



Turun yliopisto
University of Turku

MOTIVAATIO JA MATEMATIIKAN OPPIMISTULOKSET PELIYMPÄRISTÖSSÄ

Pelikokemuksen, opettajan ja vertaisten vaikutus

Maikki Jaatinen
Pro gradu -tutkielma
Kasvatustiede
Opettajankoulutuslaitos
Turun yliopisto
Tammikuu 2016

Suomalaislasten matemaattiset taidot ovat heikentyneet PISA-testien mukaan, mutta motivaatio matematiikkaa kohtaan on pysynyt samana. Heikentyneet tulokset matematiikassa selittyvät sekä heikkojen oppilaiden määrän kasvulla että taitavien määrän laskulla. Pelillisellä opetuksella uskotaan olevan positiivista vaikutusta sekä oppimistuloksiin että motivaatioon ja sen uskotaan tukevan erityisesti matematiikassa heikoimpien oppimista.

Tässä tutkimuksessa selvitettiin, millainen vaikutus Number Navigation -pelillä sekä vertaisen ja opettajan tuella pelikokeilun aikana oli oppilaiden motivaatioon ja oppimistuloksiin. Oppimistuloksia mitattiin aritmeettisen sujuvuuden testillä ja motivaatiota expectancy-values -teoriaan perustuvalla kyselylomakkeella. Pelikokemuksesta sekä vertaisen ja opettajan vaikutuksesta kerättiin tietoa kyselyllä. Tutkimukseen osallistui 112 neljäsluokkalaista eri puolelta Suomea. Heistä 44 % oli tyttöjä. Tutkimus toteutettiin alku- ja loppumittauksella, joiden välissä oli interventiojakso. Sen aikana koeryhmä (n=40) pelasi Number Navigation -peliä ja kontrolliryhmä (n=72) oli ei-pelillisessä opetuksessa.

Koe- ja kontrolliryhmän välillä oli merkitsevä ero motivaation muutoksessa. Koeryhmän motivaatio laski intervention aikana, mutta kontrolliryhmän motivaatio ei muuttunut. Eritasoisissa ryhmissä ainoastaan koeryhmän taitavampien motivaatio laski. Muiden ryhmien motivaatio pysyi samana. Sekä koe- että kontrolliryhmä kehittivät aritmeettisessä sujuvuudessa, mutta koeryhmän kehitys oli huomattavampaa heikommasta lähtötasosta huolimatta. Ero aritmeettisen sujuvuuden kehittymisessä oli koe- ja kontrolliryhmän välillä merkitsevä. Erityisesti koeryhmän matemaattisesti heikot oppilaat kehittivät intervention aikana. Oppilaiden kokemus pelistä oli neutraali ja sillä oli yhteys melko korkeaan motivaatioon pelikokeilun lopussa. Vertaisapuun ja opettajan ohjaukseen suhtauduttiin myönteisesti ja myös niillä oli yhteys motivaatioon pelikokeilun lopussa.

Number Navigation -peli osoittautui hyväksi välineeksi matematiikan opetukseen erityisesti heikommille oppilaille. Tulosten valossa pelin motiivisuutta tulisi kehittää, mutta koeryhmän motivaation heikkeneminen voi johtua myös oppilaiden korkeista ennako-odotuksista peliä kohtaan. Oppilaan saama apu voi ylläpitää oppilaiden motivaatiota ja siten tukea oppimista.

Asiasanat:

motivaatio, expectancy-value -teoria, matematiikka, aritmeettinen sujuvuus, adaptiivinen numerotietoisuus, Number Navigation -peli, pelikokemus, vertaistutorointi, opettajan ohjaus

1	JOHDANTO	7
1.1	Number Navigation -tietokonepeli.....	8
1.2	Motivaatio expectancy–values-teorian mukaan	9
1.3	Motivaatio ja oppimistulokset pelillisessä opetuksessa	12
1.4	Pelikokemus ja motivaatio	15
1.5	Vertaisen tuki ja motivaatio	17
1.6	Opettajan ohjaus ja motivaatio.....	19
2	TUTKIMUSKYSYMYKSET	22
3	MENETELMÄT.....	24
3.1	Tutkimusjoukko	24
3.2	Tutkimusmenetelmä.....	24
3.3	Tutkimuksen kulku.....	28
3.4	Aineiston käsittely.....	29
3.4.1	Motivaation muutoksen analysointi.....	30
3.4.2	Aritmeettisen sujuvuuden kehittymisen analysointi	31
3.4.3	Oppimistulosten ja motivaation yhteyden analysointi.....	31
3.4.4	Pelikokemuksen ja motivaation yhteyden analysointi.....	32
3.4.5	Oppilaiden vertaisapuun suhtautumisen ja motivaation analysointi	33
3.4.6	Opettajan ohjaukseen suhtautumisen ja motivaation analysointi	33
4	TULOKSET.....	35
4.1	Pelikokeilun vaikutus motivaatioon	35
4.1.1	Muutokset motivaatiossa koe- ja kontrolliryhmällä	35
4.1.2	Muutokset motivaatiossa eritasoisilla oppilailla.....	38
4.2	Aritmeettisen sujuvuuden kehittyminen pelijakson aikana.....	40
4.2.1	Koe- ja kontrolliryhmän aritmeettisen sujuvuuden kehittyminen ...	40
4.2.2	Eritasoisten oppilaiden aritmeettisen sujuvuuden kehittyminen.....	40
4.3	Motivaation ja oppimistulosten yhteys pelillisessä opetuksessa.....	42
4.3.1	Aritmeettisen sujuvuuden ja motivaation yhteys koe- ja kontrolliryhmässä.....	42
4.3.2	Aritmeettisen sujuvuuden ja motivaation yhteys eritasoisissa ryhmissä	43
4.4	Pelikokemuksen yhteys motivaatioon.....	44
4.4.1	Oppilaiden kokemus Number Navigation -pelistä.....	44
4.4.2	Pelikokemuksen yhteys motivaatioon.....	44
4.4.3	Pelitaustan yhteys pelikokemukseen ja motivaatioon.....	45
4.4.4	Eritasoisten oppilaiden kokemus pelistä.....	46

4.5	Oppilaiden vertaisapuun suhtautumisen ja motivaation yhteys	47
4.5.1	Oppilaiden suhtautuminen vertaisapuun.....	47
4.5.2	Vertaisapuun suhtautumisen ja motivaation yhteys.....	48
4.5.3	Eritasoisten oppilaiden vertaisapuun suhtautumisen ja motivaation yhteys	49
4.6	Opettajan ohjaukseen suhtautumisen ja motivaation yhteys.....	49
4.6.1	Oppilaiden suhtautuminen opettajan apuun.....	49
4.6.2	Motivaation ja opettajan ohjaukseen suhtautumisen yhteys.....	50
4.6.3	Eritasoisten oppilaiden motivaation ja opettajan ohjaukseen suhtautumisen yhteys	50
5	POHDINTA.....	52
5.1	Motivaation muutos pelijakson aikana.....	52
5.2	Aritmeettisen sujuvuuden kehittyminen pelijakson aikana.....	53
5.3	Motivaation ja oppimistulosten yhteys pelillisessä opetuksessa.....	54
5.4	Pelikokemuksen vaikutus motivaatioon.....	55
5.5	Oppilaiden vertaisapuun suhtautumisen ja motivaation yhteys	56
5.6	Opettajan ohjaukseen suhtautumisen ja motivaation yhteys.....	57
5.7	Tutkimuksen hyöty opettajuudelle	58
5.8	Tutkimuksen luotettavuus	59
5.9	Jatkotutkimusehdotuksia	60
6	LÄHTEET	62
	LIITTEET	67
	Liite 1: Normaalijakautuvuus motivaatiossa	67
	Liite 2: Normaalijakautuvuus aritmeettisessä sujuvuudessa	67
	Liite 3: Normaalijakautuvuus pelikokemuksessa	68
	Liite 4: Normaalijakautuvuus vertaisapuun suhtautumisessa.....	68
	Liite 5: Normaalijakautuvuus opettajan ohjaukseen suhtautumisessa.....	69
	Liite 6: Kysely oppilaille muiden oppilaiden ja opettajan avusta Number Navigation pelin aikana.....	70
	Liite 7: Kysely opettajille pelitilanteen järjestämisestä	73

1 JOHDANTO

Suomalaislasten matemaattinen osaaminen nostettiin huolenaiheeksi erityisesti viimeisimpien PISA-tutkimusten jälkeen. Matemaattiseen osaamiseen painottuva vuoden 2012 PISA -tutkimus osoitti, että suomalaisten oppilaiden matemaattiset taidot ovat heikentyneet vuodesta 2003, jolloin PISA-tutkimus edellisen kerran painottui matemaattiseen osaamiseen (Opetus- ja kulttuuriministeriön tiedote 3.12.2013). Samassa mittauksessa huomattiin oppilaiden sisäisen motivaation parantuneen hieman ja ulkoisen motivaation pysyneen lähes samana kuin vuonna 2003 (Kupari, Välijärvi, Andersson, Arffman, Nissinen, Puhakka, & Vettenranta, 2013, 55–59).

Lasten matematiikan osaamista yritetään parantaa lisäämällä pelillisyyttä opetukseen. Pelillisyyden onkin havaittu edistävän oppimista (mm. Bai, Pan, Hirumi & Kebritchi 2012; Divjak & Tomic 2011; Habgood & Ainsworth 2011; Vogel, Vogel, Cannon-Bowers, Muse & Wright 2006; Wouters, Nimwegen, Oostendorp & van der Spek 2013). Tulokset motivaation osalta ovat kuitenkin ristiriitaisia (mm. Bai ym. 2012; Divjak & Tomic 2011; Habgood & Ainsworth 2011; Wouters ym. 2013). Pelillisestä opetuksesta uskotaan kuitenkin olevan apua erityisesti matematiikkaan negatiivisesti suhtautuville ja sen haasteelliseksi kokeville oppilaille. Uudessa vuonna 2016 voimaan tulevassa perusopetuksen opetussuunnitelmassa pelillisuus onkin nostettu esiin laaja-alaisen osaamisen osana. Pelillisuus antaa opetussuunnitelman mukaan edellytyksen luoville ratkaisuille ja sen avulla halutaan myös tuottaa oppimisen iloa. (Perusopetuksen opetussuunnitelma 2014, 18.)

Tässä tutkimuksessa tutkitaan motivaation ja oppimistulosten yhteyttä pelillisessä oppimisympäristössä sekä pelikokemuksen, opettajan ohjauksen ja vertaisen avun yhteyttä pelaajien motivaatioon. Lisäksi tutkitaan edellä mainittuja yhteyksiä eritasoisilla oppilaille. Seuraavaksi käsitellään tarkemmin tutkimuksessa käytettävää Number Navigation -oppimispeliä, tutkimuksen taustalla olevaa motivaatioteoriaa, oppimistuloksia ja motivaatiota pelillisessä oppimisympäristössä sekä motivaation yhteyttä pelikokemukseen, vertaistukeen ja opettajan ohjaukseen.

1.1 Number Navigation -tietokonepeli

Number Navigation -tietokonepeli on suunnattu erityisesti opetuskäyttöön alakoulussa. Sen oppimissisältö kohdentuu adaptiivisen numerokäsityksen (adaptive number knowledge) harjoittamiseen (Brezovszky, Rodriguez-Aflecht, McMullen, Veermans, Pongsakdi, Hannula-Sormunen & Lehtinen 2015; Lehtinen, Brezovszky, Rodriguez-Aflecht, Lehtinen, Hannula-Sormunen, McMullen, Pongsakdi, & Veermans, 2015). Tässä tutkimuksessa tutkitaan pelin vaikutusta aritmeettiseen sujuvuuteen, joka on osa adaptiivista numerotietoisuutta. Aritmeettisellä sujuvuudella tarkoitetaan kykyä palauttaa tarkasti mieleen yksinkertaisia matemaattisia sääntöjä laskutoimituksen aikana. (Rodriguez-Aflecht, Brezovszky, Pongsakdi, Jaakkola, Hannula-Sormunen, McMullen & Lehtinen 2015.)

Number Navigation -pelissä pelaajan pitää navigoida laivaa merellä rakennustarvikkeiden luokse ja takaisin saareen, johon pelin edetessä rakentuu kylä. Navigointi tapahtuu aritmeettisten laskutoimitusten avulla satataulussa. Pelaajan tehtävänä on muodostaa laskutoimituksia, joiden avulla laiva saadaan siirtymään satamasta eri materiaalien luokse ja takaisin satamaan. Navigointi ei kuitenkaan ole suoraviivaista vaan oppilaan on valittava paras mahdollinen reitti ja väistettävä kulkuväylälle osuvia saaria. Peli koostuu useista kartoista, joiden suorittamisesta pelaaja palkitaan erimäärällä kolikoita sen mukaan miten hyvin hän on kartan suorittanut. Pelissä eteneminen edellyttää vähintään keskitasoista suoritusta (vähintään kaksi kolikkoa) ainakin kolmessa kartassa neljästä. Kolikoilla oppilas voi ostaa pelin kaupasta paremmin varustellun laivan, jolla haastavammat kentät on mahdollista suorittaa.

Pelissä on kaksi pelimoodia: askelkartat ja energiakartat. Askelkartoissa tarkoituksena on keksiä laskutoimitus, jonka avulla laiva pääsee mahdollisimman vähillä siirroilla alkupisteestä loppupisteeseen. Siinä pelaajan on mahdollista saada optimaalinen ratkaisu pelkästään yhteen- ja vähennyslaskujen avulla. Energiakartoissa oppilaan pitää keksiä vähiten energiaa kuluttava reittivaihtoehto eli keksiä laskutoimitus, jossa käytetään mahdollisimman pieniä lukuja. Pelaajan tuleekin muodostaa aiempaa monimutkaisempia ratkaisumalleja kerto- ja jakolaskua käyttäen.

Number Navigation -peli haastaa pelaajan tekemään ratkaisusta mentaalisen mallin ennen ratkaisun toteuttamista. Peli vaatii myös käännteisten laskutoimitusten käyttämistä. Pelaajan pystyttävä muodostamaan alkuperäiselle laskutoimitukselle käännteinen vastine, jotta laiva voi palata takaisin kotisatamaan. Joissakin tehtävissä

ratkaisuksi riittää yksivaiheinen laskutoimitus, mutta etenkin energiakentissä tehtävät ovat monivaiheisia. Energiakentissä pelaajan täytyy hahmottaa myös lukujen suhteita ratkaistakseen tehtävän.

Number Navigation -peli antaa pelaajalle palautetta suorituksesta askel- tai energialaskurilla moodista riippuen. Jokaisessa kartassa myös ilmoitetaan, miten paljon askelia tai energiaa voi enintään käyttää saadakseen hopeisen tai kultaisen kolikon. Pelaajan tulee kuitenkin osata tulkita pelin antamaa palautetta pystyäkseen muodostamaan toimivan ratkaisun ja suunnittelemaan pelissä etenemistä. Ennen pelin aloittamista opettaja ohjeistaakin oppilaat kiinnittämään huomiota laskuriin. Opettajan tukea saatetaan kuitenkin tarvita myös palautteen antajana, mikäli oppilaat eivät osaa tulkita palautetoimintoa tai oivalla, miten voisivat ratkaista tehtävän paremmin.

Aiemman tutkimuksen mukaan Number Navigation -pelin prototyyppi kehitti matemaattisia taitoja, mutta vaikutti jossain määrin negatiivisesti oppilaiden motivaatioon matematiikassa. Peliä pelanneiden oppilaiden eräät motivaation piirteet laskivat pelin pelaamisen aikana. Motivaation laskeminen näkyi kiinnostuksen, hyödyllisyyden kokemisen ja pärjäämisen arvon osalta. Sen sijaan aritmeettiseen sujuvuuteen Number Navigation -pelillä oli positiivinen vaikutus. Vaikka sekä peliä pelanneet että ei-pelillisen opetuksen parissa olleet oppilaat kehittyivät intervention aikana, kehittyivät peliä pelanneet enemmän aritmeettisessä sujuvuudessa. (Rodriguez-Aflecht ym. 2015.)

1.2 Motivaatio expectancy–values-teorian mukaan

Tässä tutkimuksessa käytettävän expectancy–values-teorian mukaan uskomukset omasta suoriutumisesta ja arvostus asiaa kohtaan selittävät sinnikkyyttä, suoriutumista tehtävissä sekä myöhempiä valintoja (Wigfield & Eccles 2000, 68). Käsitys omasta suoriutumisesta on merkityksellinen ihmiselle itselleen ja hänen toiminnalleen. Expectancy–values-teoriassa motivaatio koostuu kahdesta pääkäsitteestä: minäpystyvyydestä (self-efficacy) ja tehtävän arvosta (task value). Tehtävän arvo sisältää neljä osaa, jotka ovat kiinnostusarvo (interest), pärjäämisen arvo (attainment value), hyödyllisyyden arvo (utility) ja vaivannäön arvo (cost). (Wigfield & Cambria 2010.) Seuraavaksi käsitellään minäpystyvyyttä ja tehtävän arvoja tarkemmin.

Minäpystyvyys on tilanteeseen ja opeteltavaan asiaan sidonnainen ja eroaa siksi tarkkuudellaan itsetunnon ja minäkäsityksen käsitteistä, jotka ovat luonteeltaan laajoja (Perry, Turner & Meyer 2006, 331). Ecclesin ym. (1983) expectancy–values-teorian mukaan minäpystyvyys sisältää käsityksen omista kyvyistä tehtävän suorittamisessa kyseisellä hetkellä (ability) sekä myöhemmin tulevaisuudessa (expectancies) (Wigfield & Eccles 2000, 70). Käsite on lähellä Banduran (2002, 94) määritelmää, jonka mukaan minäpystyvyys tarkoittaa ”ihmisten käsitystä omasta pystyvyydestään järjestää ja toteuttaa toimintoja, joita tarvitaan suunnitellun päämäärän saavuttamiseksi”. Määritelmät eivät kuitenkaan yksiselitteisesti vastaa toisiaan. Banduran (1997) mukaan expectancy–values-teoria on keskittynyt minäpystyvyyden arviointiin lopputuloksen kautta, jolloin minäpystyvyys ennustaa ennemminkin suoriutumista ja tehtävän valintaa. Expectancy–values-teoriassa näkemys minäpystyvyydestä on myös tehtäväkohtaisempi, kun taas Banduran näkökulma minäpystyvyyteen on yleisempi. (Wigfield & Eccles 2000, 71–72.) Vaikka käsitteenmäärittelyssä onkin eroja teorioiden välillä, nähdään minäpystyvyys molemmissa tärkeänä tekijänä tehtävän suorittamisen ja motivaation kannalta.

Kiinnostuksella tarkoitetaan, että ihminen nauttii tehtävän tekemisestä (Wigfield & Cambria 2010, 4). Kiinnostuksen käsite on lähes identtinen Decin ja Ryanin kuvaileman sisäisen motivaation käsitteen kanssa. Sen mukaan sisäisesti motivoitunut ihminen suorittaa tehtävän, koska nauttii tehtävästä itsestään. (Ryan & Deci 2000, 55.) Sisäisen motivaation ja kiinnostuksen käsitteitä yhdistää ajatus siitä, että kiinnostunut ja sisäisesti motivoitunut ihminen sitoutuu tehtävään paremmin ja pysyy pitkään sen parissa. Expectancy–values -teorian mukaan kiinnostus on vain yksi motivaation komponenteista ja yhdistyy siten muihin arvon komponentteihin, kun taas sisäisen motivaation käsite tarkastelee ilmiötä yleisemmällä tasolla. (Wigfield & Cambria 2010, 4.)

Pärjäämisen arvolla tarkoitetaan ihmisen halua suoriutua tehtävästä hyvin. Se on yhteydessä ihmisen minäkuvaan, sillä jos ihminen kokee tehtävän olevan tärkeä omalle identiteetilleen, hän kokee myös tehtävän itsessään olevan tärkeä. (Wigfield & Cambria 2010, 4.) Esimerkiksi ihminen saattaa tehdä matematiikan tehtävän loppuun, koska haluaa pitää itseään matemaattisesti taitavana. Tehtävän suorittamisella halutaan tuoda esiin ja vahvistaa piirteitä, joita itsessä pidetään tärkeinä. Pärjäämisen kokemuksen kautta ihmisen minäkuva ja tavoitteet itseä kohtaan lähenevät toisiaan, jolloin identiteetti eheytyy. (Wigfield & Cambria 2010, 4.)

Hyödyllisyyden arvolla viittaa siihen, miten hyödylliseksi ja keskeiseksi oman tulevaisuutensa kannalta ihminen kokee tehtävän. Kun ihminen tekee tehtävää eikä koe sitä hyödylliseksi, tehtävä toimii välineenä päämäärän saavuttamiselle. (Wigfield & Cambria 2010, 4.) Tällöin hyödyllisyys arvo peilaa ulkoista motivaatiota. Sen sijaan tehtävän hyödylliseksi kokeminen voi kertoa ihmisen tulevaisuuden tavoitteista, jotka ovat yhteydessä ihmisen identiteettiin (Wigfield & Cambria 2010, 4). Tällöin hyödyllisyys arvo peilaa sisäistä motivaatiota. On siis tehtävästä riippuvaa, ilmeneekö hyödyllisyyden arvo ulkoisena vai sisäisenä motivaationa.

Vaivannäön arvolla tarkoitetaan sitä, kuinka paljon ihminen on valmis näkemään vaivaa tehtävän suorittamiseksi (Wigfield & Cambria 2010, 4). Sillä tarkoitetaan esimerkiksi sitä, kuinka valmis ihminen on luopumaan muista itseä houkuttelevista asioista tehtävän suorittamisen takia ja kuinka paljon hän on valmis käyttämään aikaa tehtävän parissa.

