

Codytute-oppimispeli ohjelmoinnin opetuksessa

Vaikutukset oppimistuloksiin, oppimismotivaatioon ja opiskelijoiden kokemuksiin

Tietojenkäsittelytieteet
Tietotekniikan laitos, Teknillinen tiedekunta
Pro gradu -tutkielma

Tero Kuusela

Huhtikuu 2022

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu
Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

Pro gradu -tutkielma
Tietotekniikan laitos, Teknillinen tiedekunta
Turun yliopisto

Oppiaine: Tietojenkäsittelytieteet

Tutkinto-ohjelma: Tietojenkäsittelytieteiden tutkinto-ohjelma (FM)

Tekijä: Tero Kuusela

Otsikko: Codytute-oppimispeli ohjelmoinnin opetuksessa

Sivumäärä: 62 sivua, 10 liitesivua

Päivämäärä: Huhtikuu 2022

Pelien käyttäminen opetuksessa on herättänyt suurta kiinnostusta tutkijoiden ja opettajien piirissä. Näyttö pelien positiivisista vaikutuksista oppimismotivaatioon on vahva. Oppimistulosten osalta tulokset ovat ristiriitaisempia, ja on esitetty tarve selvittää pelien opetuskäytön eri osatekijöiden vaikutuksia oppimistuloksiin. Lisää tutkimusta on kaivattu myös juuri tietynlaisten pelien vaikutuksista tietynlaisen oppisisällön oppimiseen tietynlaisissa ympäristöissä.

Tämä tutkielma vastaa näihin tarpeisiin tutkimalla tarkoitustaan varten suunnitellun oppimispelin vaikutuksia ohjelmoinnin oppimiseen ammatillisessa koulutuksessa. Tutkielmaa varten toteutetussa empiirisessä kokeessa ohjelmistokehittäjän osaamisalan opiskelijat kertasivat ohjelmoinnin alkeet Codytute-tietokonepeliä pelaamalla. Koeryhmälle luotiin kilpailuasetelma, jollaista kontrolliryhmällä ei ollut.

Tutkielmassa tarkastellaan näin toteutetun pelin opetuskäytön vaikutuksia opiskelijoiden oppimistuloksiin, oppimismotivaatioon ja henkilökohtaisiin kokemuksiin. Tarkastelu tehdään analysoimalla pelaamisen aikana kertynyttä dataa, tasokokeiden tuloksia ja opiskelijoiden kokemuksia kartoittaneen kyselyn vastauksia.

Tulosten perusteella opiskelijat arvioivat Codytute-tietokonepelin laadukkaaksi oppimispelinä ja pitivät sen pelaamista mielekkäänä tapana kerrata oppisisältöä, tosin eivät perinteisellä tavalla kertaamista mielekkäämpänä. Codytute-tietokonepelin pelaamisella ei kuitenkaan todettu näin toteutetulla järjestelyllä olleen tilastollisesti merkitseviä vaikutuksia opiskelijoiden oppimistuloksiin tai oppimismotivaatioon. Kilpailuasetelma ei vaikuttanut opiskelijoiden oppimistuloksiin, oppimismotivaatioon tai kokemuksiin.

Tutkielmassa pohditaan syitä näihin tuloksiin, ja arvioidaan niiden liittyneen pitkälti koetilanteen toteutustapaan. Näiden kokemusten perusteella annetaan useita ehdotuksia samankaltaisten oppimispelin käyttötilanteiden toteuttamiseksi tuloksekkaammalla tavalla.

Asiasanat: motivaatio, oppiminen, oppimispelit, oppimistulokset, tietokonepelit

Master's thesis
Department of Computing, Faculty of Technology
University of Turku

Subject: Computer Science

Programme: DP in Computer Science (MSc)

Author: Tero Kuusela

Title: The Codytute Learning Game in Teaching Programming

Number of Pages: 62 pages, 10 appendix pages

Date: April 2022

Using games for education has attracted great interest among researchers and educators. The evidence of the positive effect of games on the motivation of learners is strong. As for the learning results, the results have been more inconclusive, and a need has been identified to investigate the effects of the various components at play when using games for supporting learning. There have also been requests for further research that would evaluate the effects of using specific kinds of games for learning specific kind of study material in specific contexts.

This thesis answers these needs by studying the effects of a learning game specifically designed for its purpose on learning programming at vocational education. In the empirical study carried out for this thesis, students from the software development competence area revised the basics of programming by playing the Codytute computer game. A competitive setting was created for the intervention group, but not for the control group.

The thesis explores the effects of using a game to support teaching in such a manner on the students' learning results, motivation to learn and personal experiences. This is explored via analysing the data gathered during gameplay, the results of proficiency tests and the answers to a survey about the student experience.

According to the results, the students evaluated the Codytute computer game to be a learning game of good quality and they felt playing it was an enjoyable way of revising the study material, although no more enjoyable than revising with traditional methods. However, playing the Codytute computer game with the arrangements used had no statistically significant effects on the students' learning results of motivation to learn. Also, the competitive setting had no effect on the students' learning results, motivation to learn or experience.

Reasons for these results are pondered in the thesis, and it is estimated that their causes are largely connected to the implemented experimental setting. Based on these experiences, several proposals are made for implementing similar settings using learning games more productively.

Keywords: motivation, learning, learning games, learning results, computer games

Sisällysluettelo

1	Johdanto	1
1.1	Motivaatio ja tavoitteet	2
1.2	Tutkimuskysymykset ja -rajaukset	3
1.3	Tutkimusprosessi	3
1.4	Tutkielman rakenne	4
2	Tutkielman teoreettinen tausta	5
2.1	Pelit ja pelaaminen	5
2.2	Oppiminen ja motivaatio	6
2.3	Tietokonepelit opetuksessa	8
2.4	Hyvän oppimispelin ominaisuudet	10
2.5	Yhteenveto	19
3	Codytute	20
3.1	Pelin kuvaus	20
3.2	Pelituotanto	23
3.2.1	Pelisuunnittelu	24
3.2.2	Pelin toteutus	25
4	Tutkimussuunnitelma	27
4.1	Tutkimuksen perusasetelma	27
4.2	Oppimistavoitteet	28
4.3	Kohderyhmät	29
4.4	Koetilanteen etenemissuunnitelma	32
4.5	Kyselyiden laatiminen	33
4.5.1	Esitietokysely	33
4.5.2	Loppukysely	34
5	Koejärjestelyt	38
5.1	Koetilanteen valmistelut	38
5.2	Koetilanteen kulku	38
6	Tulokset	41

6.1	Oppimistulokset	41
6.2	Oppimispelin opetuskäytön mielekkyys	46
6.3	Oppimismotivaatio	48
6.4	Codytute-tietokonepelin laatutekijät	51
6.5	Opiskelijoiden kokema tuen riittävyys	53
7	Vastauksia tutkimuskysymyksiin	54
7.1	Codytuten vaikutus osaamiseen	54
7.2	Pelillä kertaamisen mielekkyys	55
7.3	Pelin vaikutukset motivaatioon	56
7.4	Kilpailuasetelman vaikutukset oppimistuloksiin	57
7.5	Kilpailuasetelman vaikutukset opiskelijoiden kokemuksiin	58
8	Yhteenveto	61
	Lähteet	63
	Liite A: escapED-suunnittelumalli	1
	Liite B: Tasokoe 1	2
	Liite C: Tasokoe 2	3
	Liite D: Testiryhmille annettu ohjeistus	4
	Liite E: Esitietokysely	5
	Liite F: Loppukyselyn rakentamisessa hyödynnetyt kyselyt	6

1 Johdanto

Pelit ja leikit ovat olleet ihmisille tärkeä keino hauskanpitoon ja viihtymiseen esihistoriallisista ajoista aina meidän päiviimme saakka (Walker, 2014). Ihmisille tuottamiensa viihdyttävien kokemusten lisäksi, ja osin niiden ansiosta, pelit ovat ihmiselle myös luontainen tapa oppia. Etenkin lapsuusaikana niillä on keskeinen merkitys niin älyllisten kuin sosiaalistenkin taitojen kehittämisessä (Hwang & Wu, 2012).

Pelien käyttäminen opetuksessa onkin ollut merkittävä tutkimuskohde. Erityisesti tietokonepelien opetuskäytöstä on viime vuosikymmeninä julkaistu runsaasti tutkimuskirjallisuutta (Boyle ym., 2016). Tutkimusnäytön kertyessä pelien opetuskäytöstä on samalla tullut laajasti hyväksytty ja moninaisten oppisisältöjen opettamiseen käytetty opetusmetodi (Tsai & Fan, 2013).

Oppisisältöjen joukossa ohjelmointi erottuu erityisen haastavana aiheena. Sen oppiminen vaatii oppijalta itsenäistä matemaattis-loogista päättelyä, soveltamista ja ongelmanratkaisua (Martins ym., 2019). Turbakin (2008) mukaan ohjelmoinnin oppiminen vaatii myös aktiivisuutta sekä kognitiivisella että käytännön tasolla. Käytännössä ohjelmoinnin oppijan on ensin kyettävä prosessoimaan oppimaansa uutta tietoa kyetäkseen muodostamaan algoritmillisia ratkaisuja ja ymmärtääkseen tämän kirjoittamiseen tarvitsemansa ohjelmointikielen syntaksin. Tämän jälkeen hänen on vielä sovellettava oppimaansa käytäntöön, kun hän kirjoittaa ongelman ratkaisevan algoritmin konkreettiseksi ohjelmaksi.

Ohjelmoinnissa käsillä olevan ongelman voi lisäksi ratkaista usealla eri tavalla, eikä valmista kaavaa ratkaisujen muodostamiseen tai yhtä oikeaa ratkaisua tehtävään yleensä ole. Ratkaisu laaditaan algoritmin muotoon. Koska algoritmi on luonteeltaan abstrakti, sen palasten koostaminen konkreettiseksi ohjelmaksi on oppijalle hankalaa. (Turbak ym., 2008)

Aiheen haastavuudesta johtuen ohjelmoinnin opettajat pyrkivät jatkuvasti löytämään uusia opetusmetodeja, joilla he voisivat auttaa ja motivoida opiskelijoita oppimaan ohjelmointia tehokkaammin (Eseryel ym., 2014). Niinpä myös pelejä ja pelillistämistä on hyödynnetty ohjelmoinnin opettamisessa varsin monipuolisilla tavoilla ja erilaisten oppijaryhmien kanssa, painottuen kuitenkin tutkintokoulutuksiin (Petri ym., 2019).

Runsaasta tutkimuskirjallisuudesta huolimatta näyttö pelien opetuskäytön vaikutuksista on osin ristiriitaista. Tämä selittyy osin sillä, että tutkimuksissa yhdistellään monin eri tavoin oppisisältöjä, oppimisympäristöjä, oppimistavoitteita, käytettyjä pelejä ja pedagogisia

toteutuksia. Kirjallisuudessa onkin tunnustettu tarve tutkia tarkemmin juuri tietynlaisten pelien vaikutuksia tietynlaisen oppisisällön oppimiseen tietynlaisessa oppimisympäristössä. (Young ym., 2012)

Tämä tutkielma pyrkii osaltaan vastaamaan tähän lisätiedon tarpeeseen tutkimalla käyttötarkoitukseensa suunnitellun oppimispelin vaikutuksia ohjelmoinnin oppimiseen ammatillisessa koulutuksessa. Seuraavissa alaluvuissa käydään läpi tämän tutkielman motivaatiotekijät, tavoitteet, tutkimuskysymykset, tutkimusprosessi ja rakenne.

1.1 Motivaatio ja tavoitteet

Tämä tutkielma kokoaa kertynyttä tutkimustietoa oppimispelien laatutekijöistä ja vaikutuksista. Lisäksi tutkielmassa kerätään lisää näyttöä näistä aihepiireistä empiirisen tutkimuksen avulla.

Näytön kerääminen rajautuu ammatilliseen koulutukseen, tarkemmin tieto- ja viestintätekniikan perustutkinnossa suoritettavan ohjelmistokehittäjän osaamisalan rakenteisen ohjelmoinnin opintojen perusasioiden kertaamiseen. Tätä tutkielmaa varten suunniteltiin ja toteutettiin kyseiseen kertaustehtävään räätälöity oppimispeli nimeltään Codytute.

Oppimispelisiin liittyvistä elementeistä tarkastellaan erikseen kilpailullisuutta. Koeryhmälle luodaan kilpailuasetelma, josta kontrolliryhmä ei ole tietoinen. Näin halutaan näyttöä siitä, miten kilpailullisen elementin läsnäolo vaikuttaa oppijoihin, kun oppimispeli tuodaan mukaan opetukseen. Kiinnostuksen kohteena ovat erityisesti kilpailuasetelman vaikutukset oppimispelin käytön mielekkyyteen ja tuloksellisuuteen sekä opiskelijoiden kokemuksiin oppimispelin käytöstä.

Tutkielman toivotaan:

1. tarjoavan perusteita harkita oppimispelien käyttämistä ammatillisen koulutuksen ohjelmoinnin opetuksessa
2. tunnistavan hyviä käytäntöjä oppimispelien suunnitteluun
3. lisäävän tietämystä oppimispelien käytön vaikutuksista
4. lisäävän tietämystä kilpailuasetelman käyttämisestä opetuksen pelillistämisessä.

1.2 Tutkimuskysymykset ja -rajaukset

Tässä tutkielmassa etsitään vastauksia seuraaviin viiteen tutkimuskysymykseen:

TK1: Miten aiemmin opittujen aiheiden kertaaminen Codytute-tietokonepelin avulla vaikuttaa opiskelijoiden rakenteisen ohjelmoinnin osaamiseen tasokokeissa mitatuissa aiheissa?

TK2: Miten mielekkääksi opiskelijat kokevat asioiden kertaamisen tietokonepelin avulla heille perinteiseen tapaan verrattuna?

TK3: Miten tietokonepelin käyttö asioiden kertaamiseen vaikuttaa opiskelijoiden oppimismotivaatioon?

TK4: Miten kilpailuasetelma vaikuttaa oppimistuloksiin, kun tietokonepelejä käytetään oppisisällön kertaamiseen?

TK5: Miten kilpailuasetelma vaikuttaa opiskelijoiden kokemuksiin oppimispelin käytöstä opetuksessa?

Tutkielmassa rajaudutaan tarkastelemaan kysymyksiä toisen asteen ammatillisen koulutuksen ohjelmoinnin perusteiden kertaamisen näkökulmasta. Käytetty kilpailuasetelma rajataan opetusryhmien välisen kilpailutilanteen luomiseen, eli yksilötason kilpailuasetelmaa muita opiskelijoita vastaan ei tarkastella.

Codytute-tietokonepelin lisäksi muita pelejä ei käytetty opetuksen tukena, joten tutkimus rajautuu sen tapaisten ohjelmointitehtäviä sisältävien seikkailupelien käyttöön. Codytute-tietokonepeleä on esitelty tarkemmin luvussa 3 Codytute.

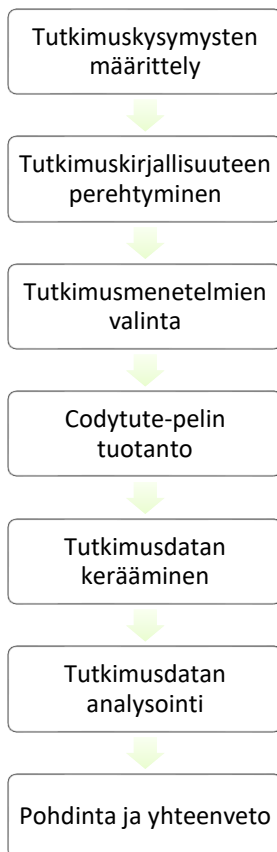
1.3 Tutkimusprosessi

Liikkeelle lähdettiin alustavien tutkimuskysymysten määrittelemisestä. Näitä kysymyksiä tarkennettiin matkan varrella tietämyksen lisääntyessä. Kun alustavat tutkimuskysymykset oli valittu, perehdyttiin niihin liittyvään tutkimuskirjallisuuteen. Tämän pohjalta valittiin tutkimusmenetelmät tutkimuskysymyksiin vastaamiseksi.

Seuraavassa vaiheessa toteutettiin pelituotantoprojektina Codytute-tietokonepeleä, joka rakennettiin nimenomaisesti tämän tutkielman empirisen osuuden tarpeisiin. Codytute-

tietokonepelin avulla kerättiin tutkimusdata, jota tämän jälkeen analysoitiin. Datasta tehtyjen havaintojen syitä ja merkityksiä pohdittiin, minkä jälkeen tuloksista tehtiin yhteenveto.

Tutkimuksen etenemisen vaiheet on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1: Käytetty tutkimusprosessi.

1.4 Tutkielman rakenne

Luvussa 2 käydään läpi tutkielmassa käytetyt määritelmät ja taustateoriat. Luku 3 käsittelee taustateorioita ja niihin pohjaavia suunnittelumalleja hyödyntäen rakennettu Codytute-oppimispeli. Luvussa 4 kuvataan käytetty tutkimussuunnitelma tutkimuskysymysten empiiriseen tarkasteluun Codytute-peliä käyttämällä. Luku 5 kuvaa koejärjestelyjen lopullisen käytännön toteutuksen. Luvussa 6 tehdään kerätyn datan analyysi ja esitellään siitä saadut tulokset. Luvussa 7 vastataan tutkimuskysymyksiin, pohditaan saatujen tulosten merkitystä sekä esitetään tulosten pohjalta tehdyt johtopäätökset ja suositukset. Lopuksi luvussa 8 esitetään tiivis yhteenveto tutkielmasta.

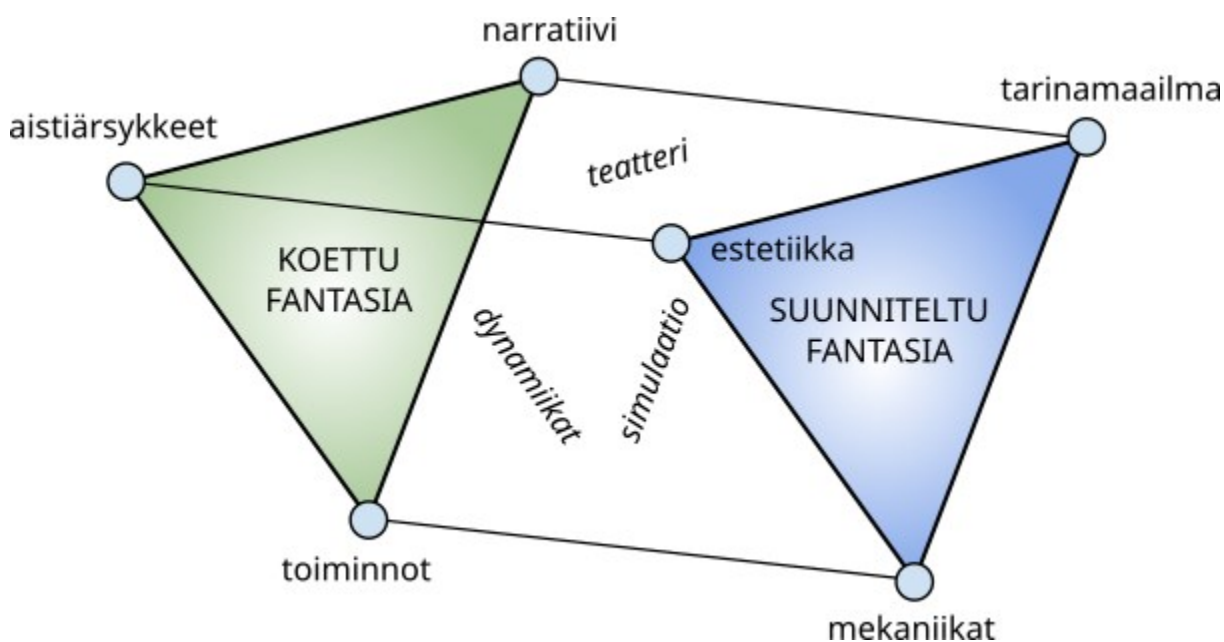
2 Tutkielman teoreettinen tausta

Tässä luvussa esitellään tutkielmassa käytetyt taustateoriat ja keskeiset käsitteet. Aluksi käsitellään peleihin liittyvää käsitteistöä ja teoriaa. Sen jälkeen käydään läpi oppimisen ja motivaation käsitteet sekä tutkielmassa käytetyt motivaatioteoriat. Sitten tarkastellaan pelien opetuskäytöstä tehtyjä havaintoja. Lopuksi tarkastellaan hyvän oppimispelin ominaisuuksia useiden kirjallisuudessa esitettyjen mallien kautta.

2.1 Pelit ja pelaaminen

Termille ”peli” on muotoiltu kirjallisuudessa useita erilaisia määritelmiä, eikä mikään näistä ole vakiintunut hallitsevaksi määritelmäksi. Salen ja Zimmerman (2004) esittelevät useita merkittävimmistä määritelmistä. Niiden pohjalta he muotoilivat oman, kohtuullisen laajalti käytetyn määritelmänsä, joka kuuluu seuraavasti: ”Peli on järjestelmä, jossa pelaajat sitoutuvat keinotekoiseen konfliktiin, jota määrittävät säännöt, josta seuraa mitattavissa oleva lopputulos.”.

Myös pelin käsitteen syvällisempää sisältöä on tarkasteltu useiden mallien kautta, jotka tyypillisesti määrittelevät pelin keskeiset elementit ja näiden väliset yhteydet. Näistä malleista tämän tutkielman viitekehyksenä käytetään GEM-mallia (The Game Experience Model) (Suovuo ym., 2020). Mallin perusajatus on esitetty kuvassa 2, jota pitää tarkastella kolmiulotteisena ”pelin prismana”.



Kuva 2: The Game Experience Model (GEM), (mukaillen Suovuo ym., 2020)

GEM tunnistaa pelikokemuksesta kuusi elementtiä ja näiden väliset yhteydet. Elementit lyhyine kuvauksineen ovat:

1. Mekaniikat: Kaikki mitä pelissä voi tehdä, ja kaikki pelin sisältämät osat, eli kaikki minkä pelin säännöt määrittelevät.
2. Toiminnot: Mekaniikkojen käytännön toteutus kussakin pelitilanteessa.
3. Estetiikka: Kaikki aistein havaittavat ja älylliset rakenteet, joiden tavoitteena on herättää pelaajassa tunteita.
4. Aistiärsykkeet: Estetiikan konkretisoituminen pelaajalle pelin tapahtumien kautta kaikin pelissä käytetyin aistittavissa olevin keinoin.
5. Tarinamaailma: Kaikki tapahtumat ja asiat pelimaailmassa. Myös ne, jotka eivät suoranaisesti ilmene peliä pelattaessa, mutta ovat muodostuneet pelaajan tai pelin suunnittelijan mielikuvituksessa.
6. Narratiivi: Ne tarinamaailman osat, jotka esiintyvät peliä pelattaessa.

Tietokonepelin Collins English Dictionary (2018) määrittelee peliksi, jota pelataan tietokoneella tai pienellä kannettavissa olevalla elektronisella välineellä. Nykyisin juuri tietokonepelit ovat etenkin kehittyneissä maissa kiinteä osa lasten ja nuorten arkea (Entertainment Software Association, 2019; Liu & Chu, 2010).

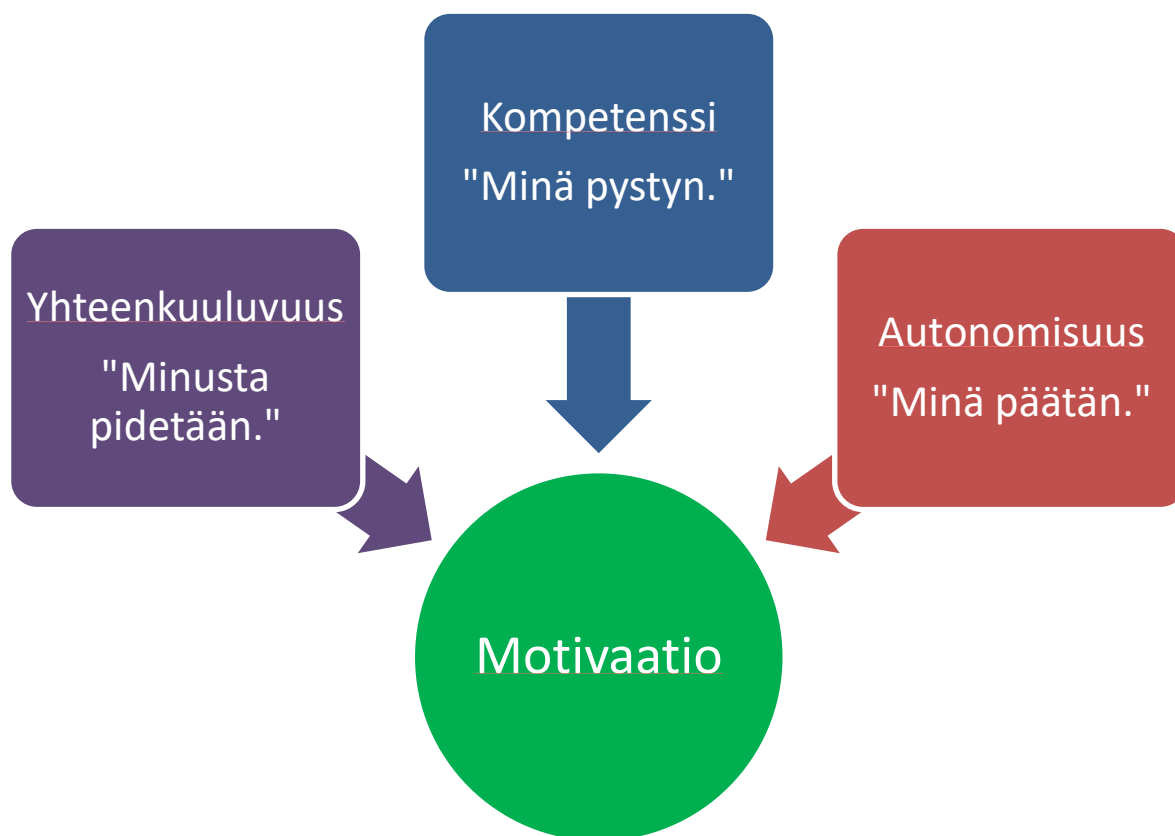
2.2 Oppiminen ja motivaatio

Oppiminen voidaan määritellä suhteellisen pysyviksi, kokemukseen perustuviksi muutoksiksi oppivan yksilön eli oppijan tiedoissa, taidoissa ja valmiuksissa. Oppiminen voi olla tarkoituksellista ja tavoitteellista tai tiedostamatonta ja automaattista. Tavoitteellisessa oppimisessa asetetaan oppimistavoitteet, eli tavoitetasot niille eri muutoksille, joita oppimisen aikana halutaan tapahtuvan. (Ikonen, 2000; Salmela-Aro, 2018)

Tapahtuneen oppimisen arviointiin käytetään yleisesti halutun oppisisällön osaamista kartoittavia kokeita. Näihin kokeisiin annetut vastaukset arvioidaan vakioituneen asteikon mukaisesti, verraten oppijan tietoja, taitoja ja valmiuksia asetettuihin oppimistavoitteisiin. (Ikonen, 2000; Salmela-Aro, 2018)

Motivaatio on se tekijä, joka saa ihmisen ajattelemaan tai käyttäytymään tietyllä tavalla. Jostakin asiasta motivoitunut yksilö kokee siihen liittyvät tavoitteensa kiinnostaviksi, mielekkäiksi ja ponnistelujen arvoisiksi. Oppimismotivaatio on motivaation alalaji, jolla tarkoitetaan oppijan motivaatiota opiskella käsillä olevaa aihetta. Oppimismotivaatiota pidetään keskeisenä edellytyksenä oppimistulosten saavuttamiselle. (Ikonen, 2000; Salmela-Aro, 2018)

Motivaatiopsykologian tutkimuksessa on esitetty useita eri teorioita motivaation tarkasteluun. Tällä hetkellä suosituin taustateoria juuri oppimismotivaation tarkasteluun on Ryanin ja Decin (2017) itsemääräämisteoria. Se tarkastelee motivaatiota lähinnä psykologisella tasolla ja määrittelee kolme psykologista perustarvetta, jotka toimivat myös keskeisinä motivoivina tekijöinä: kompetenssi, yhteenkuuluvuus ja autonomisuus. Mallin perusidea on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3: Itsemääräämisteorian kolme perustarvetta.

