

Saija Kantanen
MAAHANMUUTTAJATAUSTAISTEN LASTEN
VARHAISTEN MATEMAATTISTEN
TAITOJEN TUKEMINEN EKAPELI-MATI-KKA-
TIETOKONEPELILLÄ

Erityispedagogiikan
pro gradu –tutkielma
kevätlukukausi 2014
Kasvatustieteiden laitos
Jyväskylän yliopisto

TIIVISTELMÄ

Kantanen, Saija. MAAHANMUUTTAJATAUSTAISTEN LASTEN VARHAISTEN MATEMAATTISTEN TAITOJEN TUKEMINEN EKAPELI-MATIKKA-TIETOKONEPELILLÄ. Erityispedagogiikan pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopiston Kasvatustieteen laitos, 2014. 69 sivua. Julkaisematon.

Tämän tutkimuksen tarkoitus oli selvittää, tukeeko Ekapeli-Matikka-tietokonepeli maahanmuuttajataustaisten lasten heikkoja varhaisia matemaattisia taitoja. Tutkimusasetelma koostui kahdesta alkumittauksesta, kolmen viikon interventiojaksosta, loppumittauksesta ja viivästetystä loppumittauksesta. Mittauksissa käytettiin samoja arviointitehtäviä. Arviointitehtävillä mitattiin lukumäärän laskemisen, lukusanojen luettelun ja lukumäärien erilaisten esitystapojen yhdistelemisen taitoja sekä yhteenlaskutaitoa. Tutkimukseen osallistui 14 lasta, jotka olivat maahanmuuttajataustaisia, esikoulunopettajien mielestä matematiikassa tuen tarpeessa olevia lapsia. Seitsemän lasta pelasi tutkimuksen interventiojakson aikana Ekapeli-Matikka-peliä. Loput seitsemän lasta kuuluivat kontrolliryhmään, he eivät pelanneet peliä. Kontrolliryhmälle teetettiin samat alkua ja loppumittaukset kuin peliä pelanneille lapsille. Aineiston analysoinnissa käytettiin parametrittomia testejä (SPSS 20). Aineistoa laajensivat lapsia koskevat taustatiedot, jotka kerättiin kyselylomakkeilla lasten vanhemmilta.

Tulokset osoittivat, että kaikkien tehtävien raakapistemäärien keskiarvot parantuivat alkumittauksesta loppumittaukseen sekä koe- että kontrolliryhmässä. Ekapeli-Matikka-peliä pelanneiden lasten suorituksissa tapahtui tilastollisesti merkitsevä muutos lukumäärän laskemisessa, lukusanojen luettelussa sekä ei-symbolisien lukumäärien laskemisessa. Kontrolliryhmään kuuluvien lasten suorituksissa tapahtui tilastollisesti merkitsevä muutos taidossa yhdistellä lukujen symbolinen ja ei-symbolinen esitysmuoto ja laskea näillä luvun eri esitysmuodoilla. Ekapeli-Matikka-peli näyttää olevan tehokas harjoitusmenetelmä maahanmuuttajataustaisten lasten heikkojen varhaisten matemaattisten taitojen tukemiseen. Ekapeli-Matikka-peli on helposti saatavilla, koska sen voi ladata internetistä ilmaiseksi. Peliä voi suositella käytettäväksi esikouluissa, kouluissa ja lasten kotona.

Avainsanat: varhaisten matemaattisten taitojen tukeminen, Ekapeli-Matikka-tietokonepeli, maahanmuuttajataustainen lapsi

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	5
2 MATEMAATTISET TAIDOT JA NIIDEN TUKEMINEN	7
2.1 Varhaisten matemaattisten taitojen kehittyminen	7
2.2 Matematiikan oppimisvaikeus	11
2.3 Tietokoneavusteinen interventio	13
2.4 Ekapeli-Matikka	16
3 MAAHANMUUTTAJAOPPILAAT JA HEIDÄN MATEMATIIKAN OPPIMISVAIKEUDEN TUNNISTAMINEN.....	19
3.1 Maahanmuuttajaoppilaat	19
3.2 Maahanmuuttajaoppilaiden oppimisvaikeuksien tunnistaminen	20
3.3 Matematiikan merkityksestä ja monikulttuurisesta matematiikasta ...	21
4 TUTKIMUSONGELMAT	23
5 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN	24
5.1 Tutkimusasetelma	25
5.2 Osallistujat	26
5.3 Muuttujat ja niiden mittaaminen	27
5.3.1 Lukumäärän laskeminen	27
5.3.2 Lukusanojen luettelu	27
5.3.3 Numerosetit	28
5.3.4 Yhteenlasku	29
5.4 Aineiston analyysi ja puuttuvien tietojen käsittely	29
6 TULOKSET	32
7 POHDINTA	36
Lähteet	42
Liitteet	50
Liite 1: Taustatiedot pelaajasta 107	50
Liite 2: Taustatiedot pelaajasta 108	51

Liite 3: Taustatiedot pelaajasta 109	52
Liite 4: Taustatiedot pelaajasta 111	53
Liite 5: Taustatiedot pelaajasta 114	54
Liite 6: Taustatiedot pelaajasta 117	55
Liite 7: Taustatiedot pelaajasta 119	56
Liite 8: Koeryhmän taustatiedot taulukoituna.....	57
Liite 9: Taustatiedot kontrollista 110.....	58
Liite 10: Taustatiedot kontrollista 112.....	59
Liite 11: Taustatiedot kontrollista 113.....	60
Liite 12: Taustatiedot kontrollista 115.....	61
Liite 13: Taustatiedot kontrollista 116.....	62
Liite 14: Taustatiedot kontrollista 118.....	63
Liite 15: Taustatiedot kontrollista 135.....	64
Liite 16: Kontrolliryhmän taustatiedot taulukoituna.....	65
Liite 17: Taulukot raakapistemääristä tehtävät 1–2	66
Liite 18: Taulukot raakapistemääristä tehtävät 3–4	67
Liite 19: Taulukko raakapistemääristä tehtävässä 5.....	68
Liite 20: U-testin tulokset	69

1 JOHDANTO

Matemaattisten oppimisvaikeuksien yleisyydeksi on arvioitu noin 3–6 % (Wilson, Dehaene, Pinel, Revkin, Cohen & Cohen 2006a). Käytännössä noin 15 000 lapsella Suomessa on tälläkin hetkellä vaikeuksia suoriutua yksinkertaisimmistakin laskutoimituksista (LukiMat 2013a). Varhaisten matemaattisten taitojen tukeminen on tärkeää, koska varhaiset taidot ennustavat kaikkein voimakkaimmin myöhempää matematiikassa suoriutumista (Aunola, Leskinen, Lerkkanen & Nurmi 2004). Mitä varhaisemmin vaikeuksiin tarjotaan tukea, sitä tehokkaammin matematiikan oppimisvaikeuksia voidaan ennaltaehkäistä (Aunio, Hannula & Räsänen 2004).

Erityisopetuksessa hyödynnettävien käytäntöjen ja interventiomenetelmien tulisi pohjautua näyttöön perustuvaan (evidence based) tutkimukseen (Steadly, Drago, Arafeh & Luke 2008, 9). Lukuisissa aiemmissä tutkimuksissa (mm. Fletcher-Flinn & Gravatt 1995; Kroesbergen & Van Luit 2003; Li & Ma 2010), tietokoneavusteisuus on todettu hyödylliseksi opetuksessa ja interventiomenetelmänä. Ekapeli-Matikka-tietokonepeli on eräs keino harjoituttaa lapsen lukumääräisyyden ymmärrystä, lukujonotaitoja sekä numeroiden tunnistamis- ja vertailutaitoja. Aiempia tutkimustuloksia Ekapeli-Matikka-interventioista on olemassa vähän, eikä interventiotutkimuksia Ekapeli-Matikan vaikuttavuudesta maahanmuuttajataustaisten lasten varhaisiin matemaattisiin taitoihin ole lainkaan (vrt. Peura & Sorvo 2012). Soveltuvia arviointi- ja interventiomenetelmiä, joita voitaisiin käyttää Suomessa maahanmuuttajataustaisten lasten opetuksessa, kaivattaisiin lisää (Arvonen ym. 2010).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, tukeeko Ekapeli-Matikka-peli tietokoneavusteisena interventiona maahanmuuttajataustaisten lasten heikkoja varhaisia matemaattisia taitoja. Erityisopettajan valitsemalla interventiomuodolla voi olla ratkaiseva vaikutus siihen, kuinka hyvin lapsi motivoituu harjoitteluun ja millaisia tuloksia hän saavuttaa. Maahanmuuttajataustaisten lasten määrä on Suomessa opetushallituksen (2013c) tilastojen mukaan yli kaksinkertaistunut viimeisen kymmenen vuoden aikana.

Kielellisten taitojen tarkastelu on oleellista maahanmuuttajataustaisten lasten matemaattisten taitojen kehittymistä arvioitaessa (Arvonen, Katva & Nurminen 2010). Aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että kielellisillä taidoilla on merkittävä yhteys myös matemaattisten taitojen hallintaan (Fletcher, Lyon, Fuchs & Barnes 2009; Kopo-

nen 2008). Tämän tutkimuksen teoriaosuudessa on tehty tietoinen rajaus, kun kielellisten taitojen merkityksen käsitteleminen on jätetty vähemmälle ja sitä vastoin on keskitytty käsittelemään enemmän varhaisten matemaattisten taitojen kehittymistä ja niiden merkitystä myöhemmälle matemaattiselle suoriutumiselle. Teoreettinen suuntaus matemaattisten taitojen kehittymisestä ohjaa pitkälti sitä, kuinka käytännössä matemaattinen oppimisvaikeus määritellään ja tunnustetaan (Fletcher ym. 2009, 266). Matematiikassa on sekä kielellinen että visuaalinen ulottuvuus (Dehaene, Spelke, Pinel, Stanescu & Tsivkin 1999), mutta matematiikan kielellisen taidon perustana voidaan nähdä olevan synnynnäinen kyky hahmottaa lukumääriä, kyky joka on irrallinen kielestä (Lundberg & Sterner 2006, 362).

Matematiikan osaamattomuuden taustalla voi olla samanaikaisesti primaareja lukumäärien prosessoinnin ongelmia, mutta myös sekundaarisia vaikeuksia esimerkiksi muistin alueilla (Räsänen & Ahonen 2004, 293). Muita matemaattiseen suoriutumiseen vaikuttavia kognitiivisia korrelaatteja kielellisten taitojen ja muistin lisäksi ovat esimerkiksi tarkkaavaisuus ja prosessointinopeus (Fletcher ym. 2009, 272). Erityisopettajan näkökulmasta maahanmuuttajataustaisten lasten matematiikan oppimisvaikeuden arviointi on haastavaa, koska on vaikeaa selvittää luotettavasti, milloin maahanmuuttajataustaisella lapsella on erityinen matematiikan oppimisvaikeus ja milloin haasteet johtuvat muun muassa puutteellisesta kielitaidosta, taitojen puutteellisesta harjaannuttamisesta tai puutteellisesta opetuksesta.

Tutkimuksen aineisto koostui 14 maahanmuuttajataustaisen lapsen tehtävapistemääristä, jotka kerättiin lapsilta samoilla arviointitehtävillä kahdesti ennen interventiojaksoa ja kahdesti sen jälkeen. Seitsemän lasta osallistui interventioon ja toiset seitsemän lasta muodostivat kontrolliryhmän. Aineistoa monipuolistivat taustatiedot lapsista, jotka kerättiin lasten vanhemmilta kyselylomakkeilla. Kyselyn tarkastelun kohteena olivat pääosin lapsen aikaisempi ja sen hetkinen kielitaito ja kieliympäristö. Lasten alku- ja loppumittausten pisteet analysoitiin SPSS 20 -ohjelmalla käyttäen parametrittomia testejä. Tutkimusaineiston keruun organisoivat ja toteuttivat Niilo Mäki Instituutin tutkimusryhmästä tutkija, kasvatustieteiden maisteri Jonna Salminen vuonna 2008. Aineisto on osa LukiMat-hanketta, jonka matematiikan osa-alueen vastuuhenkilönä on toiminut Niilo Mäki Instituutista projektikoordinaattori, psykologian tohtori Tuire Koponen.

2 MATEMAATTISET TAIDOT JA NIIDEN TUKEMINEN

2.1 Varhaisten matemaattisten taitojen kehittyminen

Matemaattiset taidot kehittyvät hierarkkisesti (Aunola ym. 2004), mikä tarkoittaa sitä, että ennen kuin lapsi voi siirtyä suorittamaan haasteellisempia matemaattisia tehtäviä, on hänen hallittava niin sanotut matematiikan kivijalan muodostavat varhaiset matemaattiset taidot. Baroodyn (2004, 187) mukaan lukukäsitteen ymmärtäminen alkaa jo ennen formaalia opetusta ja lapsilla on synnynnäisiä valmiuksia hahmottaa lukumääriä. Matemaattiset taidot voidaan jakaa biologisesti primaareihin ja sekundaarisiin taitoihin (Geary, 1995). Aunio, Hannulan ja Räsäsen (2004, 217) mukaan lapsen biologisesti primaareihin matemaattisiin taitoihin kuuluvat lukumäärien tarkka ja nopea hahmottaminen sekä yksi-yhteen vastaavuuden ymmärrys. Aunio ym. (2004) esittävät, että lapsen kognitiivinen kykyrakenne, lapsen matemaattinen suuntautuneisuus, lähipiirin tuki sekä kulttuuriset arvot ovat merkittäviä vaikuttimia varhaisten matemaattisten taitojen kehitymisessä. Sekundaariset taidot ovat niitä, jotka opitaan formaalin eli muodollisen kouluopetuksen kautta (Geary, 1995). Sekundaarinen matemaattinen taito on Aunio ym. (2004) mukaan esimerkiksi kulttuurisidonnaisen laskemisjärjestelmän oppiminen.

Dehaene (2001) on myös todennut, että lapsilla on jo hyvin varhaisessa vaiheessa kehittynyt, primaari eli synnynnäinen kyky havaita symbolittomia lukumääriä esimerkiksi erilaisten lukumäärien suuruuksia, minkä on ajateltu olevan numerotajun (number sense) perusta (Feigenson, Dehaene & Spelke 2004). Pienten lukumäärien tarkka havaitseminen sekä suurempien lukumäärien suhteellinen hahmottaminen eivät aiempien tutkimuksien (Hauser & Carey 2003; Xu & Spelke 2000) mukaan edellytä kielen oppimista tai harjoittelua vaan ovat ihmisillä ja eläimillä synnynnäisiä kykyjä. Nämä kyvyt muodostavat biologisesti primaarien matemaattisten taitojen perustan yksi-yhteen -vastaavuuden ymmärryksen kanssa (Aunio ym. 2004, 201). Vilenius-Tuohimaa (2005, 37–38) on ehdottanut number sense:n vastaavaksi suomenkieliseksi termiksi ”lukutajua”. Taidosta ymmärtää pieniä lukumääriä ilman laskemista, on ehdotettu käytettäväksi myös käsitettä lukumääräisyyden taju (LukiMat 2013b). Numerotajun kehittymisen tutkimus on perustunut aivokuvantamiseen, vertailuun sekä psykofyysisiin tietoihin (Wilson, Dehaene, Dubois & Fayol 2009, 225). Numerotajusta sekä sen muodostavista

eri komponenteista ei olla kuitenkaan eri tutkijoiden välillä päästy täyteen yksimielisyyteen (Jordan, Kaplan, Nabors Olah & Locuniak 2006). Lukumääräisyyden tajua pidetään kuitenkin kaikkein perustavimmanlaatuisena kykynä, jonka päälle matemaattinen taito rakentuu (LukiMat 2013b).

Jordanin ym. (2006) toteuttamassa pitkittäistutkimuksessa tutkittiin 411 päiväkotikäisen lapsen numerotajun kehittymistä. Tulokset osoittivat, että numerotaju on kyky, joka kehittyy kaikilla lapsilla lähes yhtäläisesti riippumatta sukupuolesta, iästä, lukutaidosta tai perheen varallisuudesta. Numerotaju voidaan käsittää siis numeeristen kognitioiden perustaksi, kyvyksi ymmärtää, arvioida ja muokata nopeasti numeerisia lukumääriä ilman verbaalista laskemista (Dehaene 2001). Erot lasten lukumäärien tunnistamisen taidoissa selittävät eroja varhaisten matemaattisten taitojen kehityksessä, sillä huomion kiinnittäminen lukumääriin aktivoi laskemisprosesseja ja harjaannuttaa laskemista (Hannula 2005). SFON-tendenssi (Spontaneous focusing on numerosity) eli spontaani huomion kiinnittäminen lukumääriin tukee lasten numeeristen tietojen ja taitojen kehittymistä (Hannula 2005). Erityisen oppimisvaikeuden tausta on neurologinen eli aivoperäinen (Fletcher ym. 2009). Aivojen intraparietaaliurteen on uskottu liittyvän voimakkaasti aivokuvantamistutkimusten perusteella numeeristen edustuksien käsitteilyyn (Dehaene 2001, 22).

Subitisaatiokyky eli kyky nimetä nopeasti pieniä lukumääriä ilman laskemista edistää pienten lukumäärien nopeaa hahmottamista, mikä sujuvoittaa sitä kautta laskemista ja edistää laskutaidon kehittymistä (Le Corre, Van de Walle, Brannon & Carey 2006, 159). Useiden tehtyjen tutkimusten perusteella (mm. De Smedt, Verschaffel & Ghesquiere 2009; Jordan, Kaplan, Locuniak & Ramineni 2007) varhaisia matemaattisia taitoja sekä työmuistikapasiteettia (mm. Gathercole, Pickering, Knight & Stegmann 2004; Iuculano, Moro & Butterworth 2011) on voitu pitää matemaattisten taitojen ennustajina ennen peruskouluopetuksen alkua. Suomessa toteutettiin pitkittäistutkimus (Aunio & Niemivirta 2010), johon osallistui 212 päiväkotikäistä suomalaislasta. Tutkimuksessa selvitettiin kuinka varhaiset matemaattiset taidot ennustavat matemaattista suoriutumista ensimmäisellä luokalla. Tuloksista saatiin selville, että ennen koulun alkua hankitut matemaattiset taidot ennustivat parempaa suoriutumista perus aritmeettisissä taidoissa sekä yleisesti matemaattisilla osa-alueilla. Vastaavanlaisia tuloksia varhaisten matemaattisten taitojen merkityksestä myöhempään suoriutumiseen on saatu aiemmin myös Aunolan ym. (2004) tutkimuksessa, jossa seurattiin 194 suomalaislapsen

matemaattisten taitojen kehittymistä esikoulusta toiselle luokalle saakka. Taidot näyttivät kehittyvän jatkuvasti ja pysyvän vakaina koko tutkimusjakson ajan. Matemaattisen osaamisen kasvu oli nopeampaa niillä lapsilla, joilla oli korkeammat matemaattiset taidot ennen esikoulun alkua. Kyseisen tutkimuksen perusteella varhaisia matemaattisia taitoja, ennen kaikkea lukujonotaitoja voitiin pitää kaikkein voimakkaimpina matemaattisten taitojen kehittymisen ja myöhemmän matematiikassa suoriutumisen ennustajina, kun varhaisten matemaattisten taitojen vaikuttavuutta verrattiin lapsen metakognitiiviseen tietoisuuteen ja kuullun ymmärtämisen taitoihin. Tätä tukevia tuloksia ovat esittäneet aiemmin myös muut kuuluisat matematiikan oppimisvaikeustutkijat Jordan, Hanich ja Kaplan (2003a ja b) sekä Jordan, Kaplan ja Hanich (2002), että varhaisten matemaattisten taitojen hallinta ennustaa myöhempää matemaattista suoriutumista ja vaikeudet varhaisessa vaiheessa viestivät usein myöhemmin ilmenevistä oppimisvaikeuksista.

Laskeakseen objektit lapsi tarvitsee kykyä luetella lukusanoja oikeassa järjestyksessä ja taitoa liikkua lukusuoralla oikeaan suuntaan. Kieli on Aunio ym. (2004, 202) mukaan primaarien taitojen ohella keskeinen tekijä varhaisen laskutaidon kehittämisessä, kielen rooli korostuu erityisesti lukusanojen opettelussa. Numeerisen luokittelun taitoja lapsi tarvitsee, jotta voi ymmärtää, mitkä yksiköt tai esineet kuuluvat ”laskettavien” ja mitkä ”ei laskettavien” luokkiin. Lapsen tarvitsee tehdä vertailua ja luokitella laskettavista ja ei-laskettavista objekteista. Yksi-yhteen vastaavuuden hahmottaminen on oleellinen taito, jotta lapsi ymmärtää, että jokainen objekti lasketaan vain kerran ja, että jokaiselle objektille on oma lukusanansa. (Gelman & Gallistel 1978.) Aluksi pieni lapsi luettelee numerot opittuna loruna, ymmärtämättä niihin liittyvää sisältöä. Laskiessaan esimerkiksi esineitä, lapsi osoittaa sormellaan esineitä epätahdissa (Aunio & Niemivirta 2010, 428; Aunio ym. 2004, 203).

Lukumäärän säilyvyysperiaatteen (Gelman & Gallistel 1978) ymmärrys on keskeistä, kun lapsi laskee niin sanotusti lyhennetysti eli lapsi jatkaa lukujen luettelua tietystä lukumäärästä, eikä aloita laskemista aivan alusta. Puutteellinen ymmärrys lukumäärän säilyvyydestä sitä vastoin johtaa hitaaseen laskemiseen, koska lukumäärien laskeminen on aloitettava aina alusta jos lukumäärä kasvaa tai vähenee, tällöin lapsi ei hallitse lyhennettyä laskemista eli ei osaa jatkaa luettelua tietystä luvusta. Lapsen puutteellinen lukumäärän säilyvyyden ymmärrys paljastuu myös silloin, jos lapsi ajattelee lukumäärän muuttuvan, kun esinejoukon järjestystä tai ryhmittelyä muutetaan. Laskettaessa lapsen täytyy ymmärtää, mikä on laskun tulos, tämän taustalla on kardinaalisuus-

periaate. (Gelman & Gallistel 1978.) Kardinaalisuus viittaa siihen, että viimeiseksi nimetty luku kertoo koko lasketun joukon lukumäärän. Ordinaalisuus tarkoittaa, että jokaisella luvulla on oma paikkansa lukusuoralla. (Aunio ym. 2004, 204.) Laskun tulos voi olla enemmän tai vähemmän kuin alkuperäinen lukumäärä, muutoksen tarkastelussa tarvitaan jälleen vertailutaitoa, sekä matemaattisten käsitteiden enemmän ja vähemmän ymmärrystä. Ordinaalisuusperiaate on täten koko ajan mukana tässä muutoksen pohdinnassa, koska luvun suuruuteen vaikuttaa myös sen paikka lukusuoralla. Kardinaalisuus- ja ordinaalisuusperiaatteiden ymmärtämistä vaaditaan myös lukujen sarjoittamisessa, joka on eräs keskeisistä loogismatemaattisista taidoista (Aunio ym. 2004, 217). Sarjoittamisen taidon perustana on ymmärrys lukujen rakenteesta. Luvun kolme, kuusi tai yhdeksän voi sarjoittaa esimerkiksi kolmella, koska kaikki edellä mainitut luvut ovat kolmella jaollisia. Tämä on havainnollistava esimerkki siitä, kuinka jakolaskunkin ymmärryksen perusta luodaan jo varhaislapsuuden lukumäärien hahmottamisen ja sarjoittamisen harjoituksilla. Lukujen rakenteen ymmärtäminen on merkityksellistä, jotta pystyy laskemaan päässään kymmenen ylittäviä laskutoimituksia, ymmärtää parillisuuden ja parittomuuden käsitteet sekä kerto- ja jakolaskun idean. Kaikki tämä edellä mainittu vaatii kuitenkin perustaksi yksinkertaista lukumäärän hahmottamisen taitoa, jota lapsi jalostaa konkreettisten havaintojensa perustalta yhä enemmän kohti loogismatemaattista ymmärrystä.