Expectancy–values-teorian osa-alueiden on huomattu ennustavan myöhempiä akateemisia valintoja (Eccles 1998, Simpkinsin, Davis-Keanin & Ecclesin 2006 mukaan). Oppilaat, jotka nuorena huomaavat olevansa taitavia jollakin tietyllä alueella, jatkavat aktiviteettia vertaisiaan todennäköisemmin myös aikuisuudessa. Aktiviteetit, joissa oppilas kokee minäpystyvyytensä olevan korkea, koetaan hyödyllisiksi ja niissä asetetaan suurempia tavoitteita. Samalla tavoin ne aktiviteetit, joihin yhdistyy alhainen minäkompetenssi, koetaan vähemmän tärkeiksi ja niiden eteen ei olla valmiita näkemään yhtä paljon vaivaa. (Chouinard, Karsenti & Roy 2007.)

Minäpystyvyydellä on vaikutusta oppimistuloksiin (Zimmerman, Bandura & Martinez-Pons, 1992; Ocaik & Yamac, 2013 ja Simpkins, Davis-Kean & Eccles 2006). Se on yhteydessä pitkän aikavälin transfer-vaikutukseen ja vaikuttaa erityisesti aktiviteettien valintaan, vaivannäköön ja suoritukseen (Wilson ym. 2009, 225). Myös matematiikassa minäpystyvyyden on todettu olevan yhteydessä oppimistuloksiin (Pajares & Graham 1999) ja oppilaiden vaivannäköön matematiikan opiskelussa (Chouinard, Karsent & Rouy 2007). Sen sijaan tehtävän arvoilla on havaittu olevan yhteys asenteeseen matematiikkaa kohtaan ja itseä säätelevien oppimisstrategioiden käyttöön, mutta ei oppimistuloksiin (Ocaik & Yamac 2013).

Taitotaso ja minäpystyvyys liittyvät toisiinsa sekä tavallisessa opetuksessa että pelillisessä opetuksessa. Pajaresin ja Grahamin (1999) tutkimuksen mukaan taitavammilla oppilailla oli tarkempi käsitys omasta minäpystyvyydestään kuin muilla oppilailla. Nelsonin ja Ketelhutin (2008) mukaan oppilaat, joilla oli alhainen

minäpystyvyys, suoriutuivat peleissä heikommin kuin oppilaat, joilla oli korkea minäpystyvyys. Pelaaminen voi myös tukea oppilaiden minäpystyvyyttä. Erityisesti pelaamisen liittyvän leikkisyyden on todettu vahvistavan minäpystyvyyttä. (Meluso, Zheng, Spires & Lester 2012, 498.)

Expectancy–values-teoria koostuu useista spesifeistä osa-alueista. Alakouluikäiset oppilaat pystyvät erottamaan kyvykkyyssuskomukset arvostukseen liittyvistä uskomuksista, mutta eivät erottelemaan osa-alueita tarkemmin (Roeser, Eccles, Harold & Wigfield 1993). Arviointikyvyn kehittyminen, oman suorituksen vertaaminen toisten suorituksiin ja koulun tekemät arvioinnit muokkaavatkin oppilaiden käsityksiä tarkemmiksi (Perry ym. 2006, 331). Käsitysten tarkentuessa oppilaat pystyvät tarkemmin arvioimaan alueita edustavia väittämiä itseensä liittyen. Ikä ei kuitenkaan vaikuta kompetenssiuskomusten, hyödyn, tavoitteiden ja vaivannäön välisten yhteyksien voimakkuuteen tai luonteeseen kuten ei myöskään sukupuoli (Chouinard, Karsent & Roy 2007). Näin ollen alakouluikäisten oppilaiden motivaatiota on mahdollista tutkia heille suunnatuilla mittareilla.

1.3 Motivaatio ja oppimistulokset pelillisessä opetuksessa

Matematiikan oppimistulosten lasku vuoden 2012 PISA -testeissä vastaa noin puolen kouluvuoden edistymistä. Heikentyneet tulokset selittyvät sekä matemaattisesti heikkojen oppilaiden määrän kasvulla että matemaattisesti lahjakkaiden määrän vähenemisellä. (Opetus- ja kulttuuriministeriön tiedote 3.12.2013.) Suomalaislasten sisäinen motivaatio parani hieman vuoteen 2003 verrattuna, kun taas ulkoinen motivaatio matematiikkaa kohtaan on pysynyt lähes samana. PISA-testien tulosten mukaan motivaatiolla on yhteys oppimistuloksiin. (Kupari ym. 2013, 55 – 59.) Tyttöjen ja poikien välillä matemaattisessa osaamisessa ei ollut juurikaan eroa (Opetus- ja kulttuuriministeriön tiedote 3.12.2013). Sen sijaan pojilla oli tyttöihin verrattuna enemmän sekä sisäistä että ulkoista motivaatiota matematiikkaa kohtaan (Kupari ym. 2013, 55 – 59).

Vaikka tulokset ovat osittain ristiriitaisia ja perustuvat usein puutteellisiin tutkimusasetelmiin, oppimispelien on huomattu sekä edistävän oppilaiden oppimista että lisäävän tai ylläpitävän oppilaiden motivaatiota (mm. Bai ym. 2012; Divjak & Tomic 2011; Vogel ym. 2006; Habgood & Ainsworth 2011; Wouters ym. 2013). Pelien

on myös uskottu sitouttavan pelaajan oppisisällön opetteluun (Habgood & Ainsworth, 2011, 174) sekä saavan oppilaat osallistumaan aktiivisemmin opetukseen ja edistävän syväoppimista (Divjak & Tomic 2011,28). Pelit edistävät myös matematiikan sisältöjen oppimista (mm. Shin, Sutherland, Norris & Soloway 2012, Kebritchi, Hirumi ja Bai, 2010) ja oppilaiden positiivista asennetta matematiikkaa kohtaan (Divjak & Tomic 2011, 28).

Pelillisyyden avulla voidaan simuloida oikeita tilanteita (Spires, Rowe, Mott & Lester 2011, 454) ja tuoda oppiminen lähemmäksi oppilaiden kokemusmaailmaa. Nykyinen diginatiivi sukupolvi viettää paljon aikaa pelien ja laitteiden äärellä, joten opetusmenetelmä on heille helposti lähestyttävä. Oppisisällön pelillisen version ja ei-pelillisen version vertailuissa huomattiinkin, että peli on ei-pelillistä versiota tehokkaampi ja motivoivampi (Ken & Grabowski, 2007; Papasterigiou 2009). Teknologisten pelien on puolestaan havaittu olevan lautapelejä tehokkaampia oppimisen edistäjiä (Shin ym. 2012). On kuitenkin huomattava, että pelien tehokkuus riippuu niiden sisällöstä: toiset pelit soveltuvat paremmin esimerkiksi tietokoneella pelattavaksi ja toisten pelien sisältöä lautapeliversio tukee paremmin.

Breuer ja Bente (2010, 11) ovat luonnehtineet opetuspelien edustavan vaikeaa hauskanpitoa ja helppoa oppimista. Oppimispelisiä kutsutaankin nimellä serious game. Niiden ensisijaisena tavoitteena on opettaminen, ei viihdyttäminen (Michael & Chen 2006) ja siksi ne sisältävät aktiviteetteja, jotka kohdentuvat tiedon tai taidon kehittämiseen (Zyda 2005, 26). Opetettava sisältö voidaan kuitenkin esittää pelissä monin tavoin. Integroiduissa (intrinsic) oppimispelissä oppiaine on pelin sisältönä (Lehtinen, Lehtinen & Brezovszky, 2014, 41–45). Niille on ominaista, että pelaaja nauttii pelin pelaamisesta, eivätkä tehtävän vaihto tai muut pelin elementit katkaise pelaajan flow-tilaa (Habgood, Ainsworth & Benford, 2005). Ei-integroidussa (extrinsic) oppimispelissä oppiaine on irrallinen osa peliä, jolloin viihteellisten tehtävien seassa on oppisisältöön kohdennettuja tehtäviä (Lehtinen ym. 2014, 41–45). On oletettu, että integroidut oppimispelit tukevat oppimista ja motivaatiota paremmin kuin ei- integroidut oppimispelit ja pelitön opetus (Habgood & Ainsworth, 2011).

Integroitujen oppimispelien heikkous on, että niiden avulla saatetaan rakentaa vain pelitilanteeseen kohdistuvaa oppimista, vaikka matemaattiset periaatteet ovat täysin samat peliympäristössä kuin muissakin oppimisympäristöissä. Tämä johtuu osittain siitä, että pelit sisältävät konkreettisia representaatioita laskutoimituksista ja oppilaiden voi olla vaikea yhdistää näitä representaatioita matemaattisiin ilmaisuihin esimerkiksi

symboleihin. (Habgood ym. 2011, 175.) Toisaalta konkretisointi voi myös edesauttaa oppimista, koska sen avulla esimerkiksi abstraktit matemaattiset ongelmat hahmottuvat oppilaille paremmin (Girard, Ecalle & Magnan, 2013, 217). Toisena syynä pelien avulla oppimisen hankaluuteen pidetään sitä, että pelatessa täytyy keskittyä myös peliin liittyviin elementteihin, mikä voi häiritä oppisisällön omaksumista. Oppimisleikissä pelaajan flow-tilan tulisikin kohdentua opetettavaan sisältöön (Habgood & Ainsworth, 2011, 174–175).

Pelin elementit voivat kuitenkin myös tukea pelaajan motivaatiota. Pelaajan autonomisuutta tukevat pelin elementit, kuten pelaajan mahdollisuus vaikuttaa itse pelissä etenemiseen ja säätää haastavuustasoa, vaikuttavat sisäiseen motivaatioon (Westrom & Shaban 1992). Pelin antama palaute on puolestaan tärkeää oppilaiden autonomisuuden takia.

Pelien avulla oppiminen on tehokkainta, kun pelien ohella käytetään myös muita opetusmenetelmiä. Tällöin opetuksessa saadaan luotua transfer-vaikutus ja oppija voi hyödyntää oppimaansa myös pelikontekstin ulkopuolella. Lisäksi ohjeistuksella, ryhmässä pelaamisella ja harjoittelun määrällä on huomattu olevan vaikutusta pelin tehokkuuteen. Harjoittelun määrän onkin todettu vaikuttavan enemmän serious gameissa kuin perinteisissä ohjaustavoissa. Tätä on perusteltu sillä, että useat harjoituskerrat mahdollistavat opetettavan asian syväprosessoinnin. (Wouters ym. 2013.) Harjoittelun määrällä on todettu olevan vaikutusta oppimistuloksiin oppilaiden taitotaseroista huolimatta (Shinin ym. 2012). Ei kuitenkaan tiedetä varmasti, mitkä pelin ohjeistukseen ja kontekstiin liittyvät tekijät vaikuttavat pelien tehokkuuteen (Wouters ym. 2013).

Oppilaiden taitotaso vaikuttaa myös heidän motivaatioonsa pelillisessä opetuksessa. Chengin, Dengin, Changin ja Chanin (2007) tutkimuksen mukaan korkean taitotason oppilaiden oli vaikea sitoutua pelin pelaamiseen (Giannakos 2013, 438). On mahdollista, että korkean taitotason oppilaat ovat tottuneet ei-pelilliseen opiskeluun ja nauttivat siitä, jolloin pelin pelaaminen ei tuo heille heidän kaipaamansa ”oikean opiskelun” tunnetta. Vaikka yksilötason tarkastelua ei tässä tutkimuksessa tehdä, pyritään oppimisen taustalla olevien yksilöllisten tekijöiden vaikutusta selvittämään tutkimalla eritasoisten oppilaiden oppimista pelin avulla sekä pelitaustan vaikutusta pelikokemukseen ja motivaatioon.

Kaikissa tutkimuksissa pelit eivät kuitenkaan edistäneet sekä motivaatiota että oppimista. Erityisesti pelien motivoivuudessa on huomattu puutteita (Divjak & Tomic

2011; Kebritchi ym. 2010; Wouters ym. 2013). Oppimissisällön vaikeutumisen (Bai ym. 2012), peliin tottumisen, pelaajan kontrollin puutteen ja oppimispelien heikkojen grafiikoiden on arveltu vähentävät oppilaiden motivaatiota (Wouters ym. 2013, 261). Pelikokeilu ja tutkimukseen osallistuminen itsessään on voinut ohjata oppilaita suhtautumaan matematiikkaan myönteisemmin jo ennen pelikokeilun alkua, jolloin pelin vaikutusta motivaatioon on vaikeampi saada esiin tuloksissa (Kebritchi ym. 2010, 436). Breuer ja Bente (2010, 20) nostavat esiin, että tarkempi kuva motivaation muutoksesta saataisiin, kun pelien tehokkuutta tarkkailtaisiin myös oppimisprosessin aikana. Pelkkien alku- ja loppumittausten käyttäminen saattaakin häivyttää motivaation muutosta, sillä motivaatio itsessään on kontekstista riippuvainen.

1.4 Pelikokemus ja motivaatio

Peli kaikkine elementteineen vaikuttaa oppilaiden oppimiskokemukseen. Pelin sisältö ja ulkoasu ohjaavat pelaajan kokemusta pelistä. Vaikka viihdyttävyyttä ei olekaan oppimispelien ensisijainen tarkoitus, on sillä merkitystä pelin vaikuttavuuteen ja pelaajan motivaatioon. Giannakoksen (2003) tutkimuksen mukaan pelin parissa viihtyvät oppilaat saavuttavat parempia oppimistuloksia. Haastavat ja kiinnostavat pelit herättävät pelaajan sisäisen motivaation (Breuer & Bente 2010, 12–13) ja pelin haasteellisuuteen liittyvä ennalta-arvaamattomuus ohjaa pelaajaa syväprosessoimaan opeteltavaa asiaa (van der Spek 2011, Woutersin ym. 2013, 261 mukaan).

Keskeinen pelikokemukseen vaikuttava tekijä on pelin haastavuus. Haastavuuden lisääntyminen ja selkeät tavoitteet ohjaavat pelaajaa etenemään pelissä. Sopivasti haastava peli lisää pelaajan viihtyvyyttä ja kilpailuhalua. Sopivan haasteellisessa pelissä pelaajan motivaatio pysyy yllä, koska tavoitteen saavuttaminen ei ole itsestään selvää. Haasteellinen peli myös herättää pelaajan sisäisen motivaation ja halun pyrkiä minäpystyvyyden tunteeseen (ns. effectance motivation) (Wilson ym. 2009, 232.) Pelaajan minäpystyvyyden ja kontrollin tunne vaikuttavatkin olennaisesti pelikokemukseen. Pelaajan motivaatio kasvaa, kun hän voi itse vaikuttaa pelin haastavuuteen (Weststorm & Shaban 1992). Jos pelaaja tuntee pystyvänsä kontrolloimaan peliä ja vastaamaan pelin haasteisiin, voi hän uppoutua pelaamiseen ja päästä flow-tilaan (Breuer & Bente 2010, 12–13). Peliin tottuminen voi kuitenkin

vähentää pelin haastavuutta (Wouters ym. 2013, 261), mikä voi vaikuttaa pelikokemukseen negatiivisesti.

Myös monet muut pelin elementit vaikuttavat pelaajan pelikokemukseen. Kebritchin, Hirumin ja Bain (2010, 436) tutkimuksessa peli oli oppilaiden mielestä hyvä matematiikan oppimisen väline, koska peli yhdisti oppimisen ja hauskanpidon, matematiikan oppiminen tapahtui seikkailullisessa ja tutkivassa kontekstissa ja peli haastoi oppilaita opettelemaan matematiikkaa. Myös pelin ulkonäköön liittyvät tekijät vaikuttavat pelikokemukseen. Pelaajat ovat tottuneet näyttäviin grafiikoihin viihdepelien yhteydessä. Oppimispelien grafiikat eivät kuitenkaan yleensä ole yhtä näyttävät kuin viihdepelien grafiikat. Heikkojen grafiikoiden onkin arveltu vaikuttavan pelaajien motivaatioon negatiivisesti (Wouters ym. 2013, 261).

Aiemman Number Navigation -peliin perustuvan tutkimuksen mukaan pelaajien pelikokemus oli negatiivinen tai heikosti positiivinen. Peli koettiin liian helpoksi, mistä kertovat korkeat pistemäärät kompetenssin kokemisessa suhteessa haasteellisuuden pistemäärään. Ei kuitenkaan ole selvää, johtuiko tämä pelistä, sen sisällöstä vai molemmista. Erityisesti pelaajien kompetenssin tunne vaikutti pelaajien motivaatioon, mikä saattoi johtua kompetenssin ja minäpystyvyyden päällekkäisyydestä. Pelikokemuksella ei kuitenkaan ollut vaikutusta aritmeettiseen sujuvuuteen. (Rodriguez-Aflecht ym. 2015).

Pelaajien ikä ja sukupuoli vaikuttivat pelikokemukseen. Pelin huomattiin soveltuvan parhaiten neljäsluokkalaisille, sillä he kokivat hyötyvänsä eniten pelin pelaamisesta ja kokivat pelin auttavan heitä matematiikan oppimisessa. Neljäsluokkalaiset kokivat myös enemmän ärsyyntymisen tunteita kuin viidesluokkalaiset. Viidesluokkalaiset sen sijaan uppoutuivat peliin voimakkaammin kuin kuudesluokkalaiset, jotka kokivat muita enemmän negatiivisia tunteita pelatessaan. Eri-ikäiset oppilaat eivät kuitenkaan eronneet toisistaan pelin haasteellisuuden, pelaajien kompetenssin tunteen ja positiivisten tunteiden osalta. Sukupuolten välillä pelikokemukset erosivat pelin haastavuuden ja kompetenssin tunteen osalta. Tytöt kokivat pelin haastavammaksi kuin pojat, kun taas pojat kokivat enemmän kompetenssin tunnetta. (Rodriguez-Aflecht ym. 2015.) Tutkimuksen mukaan tytöt siis kokivat pelin vaikeammaksi kuin pojat. Tässä tutkimuksessa sukupuolten välisiä eroja ei kuitenkaan tarkastella, vaan tutkimuksessa keskitytään kaikkien tutkittavien ja taidoiltaan eritasoisten oppilaiden motivaation ja oppimistulosten tutkimiseen.

Uudessa peliversiossa pelistä on tehty aiempaa kiinnostavampi ja haastavampi. Pelin grafiikoita on kehitetty ja peliin on lisätty kauppaominaisuus, jonka tarkoituksena on motivoida pelaajaa pyrkimään parempaan suoritukseen ja konkretisoida pelissä etenemistä. Koska peli soveltui parhaiten neljäsluokkalaisille, heidät valittiin tutkimusjoukoksi tähän tutkimukseen.

1.5 Vertaisen tuki ja motivaatio

Ryhmätyöskentelyssä yksilöt voivat oppia tehokkaammin ja heikommin suoriutuvilla oppilailla on mahdollisuus johtaa työskentelyä. Erilaiset ryhmätyömuodot, ryhmän työskentelystrategiat ja -ilmapiiri vaikuttavat kuitenkin yksilöiden oppimiseen. Ryhmätyöskentelyn onnistuminen vaatii tehtävien jakoa ryhmän jäsenten välillä, sopivaa ryhmän muodostusta ja yhteistyötaitojen opettamista. (Shih, Shih, Shih, Su & Chuang 2010.) Seuraavaksi käsitellään tarkemmin eri ryhmätyömuotoja ja ryhmätyöskentelyn vaikutusta oppilaiden oppimistuloksiin ja motivaatioon pelillisessä opetuksessa.

Yhteistoiminnalla (co-operation) tarkoitetaan ryhmätyömuotoa, jossa samantasoiset oppilaat ratkaisevat yhteistä ongelmaa erikseen (Phelps & Damon 1989, 639). Tällöin työskentely on rinnakkaista eikä yhtä tiivistä kuin muissa ryhmätyöskentelyn muodoissa. Yhteistoiminta kuitenkin vähentää oppilaiden ahdistuneisuutta ja tukee myönteistä opiskeluilmapiiriä (Johnson & Johnson 1974, 228). Yhteisöllisellä työskentelyllä (collaboration) tarkoitetaan ryhmätyöskentelyn muotoa, jossa oppilaat ovat samantasoisia ja ratkaisevat yhdessä ongelmaa, jota kumpikaan ei ole aiemmin ratkaissut. (Phelps & Damon 1989, 639.) Tällöin ryhmätyöskentely on tiivistä ja tasavertaisempaa kuin muissa ryhmätyöskentelyn muodoissa.

Jos toinen oppilas on toista taitavampi, parityöskentelylle on leimallista, että taitavampi oppilas opettaa heikompaa oppilasta (Phelps & Damon 1989, 639). Vertaistutoroinnissa (peer-tutoring), ohjaajan roolissa oleva oppilas on akateemisesti samantasoinen kuin ohjattava oppilas ja heillä yhteinen tavoite (Cohen 1986, 175, 179). Vaikka oppilaat ovat akateemisesti samantasoisia eli esimerkiksi koulussa samalla luokkatasolla, ovat oppilaat kuitenkin taidoiltaan eritasoiset. Koska vertaistutoroinnissa ohjaajan ja ohjattavan roolit ovat selkeät, vähentää vertaistutorointi oppilaiden ahdistuneisuutta yhteistoimintaa tehokkaammin (Cohen 1986, 181). Vaikka vertaistutoroinnissa työskentely tapahtuu heikomman oppilaan lähikehityksen

vyöhykkeellä, voi taitavampi oppilas saada ohjauksen ja samalla kertauksen myötä syvemmän käsityksen opeteltavasta asiasta ja hänen kognitiiviset taitonsa kehittyvät (Cohen 1986, 176).

Toisen oppilaan läsnäolo ei yksin takaa oppimista vaan keskeistä on, miten oppilaat toimivat yhdessä. Oppilaat tuovat tilanteeseen omat mallinsa ongelman ymmärtämisestä (intersubjectivity), mikä luo pohjan ongelman ratkaisemiselle. Jos oppilaat pystyvät keskustelemaan näistä malleista, voivat he päästä asiasta yhteisymmärrykseen. (Tudge 1992, 1365.) Molempien osapuolten on kuitenkin oltava avoimia kuuntelemaan ja vastaanottamaan myös omasta ajattelumallistaan eriäviä näkökulmia. Taitavamman oppilaan tietotaito ei yksin edistä heikomman taitojen kehittymistä. Jotta heikompi oppilas kehittyi, pitää taitavamman oppilaan osata selittää oma ajattelunsa ymmärrettävästi. Heikomman osapuolen puolestaan pitää osata vastaanottaa saamansa tieto ja hyväksyä selitys, jotta kehitystä tapahtuisi. (Tudge 1992, 1376.) Sosiaaliset taidot vaikuttavat siis yhteistyön toimivuuteen. On myös osittain yksilön ominaisuuksista riippuvaa, soveltuuko hänen oppimiselleen paremmin yksin vai yhteistyössä pelaaminen.

