

**Lasten matemaattiset taidot ensimmäisellä luokalla sekä  
niiden kehitys ensimmäiseltä toiselle luokalle**

Jenna Rintamäki

Kasvatustieteen pro gradu -tutkielma

Artikkelimuotoinen

Kevätlukukausi 2024

Opettajankoulutuslaitos

Jyväskylän yliopisto

## TIIVISTELMÄ

**Rintamäki, Jenna. 2024. Lasten matemaattiset taidot ensimmäisellä luokalla sekä niiden kehitys ensimmäiseltä toiselle luokalle. Kasvatustieteen pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. 46 sivua.**

Tässä tutkimuksessa selvitettiin, eroavatko lasten matemaattiset taidot ensimmäisellä luokalla sen mukaan, onko lapsi osallistunut esiopetukseen päiväkodissa vai koulussa. Lisäksi tarkasteltiin laajemmin lasten matemaattisia taitoja, etenkin laskusujuvuutta ja lukujen vertailutaitoja, niiden kehitystä ensimmäisellä ja toisella luokalla sekä mahdollisia eroja taidoissa sukupuolten välillä.

Aineistona käytettiin osaa VUOKKO-hankkeen aineistosta tutkittavien ollessa ensimmäisellä ja toisella luokalla. Tutkittavien määrä vaihteli tutkimuskysymyksittäin olleen 340–473. Lasten matemaattisia taitoja mitattiin tehtävälomaketesteillä ensimmäisellä ja toisella luokalla. Esiopetukseen osallistuminen selvitettiin huoltajille toimitetulla kyselyllä. Aineisto analysoitiin käyttäen *t*-testiä, toistettujen mittausten varianssianalyysia ja hierarkkista lineaarista regressioanalyysia.

Esiopetuspaikalla ei näyttänyt olevan yhteyttä matemaattisiin taitoihin ensimmäisellä luokalla. Matemaattiset taidot lähtötasoltaan sekä niiden kehitys ensimmäiseltä toiselle luokalle olivat paremmat pojilla kuin tytöillä. Ensimmäisen luokan lukujen vertailutaitojen lisääminen toisen luokan laskusujuvuuden selittäjäksi nosti hierarkkisessa lineaarisessa regressioanalyysissa mallin selityssastetta pojilla tilastollisesti merkitsevästi 2.2 % mutta tytöillä 0.5 %:n selityssasteen nousu ei ollut tilastollisesti merkitsevää. Tämän tutkimuksen perusteella tyttöjen ja poikien matemaattiset taidot ja niiden kehitys eroavat toisistaan. Esiopetuspaikan yhteyttä matemaattisiin taitoihin täytyy tutkia suuremmalla koulun esiopetukseen osallistuneiden joukolla yleistettävissä olevien tulosten saamiseksi.

Asiasanat: matemaattiset taidot, ensimmäinen ja toinen luokka, laskusujuvuus, lukujen vertailutaidot, esiopetus

# SISÄLTÖ

<b>TIIVISTELMÄ.....</b>	<b>2</b>
<b>SISÄLTÖ .....</b>	<b>3</b>
<b>1 JOHDANTO.....</b>	<b>4</b>
1.1 Matemaattisten taitojen kehitys esi- ja alkuopetuksessa.....	5
1.2 Esiopetus Suomessa sekä matematiikan opetuksen tavoitteet .....	12
1.3 Tutkimustehtävä ja tutkimuskysymykset .....	16
<b>2. TUTKIMUSMENETELMÄT.....</b>	<b>18</b>
2.1 Tutkimusaineisto ja aineistonkeruu .....	18
2.2 Mittarit ja muuttujat .....	20
2.3 Analyysimenetelmät.....	23
2.4 Eettiset ratkaisut.....	25
<b>3 TULOKSET.....</b>	<b>27</b>
3.1 Esiopetuspaikan ja lasten matemaattisten taitojen välinen yhteys.....	27
3.2 Matemaattisten taitojen kehittyminen ensimmäiseltä toiselle luokalle ja sukupuolten väliset erot.....	28
3.3 Ensimmäisen luokan lukujen vertailutaidot toisen luokan laskusujuvuutta selittävänä tekijänä .....	30
<b>4 POHDINTA.....</b>	<b>35</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>40</b>