Varhaiset matemaattiset taidot muodostuvat siis monista numeerisista taidoista, joilla kaikilla on oma roolinsa matemaattisten taitojen kehittymisessä. Numeeristen taitojen rinnalla lapsen suoriutumiseen vaikuttavat merkittävästi lapsen kognitiiviset kyvyt, matemaattinen suuntautuneisuus, lähipiiri ja kulttuuri (Aunio ym. 2004). Varhaisia matemaattisia taitoja tukemalla voidaan ennaltaehkäistä matemaattisia oppimisvaikeuksia, koska aikaisemmat tutkimukset (mm. Aunio & Niemivirta 2010; Aunola ym. 2004, Jordan ym. 2003a ja b; Jordan ym. 2002) ovat osoittaneet, että varhaiset matemaattiset taidot ennustavat, kuinka hyvin lapsi suoriutuu matematiikassa myöhemmin. Tietokoneavusteisten interventioiden kohdistaminen varhaisiin matemaattisiin taitoihin tukee lukuisien tutkimuksien mukaan (mm. Kroesbergen & van Luit 2003; Kulik & Kulik 1991; Räsänen, Salminen, Wilson, Aunio & Dehaene 2009) lapsia, jotka kuuluvat matematiikan oppimisvaikeuden riskiryhmään.

2.2 Matematiikan oppimisvaikeus

Ongelmat matematiikassa näyttäytyvät erityisesti perus aritmeettisten laskutoimitusten, kuten yksinkertaisten yhteen- ja vähennyslaskujen ratkaisemisen vaikeutena, matemaattisten käsitteiden ymmärtämättömyytenä ja numeeristen faktojen mieleen palauttamisen häiriönä (Räsänen 2012a). Kehittymättömät laskustrategiat sekä muistista haun ongelmat on todettu tyypillisiksi matematiikan oppimisvaikeuden syiksi (Butterworth & Yeo 2004; Geary 2004). Dyskalkulia eli erityisen matematiikan oppimisvaikeuden yleisyys on noin 3–6 % (Fletcher, Lyon, Fuchs, Barnes & Seppänen 2009; Wilson & Dehaene 2007). Maailman terveysjärjestön WHO:n kehittämässä ICD-10-määrittelyssä matematiikan oppimisvaikeudesta käytetään termiä ”laskemiskyvyn häiriö”. Yhdysvaltain psykiatriayhdistyksen kehittämässä DSM-IV-määrittelyssä käytetään vastaavasti termiä ”matematiikkahäiriö” (Räsänen & Ahonen 2004, 276). Edellä mainitut tautiluokitukset ovat merkittävästi ohjaamassa nykyistä oppimisvaikeustutkimusta ja oppimisvaikeuksien diagnosointia (Räsänen 2011). Tutkimustulokset puolestaan ohjaavat pitkälti sitä, mitä menetelmiä opettajat luokkahuoneessaan toteuttavat (Freeman & Sugai 2013). Eriyisen matematiikan oppimisvaikeuden määrittelyssä on ennen diagnoosia suljettava pois kaikki muut mahdolliset suoritusta heikentävät tekijät, kuten ympäristön aiheuttamat häiriöt, riittämätön opetus, aistivammojen aiheuttamat seuraukset sekä psykiatristen tai muiden neurologisten häiriöiden vaikutukset oppimiseen. Suoriutuminen on odotettua heikompaa, kuin mitä muiden tekijöiden perusteella voisi olettaa. (Flecher ym. 2009.) Räsänen (2012a, 1171) kuvaa katsausartikkelissaan, että tarkemmin lukujen käsittelyn on tutkittu tapahtuvan pääläenlohkojen alueilla. Matematiikalla on sekä visuaalinen että kielellinen puoli (Dehaene ym. 1999). Dyskalkulia voi liittyä enemmän vasemman aivopuoliskon toimintahäiriöön osana dysfaattistyyppistä eli kielellistä häiriötä tai oikean aivopuoliskon häiriöön osana visuospatiaalista eli hahmottamiseen liittyvää häiriötä (Herrgård & Airaksinen 2004, 250).

Eriyisen matematiikan oppimisvaikeuden dyskalkulian rinnalla on myös ajatus niin sanotusta yleisestä matematiikan oppimisvaikeudesta (Fletcher ym. 2009). Matematiikan oppimisvaikeus voi esiintyä samanaikaisesti muiden oppimista vaikeuttavien tekijöiden kanssa, joita ovat esimerkiksi haasteet työmuistissa, fonologisissa taidoissa, hahmottamisessa, toiminnanohjauksessa ja tarkkaavaisuudessa (Räsänen & Ahonen 2004, 292). Mitä laaja-alaisempia ja vaikea-asteisempia kognitiiviset ongelmat, kuten

työmuistikapasiteetin heikkous, tarkkaavaisuuden suuntaamisen ja ylläpitämisen haasteet, oman toiminnan ohjaamisen haasteet, fonologisen tietoisuuden heikkous sekä muun muassa vaikeudet visuo-spatiaalisissa taidoissa ovat, sitä todennäköisemmät vaikutukset niillä on häiritä matemaattisten taitojen oppimista (Räsänen & Ahonen 2004, 293). Työmuistikapasiteetin heikkouden lisäksi matematiikan oppimisvaikeuden taustalla voi tutkimusten mukaan (Temple & Sherwood 2002) olla myös nopean nimeämisen vaikeus, joka aiheutuu vaikeudesta hakea muistista eli palauttaa mieleen esimerkiksi lukusanoja. Matematiikan osaamattomuuden taustalla voi olla myös samanaikaisesti primaareja lukumäärien prosessoinnin ongelmia, mutta myös sekundaarisia vaikeuksia esimerkiksi muistin alueilla. Tämä asettaa omat haasteensa tunnistaa primaari matematiikan oppimisvaikeus sekundaarisista. (Räsänen & Ahonen 2004, 293.) Sekundaarinen matematiikan oppimisvaikeus on seurausta muista oppimiseen vaikuttavista vaikeuksista, primaari vaikeus ilmenee ainoastaan matematiikan oppimisessa, kun samanaikaisesti suoritukset muilla osa-alueilla ovat normaalit (Räsänen & Ahonen, 2004, 292).

Käytännön opetustyön kannalta on oleellista, että erityisopettaja on tietoinen minkä tyyppisestä matematiikan oppimisvaikeudesta on kyse, koska kuntouttava opetus suunnitellaan ja toteutetaan eri tavoin riippuen vaikeuden laadusta. Mikäli matematiikan oppimisvaikeuden aiheuttaja on aivoperäinen, ei ympäristön muokkaaminen kuntouta lasta, se toimii ainoastaan tukikeinona. Mikäli lapsen nimeämisen vaikeus heijastuu matematiikan oppimiseen, on perusteltua keskittyä erityisopetuksessa kuntouttamaan ensisijaisesti nopean nimeämisen taitoa matemaattisten taitojen sijaan. Mikäli haasteet johtuvat matematiikan käsite- ja menetelmätiedon ymmärryksen ja hallinnan puutteesta, viestii se varhaisten matemaattisten taitojen heikosta hallinnasta, joita tulisi lähteä tukemaan hierarkkisesti. Alkeellisimpienkin matemaattisten taitojen hallinta vaatii monivaiheisia ja monimutkaisia kognitiivisia toimintoja, jolloin kognitiivisten taustatekijöiden huomioiminen on yhtä oleellista matematiikan oppimisvaikeuden kuvaamisessa ja määrittelyssä kuin matemaattiset virheet ja matemaattisen tiedon prosessointi (Räsänen & Ahonen 2002, 191-193).

Dehaenen luomassa (Wilson ym. 2006b) numeeristen ja aritmeettisten prosessien kolmoiskoodi-mallissa keskeistä on, että numerot voidaan esittää visuaalis-arabialaisina (3), verbaalisina ("kolme") sekä analogisen suuruusluokan koodeina (***) . Wilson & Dehaene (2007) ovat esittäneet, että erityisen matematiikan oppimisvaikeuden dyskalkulian niin sanottuna ydinhäiriönä on häiriö numerotajussa sekä vaikeudessa

ymmärtää numeroiden ei-symbolisia esitysmuotoja. Vaikeus voi ilmetä myös tehtävissä, joissa tulee yhdistää luvun symbolinen ja ei-symbolinen esitysmuoto keskenään. Lapsen pitää pystyä hakemaan ja palauttamaan mieleensä numeeriset faktat, joiden pohjalta hän voi toimia.

Dyskalkulia-lapsilla on myös havaittu hitautta siirtyä suorittamaan kehittyneempiä laskutoimituksia ja muistaa aritmeettisiä faktoja (Reigosa-Crespo, Valdes-Sosa, Butterworth, Estevez, Rodriguez, Santos, Torres, Suarez & Lage 2012). Tämän on oletettu johtuvan vaikeudesta ymmärtää numeroiden ja laskutoimitusten käsitteellisiä ja menetelmällisiä yhteyksiä, koska ymmärrys matemaattisista käsitteistä on puutteellinen (Wilson ym. 2006a). Vastaavanlaisen näkökulman matemaattisten taitojen omaksumiseen on esittänyt myös Geary (2004) julkaisemassaan artikkelissaan, jossa hän erottelee toisistaan matemaattisen menetelmätietouden (”procedural”) ja käsitetietouden (”conceptual”). Hyvän käsitetietoisuuden on lukujonotaitojen hallinnan ja sujuvan lukujen luettelon lisäksi havaittu ennustavan laskutaidon sujuvuutta (Koponen, Aunola, Ahonen & Nurmi 2007).

Matematiikan oppimisvaikeutta on määritelty laskutoimitusten sujuvuuden ja sujumattomuuden kautta. Laskutoimitusten sujuvuuden on ajateltu olevan tärkein tavoite kuntoutettaessa matematiikan oppimisvaikeutta (Jordan ym. 2003a). Matematiikan oppimisvaikeuden määrittely on haastavaa, koska eri näkökantoja asian määrittelyyn on monia, eikä matematiikan oppimisvaikeuden diagnostisointiin ole olemassa spesifejä testejä. Ennen kuin voidaan määritellä mitä matematiikan oppimisvaikeudella tarkoitetaan on pystyttävä määrittelemään matemaattinen osaaminen. (Taipale 2010, 41.) Edellä esitettyihin tutkimuksiin tukeutuen voi todeta, että varhaiset matemaattiset taidot muodostavat matemaattisen osaamisen kivijalan, jota ilman lapsella on suuri riski matematiikan oppimisvaikeuteen. Matemaattiset taidot kehittyvät hierarkkisesti niin myös matematiikan oppimisvaikeudet muodostuvat kumuloitumalla (Lyytinen, Ahonen, Aro, M., Aro, T., Holopainen, Närhi & Räsänen 2000; Räsänen 2012a).

2.3 Tietokoneavusteinen interventio

Tässä tutkimuksessa tietokoneavusteisella interventiolla tarkoitetaan tietokoneen avulla toteutettua tehostettua taidon harjoittamista. Tietokoneavusteisen toiminnan lupaavista tuloksista matematiikan opetuksessa, ovat raportoineet muun muassa Fletcher-Flinn ja Gravatt (1995), Kroesbergen ja Van Luit (2003) sekä Li ja Ma (2010) meta-

analyseissaan. Tietokoneavusteisuuden positiivista vaikutusta on havaittu laajalla alueella, kun sen on todettu vaikuttavan positiivisesti muun muassa matematiikan, luonnontieteen, taiteen, lukemisen ja kirjoittamisen taitoihin (Fletcher-Flinn & Gravatt 1995). Kyseisessä tutkimuksessa olivat edustettuina esikoululaiset, peruskouluikäiset sekä erityisopetuksen oppilaat. Pari vuotta aiemmin oli todettu, että kymmenen minuutin päivittäinen tietokoneavusteinen harjoittelu olisi riittävä määrä merkittävien hyötyjen saavuttamiseksi (Clements & Nastasi 1993). Tietokoneavusteisten interventioiden kohdistaminen varhaisiin matemaattisiin taitoihin tukee tutkimuksien mukaan (Kroesbergen & van Luit 2003; Kulik & Kulik 1991; Räsänen ym. 2009) lapsia, jotka kuuluvat matematiikan oppimisvaikeuden riskiryhmään. Lupaavia tuloksia tietokoneavusteisten pelien vaikuttavuudesta on saatu myös tutkimuksessa (Wilson ym. 2009), jossa kohdeyrymänä olivat lapset, joilla oli alhainen sosioekonominen tausta.

Elliot ja Hall (1997) tutkivat myös esikouluikäisiä lapsia, joilla oli riski varhaisiin matematiikan oppimisvaikeuksiin. Tutkimuksessa oli kolme ryhmää, joista kaksi käyttivät matematiikkaan liittyvää tietokoneohjelmaa ja kolmas ryhmä suoritti matemaattiset tehtävät ilman tietokonetta. Tietokoneavusteista interventiota käyttäneillä oppilailta oli merkittävästi paremmat pisteet varhaisten matemaattisten taitojen testissä, joka teetettiin heille intervention jälkeen. Suomessa käytetyistä tietokoneavusteisista peleistä on saatu myös positiivisia tuloksia Räsänen ym. (2009) tutkimuksessa, jossa tutkittiin, miten tietokoneavusteiset pelit vaikuttavat päiväkotikäisiin lapsiin, joilla oli heikot numeeriset taidot. Molemmat tutkimuksen kohteena olevat pelit näyttivät kehittävänsä lasten numeerista vertailutaitoa, mutta kehitystä muilla numeerisilla alueilla ei havaittu verrattuna 30:een matematiikassa normaalisti suoriutuvaan lapseen. Interventiojakso oli kolmen viikonmittainen. Tietokoneavusteinen opetus on havaittu hyödylliseksi tavaksi oppia varhaisia matemaattisia taitoja (Clements 2002; Räsänen ym. 2009). Wilson ym. (2006b) tutkimuksessa tietokoneavusteinen interventio kehitti lasten subitisaatiokykyä, numeerisia vertailutaitoja sekä vähennyslaskutaitoja.

Morrill (1961) on esittänyt kolme keskeistä vaatimusta, jotka ovat tärkeitä mekaanisesti luoduille opetusmuodoille. Ensimmäiseksi tieto tulisi esittää tehtävämuodossa, toiseksi tietokonesovelluksen tulisi tarjota joitakin välineitä vastaamisen avuksi ja kolmanneksi käyttäjän tulisi saada palaute oikeasta vastauksesta. Räsänen ym. (2009) tutkimuksessa on pohdittu, että tehtävien tulisi Morrillin (1961) vaatimusten lisäksi myös mukautua oppilaan taitotason mukaisesti, jolloin mahdollistuisi sillä hetkellä

maksimaalinen oppiminen. Toiseksi tietokonesovelluksen tulisi antaa palautetta, joka minimoisi mahdollisuuden virheisiin seuraavalla käyttökerralla. Osallistujilla, tutkimusasetelmalla sekä intervention kestolla on merkittävä vaikutus yksittäisen tutkimuksen lopullisiin tuloksiin.

Tietokoneavusteisten interventioiden vaikutusta esikouluikäisten lasten matematiikan oppimisvaikeuksiin, on Räsänen ym. (2009) mukaan nykyisillä tutkimusasetelmilla haastavaa selvittää luotettavasti. Tietokoneavusteisia interventiotutkimuksia tarkasteltaessa on kuitenkin huomioitava, että aiemmissa tutkimuksissa tutkijat ovat käyttäneet usein eri tietokoneavusteisia pelejä, mitkä hyvin usein on suunniteltu erityiseen tutkimustarkoitukseensa, eivätkä ne siksi ole suoraan soveltuvia muille tutkijoille toistamaan saatuja tutkimustuloksia (Räsänen ym. 2009). What Works Clearinghouse 3.0 (WWC) on käsikirja, jonka tavoitteena on kerryttää tietoa koulutuksen kentälle siitä, mikä toimii koulutuksessa. WWC arvioi esimerkiksi uusimpia tutkimuksia ja tutkimuksissa käytettyjä menetelmiä ja raportoi toimivista menettelyistä tutkijoille ja opetuksen ammattilaisille. Tutkimuksia arvioivat henkilöt ovat arvioitavan aihealueen erikoisasiantuntijoita.

Korkealaatuisen interventiotutkimuksen tulisi sisältää alkumittaus ennen intervention käynnistämistä sekä loppumittaus interventiojakson jälkeen. Tuloksien luotettavuuden kannalta olisi tärkeää, että kontrolliryhmä olisi määrällisesti riittävän suuri, tutkittavia olisi riittävä määrä ja he olisivat satunnaisesti valittuja. Jonkin ajan kuluttua tulisi toteuttaa myös seurantamittaus, jotta voitaisiin tutkia kuinka hyvin esimerkiksi opitut taidot ovat säilyneet. (Räsänen ym. 2009).

Yleistyttyään tietokonepelit eivät ole enää kovin kalliita ja tietokone löytyy vähintään jokaisen lapsen koulusta, mikäli tietokonetta ei ole lapsen kotona. Edellä mainitut tekijät ovat mahdollistaneet harjoittelun yhä useammalle lapselle (Wilson ym. 2006a). Ohjelmoinnilla voidaan esimerkiksi määrittää tehtävien sisältöä, haasteellisuutta ja yksilöllistä vaihtelua. Lisäksi tietokoneavusteisen harjoittelun on todettu olevan motivoivaa (Kroesbergen & van Luit 2003; Peura & Sorvo 2012), mikä puolestaan on tärkeää intensiivisen ja mielekkään harjoittelun varmistamiseksi. Tietokonepelit toimivat hyvin opetusta eriytettäessä, mutta parhaimmillaan pelit opetusvälineinä saattavat lieventää tai jopa poistaa matematiikka-ahdistusta (Peura & Sorvo 2012). Tietokonepelit voidaan pelilautarakenteen samankaltaisuuden vuoksi ajatella päivitetymmiksi versioiksi lautapeleistä. Toisaalta tietokonepelin pelaaminen tapahtuu usein yksilöllisesti tai

ohjattuna ja lautapeliä pelaaminen on usein sosiaalinen tapahtuma, joka rakentuu monien eri henkilöiden yhteisestä työskentelystä. Siegler ja Ramani (2008) ovat raportoineet tutkimuksessaan, että lautapeliä pelaaminen kehitti erityisesti niiden lasten varhaisia matemaattisia taitoja, joilla oli alhainen sosioekonomisen tausta.

2.4 Ekapeli-Matikka

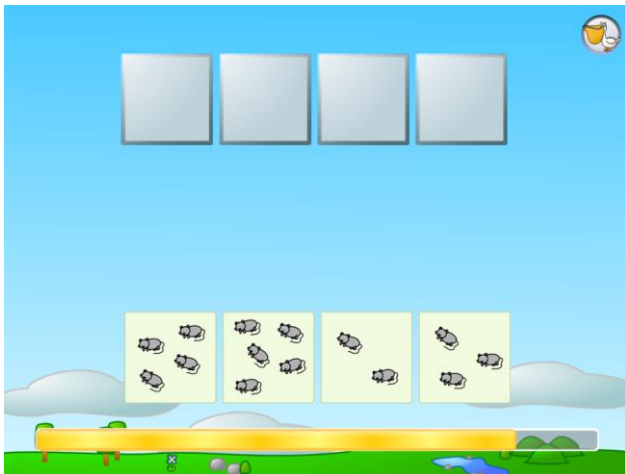
Ekapeli-Matikka (2008) on suomenkielinen lukumääräisyyden tajua, lukujono- ja yhteenlaskutaitoja, yksi yhteen vastaavuutta, lukujen järjestämistä sekä lukujen ja lukumäärien vertailua harjoittava tietokonepeli. Peli on suunniteltu esi- ja alkuopetusikäisille lapsille, joille matematiikan oppiminen on haasteellista. Vuoden 2008 versiossa käytetty lukualue on 0–10. Lukumäärien ja numerosymbolien yhteyden ymmärrystä pyritään harjoituttamaan erityisesti tehtävillä, jossa lapsen tulee valita esitettyä lukumäärää vastaavat laatikot, joissa on oikea numerosymboli tai oikea määrä eläimiä.

Pelin sisältö on jaettu neljään eri kenttään: luontoretki, maatila, kummitustalo ja aarresaari. Jokaisessa kentässä harjoitellaan samoja taitoja, mutta matemaattinen esitystapa ja lukualue vaihtelevat. Luontoretkikentässä käytetään lukumääriä 0–5, maatilakentässä numerosymboleja 0–5, kummitustalokentässä matemaattisena esitystapana käytetään jälleen lukumääriä, mutta määrät vaihtelevat välillä 5–10 ja aarresaarikentässä käytössä on numerosymbolit välillä 5–10. Taidot, joita pelaaja harjoittelee ovat tunnistaminen, vertailu, järjestäminen, lukusanan, lukumäärän sekä numerosymbolin vastaavuus, lukujono eteen- ja taaksepäin sekä yhteenlasku. Kenttien tehtävämäärät vaihtelevat 4–20 tehtävän välillä. Jokainen lapsi aloittaa pelaamisen ensimmäisestä kentästä ja etenee kentät ennalta asetetussa järjestyksessä. Pelissä esiintyviä matemaattisia käsitteitä ovat yhtä monta, enemmän kuin, vähemmän kuin, eniten, vähiten, ennen, jälkeen, pienempi kuin, suurempi kuin, pienin, suurin, yhtä suuri kuin ja yhteensä.

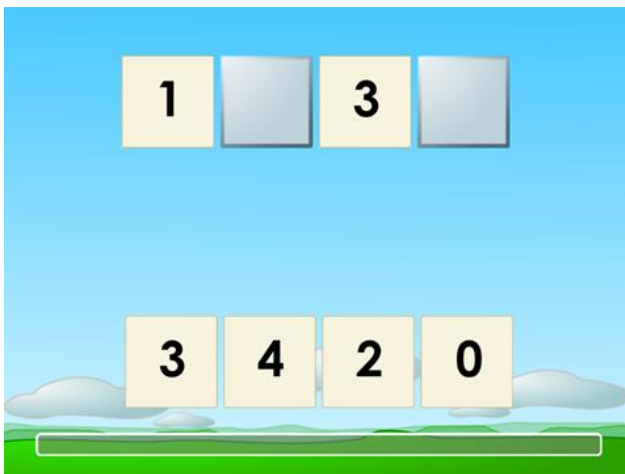
Matematiikan kielellistämisen on todettu parantavan ymmärtämistä ja ymmärtämiseen keskittyvän harjoittelun on todettu edistävän tarkkaa ja sujuvaa laskemista (Koponen 2008). Numeroiden 0–10 lisäksi matemaattisina symboleina esiintyy + -merkki ja = -merkki. Lapsi valitsee esitetyistä vaihtoehdoista ääniohjeen perusteella oikean. Ärsykkeet esiintyvät ruudulla joko rivissä tai ympyrän muodossa. Ärsykkeet eivät liiku. Ekapeli-Matikka on ladattavissa internetistä LukiMat-verkkosivustolta ja sen käyttäminen on ilmaista (Lukimat 2013c.)