Pelillisessä opetuksessa ryhmissä tai pareittain pelaamisen vaikutuksista oppimiseen ja motivaatioon on saatu ristiriitaisia tuloksia. Ryhmässä tai pareittain pelaamisen on todettu edistävän oppimista (Wouters ym. 2013) ja positiivisten asenteiden syntymistä matematiikkaa kohtaan oppilaiden yksilöllisistä eroista huolimatta (Ken & Grabowski 2007). Meluson ym. (2012) tutkimuksessa sen sijaan pareittain ja yksin pelanneet eivät eronneet oppimistulosten ja minäpystyvyyden suhteen, mutta kun vertailuasetelma purettiin, oppimistulokset paranivat ja oppilaiden minäpystyvyys kasvoi. Aina pareittain pelaaminen ei myöskään hyödytä molempia osapuolia. Tudgen (1992) tutkimuksen mukaan heikommin suoriutunut oppilas kehittyi pelaamisen aikana, mutta paremmin suoriutunut pysyi aiemmin saavuttamallaan tasolla.

Ryhmässä tai pareittain pelaamisen vaikutusta on perusteltu monilla syillä. Ryhmässä pelaamisen on ajateltu tekevän matematiikan tehtävistä sopivan haastavia kun taas kilpailuasetelmassa tällaista vaikutusta ei synny (Ken & Grabowski 2007, 256–257). Ryhmissä pelaaminen mahdollistaa myös pelaajien välisen, yhteistä tavoitetta kohti vievän vuorovaikutuksen. Pelaajilla on mahdollisuus keskustella peliin ja oppisisältöön liittyvistä asioista. Erilaisten yhteistyötyylien vaikutusta oppimistuloksiin ei ole kuitenkaan tutkittu. (Meluso ym. 2012, 499.)

Pelin soveltuvuus ryhmässä pelattavaksi onkin otettava huomioon. Esimerkiksi tietokonepeleissä käytössä on yksi näyttö ja yksi hiiri, mikä ohjaa yhtä oppilasta ottamaan johtavan roolin ryhmässä. Myös pelin sisältö vaikuttaa sen soveltumiseen ryhmässä pelattavaksi. Ryhmässä oppiminen on havaittu tehokkaaksi, kun tehtävä vaatii päättelyä. Sen sijaan muistamista tai kopioimista vaativissa tehtävissä yhteistyössä oppiminen ei ole tehokasta. (Phelps & Damon 1989.) Number Navigation -pelissä ratkaisuvaihtoehtoja on monia ja pelin tarkoituksena onkin, että oppilas löytää järkevimmän reitin lastin luokse. Peli vaatii siis päättelykykyä, joten tehtävän ratkaisu yhdessä toisen oppilaan kanssa voi olla hedelmällistä.

1.6 Opettajan ohjaus ja motivaatio

Pelillisessä opetuksessa ohjaus ja opetus ovat kaksitahoisia. Oppimispeli esittää opeteltavan sisällön pelillisessä muodossa, antaa suoraa palautetta ja ohjaa pelaamista. Pelin lisäksi opettaja antaa oppilaille palautetta ja ohjeita, mutta rajaa myös peliaikaa sekä on kasvatuksellisesti vastuussa oppilaista. Pelillisessä opetuksessa ohjaaminen ja opetus eivät siirry yksin pelin hoidettavaksi vaan myös opettajaa tarvitaan, jotta peli saadaan mahdollisimman hyvin edistämään oppimista (Habgood & Ainsworth 2011, 201). Seuraavaksi esitellään tarkemmin, miten opettajan ohjaus vaikuttaa oppilaiden oppimistuloksiin ja motivaatioon pelillisessä opetuksessa ja millainen ohjaus edistää oppimista pelitilanteessa.

Opettaja vaikuttaa oppilaiden oppimistuloksiin pelillisessä opetuksessa. Pelillisessä opetuksessa opettajan ohjauksen on havaittu edistävän oppilaiden tiedon rakentumista ja vähentävän aiheeseen liittymätöntä toimintaa (Hämäläinen & Oksanen 2012). Oppimispelien yhteydessä on herännyt erityistä huolta siitä, että opittu asiasisältö jää ainoastaan pelitilanteisiin (Habgood & Ainsworth 2011, 175). Pelillisessä opetuksessa opettajan keskeisenä tehtävänä onkin luoda transfer-vaikutus eri oppimisympäristöjen välille eli siirtää pelin kautta opittu asiasisältö myös muihin oppimisympäristöihin (Wouters 2013).

Opettajan ohjauksella on vaikutusta myös oppilaiden motivaatioon. Opettajalta saatu tuki on yhteydessä oppilaiden itsestään tekemiin havaintoihin ja uskomuksiin (Eccles, Wigfield, Midgley, Mac Iver & Feldlaufer 1993, 565). Opettajan innostuneisuus, tasapuolisuus ja sitoutuneisuus oppilaiden auttamiseen sekä opetuksen laatu ovat

yhteydessä oppilaiden positiiviseen arvostukseen matematiikkaa kohtaan (Roeser ym. 1993, 10). Brophyn (1999, 78) mukaan motivationaalisesti tehokkaat opettajat korostavatkin kognitiivisen hyödyn lisäksi myös motivationaalista hyötyä. Opettaja voi esimerkiksi opettaa oppilaita arvostamaan opeteltavaa asiaa ja tuoda esiin sen hyötyä koulun ulkopuolella. Matematiikan osalta onkin todettu, että opettajat voivat lisätä oppilaan arvostusta matematiikkaa kohtaan liittämällä opetettavan asian oppilaiden kokemusmaailmaan, tekemällä opeteltavasta asiasta oppilaille merkityksellisen ja kertomalla matematiikan hyödyllisyydestä tulevaisuudessa (Meece, Wigfield & Eccles 1990).

Opettajan välittämät asenteet ja odotukset oppilaita kohtaan vaikuttavat oppilaiden motivaatioon. Opettajan arvostus oppilaiden motivaation ja minäkäsityksen tukemista kohtaan edistää oppilaiden tehtäväsuuntautunutta motivaatiota (Aunola, Leskinen & Nurmi 2006, 21). Opettajan välittämän arvostuksen pohjalta oppilaat muodostavat käsityksen opettajan odotuksista, mikä vaikuttaa sekä oppilaiden kompetenssiuskomuksiin että arvostukseen matematiikkaa kohtaan (Roeser ym. 1993). Myös oppilaiden autonomisuuden tukeminen on tärkeää, sillä sen kautta opettaja voi osoittaa kunnioittavansa oppilaita (Perry ym. 2006, 332). Chouinardin, Karsentin ja Royn (2007) mukaan opettajat tukevat koulussa lähinnä kompetenssiuskomuksia, kun taas vanhemmat korostavat matematiikan arvoa. Opettajilla on myös taipumusta viitata puheessaan enemmän odotuksiin kuin opetettavan asian arvoon (Green, 2002).

Koskisen, Kankaan ja Krokforsin (2014) metatutkimuksen mukaan useimmissa pelikokeiluissa opettajana rooli on aktiivinen koko opetustilanteen ajan. Opettajat organisoivat ja suunnittelevat pelillistä opetusta, ohjaavat ja neuvovat oppilaita pelin aikana sekä tekevät yhteenvedon oppilaiden pelikokemuksesta ja oppimisesta. (Koskinen ym. 2014, 27–33.) Reflektointi ja sen kautta tapahtuva opitun kertaaminen edistävät oppimista (Wouters ym. 2013, 260) ja sen avulla voidaan siirtää pelitilanteen motivaatio myös muihin opetustilanteisiin (Habgood & Ainsworth 2011) eli luoda motivaatiolle transfer-vaikutus.

Palaamisen aikana opettajat ohjaavat oppilaita esittämällä kysymyksiä ja vastaamalla oppilaiden kysymyksiin. Opettaja myös auttaa oppilaita suuntaamaan huomiota oppimisen kannalta keskeisiin asioihin ja tarvittaessa keskeyttää pelin ja keskustelee tehdyistä ratkaisuksista oppilaiden kanssa (ns. ohjaushetki eli teachable moment). (Koskinen ym. 2014, 27–33.) Jos pelaaminen tapahtuu ryhmissä, voi opettaja vaikuttaa oppilaiden oppimiseen ryhmän toiminnan ohjaamisen kautta. Opettaja voikin ohjeistaa

oppilaita käyttämään erilaisia strategioita sekä ohjata ryhmän vuorovaikutusta kohti tiedon rakentamista (Hämäläinen & Oksanen 2012, 291). Opettaja voi ohjata ryhmän toimintaa jo ennen pelillistä oppimistilannetta huomioimalla ryhmäjäoissa oppilaiden yksilölliset piirteet ja opettamalla ryhmätyötaitoja.

Opettajan ohjauksella voi olla myös haittapuolia. Koska oppimispelit houkuttelevat oppilaita etenemään itsenäisesti asioiden opettelussa, voi opettajan liiallinen ohjaaminen hankaloittaa oppimista. Vogel ym. (2006) tutkimuksessa pelaaminen edisti oppimista, kun oppilaat saivat edetä pelatessa itsenäisesti. Kun opettaja tai ohjelma kontrolloi pelaamista, ei vastaavaa oppimista tapahtunut (Vogel ym. 2006.) Oppilaiden tuntemus ja aktiivinen havainnointi auttavatkin opettajaa suuntaamaan ohjauksen oppilaille oikeaan aikaan ja sopivalla tavalla. Opettajan ohjauksen häivyttäminen (scaffolding) onkin toimiva ohjauksen tapa niin kognitioiden, motivaation kuin tunteiden kannalta (Wood, Bruner & Ross 1976, Perryn ym. 2006, 332 mukaan). Pelitilanteessa taitavaa opetusta onkin myös se, että huomaa vetäytyä pois oppilaiden oppimisen tieltä.

2 TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, millainen vaikutus pelillisyydellä on motivaatioon ja oppimistuloksiin. Lisäksi selvitetään, miten vertaisen apu, opettajan ohjaus ja pelikokemus ovat yhteydessä motivaatioon pelillisessä oppimisessä. Tutkimus on osa jatkotutkimuspilottia vuonna 2014 tehdylle tutkimukselle. Seuraavaksi esitellään tutkimuskysymykset.

1. Miten pelikokeilu vaikuttaa motivaatioon?

- 1.1 Miten koe- ja kontrolliryhmän motivaatio muuttui pelikokeilun aikana?
- 1.2 Miten eritasoisten oppilaiden motivaatio muuttui pelikokeilun aikana?

2. Miten pelikokeilu vaikuttaa aritmeettisen sujuvuuden kehittymiseen?

- 2.1 Miten koe- ja kontrolliryhmän aritmeettinen sujuvuus kehittyi pelikokeilun aikana?
- 2.2 Miten eritasoisten oppilaiden aritmeettinen sujuvuus kehittyi pelikokeilun aikana?

3. Millainen yhteys on motivaatiolla ja aritmeettisellä sujuvuudella?

- 3.1 Millainen yhteys aritmeettisellä sujuvuudella ja motivaatiolla on koe- ja kontrolliryhmässä?
- 3.2 Millainen yhteys aritmeettisellä sujuvuudella ja motivaatiolla on eritasoisissa ryhmissä?

4. Miten pelikokeilu vaikutti oppilaiden suhtautumiseen peliä ja matematiikkaa kohtaan?

- 4.1 Miten oppilaat kokivat Number Navigation pelin pelaamisen?
- 4.2 Millainen yhteys on pelikokemuksella ja motivaatiolla?
- 4.3 Millainen yhteys pelitaustalla on pelikokemukseen ja motivaatioon?
- 4.4 Miten eritasoiset oppilaat kokivat Number Navigation pelin pelaamisen?

5. Millainen yhteys on oppilaiden vertaisapuun suhtautumisella ja motivaatiolla?

- 5.1 Miten oppilaat suhtautuivat toiselta oppilaalta saatuun apuun?

- 5.2 Millainen yhteys on vertaisapuun suhtautumisella ja motivaatiolla?
- 5.3 Millainen yhteys vertaisapuun suhtautumisella ja motivaatiolla on eritasoisissa ryhmissä?

6. Millainen yhteys on oppilaiden kokemalla opettajan ohjauksella ja motivaatiolla?

- 6.1 Miten oppilaat suhtautuivat opettajan ohjaukseen?
- 6.2 Millainen yhteys on motivaatiolla ja suhtautumisella opettajan apuun?
- 6.3 Millainen yhteys on motivaatiolla ja suhtautumisella opettajan apuun eritasoisissa ryhmissä?

3 MENETELMÄT

3.1 Tutkimusjoukko

Tutkimukseen osallistui 112 tutkittavaa, joista 49 (44 %) oli tyttöjä ja 62 (55 %) poikia. Yksi tutkittavista ei ilmoittanut sukupuoltaan. Koeryhmänä oli erään varsinaissuomalaisen koulun kaksi neljättä luokkaa. Koeryhmässä (N=40) oli 15 tyttöä ja 25 poikaa. Kontrolliryhmässä (N=72) oli 34 tyttöä (47 %) ja 37 poikaa (51 %) sekä yksi tutkittava, joka ei ilmoittanut sukupuoltaan. Kontrolliryhmä muodostettiin aiemman tutkimuksen kontrolliryhmästä iän mukaan valikoimalla, koska aiemman tutkimuksen mukaan ikäryhmien välillä oli selkeitä eroja. Neljäsluokkalaiset valittiin tutkimusryhmäksi, sillä Number Navigation -pelin havaittiin soveltuvan heille parhaiten. (Rodriguez-Aflecht ym. 2015.)

3.2 Tutkimusmenetelmä

Tutkimusaineisto kerättiin kyselylomakkeilla ja matemaattisella testillä. Motivaatiota mittaava Math expectancy values -kysely, aritmeettisen sujuvuuden testi ja pelikokemusta mittaava Game experience -kysely oli muokattu jo edellistä tutkimusta varten (Rodriguez-Aflecht ym. 2015). Opettajan ohjausta ja vertaisen apua koskevat kyselyt laadittiin tätä tutkimusta varten. Mittaukset toteutettiin ennen pelikokeilun alkua ja sen päätyttyä. Kyselylomakkeet olivat alkutestauksessa koe- ja kontrolliryhmälle samanlaiset, mutta lopputestauksessa koeryhmä vastasi myös pelikokemusta sekä opettajan ja vertaisen tukea koskeviin kyselyihin.

Oppilaiden pelitottumuksia selvitettiin alkumittauksen yhteydessä taustatietolomakkeella, joka oli aiemmassa tutkimuksessa (Rodriguez-Aflecht ym. 2015) havaittu toimivaksi, joten siihen ei tehty muutoksia tätä tutkimusta varten. Viisiportaisella, Likert-asteikollisella kyselyllä selvitettiin, kuinka usein oppilaat pelaavat viihde- ja oppimispelejä vapaa-ajallaan. Sen avulla selvitettiin oppilaiden tottuneisuus pelaamiseen ja aktiivisuus pelien pelaajana.

Oppilaiden motivaatiota matematiikkaa kohtaan mitattiin viisiportaisella, Likert-asteikollisella Math expectancy value -kyselylomakkeella. Alkuperäinen Bergerin ja Karabenickin (2011) laatima tutkimuslomake oli suomennettu ja osa kysymyksistä

poistettu ja muokattu aiemman tutkimuksen yhteydessä, jotta mittari soveltuisi paremmin ikäryhmälle (Rodriguez-Aflecht ym. 2015.) Muokattu mittari osoittautui aiemmassa tutkimuksessa toimivaksi, joten tätä tutkimusta varten muutoksia ei tehty. Kyselylomake koostui 14 kysymyksestä, jotka mittasivat oppilaiden minäpystyvyyttä ("Uskon, että pystyn ratkaisemaan vaikeita matematiikan tehtäviä"), kiinnostusta matematiikkaa kohtaan ("Pidän matematiikasta"), pärjäämistä matematiikassa ("Minusta on tärkeää olla sellainen oppilas, joka on hyvä matematiikassa"), kokemusta matematiikan hyödyllisyydestä ("Matematiikka on tärkeää, koska siitä on hyötyä myöhemmin") ja vaivannäköä matematiikan opiskelussa ("Jotta olisin hyvä matematiikassa, joudun käyttämään tehtäviin paljon aikaa"). Kysely oli samanlainen sekä alku- että loppumittauksessa.

Taulukko 1: Math expectancy values -mittarin Cronbachin alfa-arvot

	Osioiden lukumäärä	Alkumittaus α	Loppumittaus α
Koko kysely	14	0,882	0,888
Kiinnostus	3	0,896	0,892
Hyöty	3	0,809	0,685
Pärjääminen	3	0,725	0,814
Vaivannäkö	2	0,650	0,682
Minäkompetenssi	3	0,764	0,769

Kysymykset jakautuivat osioihin melko tasaisesti: vain vaivannäön osiossa oli muita osioita vähemmän kysymyksiä. Molemmilla mittauskerroilla mittarin Cronbachin alfa-arvot olivat hyvät koko mittarin osalta ja kaikissa osioissa ($p > 0,600$). Cronbachin alfa-arvot olivat heikoimmat molemmilla mittauskerroilla vaivannäön osiossa, joka myös aiemmassa tutkimuksessa osoittautui väittämien vähyyden takia heikoksi mittarin osaksi (Rodriguez-Aflecht ym. 2015).

Oppilaiden aritmeettista sujuvuutta mitattiin aikapaineistetulla matemaattisella testillä, joka mukaillee matemaattista Woodcock-Johnssonin testiä (Woodcock, McGrew & Mather 2001, Rodriguez-Aflecht ym. 2015 mukaan). Testi on osoittautunut validiksi ja luotettavaksi aritmeettisen sujuvuuden mittariksi (Schrack, McGrew & Woodcock, 2001, Brezovszkyn ym. 2015 mukaan). Testissä on 160 yksivaiheista aritmeettista peruslaskutehtävää (yhteen-, vähennys, kerto- ja jakolasku), joista mahdollisimman moni pitää ratkaista virheettömästi kolmen minuutin aikana. Oppilaat tekivät testin sekä

alku- että loppumittauksessa ennen muita testejä, jotta heidän vireystilansa olisi hyvä. Testi oli identtinen molemmilla mittauskerroilla.

Oppilaiden suhtautumista Number Navigation -peliin ja pelaamiseen selvitettiin Game Experience -mittarilla. Tutkimuslomake oli suomennettu ja osa kysymyksistä poistettu ja muokattu aikaisemman tutkimuksen yhteydessä, jotta mittari soveltuisi ikäryhmälle paremmin (Rodriguez-Aflecht ym. 2015). Mittari oli osoittautunut toimivaksi, eikä siihen tehty muutoksia tätä tutkimusta varten. Kyselyn 31 viisiportaista Likert-asteikollista väittämää jakautuivat seitsemään osioon. Osiot mittasivat oppilaan pystyvyyden kokemusta ("Pelatessani tunsin olevani taitava"), pelin haastavuutta ("Pelatessani tunsin oppivani"), pelin imua ("Pelatessani unohdin kaiken ympärilläni"), uppoutumista peliin ("Kiinnostuin pelin tarinasta"), pelin negatiivista vaikutusta ("Pelatessani minulla oli tylsää"), pelin positiivista vaikutusta ("Pelatessani tunsin oloni tyytyväiseksi") ja pelin ärsyttävyyttä ("Pelatessani tunsin oloni ärsyyntyneeksi"). Lisäksi kolmella väittämällä mitattiin kokemusta pelin vaikuttavuudesta matematiikan oppimiseen ("Osaan matematiikkaa paremmin pelin pelaamisen jälkeen"). Ainoastaan koeryhmän tutkittavat vastasivat kyselyyn lopputestauksen yhteydessä.

Taulukko 2: Game experience kyselyn Cronbachin alfa-arvot

	Osioiden lukumäärä	α
Koko kysely	24	0,849
Kompetenssi	4	0,843
Flow	4	0,604
Uppoutuminen	3	0,792
Negatiivinen vaikutus	5	0,780
Positiivinen vaikutus	5	0,947
Pelin vaikutus matematiikan oppimiseen	3	0,858

Cronbachin alfa-arvot olivat hyvät kaikissa muissa osioissa paitsi ärsyttävyyden ($\alpha=0,161$) ja haastavuuden ($\alpha=0,469$) osioissa, joten ne jätettiin pois tarkasteluista. Flown osiosta poistettiin yksi väittämä, joka laski osion reliabiliteettia ("Pelatessani unohdin ajan kulumisen", $\alpha =0,358$). Aiemmassa tutkimuksessa vain haastavuuden osion Cronbachin alfa-arvo oli alhainen (Rodriguez-Aflechtym. 2015).

Oppilaiden suhtautumista toisen oppilaan apuun ja opettajan ohjaukseen selvitettiin tätä tutkimusta varten laaditulla lomakkeella (Liite 1), joten näiden lomakkeiden osalta tutkimus toimi pilottina. Lomake laadittiin perustuen Koskisen ym. (2014) metatutkimuksen kuvaukseen opettajan roolista pelitilanteissa sekä Number Navigation -pelikokeiluun kohdentuen. Ainoastaan koeryhmä vastasi kyselyyn loppumittauksen yhteydessä. Kysely koostui kolmesta osiosta. Ensimmäisessä osassa kysyttiin, kuinka usein oppilaat saivat toiselta oppilaalta apua ja kuinka usein he itse auttoivat toista oppilasta pelikokeilun aikana. Oppilaat vastasivat kyselyyn kolmiportaisella asteikolla.

