin dilemma

Vangin dilemma on peliteorian ehkä kaikkein klassisin esimerkki (Barron 2013). Vangin dilemman kuvaamassa tilanteessa kaksi henkilöä on vangittu epäiltynä rikoksesta. Kuulustelijoiden tehtävä on saada toinen tai molemmat vangeista tunnustamaan syyntakeisuutensa. Vangit ovat sijoitettu eri huoneisiin niin, etteivät he voi kommunikoida keskenään.

Vankien voidaan kuvitella olevan pelissä, jossa heillä on kaksi puhdasta strategiaa (engl. *pure strategy*): tunnustaminen tai vaikeneminen. Jos molemmat vangit vaikenevat, heille molemmille lankeaa vuoden vankeustuomio. Jos toinen vangeista tunnustaa tekonsa, selviää tämä rangaistuksetta, mutta vaikeneva saa kaksikymmentä vuotta vankeustuomiota. Viimeiseksi, jos molemmat vangit tunnustavat, lankeaa heille molemmille viiden vuoden vankeustuomio. On syytä huomauttaa, että tässä esimerkissä esitetyt vankeustuomioiden pituudet vaihtelevat lähteittäin, eikä niiden pituuksilla ole niinkään merkitystä.

Koska vangit eivät tiedä toistensa tekemistä strategisista päätöksistä mitään, kyseisen pelin esitystavaksi sopii normaalimuodon esitystapa. Yllä mainituista mahdollisista strategisista päätöksistä voidaan muodostaa kaksiulotteinen matriisi, joka esittää pelin mahdolliset lopputulokset (ks. taulukko 1).