Kuva 1 havainnollistaa lukukäsitetehtäväruudun, jossa lapsi harjoittelee lukumääriä vastaavia numerosanoja ja -symboleja sekä vertailee lukumääriä. Kuvassa 2 on lukujonotehtäväruutu, jossa lapsi täydentää esitetyistä lukujonoista puuttuvan luvun. Lukujonojen suunta vaihtelee joko eteenpäin tai taaksepäin. Kuvassa 3 on yhteenlaskutehtäväruutu, jossa lapsi täydentää yhteenlaskulausekkeitä, joissa tuntemattoman paikka vaihtelee. Osassa tehtävistä kysytään vastausta, osassa jompaa kumpaa yhteenlaskettavaa.

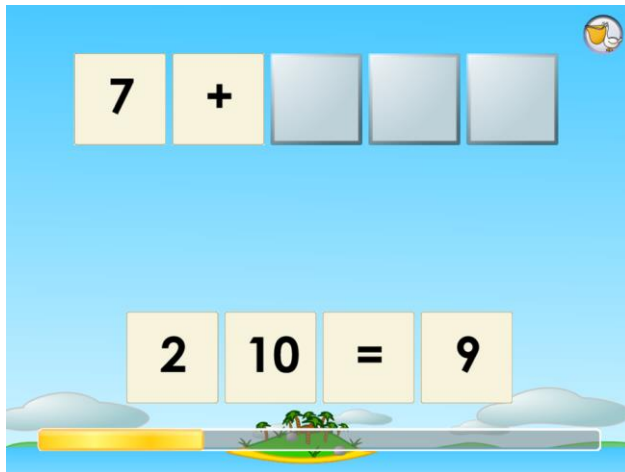
Kuva 1. Lukukäsitetehtäväruutu



Kuva 2. Lukujonotehtäväruutu



Kuva 3. Yhteenlaskutehtäväruutu



3 MAAHANMUUTTAJAOPPILAAT JA HEIDÄN MATEMATIIKAN OPPIMISVAIKEUDEN TUNNISTAMINEN

3.1 Maahanmuuttajaoppilaat

Maahanmuuttajaoppilaille tarkoitetaan perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (POPS 2004) sekä Suomeen muuttaneita että Suomessa syntyneitä maahanmuuttajataustaisia lapsia ja nuoria. Tyypillisimmin Suomessa elävän maahanmuuttajan äidinkieli on jokin muu kuin suomi, ruotsi tai saame. Maahanmuuttajat Suomessa ovat hyvin heterogeeninen ryhmä kielen, koulutuksen, kulttuurin ja maahantulon syyn perusteella (Ikonen 2005). Syy maahantuloon voi olla muun muassa pakolaisuus, siirtolaisuus tai esimerkiksi turvapaikanhakeminen (LukiMat 2013d). Kymmenen vuotta sitten vuonna 2003 suomea toisena kielenä opiskelleiden oppilaiden määrä peruskouluissa oli opetushallituksen raportointitietokannan mukaan vuosiluokilla 1–6 5 695 oppilasta. Seitsemän vuoden kuluttua tästä vuonna 2010 vastaavien oppilaiden määrä oli yli kaksinkertaistunut 12 293:een. Edelliset luvut kertovat kyseisen oppilastyhmän suuresta kasvusta, joka on tapahtunut alle kymmenen vuoden sisällä. Vieraskielisten oppilaiden osuus vuosiluokkien 1–9 ja lisäopetuksen oppilaista perusopetuksessa vuonna 2010 oli 3,9 %, eli 20 801 oppilasta. Kyseisten oppilaiden äidinkieli oli jokin muu kuin suomi, ruotsi, saame, romani tai viittomakieli. Vuonna 2010 perusopetuksen valmistavaan opetukseen osallistuneiden määrä oli 2147 oppilasta (Opetushallitus 2013a).

Maahanmuuttajaoppilaiden opetuksen perustana on perusopetuksen opetussuunnitelma, jota toteutetaan oppilaiden taustat ja lähtökohdat huomioiden. Tuen tarpeen tunnistamiselle ei ole yhtenäisiä kriteerejä tai käytäntöä, vaan tyypillisesti maahanmuuttajaoppilas sijoitetaan hänen ikätasoaan tai kehitystään parhaiten vastaavalle vuosiluokalle. (Opetushallitus 2013b.) Tilastokeskuksen (2013) mukaan peruskouluissa oli yhteensä 540 500 oppilasta vuonna 2013. Vuonna 2013 tehostettua tukea sai tilastokeskuksen mukaan noin 6,5 % ja erityistä tukea noin 7,3 % peruskoululaisista. Tilastokeskus julkaisee uusimman erityisopetustilastonsa kesällä 2014. (Tilastokeskus 2013.) Tarkkaa tilastoa ei löydy siitä, kuinka suuri osuus erityisen tuen oppilaista on maahanmuuttajataustaisia. Maahanmuuttajataustaisten oppilaiden määrä erityisen tuen piirissä olevista oppilaista eri kunnissa on yleensä joko kohtuuttoman suuri tai sitten heidän

määränsä valtaväestöön verrattuna on sanomattoman pieni. Tämä johtuu pääosin arviointimenetelmien soveltumattomuudesta sekä kokemuksen ja tiedon puutteesta, kuinka kohdata maahanmuuttajaoppilaat ja tunnistaa heidän joukostaan oppilaat, joilla on oppimisvaikeuksia (Arvonen ym. 2010).

3.2 Maahanmuuttajaoppilaiden oppimisvaikeuksien tunnistaminen

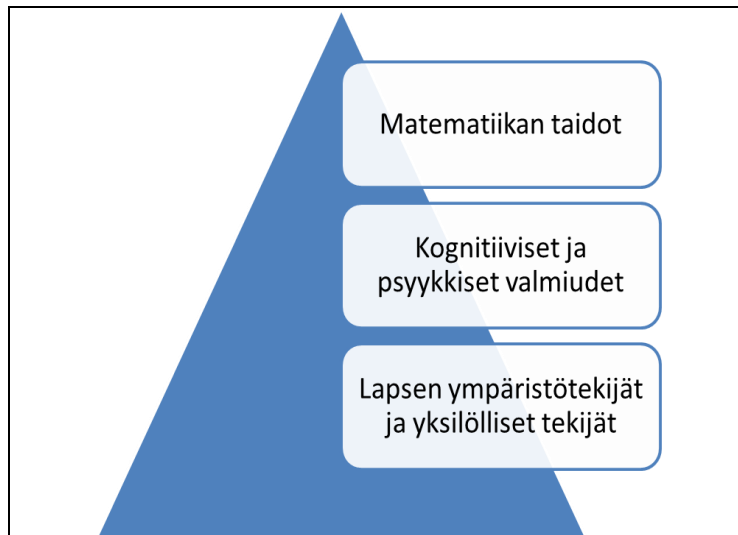
Suomalaisessa tutkimusperinteessä oppimisvaikeus on määritelty poikkeuksellisen hitaasti tapahtuvana taitojen oppimisena, huolimatta tarjotusta opetuksesta ja tuesta. Taidot eivät automatisoidu vaan ne vaativat yhä uudelleen ja uudelleen harjoittelua, mutta silti toiminta on usein virheeltistä. (Dufva 2007, 17). Maahanmuuttajat ovat kohdejoukkona niin moninainen ryhmä, että heidän oppimisvaikeuden arvioinnissa on huomioitava niin yksilö, ympäristö, jossa hän elää sekä arviointikäytännöt. Nämä muodostavat maahanmuuttajien oppimisvaikeuden arvioinnin viitekehyksen (Arvonen ym. 2010, 27). Keskeistä maahanmuuttajataustaisen oppilaan oppimisvaikeuden arvioinnissa ja tunnistamisessa on huomion kiinnittäminen siihen, millaiset mahdollisuudet oppilaalla on aiemmin ollut harjaannuttaa taitojaan, joissa vaikeutta ilmenee.

Suomessa käytettävät normeeratut testit soveltuvat heikosti maahanmuuttajaoppilaiden oppimisen arviointiin, koska testit ovat normeerattu Suomessa syntyneille ja suomea äidinkielenään puhuville oppilaille. Suoriutumiseen vaikuttavat merkittävästi kielitaito, kulttuurinen tietous sekä akateemisten taitojen taso (Arvonen 2011). Testien kääntäminen oppilaan omalle äidinkielelleen tai oppilaan lähtömaassa käytettävien testien käyttäminen oppimisvaikeuksien arvioinnissa ei kuitenkaan ratkaise arvioinnin problematiikkaa, koska arviointiin tulisi aina sisältyä myös oppilaan kielellisten taitojen hallinnan arviointi (Arvonen 2011, 40). Ekologisen teorian (Bronfenbrenner 1979) mukaan perhe ja lähiyhteisö ovat kasvun ja kehityksen tärkein lähtökohta. Perhe luo siis tietynlaiset edellytykset oppimiselle. Lähiyhteisön merkityksen huomioiminen on tärkeää, kun tarkastellaan lapsen oppimista; kulttuurierot vaikuttavat siihen, kuinka virikkeellisessä ympäristössä lapsi on kasvanut ja millaista tukea hän on saanut taitojensa harjaanuttamiseen.

3.3 Matematiikan merkityksestä ja monikulttuurisesta matemaatiikasta

Matematiikan taidot ovat merkittävässä roolissa suomalaisen yhteiskuntaan integroitumisen kannalta, sillä taitoja tarvitaan päivittäin arjessa. Raha-asioinnissa, ruuanvalmistuksessa tai esimerkiksi aikataulujen ymmärtämisessä, matemaattiset taidot ovat merkittäviä (Arvonen ym. 2010, 149). Heikot matemaattiset taidot heijastuvat laajemmin koulumenestykseen, -motivaatioon sekä ammatilliseen kouluttautumiseen ja lopulta työllistymiseen (Geary 2011). Matemaattinen ajattelu muodostuu määrien ja suhteiden hahmottamisesta ja niiden kielellistämistä (Dehaene ym. 1999). Maahanmuuttajaoppilaiden matemaattisten vaikeuksien taustalta on löydettävissä sekä matemaattiseen ajatteluun liittyviä vaikeuksia että matematiikan kieleen liittyviä pulmia (Arvonen ym. 2010). Matemaattinen sanasto on suomen kielessä keskeinen, mutta suppeampi kokonaisuus, joten sitä voidaan harjoitella jo vähäisemmänkin kielitaidon avulla (LukiMat 2013e). Matematiikan opiskelun yhteydessä maahanmuuttajaoppilas oppii väistämättä monia suomenkielisiä käsitteitä ja sitä kautta suomen kieltä. Matematiikan taitojen harjoittelua voidaan täten perustellusti hyödyntää yleisessä maahanmuuttajataustaisten lasten suomenkielen opiskelussa.

Monikulttuuriseen matematiikan opetukseen liittyvä Monimat-tutkimus- ja kehittämishanke ajoittui vuosille 2009–2012. Niilo Mäki Instituutin ja opetusministeriön yhteistyönä toteutuneen hankkeen tavoitteena oli tuottaa maahanmuuttajaoppilaiden kanssa työskenteleville opettajille tietoa sekä kehittää oppimisvaikeuksien ennaltaehkäisyn tueksi arviointi- ja opetusmateriaalia esi- ja alkuopetuksen matematiikkaan (NMI 2013). Räsänen (2011, 49) on esitellyt hankkeessa syntynyttä Monimat-mallia esi- ja alkuopetusikäisten maahanmuuttajalapsien matematiikan oppimisvaikeuden arviointiin. Mallia havainnollistaa pyramidi (kuvio 1, sivulla 22), jonka pohjan muodostaa lapsen toimintakyky, johon kuuluvat niin ympäristötekijät kuin yksilöllisetkin tekijät. Keskellä kuviteltua pyramidia ovat lapsen kognitiiviset ja psyykkiset valmiudet. Pyramidin huipulla ovat matematiikan kielelliset ja käsitteelliset tiedot ja taidot. Matematiikan taito on siis vasta pyramidin huippu, jonka alle lukeutuu useita tekijöitä, jotka ovat merkittävä perusta matemaattisten taitojen kehittymisen varmistajina. Kaikki pyramidin tasot tulisi huomioida, kun arvioimme matematiikan oppimisvaikeutta. Maahanmuuttajaoppilaiden oppimisvaikeuksien tarkastelussa tulisi korostaa enemmän terveyden ja toimintakyvyn kuin sairauden ja vaikeuksien näkökulmaa (Räsänen 2011, 48).



Kuvio 1. Monimat-malli (Räsänen 2011, 49, mukailten)

4 TUTKIMUSONGELMAT

Tämän tutkimuksen aihe on merkityksellinen, koska Ekapeli-Matikka-tietokonepelin vaikutuksia maahanmuuttajataustaisten lasten varhaisiin matemaattisiin taitoihin ei ole tutkittu aiemmin lainkaan (vrt. Peura & Sorvo 2010). Tavoitteena oli selvittää, millä tavalla Ekapeli-Matikka-peli tietokoneavusteisena interventiona vaikuttaa maahanmuuttajataustaisten lasten heikkoihin varhaisiin matemaattisiin taitoihin? Maahanmuuttajaoppilaiden määrä Suomessa on Opetushallituksen (2013c) tilastojen mukaan kasvanut suuresti viimeisen kymmenen vuoden aikana.

Suomessa maahanmuuttajataustaisten lasten matematiikan oppimisvaikeuksien arvioiminen on haasteellista, koska maahanmuuttajataustaiset lapset ovat hyvin heterogeeninen joukko ja soveltuvista arviointi- ja opetusmateriaaleista sekä interventiomenetelmistä on kysyntää (Arvonen ym. 2010). Tietokoneavusteisuus on todettu hyödylliseksi opetuksessa ja interventiomenetelmänä, lukuisissa aiemmissa tutkimuksissa (mm. Fletcher-Flinn & Gravatt 1995; Kroesbergen & Van Luit 2003; Li & Ma 2010). Varhaisten matemaattisten taitojen tukeminen on tärkeää, koska varhaiset taidot ennustavat kaikkein voimakkaimmin myöhempää matematiikassa suoriutumista (Aunola ym. 2004).

Tutkimusongelmat:

1. Tukeeko Ekapeli-Matikka-tietokonepelin pelaaminen maahanmuuttajataustaisten lasten heikkoja varhaisia matemaattisia taitoja?
 - 1.1 Tukeeko Ekapeli-Matikka interventio lukumäärän laskemisen taitoa?
 - 1.2 Tukeeko Ekapeli-Matikka interventio lukusanojen luettelun taitoa?
 - 1.3 Tukeeko Ekapeli-Matikka interventio taitoa laskea luvun eri esitysmuodoilla?
 - 1.4 Tukeeko Ekapeli-Matikka interventio yhteenlaskutaitoa lukualueella 1–10?

5 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

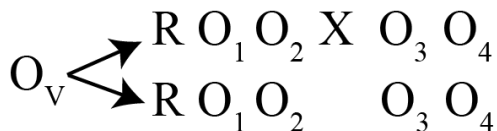
Tämän tutkimuksen aineisto on kerätty osana Niilo Mäki Instituutin LukiMat-hanketta. LukiMat-hankkeen tavoitteena on ennaltaehkäistä matematiikan ja lukemisen oppimisvaikeuksia sekä tarjota harjoittelun kautta tukea niille lapsille, joilla kyseisiä pulmia ilmenee. Hankkeen tavoitteeseen pyritään vastaamaan tarjoamalla tietoverkkovälitteisesti tietoa, tukea ja menetelmiä lukemisen ja matematiikan taitojen harjoitteluun ja arviointiin liittyen. Kohderyhmänä ovat erityisesti esi- ja alkuopetuksessa sekä peruskoulun vuosiluokilla 3–4 olevat lapset, joilla lukemisen ja laskemisen oppimisvalmiuksien ja perustaitojen saavuttaminen on haastavaa. Hankkeessa tuotetaan lisäksi uudistetun perusopetuslain mukaisia lukemisen ja matematiikan perustaitojen oppimisen arvioinnin palveluita, joiden kautta voidaan tunnistaa tukea tarvitsevat lapset ja arvioida heidän taitojensa kehitystä ja oppimista annetun tuen aikana.

Ekapeli-Matikka on yksi monista LukiMat-verkkopalvelusta saatavista tietokoneavusteisista arviointi- ja harjoitusmenetelmistä, muita ovat esimerkiksi lukemisen harjoitteluun suunnitellut Ekapeli-Eskari, Ekapeli-Yksi, Ekapeli-Sujuvuus, Ekapeli-Maahanmuuttaja ja ruotsinkielinen Ekapeli-SpelEtt. LukiMat-hankkeessa on kehitetty myös muita matematiikan varhaisia taitoja kuntouttavia pelejä Ekapeli-perheen ulkopuolelle, joita ovat muun muassa Neure, ty pistetympi versio Neuresta, nimeltään Neure-Express sekä Numerorata ja sen ruotsinkielinen versio Tal i farten. Hankkeen ensimmäinen kehittämisvaihe ajoittui vuosille 2006–2009 ja toinen kehittämisvaihe kesti 2010–2011. Vuonna 2012 käynnistyi LukiMat-hankkeen ylläpitovaihe, jonka on tarkoitus kestää vuoteen 2014. Hankkeen rahoittajana on toiminut Opetus- ja kulttuuriministeriö. Keskeisenä yhteistyökumppanina on toiminut Jyväskylän yliopisto. LukiMat-projektivastaavana on toiminut kasvatustieteiden tohtori Pirjo Aunio. Tämän tutkimuksen aineiston keruun on organisoinut ja toteuttanut Niilo Mäki Instituutin tutkimusryhmästä tutkija, kasvatustieteiden maisteri Jonna Salminen vuonna 2008. LukiMat-hankkeen matematiikan osa-alueen vastuuhenkilönä on toiminut Niilo Mäki Instituutista projektikoordinaattori psykologian tohtori Tuire Koponen. Tämä tutkimus on käynnistetty Jonna Salmiselta saadun valmiin aineiston pohjalta. Tutkimuksen sisäistä validiteettia on kasvattanut se, että tutkimusta tehdessä on tehty yhteistyötä aineiston keränneen tutkijan Jonna Salmisen kanssa. Yhteistyö on mahdollistanut tutkimusasetelman ymmärtämisen ja kuvaamisen mahdollisimman totuudenmukaisesti, mikä on minimoi-

nut väärin tulkintojen mahdollisuuden liittyen muun muassa tutkimusaineiston analysointiin.

5.1 Tutkimusasetelma

Alapuolella oleva kuvio 2. esittää tutkimusasetelman. Aluksi suoritettiin seulonta (O_v), jonka jälkeen 14 lasta jaettiin arpomalla kahteen eri ryhmään (R). Ylempi rivi esittää koeryhmää eli lapsia, jotka osallistuivat interventioon. Alempi rivi esittää kontrolliryhmää, johon kuuluneet lapset eivät osallistuneet interventioon. Molemmille ryhmille tehtiin neljällä eri mittauskerralla (O_1 – O_4), samoilla arviointitehtävillä mittaukset, joilla mitattiin lasten varhaisia matemaattisia taitoja. Pelaajaryhmä osallistui kahden alkumittauksen ja kahden loppumittauksen välillä kolmen viikon mittaiseen interventiojaksoon (X), kontrolliryhmän osallistuessa vain normaaliin opetukseen.



Kuvio 2. Tutkimusasetelma

Tutkimuksen alkumittaus toteutettiin lokakuussa yhden viikon aikana, jota seurasi heti seuraavalla viikolla, viikon kestävä, samoilla mittareilla teetetty toinen alkumittaus. Interventiojakso aloitettiin seuraavalla alkavalla viikolla ja sitä toteutettiin kolme perättäistä viikkoa. Tarkoitus oli, että lapset pelaisivat interventiojakson aikana Ekapeli-Matikka-peliä päivittäin eli yhteensä noin 15 kertaa kolmen viikon aikana. Tarkoitus oli pelata päivittäin kerrallaan 10–15 minuutin ajan eli yhteensä noin 2,5–3,8 tuntia kolmen viikon aikana. Ensimmäinen loppumittaus toteutettiin heti interventiojakson jälkeen viikon kestävä. Neljän viikon kuluttua loppumittauksesta suoritettiin viivästetty loppumittaus, silloinkin mittausjakso kesti yhden viikon. Ajallisesti tutkimus kesti siis yhteensä 11 viikkoa. Kuvio 3 (sivulla 26) havainnollistaa tutkimuksen mittausajankohdat.



Kuvio 3. Mittausajankohdat

Tutkija Jonna Salminen organisoï ja toteutti koulutuksen, jossa esikoulun erityisopettajat saivat koulutuksen sekä erilliset, yksiselitteiset ohjeet arviointitilannetta ja interventiota varten. Tehtäväjärjestys oli määritelty valmiiksi. Alkumittaustehtävät tuli tehdä seuraavassa järjestyksessä: lukumäärän laskeminen, lukusanojen luettelu, numerosetit A-osa, numerosetit B-osa ja yhteenlasku. Tehtävät teetettiin opettajan johdolla jokaiselle lapselle yksilöllisesti, rauhallisessa tilassa. Toteutuneita pelikertoja oli keskimäärin 12 kertaa. Arviointitehtävät (Salminen ym. 2008a, Salminen ym. 2008b, Salminen ym. 2008c, Geary ym. 2009) on laadittu mittaamaan juuri niitä taitoja, joita Ekapelin on tarkoitus harjoittaa. Mittareina toimivat tehtävät sisälsivät myös matemaattisten perustaitojen keskeisiä osa-alueita, joita Räsänen (2012b) käyttää laatimassaan arviointilomakkeessa, joka on suunniteltu tutkimus- ja kehittämishankkeeseen, joka käsittelee maahanmuuttajaoppilaiden matematiikan perustaitojen tukemista esikoulussa sekä alkuopetuksessa (Monimat 2013).

5.2 Osallistujat

Tutkimuksen kokonaisaineisto koostui 14 lapsesta, joilla kaikilla oli maahanmuuttajausta. Lapset valikoitiin tutkimukseen sillä perusteella, että he olivat esikoulunopettajensa havaintojen perusteella matematiikassa tuen tarpeessa olevia lapsia. Lapset tulivat Etelä-Suomen alueelta. Yksi lapsista oli eri päiväkodissa kuin muut lapset. Tyttöjä ja poikia oli yhtä monta; seitsemän tyttöä ja seitsemän poikaa. Lapset olivat iältään keskimäärin 6,4 vuotta.