Kyselyn toisessa osassa selvitettiin oppilaiden kokemusta toisen oppilaan avusta ("Pidin siitä, että toinen oppilas auttoi minua pelaamisessa") ja toisten oppilaiden auttamisesta ("Minusta oli mukavaa auttaa toisia oppilaita pelaamisessa") pelikokeilun aikana. Kyselyssä oli 16 viisiportaista Likert-asteikollista väittämää. Kolme väittämää ("Olisin halunnut saada enemmän apua muilta oppilailta pelaamisessa", "Olisin halunnut auttaa muita oppilaita enemmän" ja "Neuvoin muita oppilaita vaikka he eivät pyytäneet apua") poistettiin reliabiliteettitarkastelujen yhteydessä. Koko kyselyssä oli lopulta 13 väittämää, jotka jakautuivat osioihin tasaisesti. Koko kyselyn Cronbachin alfa-arvo oli kolmen kysymyksen poistamisen jälkeen 0,819. Avun saamista toiselta oppilaalta mittasi seitsemän väittämää ($\alpha = 0,809$) ja toisen oppilaan auttamista mittasi kuusi väittämää ($\alpha = 0,752$).

Kyselyn kolmannessa osiossa selvitettiin oppilaiden suhtautuminen opettajan ohjaukseen. Kyselyssä oli 15 väittämää, jotka kohdentuivat oppilaiden havainnointiin ("Pidin siitä, että opettaja kävi katsomassa pelaamistani"), opettajan apuun ("Pidin siitä, että opettaja mietti kanssani ratkaisua pelin ongelmaan"), opettajan palautteeseen ("En tykännyt siitä, että opettaja neuvoi minua pelaamaan eri tavalla"), avun riittävyyteen ("Sain opettajalta tarpeeksi apua, kun pelaaminen tuntui hankalalta") ja avun kohdentamiseen ("Tarvitsin opettajan apua, että pääsin eteenpäin pelissä"). Oppilaat vastasivat väittämiin viisiportaisella Likert-asteikolla. Reliabiliteettianalyysien yhteydessä kaksi väittämää poistettiin ("Opettaja auttoi minua liikaa pelaamisessa" ja "Olisin halunnut saada opettajalta enemmän apua pelatessani"), joten lopullisissa tarkasteluissa oli 13 väittämää. Mittaria käytettiin analyyseissa kokonaisuena, koska haluttiin selvittää oppilaiden suhtautuminen opettajan ohjaukseen. Kahden väittämän poistamisen jälkeen koko kyselyn Cronbachin alfa-arvo oli 0,836.

Opettajille laadittiin kysely tätä tutkimusta varten (Liite 2). Sen avulla selvitettiin, miten pelijakso oli toteutettu. Kysymykset laadittiin Koskisen ym. (2014)

metatutkimuksen pohjalta ja pelikokeiluun kohdentuen. Kyselyssä oli kaksi osaa. Ensimmäisessä osassa selvitettiin opetuksen ja ohjauksen toteuttamista pelikokeilun aikana kymmenellä väittämällä. Opettajat vastasivat väittämiin viisiportaisella Likert-asteikolla ja heillä oli myös mahdollisuus selventää vastaustaan sanallisesti väittämän yhteydessä. Kyselyn toisessa osassa opettajille esitettiin avoimia kysymyksiä pelihetkien ajoittumisesta ja niihin liittyvistä järjestelyistä. Lisäksi selvitettiin, mitkä piirteet pelityöskentelyssä olivat oppilaille ennestään tuttuja ja mitkä vieraita sekä millä keinoin opettaja yritti motivoida oppilaita. Kyselyä käytettiin tutkimuksessa laadullisena lisäaineistona kuvaamaan pelikokeilun käytännön toteutumista, joten mittaria ei esitettävä eikä sen reliabiliteettia tutkittu tilastollisilla menetelmillä.

3.3 Tutkimuksen kulku

Aineisto kerättiin kontrolliryhmän osalta keväällä 2014 ja koeryhmän osalta keväällä 2015. Tutkimukseen sisältyi alku- ja loppumittaus, joiden välissä toteutettiin interventiojakso. Alkumittaus oli molemmille ryhmille samanlainen ja se sisälsi taustatietolomakkeen, aritmeettisen sujuvuuden testin ja motivaatiota mittaavan Math expectancy –values -testin. Mittausten välissä toteutettiin interventiojakso, joka kesti koeryhmällä viisi viikkoa ja kontrolliryhmällä 10 viikkoa. Interventiojakson aikana kontrolliryhmä jatkoi tavallisen opetuksen parissa ja koeryhmä pelasi Number Navigation -tietokonepeliä. Loppumittauksessa molemmat ryhmät tekivät aritmeettisen sujuvuuden testin ja Math expectancy – values -testin. Näiden lisäksi koeryhmä vastasi pelikokemusta mittaavaan Game experience -kyselyyn ja opettajan ja vertaisen vaikutusta koskeviin kyselyihin. Intervention lopuksi koeryhmän opettajat vastasivat sähköpostitse pelijärjestelyjä ja opettajan ohjausta koskevaan kyselyyn.

Ennen intervention aloittamista koeryhmän opettajille annettiin ohjeita pelin hyödyntämisestä opetuksessa. Ohjeistuksessa kerrottiin, minkä taitojen kehittämiseen Number Navigation -pelin pelaamisella pyritään ja miten opettajat voivat tukea oppilaiden pelaamista. Opettajia kehoitettiin seuraamaan oppilaiden pelaamista, ohjaamaan oppilaita käyttämään tehtävään sopivampia strategioita, mallintamaan tehtävän ratkaisua ja ratkaisemaan pelin tehtävää yhdessä oppilaiden kanssa. Ohjeistuksessa käsiteltiin myös opettajan roolin tärkeyttä oppilaiden motivoijana, sillä

vaikka peliin on lisätty motivoivia elementtejä, voivat vaikeammat kentät turhauttaa joitakin oppilaita. (Lehtinen 2014.)

Koeryhmään osallistuneet luokat toteuttivat pelihetket eri tavoin, mutta kumpikin ryhmä pelasi peliä noin 10 tuntia viiden viikon aikana. Tutkija ohjeisti oppilaita pelin pelaamisessa ennen interventiojakson aloittamista. Toisen luokan oppilailla oli käytössä henkilökohtaiset hybridi-tabletit ja he pelasivat peliä pääosin oppituntien lomassa esimerkiksi, kun muut koulutehtävät oli tehty. Muutamalla oppitunnilla koko ryhmä pelasi samaan aikaan Number Navigationia. Toinen ryhmä pelasi peliä ATK-luokassa 30–45 minuutin jaksoissa. Molemmissa ryhmissä oppilaat pelasivat peliä itsenäisesti ja luokissa korostettiin omatoimisuutta ja vertaisapua. Pelaamiseen liittyvät tekniset asiat olivat muistitikun käyttöä lukuun ottamatta oppilaille tuttuja.

Aineiston kerääminen suoritettiin kontrolloidusti PowerPoint -esityksen avulla, jotta ohjeistus olisi kaikille ryhmille samanlainen. PowerPoint-esitys ohjasi myös aikapaineistettuja matematiikkatestejä, jotta eri luokkien oppilailla olisi täsmälleen saman verran aikaa testien tekemiseen. Aineiston kerääjät perehdyttiin tehtävään. Alkumittaus toteutettiin koeryhmälle samanaikaisesti, mutta loppumittauksen motivaatiokyselyyn toinen ryhmä vastasi myöhemmin opettajan johdolla, koska oppilaat olivat matemaattisten testien jälkeen levottomia. Opettajaa ohjeistettiin neuvomaan oppilaita motivaatiotestissä samalla tavalla kuin toisessa ryhmässä oppilaita oli neuvottu.

3.4 Aineiston käsittely

Kontrolliryhmä muodostettiin aiemman tutkimuksen kontrolliryhmästä iän mukaan valikoimalla (ks. Rodriguez-Aflecht ym. 2015). Koeryhmästä poistettiin kolme tutkittavaa ja kontrolliryhmästä kaksi tutkittavaa, koska he eivät olleet osallistuneet alku- tai loppumittaukseen. Tämän jälkeen tutkittavia oli 107, joista koeryhmässä oli 37 (35 %) tutkittavaa ja kontrolliryhmässä 70 (65 %) tutkittavaa. Tyttöjä oli koeryhmässä 15 (40,5 %) ja kontrolliryhmässä 34 (48,6 %).

3.4.1 Motivaation muutoksen analysointi

Math expectancy values -kyselyn alku- ja lopputestauksen normaalijakautuvuuden testaukseen käytettiin koko mittarin ja sen osa-alueiden osalta kontrolliryhmässä Kolmogorov-Smirnov -testiä Lillieforsin korjauksella ja koeryhmässä pienen koon vuoksi Shapiro-Wilk -testiä. Koeryhmän ja kontrolliryhmän motivaatiotestin alku- ja lopputestaukselle laskettiin tunnusluvut. Ryhmien eroa motivaation alku- ja loppumittauksessa tutkittiin kaksisuuntaisella varianssianalyysillä. Ryhmien eroa motivaation muutoksessa ja motivaation osa-alueilla tutkittiin toistettujen mittausten varianssianalyysillä.

Ennen tasoryhmien muodostamista koeryhmästä poistettiin kaksi tutkittavaa ja kontrolliryhmästä kahdeksan tutkittavaa, koska he eivät olleet osallistuneet ryhmien jaon perusteena olevaan aritmeettisen sujuvuuden alkutestaukseen. Tutkittavia oli poistamisen jälkeen 97. Koeryhmässä (n=35) oli 14 (40,0 %) tyttöä ja kontrolliryhmässä (n=62) oli 31 (50,0 %) tyttöä. . Sekä koe- että kontrolliryhmä jaettiin kahteen ryhmään aritmeettisen sujuvuuden oikein laskettujen laskujen keskiarvon perusteella, joka oli koeryhmässä 55 ja kontrolliryhmässä 66. Toisessa ryhmässä olivat aritmeettisen sujuvuuden testistä alle keskiarvon tuloksen tai keskiarvoisen tuloksen saaneet (tästä eteenpäin ryhmästä käytetään nimitystä alle keskiarvon ryhmä) ja toisessa ryhmässä yli keskiarvon tuloksen saaneet.

Koeryhmässä tutkittavat jakautuivat melko tasaisesti alle keskiarvon ryhmään (n=19) ja yli keskiarvon ryhmään (n=16). Koeryhmän alle keskiarvon ryhmässä oli 6 (31,6 %) tyttöä ja yli keskiarvon ryhmässä oli 8 (50,0 %) tyttöä. Kontrolliryhmän alle keskiarvon ryhmässä (n=26) oli vähemmän tutkittavia kuin yli keskiarvon ryhmässä (n=36). Kontrolliryhmän alle keskiarvon ryhmässä oli 10 (38,5 %) tyttöä ja yli keskiarvon ryhmässä 21 (58,3 %) tyttöä.

Tasoryhmien normaalijakautuvuus motivaation alku- ja lopputestauksessa sekä motivaation muutoksessa testattiin Shapiro-Wilk -testillä. Koe- ja kontrolliryhmän tasoryhmien motivaation alku- ja loppumittaukselle sekä motivaation muutokselle pelikokeilun aikana piirrettiin laatikkojanakuvio ja laskettiin tunnusluvut. Ryhmien motivaation muutoksen merkitsevyyttä tutkittiin toistettujen mittausten t-testillä ja normaalisti jakautumattoman ryhmän tulos tarkastettiin Wilcoxonin testillä. Kaksisuuntaisella varianssianalyysillä selvitettiin kaikkien ryhmien osalta, eroavatko

ryhmät toisistaan motivaation muutoksen, motivaation alkutestauksen ja motivaation lopputestauksen osalta. Tulos tarkistettiin Kruskal-Wallisin testillä.

3.4.2 Aritmeettisen sujuvuuden kehittymisen analysointi

Seitsemän tutkittavaa poistettiin, koska he eivät olleet osallistuneet aritmeettisen sujuvuuden alku- tai lopputestaukseen. Poistamisen jälkeen tutkittavia oli 90. Koeryhmässä oli 32 tutkittavaa, joista 11 (36,7 %) oli tyttöjä. Kontrolliryhmässä oli 58 tutkittavaa, joista 30 (51,7 %) oli tyttöjä.

Normaalijakautuvuus aritmeettisen sujuvuuden alku- ja lopputestauksessa sekä testien erotuksessa tarkastettiin kontrolliryhmässä Kolmogorov-Smirnov -testillä ja koeryhmässä Shapiro-Wilk -testillä. Koe- ja kontrolliryhmän aritmeettisen sujuvuuden alku- ja lopputestaukselle ja kehitykselle laskettiin tunnusluvut. Aritmeettisen sujuvuuden kehitystä ryhmien sisällä tutkittiin toistettujen mittausten t-testillä ja tulos tarkistettiin Wilcoxonin testillä. Koe- ja kontrolliryhmän eroja aritmeettisessä sujuvuudessa tutkittiin alkumittauksen ja loppumittauksen osalta riippumattomien otosten t-testillä. Tulokset tarkistettiin Mann-Whitneyn U-testillä. Ryhmien eroa aritmeettisen sujuvuuden kehittämisessä tutkittiin toistettujen mittausten varianssianalyysillä.

Koeryhmän alle keskiarvon ryhmässä (n=17) oli 5 (29,4 %) tyttöä ja yli keskiarvon ryhmässä (n=15) oli 8 (53,3 %) tyttöä. Kontrolliryhmän alle keskiarvon ryhmässä (n=23) oli 10 (43,5 %) tyttöä ja yli keskiarvon ryhmässä (n=35) oli 20 (57,1 %) tyttöä. Tasoryhmien normaalijakautuvuus tarkistettiin Shapiro-Wilk -testillä. Tasoryhmien aritmeettisen sujuvuuden alku- ja loppumittaukselle sekä kehitykselle laskettiin tunnusluvut. Ryhmien kehittymisen tilastollinen merkitsevyys laskettiin Wilcoxonin testillä, koska ryhmät eivät täyttäneet normaalijakaumaoletusta. Tasoryhmien kehitystä aritmeettisessä sujuvuudessa tutkittiin Mann-Whitneyn U-testillä, johon tehtiin Bonferoni-korjaus (merkitsevyysaste: $0,05/6=0,0083$).

3.4.3 Oppimistulosten ja motivaation yhteyden analysointi

Koeryhmän (n=32) ja kontrolliryhmän (n=58) motivaatiotestin alku- ja loppumittauksen erotuksen ja aritmeettisen sujuvuuden alku- ja loppumittauksen erotuksen välinen

yhteys laskettiin Pearsonin korrelaatiokertoimella. Sama tarkastelu toteutettiin motivaation lopputestauksen pistemäärän ja aritmeettisen sujuvuuden alku- ja loppumittauksen erotuksen välillä. Myös tasoryhmien motivaatiotestin alku- ja loppumittauksen erotuksen ja aritmeettisten testien erotuksen välistä yhteyttä sekä motivaation loppumittauksen ja aritmeettisen sujuvuuden testien erotuksen yhteyttä tarkasteltiin Pearsonin korrelaatiokertoimella.

3.4.4 Pelikokemuksen ja motivaation yhteyden analysointi

Koeryhmästä poistettiin kaksi tutkittavaa, koska he eivät olleet vastanneet pelikokemusta käsittelevään mittariin. Koeryhmässä (n=35) oli 14 (40,0 %) tyttöä. Tutkittavien pelikokemukselle ja sen osa-alueille laskettiin tunnusluvut. Pelikokemuksen yhteyttä motivaation alku- ja lopputestauksen erotukseen sekä pelikokemuksen yhteyttä motivaation lopputestauksen pistemäärään tutkittiin Pearsonin korrelaatiokertoimella. Sama tarkastelu tehtiin myös pelikokemuksen osa-alueiden osalta.

Alle keskiarvon ryhmässä (n=19) oli 6 (31,6 %) tyttöä ja yli keskiarvon ryhmässä (n=16) oli 8 (50,0 %) tyttöä. Ryhmien normaalijakautuvuus pelikokemuksessa sekä pelikokemuksen osa-alueissa tarkistettiin Shapiro-Wilkin testillä. Pelikokemukselle ja sen osa-alueille laskettiin tunnusluvut. Ryhmien pelikokemuksen ja sen osa-alueiden keskiarvoja verrattiin riippumattomien otosten t-testillä. Tulos tarkistettiin Mann-Whitneyn U-testillä.

Oppilaiden pelitausta määritettiin alkutestauksen taustatietolomakkeen tietokoneen, älypuhelimien, tabletin ja pelikonsolin pelaamismääriä koskevien kysymysten perusteella. Kaksi tutkittavaa poistettiin tarkasteluista, koska he eivät olleet vastanneet kaikkiin pelitaustaa määrittäviin kysymyksiin (n=33). Oppilaat jaettiin pelitaustan perusteella harvoin (n=8), joskus (n=18) ja usein (n=7) pelaavien ryhmiin. Harvoin pelaavista 2 (25,0 %), joskus pelaavista 6 (33,3 %) ja usein pelaavista 5 (71,4 %) oli tyttöjä. Ryhmien normaalijakautuvuus tarkistettiin pelikokemuksen, motivaation alku- ja lopputestauksen pistemäärien erotuksen ja motivaation lopputestauksen pistemäärän osalta Shapiro-Wilk -testillä. Ryhmien pelikokemukselle, motivaation muutokselle ja motivaation lopputestaukselle laskettiin tunnusluvut. Ryhmien keskiarvoja verrattiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä ja tulos tarkistettiin Kruskal-Wallis testillä.

3.4.5 Oppilaiden vertaisapuun suhtautumisen ja motivaation analysointi

Opettajien raportoimia luokan käytäntöjä vertaisavun suhteen tarkasteltiin laadullisena lisämateriaalina. Yksi tutkittavista poistettiin tarkasteluista, koska hän ei ollut vastannut vertaistukea koskevaan kyselyyn. Koeryhmän (n=37) suhtautumista vertaisapuun, toisen oppilaan auttamiseen ja avun saamiseen sekä ryhmien normaaliajakautuvuutta tutkittiin tunnusluvulla. Motivaation ja vertaisavun yhteyden tarkastelut tehtiin sekä apua saaneiden että antaneiden osalta (n=31), sillä vain apua saaneiden tai antaneiden ryhmät olivat liian pienet. Apua saaneista ja antaneista 13 (41,9 %) oli tyttöjä.

Motivaation ja vertaisapuun suhtautumisen yhteyttä tutkittiin Pearsonin korrelaatiokertoimella. Korrelaatio laskettiin vertaisapuun suhtautumisen ja motivaation lopputestauksen pistemäärän välille sekä vertaisapuun suhtautumisen ja motivaation alku- ja lopputestauksen pistemäärän erotuksen välille.

Koeryhmän alle keskiarvon ryhmässä (n=16) oli 5 (31,3 %) tyttöä ja yli keskiarvon ryhmässä (n=15) oli 8 (53,3 %) tyttöä. Tasoryhmien normaaliajakautuvuutta motivaation lopputestauksessa, motivaation muutoksessa ja vertaisapuun suhtautumisessa tutkittiin Shapiro-Wilk -testillä. Tasoryhmien vertaisapuun suhtautumiselle, motivaation muutokselle ja motivaatiolle pelikokeilun lopussa laskettiin keskiarvot ja niitä verrattiin riippumattomien ryhmien t-testillä. Tulos tarkistettiin Mann-Whitneyn U-testillä. Ryhmien vertaisapuun suhtautumisen yhteyttä motivaation lopputestauksen pistemäärään ja motivaation alku- ja lopputestauksen erotukseen tutkittiin Pearsonin korrelaatiokertoimella.

3.4.6 Opettajan ohjaukseen suhtautumisen ja motivaation analysointi

Opettajien raportoimaa ohjausta pelikokeilun aikana tarkasteltiin laadullisena lisäaineistona. Tutkimusjoukkona oli kaikki koeryhmän alku- ja lopputestaukseen osallistuneet tutkittavat (n=37), joista 15 (40,5 %) oli tyttöjä. Kaikkien koeryhmän oppilaiden suhtautumista pelikokeilun aikana opettajan ohjaukseen ja sen osa-alueisiin tarkasteltiin summamuuttujien tunnuslukujen avulla.

Opettajan ohjaukseen suhtautumisen ja motivaation yhteyttä tutkittiin Pearsonin korrelaatiokertoimella. Yhteyttä tutkittiin opettajan ohjaukseen suhtautumisen ja

motivaation alku- ja lopputestauksen erotuksen välillä sekä opettajan ohjaukseen suhtautumisen ja motivaation lopputestauksen pistemäärän välillä.

Koeryhmän alle keskiarvon ja yli keskiarvon ryhmien normaalijakautuvuus opettajan ohjaukseen suhtautumisessa, motivaation alku- ja lopputestauksen erotuksessa sekä motivaation lopputestauksen pistemäärän osalta tarkistettiin Shapiro-Wilkin testillä. Ryhmien opettajan ohjaukseen suhtautumisen keskiarvoja verrattiin riippumattomien ryhmien t-testillä ja tulos tarkistettiin Mann-Whitneyn U-testillä. Alle keskiarvon ryhmän ja yli keskiarvon ryhmän opettajan ohjaukseen suhtautumisen ja motivaation alku- ja lopputestauksen erotuksen sekä opettajan ohjaukseen suhtautumisen ja motivaation lopputestauksen pistemäärän yhteyttä tutkittiin Pearsonin korrelaatiokertoimella.