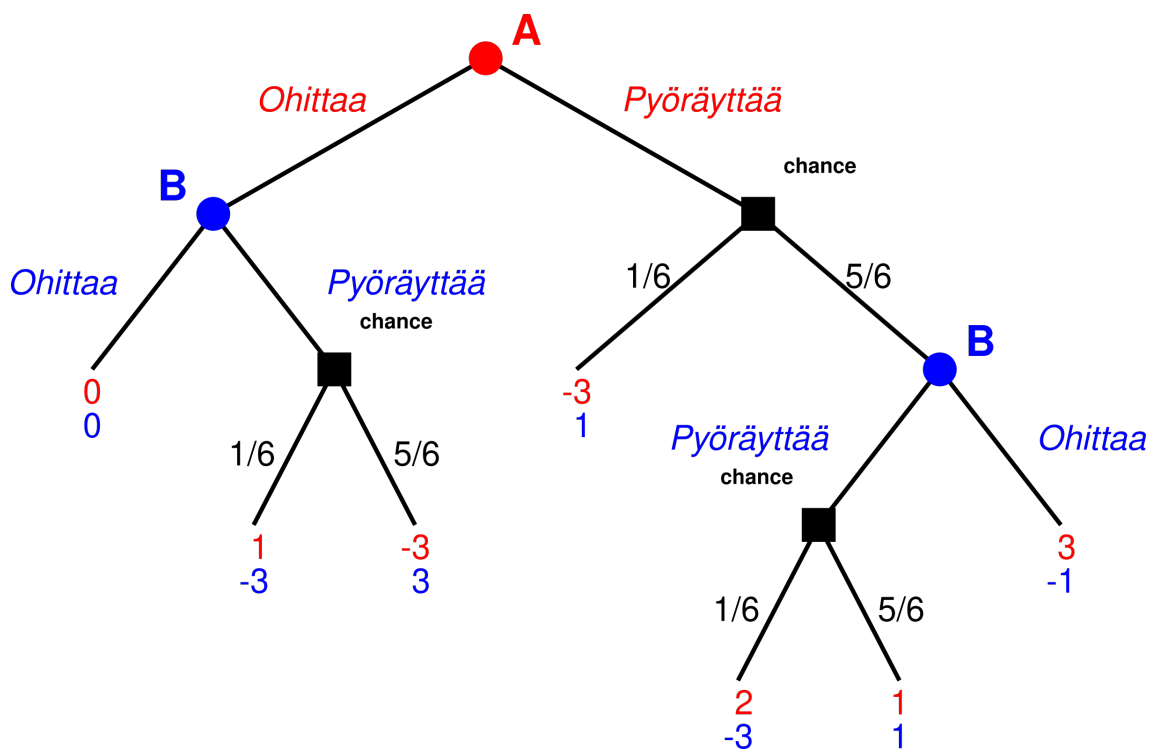
### 2.3.2 Venäläinen ruletti

Eräässä Barronin (2013) esittämässä esimerkkipelissä kaksi pelaajaa ovat vastakkain kuusi-sylinterisen aseensa kanssa, joka on ladattu yhdellä luodilla. Molemmat pelaajat antavat alkupanokseksi tuhat dollaria voittopottiin. Pelaaja A aloittaa pelin.

Pelaajat valitsevat vuorollaan kahdesta strategisesta vaihtoehdosta, jotka ovat vuoron ohittaminen tai sylinterin pyöräyttäminen. Jos pelaaja A päättää ohittaa vuoronsa, on hänen nostettava pottia tuhannella dollarilla lisää. Jos pelaaja A päättääkin pyöräyttää aseensa sylinteriä, joutuu hän painamaan aseensa liipaisinta osoittaessaan aseella omaa päätään. Aseella on  $\frac{1}{6}$  (eli n. 16,7 %) mahdollisuus laukaista luoti sylinteristä. Jos pelaaja A päättää pyöräyttää ja siitä selviää, luovuttaa hän aseensa pelaajalle B, jolla on kaksi samaa vaihtoehtoa valittavana. Pelaaja B tekee päätöksensä, toimii sen mukaisesti ja peli päättyy. Pelin lopputulos määrää potin kohtalon.

Jos pelaaja A ei selviydy ensimmäisestä vuorostaan, peli päättyy ja pelaaja B saa potin. Jos pelaaja A on päättänyt pyöräyttämään ja selviää siitä hengissä, hän luovuttaa aseensa pelaajalle B. Jos pelaaja B päätyy myös pyöräyttämään ja selviää hengissä, peli päättyy voittopotin jakamiseen. Peli päättyy myös voittopotin jakamiseen, kun pelaaja A pyöräyttää selvitteä siitä hengissä ja pelaaja B päättää ohittaa. Tällöin lopputuloksen vaikutus on se, että pelaaja B joutuu maksamaan A:lle viisisataa dollaria. Toisaalta, jos A päättää ohittaa ensimmäisellä kierroksella ja B päättää pyöräyttää siitä selvitteä, pelaaja B saa potin.

On syytä muistaa, että kun pelaaja ohittaa vuoronsa, joutuu hän pistämään pottiin tuhat dollaria. Kyseinen versio venäläisestä ruletista on esimerkki täydellisen informattion pelistä, jossa sattumalla on vaikutusta pelin kulkuun. Kun pelin mahdollisista strategiakombinaatioista muodostetaan puu, jossa jokainen haara on joko strateginen valinta tai sattuman määräämä lopputulema ja puun lehtiin merkataan lopputulokset, saadaan eksistenssiivisen esitystavan esitys venäläisestä ruletista (ks. kuvio 1).



Kuvio 1. Venäläinen ruletti esitetty ekstensiivisellä esitystavalla

### 3 Videopelien suunnitteluprosessi

Videopelien suunnitteluprosesseja on erilaisia riippuen pelin koosta ja tyypistä, mutta yleisesti ottaen suunnitteluprosessi voidaan jakaa karkeasti kolmeen eri vaiheeseen (Adams 2014):