Maahanmuuttajaoppilaat valikoitiin tutkimukseen satunnaisesti ja lapset jaettiin koe- ja kontrolliryhmiin arpomalla, mikä lisäsi tutkimuksen ulkoista validiteettia. Tutkimukseen osallistuneiden lasten esikoulunopettajat olivat koulutettuja alansa asiantuntijoita, joten heidän arviointejaan lasten tuen tarpeista voitiin pitää tutkimuksen kannalta riittävän luotettavina, koska arviot annettiin siinä kontekstissa missä he lapsen kanssa päivittäin työskentelivät. Samankaltainen observointiin tukeutuva seulonta toteutuisi

myös käytännössä esimerkiksi erityisopettajan työssä, kun hän valikoisi havaintojensa perusteella tuen tarpeessa olevat lapset tarkempaan tutkimukseen. Intervention aloittaminen on perustellumpaa vasta tarkemman tutkimuksen niin sanotun syvätestauksen jälkeen, jolloin opettajalla on vahvempi käsitys lapsen todellisista taidoista.

5.3 Muuttujat ja niiden mittaaminen

5.3.1 Lukumäärän laskeminen

Lukumäärän laskemisen tehtävässä (Salminen, Räsänen, Koponen & Aunio 2008a) lasta pyydettiin ottamaan rasiasta ohjeiden mukainen määrä helmiä ja asettamaan ne pöydälle. Tehtävä sisälsi yhteensä kuusi osiota, joissa pyydetyt lukumäärät olivat 3, 6, 8, 10, 13 ja 17. Jokaisesta oikein ratkaistusta osiosta sai yhden pisteen eli tehtävästä oli mahdollista saada maksimissaan kuusi pistettä. Mikäli lapsi teki virheen kahdessa peräkkäisessä osiossa, tehtävä keskeytettiin. Kuudesta osiosta tilastoitiin ainoastaan lapsen saavuttama kokonaispistemäärä, tuloksia ei kirjattu osiokohtaisesti. Lukumäärän laskemisen tehtävässä oli kuusi osiota, jolloin varmistuttiin siitä, että lapsen oikea vastaus ei voinut perustua oikein arvaamiseen.

5.3.2 Lukusanojen luettelu

Lokusanojen luettelu -tehtävä sisälsi yhteensä kolme osiota, joista jokaisesta oli mahdollista saada enintään neljä pistettä. Ensimmäisessä osiossa lasta pyydettiin laskemaan niin pitkälle kuin hän osasi, luvusta yksi alkaen. Mikäli lapsi keskeytti ennen lukua 30, häntä rohkaistiin jatkamaan, kunnes hän oli saavuttanut luvun 30. Lapsi sai yhden pisteen, jos hän päätyi luettelussaan lukusanoihin 2–9. Lapsi sai kaksi pistettä, jos hän päätyi luettelussaan lukusanoihin 10–19. Päätyessään välille 20–29 lapsi sai luettelustaan kolme pistettä. Lapsi sai täydet neljä pistettä, jos hän luetteli lukuja 30 saakka.

Toisessa osiossa lasta pyydettiin luettelemaan 4–5 lukua eteenpäin, aloittaen annetusta luvusta. Tehtävä oli oikein, jos lapsi aloitti luettelon annetusta luvusta tai sitä seuraavasta luvusta ja osasi luetella seuraavat 4–5 lukua virheettömästi. Mikäli lapsi aloitti luettelon ykkösestä tai muusta kuin annetusta luvusta, tehtävä oli väärin. Annetut luvut olivat tässä tehtävässä 3, 8, 12 ja 19. Kolmannessa osiossa lasta pyydettiin luettelemaan 4–5 lukua annetusta luvusta taaksepäin. Tehtävä oli oikein, jos lapsi aloitti luettelon annetusta luvusta tai sitä edeltävästä luvusta ja osasi luetella virheettömästi 4–5

lukua taaksepäin. Mikäli lapsi aloitti luettelon jostakin muusta kuin annetusta luvusta, tehtävä oli väärin. Nämä kolme tehtäväosiota on mukailtu (Salminen, Koponen, Aunio & Räsänen 2008b) alkuperäisestä tehtäväkokonaisuudesta (Salonen ym. 1994). Analyysijä varten pisteet tilastoitiin osiokohtaisesti, kaikki kolme osiota erikseen. Ensimmäisen alkumittauksen lukusanojen luettelon kolmesta osiosta laskettu Cronbach's Alpha oli .90. Toisesta alkumittauksesta vastaava arvo oli .81. Lukusanojen luettelon osioille voitiin hyvän reliabiliteettiä arvostamalla laskea summamuuttuja. Osioista muodostettiin summamuuttuja kaikille mittausajankohdille, jolloin lukusanojen summamuuttujan maksimipistemäärä oli 12.

5.3.3 Numerosetit

Numerosetit tehtävässä lapselle näytettiin aluksi esimerkki, jossa tuli ympyröidä kaikki toisiinsa liitetyt laatikot, joissa esitetyistä lukumääristä muodostui summaksi lukumäärä neljä. Tehtävä tuli suorittaa mahdollisimman nopeasti. Seuraavaksi lapselle teetettiin harjoitus, jossa tuli ympyröidä mahdollisimman nopeasti kaikki toisiinsa liitetyt laatikot, joiden lukumääristä tuli yhteensä kolme. Varsinainen tehtävä koostui A- ja B-osasta. A-osassa lapsen tuli mahdollisimman nopeasti ympyröidä toisiinsa liitetyt laatikot, joiden lukumääristä tuli yhteensä viisi. Laatikoita oli kaikkiaan 36 kappaletta, joista puolet oli oikein ja puolet virheellisiä vaihtoehtoja. Tehtävän maksimipistemäärä oli näin ollen 18. A-osan laatikoissa olevat lukumäärät esitettiin konkreettisina objekteina joita olivat muun muassa tähdet, kolmiot ja ympyrät. B-osassa laatikoita oli myös yhteensä 36 kappaletta ja pisteitä oli mahdollista saada enintään 18, koska puolet vaihtoehtoista oli virheellisiä. Laatikoissa oli sekä konkreettisia objekteja että numerosymboleita (esim. ”○” ja ”4”). Lapsen tehtävänä oli mahdollisimman nopeasti ympyröidä toisiinsa liitetyt laatikot, joiden lukumääristä ja/tai numerosymboleista muodostui summaksi 5. Tehtävä on suomennettu (Koponen, Salminen, Räsänen & Manninen 2008) sen alkuperäisestä versiosta (Geary, Bailey & Hoard 2009). Numerosetit-tehtävää on käytetty tutkimuksessa (Geary ym. 2009), jossa oli mukana yli 200 lasta, joiden matemaattisia oppimisvaikeuksia arvioitiin. Tulokset osoittivat, että ensimmäisellä luokalla mitattu numerosetit-tehtävän sensitiivisyysarvo, ennusti matematiikan osaamistasoa kolmannella luokalla. Geary ym. (2009) käyttivät tutkimuksensa tehtävässä lukuja viisi ja yhdeksän. Tämän tutkimuksen numerosetit-tehtävään otettiin käyttöön vain luku viisi, koska tutkimusjoukko koostui esikouluikäisistä lapsista, joilta ei odotettu vielä taitoa toimia viittä suu-

remmilla luvuilla. Numerosetit-tehtävästä tilastoitiin molempien osien sekä A-osan että B-osan osalta neljä eri pistemäärää niin alku- kuin loppumittauksissakin. Osioissa pisteytettiin: oikeat vastaukset, väärät vastaukset, sensitiivisyysarvo (oikeista vastauksista vähennettiin väärät vastaukset) sekä ohitetut oikeat (oikeat vastaukset, joita lapsi ei ymmärtänyt). Mikäli lapsi ymmärsi kaikki 36 laatikkoa, hän sai nolla pistettä (18 pistettä-18 pistettä), tällöin pisteitä ei voinut kerryttää täysin arvaamalla, mikä kohensi kyseisen arviointitehtävän validiutta.

5.3.4 Yhteenlasku

Yhteenlaskutehtävässä (Salminen, Räsänen, Koponen & Aunio 2008c.) lapsi laski valmiista lomakkeesta niin monta yhteenlaskua kuin hän ehti kolmen minuutin aikana. Lapsi ilmoitti vastauksen suullisesti ja opettaja merkkasi sen omaan vastauslomakkeeseensa. Opettajan tuli ottaa aikaa ja merkata lomakkeeseen, missä kohtaa lomaketta kolme minuuttia oli kulunut. Mikäli lapsi ei osannut aloittaa yhtään tehtävää 30 sekunnin kuluessa tai hänen vastauksensa olivat täysin väärä, tehtävä keskeytettiin. Ennen varsinaista tehtävää, opettajan tuli näyttää lapselle esimerkkilaskuja ja pyytää lasta laskemaan lasku kerrallaan ja sanomaan laskun vastaus ääneen. Lasta pyydettiin toimimaan mahdollisimman nopeasti. Ensimmäisissä kymmenessä laskussa summa oli enintään viisi tai alle. Lopuissa tehtävissä laskujen summa oli kymmenen tai vähemmän. Laskut olivat satunnaistettu siten, että lomakkeessa ei ollut peräkkäin laskuja, joiden summa olisi helposti johdettavissa edellisestä tehtävästä (esim. $3+1$, $3+2$, $3+3$). Lisäksi nolla ei esiintynyt yhteenlaskettavana lainkaan. Tehtävästä oli mahdollista saada enintään 45 pistettä. Yhteenlaskutehtävästä tilastoitiin oikeat vastaukset ja yritykset. Yhteenlaskutehtäväosiossa vastaukset tuotettiin suullisesti, jolloin vältettiin virheet, jotka olisivat voineet johtua lukusanan ja numerosymbolin yhdistämisen osaamattomuudesta tai numerosymbolin kirjoitustaidon puutteesta. Tehtävän validiutta lisäsi myös se, että tehtävässä ei ollut vierekkäisiä summia ($3+1$, $3+2$, $3+3$), joita laskustrategisesti jo hyvin kehittynyt lapsi olisi voinut hyödyntää paremmin kuin yhteenlaskutaidoissaan heikommät lapset.

5.4 Aineiston analyysi ja puuttuvien tietojen käsittely

Aineisto analysoitiin SPSS 20 -ohjelmalla. Kahdesta alkumittauksesta laskettiin muuttujittain (lukumäärän laskeminen, lukusanojen luettelon summamuuttuja, numerosetit A-

osan sensitiivisyys, numerosetit B-osan sensitiivisyys, yhteenlaskun oikeat) keskiarvot, joista muodostettiin uudet alkumittauspistemäärää kuvaavat muuttujat. Aluksi alku- ja loppumittauksista sekä viivästettyä loppumittauksista tarkasteltiin kuvailevilla tiedoilla. Kahden alkumittauksen välistä korrelaatiota tarkasteltiin Spearmanin järjestyskorrelaatiokertoimella. Koe- ja kontrolliryhmän välistä eroa (between) tarkasteltiin kahden toisistaan riippumattoman otoksen testillä, U -testillä alkumittauksen, loppumittauksen ja viivästetyn loppumittauksen osalta muuttujittain (lukumäärän laskeminen, lukusanojen luettelon summamuuttuja, numerosetit A-osan sensitiivisyys, numerosetit B-osan sensitiivisyys, yhteenlaskun oikeat). Tämän jälkeen muodostettiin uudet muuttujat, niin sanottu Gain-muuttujat siten, että vähennettiin jälkimmäisestä mittauksesta sitä edeltävä tai aiempi mittaustulos (loppumittaus–alkumittaus, viivästetty mittaus–loppumittaus ja viivästetty mittaus–alkumittaus). Ryhmien gain-pistemäärien välistä eroa tutkittiin U -testillä.

Wilcoxonin merkkitestin avulla tutkittiin kaikkien muuttujien osalta koe- ja kontrolliryhmien sisäistä muutosta (within) alkumittauksesta loppumittaukseen, alkumittauksesta viivästettyyn mittaukseen ja loppumittauksesta viivästettyyn mittaukseen. Tulokset tulkittiin käyttäen tarkkaa (Exact), yksisuuntaista (1-tailed) p -arvoa, koska odotettiin, että pisteet paranevat intervention jälkeen. Osikohtaiset efektinkoot U -testin sekä Wilcoxonin merkkitestin tuloksille laskettiin Z -arvoista Andy Fieldin (2013) esittelemän tavan mukaisesti siten, että efektinkoko r saatiin jakamalla U -testin Z -pistemäärä osallistujien neliöjuurella. Wilcoxonin merkkitestin testisuure Z jaettiin kaksinkertaistetun osallistujajoukon neliöjuurella efektikoon saamiseksi.

Alkuperäisessä aineistossa neljällä lapsella oli puuttuvia tietoja. Näistä neljästä lapsesta kolme kuului pelaajaryhmään ja yksi lapsista kontrolliryhmään. Pelaajalta 107 puuttui ensimmäinen alkumittaus (ensimmäinen mittaus) ja jälkimmäinen loppumittaus (neljäs mittaus). Pelaajalta 117 puuttui ensimmäinen loppumittaus (kolmas mittaus). Pelaajalta 119 puuttui jälkimmäinen loppumittaus (neljäs mittaus). Kontrollilta 116 puuttui jälkimmäinen alkumittaus (toinen mittaus). Puuttuvien tietojen imputointi päätettiin suorittaa konservatiivisella strategialla, jolloin välttyttiin tekemästä keinotekoisesti efektiä. Tarkoituksena oli tuottaa uusi tieto puuttuvan tiedon paikalle. Menetelmänä käytettiin ”Last Observation Carried Forward”-menetelmää (LOCF), joka soveltuu käytettäväksi muun muassa pitkittäistutkimusdatoissa, joissa muuttujan X toistomittauksissa esiintyvät puuttuvat tiedot paikataan viimeisimmällä X :n havaitulla arvolla (Missing

data 2013). Tässä tutkimuksessa tämä strategia lisäsi imputoitujen tietojen luotettavuutta, koska jokainen henkilö sai puuttuvan tiedon korvaajaksi omaan suoriutumiseensa perustuvan arvon, eikä korvaava arvo ollut muiden arviointiin osallistuvien henkilöiden arvoista riippuvainen. Imputoidun arvon arvaaminen perustui yksilön saamiin pistemääriin, siten jos ensimmäisen mittauksen arvo puuttui, arvoksi imputoitiin toisen mittauksen arvo, jos toisen mittauksen arvo puuttui, arvoksi imputoitiin ensimmäisen mittauksen arvo. Kolmannen mittauksen arvon puuttuessa laskettiin ensin erotuspistemäärä ensimmäisestä mittauksesta toiseen mittaukseen ja saatuun arvoon lisättiin toisen mittauksen arvo. Tällöin aluksi realisoitiin henkilön lähtötaso, josta hänen suoriutumistaan pyrittiin arvioimaan mahdollisimman totuudenmukaisesta. Silloin jos henkilöltä puuttui neljännen mittauksen arvo, hänelle imputoitiin arvoksi kolmannen mittauksen pistemäärä.

6 TULOKSET

Raakapistemäärien keskiarvot paranivat alkumittauksesta loppumittaukseen sekä koe- että kontrolliryhmässä. Koe- ja kontrolliryhmän alkumittauksen, loppumittauksen ja viivästetyn loppumittauksen raakapistemäärien keskiarvot on kuvattu muuttujittain pylväsdiagrammeihin (ks. liitteet 17–19). Heikoimmin lapset suoriutuivat numerosetit B-osassa, jossa tuli käsitellä esitysmuodoltaan sekä symbolisia että ei-symbolisia lukumääriä. Alkumittaukset korreloivat kaikissa tehtävissä vähintään .80 tasolla paitsi koeryhmässä numerosetit B-osan sensitiivisyydessä ($r = .295$, $p = .523$). Oli siis perusteltua laskea kahdesta alkumittauksesta keskiarvo ja muodostaa arvoista uusi alkumittauspistemäärää kuvaava muuttuja. Kontrolliryhmään kuuluvat lapset suoriutuivat kaikissa tehtävissä kaikilla mittauskerroilla hieman paremmin kuin koeryhmään kuuluvat lapset. U-testitulokset kuitenkin osoittivat, että ero koe- ja kontrolliryhmän välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevä (ks. liite 20).

Wilcoxonin merkkitesti osoitti, että koeryhmässä alku- ja loppumittauksen välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero lukumäärän laskemisessa ($Z = -2.014$, $p = .031$, $r = 0.54$), lukusanojen luettelon summamuuttujassa ($Z = -2.120$, $p = .023$, $r = 0.57$) ja numerosetit A-osan sensitiivisyydessä ($Z = -2.028$, $p = .023$, $r = 0.54$). Lukumäärän laskemisen alkumittausten keskiarvo suureni 1.36 pistettä ja keskihajonta pieneni 1.57 pisteestä 1.11 pisteeseen. Lukusanojen luettelon summamuuttujan alkumittausten keskiarvo suureni 2.11 pistettä, mutta myös keskihajonta suureni hieman, 0.12 pistettä. Numerosetit A-osan sensitiivisyyden alkumittausten keskiarvo parani 6.21 pistettä, mutta keskihajonta suurentui jopa 1.51 pisteellä. Intervention jälkeen lapset laskivat lukumääriä enemmän oikein, osasivat luetella lukusanoja oikeassa järjestyksessä enemmän ja käsitellä ei-symbolisia lukumääriä paremmin.

Numerosetit B-osan sensitiivisyydessä ja yhteenlaskussa ei ollut koeryhmässä tilastollisesti merkitsevää eroa alku- ja loppumittauksen välillä. Numerosetit B-osan sensitiivisyyspisteiden keskiarvo oli loppumittauksessa vain 0.28 suurempi kuin alkumittauksessa, mutta keskihajonta oli suurentunut 4.04 pistettä, joten tilastollisesti merkitsevää muutosta ei voitukaan odottaa. Lasten taidot yhdistellä lukumäärien erilaisia esitystapoja ja laskea luvun erilaisilla esitysmuodoilla, eivät siis olleet kehittyneet intervention jälkeen. Yhteenlaskutehtävissä ero alku- ja loppumittauksen välillä ei myöskään ollut tilastollisesti merkitsevä. Yhteenlaskun oikeiden vastausten keskiarvo oli

loppumittauksessa 3.64 pistettä enemmän kuin mitä se alkumittauksessa oli ollut, mutta keskihajonta oli suurentunut 1.74 pisteellä. Interventiosta huolimatta, lapset siis kykenivät loppumittauksessa laskemaan vain hieman enemmän yhteenlaskutehtäviä oikein kuin ennen interventiota. Taulukossa 1 (sivulla 34) on esitetty koeryhmän tulokset. Koeryhmään kuuluvien lasten yksilölliset suoritukset ja taustatiedot ovat nähtävillä lapsista laadituissa casekuvauksissa, jotka ovat tämän tutkielman liitteinä (ks. liitteet 1–8).

TAULUKKO 1. Koeryhmän ($n = 7$) alku- ja loppumittauksen sekä viivästetyin loppumittauksen keskiarvot ja keskihajonnat (esitetty suluissa) sekä mediaanit, Wilcoxonin testisuureen arvo (Z) alkumittauksesta loppumittaukseen, tilastollinen merkitsevyytaso (p) ja efektinkoko (r) muuttujittain.

Arviointitehtävä	Mittaus	Koeryhmä				
		ka (kh)	mediaani	Wilcoxon Z	p	r
				alku→loppu		
LM	alku	2.93 (1.57)	2.50	-2.014	.031	0.54
	loppu	4.29* (1.11)	4.00			
	viivästetty	4.14 (1.68)	4.00			
LS summa	alku	4.64 (3.04)	4.00	-2.120	.023	0.57
	loppu	6.57* (3.16)	7.00			
	viivästetty	6.57 (3.69)	7.00			
NS A-osa sensi	alku	3.36 (3.93)	2.00	-2.028	.023	0.54
	loppu	9.57* (5.44)	11.00			
	viivästetty	12.14 (3.44)	12.00			
NS B-osa sensi	alku	-0.43 (1.67)	-1.50	-0.085	.484	0.02
	loppu	0.71 (5.71)	-2.00			
	viivästetty	3.43 (6.50)	1.00			
YL oikeat	alku	5.50 (7.29)	0.00	-1,483	.094	0.40
	loppu	9.14 (9.03)	9.00			
	viivästetty	13.57 (15.64)	9.00			

Huom. LM = lukumäärän laskeminen; LS summa = lukusanojen luettelon summamuuttuja; NS A-osa sensi = numerosetit A-osan sensitiivisyysarvo; NS B-osa sensi = numerosetit B-osan sensitiivisyysarvo; YL oikeat = yhteenlaskun oikeat vastaukset.

* $p < .05$

Kontrolliryhmän tuloksia tarkastaessa, Wilcoxonin merkkitesti osoitti, että alku- ja loppumittauksen välillä oli tilastollisesti merkitsevä muutos vain numerosetit B-osan sensitiivisyydessä ($Z = -2.207$, $p = .016$, $r = 0.59$).

Numerosetit B-osan sensitiivisyyden alkumittausten keskiarvo parani 3.29 pistettä ja keskihajonta pysyi lähes samana, ollen vain 0.13 pistettä suurempi verrattuna alkumittaukseen. Kontrolliryhmän lasten taidoissa, yhdistellä lukumäärien erilaisia esitystapoja ja laskea luvun erilaisilla esitysmuodoilla, oli siis tapahtunut parannusta. Pisteet olivat kuitenkin alhaiset molemmissa alkumittauksissa, joten niiden keskiarvosta muodostetun uuden alkumittauksen arvo jäi myös alhaiseksi. Lapset saivat kuitenkin loppumittauksessa lähes täydet pisteet, joten odotettavaa oli, että keskihajonnan ollessa lähes sama, tulos olisi tilastollisesti merkitsevä.

Muissa tehtävissä ei tullut tilastollisesti merkitsevää muutosta. Vaikka lasten pisteet olivat kaikissa arviointitehtävissä loppumittauksessa paremmat kuin alkumittauksessa, niin pistemäärät olivat molemmissa mittauksissa lähes samat, eikä tilastollisesti merkitsevää muutosta voitukaan odottaa. Taulukossa 2 (sivulla 35) on esitetty kontrolliryhmän tulokset. Kontrolliryhmään kuuluvien lasten yksilölliset suoritukset ja kyselylomakkeilla kerätyt taustatiedot ovat nähtävillä lapsista laadituissa casekuvauksissa ja taulukossa, jotka ovat tämän tutkimuksen liitteinä (ks. liitteet 9–16).

TAULUKKO 2. Kontrolliryhmän ($n = 7$) alku- ja loppumittauksen sekä viivästetyn loppumittauksen keskiarvot ja keskihajonnat (esitetty suluissa) sekä mediaanit, Wilcoxonin testisuureen arvo (Z) alkumittauksesta loppumittaukseen, tilastollinen merkitsevyystaso (p) ja efektinkoko (r) muuttujittain.