4 TULOKSET

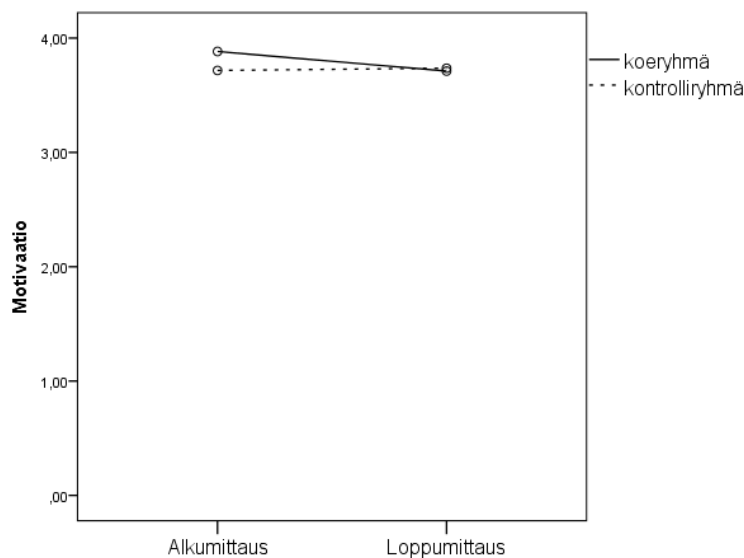
4.1 Pelikokeilun vaikutus motivaatioon

4.1.1 Muutokset motivaatiossa koe- ja kontrolliryhmällä

Koe- ja kontrolliryhmä jakautuivat normaalisti molemmilla mittauskerroilla (Liite 1) ja ryhmien varianssit ovat riittävän yhtä suuret. Koe- ja kontrolliryhmän eroja motivaatiossa tutkittiin kaksisuuntaisella varianssianalyysillä ja toistettujen mittausten varianssianalyysillä. Motivaation osa-alueiden muutoksia tutkittiin toistettujen mittausten varianssianalyysillä.

Taulukko 3: Koe- ja kontrolliryhmän muutokset motivaatiossa

	Koeryhmä (n=37)		Kontrolliryhmä (n=70)	
	ka	kh	ka	kh
Alkumittaus	3,9	0,6	3,7	0,7
Loppumittaus	3,7	0,6	3,7	0,6
Muutos	-0,2	0,0	0,0	-0,1



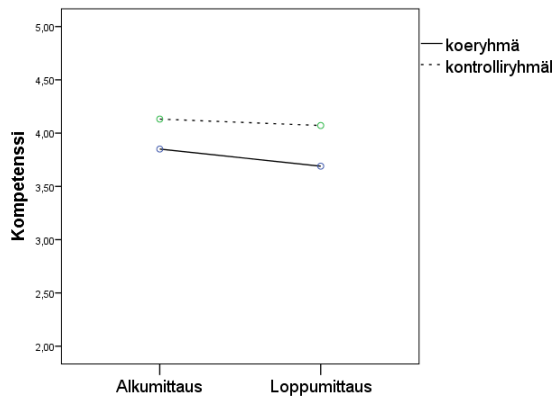
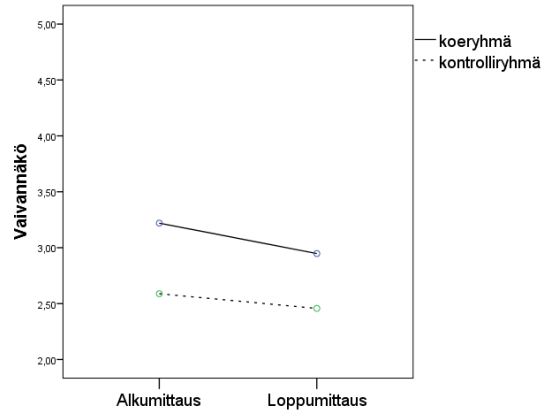
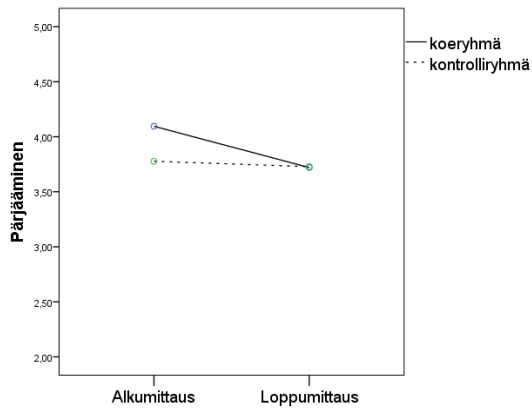
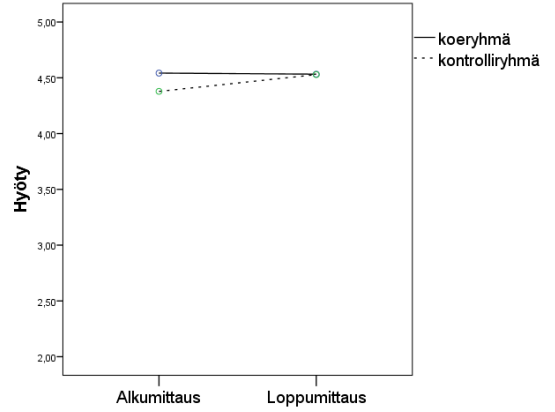
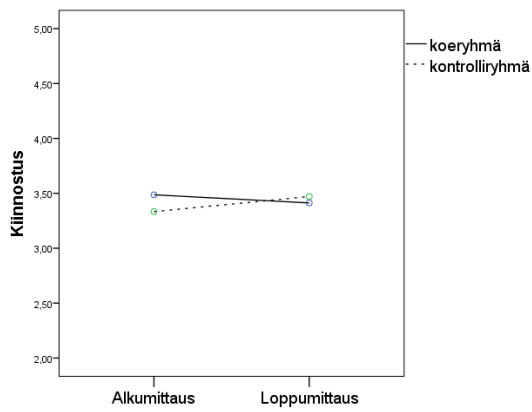
Kuvio 1: Koe- ja kontrolliryhmän motivaation muutos

Alkumittauksessa koeryhmä oli kontrolliryhmää motivoituneempi. Ero alkutestauksen pistemäärissä vaikuttikin merkittävästi lopputestauksen pistemäärään ja vaikutuksen efektikoko oli tilastollisesti lähes merkittävä, $F(1, 104)=120,142$, $p=0,000$, $\eta^2=0,536$. Pelikokeilun aikana koeryhmän motivaatio laski, mutta kontrolliryhmän motivaatio ei muuttunut. Loppumittauksen motivaatiossa koe- ja kontrolliryhmän välillä ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkittävä eroa, $F(1, 104)=2,668$, $p=0,105$, $\eta^2=0,025$. Sen sijaan motivaation muutoksen osalta koe- ja kontrolliryhmien välillä oli tilastollisesti merkittävä ero, jonka efektikoko oli pieni, $F(1, 105)=4,120$, $p=0,045$, $\eta^2=0,038$.

Taulukko 4: Koe ja kontrolliryhmän tunnusluvut motivaation osa-alueilla

	Koeryhmä		Kontrolliryhmä	
	Keskiarvo	Keskihajonta	Keskiarvo	Keskihajonta
Kiinnostus alkumittaus	3,5	0,9	3,3	1,2
Kiinnostus loppumittaus	3,4	0,9	3,5	1,1
	-0,1		0,2	
Hyöty alkumittaus	4,5	0,8	4,4	0,7
Hyöty loppumittaus	4,5	0,6	4,5	0,5
	0,0		0,1	
Pärjääminen alkumittaus	4,1	0,7	3,8	0,9
Pärjääminen loppumittaus	3,7	0,8	3,7	0,9
	-0,4		-0,1	
Vaivannäkö alkumittaus	3,2	0,9	2,6	0,9
Vaivannäkö loppumittaus	2,9	0,8	2,5	1,0
	-0,3		-0,1	
Kompetenssi alkumittaus	3,9	0,8	4,1	0,7
Kompetenssi loppumittaus	3,7	0,8	4,1	0,7
	-0,2		0,0	

Koe- ja kontrolliryhmän välillä ainoastaan pärjäämisen osa-alueella oli ero motivaation muutoksessa ja sen efektikoko oli pieni, $F(1,292)=4,630$, $p=0,034$, $\eta^2=0,042$. Eroa motivaation muutoksessa ei ollut kiinnostuksen, $F(0,540)=2,312$, $p=0,131$, $\eta^2=0,022$, hyödyn, $F(0,309)=1,656$, $p=0,201$, $\eta^2=0,016$, vaivannäön, $F(0,240)=0,778$, $p=0,380$, $\eta^2=0,007$ eikä kompetenssin, $F(0,121)=0,635$, $p=0,427$, $\eta^2=0,006$ osa-alueilla.



Kuvio 2: Koe- ja kontrolliryhmän motivaation osa-alueiden muutokset

4.1.2 Muutokset motivaatiossa eritasoisilla oppilailta

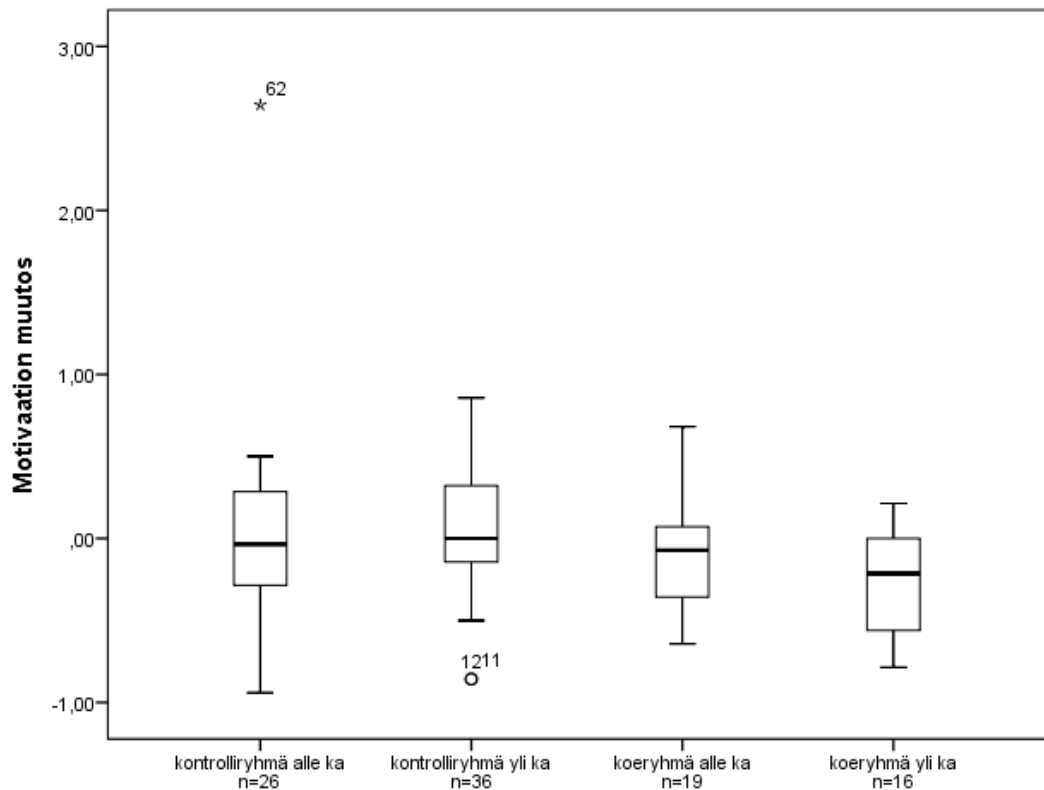
Normaalijakaumaoletus täyttyi kaikissa muissa ryhmissä paitsi kontrolliryhmän alle keskiarvon ryhmässä (Liite 1). Yksittäinen poikkeava havainto vaikuttaa normaalijakaumaan osittain, mutta alle keskiarvon ryhmä ei jakautuisi normaalisti motivaation lopputestauksen osalta, vaikka havainto jätettäisiin huomiotta. Koska normaalijakaumaoletus toteutui muissa tasoryhmissä ja kontrolliryhmän alle keskiarvon ryhmässä motivaation alkutestauksen osalta, voitiin ryhmien motivaation kehitystä tarkastella t-testillä. Kontrolliryhmän alle keskiarvon ryhmän osalta tulos tarkistettiin Wilcoxonin testillä. Koska ryhmät olivat riittävästi normaalijakautuneita ja Levenen testi osoitti ryhmien varianssien olevan riittävän yhtä suuret kaikissa mittauksissa, voitiin tasoryhmien vaikutusta motivaation kehitykseen ja loppupistemäärään tutkia varianssianalyysillä. Tulos tarkistettiin Kruskal-Wallis testillä.

Taulukko 5: Tasoryhmien motivaatio pelikokeilun aikana

		n	Motivaation alkumittaus	Motivaation loppumittaus	Erotus
Koe	Alle ka tai ka	19	3,9	3,8	-0,1
	Yli ka	15	4,0	3,8	-0,2
Kontrolli	Alle ka tai ka	26	3,8	3,8	0,0
	Yli ka	36	3,6	3,7	0,1

Koeryhmän yli keskiarvon ryhmän motivaatio muuttui merkitsevästi pelikokeilun aikana, $t(15)=3,325$, $p=0,005$. Ryhmä oli motivoitunein ennen pelikokeilua, mutta sen motivaatio laski myös eniten pelikokeilun aikana. Koeryhmän alle keskiarvon ryhmän motivaatio ei muuttunut tilastollisesti merkitsevästi, $t(18)=1,040$, $p=0,312$.

Kontrolliryhmän yli keskiarvon ryhmän motivaatio ei muuttunut tilastollisesti merkitsevästi pelikokeilun aikana, $t(35)=-0,810$, $p=0,423$. Myöskään kontrolliryhmän alle keskiarvon ryhmän motivaatio ei muuttunut pelikokeilun aikana, $t(25)=-0,287$, $p=0,776$. Sama tulos saatiin Wilcoxonin testillä.



Kuvio 3: Tasoryhmien motivaation muutos pelikokeilun aikana

Kaksisuuntaisessa varianssianalyysin mukaan ryhmät eivät eroa toisistaan motivaation alkutestauksen tai motivaation lopputestauksen osalta. Koe- tai kontrolliryhmään kuulumisella, $F(1, 103)=2,792$, $p=0,098$ tai tasoryhmään kuulumisella, $F(1, 103)=0,001$, $p=0,981$ tai näiden yhteisvaikutuksella, $F(1, 103)=1,786$, $p=0,185$ ei ollut vaikutusta motivaation alkutestauksen pistemäärään. Myöskään motivaation lopputestauksen pistemäärään koe- tai kontrolliryhmään kuulumisella, $F(1, 103)=0,002$, $p=0,969$ tai tasoryhmään kuulumisella, $F(1, 103)=0,395$, $p=0,531$ tai näiden yhteisvaikutuksella $F(1, 103)=0,425$, $p=0,516$ ei ollut vaikutusta. Tulokset olivat samansuuntaisia Kruskal-Wallis testin mukaan.

Sen sijaan tutkittavan kuulumisen koe- tai kontrolliryhmään vaikutti merkitsevästi motivaation muutokseen, $F(1, 103)=5,350$, $p=0,023$ eli koe- ja kontrolliryhmän välillä on tilastollisesti merkitsevä ero motivaation muutoksessa. Tasoryhmään kuulumisella, $F(1, 103)=0,664$, $p=0,417$ tai koe- tai kontrolliryhmän ja tasoryhmän yhteisvaikutuksella, $F(1, 103)=1,000$, $p=0,320$ ei ollut vaikutusta motivaation muutokseen. Tulos oli samansuuntainen Kruskal-Wallis testillä.

4.2 Aritmeettisen sujuvuuden kehittyminen pelijakson aikana

4.2.1 Koe- ja kontrolliryhmän aritmeettisen sujuvuuden kehittyminen

Koe- ja kontrolliryhmä jakautuivat normaalisti aritmeettisen sujuvuuden (Liite 2) alku- ja lopputestauksessa, joten sekä ryhmien sisäisiä että niiden välisiä eroja motivaatiossa voitiin tutkia t-testeillä.

Taulukko 6: Koe- ja kontrolliryhmän aritmeettisen sujuvuuden kehittyminen pelikokeilun aikana

		N	Minimi	Maksimi	Keskiarvo	Keskihajonta
Koeryhmä	Alkumittaus	32	0	96	55,0	19,1
	Loppumittaus	32	39	108	66,8	16,9
	Erotus				11,8	
Kontrolliryhmä	Alkumittaus	58	27	113	67,6	17,6
	Loppumittaus	58	22	107	72,0	18,6
	Erotus				4,4	

Sekä koe- että kontrolliryhmä paransivat tulostaan tilastollisesti merkitsevästi aritmeettisen sujuvuuden testissä. Koeryhmä paransi tulostaan 11,8 pisteellä, $t(31) = -6,173$, $p=0,000$ ja kontrolliryhmä 4,5 pisteellä, $t(57) = -3,567$, $p=0,001$. Tulos oli samanlainen Wilcoxonin testin mukaan.

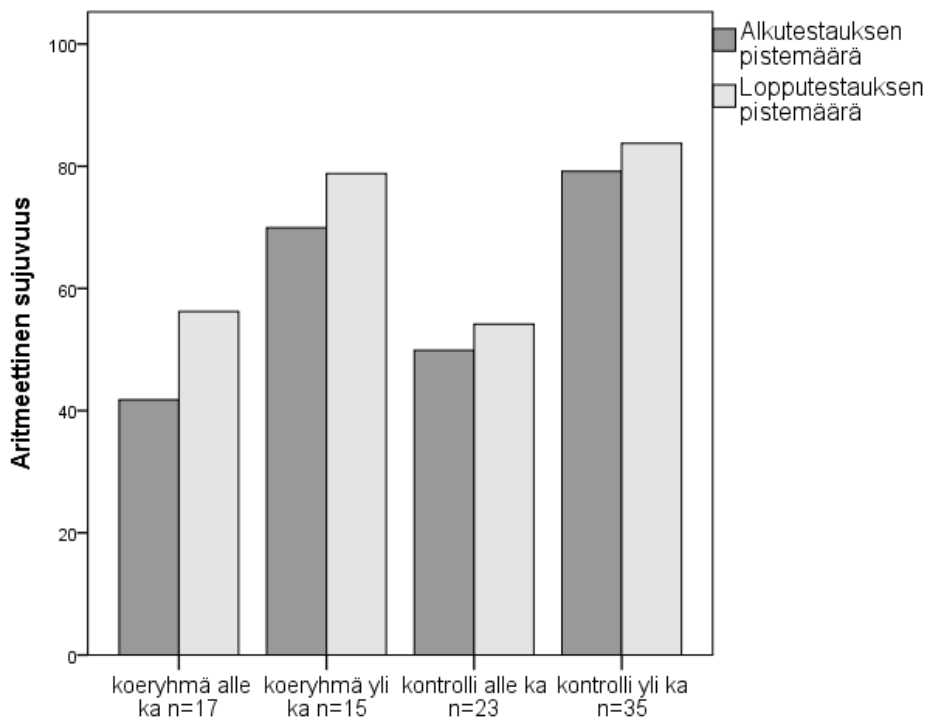
Kontrolliryhmän pistemäärä oli alkutestauksessa koeryhmää tilastollisesti merkitsevästi korkeampi, $t(88) = -3,149$, $p=0,002$. Loppumittauksessa ryhmien välillä ei kuitenkaan ollut eroa, $t(88) = -1,311$, $p=0,193$. Tulos oli samanlainen Mann-Whitneyn U-testin mukaan. Toistettujen mittausten varianssianalyyseissä koe- ja kontrolliryhmän välillä oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ero pienellä efektikoolla aritmeettisen sujuvuuden kehityksessä, $F(1, 88) = 11,185$, $p=0,000$, $\eta^2 = 0,113$.

4.2.2 Eritasoisten oppilaiden aritmeettisen sujuvuuden kehittyminen

Ryhmät eivät jakautuneet riittävän normaalisti aritmeettisen sujuvuuden suhteen tasoryhmissä (Liite 2), joten tasoryhmien aritmeettisen sujuvuuden kehittymistä pelikokeilun aikana tutkitaan epäparametrisilla testeillä.

Taulukko 7: Koe- ja kontrolliryhmän tasoryhmien kehitys aritmeettisessa sujuvuudessa

		n	Alkumittaus	Loppumittaus	Erotus
Koeryhmä	Alle ka	17	41,8	56,2	14,4
	Yli ka	15	69,9	78,8	8,9
Kontrolliryhmä	Alle ka	23	49,9	54,2	4,3
	Yli ka	35	79,2	83,7	4,5



Kuvio 4: Tasoryhmien aritmeettisen sujuvuuden kehitys

Koeryhmässä sekä alle keskiarvon ryhmä, $Z=-3,575$, $p=0,000$ että yli keskiarvon ryhmä, $Z=-3,078$, $p=0,002$ kehittivät pelikokeilun aikana tilastollisesti merkitsevästi. Kontrolliryhmässä yli keskiarvon ryhmän kehitys, $Z=-3,064$, $p=0,002$ oli tilastollisesti merkitsevää, mutta alle keskiarvon ryhmä ei kehittynyt merkitsevästi, $Z=-1,658$, $p=0,097$. Number Navigation -peli vaikutti siis merkitsevästi aritmeettiseen sujuvuuteen. Peli vaikutti erityisesti matematiikassa heikommin suoriutuneihin, sillä heidän pistemääränsä kehittivät eniten.

Mann-Whitneyn U-testin perusteella ero oli tilastollisesti merkitsevä koeryhmän alle keskiarvon ryhmän ja kontrolliryhmän alle keskiarvon ryhmän välillä, $z = -2,686$, $p = 0,007$ sekä koeryhmän alle keskiarvon ryhmän ja kontrolliryhmän yli keskiarvon ryhmän välillä, $z = -3,223$, $p = 0,001$. Myös koeryhmän yli keskiarvon ryhmän ja kontrolliryhmän yli keskiarvon ryhmän välillä, $z = -2,025$, $p = 0,043$ oli tilastollisesti merkitsevä ero. Tilastollisesti merkitsevä eroa ei ollut koeryhmän alle keskiarvon ryhmän ja koeryhmän yli keskiarvonryhmän välillä, $z = -0,926$, $p = 0,354$, koeryhmän yli keskiarvon ryhmän ja kontrolliryhmän alle keskiarvonryhmän välillä, $z = -1,824$, $p = 0,068$ eikä kontrolliryhmän alle keskiarvon ryhmän ja kontrolliryhmän yli keskiarvon ryhmän välillä, $z = -0,414$, $p = 0,679$.