# 1 JOHDANTO

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, ilmeneekö lasten matemaattisissa taidoissa eroa ensimmäisellä luokalla sen mukaan, onko lapsi osallistunut esiopetukseen päiväkodin yhteydessä olevassa esiopetusryhmässä vai koulun yhteydessä olevassa esiopetuksessa. Aihe on itselleni merkityksellinen ja se kiinnostaa minua sen vuoksi, että olen aiemmalta koulutukseltani varhaiskasvatuksen opettaja ja olen työskennellyt joitakin vuosia päiväkodin esiopetusryhmässä. Olenkin usein miettinyt sitä, että ilmeneekö esiopetuksessa, sen järjestämispainokasta riippuen, eroja esimerkiksi siinä, kuinka paljon toiminnassa painottuu leikin kautta oppiminen, vai onko toiminta arkimielessä ikään kuin koulumaisempaa, jolloin toiminnassa voi painottua niin kutsuttujen akateemisten taitojen harjoittelu.

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan myös lasten matemaattisia taitoja ja niiden kehitystä alkuopetuksessa yleisellä tasolla tutkien, millaisia eroja taidoissa ja niiden kehityksessä mahdollisesti ilmenee sukupuolten välillä. Aihe on ajankohtainen sen vuoksi, että kaksivuotisen esiopetuksen kokeilu nosti esiopetuksen kehittämisen mielestäni uudella tavalla esille. Viime kuukausina myös uutisoinnissa esimerkiksi PISA-tulokset ovat olleet paljonkin esillä ja etenkin niiden heikentyminen kaikkien mitattavien taitojen, matematiikka, lukutaito, luonnontieteet, kohdalla (esim. Helsingin Sanomat, 5.12.2023; Yle, 5.12.2023) ja uutisoinnissa ilmenee myös huoli lasten taitojen ja osaamisen eriytymisestä. Näiden vuoksi kaikkien oppimiseen ja oppimisympäristöihin vaikuttavien tekijöiden tarkastelu on mielestäni tärkeää ja tarkastelun kohteena on pidettävä myös eri koulutusasteet, jotta oppimista voitaisiin tukea mahdollisimman varhain ja vaikuttavasti.

Suomessa esiopetuksesta säädetään Perusopetuslaissa (1998/628, 1§, 2§, 26§) ja esiopetuksen järjestämistä ja toteuttamista ohjaa Esiopetuksen opetussuunnitelman perusteet (Opetushallitus, 2014a). Esiopetusta voidaan järjestää sekä perusopetuksen eli koulun että varhaiskasvatuksen eli päiväkodin yhteydessä ja tällöin esiopetukseen voidaan soveltaa myös Varhaiskasvatustalakea

540/2018 (Perusopetuslaki 1998/628, 1§, 2§). Näin ollen esiopetuksen toimintaympäristöt ja toimintakulttuuri voivat olla hyvinkin erilaisia, sen järjestämispaikasta riippuen, vaikka lähtökohtaisesti toimintaa ohjaavat samat asiakirjat. Kun tiedetään, että laadukas esiopetus tukee lasten kehittymistä ja taitojen oppimista monin tavoin, on tärkeää tutkia, löytyykö taitojen kehityksessä eroa esiopetuksen toteutuspaikasta riippuen. Jos eroja löytyisi, olisi tieto todella merkittävää esiopetuksen kehittämisen näkökulmasta. Samalla on tärkeää lisätä tietoa siitä, miten matemaattiset taidot kehittyvät ja mahdollisesti eroavat sukupuolten välillä, jotta voitaisiin löytää keinoja taitoerojen kaventamiseen.