1. Konseptointivaihe
2. Yksityiskohtien tarkennusvaihe
3. Hienosäätövaihe

Videopelien suunnitteluprosessi lähtee käyntiin aina peli-ideasta (Freyermuth 2015), toisin sanoen konseptoinnista. Ideoita voi syntyä “tyhjältä” äkillisinä inspiraatioina taikka niitä voidaan yrittää keksiä tarkoituksellisesti erilaisin menetelmin. Tarkoituksellista tapaa luoda ideoita kutsutaan aivoriiheksi (engl. *brainstorming*). Konseptointivaiheessa päätetään pelin kaikkein keskeisimmät aspektit, kuten ydinmekaniikat, genre, kohdeyleisö, pelaajan rooli sekä säännöt. On syytä huomata, että konseptointivaiheessa päätettyjen aspektien muuttaminen missään myöhemmässä pelinkehityksen vaiheessa aiheuttaa pelinkehityksessä sekasortoa, sillä iso osa jo implementoidusta työstä menee hyvin herkästi hukkaan.

Aivoriihi on tehokas taito osata, eikä se kehity harjoittelematta monien muiden taitojen tavoin (Fullerton 2018). Kokeneet aivoriihen harjoittajat osaavat luoda toimivia ideoita ja ratkaisuja muiden tiimiläisten panostuksen pohjalta. Aivoriiheä voi harjoittaa yksin, mutta koska pelinkehitys on käytännössä aina tiimityöskentelyä, olisi hyvä osata harjoittaa aivoriiheä tiimissäkin.

Suunnitteluprosessin toisessa vaiheessa, eli yksityiskohtien tarkennusvaiheessa (engl. *the elaboration stage*), suunnittelutyö siirtyy yleisestä tasosta yksityiskohtaisemmaksi ja samalla teoreettisesta konkreettisemmaksi. Tässä pelisuunnittelun vaiheessa on yleistä pelin ensimmäisten prototyyppien kehityksen aloittaminen. On hyvin tavallista, että konseptointivaiheen jälkeen halutaan hypätä suoraan kirjoittamaan pelidokumentteja, vaikkei pelikonseptia olisi vielä testattu. Kuitenkin vasta prototyyppien tuottamisen jälkeen pelikonseptin toimivuudesta on tarpeeksi varmuutta, jotta voidaan alkaa edes harkitsemaan pelidokumenttien kirjoittamista. Prototyyppien tuottamisella pyritään testaamaan syntyneitä pelikonsepteja, ja sitä kautta havaitsemaan niissä toimivat ja toimimattomat aspektit.

Pelisuunnittelun viimeisen vaiheen, ns. hienosäätövaiheen, alkamiskohtaa on usein vaikeaa määritellä, sillä se on jokseenkin häilyvä. Peliprojektien aikataulu sanelee pitkälti sen, missä vaiheessa pelinkehitystä ei voida enää lisätä toiminnallisuuksia, vaan on keskityttävä sen hetkisen pelin debuggaamiseen ja hiomiseen käsillä olevan pelisuunnitelman saralla, jottei lopullinen tuote myöhästy tavoiteajastaan. Pelisuunnitelma tulisi lukita sellaisessa tilanteessa, jossa se tuntuu ehyeltä ja harmoniselta, vaikka lisätoiminnallisuuksille näyttäisikin olevan vielä aikaa.

## 4 Peliteoria pelisuunnittelun näkökulmasta

Pelien suunnittelu ja kehittäminen voi olla monimutkainen prosessi, jossa saatetaan tarvita asiantuntijoita monilta eri toimialalta (Taylor ym. 2019). Lukuisat ideoijat ovat yrittäneet käyttää peliteoriaa eräänä pelisuunnittelun työkaluna ja niiden tutkimiseen (Guardiola ja Natkin 2005). Näiden ideoijien luomat konseptit muistuttavat lähinnä Neuman Nogensternin pelianalyysin peruskonsepteja ja näyttävät miten suunnitella ja tulkita videopelin yksinkertaisia osia pelattavuuden (engl. *gameplay*) näkökulmasta.