4.3 Motivaation ja oppimistulosten yhteys pelillisessä opetuksessa

4.3.1 Aritmeettisen sujuvuuden ja motivaation yhteys koe- ja kontrolliryhmässä

Taulukko 8: Aritmeettisen sujuvuuden ja motivaation keskiarvot

	N	Aritmeettisen sujuvuuden kehittyminen	Motivaation muutos	Motivaatio pelikokeilun lopussa
Koeryhmä	32	11,8	-0,2	3,8
Kontrolliryhmä	58	4,5	0,0	3,8

Koeryhmä kehittyi huomattavasti, mutta samalla ryhmän motivaatio laski pelikokeilun aikana hieman. Kontrolliryhmässä aritmeettisen sujuvuuden kehittyminen oli maltillisempaa eikä motivaatio muuttunut pelikokeilun aikana. Aritmeettisen sujuvuuden kehittämisellä ei ollut yhteyttä motivaation muutokseen koeryhmässä, $r = 0,465$, $p = 0,07$ eikä kontrolliryhmässä, $r = 0,013$, $p = 0,923$. Aritmeettisen sujuvuuden kehittämisellä ei myöskään ollut yhteyttä motivaatioon pelikokeilun lopussa koeryhmässä, $r = 0,049$, $p = 0,791$ eikä kontrolliryhmässä, $r = -0,24$, $p = 0,860$.

4.3.2 Aritmeettisen sujuvuuden ja motivaation yhteys eritasoisissa ryhmissä

Taulukko 9: Tasoryhmien aritmeettisen sujuvuuden kehityksen ja motivaation yhteys

		Motivaation muutos	Motivaatio pelikokeilun lopussa
Koeryhmä	Alle ka	r= 0,625 p= 0,007	r= 0,018 p= 0,947
	Yli ka	r= -0,072 p= 0,800	r= 0,096 p= 0,735
Kontrolliryhmä	Alle ka	r= -0,038 p= 0,864	r= -0,120 p= 0,584
	Yli ka	r= 0,098 p= 0,576	r= 0,084 p= 0,633

Aritmeettisen sujuvuuden kehitys oli yhteydessä motivaation muutokseen ainoastaan koeryhmän alle keskiarvon ryhmässä, jossa motivaatio pysyi samana ja aritmeettinen sujuvuus kehittyi eniten. Minkään tasoryhmän aritmeettisellä sujuvuudella ei ollut merkitsevää yhteyttä motivaatiotestauksen loppupistemäärään.

4.4 Pelikokemuksen yhteys motivaatioon

4.4.1 Oppilaiden kokemus Number Navigation -pelistä

Taulukko 10: Pelikokemuksen osa-alueiden tunnusluvut

	Minimi	Maksimi	Keskiarvo	Keskihajonta	Vinous	Huipukkuus
Pelikokemus	1,6	3,7	3,1	0,9	-0,2	-0,3
Kompetenssi	1,3	5,0	3,1	0,9	0,3	-0,5
Flow	1,0	4,5	2,6	0,7	0,2	0,5
Uppoutuminen	1,0	4,7	2,8	1,0	0,2	-0,9
Negatiivinen tunne	1,0	5,0	2,1	0,8	1,1	2,3
Positiivinen tunne	1,0	5,0	3,2	1,1	-0,3	-0,7
Pelin vaikuttavuus	1,0	5,0	3,0	1,1	0,1	-0,5

Koko pelikokemuksen ja sen osa-alueiden osalta vinous- ja huipukkuusarvot olivat lähellä nollaa, paitsi negatiivisen tunteen osalta, jossa sekä vinoutta että huipukkuutta oli enemmän. Pelaajien (n=35) kokemus pelistä oli neutraali sekä koko pelikokemuksen osalta että pelikokemuksen osa-alueiden osalta. Pelaajat kokivat eniten positiivisuuden ja kompetenssin tunnetta, mutta myös muut osa-alueet koettiin lähes yhtä neutraaleina. Ainoastaan negatiivista tunnetta koettiin pelaamisen aikana vähän.

4.4.2 Pelikokemuksen yhteys motivaatioon

Pelaajien kokemus pelistä oli neutraali, mutta heidän motivaationsa laski hieman pelikokeilun aikana. Pelikokemuksella ei ollut yhteyttä motivaation muutokseen, $r = -0,016$, $p=0,509$. Motivaation muutoksesta huolimatta pelaajat olivat melko

motivoituneita pelikokeilun lopussa. Pelikokemuksella oli yhteys motivaatioon pelikokeilun lopussa, $r=0,424$, $p=0,011$.

Taulukko 11: Pelikokemuksen yhteys motivaatioon

	Kompetenssi	Flow	Uppoutuminen	Negatiivinen tunne	Positiivinen tunne	Pelin vaikuttavuus
Motivaation muutos	$r = -0,098$ $p = 0,575$	$r = 0,119$ $p = 0,496$	$r = -0,050$ $p = 0,774$	$r = 0,338^*$ $p = 0,047$	$r = -0,134$ $p = 0,444$	$r = -0,078$ $p = 0,654$
Motivaation lopputestaus	$r = 0,420^*$ $p = 0,012$	$r = 0,204$ $p = 0,240$	$r = 0,423^*$ $p = 0,011$	$r = -0,248$ $p = 0,150$	$r = 0,404^*$ $p = 0,016$	$r = 0,463^{**}$ $p = 0,005$

Motivaation muutoksella on yhteys ainoastaan negatiiviseen tunteeseen. Pelikokeilun aikana pelaajien motivaatio laski hieman ja pelaajat kokivat vähän negatiivisia tunteita pelatessaan. Pelikokeilun lopussa motivaatiolla oli yhteys kompetenssiin, uppoutumiseen, positiiviseen tunteeseen ja pelin vaikuttavuuteen. Motivaatio pelikokeilun lopussa oli melko korkea laskusta huolimatta ja oppilaat kokivat keskiarvoisesti positiivisia tunteita ja kompetenssin tunnetta pelaamisen aikana. Oppilaat kokivat uppoutuneensa peliin ja pelin vaikuttaneen heidän matematiikan oppimiseensa keskiarvoisesti.

4.4.3 Pelitaustan yhteys pelikokemukseen ja motivaatioon

Pelitaustaltaan oppilaat ($n=33$) jakautuivat harvoin pelaaviin ($n=8$), joskus pelaaviin ($n=18$) ja usein pelaaviin ($n=7$). Ryhmät jakautuivat normaalisti pelikokemuksen, motivaation muutoksen ja motivaation lopputestauksen osalta (Liite 3) ja ryhmien varianssit olivat riittävän yhtä suuret. Ryhmien vertailuissa käytettiin yksisuuntaista varianssianalyysia, mutta tulos tarkistettiin ryhmien pienestä koosta johtuen Kruskal-Wallis testillä.

Taulukko 12: Pelitaustaryhmien tunnusluvut

Ryhmä		Keskiarvo	Keskihajonta	Minimi	Maksimi
Harvoin pelaavat (n=8)	Pelikokemus	3,2	1,0	1,2	4,3
	Motivaation muutos	0,0	0,5	-0,6	0,7
	Motivaation lopputestaus	3,8	0,6	3,0	4,6
Joskus pelaavat (n=18)	Pelikokemus	3,1	0,9	1,4	4,5
	Motivaation muutos	-0,3	0,3	-0,8	0,1
	Motivaation lopputestaus	3,7	0,6	2,4	4,6
Usein pelaavat (n=7)	Pelikokemus	3,2	0,7	2,4	4,5
	Motivaation muutos	-0,2	0,2	-0,5	0,2
	Motivaation lopputestaus	3,8	0,5	3,1	4,6

Kaikkien pelitaustaryhmien kokemus pelistä oli neutraali. Motivaatio matematiikkaa kohtaan laski pelikokeilun aikana joskus pelaavien ja usein pelaavien ryhmässä. Harvoin pelaavien motivaatio matematiikkaa kohtaan ei muuttunut. Pelikokeilun lopussa kaikkien pelitaustaryhmien motivaatio oli melko korkea.

Yksisuuntaisessa varianssianalyysissä pelitaustaltaan erilaiset ryhmät eivät eronneet toisistaan pelikokemuksen, $F(2, 30)=0,080$, $p=0,923$, motivaation muutoksen $F(2, 30)=3,173$, $p=0,056$ tai motivaation lopputestauksen pistemäärän, $F(2, 30)=0,171$, $p=0,844$ suhteen. Sama tulos saatiin Kruskal-Wallis testillä.

4.4.4 Eritasoisten oppilaiden kokemus pelistä

Molemmat tasoryhmät jakautuivat normaalisti (Liite 3) ja ryhmien varianssit olivat riittävän yhtä suuret pelikokemuksen ja kaikkien pelikokemuksen osa-alueiden osalta, joten ryhmien välisiä eroja pelikokemuksessa tarkastella riippumattomien mittausten t-testillä.

Taulukko 13: Tasoryhmien pelikokemuksen keskiarvot

	N	Pelikokemus	Kompetenssi	Flow	Uppoutuminen	Negatiivinen tunne	Positiivinen tunne	Pelin vaikutus
Alle ka	19	3,0	2,8	2,6	2,8	2,3	3,0	2,9
Yli ka	16	3,2	3,4	2,5	2,9	2,0	3,4	3,2

Riippumattomien mittausten t-testin mukaan ryhmien välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero ainoastaan kompetenssissa, $t(33) = -2,116$, $p = 0,042$, jota yli keskiarvon ryhmä koki alle keskiarvon ryhmää enemmän pelaamisen aikana. Flowlla, $t(33) = 0,644$, $p = 0,524$, uppoutumisella, $t(33) = -0,157$, $p = 0,876$, negatiivisella tunteella, $t(33) = 0,918$, $p = 0,365$, positiivisella tunteella, $t(33) = -1,078$, $p = 0,289$, pelin vaikuttavuuteen, $t(33) = -0,764$, $p = 0,450$ eikä pelikokemuksella ylipäätään, $t(33) = -0,870$, $p = 0,390$ ollut eroa ryhmien välillä. Tulos oli samanlainen Mann-Whitneyn U-testillä.

4.5 Oppilaiden vertaisapuun suhtautumisen ja motivaation yhteys

4.5.1 Oppilaiden suhtautuminen vertaisapuun

Opettajien mukaan vertaisapuun kannustettiin molemmilla luokilla. Vaikka oppilaat eivät varsinaisesti pelanneet peliä pareittain, oli luokissa toimintatapana avun pyytäminen toiselta oppilaalta. Tutkimukseen osallistuvissa luokissa vertaistukea käytettiin enemmän kuin opettajan apua. Oppilaat raportoivat auttamisen olleen vastavuoroista. 31 oppilasta (84 %) ilmoitti sekä saaneensa apua että auttaneensa muita. Vain kaksi (5 %) oppilasta ilmoitti, ettei saanut eikä antanut lainkaan apua pelikokeilun aikana, yksi oppilas (3 %) ilmoitti vain saaneensa apua ja kolme oppilasta (8 %) vain auttaneensa muita.

Taulukko 14: Vertaisapuun suhtautuminen

	N	Minimi	Maksimi	Keskiarvo	Keskihajonta	Vinous	Huipukkuus
Vertaisapu	31	3,0	5,0	3,9	0,5	0,1	-0,7
Avun saaminen	32	2,4	5,0	3,8	0,7	0,3	-0,8
Avun antaminen	34	2,8	5,0	4,1	0,7	-0,2	-1,3

Keskihajonta oli koko vertaisavun osalta sekä apua saaneiden ja antaneiden ryhmässä lähes samanlaista. Koko vertaisavun ja apua saaneiden osalta jakauma on lähes normaalijakauman kaltainen. Apua antaneiden osalta jakaumassa on hieman huipukkuutta. Kaiken kaikkiaan vertaisapuun suhtauduttiin myönteisesti kuten myös saatuun apuun ja toisten auttamiseen. Myös minimiarvojen perusteella vertaisapuun suhtautuminen oli myönteistä. Avun antamiseen suhtauduttiin hieman avun saamista myönteisemmin.

4.5.2 Vertaisapuun suhtautumisen ja motivaation yhteys

Vertaisapua saaneet ja antaneet (n=31) suhtautuivat vertaisapuun myönteisesti (ka=3,9) ja heidän motivaationsa oli melko korkea pelikokeilun jälkeen (ka=3,6). Vertaisapuun suhtautuminen oli yhteydessä motivaatioon pelikokeilun lopussa, $r = 0,484$, $p = 0,006$. Sen sijaan motivaation muutoksen ja vertaisapuun suhtautumisen välillä ei ollut yhteyttä, $r = -0,051$, $p = 0,787$. Vertaisapua saaneiden ja antaneiden motivaatio laski pelikokeilun aikana (ka=-0,2), vaikka vertaisapuun suhtauduttiin myönteisesti.

Oppilaat suhtautuivat avun antamiseen (ka=4,1) ja avun saamiseen (ka=3,8) positiivisesti. Sekä avun antamiseen suhtautumisella, $r = 0,420$, $p = 0,013$ että avun saamiseen suhtautumisella, $r = 0,368$, $p = 0,038$ on tilastollisesti merkitsevä yhteys pelikokeilun lopun motivaatioon. Sen sijaan motivaation muutoksella ei ollut yhteyttä avun antamiseen suhtautumiseen, $r = 0,010$, $p = 0,957$ eikä avun saamiseen suhtautumiseen, $r = -0,048$, $p = 0,794$.

4.5.3 Eritasoisten oppilaiden vertaisapuun suhtautumisen ja motivaation yhteys

Vertaisapua saaneet ja antaneet jakautuivat normaalisti motivaation lopputestauksen pistemäärän, motivaation muutoksen ja vertaisapuun suhtautumisen osalta (Liite 4) ja ryhmien varianssit olivat riittävän suuret, joten ryhmien vertailussa käytettiin riippumattomien ryhmien t-testiä.

Taulukko 15: Eritasoisten oppilaiden suhtautuminen vertaisapuun

	N	Vertaisapuun suhtautuminen	Motivaation muutos	Motivaatio pelikokeilun lopussa
Alle ka	16	3,9	-0,1	3,7
Yli ka	15	3,9	-0,3	3,6

Alle keskiarvon ryhmä ja yli keskiarvon ryhmä suhtautuivat yhtä myönteisesti vertaisapuun, eikä ryhmien välillä ollut eroa vertaisapuun suhtautumisessa, $t(29)=-0,207$, $p=0,837$. Sama tulos saatiin Mann-Whitneyn U-testillä. Molempien ryhmien motivaatio oli lähes yhtä korkea pelikokeilun lopussa, vaikka sekä alle keskiarvon ryhmän että yli keskiarvon ryhmän motivaatio laski pelikokeilun aikana hieman. Alle keskiarvon ryhmän suhtautuminen vertaisapuun oli yhteydessä motivaatioon pelikokeilun lopussa, $r=0,527$, $p=0,036$, mutta ei motivaation muutokseen, $r=-0,387$, $p=0,139$. Yli keskiarvon ryhmässä vertaisapuun suhtautumisella ei ollut yhteyttä motivaation lopputestauksen pistemäärään, $r=0,448$, $p=0,094$ eikä motivaation muutokseen $r =0,350$, $p=0,200$.

4.6 Opettajan ohjaukseen suhtautumisen ja motivaation yhteys

4.6.1 Oppilaiden suhtautuminen opettajan apuun

Molemmissa luokissa oppilaat olivat hyvin omatoimisia ja vertaistukea korostettiin luokkien toimintaperiaatteena. Omatoimisuus ja vertaistuki korostuivat molemmissa luokissa myös pelikokeilun aikana. Opettajat kertoivatkin, etteivät oppilaat useinkaan

pyytäneet apua vaan pyrkivät ensin ratkaisemaan ongelman itse tai pyytämään apua toiselta oppilaalta. Opettajat seurasivat oppilaiden pelaamista pelihetkien aikana ja kysyivät oppilailta työskentelyn sujumisesta. Erityistä motivointityötä ei opettajien mukaan tarvittu, sillä oppilaat olivat sekä omatoimisia että motivoituneita. Toisessa luokassa pelin tehtäviä ratkaistiin aluksi koko luokan kanssa yhteisesti. Toisessa luokassa näin ei tehty, koska opettajan mukaan oppilaiden matemaattisissa taidoissa ja pelitaidoissa oli suuria eroja.

Oppilaat ($n=37$) suhtautuivat opettajan ohjaukseen myönteisesti ($k_a=3,5$). Kyselyssä hajonta oli vähäistä ($k_h=0,5$) ja vastaukset ovat vinouden ($0,5$) ja huipukkuuden ($-0,1$) perusteella jakautuneet lähes normaalisti. Vain kolmen vastaajan suhtautuminen opettajan ohjaukseen oli keskiarvoltaan alle kolmen. Opettajan apua ei kuitenkaan koettu kovin tarpeelliseksi, sillä pienin keskiarvo ($2,4$) oli väittämässä ”Tarvitsin opettajan apua, että pääsin eteenpäin pelissä”. Väittämien keskiarvojen perusteella oppilaat kokivat myös saavansa opettajalta tarpeeksi apua ($3,7$) ja he suhtautuivat myönteisesti opettajan neuvoihin ja ohjaamiseen ($3,7$). Myönteisimmin suhtauduttiin opettajan kehuihin ($4,0$).

4.6.2 Motivaation ja opettajan ohjaukseen suhtautumisen yhteys

Opettajan ohjaukseen suhtauduttiin neutraalisti ($k_a=3,7$), mutta oppilaiden motivaatio laski hieman pelikokeilun aikana (muutos= $-0,2$). Motivaation laskusta huolimatta oppilaiden motivaatio oli pelikokeilun jälkeen melko korkea ($k_a=3,7$). Opettajan ohjaukseen suhtautumisella olikin yhteys motivaatioon pelikokeilun lopussa, $r = 0,367$, $p=0,025$, mutta ei motivaation muutokseen, $r=-0,025$, $p=0,884$.

4.6.3 Eritasoisten oppilaiden motivaation ja opettajan ohjaukseen suhtautumisen yhteys

Alle keskiarvon ja yli keskiarvon ryhmä jakautuivat normaalisti motivaation loppumittauksen ja erotuksen osalta. Yli keskiarvon ryhmä ei jakautunut normaalisti opettajaan apuun suhtautumisen osalta, mutta Shapiro-Wilk -testin arvo on kuitenkin lähellä raja-arvoa, joten ryhmien vertailussa voidaan käyttää t-testejä.

Taulukko 16: Eritasoisten oppilaiden suhtautuminen opettajan ohjaukseen

	N	Opettajan apuun suhtautuminen	Motivaation muutos	Motivaatio pelikokeilun lopussa
Alle ka	19	3,6	-0,1	3,8
Yli ka	18	3,6	-0,3	3,7

Sekä alle keskiarvon ryhmä että yli keskiarvon ryhmä suhtautuivat myönteisesti opettajan ohjaukseen, eikä ryhmien välillä ollut eroa, $t(35)=0,065$, $p=0,949$. Sama tulos saatiin Mann-Whitneyn U-testillä. Molempien ryhmien motivaatio oli melko korkea pelikokeilun lopussa, vaikka etenkin yli keskiarvon ryhmän motivaatio laski pelikokeilun aikana. Alle keskiarvon ryhmässä opettajan ohjaukseen suhtautumisella ei ollut yhteyttä motivaation muutokseen, $r=-0,121$, $p=0,622$ eikä motivaatioon pelikokeilun lopussa $r=0,371$, $p=0,118$. Myöskään yli keskiarvon ryhmässä opettajan ohjaukseen suhtautumisella ei ollut yhteyttä motivaation muutokseen, $r=0,075$, $p=0,768$, eikä motivaatioon pelikokeilun lopussa $r=0,366$, $p=0,135$.

5 POHDINTA

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten Number Navigation -pelin käyttäminen opetuksessa vaikuttaa oppilaiden oppimistuloksiin ja motivaatioon sekä millainen yhteys pelikokemuksella, vertaisen avulla ja opettajan ohjauksella on oppilaiden motivaatioon pelillisessä opetuksessa. Lisäksi tutkittiin edellä mainittuja yhteyksiä eritasoisilla oppilailta. Seuraavaksi käsitellään mahdollisia syitä tuloksille, tutkimuksen luotettavuutta, jatkotutkimusehdotuksia ja tutkimuksen hyötyä opettajan työssä.

5.1 Motivaation muutos pelijakson aikana

Koe- ja kontrolliryhmän motivaation muutoksessa oli merkitsevä ero. Peliä pelanneet oppilaat olivat ei-pelillisessä opetuksessa olevia motivoituneempia ennen pelikokeilua, mutta heidän motivaationsa laski pelikokeilun aikana. Ei-pelillisessä opetuksessa olleiden oppilaiden motivaatio pysyi samana eikä ryhmien motivaatiossa ollut eroa pelikokeilun jälkeen. Motivaatio muuttui ainoastaan pärjäämisen osa-alueella. Matemaattisesti eritasoiset ryhmistä ainoastaan koeryhmän taitavimpien oppilaiden motivaatio muuttui pelikokeilun aikana. Heidän motivaationsa oli korkein ennen pelikokeilua ja laski sen aikana eniten. Ryhmät eivät kuitenkaan eronneet toisistaan motivaation suhteen.

Peliä pelanneiden motivaatio laski myös aiemmassa tutkimuksessa (Rodriguez-Aflecht ym. 2015). On mahdollista, ettei pysyviä muutoksia motivaatioon ehtinyt syntyä lyhyen interventiojakson aikana. Vaikka interventioaika oli riittävän pitkä matemaattisen osaamisen erojen selvittämiseksi, vaatisi matematiikkaan kohdistuvan motivaation muutos pidemmän ajan. Koeryhmän innokkuus ja ennakko-odotukset peliä kohtaan voivat myös selittää motivaation laskua. Vaikka tutkimukseen ja pelikokeiluun osallistumista ei oppilaille korostettukaan ennen motivaation alkutestausta, on oppilaiden tietoisuus pelikokeiluun osallistumisesta voinut vaikuttaa alkutestaukseen motivaatiota parantavasti, mikä näkyy motivaation muutoksena (Kebrichi ym. 2010, 436).