Arviointitehtävä	Mittaus	Kontrolliryhmä				
		ka (kh)	mediaani	Wilcoxon Z	p	r
			alku→loppu			
LM	alku	3.71 (1.58)	3.00	-0.848	.227	0.23
	loppu	4.29 (1.50)	4.00			
	viivästetty	5.14 (1.22)	6.00			
LS summa	alku	4.64 (3.65)	3.50	-1.761	.063	0.47
	loppu	6.86 (3.76)	7.00			
	viivästetty	6.71 (3.99)	7.00			
NS A-osa sensi	alku	5.79 (5.94)	4.50	-1.521	.078	0.41
	loppu	9.29 (3.20)	8.00			
	viivästetty	12.14 (5.21)	11.00			
NS B-osa sensi	alku	2.14 (6.24)	-1.00	-2.207	.016	0.59
	loppu	5.43* (6.37)	3.00			
	viivästetty	9.14 (9.21)	13.00			
YL oikeat	alku	7.29 (9.65)	0.00	-1.753	.063	0.47
	loppu	12.71 (9.62)	15.00			
	viivästetty	17.43 (14.13)	19.00			

Huom. LM = lukumäärän laskeminen; LS summa = lukusanojen luettelon summamuuttuja; NS A-osa sensi = numerosetit A-osan sensitiivisyysarvo; NS B-osa sensi = numerosetit B-osan sensitiivisyysarvo; YL oikeat = yhteenlaskun oikeat vastaukset.

* $p < .05$

7 POHDINTA

Tässä tutkimuksessa oli tarkoitus tutkia, tukeeko Ekapeli-Matikka-peli tietokoneavusteisena interventiona maahanmuuttajataustaisia lapsia, joilla on heikot varhaiset matemaattiset taidot. Ekapeli-Matikka-peli on suunniteltu harjoituttamaan lukumääräisyyden tajua, lukujono- ja yhteenlaskutaitoja, yksi yhteen vastaavuutta, lukujen järjestämistä sekä lukujen ja lukumäärien vertailutaitoja (LukiMat 2013c). Vaikeudet varhaisissa matemaattisissa taidoissa voivat laajentua myöhemmin matematiikan oppimisvaikeudeksi (Aunio ym. 2004). Varhaisten matemaattisten taitojen on todettu olevan vahvin myöhemmän matematiikan osaamisen ja matematiikassa suoriutumisen ennustaja (Aunola ym. 2004). Matemaattinen osaaminen on erittäin merkityksellistä, koska matematiikka on läsnä jokapäiväisessä elämässämme, teimmepä mitä tahansa (Räsänen 2012a). Matemaattiset taidot ovat hierarkkisesti rakentuneita, jolloin varhaisilla matemaattisilla taidoilla on merkittävä rooli vahvan perustan rakentajina (Lyytinen, Ahonen, Aro, M., Aro, T., Holopainen, Närhi & Räsänen 2000; Räsänen 2012a).

Suomeen tulee yhä enemmän maahanmuuttajia ja Suomessa kasvaa yhä enemmän maahanmuuttajataustaisia lapsia, jotka opiskelevat suomalaisen opetussuunnitelman mukaisesti (Opetushallitus 2013c). Tehokkaista arviointi- ja interventiomenetelmistä, joita voitaisiin hyödyntää erityisesti maahanmuuttajataustaisten oppilaiden kohtaamisessa, on puutetta (Arvonen ym. 2010). Opetuksessa hyödynnettävien interventioiden tulisi olla niin sanottuja näyttöön perustuvia (evidence-based) menetelmiä ja käytäntöjä (Steadly ym. 2008, 9), jotka aiemmin on käytännössä todettu tehokkaiksi. Tutkimustulokset ohjaavat pitkälti sitä, mitä menetelmiä opettajat luokkahuoneessaan toteuttavat (Freeman & Sugai 2013).

Tähän tutkimukseen osallistui 14 maahanmuuttajataustaista lasta, joista seitsemän muodostivat koeryhmän ja seitsemän lasta kontrolliryhmän. Tämän tutkimuksen tutkimusasetelma muodostui kahdesta alkumittauksesta, kolmen viikon interventiojaksosta, loppumittauksesta ja viivästetystä loppumittauksesta. Lasten taidot mitattiin neljällä eri varhaisia matemaattisia taitoja kartoittavalla tehtävällä: lukumäärän laskeminen, lukusanojen luettelu, numerosetit sekä yhteenlasku. Numerosetit-tehtävä koostui A-osasta ja B-osasta, joista jälkimmäisessä lasten tuli käsitellä lukujen erilaisia esitysmuo-

toja yhtäaikaaisesti, kun A-osassa sitä vastoin tuli työstää vain lukujen ei-symbolisia esitysmuotoja.

Tulokset osoittivat, että alkumittauksen raakapistemäärien keskiarvot paranivat kaikissa tehtävissä loppumittauksessa niin koeryhmässä kuin kontrolliryhmässäkin. Ekapeli-Matikka-pelin vaikutukset olivat siis pääasiassa positiiviset, koska oli toivottavaa ja odotettavaa, että mitattujen taitojen harjaannuttamiseen suunniteltu peli myös kehittäisi kyseisiä taitoja. Ekapeli-Matikka-peli paransi koeryhmän lasten taitoja lukumäärän laskemisessa, lukusanojen luettelussa sekä numerosetit A-osassa tilastollisesti merkitsevästi. Näissä kyseisissä osa-alueissa efektinkoko oli keskisuuri ($r > .50$) (Field 2013). Lukumäärän laskemisen tehtävä oli ensimmäinen lapsille teetetävistä tehtävistä ja se toimi osaltaan myös niin sanottuna lämmittelytehtävänä, jota tehdessään lapsi sai rauhassa sopeutua tutkimustilanteeseen. Lukumäärän laskemisen ja lukusanojen luettelon taitojen kehittyminen oli oletettavaa, koska mitä enemmän lapsi pelaa Ekapeli-Matikka-peliä, sitä paremmin lukusanojen luettelon taito automatisoituu, koska lapsen täytyy koko ajan käsitellä mielessään lukusanoja, hän kuulee niitä pelistä ja hänen tulee vertailla niitä keskenään, jolloin hän tiedostamattaan järjestee niitä myös lukujonon sääntöjen mukaisesti. Lukujonotaidot esiopetuksessa ennakoivat Aunolan ym. (2004) mukaan vahvasti laskutaidossa tapahtuvaa kehitystä. Lapsen taito kehittyy kuitenkin vain pienellä lukualueella (1–10), mikä saattoi olla syynä taidon nopeaan parantumiseen. Lisäksi tehtävät tukevat toinen toisiaan ja kehittyminen toisessa osa-alueessa edistää myös toisen osa-alueen hallintaa. Ekapeli-Matikassa harjoitellaan luvun ei-symbolisten eli konkreettisten (eläimet) ja symbolisten esimerkiksi ("3") esitystapojen yhdistämistä, jolloin parannusta numerosetit-tehtävässä voitiin perustellusti odottaa. Koeryhmän lasten taidoissa tuli tilastollisesti merkitsevä parannus numerosetit A-osassa, jossa lasten tuli laskea ei-symbolisia lukumääriä. Parannus numerosetit A-osassa osoittaa, että lasten subitisaatiokyky eli pienten lukumäärien tarkka ja nopea hahmottaminen oli kehittynyt, jonka ansiosta he pystyivät myös hyödyntämään lyhennettyä laskemista, koska ymmärsivät lukumäärän säilyvyysperiaatteen (Gelman & Gallistel 1978).

Numerosetit B-osassa ja yhteenlaskuissa ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää parannusta. Numerosetit B-osassa lapsilta vaadittiin hieman pidemmälle kehittyntä ymmärrystä lukumäärien erilaisista esitystavoista ja kykyä muokata lukumääriä eri esitysmuotoihin niiden käsittelemiseksi. Näin lyhyellä interventiojaksolla, voidaan olet-

taa, että interventiojakson ajallinen kesto voi olla syynä siihen, miksi maahanmuuttajataustaiset lapset eivät pystyneet omaksumaan kaikkia taitoja. Toisaalta aiemmin (Clements & Nastasi 1993) on saatu tuloksia, että lyhytkestoinenkin interventio voi parantaa suoritusta merkittävästi. Koeryhmään kuuluvista lapsista vain yhden lapsen seitsemästä tiedettiin olleen aiemmin muunkielisessä päivähoitossa, kun vastaavasti kontrolliryhmän lapsista kolmen tiedettiin olleen muunkielisessä päivähoitossa ennen suomenkieliseen päivähoitoon tulemistä. Edellä mainittu tekijä voisi selittää sitä, miksi koeryhmän lasten taidoissa ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää parannusta ei-symbolisien ja symbolisien lukumäärien yhtäaikaisessa laskemisessa. Koeryhmän lapsilla on saattanut olla rajatumpi mahdollisuus kiinnittää huomiotaan lukumääriin, mikä puolestaan on vaikuttanut siihen, että heillä ei ole kehittynyt yhtä paljon loogis-matemaattisia kokemuksia, jotka tukisivat laskutaitoa verrattuna kontrolliryhmän lapsiin. Hannulan (2005) mukaan spontaani huomion kiinnittäminen lukumääriin tukee lasten numeeristen tietojen ja taitojen kehittymistä. Huomion kiinnittäminen lukumääriin ja lukumääräisyyden taju nähdään synnynnäisinä kykyinä (Dehaene 2001). Päivähoito ympäristönä voi vahvistaa ja edistää lasten kykyjä ja tutustuttaa lapsen arviointitehtävänkaltaisten ongelmien ratkaisuun. Numerosetit B-osassa koeryhmän lasten suorituspisteet olivat jo ennen interventiota hyvin heikot, joten tilastollisesti merkitsevän tuloksen puuttuminen kyseisestä tehtävästä ei ollut yllättävää. Suomessa suomalaisetkaan esikouluikäiset lapset eivät ole saaneet muodollista opetusta aritmetiikan taidoilleen, eikä heiltäkään voida edellyttää yhteenlaskua symboleilla, joten yhteenlaskutehtävästä saatu tulos oli odotettava. Kontrolliryhmässä tapahtui tilastollisesti merkitsevä muutos ainoastaan numerosetit B-osassa, efekतिकoko kyseisessä osa-alueessa oli keskisuuri ($r = .59$).

Tulokset osoittavat, että Ekapeli-Matikka-peli ei voi korvata formaalia opetusta, mutta toimii hyvänä lisätukena opetuksen rinnalla. Tulosta tukee aiemmin Peuran ja Sorvon (2010) tutkimus, jossa he tutkivat Ekapeli-Matikka-intervention vaikutusta tehostetun tuen tarpeessa oleviin suomalaislapsiin. Tässä tutkimuksessa lasten pelikerrat (12 kertaa) olivat lähellä ennalta asetettua tavoitetta. Vaatimus peliin käytettävästä ajasta tukeutui myös Clementsin ja Nastasin (1993) arvioon, jonka mukaan jopa 10 minuutin päivittäinen harjoittelu olisi riittävä määrä merkittävien hyötyjen saavuttamiseksi. Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan tilastoitu yksittäisten pelikertojen kestoja, jolloin olisi voitu laskea jokaisen palaajan kohdalta pelaamiseen käyttämä kokonaisaika. Toinen lapsi saattoi pidemmällä jaksolla pelata peliä ajallisesti paljon kauemmin verrattuna

johonkin toiseen lapseen, joka pelasi tarkasti vain kymmenen minuutin jaksoja, vaikka molempien lasten pelikertojen määrä olisi ollut sama. Oletettavaa on kuitenkin, että lastentarhanopettajat ovat noudattaneet annettuja ohjeita ja huolehtineet siitä, että lapset ovat pelanneet ajallisesti lähes saman verran. Lasten hyvin säilynyt harjoittelumotivaatio kertoo myös mielestäni siitä, että Ekapeli-Matikka-pelin ulkoasu ja rakenne ovat innostavia.

Ekapeli-Matikassa toteutuu hyvin myös kaikki Morrillin (1961) sekä Räsänen ym. (2009) esittämät kriteerit hyvälle tietokoneavusteiselle interventiolle. Otosjoukko tässä tutkimuksessa oli suhteellisen pieni (7 + 7 lasta) mutta opettajan arjessa vastaavanlainen tilanne olisi samanlainen, kun opettaja joutuisi valitsemaan osan lapsista seulonnan ja tarkemman analyysin perusteella interventioon ja tutkimaan sen jälkeen intervention vaikutusta kyseisiin lapsiin. Tutkimusasetelman luotettavuutta lisäsi kontrolliryhmä, joka antoi tutkimustuloksille hyvän vertailuaineiston. Kontrolliryhmän avulla pystyttiin tarkastelemaan vielä luotettavammin sitä millainen osuus Ekapeli-Matikka-pelillä oli taitojen kehittymiseen ja, kuinka paljon muu opetus oli vaikuttanut heikkoihin varhaisiin matemaattisiin taitoihin. Kontrolliryhmä näytti suoriutuvan läpi tutkimuksen hieman paremmin kuin koeryhmä, mitä saattaa selittää se, että kontrolliryhmään kuuluvien lasten suomenkielisessä päivähoitossa viettämä aika oli keskimääräisesti pidempi verrattuna vastaavaan koeryhmän keskiarvoon.

Koeryhmässä oli lisäksi kaksi lasta, jotka eivät olleet osallistuneet lainkaan suomenkieliseen päivähoitoon, kontrolliryhmässä vastaavia lapsia oli vain yksi. Tutkittavien valikoitumiseen tässä tutkimuksessa vaikutti ratkaisevasti esikoulunopettajien näkemykset lasten taitotasosta ja tuentarpeista. Esikoulunopettajien mielipiteet ovat heidän subjektiivisia näkemyksiään lasten tuentarpeista ja siksi myös arviot voidaan kyseenalaistaa – jokainen opettaja määrittelee tuentarpeen omalla tavallaan. Lasten taidot kuitenkin selvitettiin kahdella alkumittauksella ennen kuin heidät lopullisesti mahdollistettiin interventiolle. Lasten pisteet olivat alhaisia kaikissa alkumittauksen tehtäväsioissa, jolloin heitä voitiin perustellusti pitää soveltuvina tähän tutkimukseen. Tutkimustulosten varmistamiseksi Räsänen ym. (2009) mukaan, tulisi neljän viikon jälkeen loppumittauksesta teettää samoille lapsille seurantamittaus, joilla tutkimustulosten luotettavuutta voitaisiin yhä vahvemmin perustella. Tulosten luotettavuuteen ja ulkoisten häiriötekijöiden minimointiin vaikutti myös varmasti osaltaan se, että arviointitehtävien

teettäjänä toimi lapsien oma tuttu opettaja. Lapset olisivat saattaneet jännittää arviointitilannetta eri tavalla, jos tutkija olisi teettänyt tehtävät.

Tämä tutkimus on osoittanut, että satunnaisesti valikoidut esikouluikäiset maahanmuuttajataustaiset lapset hyötyvät Ekapeli-Matikka-pelistä. Peli tukee lapsia, joilla on heikot varhaiset matemaattiset taidot, koska pelin avulla voidaan parantaa lasten suoritustasoa tehtävissä, jotka vaativat varhaisia matemaattisia taitoja. Mikäli numerotaju kehittyy kaikille lapsille primäärästi (Dehaene 2001) ja muodostaa koko matemaattisen ymmärryksen pohjan niin keskittymällä opetuksessa numerotajun vahvistamiseen, tarjotaan kaikille oppijoille tasavertaiset mahdollisuudet taitojen oppimiseen taustoista riippumatta. Tämän tutkimuksen tuloksista vedettyjä johtopäätöksiä tukee myös aiemmin Peuran & Sorvon (2012) tutkimustulosten pohdinta siitä, etteivät tietokonepelit voi korvata ihmistä opetuksessa, mutta ne ovat hyvä keino erilaistaa perinteistä opetusta. Pelit mukautuvat oppilaan tasolle ja harjoitukset pystytään kohdistamaan täsmällisesti tiettyihin taitoihin. Tietokonepelit toimivat hyvin opetuksen eriyttämiseen ja parhaimmillaan pelit opetusvälineinä saattavat lieventää tai jopa poistaa matematiikka-ahdistusta (Peura & Sorvo 2012).

Tutkimukseni osoittaa Ekapeli-Matikka-pelin tietokoneavusteisena interventio-
na tehokkaaksi keinoksi harjaannuttaa ja tukea esikouluikäisten maahanmuuttajataustaisten lasten heikkoja varhaisia matemaattisia taitoja, erityisesti lukumäärän laskemista, lukusanojen luettelua sekä pienten lukumäärien ei-symbolisien esitysmuotojen ymmärrystä. Ekapeli-Matikka harjoituttaa lapsen varhaisia matemaattisia taitoja muun muassa lukujonotaitoja, joiden on todettu (Aunio ym. 2004) mahdollistavan suoriutumisen myöhemmin haasteellisempien matemaattisten laskutoimitusten parissa. Ekapeli-Matikka-tietokonepeliä voisi hyödyntää matematiikan opetuksessa eräänä tehostetun tuen muotona. Tämän tutkimuksen tuloksista voisi olla hyötyä niille opettajille, jotka eivät ole aiemmin tutustuneet Ekapeli-Matikka-peliin ja, joilla on maahanmuuttajataustaisia oppilaita, joille matematiikan varhaiset taidot tuottavat haasteita.

Ekapeli-Matikka tukee niin visuaalista kuin auditiivistakin oppijaa, koska tehtävät esitetään yhtäaikaaisesti kuvin ja äänin. Hahmottamisen vaikeudesta kärsivä lapsi voi kuitenkin kokea, että ärsykejä on liikaa, jonka vuoksi peli ei sovellukaan suunniteltuun tarkoitukseensa hyvin. Matematiikalla on sekä visuaalinen että kielellinen puoli (Dehaene 1999), jolloin matematiikan oppimisvaikeusoppilas voi tukeutua muun muassa visuaalisiin ärsykeisiin jos kielelliset taidot ovat heikot ja matematiikan vaikeus

tästä seurausta. Ekapeli-Matikka pelissä ärsykkeet eivät kuitenkaan liiku, mikä voi mahdollistaa myös sellaisten lasten pelaamisen, joilla on hahmottamisen vaikeuksia.

Jatkotutkimuksia tehtäessä interventiojakso voisi olla pidempi ja tutkimus voisi keskittyä tarkastelemaan intervention keston merkitystä. Ekapeli-Matikka-tietokonepelin tehokkuutta varhaisten matemaattisten taitojen kehittymiseen voisi tarkastella myös yli 9-vuotiaiden maahanmuuttajataustaisten lasten parissa, joilla on todettu matematiikan oppimisvaikeus tai, joilla on suuria haasteita varhaisten matemaattisten taitojen omaksumisessa. Jatkotutkimuksissa maahanmuuttajaoppilaiden kielellisten taitojen taso voitaisiin kartoittaa tarkasti ja tutkia sen yhteyttä ja vaikutusta varhaisten matemaattisten taitojen kehittymiseen ja hallintaan.

Lähteet

- Arvonen, A. 2011 Maahanmuuttajanuorten oppimisvaikeuksien tunnistaminen. Teoksessa NMI- bulletin, Oppimisvaikeuksien erityislehti, 2011, 33-42. Vol. 21, No.1.
- Arvonen, A., Katva, L., Nurminen, A. 2010. Maahanmuuttajien oppimisvaikeuksien tunnistaminen. PS-kustannus.
- Aunio, P., Hannula, M. M. & Räsänen, P. 2004. Matemaattisten taitojen varhaiskehitys. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.) Matematiikka - näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen. (2. uud. p.) Jyväskylän yliopisto, 198-221.
- Aunio, P. & Niemivirta, M. 2010. Predicting children's mathematical performance in grade one by early numeracy. *Learning and Individual Differences* 20 (5), 427-435.
- Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M-K. & Nurmi, J-E. 2004. Developmental Dynamics of Math Performance From Preschool to Grade 2. *Journal of educational psychology*. Volume: 96 (4), 699-713.
- Baroody, A. J. 2004. The Development Bases For Early Childhood Number and Operations Standars. Teoksessa D. H. Clements & J. Sarama (toim.) *Engaging Young Children in Mathematics. Standards for Early Childhood Mathematics Education*. London: LEA, 173-219.
- Butterworth, B., Yeo, D. 2004. *Dyscalculia Guidance: Helping pupils with specific learning difficulties in math*. NFER-Nelson: London.
- Bronfenbrenner, U. 1979. *The ecology of human development. Experiments by nature and design*. Cambridge, Massachusetts, and London: Harward University Press.
- Clements, D. H. 2002. Computers in early childhood Mathematics. *Contemporary Issues in Early Childhood*. University at Buffalo, State University of New York, USA, Volume 3. (Number 2.), 160-181.
- Clements, D. H. & Nastasi, B.K. 1993. Electronic media and early childhood education. Teoksessa B. Spodek (toim.) *Handbook of Research on the Education of Young Children*. New York: Macmillan, 251-275.
- De Smedt, B., Verschaffel, L. & Ghesquiere, P. 2009. The Predictive Value of Numerical Magnitude Comparison for Individual Differences in Mathematics Achievement. *Journal of experimental child psychology* 103 (4), 469-479.

- Dehaene, S. 2001. Précis of The Number Sense. *Mind & Language*, Volume 16 (1), 16-36.
- Dehaene, S., Spelke, E., Pinel, P., Stanescu, R., & Tsivkin, S. 1999. Sources of mathematical thinking: Behavioral and brain imaging evidence. *Science*, 1999, 284, 970-974. American Assn for the Advancement of Science, US.
- Dufva, M. 2007 (toim.) KIMARA - Kielellisiä ja matemaattisia oppimisvaikeuksia ennaltaehkäisevä toimintamalli alkuopetuksessa: arvioinnista opetukseen. Turun yliopisto. Oppimistutkimuksen keskus.
- Elliott, A. & Hall, N. 1997. The impact of self-regulatory teaching strategies on "at-risk" preschoolers' mathematical learning in a computer-mediated environment. *Journal of Computing in Childhood Education*. Volume: 8 (2-3), 187-198.
- Feigenson, L., Dehaene, S. & Spelke, E. 2004. Core systems of number. *Trends in cognitive sciences* 8 (7), 307-314.
- Field, A. 2013. *Discovering Statistics using IBM SPSS Statistics*. Fourth Edition. Sage Publications Ltd.
- Fletcher, J. M., Lyon, G. R., Fuchs, L. S., Barnes, M. A. & Seppänen, H. 2009. *Matemaattiset vaikeudet*. Teoksessa J. M. Fletcher, G. R. Lyon, L. S. Fuchs, M. A. Barnes & Seppänen, H. (toim.) *Oppimisvaikeudet: tunnistamisesta interventioon*. Kuopio: Unipress, 261-297.
- Fletcher-Flinn, C. M. & Gravatt, B. 1995. The efficacy of computer assisted instruction (CAI): A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research* 12 (3), 219-241.
- Freeman, J. & Sugai, G. 2013. Identifying Evidence-Based Special Education Interventions From Single-Subject Research. *Teaching Exceptional Children*, 2013, 45, 5, 6-12, Council for Exceptional Children.
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Knight, C. & Stegmann, Z. 2004. Working Memory Skills and Educational Attainment: Evidence from National Curriculum Assessments at 7 and 14 Years of Age. *Applied Cognitive Psychology* 18 (1), 1-16.
- Geary, D. C. 1995. Reflections of evolution and culture in children's cognition. Implications for mathematical development and instruction. *American Psychologist* 50, 24-37.
- Geary, D. C. 2004. *Mathematics and learning disabilities*. Austin, United States. Volume: 37 (1), 4-15.