Kompetenssi määritellään yksilön perustarpeeksi kokea osaavansa asioita, kehittyvänsä niiden osaamisessa ja onnistuvansa niissä. Yhteenkuuluvuudella tarkoitetaan yksilön kokemusta

siitä, että hän on sosiaalisesti osa sellaista muiden ihmisten joukkoa, jossa hänellä on yksilönä joukolle merkitystä. Autonomisuus määritellään yksilön kokemusten ja toimintojen itsesääteelyksi siten, että ne kumpuavat yksilön omasta ajattelusta tai ovat yhteensopivat hänen aitojen arvojensa ja kiinnostuksen kohteidensa kanssa. (Ryan and Deci, 2017)

Itsemääräämisteoria on todettu toimivaksi viitekehyykseksi myös tietokonepelien motivoivan vaikutuksen tarkasteluun (Ryan ym., 2006). Itsemääräämisteoriaa käytetään pääasiallisena pohjana motivaatiotekijöiden tarkastelulle myös tässä tutkimuksessa.

Toinen tärkeä ja laajasti käytetty motivaatioteoria on Csíkszentmihályin (1990) esittämä flow-teoria. Csíkszentmihályin mukaan flow-tilassa olevan yksilön motivaatio käsillä olevan tehtävän suorittamiseen on niin korkea, että hän uppoutuu siihen täysin. Flow-tilassa tehtävän suorittaminen on niin nautinnollinen kokemus, että yksilö on valmis näkemään sen eteen merkittävästikin vaivaa.

Flow-teorian ydinajatuksena on, että yksilölle annetun tehtävän haasteellisuuden ja hänen kykyjensä välisen suhteen on oltava juuri oikea. Liian matala haastetaso kykyihin verrattuna voi johtaa tylsistymiseen, liian korkea taas ahdistumiseen. (Csíkszentmihályi, 1997)

Flow-teoria on käytetty runsaasti pelien motivoivien tekijöiden tarkasteluun. Sen yhteys peleissä tavoiteltaviin ominaisuuksiin onkin ilmeinen, ja pelejä pidetään yhtenä parhaista tavoista saavuttaa flow-tila. (Salen & Zimmerman, 2004)

2.3 Tietokonepelit opetuksessa

Hyötypeleissä pelien viihteellisen komponentin rinnalle tuodaan sellaisia elementtejä, joilla tavoitellaan pelaajan viihtymisen lisäksi muita tuloksia, kuten halutun oppisisällön oppimista tai toivottuja käyttäytymisen muutoksia (Jacobs, 2020). Erityisen paljon hyötypelejä on käytetty opetuksessa, ja erityisesti oppimistarkoitukseen suunniteltuja pelejä voidaan kutsua oppimispeleiksi (Martins ym., 2019).

Pelien hyötykäyttöä on tutkittu kirjallisuudessa runsaasti. Viime vuosikymmeninä tämä tutkimus on painottunut pelien opetuskäyttöön, ja erityisenä kiinnostuksen kohteena on ollut pelien vaikutus oppimismotivaatioon. Näyttö pelien oppimismotivaatiota kohottavasta vaikutuksesta onkin varsin vahvaa. (Kuusela, 2022)

Pelien vaikutuksia oppimistuloksiin on tutkittu vähemmän kuin niiden vaikutuksia oppimismotivaatioon. Havaintojen perusteella on kuitenkin selvää, että oppimismotivaation

lisääntyminen ei välttämättä johda parempiin oppimistuloksiin. Kirjallisuudessa on nostettu esiin tarve kerätä lisätietoa etenkin pelisuunnittelun ja pelien opetuskäytön osatekijöiden vaikutuksista oppimistuloksiin, jotta kyettäisiin muodostamaan todennetusti vaikuttavia hyviä käytäntöjä ja tunnistamaan tärkeimpiä painopistealueita oppimispelien suunnittelussa. (Kuusela, 2022)

Tietokonepelien käyttöä eri tasoisessa opetuksessa on tutkittu runsaasti, sekä opetustilanteeseen tuotujen kaupallisten viihdepelien että opetuskäyttöön suunniteltujen oppimispelien osalta (Boyle ym., 2016). Pelien on todettu sisältävän useita oppimisen tukemisen kannalta hyödyllisiä ominaisuuksia, joita ovat listanneet esim. Gee (2003) ja Yang (2012). Tästä huolimatta vain harvat oppimispelit ovat saavuttaneet merkittävää menestystä, minkä on tulkittu osaltaan johtuvan puutteista pelillisyyden ja pedagogiikan yhdistämisessä (Krokkfors ym., 2014).

Kasvatuspsykologinen kirjallisuus painottaa oppijan kompetenssin tukemista, jonka myös itsemääräämisteoria nostaa keskeisimmäksi motivaatiotekijäksi. Tähän suositellut keinot ovat tuttuja myös pelisuunnittelusta: sopiva haastetaso, välitön palaute, kannustus ja vahvistava palkitseminen. Flow-tilaa pidetään niin pelien kuin oppimisen kannalta mielekkäänä tavoitteena. (Krokkfors ym., 2014)

Monet pelit integroivat pelimekanismeihin myös mekanismeja, jotka tukevat pelaajien sosiaalista vuorovaikutusta ja yhteisöjen muodostumista pelin ympärille (Domínguez ym., 2013). Tällaiset pelit soveltuvat erinomaisesti osallistavan oppimisen pedagogiikkaan, tukevat vertaisoppimiseen johtavaa vuorovaikutusta ja auttavat sosiaalisesti pidättyvämpiä oppijoita hyötymään sosiaalisen ympäristön tuen tuomista eduista (Krokkfors ym., 2014).

Peleissä epäonnistuminen ja uudelleen yrittäminen on merkittävästi hyväksyttävämpää kuin muissa oppimisympäristöissä (Krokkfors ym., 2014). Pelin osatavoitteiden haastavuus kasvaa suunnitelmallisesti pelin edetessä, ja pelaajan taitotason riittävyys seuraaviin haasteisiin pyritään varmistamaan ennen niiden tarjoamista pelaajalle, jolloin kompetenssin kokemus säilyy (Domínguez ym., 2013). Pelaaja on itse vastuussa ratkaisuisistaan ja niiden seurauksista, mutta tekee tämän päätöksentekijän valta-asemassa, johon ei kohdistu ulkoisia sosiaalisia paineita, mikä antaa hänelle rauhan kehittää taitojaan (Giannakos, 2013).

Peli tarjoaakin oppimisympäristön, jossa pelaaja voi turvallisesti ottaa riskejä ja epäonnistua. Pelin vaatimustasoa voidaan säätää yksilöllisesti pelaajan taitotason mukaan, mikä ylläpitää

flow-tilaa. Pelit suunnitellaan myös palkitsemaan onnistumisista ja toisaalta jättämään epäonnistumisten haittavaikutukset vähäisiksi. (Domínguez ym., 2013)

Käytettäessä pelejä oppimisympäristöinä on huomioitava, että peli sisältää aina myös muita tekijöitä ja tehtäviä kuin suoraan oppisisältöön liittyvät (Giannakos, 2013; Krokfors ym., 2014; Squire & Barab, 2004). Vaikka oppisisältö on nostettava keskeiseen asemaan, nämä muut tekijät osaltaan tukevat kokonaisuutta luoden asioiden välille yhteyksiä, jotka tehostavat oppimista ja lisäävät oppimismotivaatiota (Ikonen, 2000).

Pelin käyttämisellä oppimisympäristönä tavoitellaan yleensä perinteistä oppimista vahvempaa nautinnon kokemusta. Giannakos (2013) nostaa pelaajan nautinnon jopa tärkeimmäksi pelaamisen tavoitteeksi. Pelaaminen voi kuitenkin olla nautinnollisen sijaan turhauttava kokemus, jos se on pelaajalle liian haastavaa. Siksi etenkin monimutkaisissa peleissä on tärkeää tarjota pelaajalle riittävästi tukea pelin mekaniikkojen oppimiseen, jotta niihin keskittyminen ei vie pelaajalta liikaa voimavaroja, joita hän tarvitsee oppisisällön omaksumiseen (Squire & Barab, 2004).

Tietokonepelit mahdollistavat hyvinkin yksilöllisen pelikokemuksen säätelyn, mikä ei muissa pelimuodoissa ole samalla tavalla mahdollista. Suunnitteluvaiheessa kohtuullisen pienetkin muutokset voivat vaikuttaa merkittävästi pelikokemukseen, ja valmiissa pelissä käyttäjälle voidaan tarjota asetuksia pelikokemuksen säätelyyn. Tietokonepeli voi myös tarkkailla pelaajan suoriutumista ja säädellä tasoa automaattisesti pelaajan taitoihin sopivaksi. Lisäksi erillisillä lisäsisällöillä pelikokemusta voidaan rikastaa monin tavoin, ja oppimispelien kohdalla niillä voidaan esimerkiksi tarjota erilaisia oppisisältöjä kulloinkin tavoitteena olevan oppisisällön mukaan. (Moreno-Ger ym., 2009)

Kirjallisuudesta löytyvä näyttö pelien myönteisestä vaikutuksesta oppimismotivaatioon on vahva. Vaikutuksista oppimistuloksiin on saatu ristiriitaisempia tuloksia, mikä selittynee osin tutkimusten vaihtelevalla laadulla ja erilaisilla tutkimusasetelmilla. Pelien opetuskäyttö on kuitenkin tänä päivänä laajalti hyväksytty käytäntö, jota sovelletaan monilla eri tahoilla. (Kuusela, 2022)

2.4 Hyvän oppimispelin ominaisuudet

Kirjallisuudessa on esitetty useita malleja oppimispelien suunnitteluun ja evaluointiin. Seuraavaksi esitellään viiden tällaisen mallin pääperiaatteet. Näitä viittä mallia on käytetty

tukena sekä Codytute-tietokonepelin että tutkielmaa varten toteutetun empiirisen koetilanteen suunnitteluvaiheissa.

De Freitas ja Jarvis (2009) esittelivät kuvan 4 mukaisen neliulotteisen viitekehysten oppimispelien tarkasteluun.

Neliulotteinen viitekehys	
<p>Oppija</p> <p>Profiili</p> <p>Rooli</p> <p>Kompetenssit</p>	<p>Pedagogiikka</p> <p>Assosiativinen</p> <p>Kognitiivinen</p> <p>Sosiaalinen/Situationaalinen</p>
<p>Esitystapa</p> <p>Tarkkuus</p> <p>Vuorovaikutteisuus</p> <p>Immersio</p>	<p>Asiayhteys</p> <p>Ympäristö</p> <p>Oppimisen saavutettavuus</p> <p>Tukevat resurssit</p>

Kuva 4: Neliulotteinen viitekehys (mukaillen de Freitas & Jarvis, 2009).

Mallin mukaan oppimispelien suunnittelussa on huomioitava oppija, pedagogiikka, esitystapa ja asiayhteys. Pelin tapauksessa oppija on samalla pelaaja, ja oppisisällön esitystapa muodostuu pelistä itsestään. Pelin on tuettava oppimistavoitetta, eli halutun oppisisällön omaksumista, mutta oltava samalla mielekäs pelinä.

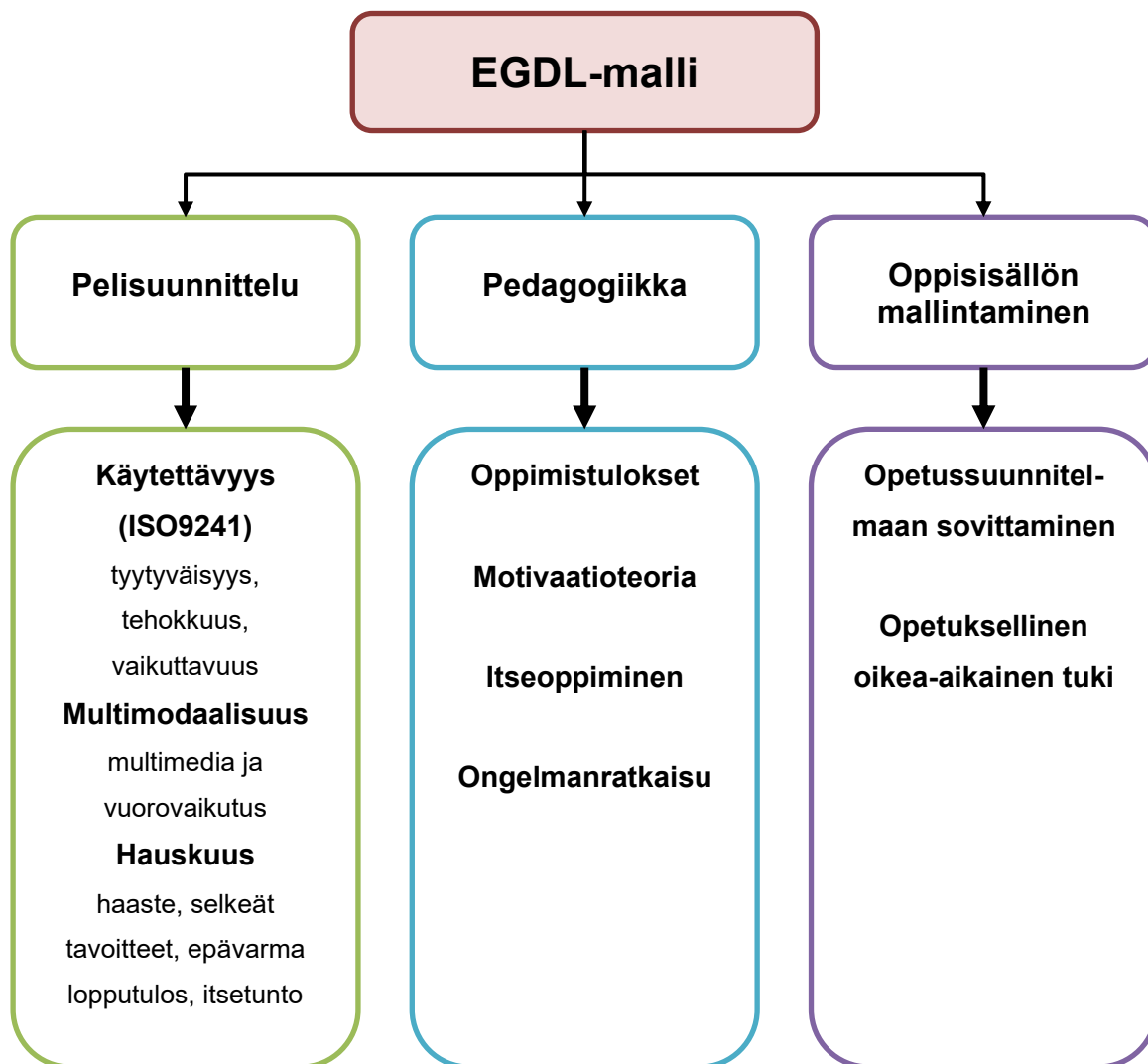
Asiayhteyden ulottuvuudessa on huomioitava muun muassa oppimisympäristö ja pelin rinnalla annettu muu tuki. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi opettajan ohjausta tai taustamateriaalien tarjoamista.

Sekä pelin suunnittelussa ja toteutuksessa että ympäröivässä asiayhteydessä on huomioitava valittu pedagoginen lähestymistapa. Pedagogisten lähtökohtien täytyy soveltua tilanteeseen, jotta hyviä oppimiskokemuksia on mahdollista saavuttaa.

De Freitasin ja Jarvisin neliulotteinen viitekehys on yksinkertaisesti esitettävissä, mutta kattaa neljän ulottuvuutensa kautta jo poikkeuksellisen laajan kirjon oppimispeleihin vaikuttavia

asioita. Siksi sitä käytetään seuraavaksi esiteltävien muiden mallien painopisteiden ja kattavuuden arviointiin.

Ibrahimin ja Jaafarin (2009) Educational Games Design Model -malli (EGDM) jakaa oppimispelin suunnittelemisen kolmeen osakokonaisuuteen: pelisuunnitteluun, pedagogiikkaan ja oppisisällön mallintamiseen. Malli on esitetty kuvassa 5.

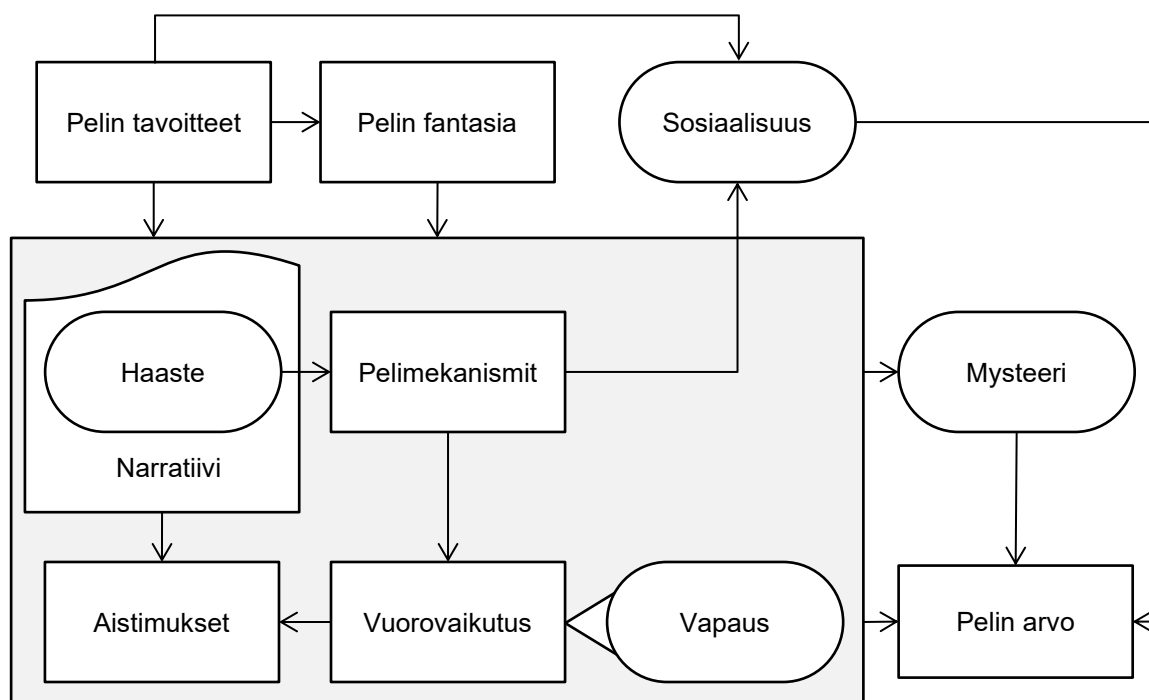


Kuva 5: EGDL-malli (mukaillen Ibrahim & Jaafar, 2009).

Tässä mallissa pelisuunnittelun keinoin varmistetaan pelin käytettävyys, monipuolisten sisällön esittämiskanavien käyttö sekä hauskuus. Pedagogisessa suunnittelussa määritellään oppimistulokset ja valitaan opetukselliset lähestymistavat. Huomionarvoista on, että myös suunnittelussa käytettävä motivaatioteoria valitaan tässä mallissa pedagogisista lähtökohdista, ei pelisuunnittelun. Oppisisältöjen mallintamisessa integroidaan halutut oppisisällöt kiinteäksi osaksi peliä siten, että peli toimii tehokkaasti oppijoiden itseopiskelun välineenä.

EGDL-malli ei huomioi pelin ulkopuolisia oppimista tukevia tai oppijaan itseensä liittyviä tekijöitä, kuten de Freitaksen ja Jarviksen malli. Sen sijaan mallin voidaan nähdä pureutuvan syvemmälle neliulotteisen viitekehyksen pedagogiikan ja esitystavan ulottuvuuksiin. Mallit täydentävät näiltä osin hyvin toisiaan.

Shi ja Shih (2015) esittelivät kuvan 6 mukaisen Game-Based Learning -suunnittelumallin (GBL). Tämä malli on tarkoitettu nimenomaisesti oppimispelien tarkasteluun.



Kuva 6: GBL-suunnittelumalli (mukaillen Shi & Shih, 2015).

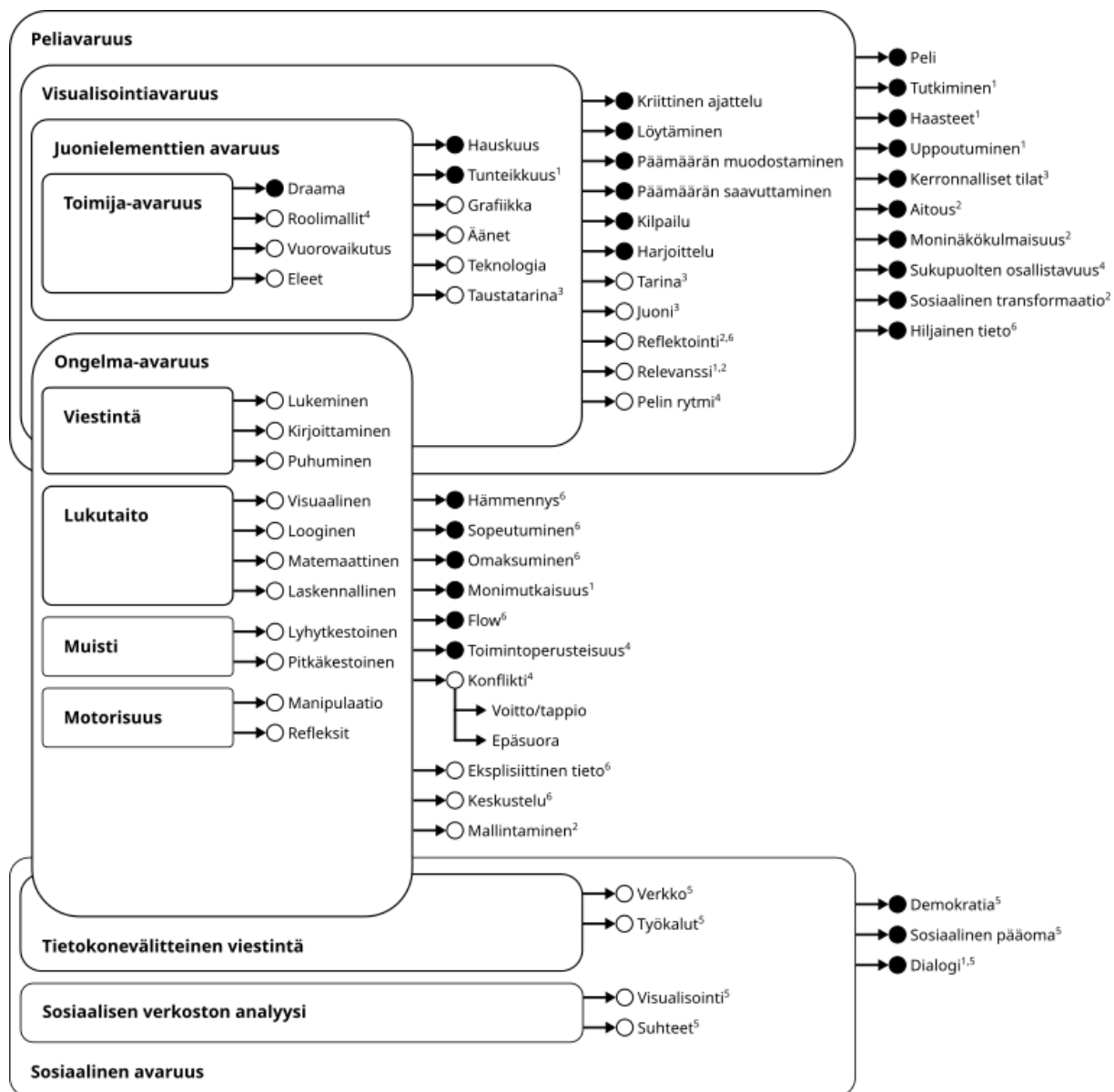
GBL-suunnittelumalli lähtee liikkeelle pelin tavoitteista. Nämä suunnitellaan tukemaan pelille määriteltyjä oppimistavoitteita. Muut osa-alueet taas suunnitellaan tukemaan pelin tavoitteita.

Pedagoginen ulottuvuus on sisäänrakennettu kaikkiin osa-alueisiin, joten se ei näy kuvassa omana tekijänään, mutta on kaiken pohjana. Malli on tarkoituksella rajattu tarkastelemaan vain pelituotteen osatekijöitä pedagogisten näkökulmien sijaan. Shi ja Shih kokevat eri alojen oppisisältöjen olevan niin erilaisia toisiinsa nähden, ettei niiden sisällyttäminen tällaiseen pelin suunnittelumalliin olisi mielekäästä.

Harmaan alueen sisällä ovat pelin komponentit, joiden suunnittelu aloitetaan mallin mukaan haasteesta, jonka ympärille rakennetaan pelin narratiivi. Tämä vastaa hyvin neliulotteisen viitekehyksen esitystavan ulottuvuutta. Myös asiayhteyden ulottuvuuteen kuuluva sosiaalinen

komponentti on mallissa huomioitu. Pelaaja itsessään huomioidaan kuitenkin vain osatekijöiden yksityiskohdissa, eikä pelaajalle siten ole tässä kuvassa näkyvää paikkaa.

Amory ym. (1999) esittelivät oppimispelien suunnitteluun tarkoitetun Game Object Model -mallin (GOM). Seuranneen akateemisen keskustelun pohjalta Amory (2007) rakensi GOM-mallista laajemman GOM II -version, joka on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7: GOM II -malli (mukaillen Amory, 2007).

GOM II -malli rakentuu useiden eri osa-alueiden eli ”avaruuksien” ympärille. Näitä nimitetään mallissa olio-ohjelmoinnin tapaan olioiksi. Olioiden välillä on perintäyhteyksiä, jotka esitetään kuvassa niiden päällekkäisyyksinä. Lisäksi oliot tarjoavat abstrakteja ja konkreettisia rajapintoja. Nämä on esitetty mustilla ja valkoisilla ympyröillä vastaavasti.