Myös peliin tottuminen voi olla syynä motivaation laskuun (Wouters ym. 2013, 261). Pelin alkuviehätyksen hälveneminen voikin heijastua motivaation muutokseen. Monet

oppilaat ovat myös tottuneet viihdepeleissä useasti vaihtuviin ja yllättäviin tehtävätyyppeihin, jotka ehkäisevät peliin tottumista. Number Navigation pelissä tehtävätyyppi sen sijaan pysyy melko samanlaisena. Monet pelaajat voivatkin tavoitella pelissä pisteinä mitattavien saavutusten ja uusiin kenttiin pääsemisen lisäksi uudenlaisten tehtävien pariin pääsemistä.

Motivaation näkökulmasta ei-pelillinen opetus ja pelillinen opetus ovat yhtä toimivia, sillä ryhmien välillä ei ollut ero motivaatiossa pelikokeilun lopussa. Ryhmien välillä oli ero ainoastaan pärjäämisen osa-alueella, jota oppilaat eivät pitäneet pelaamisen jälkeen yhtä tärkeänä kuin ennen pelikokeilua. Myös aiemmassa tutkimuksessa oppilaiden motivaatio laski pärjäämisen osa-alueella (Rodriguez-Aflecht ym. 2015).

Peliä pelanneiden matematiikassa taitavampien oppilaiden motivaatio heikkeni pelikokeilun aikana, vaikka ryhmien välillä motivaatiossa ei ollutkaan eroa. Tulos on yhdenmukainen Chengin ym. (2007) tutkimuksen kanssa, jossa korkean taitotason oppilaiden oli vaikea sitoutua pelaamiseen (Giannakos 2013, 438). Onkin mahdollista, että peli ei tarjonnut tarpeeksi haastetta matematiikassa taitavammille oppilaille. Toisaalta myös tehtävien vaikeutumisen on voinut vaikuttaa motivaatioon sitä heikentävästi. Matematiikassa taitavammat oppilaat ovat voineet edetä pelissä haastavampiin energiakenttiin ja tehtävien vaikeus on saattanut laskea heidän motivaatiotaan (Bai ym. 2012).

5.2 Aritmeettisen sujuvuuden kehittyminen pelijakson aikana

Oppimistulosten osalta Number Navigation -peli osoittautui toimivaksi opetusvälineeksi. Tulos on yhdenmukainen aiemmin tehdyn tutkimuksen tuloksen kanssa (Rodriguez-Aflecht ym. 2015). Vaikka sekä peliä pelanneet että ei-pelillisessä opetuksessa olleet oppilaat kehittivät opetusjakson aikana merkitsevästi, oli peliä pelanneiden kehitys huomattavampaa. Pelin parissa oppilaat pystyivät saavuttamaan ei-pelillisistä opetusta paremmat tulokset, huolimatta selkeästi heikommasta lähtötasosta. Erityisesti pelin pelaaminen tuki matematiikassa heikoimpien oppimista, joiden tulokset paranivat eniten pelikokeilun aikana, kun taas ei-pelillisessä opetuksessa vastaavan ryhmän kehitys oli vähäisintä.

Number Navigation -peli kohdentuu aritmeettisten taitojen harjoitteluun ja sen elementit tukevat aritmeettisten taitojen kehittymistä. Peli itsessään sisältää toistoa laskutoimituksissa, vaikka tehtävät vaihtelevatkin. Koska testi mittaa aritmeettisten laskutoimitusten ratkaisemisen sujuvuutta, on peli edistänyt myös oppilaiden aritmeettisen operoinnin automatisoitumista. Vuonna 2016 voimaan tulevan Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden mukaan opetukseen tulisi lisätä pelillisyyttä motivaation lisäämisen ja oppimisen ilon lisäämisen vuoksi (OPS luonnos 2015, 14). Tämän tutkimuksen perusteella testattujen ja toimiviksi todettujen pedagogisesti suunniteltujen oppimispelien käyttäminen opetuksessa voi edistää oppimistuloksia ei-pelillistä opetusta tehokkaammin.

Pelien hyödyntämisen yhteydessä täytyy huomioida myös opetuksen toteuttaminen ajallisesti. Interventiojakson aikana oppilaat pelasivat peliä usein ja joskus pitkiäkin aikoja. Harjoittelun tiheys ja intensiivisyys näkyikin osaltaan tuloksissa. On myös syytä huomioida, että sekä ei-pelillisessä että pelillisessä opetuksessa oppilaiden aritmeettinen sujuvuus kehittyi. Oppiminen onkin tehokkainta, kun opetuksessa käytetään myös muita metodeja pelillisyyden rinnalla (Wouters ym., 2013).

Number Navigation -peli kohdentuukin korjaamaan PISA-tuloksissakin huomattua suuntaa. PISA-tutkimusten mukaan matematiikassa heikoimpien määrä on kasvanut viime vuosina. Toisaalta PISA-tutkimuksissa huomattiin myös, että matematiikassa taitavien määrä on laskenut. (Opetus- ja kulttuuriministeriön tiedote 3.12.2013.) Taitavammille oppilaille ei-pelillinen opetus on tämän tutkimuksen valossa yhtä tehokasta kuin pelillinen opetus. Tavallinen opetus on myös kaiken tasoisille oppilaille yhtä tehokasta. Pelillisuus näyttäisikin olevan toimiva eriyttämisen väline matematiikassa heikommille oppilaille.

5.3 Motivaation ja oppimistulosten yhteys pelillisessä opetuksessa

Motivaatiolla ja oppimistuloksilla ei ollut yhteyttä kummassakaan opetusmuodossa. Matemaattisesti eritasoisista ryhmistä ainoastaan peliä pelanneiden matemaattisesti heikompien oppilaiden motivaatiolla oli yhteys aritmeettisen sujuvuuden kehitykseen. Heidän motivaationsa ei muuttunut pelikokeilun aikana, mutta oppimistulokset kehittyivät. Myös aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet ristiriitaisia tuloksia motivaation ja oppimistulosten yhteydestä (Bai ym. 2012; Divjack & Tomic 2011;

Habgood & Ainsworth 2011; Kebritchi ym. 2013; Vogel ym. 2006; Wilson ym. 2009; Wouters ym. 2013).

Yhteyden puuttuminen voi selittyä oppilaiden sinnikkyydellä. Oppilaat ovat saattaneet jaksaa harjoitella, vaikka peli ei motivoisikaan. Yhtenä syynä motivaation laskuun pelikokeilun aikana voikin olla, että Number Navigation -peli on onnistunut motivoimaan oppilaita ennen pelikokeilua, mutta ei onnistunut pitämään heidän motivaatiotaan yllä. Pelissä edetessä oppilaiden on täytynyt tehdä myös aiempaa vaikeampia tehtäviä, mikä voi edistää oppimistulosten kehittymistä ja vaikuttaa motivaatioon negatiivisesti (Bai ym. 2012).

Oppilaat ovat myös voineet hämääntyä unohtamaan, että pelin pelaaminen on matematiikan harjoittelua ja olleet siksi motivoituneita peliä kohtaan ennen pelikokeilujaksoa. Tässä tutkimuksessa tutkittiin oppilaiden motivaatiota matematiikkaa kohtaan. Onkin mahdollista, että oppilaat ovat olleet motivoituneita Number Navigation -peliä kohtaan, mutta motivaatio matematiikkaa kohtaan on heikentynyt.

5.4 Pelikokemuksen vaikutus motivaatioon

Oppilaat suhtautuivat Number Navigation -peliin neutraalisti. He kokivat pelaamisen aikana eniten positiivisia tunteita ja kompetenssin tunnetta. Vähiten pelaajat kokivat negatiivisia tunteita. Vaikka motivaatio heikkeni pelikokeilun aikana, oli se kuitenkin melko hyvä pelikokeilun lopussa. Pelikokemuksella olikin yhteys motivaatioon pelikokeilun lopussa, mutta ei motivaation muutokseen. Motivaatio pelikokeilun lopussa oli yhteydessä kompetenssiin, uppoutumiseen, positiiviseen tunteeseen ja pelin vaikuttavuuteen. Motivaation muutos oli yhteydessä ainoastaan negatiiviseen tunteeseen.

Aiemmassa tutkimuksessa pelikokemuksella oli vain hieman vaikutusta motivaatioon. Erityisesti kompetenssin tunne vaikutti pelaajien motivaatioon, mikä saattoi johtua näiden päällekkäisyydestä. (Rodriguez-Aflecht ym. 2015.) Kompetenssin osa-alueen muita osa-alueita korkeammat arvot ja yhteys pelikokeilun lopun motivaatioon viestivät pelin helppoudesta. Pelikokeilun lopussa pelaajien motivaatio oli melko korkea, mikä on yhteydessä eniten koettuihin osa-alueisiin: uppoutumisen, positiivisen tunteen ja pelin vaikuttavuuden kokemukseen. Peli koettiin siis mielenkiintoiseksi ja hyödylliseksi matematiikan opettelu kannalta. Peli myös herätti

myönteisiä tunteita pelaajissa. Pelissä voimakkaimpina koetut tunteet; kompetenssi, uppoutuminen, positiivisuus ja pelin vaikuttavuus, ovatkin voineet tukea motivaatiota niin, ettei se ole heikentynyt enempää.

Pelitaustaltaan erilaisten ryhmien kokemus pelistä oli neutraali. Pelitaustalla ei ollut yhteyttä pelikokemukseen eivätkä pelitaustaryhmät eronneet toisistaan pelikokemuksen tai motivaation osalta. Syynä saattaa olla, että koulukonteksti peliympäristönä ja oppimispelillisuus häivytti pelitaustan vaikutusta. Oppimispeleissä oppilaita saattavat motivoida eri asiat kuin viihdepeleissä, mikä myös selittää pelikokemuksen ja motivaation yhteyden puuttumista. Koska pelitausta ei vaikuttanut pelikokemukseen, eivät oppilaat välttämättä vaatineet peliltä samaa graafisuutta tai jännityselementtejä, kuin viihdepeleiltä vaan kokivat Number Navigation -pelin ilman niitäkin hyväksi pelikokemukseksi. Number Navigation -pelin pelaaminen vaatii myös erilaista pelitekniikkaa ja strategioita, joten kokemus ja taidot viihdepelien pelaamisessa eivät välttämättä siirry opetuspeleilympäristöön.

Eritasoiset ryhmät erosivat toisistaan ainoastaan kompetenssin osalta. Matematiikassa heikommat oppilaat uskoivat omiin pelikykyihinsä vähemmän kuin matematiikassa taitavammat. Koska Number Navigation -pelissä matemaattinen sisältö on tiiviisti yhteydessä pelin sisältöön, on matemaattisesti heikompien oppilaiden voinut olla hankalampi hahmottaa pelin vaatimuksia. Myös pelin palautteen tulkitseminen on voinut tuottaa epävarmuutta matematiikassa heikommille oppilaille. Koska suoritettujen laskutoimitusten laskuvaiheiden määrä askelkentissä ja lukujen arvot energiakentissä vaikuttavat suoraan palautteenantajana toimivaan askel- tai energiapalkkiin, vaatii pelin palautteen tulkitseminen myös matemaattista ajattelua

5.5 Oppilaiden vertaisapuun suhtautumisen ja motivaation yhteys

Peliä pelanneissa opetusryhmissä oli vahva vertaisavun kulttuuri. Koska auttaminen oli tarpeenmukaista ja hetkittäistä ja oletettavasti useat eri oppilaat auttoivat toisiaan, voidaan yhteistyön muoto käsittää vertaistutoroinniksi. On kuitenkin mahdollista, että oppilaiden välinen yhteistyön muoto on ollut myös yhteistoiminnallista tai yhteisöllistä työskentelyä, jos oppilaat ratkaisevat tehtävää rinnakkaisesti. Eritasoiset oppilaat eivät eronneet toisistaan vertaisapuun suhtautumisessa. Ainoastaan matematiikassa heikompien vertaisapuun suhtautumisella oli yhteys motivaatioon pelikokeilun lopussa.

Molemmilla luokilla vertaisapua käytettiin opettajan apua enemmän ja vertaisapu oli vastavuoroista. Vertaisapuun suhtautuminen oli myönteistä ja sillä oli yhteys motivaatioon pelikokeilun lopussa. Sekä avun antamiseen että avun saamiseen suhtauduttiin myönteisesti ja niillä oli yhteys motivaatioon pelikokeilun lopussa. Tämä viittaa siihen, että sekä avun saaja että avun antaja saivat ohjauksesta hyötyä. Apua tarvitsevan oppilas on mahdollisesti päässyt pelissä eteenpäin ja apua antanut oppilas on syventänyt ymmärrystään asiasta kertaamalla (Cohen 1986, 176).

Toisaalta myös sosiaaliset seikat voivat vaikuttaa myönteiseen suhtautumiseen vertaisapua kohtaan. Apua saanut oppilas on voinut saada tarvitsemaansa huomiota ja kannustusta, vaikka pelissä eteneminen ei olisikaan helpottunut. Apua antanut oppilas on puolestaan voinut innostua toisen oppilaan auttamisesta ja omista kyvyistään auttaa. Oppilaiden välinen yhteistyö yhteistyön muodosta huolimatta oli toimivaa ja myönteisyys vertaisapua kohtaan viittaa osapuolten vastaanottavuuteen apua kohtaan. Tarkempia johtopäätöksiä yhteistyön toimivuudesta ja sisällöstä ei kuitenkaan aineiston perusteella voida tehdä.

Vertaisapu on voinut olla erityisen hyödyllistä matematiikassa heikommille oppilaille, sillä tuen saaminen on voinut vaikuttaa melko korkeaan motivaatioon pelikokeilun lopussa. Vertaisavun yhtenä etuna onkin, että sen on huomattu vähentävän oppimistilanteeseen liittyvää ahdistusta (Johnson & Johnson 1974, 228). Vaikka vertaisapu ei voimistaisikaan oppilaiden motivaatiota, voi se tukea motivaation ylläpitämistä.

5.6 Opettajan ohjaukseen suhtautumisen ja motivaation yhteys

Opettajan ohjaukseen suhtauduttiin neutraalisti ja sillä oli yhteys motivaatioon pelikokeilun lopussa. Eritasoiset ryhmät eivät eronneet toisistaan opettajan ohjaukseen suhtautumisessa eikä tasoryhmien opettajan ohjaukseen suhtautumisella ollut yhteyttä motivaatioon. Tulos selittyy suureksi osaksi vahvalla vertaisavunkulttuurilla. Luokissa ei usein käyty tehtäviä yhteisesti läpi, joten opettajan ohjaus oli lähinnä henkilökohtaista apua.

Opettajan kontrollointi pelitilanteessa voi haitata oppimista (Vogel ym. 2006), joten pelillisessä opetuksessa taka-alalle jättäytyminen on myös perusteltu ohjaustapa. Scaffoldingin eli tuen häivyttäminen tarpeen mukaan, vähentääkin oppilaiden

turhautumista ja ylläpitää oppilaiden motivaatiota (Perry ym. 2006, 332). Tärkeää onkin siis, että oppilailla on mahdollisuus saada tukea, jos sitä tarvitsevat, mutta myös tilaa kokeilla ja oppia itse. Pelikokeiluun osallistuneissa luokissa oppilaille olikin mahdollistettu monitahoinen tuki. Tuki painottui pääosin vertaisapuun, mutta myös opettajalta oli mahdollista saada apua ja ohjausta.

Opettajan vaikutus voikin näkyä tässä tutkimuksessa välillisenä vaikutuksena vertaisavun kautta. Opettajan vastuulla on monelta osin vertaisavun kulttuurin luominen ja vertaisavun ohjaamiseen liittyvät asiat. Opetuksen suunnittelu ja siinä vertaisavun huomioiminen on myös osa pelillisen opetuksen järjestämistä, mutta sen vaikutus saattaa jäädä piiloon.

5.7 Tutkimuksen hyöty opettajuudelle

Oppimistuloksien parantaminen ja oppilaiden motivaation herättäminen ja ylläpito kuuluvat opettajan jokaisen koulupäivän haasteisiin. Tämän tutkimuksen kautta saadaan suuntaa sille, miten pelillisuus vaikuttaa oppimistuloksiin ja miten pelillisuus, pelikokemus, vertaisen tuki ja opettajan ohjaus vaikuttavat motivaatioon. Uuden perusopetuksen opetussuunnitelman kynnyksellä tieto pelillisen opetuksen vaikutuksista oppimiseen ja motivaatioon ovat hyödyllisiä opettajalle. Myös pelillisyyteen liittyvien opetusjärjestelyjen kuten opettajan ohjauksen ja vertaisen avun vaikutusten tiedostaminen on opettajan työssä toimimiselle tärkeää.

Number Navigation -peli on suunnattu alakoulun oppilaille aritmeettisen sujuvuuden ja adaptiivisen numerotietoisuuden harjoitteluvälineeksi. Pelin myönteinen vaikutus oppilaiden oppimistuloksiin on osoitettu useaan kertaan. Number Navigation -peli onkin hyvä pedagoginen väline matematiikan opetukseen erityisesti matematiikassa heikosti pärjääville oppilaille. Tutkimustulokset auttavat hahmottamaan myös taitavampien oppilaiden oppimista pelillisessä opetuksessa. Erityistä huomiota tulisikin kiinnittää taitavien oppilaiden motivointiin. Vaikka peli ei motivoinut oppilaita tavallista opetusta paremmin, voi pelaamisen lisäämisellä muiden menetelmien joukkoon olla positiivinen vaikutus oppilaiden motivaatioon. Pelistä hyödytäänkin parhaiten ja opittu asia pystytään siltamaan muihin konteksteihin, kun pelien ohella käytetään muitakin opetusmenetelmiä (Wouters ym. 2013).

Tutkimus antaa myös viitteitä toimivista opetusjärjestelyistä pelillisessä opetuksessa. Opettajan onkin tärkeää tiedostaa harjoittelun määrän tärkeys pelillisessä opetuksessa. Harjoittelun määrän vaikutus oppimiseen korostuu etenkin opetukseen suunnatuissa peleissä (Wouters 2013, 259). Myös opetusympäristön järjestäminen tulee ottaa huomioon pelillisessä opetuksessa. Opetustilan, pelaamisaikaan ja pelitilanteeseen liittyvät tekijät ovat läsnä tässäkin tutkimuksessa vaikka ne eivät olleetkaan tutkimuksen kohteena.

Avun tarpeeseen vastaaminen pelitilanteessa sen sijaan oli tämän tutkimuksen keskiössä opettajan roolin, vertaisen avun ja näihin suhtautumisen kautta. Vertaisen avulla ja toisten auttamisella oli merkittävä osa tutkittujen ryhmien toimintakulttuuria, mikä näkyi vastavuoroisena apuna ja myönteisenä suhtautumisena sekä saatua että annettua vertaisapua kohtaan. Vertaisapua tukevan toimintakulttuurin luominen ja ryhmätyöskentelytaitojen opettaminen onkin osa myös pelillistä opetusta, sillä pareittain tai ryhmässä pelaamisesta on havaittu olevan hyötyä oppimiselle (Wouters ym. 2013). Pelaamista ohjattaessa opettajan on hyvä tiedostaa, milloin ja kuinka paljon oppilaiden olisi hyvä saada aktiivista ohjausta. Samoin tulee tietää, milloin on oppimisen kannalta edullista antaa oppilaille tilaa itsenäiseen tai vertaisen kanssa työskentelyyn. Jos oppilas saa apua sekä opettajalta että muilta oppilailta pelillisessä opetuksessa, tulee opetuksessa huomioida ohjaustapojen tasapainoisuus, jotta oppilaat saavat sekä tarvitsemansa tuen että tilaa itsenäiseen harjoitteluun.

5.8 Tutkimuksen luotettavuus

Kaikkien tutkimuksen mittareiden Cronbachin alfa-arvot olivat hyvät. Aritmeettisen sujuvuuden testi sekä motivaation ja pelikokemuksen mittarit oli aiemmissa tutkimuksissa havaittu valideiksi. Tätä tutkimusta varten laadituista vertaisen avun ja opettajan ohjauksen mittareista poistettiin väittämät, jotka todettiin aineiston käsittelyn yhteydessä toimimattomiksi.

Aineiston kerääjät perehdyttiin tehtävään ja aineistonkeruu suoritettiin ajastetulla PowerPoint -esityksellä, jotta ohjeistukset ryhmille olisivat samanlaiset ja aikapaineistetun matemaattisen testin ajanotto olisi yhdenmukainen. Ikäryhmien välillä oli aiemman tutkimuksen yhteydessä havaittu merkittäviä eroja, joten kontrolliryhmä

valittiin aiemman tutkimuksen otoksesta vastaamaan tätä tutkimusta varten kerätyn otoksen ikää.

Aineistonkäsittelyvaiheessa tutkittavista rajattiin pois ne, jotka eivät olleet vastanneet kulloinkin tarvittaviin mittareihin. Ryhmien normaalijakaumat tarkastettiin ennen testauksia ja normaalijakauman jäädessä vaillinaiseksi tulokset tarkastettiin ei-parametrisilla testeillä. Toistettujen mittausten varianssianalyseissä efektikoko oli hyvin pieni kaikissa muissa paitsi motivaation alkutestauksen vaikutuksessa lopputestaukseen, jossa efektikoko voisi luonnehtia kohtalaiseksi. Tämänkin osalta vain noin 50 % mittausarvojen vaihtelusta voidaan selittää ryhmien eroilla alkutestauksessa.

Vahva vertaisavunkulttuuri vaikutti vastauksiin opettajan ohjauksesta. Osa oppilaista ei saanut eikä tarvinnut opettajan apua, mikä vaikutti neutraaleiden vastausten suureen määrään kyselyssä. Tutkimuksen tarkoituksena oli kuitenkin selvittää oppilaiden suhtautuminen opettajan ohjausta kohtaan, joten mittariin perustuvia päätelmiä voidaan neutraaleista vastauksista huolimatta tehdä. Esimerkiksi opettajan ohjauksen riittävyttä voidaan tutkia opettajalta saadun avun määrästä huolimatta. Oppilaat ovat voineet kokea opettajan vähäisenkin avun riittäväksi ja toisaalta suuresta ohjauksen määrästä huolimatta joku oppilaista olisi voinut haluta enemmän apua.