### 4.1 Peliteorian soveltuvuus videopeleihin

Ennen kuin tarkastellaan peliteoriaa tarkemmin videopelien näkökulmasta, on syytä ottaa huomioon peliteorian käsitteiden soveltuvuus videopeleihin (Smith 2006). Ensinnäkin, peliteorian käsite strategisista valinnoista vaikuttaa hyvin selkeältä yksinkertaisista peleistä puhuttaessa, mutta videopelien näkökulmasta ei ole täysin selvää, mihin analysointitasoon strategisilla valinnoilla viitataan. Aikaisemmin esitellyssä vangin dilemmassa kaikki mahdolliset valinnat ovat selkeät; molemmat pelaajat voivat valita toisen kahdesta mahdollisesta strategiasta.

Kun taas tarkastellaan esimerkiksi *Counter-Strike* (2000) -nimistä online-videopeliä, huomataankin, että pelaajalla voi olla usealla tasolla toimivia strategioita. Pelaaja voi pelata yhteistyöhaluisesti varmistaen, että hänen strategiansa on sopusoinnussa joukkueensa yhteisen edun kanssa. Pelaaja voi myös valita toimivansa erittäin aggressiivisesti (vastakohta puolustamiselle), valita hyökkäävänsä aina käyttäen tiettyä väistöliikeyhdistelmää ja/tai kiivaita laukaussarjoja. Kaikista näistä edellä mainituista tasoista puhutaan usein “strategioina”, jotka toimivat pelaajien valintojen vähimmäisyksiköillä. Tämä konsepti vastaa suoraan peliteorian konseptia strategisista valinnoista. Kuitenkaan ei ole aina selvää, mikä tällainen vähimmäisyksikkö valinnoille olisi. Onneksi voidaan todeta, että alempien tasojen valintayhdistelmät muodostavat korkeamman tason strategian.

Toinen aspekti videopeleihin liittyen, joka tulisi ottaa huomioon peliteoriaa soveltaessa, on ero yksinpelien ja moninpelien välillä. Peliteoreettisesta näkökulmasta yksinpelit jaetaan

kahteen eri ryhmään: pelaajan toimintaan mukautumattomiin ja mukautuviin videopelisiin. Pelaajan toimintaan mukautumattomat videopelit ovat täysin verrattavissa peliteorian käsitteeseen “peleihin luontoa vastaan”, jolla tarkoitetaan yhden pelaajan pelejä ilman vastustajia (Davis ja Brams 1999).

Esimerkiksi eräässä varhaisajan arcade-pelissä nimeltään *Moon Patrol* (1982) muukalaisviholliset seuraavat ennaltaan ohjelmoituja liikeratoja ja tulitusmalleja. Peliympäristö on sopeutumaton, eikä pelaajan tarvitse ottaa huomioon omaa toimintaansa yrittäessään päätellä muukalaisvihollisten liikeratoja. *Pac-Man*issa (1980) tilanne on aivan toinen, sillä vihollishaamujen liikeradat reagoivat pelaajan liikkeeseen aloittamalla pelaajan jahtaamisen, jos pelaaja liikkuu liian lähellä niitä. Tällaisessa tilanteessa, jossa peliympäristö mukautuu pelaajan toimintaan, menestyvän pelaajan on toimittava oman käsityksensä mukaisesti siitä, kuinka vihollishaamut reagoivat pelaajan liikkeeseen.

Pelaajan näkökulmasta omaan toimintaan mukautuvat videopelit ovat selkeästi strategisia, mutta erilaisia kuin ihmispelaajaa vastaan pelattavat videopelit, sillä pelaaja voi päätellä mm. *Pac-Man*issa olevien vihollishaamujen hallitsevien algoritmien periaatteet. Nykyaikaisemmissa yksinpeleissä on tietenkin aikaisempaa monimutkaisempaa tekoälyä. Vaikka vihollisten käyttäytyminen on säännönmukaista, voi se myös olla heuristista. Analyttiset päätökset siitä, jaetaanko tällaiset pelit yksinpeleihin vai moninpeleihin (strategioista puhuttaessa) riippuu analyysin tarkoituksesta. On selvää, että edistynyttä tekoälyä vastaan pelaaminen ja toista ihmistä vastaan pelaaminen eroavat toisistaan, mutta pelaajien strategiset päätökset ovat suurelta osin vertailukelpoisia.