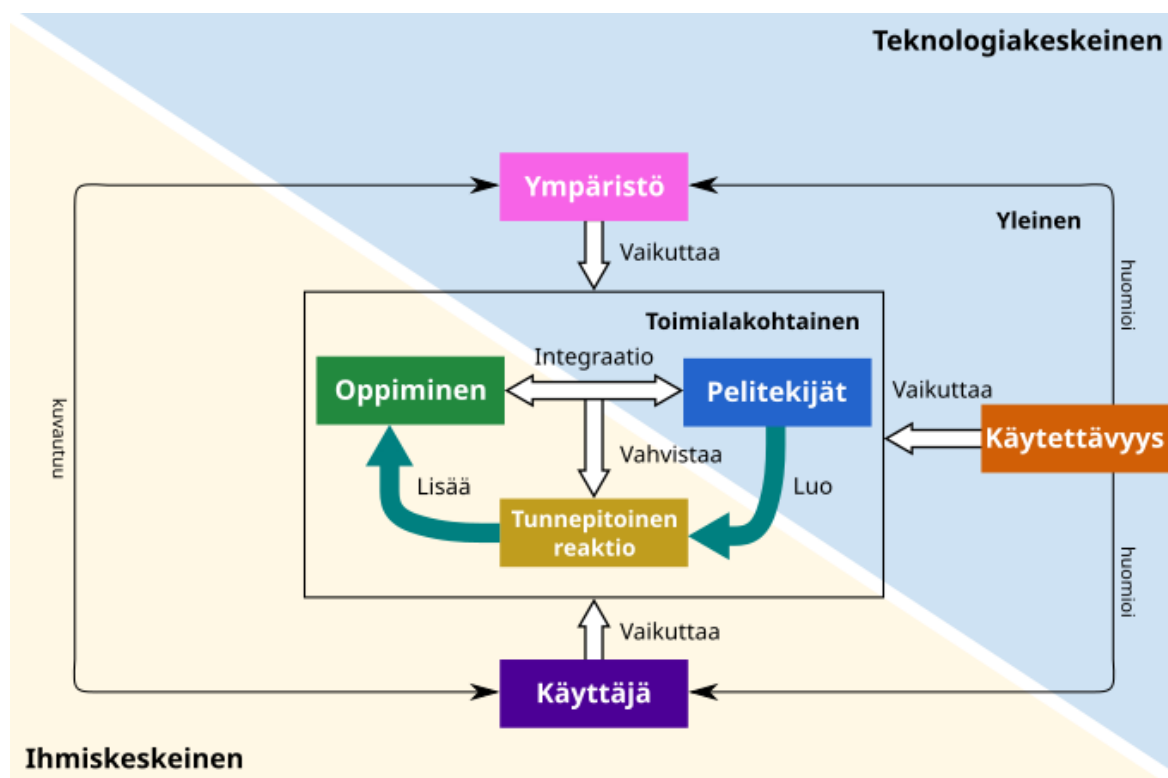
Päivitetty GOM II -versio mallista hyödynsi kuutta myöhemmstä kirjallisuudesta tunnistettua teoreettista ydinkäsitettä: pelin määrittely, aito oppiminen, narratiivi, sukupuoli, sosiaalinen yhteistyö ja haasteet-pulmat-etsintä. Kuvassa 7 ovat mukana näiden kuuden ydinkäsitteen numeroinnit osoittamassa täydennyksiä aiempaan GOM-malliin.

Malli tarkastelee kokonaisuutta selvästi enemmän tietojenkäsittelijän tai ohjelmistokehittäjän silmin kuin aiemmin esiteltyt, enemmän pedagogista näkökulmaa painottavat mallit. Kokonaisuutena malli on hyvin kattava ja monipuolinen teoreettinen viitekehys. Kuvan 7 mukainen tiivistettykin kuvaus mallin ydinasioista on käyttökelpoinen oppimispeliä rakentavan pelisuunnittelijan tarkistuslistana.

GOM II -malli tarkastelee peliä aiempia malleja syvemmällä tasolla. Sen oliot voi sijoittaa neliulotteisen viitekehysten esitystavan, pedagogiikan ja asiayhteyden ulottuvuuksiin.

Toisaalta GOM II -mallissa pelaajaulottuvuus jää taustalle. Se on tunnistettavissa epäsuorasti joidenkin rajapintojen kautta, mutta mallin tiivistetyssä esityksessä sitä ei suoranaisesti näy.

Tahir ja Wang (2020) esittelivät LEAGUÊ-viitekehysten, jota voidaan käyttää oppimispelien analysointiin, suunnitteluun ja arviointiin. LEAGUÊ on laaja ja monitasoinen kokonaisuus, jonka voi korkean tason abstraktiona esittää kuvan 8 mukaisesti.



Kuva 8: LEAGUÊ-viitekehysten korkean tason abstraktio (mukaillen Tahir & Wang, 2020).

LEAGUÊ-mallin ytimessä ovat kuusi ulottuvuutta: oppiminen/pedagogiikka, ympäristö, tunnepitoinen reaktio, pelitekiijät, käytettävyys ja käyttäjä. Sen korkean tason osista löytyvät kaikki neliulotteisen viitekehysten ulottuvuudet.

On syytä huomata, että monista muista malleista puuttunut oppija on tässä mallissa läsnä käyttäjän nimellä. Käyttäjän asema mallissa on myös keskeinen, koska se on yksi mallin ulottuvuuksista. Lisäksi malli jakaa ulottuvuuksien ja niiden välisten yhteyksien tarkastelun ihmiskeskeiseen ja teknologiakeskeiseen puoliskoon. Tämä korostaa edelleen oppijan merkitystä mallissa.

Neliulotteisen viitekehysten asiayhteyden ulottuvuus näkyy sekin poikkeuksellisen vahvasti LEAGUÊ-viitekehystessä, sillä ympäristö on yksi sen ydinulottuvuuksista. Esitystavan ulottuvuus voidaan puolestaan nähdä jaetuksi pelitekiijöihin ja käytettävyyteen. Korkean tason esityksessä pedagoginen ulottuvuus esiintyy nimellä oppiminen. Tästä ulottuvuudesta käytetään LEAGUÊ-viitekehysten tarkemmissa kuvauksissa yhteneväisempää nimeä oppiminen/pedagogiikka.

Kuuden ulottuvuuden lisäksi näiden ulottuvuuksien sisään sijoittuu 22 tekijää, jotka jakautuvat edelleen 75 osatekiijään.

Malli tarjoaa myös viisi metriikkatyyppiä, joiden sisällä on kaikkiaan 83 eri metriikkaa. Näitä käytetään arviointidatan keräämiseen siitä, missä määrin opetuspelejä sisältää kutakin tekijää ja osatekiijää. Metriikkatyypeistä kolme on objektiivisia (pisteet, aika, tapahtumakerrat) ja kaksi subjektiivisia (arvosana, arviointi/vastaus/näkemykset).

Kuvassa 9 on esitetty tarkempi näkymä LEAGUÊ-viitekehysteen. Tässä kuvassa näkyvät kaikki sen ulottuvuudet, tekijät, osatekiijät ja metriikkatyytit. Ulottuvuudet ja osatekiijät on sijoitettu hierarkkisesti siten, että niiden keskinäiset riippuvuudet näkyvät. Värin ja kirjaimen avulla esitetään tekijöiden ja osatekiijöiden sijoittuminen ulottuvuuksiin. Kirjainnumeroyhdistelmillä esitetään osatekiijöiden sijoittuminen tekijöihin.

Metriikkatyytit on esitetty omana kokonaisuutenaan. Kaikkien metriikoiden esitleminen ei ole tämän tutkielman kannalta tarpeen.

Ulottuvuuksia merkitseviä värejä ja niiden eri sävyjä on käytetty LEAGUÊ-viitekehystä esittelevässä aineistossa johdonmukaisesti. Niiden avulla esimerkiksi osoitetaan eri lomakkeissa väittämien ja kysymysten yhteys tiettyyn ulottuvuuteen.



Kuva 9: LEAGU- viitekehityksen hierarkkinen rakenne ja komponentit (mukaillen Tahir & Wang, 2020).

LEAGUE-viitekehyksen yhteydessä Tahir ja Wang esittelivät myös analyysilomakkeet, joita voidaan käyttää suunniteltaessa oppimispeliä viitekehyksen mukaisesti. Kuvassa 10 on pääasiallinen analyysilomake.

Oppiminen (L)	Ympäristö (E)	Tunnepitoinen reaktio (A)	Pelitekijät (G)	Käytettävyys (U)	Käyttäjä (Ê)
L1 Mitkä ovat pelin oppimistavoitteet?	E1 Mitä teknisiä tekijöitä peliltä vaaditaan, jotta se toimii ja tukee parhaalla tavalla oppimista?	A1 Miten peli voi tarjota nautinnon kokemuksia pelaajille?	G1 Mitkä ovat pelin tavoitteet oppimisen integrointiin?	U1 Miten pelin käyttöliittymästä tehdään kohderyhmälle helppokäyttöinen?	Ê1 Mitkä ovat pelin kohderyhmän ominaisuudet?
L2 Mitä oppimisstrategioita käytetään pelin aikana oppimisen mahdollistamiseksi?	E2 Mikä on konteksti pelin pelaamiselle oppimisen tukena?	A2 Miten peli voi sitouttaa pelaajia?	G2 Miten narratiivia käytetään tekemään pelistä kiinnostavan ja tukemaan oppimista?	U2 Miten peli tarjoaa kohderyhmälleen helppoa opittavuutta?	Ê2 Mitä (kohderyhmän) älyllisiä tarpeita pelissä huomioidaan?
L3 Mitä kohderyhmän oppisisältöä pelissä käytetään?		A3 Miten peli voi motivoida pelaajia?	G3 Mitä mekaniikkoja käytetään tekemään pelistä kiinnostavan ja tukemaan oppimista?	U3 Miten peli tuottaa kohderyhmälleen tyytyväisyyttä?	Ê3 Mitä (kohderyhmän) psykologisia tarpeita pelissä huomioidaan?
L4 Mitä oppimistuloksia pelin avulla voidaan saavuttaa?		A4 Miten peli voi tuottaa flowkokemuksia?	G4 Mitä sellaisia resursseja tarjotaan, joilla pelaajat voivat toimia tehokkaasti ja jotka myös tukevat oppimista?		
			G5 Mitä estetiikkoja käytetään tekemään pelistä kiinnostavan kohderyhmälle?		
			G6 Millaista pelattavuutta käytetään tekemään pelistä kiinnostavan kohderyhmälle ja tukemaan oppimista?		
Analysoitavan pelin vahvuudet					
Analysoitavan pelin heikkoudet					

Kuva 10: LEAGUE-viitekehyksen pääasiallinen analyysilomake (mukaihen Tahir & Wang, 2020).

Kuvassa 11 on reflektointilomake, jota käytettiin analyysilomakkeen rinnalla Codytute-tietokonepelin suunnittelun tukena.

Nro	Reflektointikysymykset
R1	Onko pelitekijät (pelin tavoitteet, narratiivi, mekaniikat, ym.) ja oppimistekijät (oppimistavoitteet, oppimisstrategiat, oppisisältö, ym.) integroitu hyvin peliin?
R2	Ovatko pelitekijät (narratiivi, mekaniikat, pelattavuus, ym.) tehokkaita luomaan tunnepitoisia ja kognitiivisia reaktioita (sitoutumista, nautintoa, ym.) tämän pelin kohderyhmässä?
R3	Palveleeko tämän pelin käytettävyys kohderyhmän tarpeita?
R4	Palveleeko tämän pelin käytettävyys (käyttöliittymä, opittavuus, ym.) erityistarpeita, jotka liittyvät siihen ympäristöön (teknologia, konteksti, ym.), jossa peliä pelataan?
R5	Ovatko erityiset tekniset ja kontekstin vaatimukset tämän pelin pelaamiselle (jos sellaisia on) helposti kohderyhmän hallittavissa?
R6	Ovatko oppimistekijät (oppimistavoitteet, oppimisstrategiat, oppisisältö, ym.) kohderyhmälle soveltuvia?
R7	Onko pelitekijöitä (mekaniikat, narratiivi, pelattavuus, ym.) käytetty kohderyhmälle soveltuvalla tavalla?
Analysoidussa pelissä tarvittavat muutokset/parannukset:	

Kuva 11: LEAGUE-viitekehyksen reflektointilomake (mukaillen Tahir & Wang, 2020).

2.5 Yhteenveto

Monista eri malleista kerätyt hyvän oppimispelin keskeiset ominaisuudet ovat sovitettavissa varsin hyvin neliulotteisen viitekehyksen ulottuvuuksiin. Jokainen malli lisää kokonaisuuteen omia elementtejään ja syventää yhtä tai useampaa ulottuvuutta. Siten Codytute-tietokonepelin suunnittelussa päätettiin käyttää hyväksi kaikkia edellä esiteltyjä malleja. Tarkempi kuvaus kunkin mallin annista pelin suunnitteluun on esitetty luvussa 3.2.1.

3 Codytute

Tätä tutkielmaa varten rakennettiin täysin uusi oppimispeli, jota käytettiin Turun ammatti-instituutin rakenteisen ohjelmoinnin kokonaisuuden oppisisältöjen kertaamiseen. Pelin nimeksi annettiin Codytute, missä yhdisteltiin sanoja Code ja institute.

Tässä luvussa kerrotaan ensin millainen tietokonepeli Codytute on. Tämän jälkeen kuvataan pelituotantoprosessin eteneminen suunnitteluvaiheista empiirisessä osuudessa käytettyyn käytännön toteutukseen.

3.1 Pelin kuvaus

Codytute on yläviistosta kuvattu kolmannen persoonan 3D-seikkailupeli. Kuvassa 12 on Codytute-tietokonepelin näkymä pelin alkaessa.

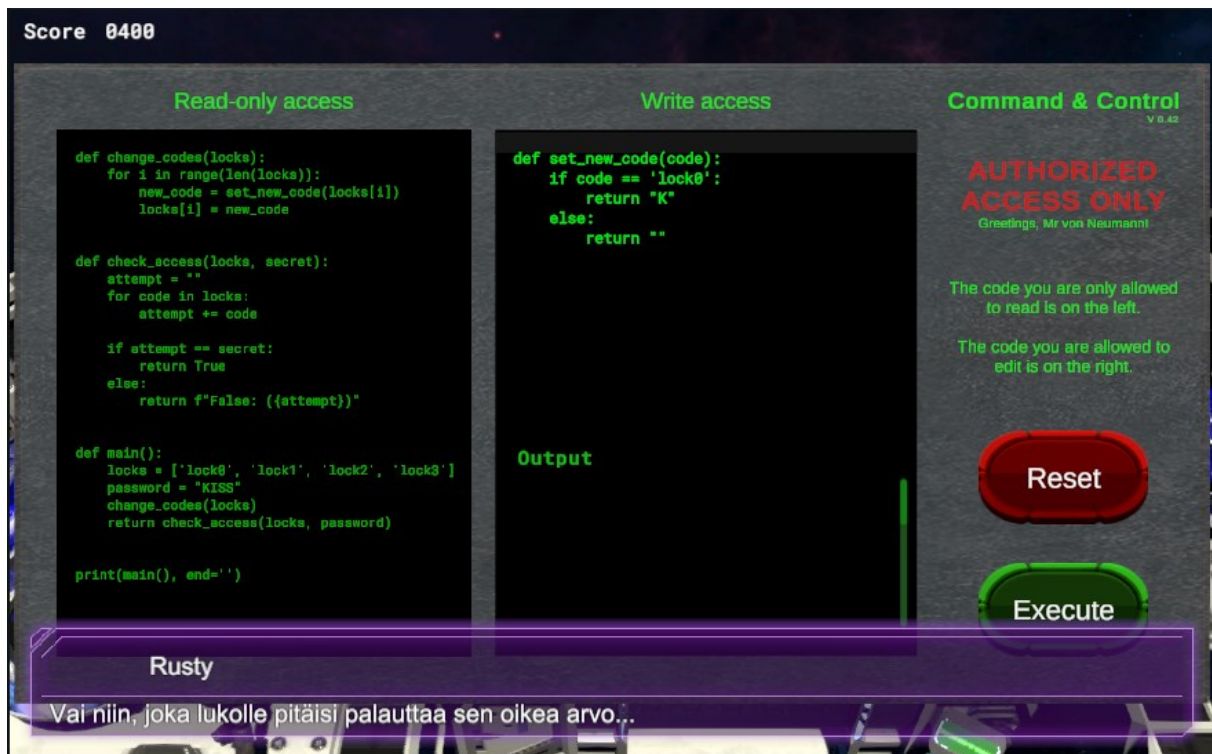


Kuva 12: Codytute-tietokonepelin yleisnäkymä.

Codytute-tietokonepelissä pelaaja ohjaa pelihahmona toimivaa Rusty-robotia, joka on opiskelijana avaruusasemalla toimivassa robottien koodauskoulussa. Pelin narratiivin mukaan Rusty on päättänyt paeta koulusta, koska se on opiskelijoiden kannalta hyvin ankea laitos. Päästäkseen pakoon hänen on ratkaistava kahdenlaisia ohjelmointiin liittyviä tehtäviä.

Ensinnäkin Rustyn on ohjelmoitava avaruusaseman järjestelmät päästämään hänet etenemään, eli käytännössä avaamaan avaruusaseman ovet yksi kerrallaan. Tämän hän tekee Python-

ohjelmointikielillä aseman hallintapäätteiden kautta, joita on yksi joka ovelle. Pelaajalle esitetyn narratiivin mukaan Rusty on saanut haltuunsa erään opettajan tunnukset, joiden avulla hän pääsee rajoitetusti muokkaamaan järjestelmien koodia. Koodaustehtävän käyttöliittymä on esitetty kuvassa 13.



Kuva 13: Koodaustehtävän käyttöliittymä.

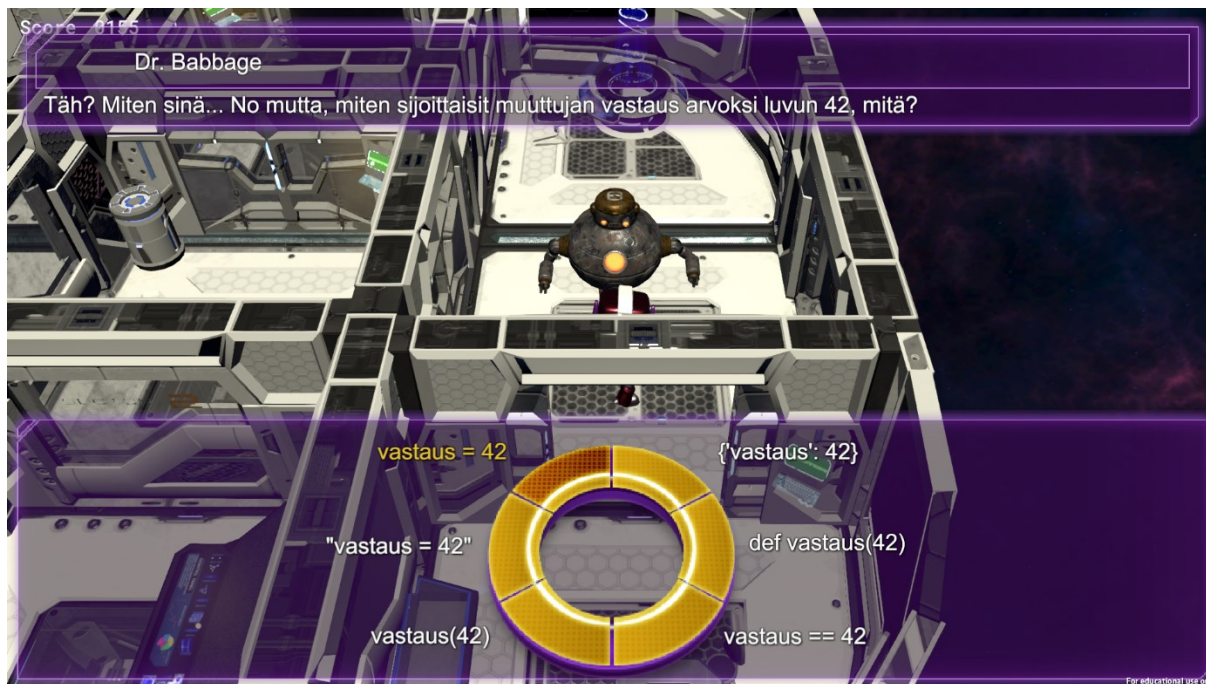
Koodaustehtävissä pelaajalle esitetään hänen muokattavissaan oleva nykyinen koodi sekä sitä käytävä koodi, johon hänellä ei ole muokkausoikeutta. Pelaaja voi muokata koodia ja suorittaa sen useaan kertaan. Hän näkee mahdolliset virheviestit sekä koodin tuottamat tulostukset. Tarvittaessa hän voi myös palauttaa koodin alkuperäiseen tilaan.

Tehtävän auetessa ruudulla näkyy muutaman sekunnin ajan Rustyn ajatuksena kuvattu vihje, jonka tarkoitus on ohjata kohti oikeaa ratkaisua.

Toiseksi Rustyn on saatava vastaan tulevat opettajarobotit sekoamaan, jolloin ne siirtyvät syrjään virhetilan vuoksi. Tämä tapahtuu vastaamalla oikein kaikkiin kyseisen opettajan esittämiin ohjelmointiin liittyviin kysymyksiin.

Narratiivin mukaan opettajarobotit eivät osaa odottaa opiskelijoilta Rustyn oikein vastaamalla osoittamaa tietotasoa. Tämän vuoksi riittävän moni oikea vastaus johtaa opettajissa niin

suureen sisäiseen ristiriitaan, että ne siirtyvät virhetilaan. Keskustelutehtävän käyttöliittymä näkyy kuvassa 14.



Kuva 14: Keskustelutehtävän käyttöliittymä.

Pelaajalle tarjotaan dialogissa valmiit vastausvaihtoehdot, eli kyseessä on monivalintatehtävä. Pelaaja valitsee haluamansa vastausvaihtoehdon hiirellä klikkaamalla.

Virheellinen vastaus johtaa dialogin päättymiseen. Tällöin Rusty kulkee opettajan lähettämänä automaattisesti jonkin matkaa kohti lähtöpistettään. Narratiivin mukaan opettajat voivat ottaa opiskelijan robottiruumiin tällä tavoin tilapäisesti haltuunsa kurinpidollisista syistä.

Kun hallinta palaa pelaajalle, hän voi palata opettajan luo yrittämään uudestaan. Aiemmin valitut väärät vastaukset poistuvat mahdollisten vaihtoehtojen joukosta, joten käytännössä pelaaja ratkaisee tehtävän väistämättä yrittämällä sitä riittävän monta kertaa.

Pelaajan vastatessa kysymykseen oikein, dialogi jatkuu aina seuraavaan kysymykseen, kunnes viimeinen oikea vastaus päättää dialogin opettajan sanomaan virheviestiin. Tämän jälkeen opettaja siirtyy savuavana ja oudosti liikehtien syrjään, hänen vartioimansa ovi aukeaa ja Rusty pääsee jatkamaan matkaa.

Tämän tutkielman puitteissa peliin toteutettiin vain yksi taso. Sen lopussa pelaajaa odottaa viimeinen ja isompi hallintapäätte, joka aktivoi koodustehtävän. Tämän viimeisen tehtävän

ratkaisemalla pelaaja saa narratiivin mukaan haltuunsa asemaan kiinnittyneen avaruussukkulan ja lentää sillä vapauteen. Loppu esitetään pelaajalle animaationa.

Vaihtoehtoinen loppu esitetään pelaajalle silloin, jos hän ei ehdi paeta asemalta ajoissa, eli yhden tunnin sisällä. Tällöin peli päättyy ja pelaajan on aloitettava alusta.

Pelin aikana pelaajalle kertyy pisteitä. Niitä saa oikeista vastauksista tehtäviin siten, että tarjolla olevien pisteiden määrä tehtävää kohden kasvaa tason loppua kohti. Vääristä vastauksista opettajien kysymyksiin menettää pisteitä. Jos pelaaja onnistuu pakenemaan, hän saa lisäksi pisteitä jäljelle jääneestä ajasta.

3.2 Pelituotanto

Codytute-tietokonepelin tuotantovaiheeseen liittyi merkittäviä rajoitteita. Pelin suunnittelusta ja toteutuksesta vastasi vain yksi henkilö, eikä kehitystyön aikana ollut mahdollista järjestää pelitestausta ohjelmointia osaavia koehenkilöitä käyttäen.

Kirjallisuudesta löydetty laadukkaan opetuspelin toteutusprosessia koskevat kehitysmallit olettavat poikkeuksetta moniammatillisen tiimin pelin rakentajaksi. Edellä mainituista syistä ne eivät soveltuneet sellaisinaan Codytute-tietokonepelin tuotantoon. Sen sijaan pelituotannon prosessi muotoutui vahvasti sovelletuksi yksittäisen kehittäjän iteratiiviseksi ohjelmistoprojektiksi.

Pelin alustavia suunnitelmia työstettiin ja teknisiä ratkaisuja varmistavia prototyyppejä tehtiin muutaman kuukauden ajan silloin tällöin, kehittäjän aikataulun sen salliessa. Pelin varsinainen sisältö ja valtaosa toiminnallisuudesta rakennettiin ja hiottiin lopulta noin kahden viikon rutistuksessa joululoman aikana, eli juuri ennen koejärjestelyjen toteuttamista. Tämä toteutusrutistus tapahtui syrjäisissä olosuhteissa.

Koska pelituotannon rutistusvaihe ja empiirinen osuus olivat ajallisesti käytännössä peräkkäin ja maantieteellisesti varsin etäällä toisistaan, pelille ei kyetty järjestämään kunnollista testausta, jossa ulkopuolisilta olisi saatu kerättyä palautetta ja havaintoja. Pelin teknistä toimivuutta pystyttiin kehittäjän toimesta testaamaan kohtuullisen kattavasti, mutta vain rajoitetuissa suoritusympäristöissä, jotka eivät vastanneet koetilanteen ympäristöjä.

3.2.1 Pelisuunnittelu

Codytute-tietokonepelin suunnitteluvaiheessa hyödynnettiin laajasti luvussa 2.4 esiteltyjä teoreettisia malleja. Niiden avulla pyrittiin varmistamaan, että peli suunniteltiin hyvien käytäntöjen mukaiseksi.

De Freitasin ja Jarvisin (2009) neliulotteista viitekehystä käytettiin korkean tason mallina kokonaisuuden tarkasteluun. Sen kautta varmistettiin, että pelissä oli suunnittelun ylätasolla huomioitu kaikki tärkeimmät oppimispelissä tarpeelliset elementit.

Ibrahimin ja Jaafarin (2009) EGDL-mallin mukaisesti suunnittelussa huomioitiin opetussuunnitelmaan sovittaminen sekä rakennettiin pelin sisään pedagogisia tukitoimintoja. Mallin mukaisesti motivaatioteoria valittiin pedagogisista lähtökohdista, ja myös muut pedagogisen suunnittelun elementit huomioitiin suunnittelun aikana. EGDL-mallin pelisuunnittelun lokerosta poimittiin erityisesti käytettävyyden merkitys, joka on siinä muita malleja keskeisempi, mutta myös muut elementit huomioitiin.

Shin ja Shihin (2015) GBL-mallin mukaisesti suunnittelussa lähdettiin liikkeelle ammatti-instituutin määrittelemistä oppimistavoitteista, joiden pohjalta laadittiin pelin tavoitteet. Narratiivi rakennettiin mallin mukaan haasteen ympärille, pelimekanismit rakennettiin tukemaan haasteita ja aistimukset tukemaan narratiivia. Pelaajalle määriteltiin vapaudet, joiden rajoissa hän kykenee vuorovaikuttamaan pelin kanssa sen toimintoja käyttäen. Toiminnoista seuraa visuaalisia palautteita, eli mallin mukaisia aistimuksia.

Amoryn (2007) GOM II -mallia käytettiin Codytute-tietokonepelin suunnittelun aikana lähinnä tarkistuslistan tapaan. Tehtyjä ratkaisuja peilattiin mallin määrittelemiin olioihin ja rajapintoihin. Näiden välillä havaittujen yhteyksien kautta tunnistettiin kuhunkin ratkaisuun liittyviä muita pelin osatekijöitä, jotka otettiin huomioon ratkaisua tehtäessä.

Codytute-tietokonepelin suunnitteluvaiheessa tehtyjä ratkaisuja arvioitiin myös Tahirin ja Wangin (2020) laatimien LEAGUÊ-viitekehysten analyysilomakkeissa esitettyjen kysymysten kautta. Lisäksi pelin kokonaisuutta tarkasteltiin LEAGUÊ-viitekehysten esittämien metriikoiden kautta. Metriikat ja kysymykset vaikuttivat myös koetilanteen ja loppukyselyn suunnitteluun.