- Geary, D. C., Bailey, D. H. & Hoard, M. K. 2009. Predicting mathematical achievement and mathematical learning disability with a simple screening tool: The Number Sets Test. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 27, 265–279. Finnish version: Numerosetit (Koponen, T., Salminen, J., Räsänen, P. & Manninen, J. 2008.) Niilo Mäki Institute. Unpublished.
- Geary, D. C. 2011. Consequences, characteristics, and causes of mathematical learning disabilities and persistent low achievement in mathematics. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, 2011, 32 (3) 250-263, Lippincott Williams & Wilkins, US.
- Gelman, R., Gallistel, C. R. 1978. *The child's understanding of number*. Cambridge: Harvard University Press.
- Hannula, M. M. 2005. Spontaneous focusing on numerosity in the development of early mathematical skills. Turun yliopisto. Väitöskirja.
- Hauser, M.D., & Carey, S. 2003. Spontaneous representations of small numbers of objects by rhesus macaques: Examinations of content and format. *Cognitive Psychology*, 47, 367–401.
- Herrgård, E. & Airaksinen, E. 2004. Tarkkaavuus- ja oppimishäiriöt. Teoksessa M. Siljanpää, E. Herrgård, M. Iivanainen, M. Koivikko & H. Rantala (toim.) 2004. *Lastenneurologia*. Duodecim. Gummerus Kirjapaino Oy. 241–269.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2012. Tutki ja kirjoita. (15.-17. painos) Kariston Kirjapaino Oy: Tammi.
- Ikonen, K. 2005. Maahanmuuttajaoppilaiden opetus perusopetuksessa – opetussuunnitelmatyöstä käytäntöön. Opetushallitus 2005.
- Iuculano, T., Moro, R. & Butterworth, B. 2011. Updating Working Memory and Arithmetical Attainment in School. *Learning and Individual Differences* 21 (6), 655–661.
- Jordan, N. C., Hanich, L. B., & Kaplan, D. 2003a. Arithmetic fact mastery in young children: a longitudinal investigation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 85, 103-119.
- Jordan, N. C., Hanich, L. B., & Kaplan, D. 2003b. A longitudinal study of mathematical competencies in children with specific mathematics difficulties versus children with comorbid mathematics and reading difficulties. *Child Development*, 74 (3), 834-850.

- Jordan, N. C., Kaplan, D. & Hanich, L. B. 2002. Achievement growth in children with learning difficulties in mathematics: findings of a two-year longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 94 (3), 586-597.
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Locuniak, M. N. & Ramineni, C. 2007. Predicting First-Grade Math Achievement from Developmental Number Sense Trajectories. *Learning Disabilities Research & Practice* 22 (1), 36–46.
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Nabors Olah, L. & Locuniak, M. N. 2006. Number Sense Growth in Kindergarten: A Longitudinal Investigation of Children at Risk for Mathematics Difficulties. *Child development* 77 (1), 153–175.
- Koponen, T. 2008. Calculation and language: Diagnostic and intervention studies. Jyväskylän yliopisto. Väitöskirja.
- Koponen, T., Aunola, K., Ahonen, T. & Nurmi, J. 2007. Cognitive Predictors of Single-Digit and Procedural Calculation Skills and Their Covariation with Reading Skill. *Journal of experimental child psychology* 97 (3), 220–241.
- Kroesbergen, E. H. & van Luit, J. E. 2003. Mathematics Interventions for Children with Special Educational Needs: A Meta-Analysis. *Remedial and Special Education* 24 (2), 97–114.
- Kulik, C. C. & Kulik, J. A. 1991. Effectiveness of Computer-Based Instruction: An Updated Analysis. *Computers in Human Behavior* 7 (1–2), 75–94.
- Le Corre, M., Van de Walle, G. A., Brannon, E., & Carey, S. (2006). Re-visiting the performance/competence debate in the acquisition of counting as a representation of the positive integers. *Cognitive Psychology*, 52 (2), 130–169.
- Li, Q. & Ma, X. 2010. A Meta-analysis of the Effects of Computer Technology on School Students' Mathematics Learning. *Educational Psychology Review*, 2010, 22 (3), 215-243. Springer Science & Business Media, New York, Netherlands, New York.
- Lundberg, I. & Sterner, G. 2006. Reading, Arithmetic, and Task Orientation--How Are They Related? *Annals of Dyslexia*, 2006, 56 (2), 361-377, Springer. 233 Spring Street, NY.
- LukiMat. 2013a. Saatavilla osoitteessa:
<http://www.lukimat.fi/matematiikka/Vanhemmalle/matemaattiset-oppimisvaikeudet/kuinka-yleisia-ovat-matemaattiset-oppimisvaikeudet>. Viitattu: 2013.

LukiMat. 2013b. Saatavilla osoitteessa:

<http://www.lukimat.fi/matematiikka/tietopalvelu/taitojenkehitys/lukumaaraisyydentaju>. Viitattu 2013.

LukiMat. 2013c. Saatavilla osoitteessa:

<http://www.lukimat.fi/matematiikka/materiaalit/Tietokoneohjelmat/ekapelimatikka>. Viitattu 16.10.2013.

LukiMat. 2013d. Saatavilla osoitteessa:

<http://www.lukimat.fi/matematiikka/monimat/monikulttuurinen-matematiikanopetus>. Viitattu 24.10.2013.

LukiMat. 2013e. Saatavilla osoitteessa:

<http://www.lukimat.fi/matematiikka/monimat/matematiikan-sanasto/matematiikan-sanasto>

Lyytinen, H., Ahonen, T., Aro, M., Aro, T., Holopainen, L., Närhi, V. & Räsänen, P. 2000. Kehitysneuropsykologinen näkökulma oppimisvaikeuksiin. Teoksessa P. Fadjukoff, T., Ahonen & H. Lyytinen (toim.) Oppimisvaikeudet, tutkimuksesta käytäntöön. Lievestuore: NMI, 24-58.

Metsämuuronen, J. 2004. Pienten aineistojen analyysi. Parametrittomien menetelmien perusteet ihmistieteissä. Metodologia-sarja 9. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.

Metsämuuronen, J. 2005. Kokeellisen tutkimuksen perusteet ihmistieteissä. International Methelp, Helsinki.

Missing data 2013. Saatavilla osoitteessa:

http://missingdata.lshtm.ac.uk/index.php?option=com_content&view=article&id=71:last-observation-carried-forward-locf&catid=39:simple-ad-hoc-methods-for-coping-with-missing-data&Itemid=96. Viitattu 2013.

Monimat, 2013. Tutkimus- ja kehittämishanke maahanmuuttajalasten matematiikan perustaitojen tukemiseksi esikoulussa sekä alkuopetuksessa. Viitattu 17.10.2013. Saatavilla osoitteessa: <http://www.lukimat.fi/matematiikka/monimat>.

Morrill, C.S. 1961. Teaching machines: A review. Psychological bulletin. Volume 58 (5), 363–375.

NMI, 2013. Saatavilla osoitteessa: <http://www.nmi.fi/projektit/paattyneet/monimat>. Viitattu 10.11.2013.

Opetushallitus, 2013a. Saatavilla osoitteessa:

http://www.oph.fi/tietopalvelut/tilastotiedot/muita_koulutustilastoja/maahanmuuttajien_koulutus. Viitattu 2.11.2013.

Opetushallitus, 2013b. Saatavilla osoitteessa:

http://www.oph.fi/koulutus_ja_tutkinnot/perusopetus/kieli-_ja_kulttuuriryhmat/maahanmuuttajataustaiset_oppilaat

Opetushallitus, 2013c. Saatavilla osoitteessa:

http://www.oph.fi/download/131381_Maahanmuuttajien_koulutus_Suomessa_tilannekatsaus.pdf. Viitattu 2.11.2013.

Peura, P. & Sorvo, R. 2012. Computer-assisted intervention for preschoolers in need of intensified support in mathematics. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden laitos. Pro gradu -tutkielma.

POPS 2004. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004. Opetushallitus. Viitattu 2013. Saatavilla osoitteessa:

http://www.oph.fi/download/139848_pops_web.pdf.

Reigosa-Crespo, V., Valdes-Sosa, M., Butterworth, B., Estevez, N., Rodriguez, M., Santos, E., Torres, P., Suarez, R. & Lage, A. 2012. Basic numerical capacities and prevalence of developmental dyscalculia: The Havana Survey. *Developmental Psychology*, 2012, Vol. 48, No. 1, 123–135. American Psychological Association, US.

Räsänen, P. 2011. Matemaattisten oppimisvaikeuksien arviointi esi- ja alkuopetusikäisillä maahanmuuttajalapsilla: Johdanto. Teoksessa NMI Bulletin, 2001, 43-53. No.1. Niilo Mäki Säätiö.

Räsänen, P. 2012a. Laskemiskyvyn häiriö eli dyskalkulia. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 2012; 128(11):1168-77.

Räsänen, P. 2012b. Monimat. Matematiikan perustaitojen hallinnan arviointi. Niilo Mäki Instituutti 2012. Viitattu 2013. Saatavilla osoitteessa:

<http://www.lukimat.fi/matematiikka/monimat/matemaattisten-taitojen-peruskartoitus/matemaattisten-taitojen-peruskartoitus>.

Räsänen, P. & Ahonen, T. 2002 Matemaattiset oppimisvaikeudet. Teoksessa H. Lyytinen, T. Ahonen, T. Korhonen, M. Korkman & T. Riita (toim.) *Oppimisvaikeudet. Neuropsykologinen näkökulma*. Juva: WSOY, 191-234.

- Räsänen, P. & Ahonen, T. 2004 Oppimisvaikeudet matematiikassa - neuropsykologinen näkökulma. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.) *Matematiikka - näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen*, 2004, 274–300. Niilo Mäki Instituutti.
- Räsänen, P., Salminen, J., Wilson, A. J., Aunio, P. & Dehaene, S. 2009. Computer-Assisted Intervention for Children with Low Numeracy Skills. *Cognitive Development* 24 (4), 450–472.
- Salminen, J., Räsänen, P., Koponen, T. & Aunio, P. 2008a. The Number Word – Quantity – Correspondence Test. Niilo Mäki Instituutti. Julkaisematon.
- Salminen, J., Koponen, T., Aunio, P. & Räsänen, P. 2008b. The Counting Skills Test. Niilo Mäki Instituutti. Julkaisematon.
- Salminen, J., Räsänen, P., Koponen, T. & Aunio, P. 2008c. The Basic Addition Fluency Test. Niilo Mäki Instituutti. Julkaisematon.
- Salonen, P., Lepola, J., Vauras, M., Rauhanummi, T., Lehtinen, E., & Kinnunen, R. 1994. Diagnostiset testit 3. Motivaatio, Metakognitio ja Matematiikka. Turun yliopisto, Turku.
- Stedly, K., Drago, K., Arafah, S. & Luke, S. D. 2008. Effective Mathematics Instruction. Evidence for education. Volume 3 (1) 2008. Viitattu 2013. Saatavilla osoitteessa: <http://nichcy.org/wp-content/uploads/docs/eemath.pdf>.
- Siegler, R. S. & Ramani, G. B. 2008. Special section: The development of mathematical cognition. Playing linear numerical board games promotes low-income childrens numerical development. *Developmental Science* 11:5 (2008), pp 655– 661.
- Taipale, A. 2010. Matematiikan, lukemisen ja kirjoittamisen vaikeuksien päällekkäistyminen nuoruusiässä. Joensuun yliopisto. Väitöskirja. Viitattu 2013. Saatavilla osoitteessa: http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-219-309-4/urn_isbn_978-952-219-309-4.pdf.
- Temple, C. M. & Sherwood, S. 2002. Representation and retrieval of arithmetical facts: Developmental difficulties. *The Quarterly journal of experimental psychology* 2002, 55A (3), 733–752.
- Tilastokeskus, 2013. Peruskouluissa 540 500 oppilasta vuonna 2013. Viitattu 5.1.2013. Saatavilla osoitteessa: http://www.stat.fi/til/pop/2013/pop_2013_2013-11-15_tie_001_fi.html.

- Vilenius-Tuohimaa, P. 2005. Vanhempien koulutustaso, lapsen kielellinen ilmaisu ja tehtävääorientoituneita matemaattisten taitojen selittäjinä koulutien alussa. Helsingin yliopisto. Väitöskirja. Yliopistopaino, Helsinki. Viitattu 2013. Saatavilla osoitteessa: <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/kay/sovel/vk/vilenius-tuohimaa/vanhempi.pdf>.
- Xu, F. & Spelke, E. S. 2000. Large number discrimination in 6-month-old infants. *Cognition*, 74, 1–11.
- WWC. Procedures and Standards Handbook, Version 3.0. Viitattu 2013. Saatavilla osoitteessa:
http://ies.ed.gov/ncee/wwc/pdf/reference_resources/wwc_procedures_v3_0_draft_standards_handbook.pdf.
- Wilson, A. J. & Dehaene, S. 2007. Number sense and developmental dyscalculia. US: Guilford Press, New York, NY.
- Wilson, A. J., Dehaene, S., Dubois, O. & Fayol, M. 2009. Effects of an adaptive game intervention on accessing number sense in low-socioeconomic-status kindergarten children. *Mind, Brain, and Education* 3 (4), 224-234.
- Wilson, A. J., Dehaene, S., Pinel, P., Revkin, S. K., Cohen, L. & Cohen, D. 2006a. Principles underlying the design of "The Number Race", an adaptive computer game for remediation of dyscalculia. *Behavioral and Brain Functions* 2. 1–14. BioMed Central Limited, UK.
- Wilson, A. J., Revkin, S. K., Cohen, D., Cohen, L. & Dehaene, S. 2006b. An open trial assessment of "the number race", an adaptive computer game for remediation of dyscalculia. *Behavioral and Brain Functions* 2. 1–16. BioMed Central Limited, UK.

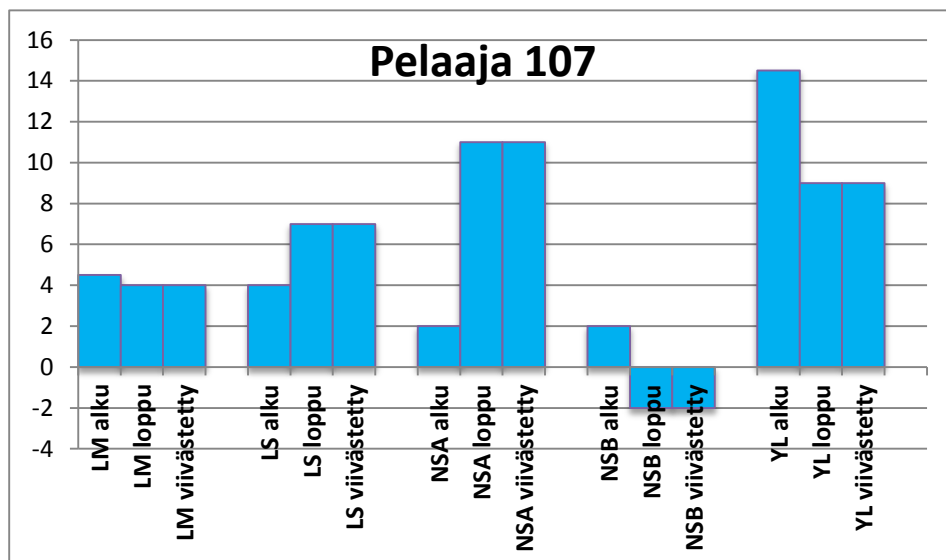
Liitteet

Liite 1: Taustatiedot pelaajasta 107

Pelaaja 107

Poika, jonka kotona puhutaan somaliaa, jota poikakin puhuu. Poika on ollut suomenkielissä päivähoitossa kaksi vuotta, ymmärtää suomenkielistä puhetta ja tuottaa suomea kohtalaisesti.

TAULUKKO 3. Pelaajan 107 alku-, loppu-, ja viivästetyn mittauksen pistemäärät muutujittain



Huom. LM = lukumäärän laskeminen, LS = lukusanojen luettelu, NSA = numerosetit A-osa, NSB = numerosetit B-osa, YL = yhteenlasku, alku = alkumittauspistemäärä, loppu = loppumittauspistemäärä, viivästetty = viivästetyn mittauksen pistemäärä.

Tulkinta:

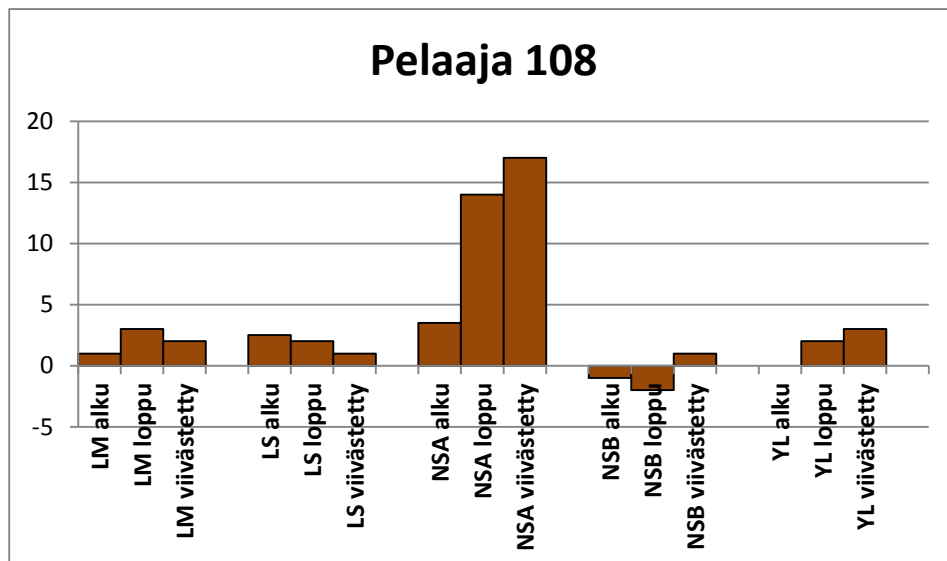
Verrattaessa alku- ja loppumittauksien pistemääriä keskenään pelaajan 107 pisteet ovat parantuneet lukusanojen luettelussa sekä numerosetit A-osassa ja taidot kaikissa osaluissa ovat säilyneet samantasoisina loppumittauksesta viivästettyyn loppumittaukseen saakka.

Liite 2: Taustatiedot pelaajasta 108

Pelaaja 108

Tyttö, jonka kotona puhutaan kurdia, jota tyttö itsekin puhuu. Tyttö on ollut suomenkielissä päivähoitossa kaksi ja puoli vuotta. Hän ymmärtää lyhyitä suomenkielisiä lauseita ja osaa joitakin sanoja.

TAULUKKO 4. Pelaajan 108 alku-, loppu-, ja viivästetyn mittauksen pistemäärät muutujittain



Huom. LM = lukumäärän laskeminen, LS = lukusanojen luettelu, NSA = numeroseitit A-osa, NSB = numeroseitit B-osa, YL = yhteenlasku, alku = alkumittauspistemäärä, loppu = loppumittauspistemäärä, viivästetty = viivästetyn mittauksen pistemäärä.

Tulkinta:

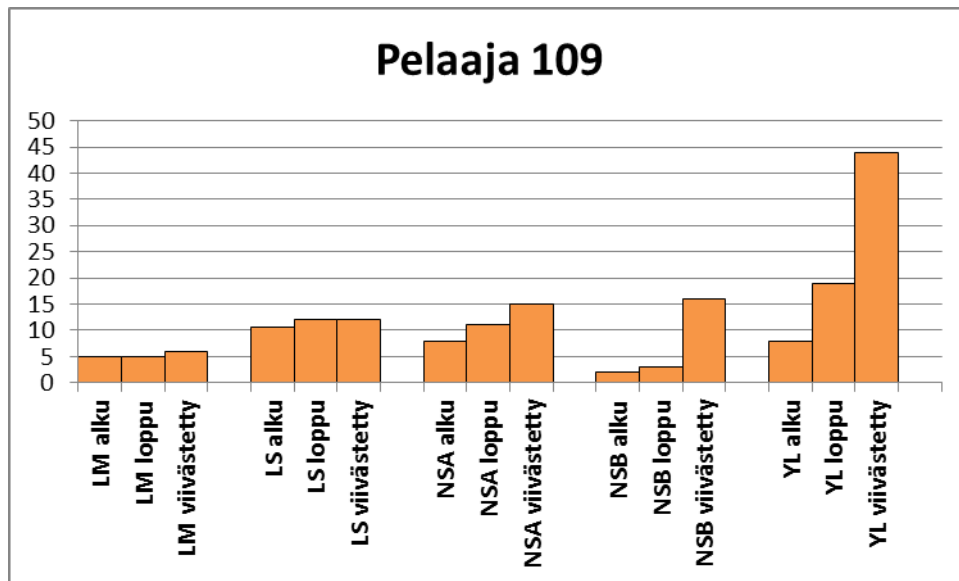
Lukumäärän laskeminen, numeroseitit A-osa sekä yhteenlasku paranevat alkumittauksesta loppumittaukseen. Numeroseitit B-osa on ollut huomattavasti haastavampi kuin numeroseitit A-osa, ja tulos on parantunut vasta viivästetyssä loppumittauksessa.

Liite 3: Taustatiedot pelaajasta 109

Pelaaja 109

Tyttö, jonka kotona puhutaan suomea ja ranskaa. Tyttö puhuu myös itse molempia kieliä. Hän on ollut kaksi vuotta suomenkielisessä päivähoitossa. Suomi on lapsen äidinkieli.

TAULUKKO 5. Pelaajan 109 alku-, loppu-, ja viivästetyn mittauksen pistemäärät muuttujittain



Huom. LM = lukumäärän laskeminen, LS = lukusanojen luettelu, NSA = numerosetit A-osa, NSB = numerosetit B-osa, YL = yhteenlasku, alku = alkumittauspistemäärä, loppu = loppumittauspistemäärä, viivästetty = viivästetyn mittauksen pistemäärä.