## **4.2 Pelattavuuden analysointi ja rakentaminen**

Guardiolan ja Natkinin (2005) mukaan peliteoriaa voidaan hyödyntää videopelien pelattavuuden analysoinnissa ja niiden rakentamiseen, kun tarkastellaan rajattua osaa pelistä. Artikkelissaan Guardiolan ja Natkin kirjoittavat, että pelimatriisien tekeminen on hyödyllinen keino formalisoida pelattavuutta sekä löytämään pelattavuuteen liittyviä piilovaikutuksia. Pelin tietyn osan pelattavuutta havainnollistavien matriisien avulla voidaan havaita peleistä mm. ylivoimaisia strategioita.

Näitä ns. *mikrotason pelimatriiseja* analysoidessa täytyy kuitenkin ottaa huomioon pelattavuuteen vaikuttavat mekaaniset säännöt, kuten rajoitukset (esim. ammustarvikkeiden maksimumäärä) ja satunnaisuus (esim. ammustarvikkeiden esiintyvyys pelikentällä), sillä niillä on vaikutusta pelaajan päätöksentekoon kyseisessä pelitilanteessa. Mikrotason pelimatriiseissa ylivoimaisilta vaikuttavat strategiat eivät välttämättä olekaan niin ylivoimaisia, kun pelin mekaaniset ominaisuudet otetaan huomioon.

Taylor ym. (2019) tukevat Guardiolan ja Natkinin ajatusta artikkelissaan siitä, että peliteoriaa voidaan käyttää hyödyksi pelattavuuden suunnittelussa. Heidän mukaansa peliteorian eksistenssiivistä pelin esitystapaa hyödyntäen voidaan suunnitella videopelejä, jotka tarjoavat pelaajalla sekä sopivasti haastetta että monipuolisia pelattavuus- ja reittivaihtoehtoja. Peliteorian eksistenssiivistä esitystapaa voidaan soveltaa hahmottelemaan pelin pääreitit, pelin kulun kannalta tärkeimmät päätöksentekokohtat ja sitä, kuinka pelaajan päätökset ovat yhteydessä jonkin tietyn pelin osan onnistumisen todennäköisyyteen. Kun onnistumisen todennäköisyys sisällytetään peliä havainnollistaviin puugraafeihin, on mahdollista hahmotella eritasoisia pelattavuuden vaikeusasteita sekä taitotasoja (tai onnistumisen todennäköisyyksiä) eri pelireiteille.

Taylor ym. kirjoittavat artikkelissaan peliteoriassa käytettävien lopputulosmatriisien mahdollisesta hyödystä videopelien suunnittelussa, kun halutaan mallintaa taito- tai vaikeustasoja erilaisissa pelin osioissa. Taylor ym. mainitsevat artikkelissaan, että pelaajan toimintaa tallentamalla ja analysoimalla olisi mahdollista kehittää pelaajan taitotasoon mukautuvaa pelattavuutta (engl. *adaptive gameplay*). Pelin vaikeustaso mukautuisi pelaajalle sopivaksi ja kenties mieluisammaksi perustuen pelaajan onnistumiseen aikaisemmissa osioissa peliä, mikä saattaisi parantaa pelikokemuksen tasoa varsinkin videopelejä vähemmän pelaaville henkilöille.

### **4.3 Oppimiskäyrän hallitseminen**

Tarinapohjaisille yksinpeleille on tyypillistä pakottaa pelaaja hyödyntämään aiemmin pelissä opittuja taitoja sekä tietoa myöhemmässä vaiheessa peliä. Tällaiset taidot ja tiedot ovat yleensä tarinan kannalta tärkeitä. Siksi niiden oppimatta jättäminen voi heikentää peliko-



kemusta ja pahimmassa tapauksessa pelin läpäiseminen voi olla mahdotonta. Tyypillisesti mitä pidemmälle videopeleissä edetään, sitä useammin pelaajaa haastetaan löytämään uusia lähestymistapoja pulmien ratkomiseksi.