Näiden lisäksi pelituotannon tarkistuslistana käytettiin Clarcken (2020) oppimispelille suunnittelemaa escapED-viitekehystä liitteen A kaaviota käyttäen. Sen kysymysten ja

huomioitavien asioiden listausten katsottiin täydentävän muita malleja sen varmistamisessa, että kaikkia keskeisiä oppimispelien suunnitteluun liittyviä tekijöitä oli pohdittu ja niihin liittyen oli tehty perustellut ratkaisut.

Kaikki pelin arviointi suoritettiin vain pelin kehittäjän toimesta. Tämän arvioidaan heikentäneen suunnittelumalleista saatua hyötyä. Ulkopuolinen arvioija olisi kyennyt havaitsemaan asioita ja esittämään näkemyksiä, joita pelin suunnittelussa hyvin syvällä ollut kehittäjä ei näiden suunnittelumallien avullakaan kyennyt itse huomaamaan.

3.2.2 Pelin toteutus

Codytute-tietokonepeli toteutettiin Unity-pelimoottorilla. Jotta pelin toteuttaminen oli mahdollista käytössä olevassa ajassa, hyödynnettiin prosessin nopeuttamiseksi seuraavia valmiita peli-asetteja, jotka ladattiin Unityn Asset Storesta:

1. SciFi Space Base
2. Jammo Character | Mix and Jam
3. PBR Mechanical Robots pack
4. TopDown Engine
5. Dialogue System for Unity
6. InGame Code Editor
7. Questionnaire Toolkit

Näistä ensimmäistä kolmea käytettiin rakentamaan pelin keskeiset visuaaliset elementit: koodikoulun avaruusaseman, Rusty-opiskelijarobotin ja opettajarobotit. Avaruusasema koottiin asettien tarjoamista paloista. Robottien ulkoasu puolestaan kaipasi vain pientä ulkoista hienosäätöä peliin sovittamiseksi. Kyseisten asettien valinnassa painotettiin visuaalista yhteensopivuutta ja teknistä käytettävyyttä.

TopDown Engine tarjosi valtaosan pelin tarvitsemasta perustoiminnallisuudesta. Dialogien ja koodaustehtäviä sisältävien ohjauspäätteiden esittämiseen käytettiin lisäksi asetteja 5 ja 6, jotka tarjosivat niihin kaivattuja toiminnallisuuksia. InGame-editoriin piti lisätä tuki Python-ohjelmointikielelle, jota siinä ei valmiina ollut.

Koodaustehtävien toteuttamiseen tarvittu koodi oli kirjoitettava itse. Rakennetun ratkaisun avulla Python-koodi saadaan suoritettua ja tulokset esitettyä pelin sisällä. Käytännössä Python-koodi suoritetaan tietokoneelle asennettua erillistä Python-ympäristöä käyttäen, ja koodin tulosteet ja virheviestit palautetaan pelin käsiteltäväksi. Näin peli voi tarkistaa tulostiko koodi halutun asian vai ei, sekä näyttää pelaajalle tulosteet ja virheviestit, jotta tämä voi arvioida koodiin tekemiensä muutosten vaikutuksia.

Python-koodin suoritusratkaisun toteutuksessa oli kiinnitettävä erityistä huomiota tietoturvaan. Opiskelijalle ei voitu antaa oikeuksia suorittaa mitä koodia hyvänsä. Siksi pelin sisään kirjoitettiin tarkistuksia ja rajoituksia suoritettavalle koodille. Oleellisin rajoitus oli Pythonin import-lauseen käytön estäminen, mikä rajoitti huomattavasti opiskelijan mahdollisuuksia kirjoittaa mahdollisesti haitallista koodia.

Viimeistä Questionnaire Toolkit -asettia käytettiin tutkielmaan liittyvän ohjeistuksen sekä esitieto- ja loppukyselyiden toteuttamiseen. Nämä kyselyt eivät varsinaisesti ole osa Codytute-tietokonepeliä. Koejärjestelyjen suoraviivaistamiseksi ne liitettiin kuitenkin kiinteäksi osaksi empiirisessä osuudessa käytettyä ohjelmistoa. Toteutus tehtiin erillisinä Unity-skeneinä, mikä mahdollistaa niiden poistamisen helposti pelin muista versioista.

Peliin liittyi myös kaksi tasokoetta, ennen ja jälkeen pelin pelaamista, jotka toteutettiin opettajan kanssa käytävinä dialogeina Dialogue System for Unity -asettia käyttäen. Myös nämä osuudet toteutettiin erillisinä Unity-skeneinä. Näin on myöhemmin helppo valita halutaanko ne osaksi muita pelin versioita vai ei.

Kaikkiin vaiheisiin lisättiin kattavat datankeruuminaisuudet siten, että pelin etenemisestä tallentui tietoa yhden kansion sisälle tallentuviin tiedostoihin. Tässä hyödynnettiin Unityn oman lokitoiminnallisuuden lisäksi Questionnaire Toolkit -asetin tallennusominaisuuksia. Näin kertynyt data kyettiin pelin pelaamisen jälkeen noutamaan koneelta helposti siirtämällä kyseinen kansio muistitikulle. Myös verkon kautta suoraan palvelimelle tallentuvaa datankeruuta harkittiin, mutta se arvioitiin koejärjestelyjen toteutusympäristö huomioiden liian riskialttiiksi ratkaisuksi.

4 Tutkimussuunnitelma

Tässä luvussa käydään ensin läpi tutkimuksen perusasetelma ja perustellaan tehdyt valinnat. Seuraavaksi tarkastellaan tutkimuksen pohjana olleita oppimistavoitteita. Tämän jälkeen esitellään tutkimuksen kohderyhmät ja niihin liittyvät olennaiset huomiot. Sitten kuvataan suunnitellut koejärjestelyt. Lopuksi käydään läpi opiskelijoille laadittu ohjeistus, esitietokysely ja loppukysely.

4.1 Tutkimuksen perusasetelma

Tutkimuksen tarkoituksena oli tarkastella oppimispelin toimivuutta ohjelmoinnin perusteiden kertaamisessa. Lisäksi tarkasteltiin kilpailutilanteen luomisen vaikutusta oppimistuloksiin.

Koejärjestelyä suunniteltaessa harkittiin myös vaihtoehtoa, jossa olisi tarkasteltu uuden materiaalin oppimista opetuspelin avulla. Lopulta päädyttiin kuitenkin käyttämään kertaustilannetta, minkä oleellimmat perustelut esitetään ohessa.

Uuden materiaalin opiskelusta pelejä käyttäen on olemassa useita aiempia tutkimuksia. Kirjallisuudesta löytyy sen sijaan hyvin vähän aiempia esimerkkejä pelien käytöstä jo opitun kertaamiseen. Näin ollen tämä järjestely vahvistaa empiirisen näytön kertymistä enemmän kuin vaihtoehto.

Kertaamiseen keskittyminen tarjosi varsin tarkan kuvan oppijoiden lähtötasosta, koska käytössä oli tieto saman opettussisällön aiemmista arvioinneista. Koska tarkoituksena oli selvittää opetuspelin ja kilpailutilanteen vaikuttavuutta, tämä helpotti pelin vaikuttavuuden erottelusta muista tekijöistä.

Aiemmin opetetun materiaalin kertaamisen katsottiin tasaavan eroja ohjelmointia itsenäisesti harrastaneiden edistyneempien opiskelijoiden sekä sitä vain oppilaitoksessa opiskelleiden välillä. Tämä tasoero on huomattava, kun opetetaan toisille täysin vierasta ja toisille jo entuudestaan tuttuja aiheita.

Tehtävien laadinta oli myös helpompaa sisällön kertaamisen tapauksessa. Oppijoiden voitiin olettaa ymmärtävän ne uutta materiaalia helpommin, koska he olivat tehneet saman tyyppisiä tehtäviä jo aiemmin.

4.2 Oppimistavoitteet

Tämän tutkielman koejärjestelyissä opetuspelin avulla kerrattiin Rakenteinen ohjelmointi - kokonaisuus. Kyseinen kokonaisuus oli jaettu hallinnollisista syistä kahteen osaan, mutta käytännössä kokonaisuuden opetus oli toteutettu yhtenäisenä jatkumona syyslukukauden kahden periodin aikana.

Turun ammatti-instituutin rakenteisen ohjelmoinnin kokonaisuudelle määrittelemät osaamistavoitteet ovat kuvassa 15.

Rakenteinen ohjelmointi 1

Opintokokonaisuuden suoritettuaan opiskelija osaa:

- ratkaista ongelman algoritmisesti (4 h)
- laatia yksinkertaisen algoritmin (4 h)
- selittää ohjelmitavan tietokoneen toimintaperiaatteen (4 h)
- kirjoittaa ohjelmointikielen lauseita (2 h)
- tulostaa ohjelmastaan ruudulle (2 h)
- käyttää muuttujia ja vakioita (8 h)
- käyttää eri tietotyyppejä (12 h)
- rakentaa ehtoja ohjelman suorituksen ohjaamiseen (4 h)
- käyttää peräkkäisyyttä, valintaa ja toistoa (16 h)
- pyytää ja käsitellä käyttäjän syötettä (4 h)
- kirjoittaa ohjelmia tiedostoon (2 h)
- ajaa kirjoittamansa ohjelman (1 h)
- lisätä ohjelmaan kommentteja (1 h)
- generoida ja käyttää satunnaislukuja (2 h)
- tuoda moduulin ohjelmansa käyttöön (4 h)

Rakenteinen ohjelmointi 2

Opintokokonaisuuden suoritettuaan opiskelija osaa:

- selittää säikeiden käyttöperiaatteen (4 h)
- selittää tapahtumien käyttöperiaatteen (4 h)
- käyttää taulukkoa/listaa (4 h)
- käyttää sanakirjaa (4 h)
- laatia funktion (4 h)
- palauttaa funktiosta arvon (2 h)
- käsitellä funktion argumentit (2 h)
- luoda moduulin (4 h)
- käsitellä tiedostoja ohjelmallisesti (4 h)
- tulkita poikkeusten virheraportteja (4 h)
- nostaa ja käsitellä poikkeuksia (6 h)
- kommentoida koodiaan järkevasti (2 h)
- etsiä ja korjata koodausvirheitä (8 h)
- kirjoittaa siistiä koodia (2 h)

Kuva 15: Rakenteisen ohjelmoinnin osaamistavoitteet.

Tätä tutkielmaa varten kokonaisuuden keskeinen sisältö jaettiin kuuteen eri aihepiiriin:

1. funktiokutsu, argumentti, merkkijono
2. muuttuja, sijoituslause
3. toistorakenteet
4. valintarakenteet, ehdon rakentaminen, totuusarvo
5. sanakirja, sijoituslause, lista
6. lista, metodin kutsu, argumentti

Tämän tutkielman koejärjestelyihin osallistuneiden opiskelijoiden oppimistavoitteena oli kerrata nämä keskeiset sisällöt. Tavoitteessa onnistumisen seurantaan varten järjestettiin kaksi tasokoea, joista toinen juuri ennen Codytute-pelin pelaamista ja toinen välittömästi sen jälkeen. Kummassakin tasokokeessa oli kuusi kysymystä, yksi kustakin aihepiiristä.

Konkreettiset tehtävät olivat näissä kahdessa tasokokeessa erilaiset. Aihepiirien järjestys kokeen sisällä pidettiin kuitenkin samana molemmissa kokeissa. Koekysymykset löytyvät liitteistä B (tasokoe 1) ja C (tasokoe 2).

Tasokokeet arvioitiin siten, että kustakin kysymyksestä sai 0-3 pistettä. Enimmäispistemäärä oli siten 12 pistettä. Pisteitä ei muutettu arvosanaksi, vaan niistä laskettiin tutkielman analyysejä varten keskiarvo.

Rakenteisen ohjelmoinnin kokonaisuutta tai sen kahta osaa ei arvioida ammatti-instituutissa arvosanalla, vaan opiskelijalle merkitään siihen joko suoritus kesken tai suoritettu. Molemmat rakenteisen ohjelmoinnin osat sisältyvät Ohjelmointi-nimiseen opintojen osaan, joka arvioidaan käyttäen ammatillisen koulutuksen arvosteluasteikkoa numerolla 1-5. Tämä opintojen osa arvioidaan työelämässä toteutettavan näytön perusteella.

4.3 Kohderyhmät

Tutkimuksen kohderyhmänä olivat Turun ammatti-instituutin tieto- ja viestintätekniikan perustutkintoa suorittavat 2. vuoden opiskelijat, jotka olivat valinneet ohjelmistokehittäjän osaamisalan. Opiskelijat oli ammatti-instituutissa jaettu kahteen luokkaan, joiden tunnukset olivat TIEV20P ja TIEV20N. Näistä ryhmistä käytetään tässä tutkielmassa merkintöjä P ja N. Opiskelijat olivat 15-17-vuotiaita, ja opiskelijoista kaikki yhtä lukuun ottamatta olivat miespuolisia.

Tutkimusta suunniteltaessa P-ryhmään kuului 25 ja N-ryhmään 24 opiskelijaa. Tiedossa oli, että P-ryhmästä yksi opiskelija oli siirtymässä pois ryhmästä. Ryhmien koon arvioitiin olevan riittävä merkittäväksi katsottavien tutkimustulosten keräämiseksi. Lisäksi ryhmät olivat hyvin samankokoiset, minkä arvioitiin helpottavan tulosten analysointia ja lisäävän tulosten vertailukelpoisuutta ryhmien välillä.

Ennalta tunnistettiin merkittäväksi eroksi ryhmien välillä se, että P-ryhmä oli kokonaan ammatillinen ja N-ryhmä kaksoistutkintoryhmä. Tämä tarkoittaa sitä, että N-ryhmä suoritti sekä ammatillista että lukiotutkintoa.

Kaksoistutkinnon suorittamisen vuoksi N-ryhmän opintoihin oli sisältynyt lukioaineita, joita P-ryhmällä ei ollut. P-ryhmän suorittamat yhteiset tutkinnon osat, jotka vastaavat sisällöltään lukion yleissivistäviä aineita, ovat huomattavasti lukiotasoa suppeammat.

Ohjelmoinnin kannalta on erityisen huomionarvoista, että N-ryhmän suorittamat matematiikan opinnot, myös lukion lyhyen matematiikan osalta, olivat olleet merkittävästi vaativampia kuin ammatillisiin opintoihin sisältyvä matematiikka. Näin ollen N-ryhmä oli yleisesti ottaen tottuneempi matemaattis-loogiseen ongelmanratkaisuun.

Ammatillisen P-ryhmän opiskelijat olivat puolestaan suuntautuneet täysin ohjelmistokehittäjän opintojen suorittamiseen. Tämä saattoi joidenkin kohdalla tarkoittaa korkeampaa motivaatiota opiskella ohjelmointia, mutta toisaalta jotkut saattoivat olla opiskelemassa vain pakon tai ulkoisen painostuksen vuoksi.

Ammatillisilla ryhmillä on mahdollisuus suorittaa huomattavasti enemmän ammatillisia valinnaisia aineita, koska kaksoistutkintolaisilla lukio-opinnot vievät noin puolet näihin varatuista tunneista. Tämä mahdollistaa P-ryhmälle huomattavasti laajemman ohjelmointiin liittyvän opetustuntimäärän, jos he valitsevat molemmat ammatilliset valinnaisaineensa ohjelmoinnin osaamisalalta. Tämä ero realisoituu kuitenkin vasta 3. opiskeluvuonna, joten tutkimushetkellä ryhmä ei ollut saanut tästä vielä etua.

P- ja N-ryhmällä oli tutkimuksen toteutushetkellä takanaan yhtä paljon ohjelmoinnin opetusta samojen opettajien samoilla materiaaleilla pitämänä. Kummassakin ryhmässä oli opiskelijoita, jotka ovat harrastaneet ohjelmointia myös itsenäisesti. Toisaalta kummassakin ryhmässä oli samoin opiskelijoita, jotka olivat ohjelmoineet vain koulutehtäviensä verran. Näiltä osin aiemman ohjelmointikokemuksen voitiin arvioida olevan ryhmissä suunnilleen yhtä suuri.

Yleisesti ottaen kaksoistutkintoryhmissä olevien opiskelijoiden opiskeluvalmiudet ovat paremmat, mikä näkyy eri oppiaineissa säännönmukaisesti kaksoistutkintolaisten keskimäärin parempana suoritustasona. Sama ilmiö on havaittavissa myös ohjelmoinnin opetuksessa, etenkin ensimmäisinä lukuvuosina, kun aihetta on vielä opetettu kaikille opiskelijoille yhtä paljon.

Ohjelmointi-nimisen opintojen osan sisältö on varsin monipuolinen, ja siihen sisältyy muutakin kuin suoranaista ohjelmointia. Lisäksi opiskelijoiden tekemät näytöt ovat niiden suorituspaikkoina toimivien työpaikkojen eroista johtuen hyvin erilaisia. Näistä syistä

Ohjelmointi-osan arvosanoja ei katsottu tämän tutkielman kannalta järkeväksi mittariksi opiskelijaryhmien lähtötason vertaamiseen.

Molemmat rakenteisen ohjelmoinnin osat olivat kuitenkin päättyneet lopputyöhön, joka oli arvioitu numeerisesti käyttäen ammatillisen koulutuksen arvosteluasteikkoa 1-5. Näiden vertaaminen katsottiin mielekkäämmäksi tavaksi mitata eroja opiskelijoiden ohjelmoinnin osaamisen lähtötasoissa.

Lopputöiden käyttäminen arvioinnissa muotoutui kuitenkin ongelmalliseksi rakenteinen ohjelmointi 2:n osalta. Kyseinen lopputyö osoittautui opiskelijoille haastavaksi, sillä monet heistä eivät onnistuneet suorittamaan sitä hyväksytysti ennen joululomaa. Tämän vuoksi heillä ei ollut lopputyöstä myöskään arvosanaa koetilanteeseen mennessä.

Tämän tutkielman kannalta lopputöiden suorittaminen hyväksytysti vasta koetilanteen jälkeen olisi mahdollisesti vääristänyt lähtötason arviointia. Myöhemmin lopputyön suorittaneet opiskelijat olisivat saaneet lisäopetusta ohjelmoinnissa koetilanteen jälkeen, jolloin lopputyöstä saatu arvosana ei olisi enää kuvannut koetilannetta edeltävää osaamista.

Edellä mainitun ongelman lisäksi toisen ryhmän vastuupettaja päätti merkitä ryhmänsä opiskelijoilla Ohjelmointi-osan arvioinnit tietojärjestelmään heidän suoritettuaan näytöt työelämässä, vaikka rakenteisen ohjelmoinnin suoritus olisikin vielä puuttunut. Opintojen osan arvosanojen merkitseminen johti kuitenkin samalla kaikkien siihen kuuluvien osien suoritettu-merkintään, myös rakenteinen ohjelmointi 2:n osalta. Tämän jälkeen näiltä opiskelijoilta ei voitu enää edellyttää lopputyön hyväksytyä suoritusta, koska opintokokonaisuus katsottiin jo suoritetuksi.

Opettajan arvion mukaan opiskelijoiden keskinäiset tasoerot eivät kuitenkaan olleet merkittävästi poikkeavia rakenteinen ohjelmointi 1:n ja 2:n aikana. Rakenteinen ohjelmointi 1:n lopputyö oli jokaisella koetilanteeseen osallistuneella opiskelijalla suoritettu hyväksytysti ja arvioitu. Siksi päätettiin tarkastella tätä tutkielmaa varten vain rakenteinen ohjelmointi 1:n lopputyön arvosanoja.

Tutkimukseen osallistuneiden opiskelijoiden rakenteinen ohjelmointi 1:n arvosanojen keskiarvo ammatillisessa opetuksessa käytetyllä arvosteluasteikolla 1-5 oli P-ryhmässä 1,65 ja N-ryhmässä 2,77. Tämän perusteella N-ryhmän lähtötaso oli selvästi P-ryhmää korkeampi.

Ryhmien välillä oli merkittävä ero myös erityisen tuen suunnitelmien määrässä. P-ryhmässä tällainen suunnitelma oli 4:llä opiskelijalla, N-ryhmässä 1:llä. Suunnitelman olemassaolo tarkoittaa sitä, että opiskelijalla on tunnistettuja oppimisvaikeuksia. Yleisimmät syyt erityisen tuen suunnitelmille ovat huono suomen kielen taito, jolloin opiskelijan äidinkieli on lähes poikkeuksetta jokin muu kuin suomi, sekä käyttäytymisen ja keskittymisen häiriöt kuten ADHD.

Kummankin ryhmän opiskelijoilla oli joululomasta johtuen ollut 7 viikon tauko ohjelmoinnin opetuksessa rakenteisen ohjelmoinnin lopputyön ja kertaamisen välillä. Osa opiskelijoista oli luonnollisesti saattanut ohjelmoida myös loman aikana.

4.4 Koetilanteen etenemissuunnitelma

Tutkimus toteutettiin kummallekin ryhmälle samansisältöisenä siten, että toteutuskerrassa oli tunnistettavissa kuusi eri vaihetta:

1. Ohjeistus
2. Esitietokysely
3. Tasokoe 1
4. Codytute-peli
5. Tasokoe 2
6. Loppukysely

Kaikki vaiheet oli rakennettu samaan ohjelmistoon, joka avasi käynnistyessään ensin ohjeistuksen ja eteni sitten vaiheittain loppukyselyn lähettämiseen saakka. Ohjelmisto tallensi taustalla tietoa pelaajan etenemisestä kaikissa vaiheissa, mukaan lukien pelaajan vastaukset pelin sisältämiin tehtäviin, esitieto- ja loppukyselyiden vastaukset sekä molempien tasokokeiden vastaukset.

Ohjelmiston tallentamat tiedot kerääntyivät kullakin tietokoneella paikallisesti yhteen hakemistoon. Kokeen jälkeen nämä hakemistot kerättiin muistitikulle joka koneelta. Pelaaja ei ollut tunnistettavissa ohjelmiston tallentamista tiedoista.

Anonymiteetin lisäämiseksi muistitikulle kerääminen tehtiin numeroimalla pelaajilta tallennetut tiedot sisältävät hakemistot satunnaiseen järjestykseen, jonka jälkeen ei ollut

tunnistettavissa, miltä koneelta kukin hakemisto oli peräisin. Näin saatuja satunnaisia numeroita käytettiin tulosten analysoinnissa osallistujien tunnisteina.

Ohjeistus luettiin ääneen suullisesti ennen ohjelmistojen käynnistämistä. Lisäksi sama teksti näytettiin kirjallisesti ohjelmiston käynnistyessä. Ohjeistuksen tarkoituksena oli selventää opiskelijoille koetilanteen kulku ja sen aikana noudatettavat säännöt. Annettu ohjeistus on liitteenä D.

Vaiheissa 2, 3, 4, 5 ja 6 opiskelijoille esitettiin kysymyksiä ja väittämiä, joihin viitataan tässä tutkielmassa niihin liitetyillä koodeilla. Kysymykset ja väittämät koodeineen esitellään luvussa 4.5 Ohjeistus ja kyselyt. Valtaosa näistä kohdista oli väittämiä, joihin vastaamiseen käytettiin viisiportaista Likert-asteikkoa skaalalla ”täysin eri mieltä” – ”täysin samaa mieltä”.

Vaiheessa 4 osallistujilla oli yksi tunti aikaa läpäistä peli. Osallistujan läpäistyä pelin tai ajan tultua täyteen ohjelmisto siirtyi vaiheeseen 5 ja sen jälkeen edelleen automaattisesti viimeiseen vaiheeseen 6.

4.5 Kyselyiden laatiminen

Pelaajille tehdyt tasokokeet on esitelty luvussa 4.2 Oppimistavoitteet. Tässä alaluvussa esitellään pelaajille esitetyt esitietokysely ja loppukysely.

4.5.1 Esitietokysely

Esitietokyselyssä koehenkilöiltä kysyttiin taustatietoja, joista arvioitiin saattavan olla hyötyä kertyneen datan analysoinnissa. Kyselyn kysymykset kehitettiin pääsääntöisesti itsenäisesti, pyrkien tekemään kyselystä kattava, muttei kuitenkaan turhauttavan pitkä. Kysymysten laadintaan saatiin jonkin verran inspiraatiota aiemmasta tutkimuskirjallisuudesta, etenkin Kiilin (2005) ja Martinsin ym. (2019) käyttämistä kysymyksistä. Esitietokyselyn kysymykset ovat liitteenä E.

Usein vastaavissa esitietokyselyissä kysytään sukupuolta ja ikää, mutta tässä tapauksessa niitä ei kysytty tutkimuseettisistä syistä. Koko koeryhmässä oli vain yksi naispuolinen henkilö, jonka vuoksi sukupuolen kysyminen olisi mahdollistanut hänen yksilöimisensä. Suurin ikäero koko ryhmässä oli alle kaksi kalenterivuotta, millä ei arvioitu olevan käytännön vaikutusta, ja nuorimmat sekä vanhimmat henkilöt olisivat olleet helpohkosti yksilöitävissä ikänsä perusteella, jos sitä olisi kysytty vuoden tarkkuudella.

Esitietokyselyssä kysyttiin, onko vastaajan äidinkieli suomi, koska ryhmissä oli useampia vieraskielisiä, joille kysymysten ymmärtämisen arvioitiin olevan haastavampaa. Kyselyssä kartoitettiin myös vastaajan näkemyksiä omasta ohjelmoinnin osaamisestaan, koska opiskelijoiden lähtötasoissa tiedettiin olevan huomattavia eroja.

Loppukyselyllä selvitettiin pelaajien omia ajatuksia Codytute-pelin käyttämisestä opetuksessa, sen vaikutuksia pelaajien oppimismotivaatioon, pelin laatutekijöitä sekä pelin koettua vaikutusta pelaajien oppimiseen. Näiden kartoittamiseksi kysymykset jaettiin useaan luokkaan, joista kustakin esitettiin useampi kysymys.

4.5.2 Loppukysely

Sellaisenaan tähän tutkimukseen soveltuvaa kyselypohjaa ei löydetty aiemmasta tutkimuskirjallisuudesta. Siksi päädyttiin laatimaan uusi loppukysely, jossa kuitenkin hyödynnettiin useita aiemmin käytettyjä kyselypohjia. Merkittävästi loppukyselyn laatimiseen vaikuttaneet pohjat on kerätty liitteeseen F. Seuraavaksi käydään läpi tärkeimmät huomiot kustakin näistä kyselypohjista tämän tutkielman kannalta.

Fu ym. (2009) esittelivät EGameFlow-asteikon mittaamaan opiskelijoiden nautintoa heidän pelattuaan oppimispeliä. He käyttivät asteikkona 56 väittämää, jotka mittasivat kahdeksaa ulottuvuutta: keskittymistä, tavoitteiden selkeyttä, palautetta, haastavuutta, autonomiaa, immersiota, sosiaalista vuorovaikutusta ja tietämyksen lisääntymistä. Väittämiin vastattiin seitsenportaista Likert-asteikkoa käyttäen. Validoituaan asteikkonsa 166 käyttäjän kanssa, Fu ym. päätyivät tilastollisen analyysinsa perusteella karsimaan osan väittämistä, ja lopulliseen asteikkoon niitä jäi 42. Liitteessä F näkyvät kaikki alkuperäiset 56 väittämää ulottuvuuksineen, mutta karsitut on merkitty luetteloon erikseen.

EGameFlow-asteikko pohjautuu Csíkszentmihályin (1990) flow-teoriaan, joka on toinen tässä tutkielmassa käytetyistä motivaatioteorioista. Väittämät kartoittavat myös autonomian ja sosiaaliseen vuorovaikutuksen ulottuvuuksia, jotka soveltuvat itsemääräämisteorian mukaiseen motivaation sekä tämän tutkielman tarkastelukohteisiin kuuluvan yhteisöllisyyden mittaamiseen. Useissa ulottuvuuksissa on myös kysymyksiä, joiden avulla voidaan mitata tässä tutkielmassa esiteltyjen taustateorioiden mukaisia oppimispelin laatutekijöitä. Näin ollen EGameFlow-asteikosta poimittiin loppukyselyyn suoraan tai muunneltuina useita soveltuvaksi katsottuja väittämiä.