Tulkinta:

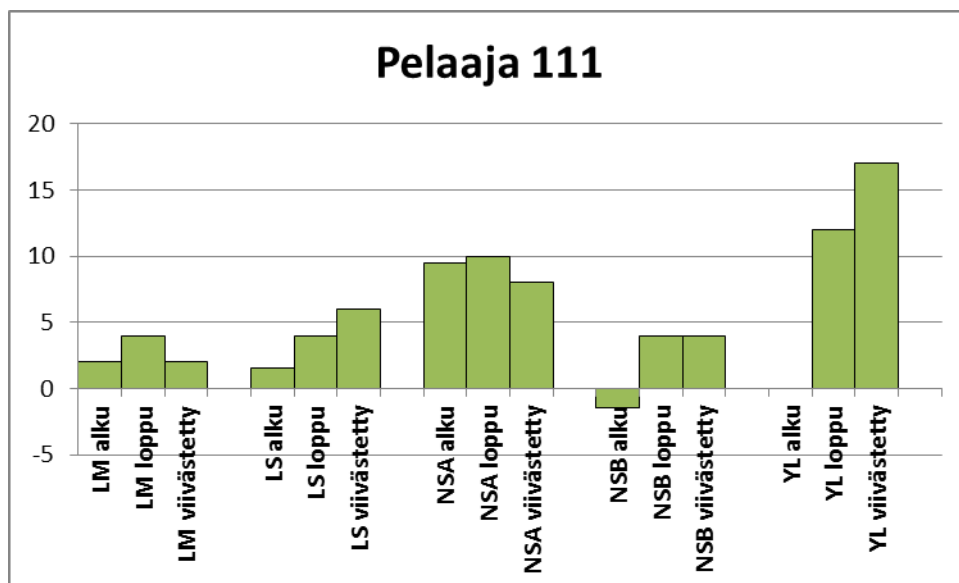
Pelaaja on suoriutunut nousujohteisesti kaikissa tehtävissä niin, että hänen pisteensä ovat parantuneet kaikilla osa-alueilla alkumittauksesta loppumittaukseen. Viivästetyssä mittauksessa taidot ovat hyvin lähellä maksimipistemääriä kaikissa tehtävissä.

Liite 4: Taustatiedot pelaajasta 111

Pelaaja 111

Tyttö, jonka kotona puhutaan suomea ja kurdia. Tyttö puhuu itse kotonaan vain kurdia. Hän on ollut kaksi vuotta suomenkielisessä päivähoitossa. Tyttö ymmärtää suomenkielistä puhetta ja hänen oma suomenkielen tuottaminen on kohtalaista.

TAULUKKO 6. Pelaajan 111 alku-, loppu-, ja viivästetyn mittauksen pistemäärät muutujittain



Huom. LM = lukumäärän laskeminen, LS = lukusanojen luettelu, NSA = numerosetit A-osa, NSB = numerosetit B-osa, YL = yhteenlasku, alku = alkumittauspistemäärä, loppu = loppumittauspistemäärä, viivästetty = viivästetyn mittauksen pistemäärä.

Tulkinta:

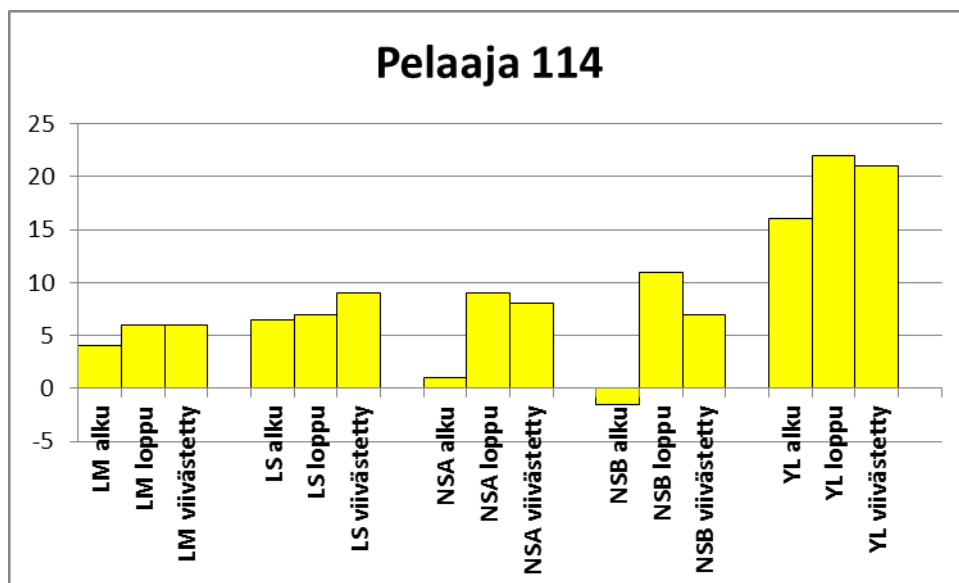
Kaikkien tehtävien tulokset paranevat loppumittaukseen. Numerosetit B-osa on ollut haasteellisempi verrattuna sitä numerosetit A-osaan. Yhteenlaskutaidossa on tapahtunut suurin parannus, alkumittauksen nolllasta pisteestä viivästetyn mittauksen 17:sta pisteeseen.

Liite 5: Taustatiedot pelaajasta 114

Pelaaja 114

Poika, jonka kotona puhutaan venäjää, jota poikakin puhuu. Hän ei ole ollut suomenkielissä päivähoitossa, mutta on ollut kaksi vuotta muunkielisessä päivähoitossa. Poika ymmärtää lyhyitä suomenkielisiä lauseita, mutta hänen suomenkielen tuottamisen taidosta ei ole tietoa.

TAULUKKO 7. Pelaajan 114 alku-, loppu-, ja viivästetyn mittauksen pistemäärät muutujittain



Huom. LM = lukumäärän laskeminen, LS = lukusanojen luettelu, NSA = numerosetit A-osa, NSB = numerosetit B-osa, YL = yhteenlasku, alku = alkumittauspistemäärä, loppu = loppumittauspistemäärä, viivästetty = viivästetyn mittauksen pistemäärä.

Tulkinta:

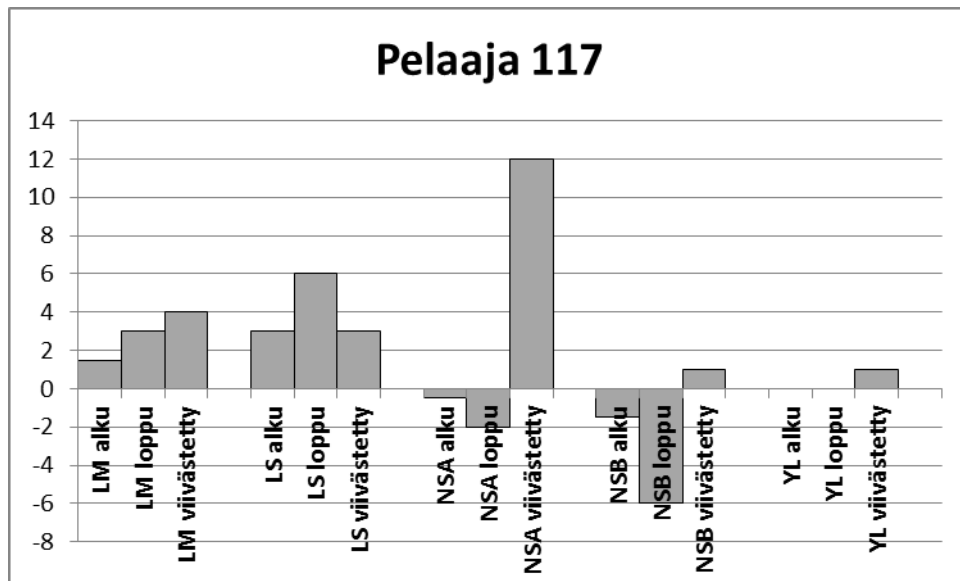
Kaikkien tehtävien tulokset paranevat alkumittauksesta loppumittaukseen. Loppumittauksessa lukumäärän laskemisessa pelaaja saa maksimipisteet. Numerosetit A- ja B-osan sekä yhteenlaskun pistemäärät heikkenevät viivästetyssä loppumittauksessa.

Liite 6: Taustatiedot pelaajasta 117

Pelaaja 117

Tyttö, jonka kotona puhutaan suomea ja vietnamia. Tyttö käyttää itse kotonaan vain vietnamin kieltä. Hän on ollut suomenkielisessä päivähoitossa kaksi vuotta, ymmärtää suomenkielistä puhetta ja tuottaa suomea kohtalaisesti.

TAULUKKO 8. Pelaajan 117 alku-, loppu-, ja viivästetyn mittauksen pistemäärät muutujittain



Huom. LM = lukumäärän laskeminen, LS = lukusanojen luettelu, NSA = numerosetit A-osa, NSB = numerosetit B-osa, YL = yhteenlasku, alku = alkumittauspistemäärä, loppu = loppumittauspistemäärä, viivästetty = viivästetyn mittauksen pistemäärä.

Tulkinta:

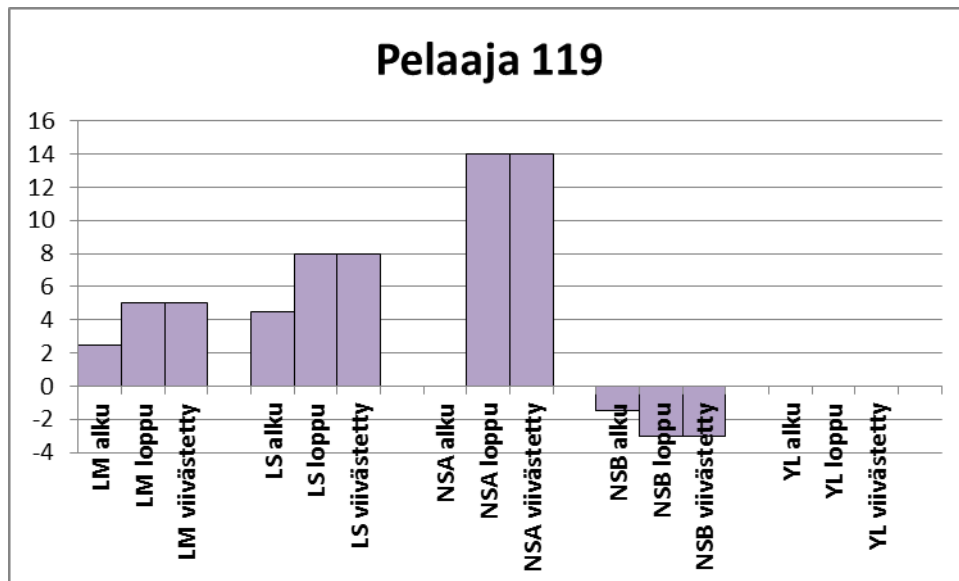
Lukumäärän laskeminen ja lukusanojen luettelu paranevat, mutta lukusanojen luettelu heikkenee viivästetyssä mittauksessa. Numerosetit A- ja B-osan sekä yhteenlaskun pistemäärät paranevat vasta viivästetyssä loppumittauksessa. Molemmissa numerosetit osioissa pistemäärät ovat negatiivisia sekä alku- että loppumittauksessa.

Liite 7: Taustatiedot pelaajasta 119

Pelaaja 119

Poika, jonka kotona puhutaan suomea ja ranskaa, poika puhuu itse molempia kieliä. Hän ei ole ollut suomenkielisessä päivähoitossa, mutta ymmärtää suomenkielistä puhetta ja tuottaa sujuvasti suomenkieltä.

TAULUKKO 9. Pelaajan 119 alku-, loppu-, ja viivästetyn mittauksen pistemäärät muutujittain



Huom. LM = lukumäärän laskeminen, LS = lukusanojen luettelu, NSA = numerosetit A-osa, NSB = numerosetit B-osa, YL = yhteenlasku, alku = alkumittauspistemäärä, loppu = loppumittauspistemäärä, viivästetty = viivästetyn mittauksen pistemäärä.

Tulkinta:

Lukumäärän laskeminen, lukusanojen luettelu ja numerosetit A-osa paranevat, mutta numerosetit B-osa heikkenee loppumittauksessa. Yhteenlaskussa pelaaja saa nolla pistettä jokaisella mittauskerralla.

Liite 8: Koeryhmän taustatiedot taulukoituna

TAULUKKO 10. Yhteenvedo koeryhmän (n = 7) laadullisen kyselylomakkeen tiedoista.

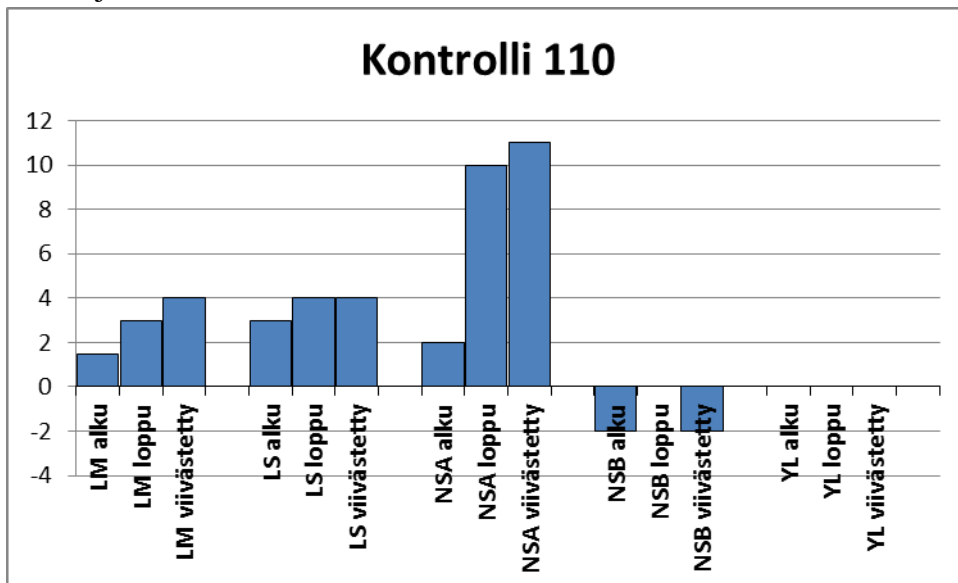
Koe-ryhmä 3 poikaa/ 4 tyttöä	Sukupuoli	Lapsen kotona puhuttavat kielet	Lapsen kotona käytämä kieli	Aika, jonka lapsi on ollut suomenkielissä päivähoidossa	Aika, jonka lapsi on ollut muunkielisessä päivähoitossa	suomenkielen ymmärtäminen	suomenkielen tuottaminen
Koehenkilö							
107	poika	-, somalia	-, somalia	2 vuotta	ei ole ollut	ymmärtää puhetta	kohtalaista
108	tyttö	-, kurdi	-, kurdi	2,5 vuotta	?	lyhyitä lauseita	joitakin sanoja
109	tyttö	suomi, ranska	suomi, ranska	2 vuotta	ei ole ollut	suomi on lapsen äidinkieli	
111	tyttö	suomi, kurdi	-, kurdi	2 vuotta	ei ole ollut	ymmärtää puhetta	kohtalaista
114	poika	-, venäjä	-, venäjä	ei ole ollut	2 vuotta	lyhyitä lauseita	?
117	tyttö	suomi, vietnam	-, vietnam	2 vuotta	ei ole ollut	ymmärtää puhetta	kohtalaista
119	poika	suomi, ranska	suomi, ranska	ei ole ollut	ei ole ollut	ymmärtää puhetta	sujuvaa

Liite 9: Taustatiedot kontrollista 110

Kontrolli 110

Tyttö, jonka kotona puhutaan arabiaa, jota tyttökin käyttää. Hän on ollut suomenkielissä päivähoitossa, mutta aika ei ole tiedossa. Tyttö ymmärtää suomenkielistä puhetta ja tuottaa sujuvasti suomenkieltä.

TAULUKKO 11. Kontrollin 110 alku-, loppu-, ja viivästetyn mittauksen pistemäärät muuttujittain



Huom. LM = lukumäärän laskeminen, LS = lukusanojen luettelu, NSA = numerosetit A-osa, NSB = numerosetit B-osa, YL = yhteenlasku, alku = alkumittauspistemäärä, loppu = loppumittauspistemäärä, viivästetty = viivästetyn mittauksen pistemäärä.

Tulkinta:

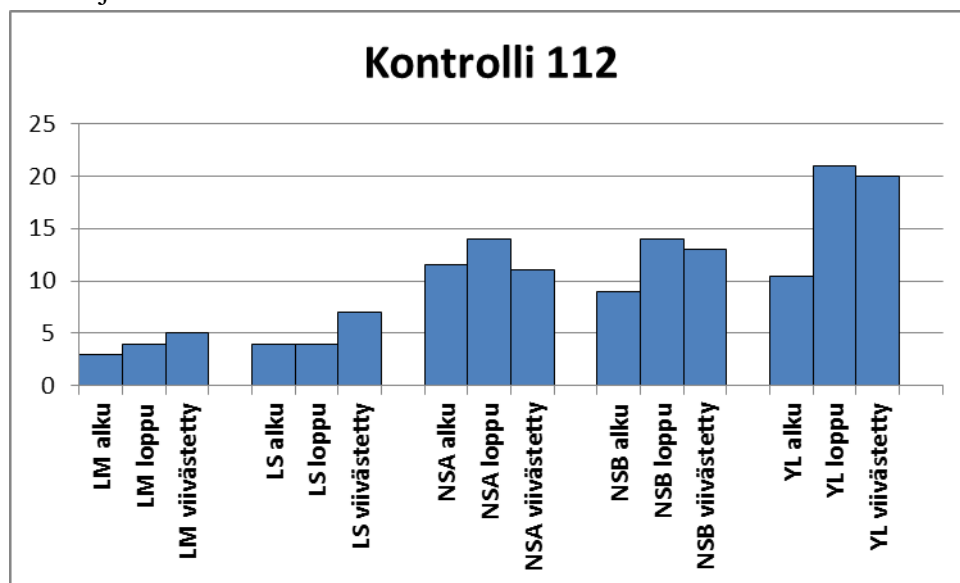
Lukumäärän laskeminen, lukusanojen luettelu ja numerosetit A-osa paranevat, mutta numerosetit B-osa sekä yhteenlasku eivät suju.

Liite 10: Taustatiedot kontrollista 112

Kontrolli 112

Poika, jonka kotona puhutaan venäjää, jota poikakin puhuu. Hän on ollut suomenkielissä päivähoitossa kolme vuotta ja saman ajan myös muunkielisessä päivähoitossa. Poika, ymmärtää joitakin suomenkielisiä sanoja ja pystyy itse tuottamaan joitakin sanoja.

TAULUKKO 12. Kontrollin 112 alku-, loppu-, ja viivästetyn mittauksen pistemäärät muuttujittain.



Huom. LM = lukumäärän laskeminen, LS = lukusanojen luettelu, NSA = numerosetit A-osa, NSB = numerosetit B-osa, YL = yhteenlasku, alku = alkumittauspistemäärä, loppu = loppumittauspistemäärä, viivästetty = viivästetyn mittauksen pistemäärä.

Tulkinta:

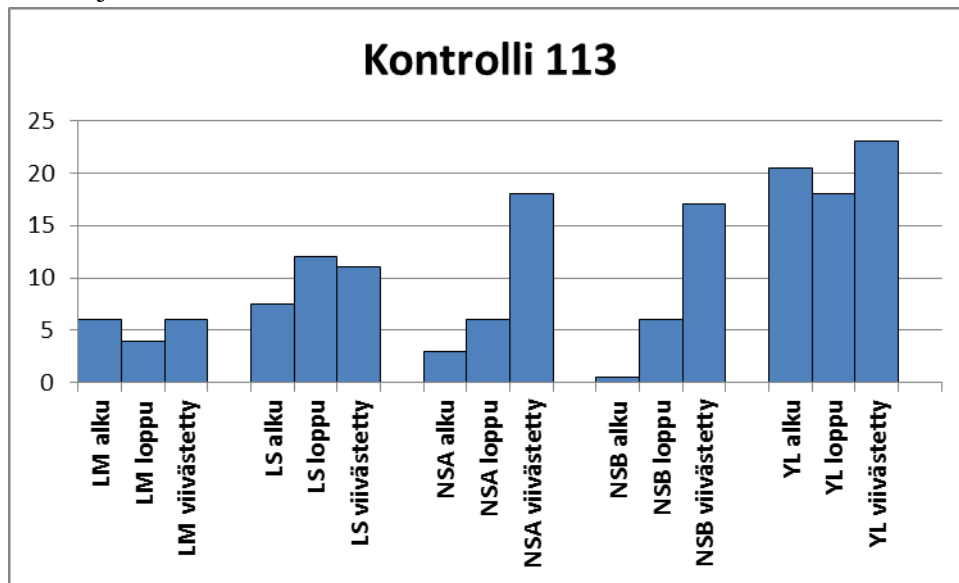
Lukusanojen luettelon taidot ovat samat loppumittauksessa verrattuna alkumittaukseen, mutta viivästetyssä loppumittauksessa pistemäärä on parempi. Kaikissa muissa tehtävissä loppumittaus on parempi kuin alkumittaus. Viivästetyssä loppumittauksessa ainoastaan lukumäärän laskeminen ja lukusanojen luettelon pistemäärät jatkavat kasvamistaan, numerosetit B-osan ja yhteenlaskun heiketessä hieman.

Liite 11: Taustatiedot kontrollista 113

Kontrolli 113

Poika, jonka kotona puhutaan viroa, jota poikakin puhuu. Hän ei ole ollut suomenkielissä päivähoitossa, mutta on ollut neljä vuotta muunkielisessä päivähoitossa. Poika, ymmärtää lyhyitä suomenkielisiä lauseita ja pystyy itse tuottamaan joitakin sanoja.

TAULUKKO 13. Kontrollin 113 alku-, loppu-, ja viivästetyn mittauksen pistemäärät muuttujittain.



Huom. LM = lukumäärän laskeminen, LS = lukusanojen luettelu, NSA = numerotit A-osa, NSB = numerotit B-osa, YL = yhteenlasku, alku = alkumittauspistemäärä, loppu = loppumittauspistemäärä, viivästetty = viivästetyn mittauksen pistemäärä.

Tulkinta:

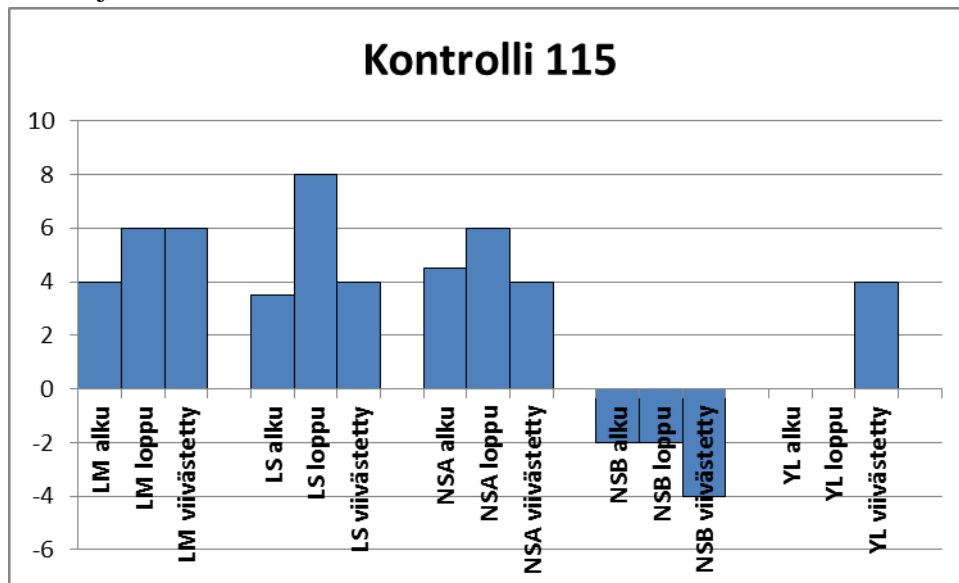
Lukusanojen luettelussa, sekä molemmissa numerotit-osioissa pisteet paranevat loppumittauksessa. Muissa tehtävissä loppumittaus on heikompi kuin alkumittaus, mutta viivästetty loppumittaus sitä vastoin parempi kuin mitä alkumittaus oli.