Oppimiskäyrää eli tahtia, jolla videopeli tuo haasteita pelaajan eteen, on pitkään pidetty keskeisenä tekijänä sekä pelaajan kokeman nautinnon ja vaikeuden kannalta että kykyyn oppia pelin aikana (Linehan ym. 2014). Guardiolan ja Natkinin (2005) mukaan peliteoria on höydyllinen työkalu myös videopelien oppimiskäyrien hallitsemiseen. Oppimiskäyrä on videopelien yksi fundamentaalisista konsepteista, jonka avulla videopelit pysyvät mielenkiintoisina pelaajalle. Käytännössä oppimiskäyrä näkyy vaikeustason asteittaisena nousemisena sekä pelaajan altistamisena aiemmasta poikkeaviin tilanteisiin, joiden tarkoituksena on usein opettaa pelaajalle jokin pelin tärkeistä mekaanikoista.

Artikkelissaan Guardiola ja Natkin kirjoittavat, että oppimiskäyrää voidaan hallita makrotason pelimatriisien kombinaatioiden kautta. He antavat esimerkin pelitilanteesta, jossa pelaaja on oppinut hallitsemaan tietyn pelin tilanteen ja tavan kyseisen tilanteen ylipääsemiseksi. Sitä seuraavan tilanteen matriisikombinaatio muuttuu sitten uudelleenlaiseksi riippuen mm. vihollisista, pelaajan lähtötilanteesta ja vallitsevista säännöistä tai rajoitteista. Käymällä läpi kaikki pelin makrotason pelimatriisit voidaan tarkastella voittostrategioiden kehitystä sekä nähdä mitä pelaaja tulee oppimaan pelin aikana.

#### **4.4 Peliyhteisön hallitseminen**

Smithin (2006) mukaan peliteoriaa voidaan käyttää hyväksi pelaajien käyttäytymisen hallinnassa. Hänen mukaansa monissa peleissä on tilanteita, joissa rauhaan tai ainakin rakentavaan käyttäytymiseen pyrkiminen on toivottavaa. Rakentavalla käyttäytymisellä tarkoitetaan pelitasapainoa, jossa on kyse reilusta ja jalosta kilpailusta, eikä niinkään rauhan takaamisesta.

Massiivisten monen pelaajan verkkoroolipelien eli MMORPG (engl. *massively multiplayer online role-playing game*) -pelaajat ja -kehittäjät ovat joutuneet kamppailemaan alkuajoista asti pelaajien käyttäytymiseen liittyvien lieveilmiöiden kanssa. Tällaisiin lieveilmiöihin sisältyy mm. huijaaminen, muiden pelaajien tappaminen, tappojen varastaminen (engl. *kill-stealing*) sekä pelin sisäisten tilojen ja liiketoiminnan monopolisoiminen. Pelikehittäjät ovat

joutuneet ottamaan nämä ongelmat vakasti, sillä ne heikentävät pelaajien pelikokemusta.

Smithin mielestä näyttää selvältä, että virtuaalimaailmoissa tapahtuvat rikokset, huijaukset ja häirinnät voidaan yleisesti ajatella olevan yhteiskuntajärjestyksen ongelmia. Sosiaalisten jännitteiden hallinnan näkökulmasta MMORPG:n kaltaiset videopeleissä eivät eroa suuresti sosiaalisista virtuaalimaailmoista, vaikka mielipiteet hyväksyttävästä käyttäytymisestä voivat olla häilyviä rikollisuuteen ja väkivaltaan keskittyvissä videopeleissä.

Smith mainitseekin artikkelissaan, että tästä syystä teokset konfliktien hallinnasta ja sosiaalisista ongelmista soveltuvat lähes suoraan videopelien sosiaalisten aspektien suunnitteluun sekä niiden tutkimiseen. Suuri osa näistä teoksista puolestaan perustuvat analyyseihin, jotka voidaan hyvin ajatella perustuvat peliteoriaan. Smithin mielestä höllentämällä tarkan matemaattisen mallintamisen tarvetta, peliteoria ja siihen liittyvät tieteenalat voivat antaa tehokkaita ja käyttökelpoisia näkemyksiä virtuaalimaailmojen suunnitteluun ja tutkimiseen.