Wrzesien ja Alcañic Raya (2010) käyttivät 18 väittämää mittamaan käyttäjien kokemuksia E-Junior-virtuaalimaailman käyttämisestä Välimeren ekosysteemeistä oppimiseen. Nämä kysymykset olivat hyvin kohdennettuja kyseiseen oppisisältöön, mutta yleisemmiksi muunnettuna ne olivat osin sovellettavissa myös ohjelmoinnin opetuksessa käytettävän oppimispelin arviointiin. Tämä kysely vaikutti erityisesti oppisisältöön liittyviä asenteita ja opiskelijoiden itse kokemaa oppimista mittaaviin väittämiin.

Shi ja Shih (2015) muotoilivat 35 väittämää oppimispelin laatutekijöiden mittaamiseen. Väittämiin vastataan viisiportaista Likert-asteikkoa käyttäen. Väittämät sisältävät heidän esittelemänsä GBL-mallin osa-alueiden lisäksi Flow-kategorian, jonka väittämillä mitataan oppijoiden motivaatiota flow-kokemuksen kautta.

Monet Shin ja Shihin väittämät mittasivat oppimispelin pelillisen puolen ominaisuuksia tavalla, joka soveltui pelisuunnittelun ja pelin teknisen toteutuksen laadun mittaamiseen. Heidän väittämänsä vaikuttivat loppukyselyssä erityisesti näitä laatutekijöitä sekä pelikokemusta mittaaviin väittämiin.

Martins ym. (2019) rakensivat 17 kohdan kyselyn mittaamaan opiskelijoiden tyytyväisyyttä pelien käyttämisestä ohjelmoinnin opetukseen. Kysymyksistä 10:een vastattiin viisiportaista Likert-asteikkoa käyttäen, loput olivat vaihtelevasti avoimia kysymyksiä tai muita monivalinta-asteikkoja. Kysely oli laadittu samankaltaista oppisisältöä ajatellen kuin tässä tutkielmassa käytetty. Monet kohdat oli myös muotoiltu mittaamaan juuri tähän oppisisältöön liittyviä näkemyksiä. Lisäksi tämä kysely mittasi kurssimuotoiseen ja opettajavetoiseen koulutukseen liittyviä asioita, vaikkakin yliopistotasolla. Kyselyä pystyi hyödyntämään erityisesti oppisisältöön ja oppimiskokemukseen liittyvien kysymysten muotoilussa.

Lopuksi Shute ym. (2021) mittasivat 17 väittämän avulla opiskelijoiden tyytyväisyyttä oppimispelin käyttöön fyysiikan opetuksessa. Väittämiin vastattiin viisiportaista Likert-asteikkoa käyttäen. Nämä väittämät olivat selkeästi ilmaistuja, ja niitä hyödynnettiin tämän tutkielman loppukyselyä laadittaessa sekä kokemuksia kartoittavien kysymysten sisällön että väittämien kieliäsuun muotoiluun.

Tätä tutkielmaa varten rakennettiin esiteltyjen kyselyiden pohjalta loppukysely, jonka väittämiin vastattiin viisiportaista Likert-asteikkoa käyttäen. Asteikon toinen ääripää oli ”täysin eri mieltä” ja toinen ”täysin samaa mieltä”. Vastaukset koodattiin numeerisesti välille 1-5, missä 1 oli täysin eri mieltä ja 5 täysin samaa mieltä.

Loppukyselyn kysymykset jaettiin seuraaviin luokkiin:

1. autonomisuus (A)
2. kompetenssi (K)
3. yhteenkuuluvuus (Y)
4. nautinto (N)
5. laatu (L)
6. uppoutuminen (U)
7. pelin mielekkyys (M)
8. oppimiskokemus (O)

Luokat A, K ja Y kartoittivat vaikutuksia oppimismotivaatioon itsemääräämisteorian mukaisella jaolla. Luokat N, L ja U tarkastelivat pelin laatutekijöitä, L-luokka yksityiskohtaisemmin teknistä laatua ja muut luokat taustateorioissa tunnistettuja kokemusperustaisia laatutekijöitä. Luokka M tarkasteli pelaajien näkemyksiä pelien – erityisesti Codytute-tietokonepelin – koetusta mielekkyydestä ohjelmoinnin opetuksessa. Luokka O kartoitti pelaajien omia näkemyksiä heidän oppimisestaan pelin avulla.

Väittämät K4, K5, L3, U2 ja M4 ovat negatiivisia, minkä vuoksi niiden muuttujat on analyysivaiheessa käännetty tunnuslukuja laskettaessa. Tässä tutkielmassa esitetyissä vastausten jakaumien palkkikaavioissa muuttujia ei ole käännetty, vaan tulokset on esitetty sellaisenaan.

Loppukysely löytyy kokonaisuudessaan taulukosta 1.

Taulukko 1: Loppukyselyn väittämät.

Autonomisuus

- A1 tunsin päättäväni itse mitä pelihahmo tekee
- A2 tunsin ohjaavani pelin tapahtumia
- A3 pelihahmo toimi käskyjeni mukaan
- A4 pystyin vaikuttamaan pelin tapahtumiin

Kompetenssi

- K1 ymmärsin aina mitä minun pitää pelissä tehdä
- K2 taitoni kasvoivat pelin edetessä
- K3 peli tarjosi riittävästi tukea siinä etenemiseen
- K4 koodaustehtävät olivat liian vaikeita
- K5 opettajarobottien kysymykset olivat liian vaikeita

Yhteenkuuluvuus

- Y1 tunsin toimivani yhdessä luokkakavereideni kanssa
- Y2 luokkamme yhteishenki parani
- Y3 vuorovaikutus luokassamme lisääntyy (esim. keskustelu)
- Y4 tunsin olevani tärkeä luokkamme jäsen

Nautinto

- N1 nautin pelaamisesta
- N2 haluaisin pelata tästä pelistä pidempää versiota
- N3 suosittelisin tätä peliä ystävilleni

V1 vapaa sana edellisistä aiheista: autonomisuus, kompetenssi, yhteenkuuluvuus, nautinto (pitkä tekstikenttä)

Laatu

- L1 pelin ulkoasu oli riittävän hyvä
- L2 opin pelin toiminnot helposti
- L3 pelin käytettävyyden ongelmat häiritsivät
- L4 liikkuminen pelissä oli sujuvaa
- L5 pelin tapahtumat liittyivät ohjelmoinnin oppimiseen
- L6 peli antoi heti palautetta valintojeni vaikutuksista
- L7 sain heti tietää onnistuinko jossakin vai en
- L8 pelin tavoite esitettiin pelin alussa
- L9 tehtävien vaikeustaso kasvoi pelin edetessä

Uppoutuminen

- U1 pysyin keskittyneenä peliin
- U2 väsyin pelatessani peliä
- U3 kiinnitin tavallista vähemmän huomiota ympäristööni
- U4 en välillä huomannut ajan kulumista
- U5 unohdin joksikin aikaa mielessäni pyörivät murheet

V2 vapaa sana edellisistä aiheista: laatu, uppoutuminen (pitkä tekstikenttä)

Pelin mielekkyys

- M1 pelit voivat tehokkaasti tukea oppimista
- M2 tämän kaltainen peli sopii ohjelmoinnin opettamiseen
- M3 Codytute-peli auttaa ohjelmoinnin oppimisessa
- M4 olisin kerrannut asiat mieluummin normaalilla opetuksella kuin pelillä
- M5 peli antoi riittävästi apua etenemiseen

Oppimiskokemus

- O1 pärjäsin pelissä hyvin
- O2 olin pelissä taitava
- O3 kiinnostukseni ohjelmointia kohtaan kasvoi
- O4 Python-ohjelmoinnin asiat palasivat mieleeni
- O5 opin uusia Python-ohjelmoinnin taitoja
- O6 sovelsin ohjelmointia uusilla tavoilla

V3 vapaa sana edellisistä aiheista: pelin mielekkyys, oppimistulokset (pitkä tekstikenttä)

5 Koejärjestelyt

Tässä luvussa esitellään käytännön koejärjestelyjen toteutus. Aluksi selitetään koetilanteen valmisteluun liittyvät yleiset asiat. Sitten kuvataan koetilanteen kulku.

5.1 Koetilanteen valmistelut

Ryhmistä myöhemmin pelivuorossa ollut N-ryhmä valittiin koeryhmäksi. Heille kerrottiin ryhmän kilpailevan kokonaisuutena P-ryhmää vastaan. Koko ryhmän keräämät pisteet sanottiin laskettavan yhteen ja näistä laskettavan keskiarvo ryhmien koosta johtuvien erojen tasaamiseksi.

Aiemmin osuutensa tehnyt P-ryhmä toimi kontrolliryhmänä, jolle ei tuotu ilmi mitään kilpailutilanteeseen viittaavaa. Valinta ryhmien välillä tehtiin sen perusteella, että näin kumpikaan ryhmä ei voinut tietää kilpailutilanteesta etukäteen, vaikka joku kontrolliryhmästä olisikin keskustellut koeryhmäläisen kanssa toteutuskertojen välillä.

Koetilanne järjestettiin Turun ammatti-instituutissa opiskelijoiden työjärjestyksen mukaisilla olio-ohjelmoinnin oppitunneilla, joihin suunniteltuna aiheena oli rakenteisen ohjelmoinnin kertaus. Näille oppitunneille oli jo ennalta varattu ajankohtien lisäksi myös koejärjestelyjen kannalta soveltuvat opetustilat, joita kyettiin hyödyntämään. Koetilanteen järjestämiselle hankittiin tarvittavat luvat Turun ammatti-instituutin Juhannuskukkulan koulutalon TVT ja media -alan koulutuspäälliköltä.

5.2 Koetilanteen kulku

Kertaus toteutettiin joululoman jälkeen ensimmäisillä ohjelmoinnin opetuskerroilla, P-ryhmän osalta tiistaina 11.1.2022 ja N-ryhmän osalta torstaina 13.1.2022. Vaikka välissä oli jonkin verran aikaa, ryhmät eivät tietävästi ole olleet juurikaan yhteyksissä toisten ryhmien opiskelijoihin, joten riski tietovuodoille P-ryhmästä N-ryhmään arvioitiin hyvin pieneksi.

Tutkimuksen suunnitteluvaiheessa nämä opiskelijaryhmät olivat lähes samansuuruiset. Osaamisalan vaihtamisien, opintojen keskeyttämisen ja päiväkohtaisten poissaolojen johdosta tutkimuksen toteutuksen aikaan ryhmien kokoero muodostui kuitenkin yllättäen huomattavan suureksi. Tutkimukseen osallistui lopulta P-ryhmästä 20 ja N-ryhmästä 13, eli kaikkiaan 33 opiskelijaa.

Koejärjestely toteutettiin molemmille ryhmille samassa luokkatilassa. He olivat käyttäneet kyseistä tilaa jo rakenteisen ohjelmoinnin opintojen aikana, joten se oli heille entuudestaan tuttu. Luokan koneille asennettiin Codytute-peli ennen P-ryhmän kertauspäivää siten, ettei luokassa asennuksen ja kertauksen välissä käynyt muita ryhmiä.

Ryhmien pelaamiskertojen välissä koneista tyhjennettiin kaikki P-ryhmän pelaamisesta jääneet jäljet. Näin ollen N-ryhmä ei voinut löytää koneilta peliin liittyviä tietoja, joita aiemmalta ryhmältä niihin kertyi. Laajempaa pelin tai käyttöjärjestelmien uudelleenasetusta ei opetuskertojen välillä ollut mahdollista toteuttaa.

P-ryhmän kohdalla havaittiin yllättäen, että peli ei tunnistanutkaan koneille asennettua Python-ympäristöä. Ongelma ratkaistiin asentamalla koneille Microsoft Storen tarjoama Python, jonka peli onnistuneesti löysi. Tästä aiheutui valitettavaa viivettä ja sekaannusta P-ryhmän suoritukseen, joka saattoi vaikuttaa joidenkin opiskelijoiden suoritukseen. Tätä ei pystytty kerätystä datasta arvioimaan.

Ongelman syyksi todettiin, että pelin käyttämä tapa hakea Python-asennuksen polku ei näissä Windows-järjestelmissä löytänyt Pythonin virallisten asennuspakettien kautta asennettua Python-versiota. Ammatti-instituutin oppilaskoneissa Python oli asennettu nimenomaan näitä virallisia paketteja käyttäen. Peli oli toiminut ongelmitta kahdessa eri ympäristössä, joita käytettiin sen kehityksen aikana, ja joissa Python oli myös asennettu virallisista paketeista. Ammatti-instituutin oppilaskoneiden toimintaympäristö poikkesi niistä siten, että Pythonia ei ollut lisätty Windowsin PATH-ympäristömuuttujaan.

Peliä ei ollut testattu ammatti-instituutin järjestelmissä riittävän kattavasti, koska ennalta käytössä ollut luokka-aika riitti vain asennuksiin ja ohjelman käynnistymisen varmistamiseen. Nämä kokemukset korostavat osaltaan tarvetta riittävän kattavaan testaamiseen aidossa toimintaympäristössä ennen minkään ohjelmiston käyttämistä opetuksessa.

Kahdella P-ryhmän opiskelijalla ilmeni myös kaksi erilaista koodaustehtäviin liittyvää ongelmaa, joiden vuoksi pelin pelaaminen ei ollut mahdollista. Heidän oli vaihdettava konetta voidakseen jatkaa. Vaihdettuaan konetta he aloittivat ohjelmiston suorituksen alusta, eli tekivät myös esitietokyselyn ja tasokokeen 1 uudestaan.

Näiden ongelmien vaikutusta kyseisten kahden opiskelijan suoritukseen ei voitu analyysissä kontrolloida tunnistamatta datasta kyseisiä opiskelijoita. Koska he eivät olleet kyenneet

suorittamaan yhtäkään kertaavaa tehtävää pelissä ennen koneen vaihtoa, tilanteesta ei arvioitu olleen merkittävää haittaa tulosten luotettavuudelle.

N-ryhmässä kahden opiskelijan kohdalla peli jumittui koetilanteen aikana, ja heidän piti aloittaa alusta uudella koneella. Molempien tapauksessa ongelma ilmeni noin tunnin kuluttua koetilanteen alusta, mutta eri pelitilanteessa. Tämän vaikutusta opiskelijoiden suoritukseen ei voitu kontrolloida tunnistamatta datasta kyseisiä opiskelijoita.

Opiskelijoilta kerättyjen vastausten perusteella yhden opiskelijan vastaukset päädyttiin poistamaan, koska hän oli vastannut kaikkiin loppukyselyn Likert-kysymyksiin saman vaihtoehdon ja tasokokeisiin vain tyhjää. Tästä poistosta johtuen N-ryhmän datassa ei näy opiskelijaa id:llä 1. Samalla N-ryhmän todellinen opiskelijamäärä tämän tutkielman kannalta putoaa 12:een.

Opiskelijoille ilmoitettiin koetilanteen aluksi kellonaika, jolloin oppitunti jatkuisi. Koejärjestelyihin kuuluneen ohjeistuksen mukaisesti tämä oli kahden tunnin kuluttua koetilanteen alusta. Kun opiskelija oli tehnyt kaikki koetilanteeseen kuuluvat vaiheet, hän sai siirtyä tauolle oppitunnin jatkumiseen asti. Tauon ajaksi oli poistuttava luokkatilasta.

Oppitunnin jatkuessa ilmoitettuna aikana molemmille ryhmille tarjottiin vielä mahdollisuus keskustella koetilanteesta. Keskustelua syntyi hyvin vähän, mutta kaikki huomiot kirjattiin muistiin. Dataa analysoitaessa voitiin kuitenkin havaita, että keskustelussa esiin nousseet asiat ilmenivät kattavasti jo loppukyselyn vastauksista.

6 Tulokset

Tässä luvussa tarkastellaan ensin tuloksia erikseen oppimistulosten, oppimispelin käytön mielekkyyden ja oppimismotivaation kannalta. Sitten tarkastellaan missä määrin Codytute-tietokonepeli opiskelijoiden mielestä täytti oppimispelin tekniset laatutekijät. Lopuksi tarkastellaan erikseen opiskelijoiden kokemuksia Codytute-tietokonepelin tarjoaman tuen riittävydestä, koska havainnot antoivat aihetta syventyä tähän kysymykseen tarkemmin.

6.1 Oppimistulokset

Taulukoissa 1 ja 2 on esitetty ryhmien tasokokeiden 2 pisteytykset, keskiarvot sekä keskiarvojen muutos tasokokeesta 1 tasokokeeseen 2. Merkinnät P1-P6 viittaavat loppukokeen 2 kysymysten 1-6 pisteisiin.

Taulukko 2: P-ryhmän tasokokeiden tulokset.

id	P1	P2	P3	P4	P5	P6	KA	Muutos
1	3	3	1	2	3	3	2,50	-0,17
2	2	2	2	2	2	3	2,17	0,67
3	1	3	1	2	3	3	2,17	-0,17
4	1	3	3	3	3	3	2,67	0,50
5	2	2	0	2	0	2	1,33	-0,33
6	2	2	0	0	0	2	1,00	-0,67
7	2	2	0	0	0	1	0,83	0,00
8	0	3	2	1	0	2	1,33	0,17
9	2	2	2	2	0	3	1,83	0,33
10	2	2	0	2	1	0	1,17	-0,17
11	0	0	0	0	0	0	0,00	-0,33
12	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
13	0	0	0	0	0	0	0,00	-0,50
14	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
15	0	3	0	0	0	0	0,50	0,50
16	2	2	0	3	0	0	1,17	-0,33
17	0	0	0	0	0	0	0,00	-0,17
18	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
19	2	2	0	2	1	2	1,50	-0,17
20	0	3	0	0	1	2	1,00	0,33
Keskiarvo	1,05	1,70	0,55	1,05	0,70	1,30	1,06	-0,03
Muutos	0,05	0,10	-0,50	0,20	0,20	-0,20		

Taulukko 3: N-ryhmän tasokokeiden tulokset.

id	P1	P2	P3	P4	P5	P6	KA	Muutos
2	3	3	3	3	3	3	3,00	0,33
3	3	3	2	2	3	3	2,67	0,50
4	2	3	1	3	3	2	2,33	-0,50
5	1	3	1	1	1	1	1,33	-0,17
6	1	2	2	2	0	2	1,50	-0,50
7	3	3	0	3	2	3	2,33	0,17
8	2	2	2	2	0	2	1,67	-0,83
9	2	3	3	3	0	0	1,83	0,17
10	2	2	0	2	2	2	1,67	0,17
11	3	3	3	3	3	3	3,00	0,50
12	2	2	0	0	1	1	1,00	0,00
13	3	3	0	3	2	3	2,33	0,17
Keskiarvo	2,25	2,67	1,42	2,25	1,67	2,08	2,06	0,00
Muutos	0,25	0,17	-1,33	0,00	0,58	0,33		

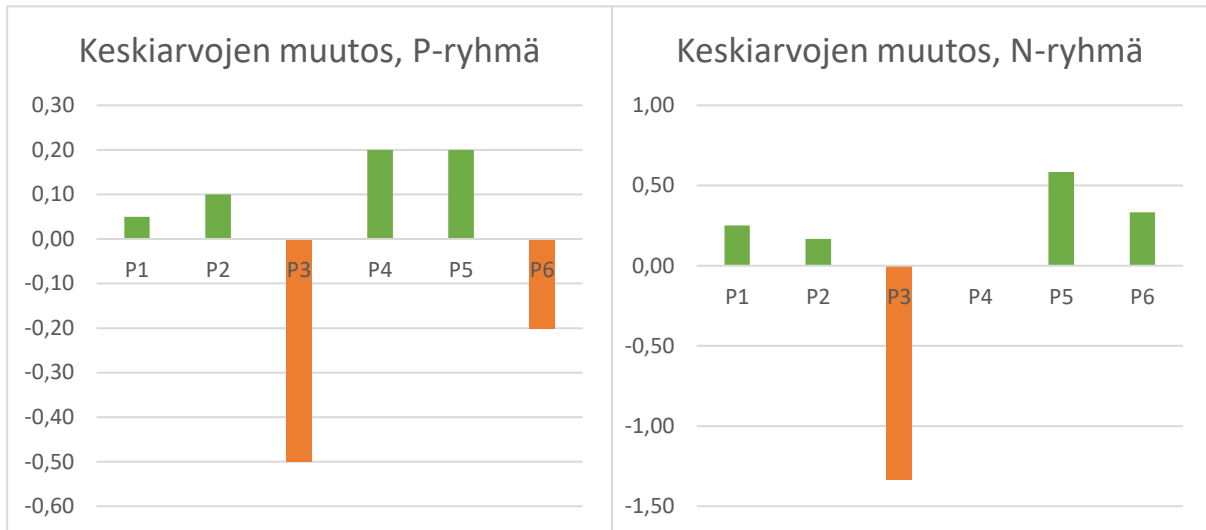
Jokaisen opiskelijan kohdalla on esitetty kyseisen opiskelijan saamat pisteet tasokokeen 2 kustakin kysymyksestä, pisteiden keskiarvo sekä keskiarvon muutos tasokokeeseen 1 verrattuna. Lisäksi on esitetty kunkin kysymyksen kohdalla kaikkien opiskelijoiden pisteiden keskiarvo kyseisestä kysymyksestä sekä tämän keskiarvon muutos verrattuna vastaavan aihealueen kysymykseen tasokokeessa 1. Taulukoiden oikeaan alanurkkaan on laskettu kokonaiskeskiarvo kaikkien ryhmän opiskelijoiden keskiarvoista sekä muutos tässä kokonaiskeskiarvossa verrattuna tasokokeeseen 1.

Arviointi on tehty asteikolla 0-3, joten myös keskiarvo on tällä välillä. Tuloksissa yli 2,5 keskiarvoa voidaan pitää erinomaisena, 2-2,5 keskiarvoa hyvänä, 1,5-2 keskiarvoa tyydyttävä ja 1,5 alemmaa keskiarvoa heikkona.

Ryhmien välillä on arvioinnissa saatujen pisteiden valossa selvä osaamisero. N-ryhmän pisteiden kokonaiskeskiarvo on kokonaisen arvosteluyksikön verran P-ryhmän keskiarvoa korkeampi. Tämä ero on rakenteisen ohjelmoinnin lopputöistä saatujen arviointien perusteella täysin odotettu.

Kokonaiskeskiarvossa ei kuitenkaan tapahtunut kummassakaan ryhmässä juurikaan muutosta tasokokeiden 1 ja 2 välillä. N-ryhmässä muutosta ei ollut lainkaan, vaan kokonaiskeskiarvo on täysin sama. P-ryhmässäkin muutos oli hyvin pieni, -0,03, eikä selvästikään tilastollisesti merkitsevä. Tämä pieni muutos tapahtui vieläpä negatiiviseen suuntaan, eli opiskelijat pärjäivät oppimispelin jälkeisessä tasokokeessa 2 hieman huonommin kuin sitä edeltäneessä tasokokeessa 1.

Näiden tulosten perusteella oppimispelin pelaaminen ei vaikuttanut oppijoiden osaamiseen tasokokeissa testatuissa aiheissa. N-ryhmälle esitetty kilpailuasetelma ei myöskään aiheuttanut merkittävää eroa ryhmien suorituksessa tässä suhteessa.



Kuva 16: Kysymyskohtaisten keskiarvojen muutokset.

Pohdittaessa syytä tälle tulokselle tarkasteltiin yksittäisten kysymysten keskiarvojen muutoksia, joita on havainnollistettu kuvassa 16. Huomio kiinnittyi silmukoiden osaamista testanneen kysymyksen P3 pistekeskiarvojen muutokseen.

Kysymyksen P3 keskiarvon muutos on molemmissa ryhmissä huomattavan suuri ja negatiivinen. Tasokokeen 2 silmukoita testaavassa kysymyksessä on siis yleisesti pärjätty selvästi heikommin kuin tasokokeessa 1. Tämä on merkittävää, sillä tämä kysymys on kaikkein selvimmän erilainen kahden tasokokeen välillä. Kysymykset olivat:

- Tasokoe 1: Millä rivillä aloitat ikuisen silmukan?
- Tasokoe 2: Millä rivillä aloitat silmukan, joka sijoittaa listan opiskelijat alkiot vuorotellen muuttujaan opiskelija?

Opiskelijat ovat aiemmin oppineet käyttämään ensimmäisen kaltaisen ongelman ratkaisuun `while`- ja jälkimmäiseen `for`-silmukkaa. Aiemman opetuksen aikana ikuinen silmukka on luotu `while`-silmukalla useimmissa rakenteisen ohjelmoinnin harjoitustehtävissä, joten se on opetuksen aikana tullut erityisen tutuksi. Opetuksessa `for`-silmukkaa on käytetty useassa tehtävässä, muttei läheskään yhtä usein kuin ikuista `while`-silmukkaa.

Pelissä `while`-silmukkaa ei käytetty, mutta tasokoe 1:n kysymys ikuisesta silmukasta esitettiin ennen pelin alkua. Pelin aikana yhdessä tehtävässä piti tulkita kahta `for`-silmukkaa, mutta vain yhdessä tehtävässä kirjoittaa yksinkertainen `for`-silmukka. Avointen vastausten ja koetilanteen jälkeen pidetyn keskustelun perusteella tätä tehtävää pidettiin vaikeimpana.

Tasokokeessa 1 tehtävä P3 oli N-ryhmällä selvästi parhaiten osattu (ryhmän keskiarvo 2,75). P-ryhmässä se oli arviointien perusteella osattu hieman keskiarvoa heikommin. 5 opiskelijaa oli kuitenkin ymmärtänyt kysymyksen muotoon ”monennellako rivillä”, ja vastannut sen mukaisesti saaden 0 pistettä.

Yllä olevien tekijöiden arvioitiin mahdollisesti vääristävän tuloksia kysymyksen P3 kohdalla. Siksi päätettiin tarkastella tuloksia myös siinä tapauksessa, että kysymys P3 poistetaan analyysistä. Tämän tarkastelun tulokset on esitetty opiskelijakohtaisten keskiarvojen osalta taulukossa 4.

Taulukko 4: Keskiarvot ilman kysymystä P3.

P			N		
id	KA-P3	M-P3	id	KA-P3	M-P3
1	2,8	0,2	2	3,00	0,40
2	2,2	0,8	3	2,80	0,80
3	2,4	0,2	4	2,60	-0,20
4	2,6	0,6	5	1,40	0,20
5	1,6	0,2	6	1,40	-0,40
6	1,2	-0,8	7	2,80	0,80
7	1	0	8	1,60	-0,80
8	1,2	-0,2	9	1,60	0,20
9	1,8	0,4	10	2,00	0,80
10	1,4	0,2	11	3,00	0,60
11	0	-0,4	12	1,20	0,00
12	0	0	13	2,80	0,80
13	0	-0,6	Keskiarvo	2,18	0,27
14	0	0			
15	0,6	0,6			
16	1,4	0,2			
17	0	-0,2			
18	0	0			
19	1,8	-0,2			
20	1,2	0,4			
Keskiarvo	1,16	0,07			

Näin tarkasteltuna tasokokeilla mitatussa oppimisessa vaikuttaa tapahtuneen positiivista muutosta molemmissa ryhmissä. Siksi katsottiin aiheelliseksi varmistaa t-testin avulla ovatko havaitut muutokset tilastollisesti merkitseviä. T-testien tulokset on esitetty taulukoissa 5 ja 6.

Taulukko 5: T-testin tulokset, P-ryhmä.