Liite 12: Taustatiedot kontrollista 115

Kontrolli 115

Poika, jonka kotona puhutaan venäjää, jota poikakin puhuu. Hän on ollut suomenkielissä päivähoitossa viisi vuotta. Poika, ymmärtää lyhyitä suomenkielisiä lauseita ja pystyy itse tuottamaan suomea kohtalaisesti.

TAULUKKO 14. Kontrollin 115 alku-, loppu-, ja viivästetyn mittauksen pistemäärät muuttujittain.



Huom. LM = lukumäärän laskeminen, LS = lukusanojen luettelu, NSA = numerosetit A-osa, NSB = numerosetit B-osa, YL = yhteenlasku, alku = alkumittauspistemäärä, loppu = loppumittauspistemäärä, viivästetty = viivästetyn mittauksen pistemäärä.

Tulkinta:

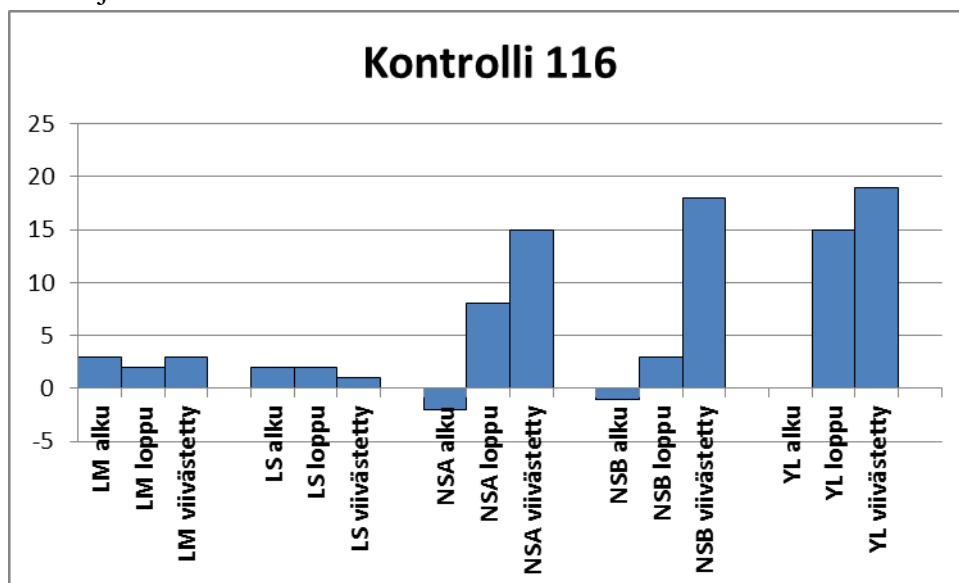
Suurin parannus tapahtuu lukusanojen luettelussa. Kaikki tehtävät paitsi numerosetit B osa parantuvat.

Liite 13: Taustatiedot kontrollista 116

Kontrolli 116

Poika, jonka kotona puhutaan burman kieltä, jota poikakin puhuu. Hän on ollut suomenkielisessä päivähoitossa kaksi vuotta ja muunkielisessä päivähoitossa kaksi vuotta. Poika, ymmärtää lyhyitä suomenkielisiä lauseita ja pystyy itse tuottamaan suomea kohdallisesti.

TAULUKKO 15. Kontrollin 116 alku-, loppu-, ja viivästetyn mittauksen pistemäärät muuttujittain.



Huom. LM = lukumäärän laskeminen, LS = lukusanojen luettelu, NSA = numerosetit A-osa, NSB = numerosetit B-osa, YL = yhteenlasku, alku = alkumittauspistemäärä, loppu = loppumittauspistemäärä, viivästetty = viivästetyn mittauksen pistemäärä.

Tulkinta:

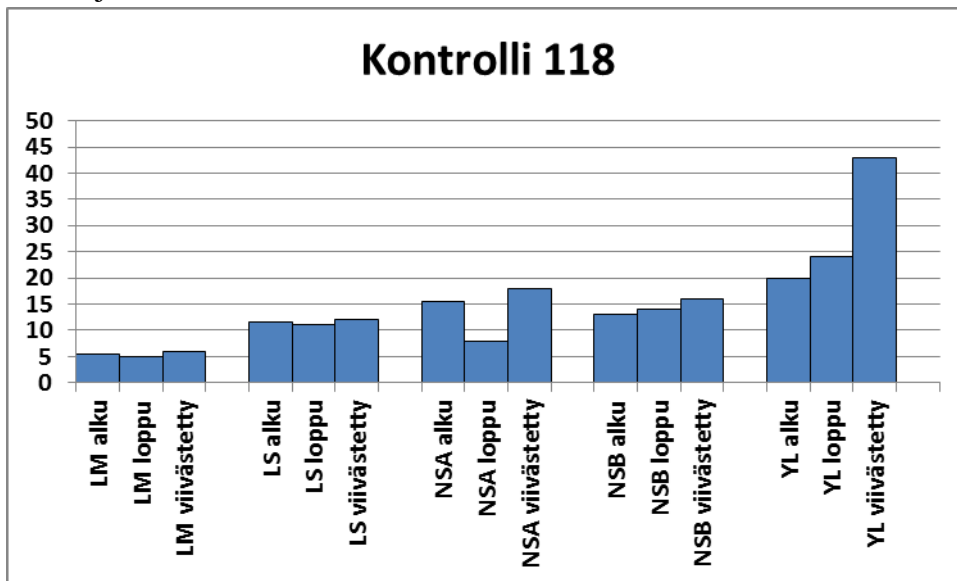
Lukumäärän laskeminen ja lukusanojen luettelu jäävät pisteiltään heikoiksi. Numeroseteissä sekä yhteenlaskussa tapahtuu merkittävää parannusta loppumittauksesta viivästettyyn loppumittaukseen.

Liite 14: Taustatiedot kontrollista 118

Kontrolli 118

Tyttö, joka puhuu kotonaan äidin kanssa suomea ja isän kanssa eestiä. Hän on ollut suomenkielisessä päivähoitossa yhden vuoden. Tyttö ymmärtää suomenkielistä puhetta ja puhuu suomea sujuvasti.

TAULUKKO 16. Kontrollin 118 alku-, loppu-, ja viivästetyn mittauksen pistemäärät muuttujittain.



Huom. LM = lukumäärän laskeminen, LS = lukusanojen luettelu, NSA = numerosetit A-osa, NSB = numerosetit B-osa, YL = yhteenlasku, alku = alkumittauspistemäärä, loppu = loppumittauspistemäärä, viivästetty = viivästetyn mittauksen pistemäärä.

Tulkinta:

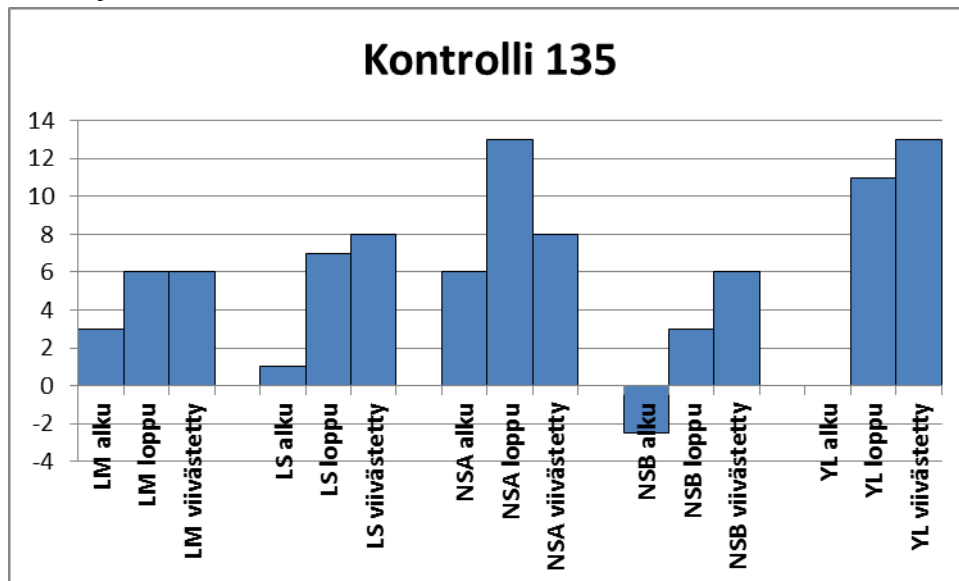
Lukumäärän laskeminen, lukusanojen luettelu ja numerosetit A-osa eivät parane loppumittauksessa. Numerosetit B-osa ja yhteenlasku sitä vastoin paranee ja on viivästetyssä loppumittauksessa vieläkin parempi verrattuna edellisiin mittauksiin.

Liite 15: Taustatiedot kontrollista 135

Kontrolli 135

Tyttö, joka puhuu kotonaan turkkia. Hän on ollut suomenkielisessä päivähoitossa kolme vuotta. Tyttö ymmärtää lyhyitä suomenkielisiä lauseita ja tuottaa suomenkielistä puhetta kohtalaisesti.

TAULUKKO 17. Kontrollin 135 alku-, loppu-, ja viivästetyn mittauksen pistemäärät muuttujittain.



Huom. LM = lukumäärän laskeminen, LS = lukusanojen luettelu, NSA = numerosetit A-osa, NSB = numerosetit B-osa, YL = yhteenlasku, alku = alkumittauspistemäärä, loppu = loppumittauspistemäärä, viivästetty = viivästetyn mittauksen pistemäärä.

Tulkinta:

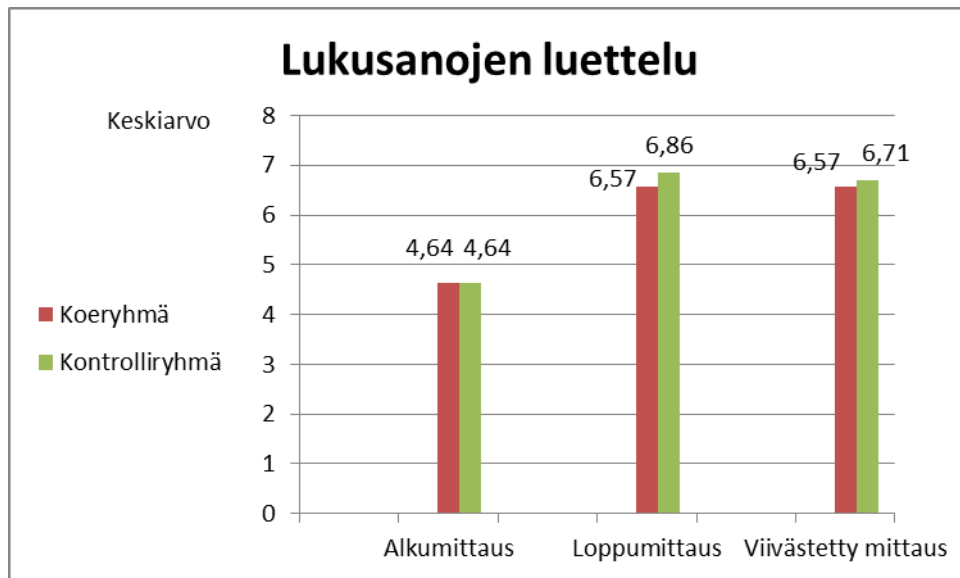
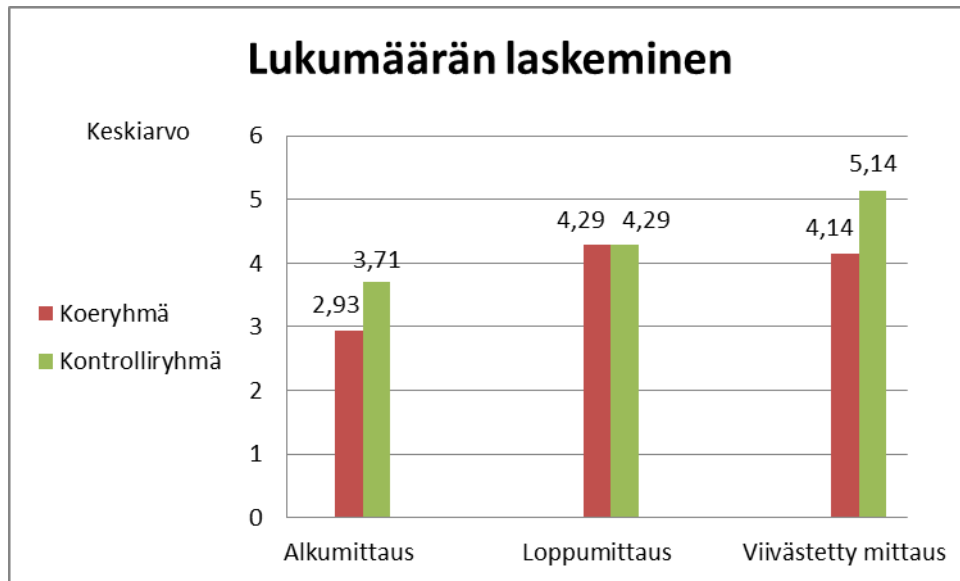
Lukumäärän laskemisessa lapsi saa maksimipisteet loppumittauksessa ja viivästetyssä loppumittauksessa. Kaikki osiot paranevat, suurin parannus tapahtuu numerosetit A-osassa.

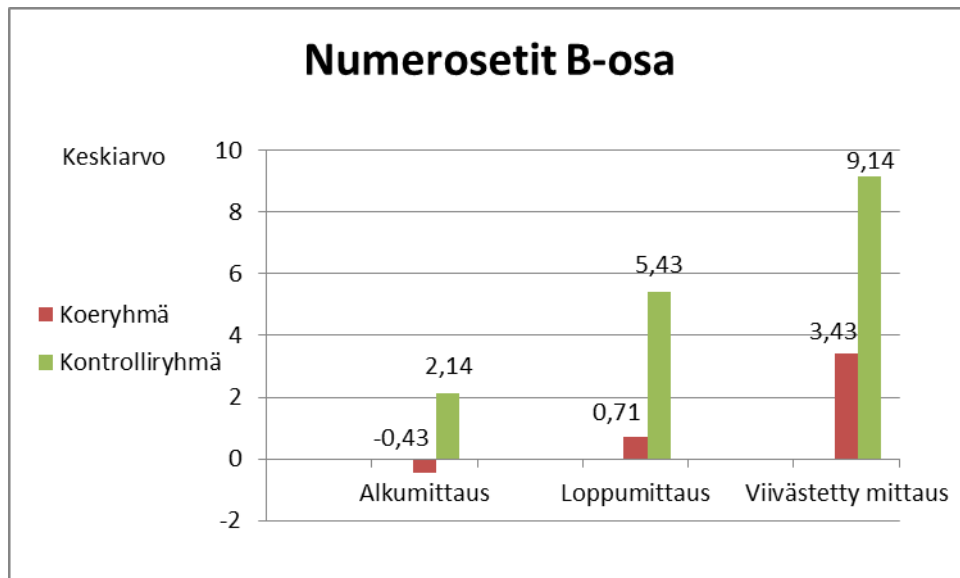
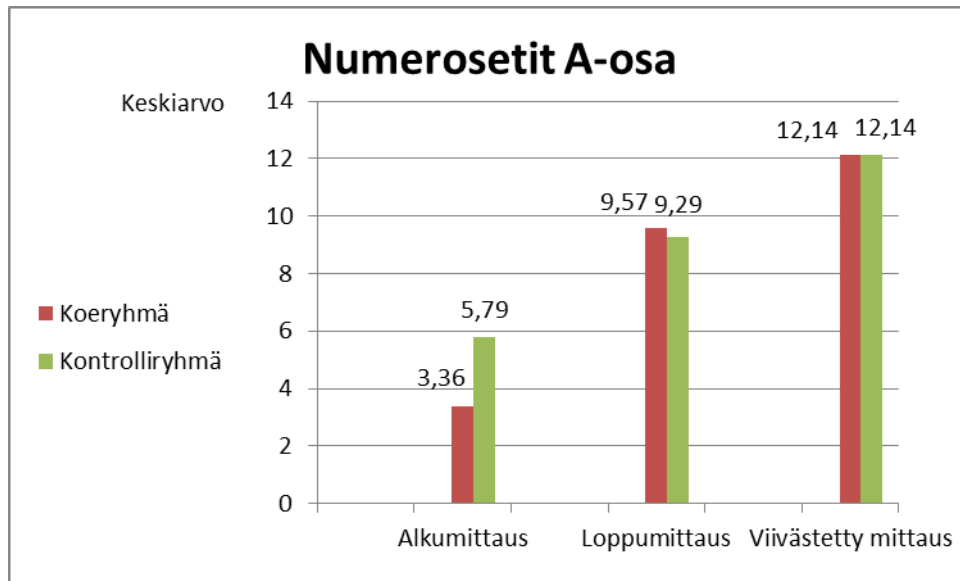
Liite 16: Kontrolliryhmän taustatiedot taulukoituna

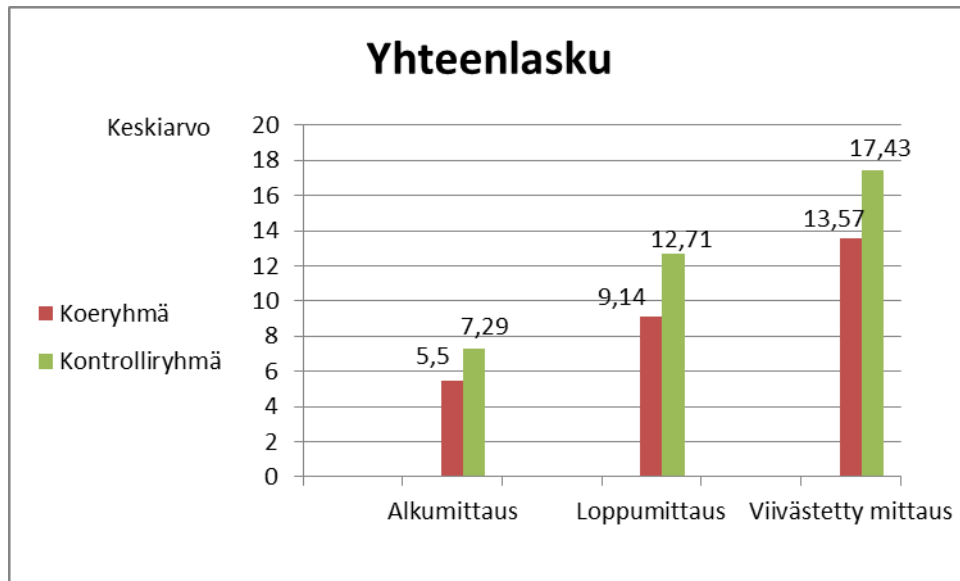
TAULUKKO 18. Yhteenvedo kontrolliryhmän (n = 7) laadullisen kyselylomakkeen tiedoista.

Kontrolli-ryhmä 4 poikaa/3tyttöä	Sukupuoli	Lapsen kotona puhuttavat kielet	Lapsen kotona käytämä kieli	Aika, jonka lapsi on ollut suomenkielissä päivähoitossa	Aika, jonka lapsi on ollut muunkielisessä päivähoitossa	suomenkielen ymmärtäminen	suomenkielen tuottaminen
Koehenkilö							
110	tyttö	-, arabia	-, arabia	on ollut, aika?	?	ymmärtää puhetta	sujuvaa
112	poika	-, venäjä	-, venäjä	3 vuotta	3 vuotta	joitakin sanoja	joitakin sanoja
113	poika	-, viro	-, viro	ei ole ollut	4 vuotta	lyhyitä lauseita	joitakin sanoja
115	poika	-, venäjä	-, venäjä	5 vuotta	ei ole ollut	lyhyitä lauseita	kohtalaista
116	poika	-, burma	-, burma	2 vuotta	2 vuotta	lyhyitä lauseita	kohtalaista
118	tyttö	suomi, eesti	äidin kanssa suomi, isän kanssa eesti	1vuosi	ei ole ollut	ymmärtää puhetta	sujuvaa
135	tyttö	-, turkki	-, turkki	3 vuotta	ei ole ollut	lyhyitä lauseita	kohtalaista

Liite 17: Taulukot raakapistemääristä tehtävät 1–2



Liite 18: Taulukot raakapistemääristä tehtävät 3–4

Liite 19: Taulukko raakapistemääristä tehtävssä 5

Liite 20: U-testin tulokset

TAULUKKO 3. Koe- ja kontrolliryhmän alku- ja loppumittauksen sekä viivästetyn loppumittauksen keskiarvot ja keskihajonnat (esitetty suluissa), testisuureen arvo (U), Z -arvo, tilastollinen merkitsevyystaso (p) ja efektinkoko (r) muuttujittain.

Arviointitehtävä	Mittaus	Koeryhmä	Kontrolliryhmä	U	Z	p	r
		$n = 7$ ka (kh)	$n = 7$ ka (kh)				
LM	alku	2.93 (1.57)	3.71 (1.58)	17.00	-0.97	.182	0.26
	loppu	4.29 (1.11)	4.29 (1.50)	24.00	-0.07	.497	0.02
	viivästetty	4.14 (1.68)	5.14 (1.22)	15.50	-1.21	.128	0.32
LS summa	alku	4.64 (3.04)	4.64 (3.65)	23.00	-0.19	.439	0.05
	loppu	6.57 (3.16)	6.86 (3.76)	23.50	-0.13	.468	0.03
	viivästetty	6.57 (3.69)	6.71 (3.99)	24.00	-0.06	.494	0.02
NS A-osa sensi	alku	3.36 (3.93)	5.79 (5.94)	17.50	-0.90	.200	0.24
	loppu	9.57 (5.44)	9.29 (3.20)	17.50	-0.90	.205	0.24
	viivästetty	12.14 (3.44)	12.14 (5.21)	23.50	-0.13	.462	0.03
NS B-osa sensi	alku	-0.43 (1.67)	2.14 (6.24)	23.50	-0.13	.458	0.04
	loppu	0.71 (5.71)	5.43 (6.37)	13.00	-1.48	.078	0.40
	viivästetty	3.43 (6.50)	9.14 (9.21)	16.00	-1.09	.149	0.29
YL oikeat	alku	5.50 (7.29)	7.29 (9.65)	22.00	-0.35	.378	0.10
	loppu	9.14 (9.03)	12.71 (9.62)	20.00	-0.58	.299	0.16
	viivästetty	13.57 (15.64)	17.43 (14.13)	19.50	-0.64	.280	0.17

Huom. LM = lukumäärän laskeminen; LS summa = lukusanojen luettelon summamuuttuja; NS A-osa sensi = numerosetit A-osan sensitiivisyysarvo; NS B-osa sensi = numerosetit B-osan sensitiivisyysarvo; YL oikeat = yhteenlaskun oikeat vastaukset.