## 5 Johtopäätökset

Tässä tutkielmassa syvennyttiin peliteoriaa ja tutkittiin sen käyttökelpoisuutta videopelien suunnittelussa. Tutkielmassa esiteltiin myös pelisuunnitteluprosessi lyhyesti, mutta ytimekkäästi. Tutkielma toteutettiin kirjallisuuskatsauksena ammentamalla julkisesti ja Jyväskylän yliopiston kirjastosta saatavilla olevia tutkimuksia ja tieteellisiä tekstejä.

Tutkielmassa käytetyistä tieteellisistä teksteistä huomattiin, että peliteorian käyttökelpoisuutta videopelien suunnittelussa on tutkittu yllättävän vähän, sillä käyttökelpoisia tutkimuksia on vain kourallinen määrä. On mahdollista, että aihetta on tutkittu enemmänkin peliyritysten toimesta, mutta nämä dokumentit ovat peliyritysten sisäisiä salaisia dokumentteja. Kuitenkin julkisesti saatavilla olevista tieteellisistä teksteistä peliteorialle nousi seuraavat käyttötarkoitukset videopelien suhteen: (1) pelattavuuden analysointi ja rakentaminen pelimatriisien ja puugraafien avulla, (2) oppimiskäyrän hallitseminen pelimatriisien kombinaatioiden kautta sekä (3) peliyhteisön hallitseminen peliteoreettisten analyysien avulla.

Tutkimukset ja tieteelliset tekstit peliteorian ja videopelien välisestä yhteydestä näyttävät kaikki lupaavilta, mutta usean tutkimuksen kohdalla korostettiin lisätutkimusten tarvetta. Tästä syystä on vielä vaikea sanoa aivan varmasti, onko peliteoriasta suurta hyötyä videopelien suunnittelussa. Kuitenkin voidaan todeta, että peliteorian mahdollisista käyttötarkoituksista videopelien suhteen kaikkein tärkein liittyy pelattavuuteen. Peliteoriaa voidaan käyttää niin konseptointivaiheessa pelimekaniikkoja suunnitellessa, että hienosäätövaiheessa sen hetkisen pelin analysoinnissa.

## Lähteet

Adams, kirjoittaja, Ernest. 2014. *Fundamentals of game design*. 3rd ed. Berkeley, CA: New Riders.

Barron, Emmanuel N. 2013. *Game Theory: An Introduction, 2nd Edition*. Toimittanut E.N Barron. John Wiley & Sons, Incorporated. [https://sfx.finna.fi/nelli09?url\\_ver=Z39.88-2004&ctx\\_ver=Z39.88-2004&ctx\\_enc=info:ofi/enc:UTF-8&rfr\\_id=info:sid/sfxit.com:opac\\_856&url\\_ctx\\_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:ctx&sfx.ignore\\_date\\_threshold=1&rft.object\\_id=2550000001017878&svc\\_val\\_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:sch\\_svc&](https://sfx.finna.fi/nelli09?url_ver=Z39.88-2004&ctx_ver=Z39.88-2004&ctx_enc=info:ofi/enc:UTF-8&rfr_id=info:sid/sfxit.com:opac_856&url_ctx_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:ctx&sfx.ignore_date_threshold=1&rft.object_id=2550000001017878&svc_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:sch_svc&).

Chen, James. 2022. “Nash Equilibrium: How It Works in Game Theory, Examples, Plus Prisoner’s Dilemma”. Viitattu 16. huhtikuuta 2023. <https://web.archive.org/web/20230411040159/https://www.investopedia.com/terms/n/nash-equilibrium.asp>.

Davis, Morton D., ja Steven J. Brams. 1999. “Game Theory | Definition, Facts & Examples”. Viitattu 29. huhtikuuta 2023. <https://www.britannica.com/science/game-theory#ref22613>.