Parittainen kahden otoksen t-testi keskiarvoille	P-ryhmä	
	<i>Tasokoe 1</i>	<i>Tasokoe 2</i>
Keskiarvo	1,09	1,16
Varianssi	0,671473684	0,890947368
Havainnot	20	20
Pearsonin korrelaatio	0,905835183	
Arvioitu keskiarvojen ero	0	
va	19	
	-	
t Tunnusluvut	0,779807208	
P(T<=t) yksisuuntainen	0,222555193	
t-kriittinen yksisuuntainen	1,729132812	
P(T<=t) kaksisuuntainen	0,445110386	
t-kriittinen kaksisuuntainen	2,093024054	

Taulukko 6: T-testin tulokset, N-ryhmä.

Parittainen kahden otoksen t-testi keskiarvoille	N-ryhmä	
	<i>Tasokoe 1</i>	<i>Tasokoe 2</i>
Keskiarvo	1,916666667	2,183333333
Varianssi	0,323333333	0,505151515
Havainnot	12	12
Pearsonin korrelaatio	0,671078037	
Arvioitu keskiarvojen ero	0	
va	11	
	-	
t Tunnusluvut	1,727151078	
P(T<=t) yksisuuntainen	0,056037701	
t-kriittinen yksisuuntainen	1,795884819	
P(T<=t) kaksisuuntainen	0,112075402	
t-kriittinen kaksisuuntainen	2,20098516	

T-testin perusteella muutokset eivät kummassakaan ryhmässä ole tilastollisesti merkitseviä ($p > 0,05$). Näin ollen ei voida katsoa, että Codytute-tietokonepelin avulla kertaaminen olisi vaikuttanut merkittävästi opiskelijoiden rakenteisen ohjelmoinnin osaamiseen.

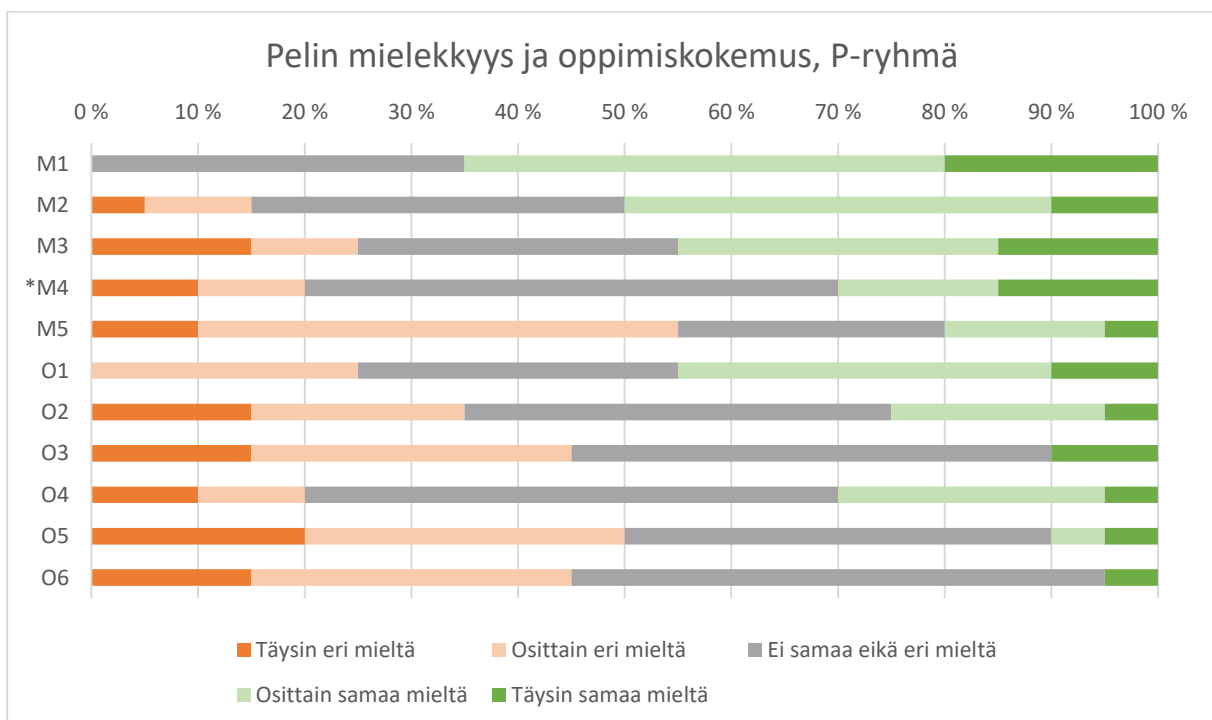
Syynä näille tuloksille saattaa olla se, että osaamista testattiin välittömästi peliä pelaamalla tapahtuneen kertaamisen jälkeen. Opiskelijoiden aivot olisivat saattaneet tarvita lepo- ja käsittelytaun, jotta kokemukset olisivat ehtineet tallentua oppimisen muodostamiksi muutoksiksi havaittavissa määrin.

Toisaalta Codytute-tietokonepelin pelaaminen vaati opiskelijoilta heidän osaamiseensa nähden haastavaa ongelmanratkaisua. Tämä oli mahdollisesti väsyttänyt opiskelijoiden aivoja ja siten heikentänyt opiskelijoiden kognitiivista suorituskkyä. Lyhyt palautumistauko olisi tästäkin syystä voinut olla tarpeen ennen jälkimmäistä tasokoetta.

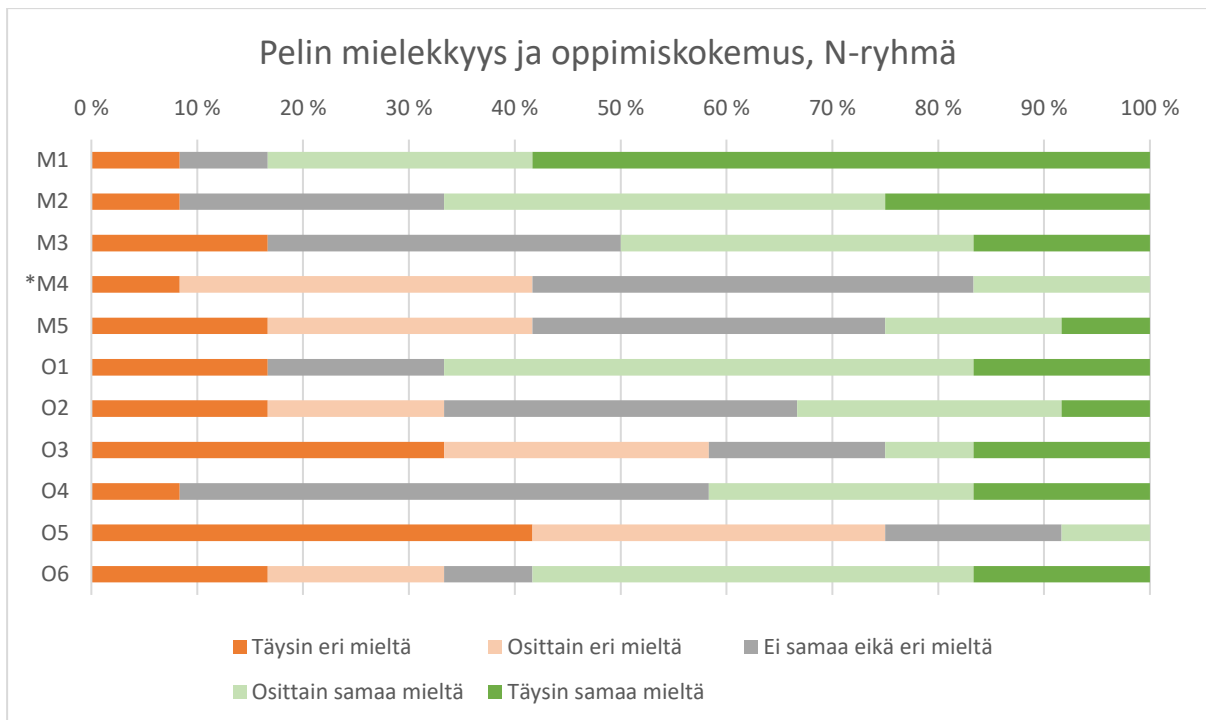
Opiskelijoilla saattoi myös tasokokeen 2 kohdalla olla tunne, että mielekäs pelaaminen oli ohi ja tylsäksi koetusta tasokokeesta haluttiin päästä eroon nopeasti. Opiskelijat nimittäin tiesivät, että heillä oli koetilanteen jälkeen vapaa-aikaa tiettyyn kellonaikaan saakka, eli sitä enemmän mitä nopeammin he vapautuivat.

6.2 Oppimispelin opetuskäytön mielekkyys

Pelin opetuskäytön mielekkyyttä (M) ja pelaajien oppimiskokemusta (O) kartoittavien väittämien vastausjakaumat on esitetty kuvissa 17 ja 18. Yksittäiset väittämät koodeineen löytyvät taulukosta 1 luvussa 4.5.1.



Kuva 17: P-ryhmän vastausjakauma mielekkyyden ja oppimiskokemuksen väittämiin.



Kuva 18: N-ryhmän vastausjakauma mielekkyyden ja oppimiskokemuksen väittämiin.

Väittämiä mitattiin viisiportaisella Likert-asteikolla. Analyysissä vastaukset muunnettiin numeeriseen muotoon kokonaislukuina välillä 1-5 siten, että 1 oli ”täysin eri mieltä” ja 5 ”täysin samaa mieltä”. Kullekin kysymysluokalle laskettiin tämän jälkeen keskiarvo ryhmittäin.

Keskiarvon ollessa yli 4 voidaan sitä pitää erinomaisena tuloksena. Välillä 3,5-4 oleva keskiarvo viittaa hyvään tulokseen. Välillä 3-3,5 oleva keskiarvo viittaa tyydyttävään tulokseen. Välillä 2,5-3 keskiarvo viittaa merkityksettömään tulokseen. Alle 2,5 keskiarvo viittaa heikkoon tulokseen.

M-luokan kysymysten keskiarvot olivat P- ja N-ryhmillä 3,18 ja 3,48 vastaavasti. Näiden lukemien perusteella Codytute-tietokonepelin avulla toteutettua kertaamista pidettiin kohtalaisen mielekkäänä. Molempien ryhmien opiskelijat olivat erityisen vahvasti samaa mieltä väittämästä M1, eli ”pelit voivat tehokkaasti tukea oppimista”.

Väittämän M4, eli ”olisin kerrannut asiat mieluummin normaalilla opetuksella kuin pelillä”, tulosten perusteella useimmat eivät kuitenkaan nähneet eroa Codytute-tietokonepelin tai normaalin opetuksen avulla kertaamisen mielekkyydessä. Molemmissa ryhmissä kysymyksen mediaani oli 3. Näin ollen asioiden kertaamistavalla ei vaikuttanut olevan opiskelijoiden mielestä suurta merkitystä.

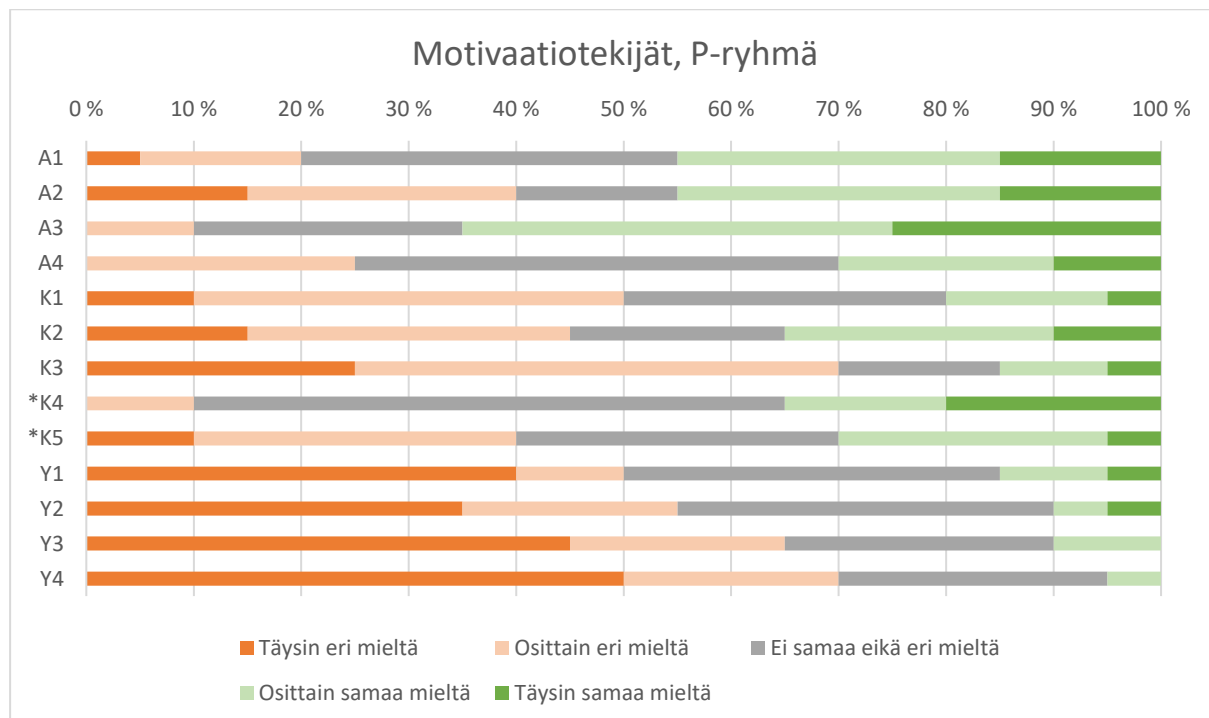
Tarkasteltaessa vastauksia väittämiin M2, eli ”tämän kaltainen peli sopii ohjelmoinnin opettamiseen”, ja M3, eli ”Codytute-peli auttaa ohjelmoinnin oppimisessa”, havaitaan molempien ryhmien olleen enemmän samaa mieltä väittämän M2 kanssa. Tämä ero oli P-ryhmässä 0,2 ja N-ryhmässä 0,42. Vain jälkimmäisessä eroa voi pitää merkittävänä.

Näiden tulosten perusteella ei pystytä vetämään selkeää johtopäätöstä siitä, olisivatko opiskelijat mahdollisesti kokeneet jonkin toisen tietokonepelin normaalia opetusta mielekkäämmäksi kertaamistavaksi.

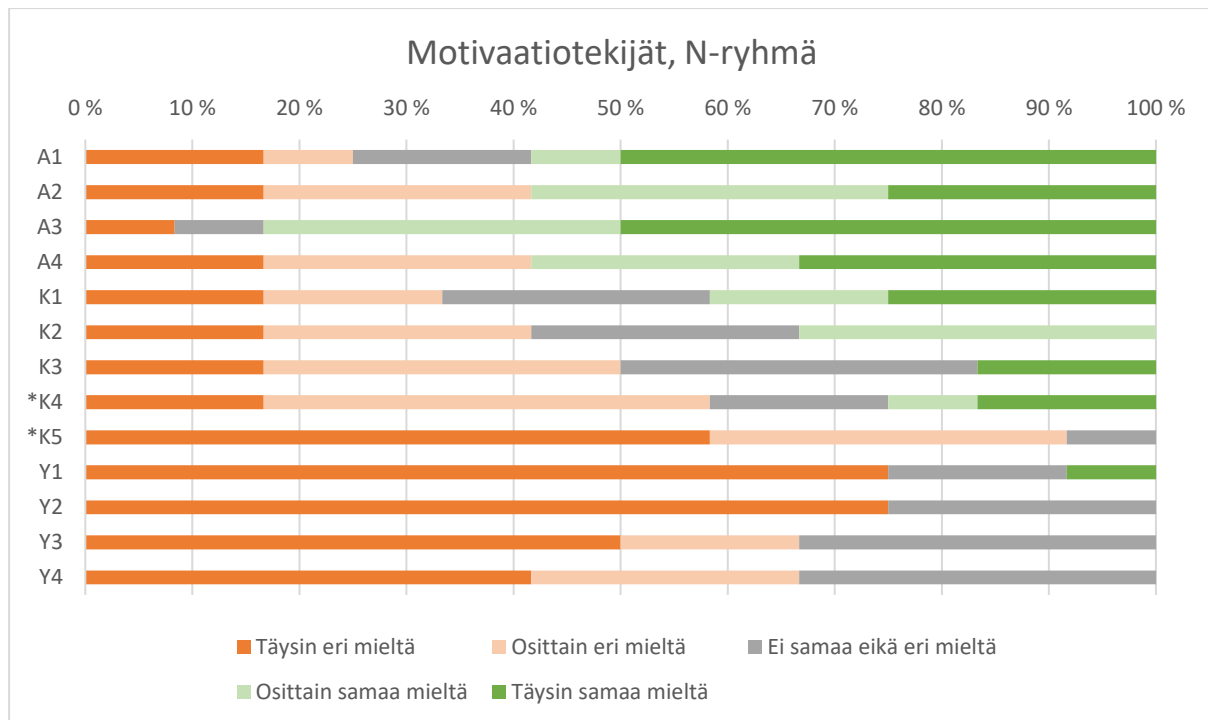
O-luokan kysymysten keskiarvo oli P-ryhmällä 2,78 ja N-ryhmällä 2,92. Opiskelijat eivät siis kokeneet merkittävää oppimista tapahtuneen, mikä vastaa tasokokeissa nähtyjä tuloksia. Ryhmien välillä ei ole tässä merkittävää eroa N-ryhmälle esitetystä kilpailuasetelmasta huolimatta.

6.3 Oppimismotivaatio

Itsemääräämisteorian mukaisia motivaatiotekijöitä autonomisuus (A), kompetenssi (K) ja yhteenkuuluvuus (Y) kartoittavien väittämien vastausjakaumat on esitetty kuvissa 19 ja 20. Yksittäiset väittämät koodeineen löytyvät taulukosta 1 luvussa 4.5.1.



Kuva 19: P-ryhmän vastausjakauma motivaatiotekijöiden väittämiin.



Kuva 20: N-ryhmän vastausjakauma motivaatiotekijöiden väittämiin.

Vastauksista lasketut keskiarvot kaikille motivaatiotekijöille olivat P-ryhmässä 2,71 ja N-ryhmässä 2,90. Näiden lukujen perusteella Codytute-tietokonepelin käyttäminen asioiden kertaamiseen tällä koejärjestelyllä ei merkittävästi vaikuttanut opiskelijoiden oppimismotivaatioon.

Tuloksen selittämiseksi tarkasteltiin erikseen kuhunkin kolmeen motivaatiotekijään liittyvien väittämien keskiarvoja. Nämä on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7: Eri motivaatiotekijöitä mittaavien väittämien keskiarvot ryhmittäin.

	P-ryhmä	N-ryhmä
Autonomisuus	3,34	3,60
Kompetenssi	2,69	3,28
Yhteenkuuluvuus	2,10	1,73

Molempien ryhmien tulokset ovat samansuuntaiset. Opiskelijat ovat selvästi kokeneet autonomisuutta, mutta yhteenkuuluvuuden kokemukset ovat jääneet heikoiksi. Linja oli johdonmukainen myös yksittäisten kysymysten tasolla.

Yhteenkuuluvuuden heikoille tuloksille pidettiin todennäköisimpänä selityksenä sitä, että koetilanne oli sosiaalisesti hyvin rajattu. Opiskelijoiden oli koko koetilanteen ajan vältettävä

puhumista ja muuta kommunikointia muiden kanssa. Peliä siis pelattiin varsin tiukasti yksinpelinä. Tämä saattoi olla jopa runsaasti pelejä pelaaville opiskelijoille outo tilanne, koska useimpiin nykyaikaisiin peleihin liittyy jonkinlainen sosiaalinen elementti. Usein tämä elementti on myös keskeinen pelin kannalta.

Tämän tutkielman kannalta on huomionarvoista, että N-ryhmän yhteenkuuluvuuden kokemus vaikuttaa olleen selvästi P-ryhmää heikompi, vaikka autonomisuuden ja kompetenssin kokemukset olivat selvästi vahvempia. Kilpailuasetelman luominen, jossa N-ryhmälle kerrottiin heidän kilpailevan ryhmänä P-ryhmää vastaan, vaikuttaa siis laskeneen yhteenkuuluvuuden tunnetta.

Tämän tuloksen tilastollista merkitsevyyttä päätettiin tarkastella t-testillä, jonka tulokset näkyvät taulukossa 8.

Taulukko 8: T-testin tulokset, yhteenkuuluvuus.

Kahden otoksen t-testi olettaen varianssit erisuuriksi

	Y / 20P	Y / 20N
Keskiarvo	2,1	1,729166667
Varianssi	0,864473684	0,539299242
Havainnot	20	12
Arvioitu keskiarvojen ero va	0 28	
t Tunnusluvut	1,24890657	
P(T<=t) yksisuuntainen	0,111020143	
t-kriittinen yksisuuntainen	1,701130934	
P(T<=t) kaksisuuntainen	0,222040285	
t-kriittinen kaksisuuntainen	2,048407142	

Vaikka ero ryhmien kokemuksessa on silmämääräisesti suuri, se ei t-testin mukaan kuitenkaan ole tilastollisesti merkitsevä ($p > 0,05$). Näin ollen tuloksien ei voida katsoa luotettavasti osoittavan, että kilpailuasetelma olisi vaikuttanut opiskelijoiden yhteenkuuluvuuden kokemuksiin.

Vaikka tulos ei ollut tilastollisesti merkittävä, katsottiin aiheelliseksi pohtia syitä ryhmien väliselle erolle. Näissä pohdinnoissa todettiin, että vaikka N-ryhmälle kerrottiin heidän kilpailevan ryhmänä, jokainen opiskelija teki osuutensa itsenäisesti ja vuorovaikutus muiden kanssa oli kielletty. Tämä saattoi aiheuttaa opiskelijoissa kokemuksen, että heidän pitäisi tehdä yhteistyötä, mutta siihen ei annettu välineitä. Luotaessa tällainen yhteisöllinen

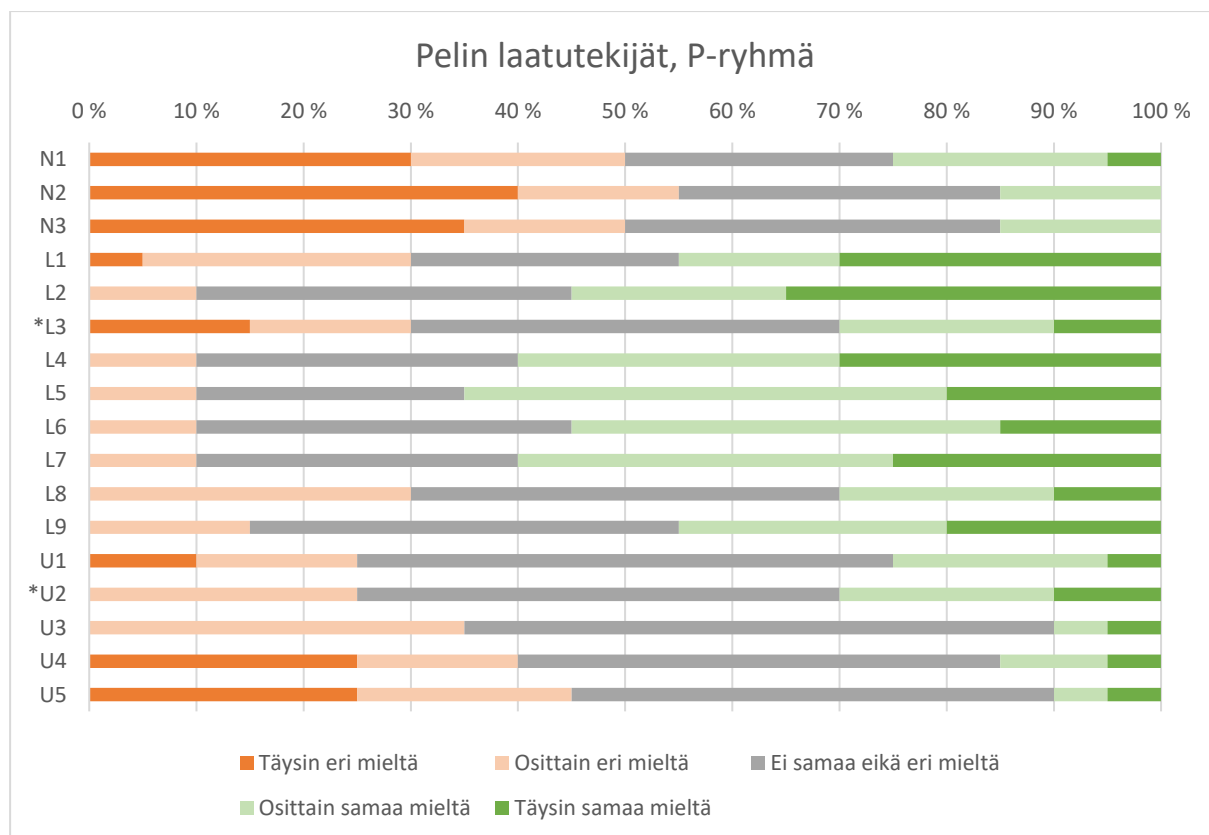
kilpailuasetelma, kilpailijoille pitäisi kenties tarjota myös riittävästi välineitä sosiaaliseen vuorovaikutukseen.

Tuloksia voi selittää myös N-ryhmän mahdollinen negatiivinen suhtautuminen kilpailutilanteeseen ylipäätään. Tätä ei kartoitettu, koska ryhmille tehdyt kyselyt olivat identtiset, eikä P-ryhmä saanut tietää kilpailuasetelmasta mitään. N-ryhmälle olisi voinut laatia oman kysymysosion kartoittamaan kilpailullisuuteen asennoitumista.

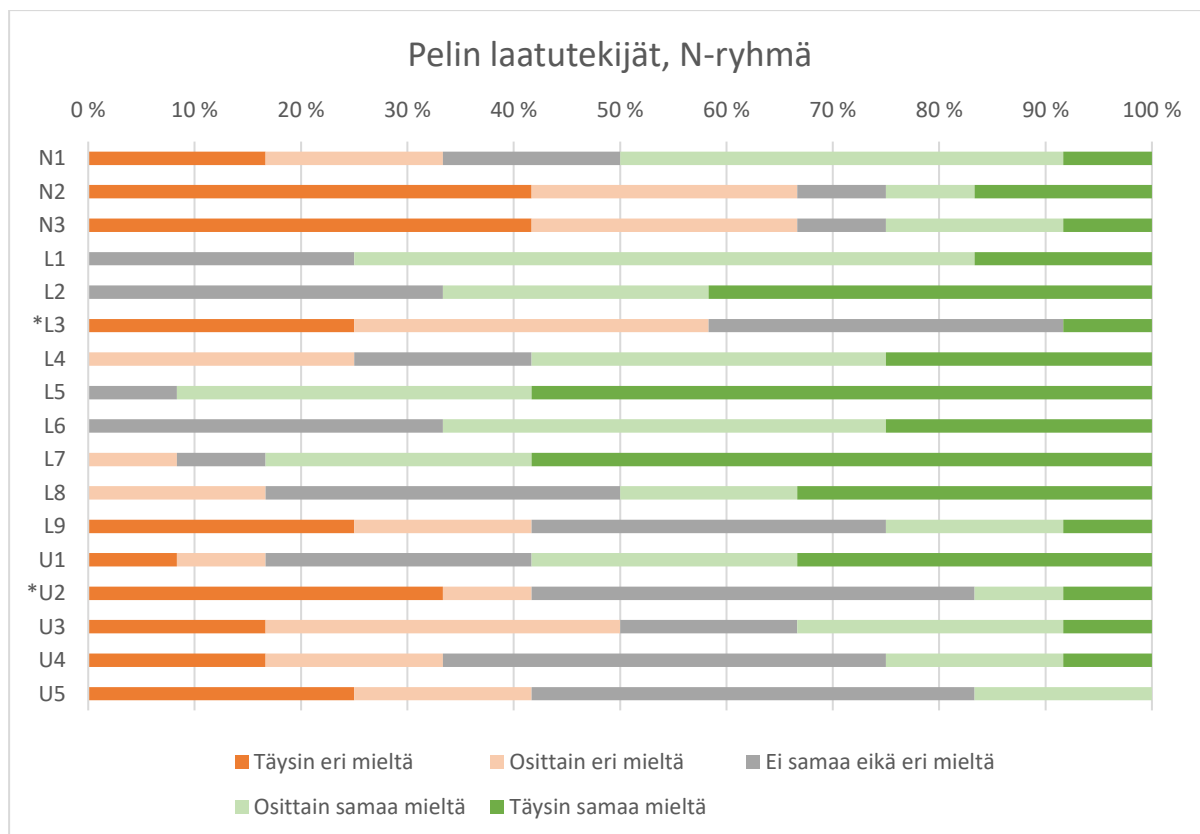
6.4 Codytute-tietokonepelin laatutekijät

Tulokset eivät osoita Codytute-tietokonepelillä kertaamisella olleen myönteisiä vaikutuksia oppimistuloksiin tai -motivaatioon. Ilmeisin selittävä tekijä tälle olisi se, että Codytute-pelin suunnittelussa tai toteutuksessa on jollakin tavoin epäonnistuttu. Siksi on syytä tarkastella itse pelin laatutekijöitä.