5.9 Jatkotutkimusehdotuksia

Koska motivaatio on tilannesidonnainen ja muuttuva, voisi oppilaiden motivaation muutosta tarkastella jatkossa myös pelikokeilun aikana. Useat motivaation mittauskerrat mahdollistaisivat tarkemman kuvan motivaation muutoksesta ja voisivat tuoda esiin todellista motivaation muutoksen kokoa, joka voi kahta mittauskertaa käyttämällä jäädä huomaamatta. Useaa mittauskertaa käyttämällä voitaisiin saada selville, missä vaiheessa pelin pelaaminen on oppilaille mieluisinta ja milloin peliä ei koeta motivoivaksi. Näin voitaisiin saada viitteitä siitä, aiheuttaako peliin tottuminen tai pelin vaikeutuminen motivaation laskua. Tarkasteluja voisi tehdä myös eritasoisille oppilaille.

Vertaisoppimisen vaikutusta motivaatioon on tässä tutkimuksessa tarkasteltu tilanteessa, jossa oppilaat tarvittaessa auttoivat toisia oppilaita. Näin ollen jatkossa olisi mielenkiintoista verrata erilaisten yhteistyömuotojen ja yksin pelaamisen yhteyttä motivaatioon ja oppimistuloksiin. Mielenkiintoista olisi myös selvittää, millaisia eroja

motivaatiossa ja oppimistuloskissa on pareittain pelaavilla ja pareittain ei-pelillisessä opetuksessa työskentelevillä. Jatkossa voisi myös selvittää, millaisia eroja motivaatiossa ja oppimistuloksissa on eritasoisilla pareilla, sillä vertaisoppimisen hyöty voi olla erilaista parilla, jossa on kaksi samantasoista oppilasta ja parilla, jossa toinen oppilas on toista taitavampi. Taitotasoiltaan eritasoisten parien tarkastelussa olisi aiheellista selvittää myös, millaista yhteistyö oppilaiden välillä on. Jatkossa voisi myös selvittää, miten eritavalla vertaisen tukeen suhtautuneet oppilaat eroavat toisistaan motivaation osalta.

Opettajan ohjauksen vaikutuksen osalta jatkossa voisi tutkia, miten erilaiset opetustyyli ja opettajan aktiivisuus vaikuttavat oppilaiden motivaatioon. Tässä tutkimuksessa opettajat toteuttivat molemmissa luokissa ohjausta hyvin samalla tavalla ja vertaisavulla oli luokissa suuri merkitys. Olisikin hyödyllistä selvittää myös, minkälaiset oppilaat hyötyvät opettajan aktiivisesta ohjauksesta ja opetuksesta pelitilanteessa ja minkälaisille oppilaille itsenäinen pelaaminen sopii paremmin. Jatkossa voisi myös selvittää, miten eritavalla opettajan ohjaukseen suhtautuneet oppilaat eroavat toisistaan motivaation osalta.

6 LÄHTEET

Aunola, K., Leskinen, E. & Nurmi, J. 2006. Developmental dynamics between mathematical performance, task motivation, and teachers' goals during the transition to primary school. *British Journal of Educational Psychology* 76, 21–40.

Bai, H., Pan, W., Hirumi, A. & Kebritchi, M. 2012. Assessing the effectiveness of a 3-D instructional game on improving mathematics achievement and motivation of middle school students. *British Journal of Educational Technology* 43 (6), 993–1003.

Bandura, A. 2002. Social foundation of thought and action. Teoksessa David Marks (toim.) *The Health Psychology Reader*. SAGE Publications: London. 94–106.

Breuer, J. & Bente, G. 2010. Why so serious? On the Relation of Serious Games and Learning. *Eludamos. Journal of Computer Game Culture* 4(1), 7–24.

Brezovszky, B., Rodriguez-Aflecht, G., McMullen, J., Veermans, K., Pongsakdi, N., Hannula-Sormunen, M. & Lehtinen, E. 2015. Developing adaptive number knowledge with the Number Navigation game-based learning environment. Teoksessa Torbeyns, J., Lehtinen, E. & Elen, J. (toim.) *Describing and Studying Domain-Specific Serious Games*. Springer: New York. 155–170.

Brophy, J. 1999. Toward a Model of the Value Aspects of Motivation in Education: Developing Appreciation for Particular Learning Domains and Activities. *Educational Psychologist* 34(2), 75–85.

Chouinard, R., Karsenti, T. & Roy, N. 2007. Relations among competence beliefs, utility value, achievement goals, and effort in mathematics. *British Journal of Educational Psychology* 77, 501–517.

Cohen, J. 1986. Theoretical considerations of peer tutoring. *Psychology in the Schools* 23, 175–186.

Divjak, B. & Tomic, D. 2011. The impact of game-based learning on the achievement of learning goals and motivation for learning mathematics – Literature review. *JIOS* 35 (1), 15–30.

Eccles, J., Wigfield, A., Midgley, C., Reuman, D. Mac Iver, D. & Feldlaufer, H. 1993. Negative Effects of Traditional Middle Schools on Students' Motivation. *The Elementary School Journal* 93 (5), 553–574.

Giannakos, M. 2013. Enjoy and learn with educational games: Examining factors affecting learning performance. *Computers and Education* 68, 429–439.

Girard, C., Ecalle, J. & Magnan, A. 2013. Serious games as new educational tools: how effective are they? A meta-analysis of recent studies. *Journal of Computer Assisted Learning* 29, 207–219.

Green, S. 2002. Using an expectancy-value approach to examine teachers' motivational strategies. *Teaching and Teacher Education* 18, 989–1005.

Habgood, M., Ainsworth, S. & Benford, S. 2005. Endogenous fantasy and learning in digital games. *Simulation & Gaming* 36 (4), 483–498.

Habgood, M. & Ainsworth, S. 2011. Motivating Children to Learn Effectively: Exploring the Value of Intrinsic Integration in Educational Games. *The Journal of the Learning Sciences* 20, 169–206.

Hämäläinen, R. & Oksanen, K. 2012. Challenge of supporting vocational learning: Empowering collaboration in a scripted 3D game – How does teachers' real-time orchestration make a difference? *Computers & Education* 59 (2), 281–293.

Johnson, D. & Johnson, R. 1974. Instructional Goal Structure: Cooperative, Competitive, or Individualistic. *Review of Educational Research* 44 (2), 213–240.

Ken, F. & Grabowski, B. 2007. Gameplaying for maths learning: cooperative or not? *British Journal of Educational Technology* 38 (2), 249–259.

Kebritchi, M., Hirumi, A. & Bai, H. 2010. The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation. *Computers and Education* 55, 427–443.

Koskinen, A., Kangas, M., & Krokfors, L. 2014. Oppimispelien tutkimus pedagogisesta näkökulmasta. Teoksessa Krokfors, L., Kangas, M. & Kopisto K. (toim.) *Oppiminen pelissä. Pelit, pelillisuus ja leikillisuus opetuksessa*. Tampere: Vastapaino, 23–37.

Kupari, P., Välijärvi, J., Andersson, L., Arffman, I., Nissinen, K., Puhakka, E. & Vettenranta, J. 2013. PISA 2012 ensituloksia. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisu, 2013:20.

Lehtinen, E. 2014. *Number Navigation Game: Opettajan ohjekirja*. Turun yliopisto, Oppimistutkimuksen keskus. Julkaisematon käsikirjoitus.

Lehtinen, E., Lehtinen, H., & Brezovszky, B. 2014. *Matematiikka pelissä*. Teoksessa Krokfors, L., Kangas, M. & Kopisto, K. (toim.) *Oppiminen pelissä. Pelit, pelillisuus ja leikillisuus opetuksessa*. Tampere: Vastapaino, 38–55.

Lehtinen, E., Brezovszky, B., Rodriguez-Afleht, G., Lehtinen, H., Hannula-Sormunen, M., McMullen, J., Pongsakdi, N. & Veermans, K. 2015. *Number Navigation*

Game (NNG): Game description and design principles. Teoksessa Torbeyns, J., Lehtinen E. & Elen, J. (toim.), Describing and Studying Domain-Specific Serious Games. New York: Springer, 45–61.

Meece, J., Wigfiels, A. & Eccles, J. 1990. Predictors of math anxiety and its influence on young adolescent's course enrollment intentions and performance in mathematics. 82 (1), 60–70.

Meluso, A., Zheng, M., Spires, H. & Lester, J. 2012. Enhancing 5th graders' science knowledge and self-efficacy through game-based learning. Computers and Education 59, 497–504.

Nelson, B. & Ketelhut, D. 2008. Exploring embedded guidance and self-efficacy in educational multi-user virtual environments. International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning 3 (4), 413–427.

Ocak, G. & Yamac, A. 2013. Examination of the Relationships between Fifth Graders' Self-Regulated Learning Strategies, Motivational Beliefs, Attitudes, and Achievement. Educational Sciences: Theory & Practise 13, 380–387.

Opetus- ja kulttuuriministeriön tiedote 3.12.2013 vuoden 2012 PISA tuloksista. Viitattu 24.2.2015

<http://www.minedu.fi/OPM/Tiedotteet/2013/12/pisa.html>

Pajares, F. & Graham, L. 1999. Self-Efficacy, Motivation Constructs, and Mathematics, Performance of Entering Middle School Students. Contemporary Educational Psychology 24, 124–139.

Papasterigiou, M. 2009. Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. Computers & Education 52 (1), 1–12.

Perry, N., Turner, J. & Meyer, D. 2006. Classrooms as contexts for motivating learning. Teoksessa Alexander, P. & Winne, P. (toim.) Handbook of Educational Psychology. New Jersey: American Psychological Association, 327–348.

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden 2016 luonnos. 2014. Opetushallitus. Helsinki. Viitattu 29.1.2015

http://www.oph.fi/download/163777_perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf

Phelps, E. & Damon, W. 1989. Problem Solving With Equals: Peer Collaboration as a Context for Learning Mathematics and Spatial Concepts. Journal of Educational Psychology 81(4), 639–646.

Rodriguez-Aflecht, G., Brezovszky, B., Pongsakdi, N., Jaakkola, T., Hannula-Sormunen, M., McMullen, J. & Lehtinen, E. 2015. Number Navigation Game: Game Experience and Motivational Effects. Teoksessa Torbeyns, J., Lehtinen, E. & Elen, J. (toim.) *Describing and Studying Domain-Specific Serious Games* New York: Springer. 171–189.

Roeser, R., Eccles, J., Harold, R. & Wigfield, A. 1993. Classroom experience and change in upper elementary students' self and task beliefs in reading and math. *Konferenssiesitys*.

Ryan, R. & Deci, E. 2000. Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology* 25, 54–67.

Shih, J., Shih, B., Shih, C., Su, H. & Chuang, C. 2010. The influence of collaboration styles to children's cognitive performance in digital problem-solving game "William Adventure": A comparative case study. *Computers and Education* 55, 982–993.

Shin, N., Sutherland, L., Norris, C. & Soloway, E. 2012. Effects of game technology on elementary student learning in mathematics. *British Journal of Educational Technology* 43 (4), 540–560.

Simpkins, S., Davis-Kean P. & Eccles, J. 2006. Math and Science Motivation: A Longitudinal Examination of the Links Between Choices and Beliefs. *Developmental Psychology* 42 (1), 70–83.

Spires, H., Rowe, J., Mott, B. & Lester, J. 2011. Problem solving and Game-based Learning: Effects on Middle grade Students' Hypothesis Testing Strategies on Learning Outcomes. *J. Educational Computing Research* 44 (4), 453–472.

Tudge, J. 1992. Processes and Consequences of Peer Collaboration: A Vygotskian Analysis. *Child Development* 63 (6), 1364–1379.

Vogel, J., Vogel, D., Cannon-Bowers, J., Bowers, C., Muse, K. & Wright, M. 2006. Computer gaming and interactive simulations for learning: A meta-analysis. *J. Educational Computing Research* 34 (3), 229–243.

Westrom, M. & Shaban, A. 1992. Intrinsic motivation in microcomputer games. *Journal of Research on Computing in Education* 24 (4), 433–445.

Wigfield, A. & Cambria, J. 2010. Students' achievement values, goal orientations, and interest: Definitions, development, and relations to achievement outcomes. *Developmental Review* 30, 1–35.

Wigfield, A. & Eccles, J. 2000. Expectancy–Value Theory of Achievement Motivation. *Contemporary Educational Psychology* 25, 68–81.

Wilson, K., Bedwell, W., Lazzara, E., Salas, E., Burke, C., Estock, J., Orvis, K. & Conkey, C. 2009. Relationships between game attributes and learning outcomes. Review and research proposals. *Simulation and Gaming* 40 (2), 217–266.

Wouters, P., van Nimwegen, C., van Oostendorp, H. & van der Spek, E. 2013. A Meta-Analysis of the Cognitive and Motivational Effects of Serious Games. *Journal of Educational Psychology* 105 (2), 249 –265.

Zimmerman, B., Bandura, A. & Martinez-Pons, M. 1992. Self-Motivation for Academic Attainment: The Role of Self-Efficacy Beliefs and Personal Goal Setting. *American Educational Research Journal* 29 (3), 663–676.

Zyda, M. 2005. From Visual Simulation to Virtual Reality to Games. *Computer*, 38(9), 25–32.

LIITTEET

Liite 1: Normaalijakautuvuus motivaatiossa

	Koeryhmä	Kontrolliryhmä	Koeryhmän alle ka	Koeryhmän yli ka	Kontrolliryhmän alle ka	Kontrolliryhmän yli ka
Motivaation alkumittaus	0,328	0,200	0,130	0,668	0,059	0,415
Motivaation loppumittaus	0,567	0,200	0,278	0,593	0,006*	0,820
Motivaation muutos			0,181	0,327	0,000*	0,540
Kiinnostus: alkumittaus	0,053	0,115				
Kiinnostus: loppumittaus	0,026*	0,110				
Hyöty: alkumittaus	0,000*	0,239				
Hyöty: loppumittaus	0,000*	0,218				
Pärjääminen: alkumittaus	0,019*	0,109				
Pärjääminen: loppumittaus	0,219	0,117				
Vaivannäkö: alkumittaus	0,031*	0,136				
Vaivannäkö: loppumittaus	0,070	0,168				
Kompetenssi: alkumittaus	0,018*	0,130				
Kompetenssi: loppumittaus	0,033*	0,128				

* Ryhmä ei normaalijakautunut

Liite 2: Normaalijakautuvuus aritmeettisessa sujuvuudessa

	Koeryhmä	Kontrolliryhmä	Koeryhmän alle ka	Koeryhmän yli ka	Kontrolliryhmän alle ka	Kontrolliryhmän yli ka
Aritmeettinen sujuvuus: alkumittaus	0,435	0,095	0,001*	0,058	0,513	0,000*
Aritmeettinen sujuvuus: loppumittaus	0,476	0,169	0,645	0,760	0,842	0,091
Aritmeettinen sujuvuus: muutos			0,004*	0,610	0,091	0,129

* Ryhmä ei normaalijakautunut

Liite 3: Normaalijakautuvuus pelikokemuksessa

	Harvoin pelanneet	Joskus pelanneet	Usein pelanneet	Alle ka	Yli ka
Motivaation loppumittaus	0,244	0,704	0,340		
Motivaation muutos	0,610	0,477	0,889		
Pelikokemus	0,268	0,950	0,273	0,929	0,654
Kompetenssi				0,061	0,983
Flow				0,782	0,849
Uppoutuminen				0,206	0,642
Negatiivinen tunne				0,097	0,640
Positiivinen tunne				0,365	0,651
Pelin vaikuttavuus				0,529	0,842

* Ryhmä ei normaalijakautunut

Liite 4: Normaalijakautuvuus vertaisapuun suhtautumisessa

	Alle ka	Yli ka
Vertaisapuun suhtautuminen	0,666	0,500
Motivaation loppumittaus	0,475	0,364
Motivaation muutos	0,361	0,333

* Ryhmä ei normaalijakautunut

Liite 5: Normaalijakautuvuus opettajan ohjaukseen suhtautumisessa

	Alle ka	Yli ka
Opettajan ohjaukseen suhtautuminen	0,064	0,023*
Motivaation loppumittaus	0,278	0,554
Motivaation muutos	0,130	0,564

* Ryhmä ei normaalijakautunut

Liite 6: Kysely oppilaille muiden oppilaiden ja opettajan avusta Number Navigation pelin aikana

A) Mitä mieltä olet seuraavista väittämistä? Ympyröi sopiva numero.

1= en koskaan 2= muutaman kerran 3= melkein jokaisella pelikerralla

- | | | | | |
|----|--|---|---|---|
| 1. | Kuinka usein sait apua toiselta oppilaalta pelaamisessa? | 1 | 2 | 3 |
| 2. | Kuinka usein itse autoit toista oppilasta pelaamisessa? | 1 | 2 | 3 |

B) Mitä mieltä olet seuraavista väittämistä? Ympyröi sopiva numero.

1=täysin eri mieltä 2= eri mieltä 3= ei samaa eikä eri mieltä 4= samaa mieltä 5=täysin samaa mieltä

1. Pidin siitä, että toinen oppilas auttoi minua pelaamisessa.
2. Autoin toisia oppilaita, kun he pyysivät apua.
3. En olisi tarvinnut muiden oppilaiden apua pelaamisessa.
4. Pääsin pelissä paremmin eteenpäin, kun sain apua toiselta oppilaalta.
5. En pitänyt siitä, että toinen oppilas neuvoi minua pelaamisessa.
6. Neuvoin muita oppilaita, vaikka he eivät pyytäneet apua.
7. Jouduin auttamaan liikaa muita oppilaita.
8. Toinen oppilas neuvoi minua asioissa, joihin en tarvinnut apua.
9. Minua häiritsi, kun toinen oppilas auttoi minua.
10. En olisi halunnut auttaa muita oppilaita pelaamisessa.
11. Muiden oppilaiden auttaminen häiritsi omaa pelaamistani.
12. Olisin halunnut saada enemmän apua muilta oppilailta pelaamisessa.
13. Toisen oppilaan avusta oli minulle hyötyä pelaamisessa.
14. Olisin halunnut auttaa muita oppilaita enemmän.
15. Pystyin pelaamaan hyvin omaa peliäni vaikka autoinkin muita oppilaita.
16. Minusta oli mukava auttaa toisia oppilaita pelaamisessa.

C) Mitä mieltä olet seuraavista väittämistä? Ympyröi sopiva numero.

1=täysin eri mieltä 2=eri mieltä 3=ei samaa eikä eri mieltä 4=samaa mieltä 5= täysin samaa mieltä

1. Pidin siitä, että opettaja kävi katsomassa pelaamistani.
2. En tykännyt siitä, että opettaja neuvoi minua pelaamaan eri tavalla.
3. Sain opettajalta tarpeeksi apua, kun pelaaminen tuntui hankalalta.
4. Oli hyvä, että sain opettajalta apua pelaamisessa.
5. Opettaja auttoi minua pelatessa asioissa, jotka olisin osannut ratkaista itse.
6. Pidin siitä, että opettaja antoi minulle ohjeita pelin pelaamisessa.
7. Minua häiritsi se, että opettaja seurasi pelaamistani.
8. Opettaja auttoi minua liikaa pelaamisessa.
9. En pitänyt siitä, että opettaja kehui minua, kun pelasin peliä.
10. Pidin siitä, että opettaja mietti kanssani ratkaisua pelin ongelmaan.
11. En tykännyt siitä, että opettaja kysyi, miten pelaaminen sujui.
12. Olisin halunnut saada opettajalta enemmän apua pelatessani.
13. Tarvitsin opettajan apua, että pääsin eteenpäin pelissä.
14. En tykännyt siitä, että opettaja auttoi minua pelaamisessa, kun en itse osannut.
15. Opettajan neuvot pelin pelaamisesta olivat mielestäni hyödyllisiä.

Liite 7: Kysely opettajille pelitilanteen järjestämisestä

A) Lihavoi vaihtoehto, joka kuvaa pelikokeilua omassa luokassasi. Jokaisen väittämän jälkeen voit kirjoittaa tarkennuksia väittämään liittyen kommentti-kohtaan. Kommentti voi olla niin pitkä kuin haluat.

1= en koskaan, 2=harvoin, 3=joskus, 4=lähes aina, 5= joka kerta

1. Kiersin seuraamassa oppilaiden pelaamista pelihetkien aikana.

Kommentti:

2. Kysyin oppilailta, miten pelaaminen sujui.

Kommentti:

3. Autoin oppilaita, kun he pyysivät apua.

Kommentti:

4. Autoin oppilaita, kun huomasin heidän olevan vaikeaa jatkaa pelaamista.

Kommentti:

5. Ohjasin oppilaan itse keksimään ratkaisun pelin ongelmaan.

Kommentti:

6. Mietin oppilaan kanssa yhdessä ratkaisua ongelmaan.

Kommentti:

7. Ohjasin oppilaan miettimään ratkaisua ongelmaan toisen oppilaan kanssa.

Kommentti:

8. Ratkaisimme pelin tehtäviä yhdessä koko luokan kanssa.

Kommentti:

9. Yritin ohjata oppilaita parempaan strategiseen ajatteluun.

Kommentti:

10. Ohjasin oppilasta auttanutta toista oppilasta palautteen antamisessa.

Kommentti:

B) Kirjoita vastaus kysymyksen alle. Vastaus voi olla niin pitkä kuin haluat.

1. Miten pelihetket järjestettiin? (missä, kuinka kauan, yksin vai pareittain, muuta järjestelyihin liittyvää)

2. Mitkä asiat pelijärjestelyihin liittyen olivat oppilaille uusia?

3. Mitkä pelijärjestelyihin liittyvät asiat olivat oppilaille ennestään tuttuja?

4. Millaisilla keinoilla yritit motivoida oppilaita ja pitää yllä heidän motivaatiotaan pelikokeilun aikana?