Freyermuth, Gundolf S. 2015. *Games | Game Design | Game Studies*. Bielefeld: transcript Verlag. [https://sfx.finna.fi/nelli09?url\\_ver=Z39.88-2004&ctx\\_ver=Z39.88-2004&ctx\\_enc=info:ofi/enc:UTF-8&rfr\\_id=info:sid/sfxit.com:opac\\_856&url\\_ctx\\_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:ctx&sfx.ignore\\_date\\_threshold=1&rft.object\\_id=3710000000520061&svc\\_val\\_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:sch\\_svc&](https://sfx.finna.fi/nelli09?url_ver=Z39.88-2004&ctx_ver=Z39.88-2004&ctx_enc=info:ofi/enc:UTF-8&rfr_id=info:sid/sfxit.com:opac_856&url_ctx_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:ctx&sfx.ignore_date_threshold=1&rft.object_id=3710000000520061&svc_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:sch_svc&).

Fullerton, kirjoittaja, Tracy. 2018. *Game design workshop : playcentric approach to creating innovative games*. Toimittanut esipuheen kirjoittaja Zimmerman Eric. New York: A. K. Peters/CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b22309>.

Gibbons, Robert, ja Robert Gibbons. 1992. “A primer in game theory”.

Guardiola, Emmanuel, ja Stéphane Natkin. 2005. “Game Theory and video game, a new approach of game theory to analyze and conceive game systems”. Tammikuu.

Huang, Qiming. 2010. *Game Theory*. [https://sfx.finna.fi/nelli09?url\\_ver=Z39.88-2004&ctx\\_ver=Z39.88-2004&ctx\\_enc=info:ofi/enc:UTF-8&rfr\\_id=info:sid/sfxit.com:opac\\_856&url\\_ctx\\_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:ctx&sfx.ignore\\_date\\_threshold=1&rft.object\\_id=323000000076125&svc\\_val\\_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:sch\\_svc&](https://sfx.finna.fi/nelli09?url_ver=Z39.88-2004&ctx_ver=Z39.88-2004&ctx_enc=info:ofi/enc:UTF-8&rfr_id=info:sid/sfxit.com:opac_856&url_ctx_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:ctx&sfx.ignore_date_threshold=1&rft.object_id=323000000076125&svc_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:sch_svc&).

Kyppö, Jorma. 2018. *Lautapelit : ennen ja nyt*. <http://www.urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-9350-4>.

Linehan, Conor, George Bellord, Ben Kirman, Zachary H. Morford ja Bryan Roche. 2014. “Learning Curves: Analysing Pace and Challenge in Four Successful Puzzle Games”. Teoksessa *Proceedings of the First ACM SIGCHI Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, 181–190. CHI PLAY ’14. Toronto, Ontario, Canada: Association for Computing Machinery. ISBN: 9781450330145. <https://doi.org/10.1145/2658537.2658695>. <https://doi.org/10.1145/2658537.2658695>.

Shoham, Yoav. 2008. “Computer science and game theory”. *Communications of the ACM* 51 (8): 74–79.

Smith, Jonas Heide. 2006. “The Games Economists Play - Implications of Economic Game Theory for the Study of Computer Games”. Viitattu 17. huhtikuuta 2023. [https://gamestudies.org/0601/articles/heide\\_smith](https://gamestudies.org/0601/articles/heide_smith).

Taylor, Mark, Mike Baskett, Denis Reilly ja Somasundaram Ravindran. 2019. “Game Theory for Computer Games Design”. *Games and Culture* 14 (7-8): 843–855. <https://doi.org/10.1177/1555412017740497>. eprint: <https://doi.org/10.1177/1555412017740497>. <https://doi.org/10.1177/1555412017740497>.

Witkowski, Wallace. 2021. “Videogames are a bigger industry than movies and North American sports combined, thanks to the pandemic”. Viitattu 16. helmikuuta 2023. <https://www.marketwatch.com/story/videogames-are-a-bigger-industry-than-sports-and-movies-combined-thanks-to-the-pandemic-11608654990>.