Oppimispelin laatutekijöitä nautinto (N), tekninen laatu (L) ja uppoutuminen (U) kartoittavien väittämien vastausjakaumat on esitetty kuvissa 21 ja 22. Yksittäiset väittämät koodeineen löytyvät taulukosta 1 luvussa 4.5.1.



Kuva 21: P-ryhmän vastausjakauma laatutekijöiden väittämiin.



Kuva 22: N-ryhmän vastausjakauma laatutekijöiden väittämiin.

Kaikkien laatutekijöiden keskiarvo oli P-ryhmällä 3,08 ja N-ryhmällä 3,37. Pelin teknistä laatua mittaavien L-luokan väittämien keskiarvot olivat 3,53 ja 3,80 vastaavasti, ja vastausten mediaani yli puoleen väittämistä 4 tai suurempi.

Uppoutumista mitanneiden U-luokan väittämien vastausten perusteella flow-tilaan ei juurikaan päästy (P: 2,72; N: 3,05), ja nautintoa mitanneiden N-luokan väittämien vastausten keskiarvot olivat molemmilla ryhmillä näitä kolmesta luokasta heikoimmat (P: 2,33; N: 2,56). Yksittäisten väittämien tasolla mikään niistä ei noussut näissä luokissa erityisen selittäväksi tekijäksi.

Näiden lukujen valossa vaikuttaa siltä, että Codytute-tietokonepeliä voidaan pitää teknisen laadun osalta hyvänä. Pelikokemus jäi kuitenkin toivottua heikommaksi, eikä peli onnistunut johdattamaan opiskelijoita flow-tilaan.

Vastausten perusteella käytetty koeasetelma saattaa vaikuttaa pelikokemuksen heikkouteen enemmän kuin Codytute-tietokonepeli sinänsä. Olisikin perusteltua tutkia, miten Codytute-tietokonepelin pelaaminen koettaisiin, jos se tarjottaisiin vapaaehtoisena oppimisen tuen

välineenä, jolloin sen pelaamiseen ei liittyisi tasokokeista ja sosiaalisesti rajatusta tutkimusasetelmasta johtuvia paineita.

6.5 Opiskelijoiden kokema tuen riittävyys

Yhdeksi heikkoa pelikokemusta mahdollisesti selittäväksi tekijäksi arvioitiin se, että opiskelijat eivät välttämättä kokeneet saavansa tarpeeksi tukea pelissä etenemiseen. Tätä kartoitettiin väittämällä K3, eli ” peli tarjosi riittävästi tukea siinä etenemiseen”, ja M5, eli ”peli antoi riittävästi apua etenemiseen”.

Nämä väittämät eivät nousseet aiemmissa pelin opetuskäytön mielekkyyden ja oppimismotivaation tarkasteluissa selkeästi esiin yksittäisinä selittävinä tekijöinä. Tehdyn arvion perusteella näitä päätettiin kuitenkin tarkastella tarkemmin mahdollisina heikon pelikokemuksen selittäjinä.

Vastausten perusteella P-ryhmässä vähän yli puolet ja N-ryhmässä vähän alle puolet opiskelijoista oli sitä mieltä, ettei peli tarjonnut riittävästi tukea siinä etenemiseen. P-ryhmässä nämä väittämät erottuvat tässä tarkastelussa selvästi, sillä K3:ssa 70 % ja M5:ssä 55 % opiskelijoista oli väittämästä täysin tai osittain eri mieltä. N-ryhmässä luvut olivat 50 % ja 42 % vastaavasti.

Luvut vaikuttavat huomattavan suurilta, mutta eivät toisaalta etenäkään N-ryhmässä poikkea merkittävästi muiden vastausten linjasta. P-ryhmä saattoi lähtökohtaisesti kokea suurempaa tuen tarvetta, koska kyseisen ryhmän opiskelijoista monilla on erityisen tuen suunnitelma. Tämän johdosta koko ryhmä on todennäköisesti tottunut saamaan N-ryhmää enemmän tukea oppimiseensa. Ryhmään kokonaisuutena on panostettu enemmän tukiresursseja ja sitä lienee opettajien toimesta myös kohdeltu eri tavalla tuen tarvitsijoiden määrän vuoksi. Kerätty data ei kuitenkaan mahdollista erityisen tuen suunnitelman omaavien opiskelijoiden vastausten erittelemistä tämän hypoteesin testaamiseksi.

Väittämien K3 ja M5 perusteella liian vähäiseksi koettu tuki saattoi selittää P-ryhmän heikkoa pelikokemusta merkittävältäkin osin. N-ryhmän osalta selittävä vaikutus oli kuitenkin vähäinen.

7 Vastauksia tutkimuskysymyksiin

Tutkielmassa etsittiin vastauksia viiteen eri tutkimuskysymykseen. Seuraavassa vastataan näihin kysymyksiin tässä tutkielmassa tehtyjen havaintojen perusteella. Samalla esitetään vastauksista tehdyt johtopäätökset ja suositukset tulevia tutkimuksia ajatellen.

7.1 Codytuten vaikutus osaamiseen

TK1: Miten aiemmin opittujen aiheiden kertaaminen Codytute-tietokonepelin avulla vaikuttaa opiskelijoiden rakenteisen ohjelmoinnin osaamiseen tasokokeissa mitatuissa aiheissa?

Tutkimuskysymykseen haettiin vastausta tasokokeiden vastauksista. Niiden perusteella Codytute-tietokonepelin pelaamisen ei havaittu vaikuttaneen opiskelijoiden rakenteisen ohjelmoinnin osaamiseen.

Mitatuissa tuloksissa huomiota kiinnitti kuitenkin yksittäinen aihealue eli toistorakenne. Siihen liittyvässä jälkimmäisen tasokokeen kysymyksessä opiskelijat olivat saaneet huomattavasti ensimmäisen tasokokeen vastaavan aihealueen kysymystä heikompia tuloksia. Tämän kysymyksen kohdalla vaikutti siis siltä, että kertaaminen olisi jopa heikentänyt opiskelijoiden osaamista.

Kun tämän poikkeavan yksittäisen aihealueen tulokset poistettiin analyysistä, jäljelle jääneiden kysymysten kohdalla nähtiin molempien ryhmien mitatussa osaamisessa lievästi positiivinen muutos. Tätä tulosta tarkasteltiin t-testien avulla, joka osoitti, etteivät muutokset kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä.

Tasokokeiden perusteella muodostettua johtopäätöstä tukee myös opiskelijoiden oma kokemus, jota mitattiin loppukyselyssä O-luokan väittämällä. Kummassakin ryhmässä vastaukset näihin väittämiin kertoivat, etteivät opiskelijat kokeneet saavuttaneensa merkittäviä oppimistuloksia kerratessaan oppisisältöjä Codytute-tietokonepelin avulla.

Näiden havaintojen perusteella Codytute-tietokonepeliä pelaamalla toteutetulla oppisisällön kertaamisella ei siis ollut merkittävää vaikutusta opiskelijoiden rakenteisen ohjelmoinnin osaamiseen. Tämä tulos poikkesi toivotusta ja oli yllättävä.

Tulosta saattaa selittää se, että opiskelijoiden osaamista testattiin välittömästi Codytute-tietokonepelin pelaamisen jälkeen tehdyllä tasokokeella. Opiskelijat olivat tässä vaiheessa joutuneet tekemään runsaasti heille vaativaa ongelmanratkaisua pelissä edetäkseen. Tämä oli

mahdollisesti väsyttänyt heidän aivojaan ja siten laskenut heidän kognitiivista suoritustasoaan. Havaittavan oppimisen muodostuminen olisi kenties tarvinnut lepo- ja käsittelyaikaa, jota ei tässä koejärjestelyssä opiskelijoille annettu.

Opiskelijat myös tiesivät, että heillä oli koetilanteen jälkeen sitä enemmän vapaa-aikaa mitä nopeammin he saivat kaikki koetilanteen vaiheet suoritettua. Pelaamisen päätyttyä heidän ajatuksensa saattoivat jo suuntautua edessä hämöttävään vapaa-aikaan, jonka vuoksi he pyrkivät suoriutumaan tasokokeesta 2 nopeasti. Tämä saattoi johtaa huolimattomuuteen ja haluttomuuteen käyttää aikaa vastausten miettimiseen.

Vastaavan kaltaisia koejärjestelyjä suunniteltaessa olisikin syytä pohtia tarkkaan missä vaiheessa oppimista koetilanteen jälkeen mitataan. Samoin olisi hyvä miettiä, etenkin koetilanteen loppuvaihetta suunniteltaessa, muodostuuko koehenkilöille ei-toivottuja kannustimia, jotka johtavat huolimattomuuteen tai hätiköintiin.

7.2 Pelillä kertaamisen mielekkyys

TK2: Miten mielekkääksi opiskelijat kokevat asioiden kertaamisen tietokonepelin avulla heille perinteiseen tapaan verrattuna?

Loppukyselyyn saatujen vastausten perusteella opiskelijat kokivat Codytute-tietokonepelin avulla kertaamisen mielekkääksi. He eivät kuitenkaan kokeneet sitä perinteisellä tavalla toteutettua kertaamista mielekkäämmäksi.

Yksin näiden tulosten perusteella ei vielä kyetä luotettavasti arvioimaan koskevatko ne vain Codytute-tietokonepeliä vai kokevatko opiskelijat yleisesti pelien avulla tapahtuvan ja perinteisen kertaamisen yhtä mielekkäiksi. Tutkimuskirjallisuudessa saatujen tulosten perusteella pelaaminen on kuitenkin yleensä koettu perinteistä opetusta mielekkäämmäksi tavaksi oppia. Näin ollen voidaan olettaa, että myös jo aiemmin opitun kertaamisessa on mahdollista saavuttaa saman suuntaisia tuloksia.

Nämä tulokset saattavat olla yhteydessä seuraavaksi käsiteltävän tutkimuskysymyksen 3 oppimismotivaatiota koskeviin tuloksiin. Olisikin arvokasta tutkia tietokonepelin mielekkyyttä kertaamisen tukena koejärjestelyssä, jossa on onnistuttu oppimismotivaation herättämisessä tämän tutkielman koetilanteita paremmin.

7.3 Pelin vaikutukset motivaatioon

TK3: Miten tietokonepelin käyttö asioiden kertaamiseen vaikuttaa opiskelijoiden oppimismotivaatioon?

Loppukyselyn vastausten perusteella Codytute-tietokonepelin käyttö ei vaikuttanut merkittävästi opiskelijoiden oppimismotivaatioon, suuntaan tai toiseen. Tämä selittyi pitkälti motivaatiotekijöihin sisältyvää yhteenkuuluvuuden tunnetta mittaavien väittämien luokan heikoilla tuloksilla.

Todennäköisin selitys tulokselle on se, että koejärjestelyssä opiskelijat pakotettiin pelaamaan Codytute-tietokonepeliä tiukasti yksinpelinä, kommunikoimatta muiden kanssa. Tämän päivän nuoret ovat tottuneet peleihin, joissa sosiaalisuus on olennainen osa pelikokemusta. Jopa yksinpeleihin liittyy usein kiinteästi niiden aikana tai niistä keskusteleminen muiden kanssa.

Vastaavia koejärjestelyjä suunniteltaessa on suositeltavaa ottaa huomioon sosiaalisuuden merkitys kohderyhmälle ja motivaatiolle. Sosiaalisen elementin läsnäolo kannattaa sallia, ja mahdollisesti jopa tukea sitä aktiivisesti.

Vähäistä mitattua vaikutusta oppimismotivaatioon selittää osaltaan myös se, etteivät opiskelijat tulosten mukaan päässeet Codytute-tietokonepelin aikana flow-tilaan. Oppimismotivaation ja flow-tilan puutteen välinen yhteys lienee kaksisuuntainen ja monien osatekijöiden summa.

Tulosten perusteella heuristiikkojen mukaan rakennettu ja teknisesti laadukaskaan oppimispeli ei välttämättä tue oppimista toivotulla tavalla. Myös koejärjestelyt on suunniteltava huolella tukemaan oppimismotivaation muodostumista ja oppimistulosten saavuttamista.

Huomionarvoista kuitenkin on, että nämä tulokset johtuvat osittain valitusta motivaatioteoriasta ja sen mittareista. Näissä koejärjestelyissä parempia tuloksia oppimismotivaation suhteen olisi voitu saada valitsemalla pohjateoriaksi jokin vähemmän sosiaalista yhteenkuuluvuutta painottava motivaatioteoria ja käyttämällä sen mukaisia mittareita. Oletettavasti tällä ei kuitenkaan olisi ollut vaikutusta oppimistuloksiin, koska opiskelijoiden kokemus sinänsä olisi ollut mittaustavasta ja tarkasteluun käytettävästä teoriasta riippumatta täysin sama.

7.4 Kilpailuasetelman vaikutukset oppimistuloksiin

TK4: Miten kilpailuasetelma vaikuttaa oppimistuloksiin, kun tietokonepeliä käytetään oppisisällön kertaamiseen?

Koeryhmänä toimineella N-ryhmällä Codytute-tietokonepelin pelaamiseen liitettiin kilpailuasetelma. Heille kerrottiin ryhmän kilpailevan yhdessä kontrolliryhmänä toiminutta P-ryhmää vastaan.

Saavutettuja oppimistuloksia mitattiin tasokokeiden avulla. Näissä ei ollut havaittavaa eroa koe- ja kontrolliryhmien välillä. Tasokokeissa mitattujen tulosten perusteella kilpailuasetelma ei siis vaikuttanut oppimistuloksiin.

Tasokokeiden perusteella muodostettua johtopäätöstä tukee myös loppukyselyn O-luokan väittämällä mitattu opiskelijoiden oma kokemus. Koe- ja kontrolliryhmien vastaukset näihin väittämiin olivat hyvin samankaltaiset, eli kilpailuasetelma ei opiskelijoiden kokemuksen perusteellakaan vaikuttanut oppimistuloksiin.

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin vain sellaista kilpailuasetelmaa, jossa opiskelija osallistui yhtenä jäsenenä ryhmän kilpailusuoritukseen toista ryhmää vastaan. Yksilötason kilpailuasetelmaa koejärjestelyihin ei sisällynyt.

On mahdollista, että vahvimman kilpailuvietin omaavat opiskelijat olisivat motivoituneet suoriutumaan paremmin, jos he olisivat kokeneet kilpailevansa yksilönä muita vastaan. Toisaalta tämä olisi voinut lannistaa joitakin opiskelijoita, jotka olisivat kokeneet kilpailun osaltaan toivottomaksi.

Kenties toimivampi kilpailuasetelma olisi ollut sellainen, jossa opiskelija olisi laitettu kilpailemaan itseään vastaan. Tällaisen suunnitteleminen on kuitenkin haastavaa. Jos esimerkiksi tässä koejärjestelyssä opiskelijoille olisi kerrottu, että he kilpailevat tasokokeessa 2 oman tasokokeensa 1 tuloksia vastaan, se olisi kannustanut opiskelijoita alisuoriutumaan tasokokeessa 1. Tämä olisi vääristänyt tuloksia. Kenties tällaisesta järjestelystä olisi saanut toimivamman ilmoittamalla kilpailuasetelmasta vasta tasokokeen 1 jälkeen.

Tämän tutkielman koejärjestelyyn luotu kilpailuasetelma voidaan nähdä myös sikäli vajavaisena, ettei siihen sisällynyt selkeää palkintoa, jota opiskelijat olisivat tavoitelleet. Ryhmien välillä ei entuudestaan ollut kilpailutilannetta tai -henkeä. Näin ollen pelkkä toisen

ryhmän voittaminen oli todennäköisesti useimmille niin merkityksellinen palkinto, ettei se muodostanut kilpailuasetelmaan merkittävää kannustinvaikutusta.

Kilpailuasetelman sisältäviä koejärjestelyjä suunniteltaessa olisikin syytä panostaa myös kilpailun palkitsevuustekijöiden harkintaan. Koejärjestelyjen toteuttajan olisi hyvä varmistaa motivoivaksi koettujen palkintojen hankkiminen kilpailun voittajille, jotta kilpailuasetelma koettaisiin kannustavaksi.

Myös kilpailuasetelmaan liittyvä pisteytys oli opiskelijoille vaikeasti hahmotettavissa. Heille kerrottiin, että Codytute-tietokonepelissä saa pisteitä oikeista vastauksista ja pelin lopussa jäljelle jääneestä ajasta, sekä pisteiden vähenevän vääristä vastauksista opettajien kysymyksiin. Pisteytys ei kuitenkaan ollut läpinäkyvä, sillä opiskelijoiden oli käytännössä mahdotonta arvioida, miten paljon eri tekijät siihen vaikuttivat.

Kun koejärjestelyihin sisältyy kilpailuasetelma, kilpailijoille olisikin hyvä tehdä selkeästi näkyväksi se, miten voittaja määräytyy. Tämä tarkoittaa myös pisteiden tai vastaavien mittareiden kertymiseen johtavien sääntöjen läpinäkyvyyttä ja selkeyttä. Jos osallistujat eivät tiedä miten he voivat vaikuttaa mahdollisuuksiinsa menestyä kilpailussa, on kilpailuasetelman motivoiva vaikutus todennäköisesti heikko.

7.5 Kilpailuasetelman vaikutukset opiskelijoiden kokemuksiin

TK5: Miten kilpailuasetelma vaikuttaa opiskelijoiden kokemuksiin oppimispelin käytöstä opetuksessa?

Opiskelijoiden kokemuksia kartoitettiin loppukyselyssä esitettyjen väittämien avulla. Ryhmien vastausten välillä ei ollut merkittävää eroa motivaatiotekijöitä, nautintoa, teknisiä laatutekijöitä, uppoutumista, pelin mielekkyyttä tai oppimistuloksia mitanneissa väittämäluokissa. Tällä tasolla tarkasteltuna kilpailuasetelma ei näyttäisi vaikuttaneen opiskelijoiden kokemuksiin oppimispelin käytöstä aiemmin opettujen oppisisältöjen kertaamiseen.

Ryhmien välillä oli havaittavissa johdonmukainen lievä ero siten, että koeryhmänä toiminut N-ryhmä suhtautui väittämiin positiivisemmin kuin kontrolliryhmänä toiminut P-ryhmä. Nämä erot eivät kuitenkaan olleet merkittävän suuria.

Pieni johdonmukainen ero ryhmien välillä saattaa selittyä ryhmien koostumukseen liittyvillä eroilla. Kaksoistutkintoa suorittavina opiskelijoina N-ryhmän jäsenten yleinen suhtautuminen

opiskeluun oli todennäköisesti positiivisempi kuin pelkkää ammatillista tutkintoa suorittavilla P-ryhmän opiskelijoilla.

Merkittävimmät erot koe- ja kontrolliryhmän välillä ilmenivät motivaatiotekijöiden hienojakoisemmassa tarkastelussa. Näitä tarkasteltiin etsittäessä mahdollisia syitä sille, ettei Codytute-tietokonepelin käyttäminen oppisisällön kertaamiseen näyttänyt vaikuttaneen opiskelijoiden oppimismotivaatioon.

Autonomisuuden suhteen molempien ryhmien opiskelijoiden vastaukset olivat edelleen hyvin samansuuntaiset. Kompetenssia N-ryhmä koki kuitenkin huomiota herättävän selvästi enemmän kuin P-ryhmä, tarkasteltujen keskiarvojen ollessa 3,28 ja 2,69 vastaavasti.

Kompetenssin kokemuksessa havaitut erot selittyvät todennäköisesti sillä, että N-ryhmän osaamisen lähtötaso oli selvästi P-ryhmää korkeampi. Tätä olettamusta tukevat rakenteinen ohjelmointi 2:n lopputyön sekä tasokokeiden arvioinneista saadut tulokset, joissa N-ryhmä oli pärjännyt selvästi P-ryhmää paremmin.

Paremmalla pohjaosaamisella varustetut N-ryhmän opiskelijat olivat myös suorittaneet Codytute-tietokonepelin sisältämiä tehtäviä keskimäärin useampia ja nopeammin kuin P-ryhmän opiskelijat. Tehtävien läpäiseminen johtaa luontevasti onnistumisen kokemuksiin, jotka ruokkivat kompetenssin kokemusta.

Kaikkein suurin havaittu ero koe- ja kontrolliryhmän välillä nähtiin yhteenkuuluvuutta mittaavien väittämien kohdalla. Niissä koeryhmä koki huomattavasti vähemmän yhteenkuuluvuutta kuin kontrolliryhmä. Keskiarvot olivat 1,73 ja 2,10 vastaavasti. Suoritetun t-testin perusteella tämäkään tulos ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä.

Molempien ryhmien tulos oli yhteenkuuluvuuden kokemusta ajatellen heikko. Merkillepantavaa kuitenkin oli, että yhteenkuuluvuuden mittari oli väittämäluokista ainoa, jossa koeryhmän näkemys oli kontrolliryhmää heikompi. Havaittu ero oli myös muihin eroihin nähden varsin suuri, vaikkei tilastollisesti merkitsevä ollutkaan.

Todennäköisimpänä selittäväenä tekijänä tälle poikkeukselliselle erolle ryhmien välillä pidettiin koejärjestelyn mukaista kilpailuasetelmaa. Koska koeryhmälle kerrottiin heidän kilpailevan ryhmänä toista ryhmää vastaan, he saattoivat kokea, että heidän pitäisi tehdä konkreettisesti yhteistyötä muiden ryhmän jäsenten kanssa. Samalla kaikenlainen

vuorovaikutus ryhmän sisällä kuitenkin kiellettiin, ja jokainen pelasi Codytute-tietokonepeliä täysin itsenäisesti.

Kun luodaan kilpailuasetelma, jossa yksilöt kilpailevat osana ryhmää, heille olisi syytä tarjota myös välineitä yhteistoimintaan. Erityisesti tietokonepelien kohdalla tämän päivän pelaajat ovat tottuneet peleihin, joissa vuorovaikutuksella on tärkeä rooli. Tämä pitää paikkansa monissa sellaisissakin peleissä, joiden varsinainen pelaaminen tapahtuu itsenäisenä yksinpelinä.

On myös mahdollista, että koeryhmän jäsenet suhtautuivat kilpailutilanteeseen ylipäättään negatiivisesti. Tätä ei tässä kuitenkaan tämän tutkielman koeryhmän osalta kartoitettu.

8 Yhteenveto

Tietokonepelien käyttöä opetuksen tukena on tutkittu viime vuosikymmeninä runsaasti ja enenevässä määrin. Tutkimusnäyttö pelien opetuskäytön vaikutuksista on osin ristiriitaista, ja lisää tutkimusta on kaivattu tarkemmin eriteltävissä olevien tekijöiden vaikutuksista oppimiseen.

Tämän tutkielman tarkoituksena on tarjota lisätietoa ohjelmoinnin opetukseen suunnitellun oppimispelin käytön vaikutuksista ammatillisessa koulutuksessa sekä kilpailuasetelman pelitilanteeseen lisäämisen vaikutuksista tässä oppimisympäristössä. Tutkimusta varten rakennetun Codytute-tietokonepelin suunnittelussa hyödynnettiin laajalti kirjallisuudessa esitettyjä oppimispelien suunnittelumalleja hyvien käytäntöjen hyödyntämisen varmistamiseksi. Opiskelijat kertasivat tämän pelin avulla rakenteisen ohjelmoinnin perusteiden oppisisällön.

Kyselyllä saatu data osoitti, että opiskelijat pitivät Codytute-tietokonepeliä käytettyjen teoreettisten mallien mukaan laadukkaasti toteutettuna oppimispelinä ja pelikokemusta mielekkäänä. Tasokokeista kerätty data ei kuitenkaan osoittanut pelaamisen vaikuttaneen merkittävästi opiskelijoiden oppimismotivaatioon tai oppimistuloksiin. Kerätty data ei osoittanut myöskään kilpailuasetelman vaikuttaneen merkittävästi oppimistuloksiin, oppimismotivaatioon tai opiskelijoiden kokemuksiin.

Tulosten analysoinnin perusteella tutkielmassa tultiin siihen lopputulokseen, että vaikutusten puuttumisen todennäköisimpänä syynä olivat koejärjestelyt, ei niinkään itse Codytute-tietokonepeli tai pelin käyttäminen. Koejärjestelyssä estettiin tarkoituksellisesti sosiaalinen vuorovaikutus, eikä pelaamisen jälkeen annettu lepo- ja käsittelytaukoa ennen osaamisen testaamista tasokokeen avulla. Erityisesti luodun kilpailuasetelman kannalta, koska ryhmälle kerrottiin heidän kilpailevan yhdessä toista ryhmää vastaan, sosiaalisen vuorovaikutuksen puute vaikutti hyvin todennäköisesti havaittuihin tuloksiin vaikuttavalta tekijältä.

Tehtyjen havaintojen ja päätelmien pohjalta tutkielmassa päädyttiin antamaan suosituksia koejärjestelyjen suunnitteluun. Keskeiset suositukset olivat:

1. On syytä harkita tarkoin, missä vaiheessa tapahtunutta oppimista mitataan koetilanteen jälkeen. Oppijat voivat tarvita tauon uuden opitun omaksumiseen ja suorituskykynsä palautumiseen.

2. On vältettävä muodostamasta koehenkilöille ei-toivottuja kannustimia suoriutua oppimista mittaavasta kokeesta mahdollisimman nopeasti huolellisuuden kustannuksella.
3. Sosiaalinen vuorovaikutus on syytä sallia oppimispeliä käytettäessä, ja mahdollisesti jopa kannustaa siihen aktiivisesti.
4. Jos koejärjestelyyn sisältyy kilpailuasetelma, osallistujille on oltava selkeää, miten voittajat palkitaan ja miten voittajat voivat vaikuttaa mahdollisuuksiinsa menestyä kilpailussa.
5. Jos koejärjestelyyn sisältyy kilpailuasetelma, jossa osallistujat kilpailevat ryhmänä, heille on syytä tarjota myös välineitä yhteistoimintaan.

Tutkielman tulokset jättivät monia kysymyksiä avoimeksi, eikä esitettyjä suosituksia validoitu. Näiden suositusten validoiminen käytännössä empiirisillä koejärjestelyillä tarjoaakin mielenkiintoisia mahdollisuuksia jatkotutkimukseen. Tällainen tutkimus syventäisi edelleen tietämystä eri osatekijöiden vaikutuksista oppijoiden tuloksiin ja kokemuksiin tilanteissa, joissa käytetään tietokonepelejä opetuksen tukena.

Lähteet

- Amory, A. (2007). Game object model version II: A theoretical framework for educational game development. *Educational Technology Research and Development*, 55(1), 51–77. <https://doi.org/10.1007/s11423-006-9001-x>
- Amory, A., Naicker, K., Vincent, J., & Adams, C. (1999). The use of computer games as an educational tool: Identification of appropriate game types and game elements. *British Journal of Educational Technology*, 30(4), 311–321. <https://doi.org/10.1111/1467-8535.00121>
- Boyle, E. A., Hainey, T., Connolly, T. M., Gray, G., Earp, J., Ott, M., Lim, T., Ninaus, M., Ribeiro, C., & Pereira, J. (2016). An update to the systematic literature review of empirical evidence of the impacts and outcomes of computer games and serious games. *Computers & Education*, 94, 178–192. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.003>
- Clarke, S. J. (2020). *Developing a best practice approach to the design process of game-based learning and gamification applications*. 108.
- Collins English dictionary* (Thirteenth edition). (2018). Collins.
- Csikszentmihályi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience* (1st ed). Harper & Row.
- Csikszentmihályi, M. (1997). *Finding Flow: The Psychology of Engagement with Everyday Life*. Basic Books.
- de Freitas, S., & Jarvis, S. (2009). *Towards a Development Approach to Serious Games* [Chapter]. <https://services.igi-global.com/resolvedoi/resolve.aspx?doi=10.4018/978-1-60566-360-9.ch013>; IGI Global. <http://www.igi-global.com/chapter/towards-development-approach-serious-games/18797>

- Domínguez, A., Saenz-de-Navarrete, J., de-Marcos, L., Fernández-Sanz, L., Pagés, C., & Martínez-Herráiz, J.-J. (2013). Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. *Computers & Education*, *63*, 380–392.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.12.020>
- Entertainment Software Association. (2019). *2019 Essential Facts About the Computer and Video Game Industry*. Entertainment Software Association.
<https://www.theesa.com/esa-research/2019-essential-facts-about-the-computer-and-video-game-industry/>
- Eseryel, D., Law, V., Ifenthaler, D., Ge, X., & Miller, R. (2014). An Investigation of the Interrelationships between Motivation, Engagement, and Complex Problem Solving in Game-based Learning. *Educational Technology & Society*, *17*(1), 42–53.
- Fu, F.-L., Su, R.-C., & Yu, S.-C. (2009). EGameFlow: A scale to measure learners' enjoyment of e-learning games. *Computers & Education*, *52*(1), 101–112.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.07.004>
- Gee, J. P. (2003). *What video games have to teach us about learning and literacy* (1st ed). Palgrave Macmillan.
- Giannakos, M. N. (2013). Enjoy and learn with educational games: Examining factors affecting learning performance. *Computers & Education*, *68*, 429–439.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.06.005>
- Hwang, G.-J., & Wu, P.-H. (2012). Advancements and trends in digital game-based learning research: A review of publications in selected journals from 2001 to 2010. *British Journal of Educational Technology*, *43*(1), E6–E10. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2011.01242.x>
- Ibrahim, R., & Jaafar, A. (2009). Educational games (EG) design framework: Combination of game design, pedagogy and content modeling. *2009 International Conference on*

Electrical Engineering and Informatics, 01, 293–298.

<https://doi.org/10.1109/ICEEI.2009.5254771>

Ikonen, O. (2000). *Oppimisvalmiudet ja opetus* [Map]. PS-kustannus.

Jacobs, R. S. (2020). *Serious Games: Play for Change*. Teoksessa *The Video Game Debate 2*. Routledge.

Kiili, K. (2005). *On Educational Game Design: Building Blocks of Flow Experience*.

Tampere University of Technology. <https://trepo.tuni.fi/handle/10024/114249>

Krokfors, L., Kangas, M., & Kopisto, K. (2014). *Oppiminen pelissä: Pelit, pelillisyyys ja leikillisyyys opetuksessa*. Vastapaino.

Kuusela, T. (2022). *Tietokonepelien opetuskäytön vaikutus oppijoiden motivaatioon*.

Liu, T.-Y., & Chu, Y.-L. (2010). Using ubiquitous games in an English listening and speaking course: Impact on learning outcomes and motivation. *Comput. Educ.*, 55(2), 630–643.

<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.02.023>

Martins, V. F., Eliseo, M. A., Omar, N., Castro, M. L. A., & Corrêa, A. G. D. (2019). Using Game Development to Teach Programming. Teoksessa *Handbook of Research on Immersive Digital Games in Educational Environments*. IGI Global.

<http://www.igi.global.com/chapter/using-game-development-to-teach-programming/211003>

Moreno-Ger, P., Burgos, D., & Torrente, J. (2009). Digital Games in eLearning Environments Current Uses and Emerging Trends. *Simulation & Gaming*, 40(5), 669–687.

<https://doi.org/10.1177/1046878109340294>

Petri, G., Gresse von Wangenheim, C., Borgatto, A. F., Calderón, A., Ruiz, M., Petri, G., Gresse von Wangenheim, C., Borgatto, A. F., Calderón, A., & Ruiz, M. (2019).

Digital Games for Computing Education: What Are the Benefits? Teoksessa

Handbook of Research on Immersive Digital Games in Educational Environments

(digital-games-for-computing-education). IGI Global.

<http://www.igi.global.com/gateway/chapter/www.igi-global.com/gateway/chapter/210989>

Ryan, R. M., Rigby, C. S., & Przybylski, A. (2006). The Motivational Pull of Video Games: A Self-Determination Theory Approach. *Motivation and Emotion*, 30(4), 344–360.

<https://doi.org/10.1007/s11031-006-9051-8>

Salen, K., & Zimmerman, E. (2004). *Rules of Play: Game Design Fundamentals*. MIT Press.

Salmela-Aro, K. (2018). *Motivaatio ja oppiminen* (1. p., Vsk. 2018). PS-kustannus.

<https://www.ps-kustannus.fi/tuotteet/900061929.html>

Shi, Y.-R., & Shih, J.-L. (2015). Game Factors and Game-Based Learning Design Model.

International Journal of Computer Games Technology, 2015, 1–11.

<https://doi.org/10.1155/2015/549684>

Shute, V., Rahimi, S., Smith, G., Ke, F., Almond, R., Dai, C.-P., Kuba, R., Liu, Z., Yang, X., & Sun, C. (2021). Maximizing learning without sacrificing the fun: Stealth

assessment, adaptivity and learning supports in educational games. *Journal of*

Computer Assisted Learning, 37(1), 127–141. <https://doi.org/10.1111/jcal.12473>

Squire, K., & Barab, S. (2004). Replaying history: Engaging urban underserved students in learning world history through computer simulation games. *Proceedings of the 6th*

international conference on Learning sciences, 505–512.

Suovuo, T., Skult, N., Joelsson, T., Skult, P., Ravyse, W., & Smed, J. (2020). The Game

Experience Model (GEM). *Teoksessa Game User Experience And Player-Centered*

Design (ss. 183–205). https://doi.org/10.1007/978-3-030-37643-7_8

Tahir, R., & Wang, A. I. (2020). Codifying Game-Based Learning: Development and

Application of LEAGUE Framework for Learning games. 69-87.

<https://doi.org/10.34190/EJEL.20.18.1.006>

- Tsai, C.-W., & Fan, Y.-T. (2013). Research trends in game-based learning research in online learning environments: A review of studies published in SSCI-indexed journals from 2003 to 2012. *British Journal of Educational Technology*, 44(5), E115–E119. <https://doi.org/10.1111/bjet.12031>
- Turbak, F., Gifford, D., Sheldon, M. A., & Sussman, J. (2008). *Design Concepts in Programming Languages*. MIT Press.
- Walker, D. G. (2014). *A Book of Historic Board Games*. Lulu.com.
- Wrzesien, M., & Alcañiz Raya, M. (2010). Learning in serious virtual worlds: Evaluation of learning effectiveness and appeal to students in the E-Junior project. *Comput. Educ.*, 55(1), 178–187. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.01.003>
- Yang, Y.-T. C. (2012). Building virtual cities, inspiring intelligent citizens: Digital games for developing students' problem solving and learning motivation. *Computers & Education*, 59(2), 365–377. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.01.012>
- Young, M. F., Slota, S., Cutter, A. B., Jalette, G., Mullin, G., Lai, B., Simeoni, Z., Tran, M., & Yukhymenko, M. (2012). Our Princess Is in Another Castle: A Review of Trends in Serious Gaming for Education. *Review of Educational Research*, 82(1), 61–89. <https://doi.org/10.3102/0034654312436980>

Liite A: escapED-suunnittelumalli

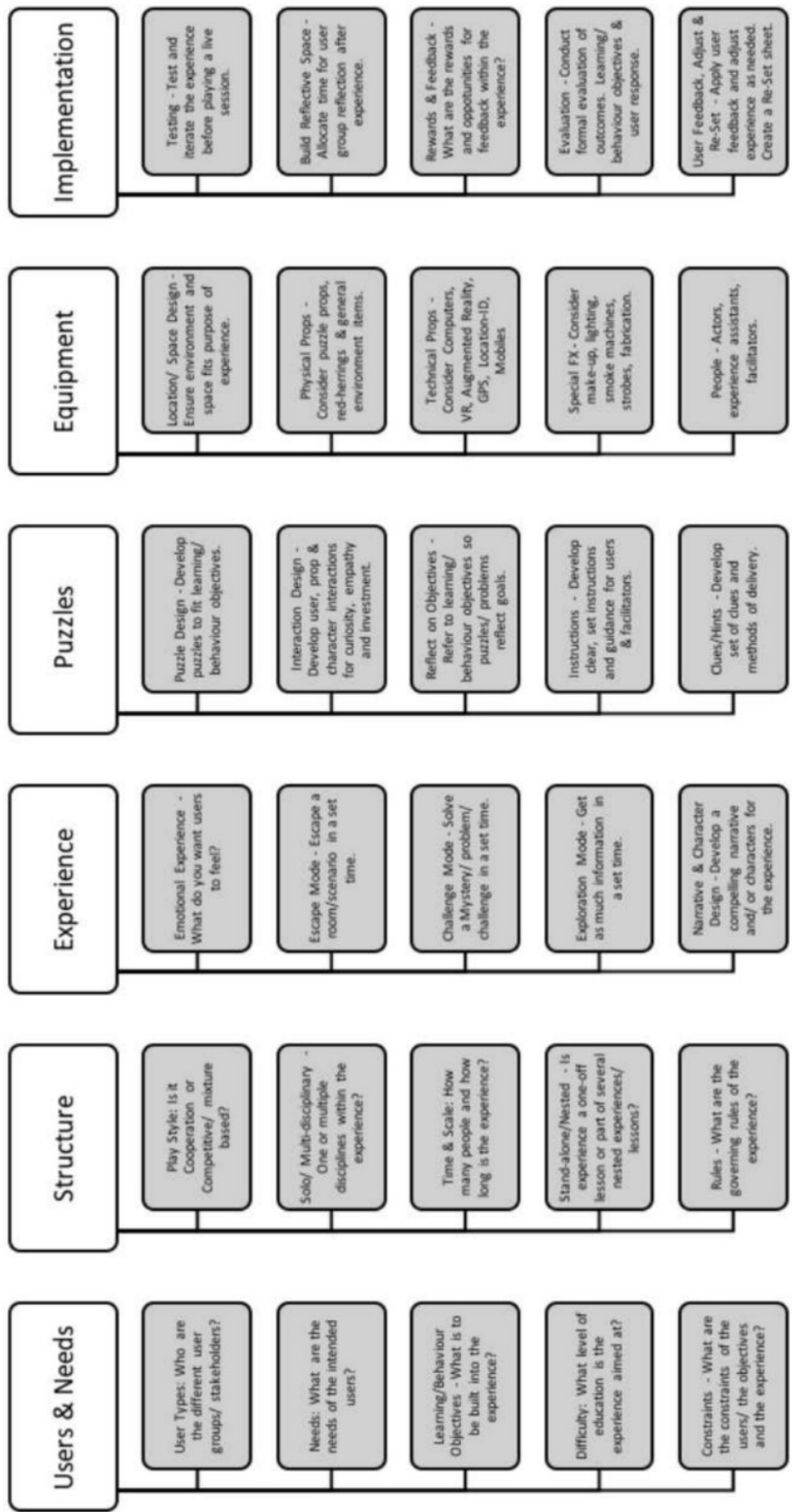


Figure 14 The escapED Framework V1.2

(Clarke, 2020)

Liite B: Tasokoe 1

1. Miten kutsut funktiota tervetuloa argumenttina oma nimesi, Rusty?
2. Miten sijoitat muuttujaan luokka luvun 313?
3. Millä rivillä aloitat ikuisen silmukan?
4. Mitä riviä seuraava lohko suoritetaan vain, jos muuttujassa vastaus on luku 42?
5. Miten sijoitat sanakirjan luokat avaimeen "22A" tyhjän listan?
6. Miten lisäät listan luvut loppuun luvun 4?

Liite C: Tasokoe 2

1. Miten kutsut funktiota `poista_opettaja` argumenttina nimi `Bill`?
2. Miten sijoitat muuttujaan `opettaja` nimen `Ada`?
3. Millä rivillä aloitat silmukan, joka sijoittaa listan opiskelijat alkiot vuorotellen muuttujaan `opiskelija`?
4. Mitä riviä seuraava lohko suoritetaan vain, jos muuttujassa `opiskelija` on nimi `Rusty`?
5. Miten sijoitat sanakirjan `opettajat` avaimeen `"ohjelmointi"` nimen `Grace`?
6. Miten lisäät listan kirjaimet loppuun kirjaimen `d`?

Liite D: Testiryhmille annettu ohjeistus

Tutkimuksen aikana teet näin:

1. Vastaat aluksi taustakyselyyn.
2. Kertaat Pythonia pelaamalla Codytute-peliä.
3. Vastaat loppukyselyyn.

Mitään vastauksia ei voi yhdistää sinuun. Rehelliset vastaukset ovat tärkeitä tutkimuksen kannalta.

Pelin alussa ja lopussa on "tasokokeet". Näitä ei arvioida, etkä näe vastasitko oikein. Et myöskään voi muuttaa vastauksiasi. Tarkoitus on selvittää osaamisesi ennen peliä ja sen jälkeen.

Tasokokeiden aikana et saa käyttää mitään lähteitä apunasi. Muun pelin aikana voit käyttää esim. Moodlea. Vaihda pelin ja muiden ohjelmien välillä Alt+Tab-pikanäppäimen avulla.

Opettaja auttaa vain teknisissä ongelmissa tai selventää tekstien merkitystä. Keskustelu ja muu toisten häirintä on kielletty. Tämän vuoksi pelin äänet on mykistetty.

Tutkimukseen on varattu kaksi tuntia aikaa. Jos olet aiemmin valmis, saat pitää taukoa opettajan kertomaan jatkamisaikaan asti.

Liite E: Esitietokysely

Koodi	Kysymys	Asteikko
AK1	Onko suomi äidinkielenäsi?	kyllä/ei
AK2	Miten hyvin osaat suomea?	Erittäin huonosti / / / Erittäin hyvin
AK3	Miten hyvin osaat englantia?	Erittäin huonosti / / / Erittäin hyvin
AK4	Miten hyvin osaat Pythonia?	Erittäin huonosti / / / Erittäin hyvin
AK5	Miten usein pelaat alla lueteltuja pelityyppejä? Tietokonepelit Lautapelit Korttipelit Urheilu	En lainkaan/ Ainakin kerran vuodessa/ Ainakin kerran kuukaudessa/ Ainakin kerran viikossa/ Monta kertaa viikossa
AK6	Miten monta tuntia pelaat keskimäärin viikossa?	Liukusäädin 0-10
AK7	Mitä peligenrejä pelaat mielelläsi (esim. FPS, RPG, strategia)?	Lyhyt tekstikenttä
AK8	Miten usein pelaat alla luetelluilla laitteilla? Pöytätietokone Kannettava tietokone Pelikonsoli Käsi-konsoli Tabletti Älypuhelin	En lainkaan/ Ainakin kerran vuodessa/ Ainakin kerran kuukaudessa/ Ainakin kerran viikossa/ Monta kertaa viikossa
AK9	Kerro mitä muuta mielestäsi tärkeää pelaamiseen liittyi.	Pitkä tekstikenttä.
	Miten samaa mieltä olet näistä väittämistä?	Täysin eri mieltä / / / Täysin samaa mieltä
AK10	Minulla on hyvät opiskelutaidot.	
AK11	Pelaaminen kiinnostaa minua.	
AK12	Olen taitava pelaaja.	
AK13	Ohjelmointi kiinnostaa minua.	
AK14	Olen taitava ohjelmoija.	
AK15	Olen taitava Python-ohjelmoija.	
AK16	Haluan oppia ohjelmointia.	
AK17	Pythonin opiskelusta on minulle hyötyä.	
AK18	Tunnen itseni virkeäksi.	
AK19	Olen nukkunut hyvin viime aikoina.	
AK20	Olen syönyt tänään hyvin.	
AK21	Asiani ovat yleisesti ottaen hyvin.	

Liite F: Loppukyselyn rakentamisessa hyödynnetyt kyselyt

Scale of EGameFlow		
Factor	Item no.	Content
Concentration	C1	<i>The game grabs my attention^a</i>
	C2	<i>The game provides content that stimulates my attention^a</i>
	C3	Most of the gaming activities are related to the learning task
	C4	No distraction from the task is highlighted
	C5	Generally speaking, I can remain concentrated in the game
	C6	I am not distracted from tasks that the player should concentrate on
	C7	I am not burdened with tasks that seem unrelated
	C8	Workload in the game is adequate
Goal Clarity	G1	Overall game goals were presented in the beginning of the game
	G2	Overall game goals were presented clearly
	G3	Intermediate goals were presented in the beginning of each scene
	G4	Intermediate goals were presented clearly
	G5	<i>I understand the learning goals through the game^a</i>
Feedback	F1	I receive feedback on my progress in the game
	F2	I receive immediate feedback on my actions
	F3	I am notified of new tasks immediately
	F4	I am notified of new events immediately
	F5	I receive information on my success (or failure) of intermediate goals immediately
	F6	<i>I receive information on my status, such as score or level^a</i>
Challenge	H1	<i>I enjoy the game without feeling bored or anxious^a</i>
	H2	<i>The challenge is adequate, neither too difficult nor too easy^a</i>
	H3	The game provides "hints" in text that help me overcome the challenges
	H4	The game provides "online support" that helps me overcome the challenges
	H5	The game provides video or audio auxiliaries that help me overcome the challenges
	H6	<i>My skill gradually improves through the course of overcoming the challenges^a</i>
	H7	<i>I am encouraged by the improvement of my skills^a</i>
	H8	The difficulty of challenges increase as my skills improved.
	H9	The game provides new challenges with an appropriate pacing
	H10	The game provides different levels of challenges that tailor to different players
Autonomy	A1	<i>I feel a sense of control the menu (such as start, stop, save, etc.)^a</i>
	A2	<i>I feel a sense of control over actions of roles or objects^a</i>
	A3	<i>I feel a sense of control over interactions between roles or objects^a</i>
	A4	<i>The game does not allow players to make errors to a degree that they cannot progress in the game^a</i>
	A5	<i>The game supports my recovery from errors^a</i>
	A6	<i>I feel that I can use strategies freely^a</i>
	A7	I feel a sense of control and impact over the game
	A8	I know next step in the game
	A9	I feel a sense of control over the game
Immersion	I1	I forget about time passing while playing the game
	I2	I become unaware of my surroundings while playing the game
	I3	I temporarily forget worries about everyday life while playing the game
	I4	I experience an altered sense of time
	I5	I can become involved in the game
	I6	I feel emotionally involved in the game
	I7	I feel viscerally involved in the game
Social Interaction	S1	I feel cooperative toward other classmates
	S2	I strongly collaborate with other classmates
	S3	The cooperation in the game is helpful to the learning
	S4	The game supports social interaction between players (chat, etc)
	S5	The game supports communities within the game
	S6	The game supports communities outside the game
Knowledge Improvement	K1	The game increases my knowledge
	K2	I catch the basic ideas of the knowledge taught
	K3	I try to apply the knowledge in the game
	K4	The game motivates the player to integrate the knowledge taught
	K5	I want to know more about the knowledge taught

^a Item underlined was deleted after validity and reliability tested.

(Fu ym., 2009)

Questionnaire measuring the appeal to students*Dimension 1: Perceived usefulness*

- I think that this type of class is useful in order to improve my knowledge about the Mediterranean Sea ecosystem.
- I can easily improve my knowledge about Mediterranean Sea ecosystem with this type of class.
- The participation in this type of class brings me some interesting and useful information.

Dimension 2: Intention to participate

- Based on my experience, I would like to participate more in this type of class.
- I want to participate more in this type of class as soon as it possible.
- If it would be possible I would like to participate in this type of class shortly.

Dimension 3: Perceived educational value

- This type of class let me learn about the Mediterranean Sea ecosystem.
- Participating in this type of class let me understand the basic notions of presented information.
- I learned some interesting information in this type of class.

Dimension 4: Engagement

- I forgot about time passing while participating in the class.
- I become unaware of my surroundings while participating in this type of class.
- I temporally forget worries about everyday life while I participated in this type of class.

Dimension 5: Intrinsic motivation

- After this class I want to learn a lot about the Mediterranean Sea ecosystem.
- After this type of class I will learn more about the Mediterranean Sea ecosystem to find out a lot of things I've been waiting to know.
- After this type of class, if I had homework to do, I would like to do it without any help.

Dimension 6: Enjoyment

- This type of class is fun.
- I had fun during this type of class.
- It is nice to participate in this type of class.

(Wrzesien & Alcañiz Raya, 2010)

TABLE 2: Game factor questionnaire.

Items	<i>Slice it!</i> M (N = 16)	<i>Xiao-Mao</i> M (N = 15)
Game goals		
(1) The tasks or stages have clear goals.	4.50	4.33
(2) I know what I seek in this game.	4.44	4.00
(3) I'd like to complete the game's goals and achievements.	4.38	4.13
Game mechanism		
(4) The game's genre and gameplay are clear.	4.38	3.80
(5) The game goals and rules are clear.	4.25	4.27
(6) I like the gameplay in this game.	4.00	3.60
Interaction		
(7) The operational processes are easy and intuitional.	4.25	3.87
(8) The system tips are clear and real time and let me know what the next step is.	3.69	3.87
(9) The interaction with the device is fun.	3.75	3.80
Freedom		
(10) I can control my status and data in this game.	3.50	3.73
(11) I can play the game in various ways.	4.25	3.27
(12) I can create my own gaming history.	4.19	3.53
Game fantasy		
(13) The art style is unified, and the overall appearance is consistent.	4.25	4.13
(14) The characters and scenes in this game fit its environment.	3.56	4.20
(15) The game story and mechanics do not match.	2.25	2.07
Narrative		
(16) The game has a deep story.	2.19	4.27
(17) The plot is logical.	2.63	4.20
(18) I'd like to follow the story's development.	2.75	4.20
Sensation		
(19) The colors and layout of the interface attracts my attention.	3.69	3.80
(20) The icons and functions are clear and intuitional.	4.00	3.80
(21) The graphics and sounds in this game are abundant	3.31	4.00
Game value		
(22) I'd like to get more resources in this game.	3.13	3.80
(23) The game content is plentiful and interesting.	3.56	3.87
Challenges		
(24) The game is challenging.	4.44	3.80
(25) I can complete the tasks and finish stages.	4.38	4.33
(26) I'd like to get better gaming achievements than my now.	4.63	4.07
Sociality		
(27) I can communicate with others easily in this game.	2.19	2.60
(28) The game allows me to cooperate or compete with others.	2.44	2.67
(29) I like to cooperate or compete with others in this game.	2.13	2.73
Mystery		
(30) The game has some surprises.	2.63	3.27
(31) Before I finish this game, I'd like to know more about the follow-game content.	3.06	4.13
Flow		
(32) I was very focused on this game.	3.75	4.13
(33) I did not feel tired when playing this game.	3.13	3.40
(34) I often forgot the time when playing this game.	3.44	3.73
(35) I paid less attention to my surroundings when playing this game.	3.38	3.80

(Shi & Shih, 2015)

Table 1. Student satisfaction questionnaire

Question	Possible Answers	Purpose
1. What was your programming knowledge level before beginning the course?	No knowledge; Beginner; Intermediate; Advanced; Expert	Profile
2. What programming languages did you know before beginning the course?	Open question	Profile
3. I consider I learned (or learned more) programming in this course to apply in the exercises and/or projects.	5-point Likert Scale	Motivation
4. I already enjoyed programming before attending this course.	5-point Likert Scale	Profile
5. I came to enjoy programming more than before after attending this course.	5-point Likert Scale	Motivation
6. I think the projects I developed in this course are more complex than the ones from other courses.	5-point Likert Scale	Opinion on the course
7. Considering my game project(s), I felt it was easier to deal with the complexity of this project(s) due to this game context.	5-point Likert Scale	Commitment
8. I dedicated myself to the classroom lessons of this course more than in other courses.	5-point Likert Scale	Commitment
9. I dedicated more hours of study either at home or between classes for this course than for other courses.	5-point Likert Scale	Commitment
10. The use of games in this course's projects motivated me to endeavor more during class than I would usually do.	5-point Likert Scale	Motivation
11. I preferred developing projects involving games compared to other exercises on the course.	5-point Likert Scale	Motivation
12. I prefer developing projects involving games to projects of other types, like registration systems, inventories, stocks, math problems, payroll, etc.	5-point Likert Scale	Motivation
13. What were the main difficulties found during the development of the game?	The programming language used; Understanding of the game rules; Time available for the development; Course topics; None; Other	Opinion on the course
14. To develop the game, in addition to what was learned in class, I searched for more information and functionalities in order to make the game more complete.	Yes, several times; Yes, sometimes; No	Proactivity
15. Indicate positive aspects of the use of games in the course.	Increase in motivation; Evolution in the course; Interaction with group members; Personal satisfaction to complete a complex project; None; Other	Opinion on the course
16. Indicate negative aspects of the use of games in the course.	I don't like games; Time for game development; Difficulties in game development; I considered the class boring and discouraging; None; Other	Opinion on the course
17. This space is provided in case you want to leave any comment or suggestion.	Open question	Opinion on the course

(Martins ym., 2019)

TABLE A1 Game and learning supports satisfaction questionnaire

Game satisfaction		
	<i>M</i>	<i>SD</i>
I enjoyed the game very much	4.03	1.02
I thought the game was boring [R]	3.62	1.16
The game did not hold my attention [R]	3.53	1.16
I thought I performed well in the game	3.91	0.94
I was pretty skilled at playing the game	3.69	1.00
I put a lot of effort into solving levels	4.08	0.91
The game helped me learn some physics	3.96	0.91
Physics is fun and interesting	3.75	1.09
I would like to play this game again	3.72	1.16
I would recommend this game to my friends	3.43	1.18
Scale	3.77	0.70
Learning supports satisfaction		
The 'show solutions' helped me solve the levels	3.82	1.25
The 'show physics' helped me learn physics	3.60	1.09
The supports were generally annoying [R]	3.46	1.08
The supports were pretty easy to use	3.78	0.83
The supports did not help me at all [R]	3.56	1.09
I would rather solve levels without supports [R]	3.28	1.28
Scale	3.58	0.72

Note: [R] items were reverse coded for analysis. For example, the mean for the item '*I thought the game was boring*' is 3.62. Students generally disagreed with this item and thought the game was not boring.

(Shute *et al.*, 2021)