## **1.1 Matemaattisten taitojen kehitys esi- ja alkuopetuksessa**

Matemaattisia taitoja ja niiden kehitystä on tutkittu paljon sekä suomalaisittain että kansainvälisesti. Esimerkiksi Jyväskylän yliopistossa on meneillään kaksikin laajaa tutkimushanketta VUOKKO-hanke (ks. VUOKKO-hanke, hankekuvaus) ja EarlyMath-hanke (ks. Lohvansuu ym. 2021), joissa matemaattisten taitojen kehittyminen on yhtenä tai keskeisenä kiinnostuksen kohteena. Käynnissä olevien tutkimushankkeiden lisäksi matemaattisia taitoja ja niiden kehittymistä (esim. Aunio & Räsänen, 2016; Aunola & Nurmi, 2018; Väisänen, 2017) sekä yhteyttä esimerkiksi kielellisiin taitoihin (esim. Koponen ym. 2020; Zhang ym. 2014) on tutkittu Suomessa melko paljon. Zhang ym. (2014) havaitsivat esiopetuksiin kirjainten tuntemuksen ennustavan aritmeettista sujuvuutta ensimmäisellä luokalla. Lisäksi vanhempien koulutustaustan yhteyttä lasten matemaattisiin valmiuksiin ja taitoihin tarkasteltiin muun muassa Kaksivuotisen esiopetuksen koekielun väliaikaraportissa, jossa korkeakoulutettujen vanhempien lapset menestyvät perusasteen koulutuksen saaneiden vanhempien lapsia paremmin matemaattisia taitoja mittaavissa tehtävissä (Sarvimäki ym. 2023).

Kansainvälisesti lasten matemaattisten taitojen kehitystä on tutkittu hyvin monesta näkökulmasta ja tutkimuksia on tehty sekä kouluikäisten että alle kouluikäisten lasten taidoista ja niiden kehityksestä. Aritmeettisiä perustaitoja ja niiden kehitystä ovat tutkineet muun muassa Butterworth (2005), Cowan ym.

(2011), Dowker ym. (2019), Sasanguie ja Vos (2018) sekä Xu ym. (2021). Matemaattisia taitoja ja niiden kehityskulkuja on seurattu varhaiskasvatusikäisistä peruskouluikään useissa tutkimuksissa eri maissa niin oppimisen, koulun, varhaiskasvatuksen ja esiopetuksen kuin kodin/sosioekonomisen aseman näkökulmista (esim. Ryoo ym. 2014; Zhang ym. 2020; Lyons ym. 2014). Matemaattisia taitoja tutkittaessa on tarkasteltu sukupuolen mahdollista yhteyttä matemaattisiin taitoihin (esim. Carr & Alekseev, 2011; Contini ym. 2017; Devine ym. 2012; Geary, 1996; Hyde ym. 2008; Psyridou ym. 2023) ja tulokset siitä ovat ristiriitaisia. Vanhempien matemaattisten ja lukemisen haasteiden sekä kodin numeerisen ympäristön on havaittu olevan yhteydessä lasten lasku- ja lukutaidon kehittymiseen (Salminen ym. 2021). Aiemmin on tutkittu myös vanhempien matematiikkaa kohtaan kokemaa ahdistusta ja lasten matemaattisten taitojen yhteyttä ja Cosso ym. (2022) eivät havainneet vanhempien matematiikka-ahdistuksen ennustavan lasten numeerisia taitoja. Alle kouluikäisten lasten matemaattisia taitoja on tutkittu myös suhteessa kiinnostukseen ja sosioemotionaalisiin taitoihin, jossa suurempi oppimista kohtaan tunnettu kiinnostus ja erityinen kiinnostus matematiikkaan ennustivat parempia matemaattisia taitoja ja myös sosioemotionaaliset taidot näyttivät olevan yhteydessä matemaattisiin taitoihin (Doctoroff ym. 2016).

Tutkimuksia sekä pienten lasten, esiopetusikäisten että koululaisten matemaattisista taidoista, niiden kehityksestä ja kehitykseen vaikuttavista tekijöistä on hyvin runsaasti. Koska suomalainen koulujärjestelmä myös esiopetuksen järjestämisen osalta on melko erilainen verrattuna muihin maihin ja niiden koulujärjestelmiin, ei useista hakuyrityksistä huolimatta löytynyt aiempia tutkimuksia, joissa olisi tarkasteltu mahdollisia eroja oppilaiden matemaattisissa tai muissa taidoissa sen mukaan, onko oppilaan käymä esiopetus ollut osana päiväkodin vai koulun toimintaa. Varhaiskasvatus ja esiopetuksiensa matemaattisten valmiuksien, esimerkiksi numeeristen perustaitojen, yhteyttä kouluikäisen matemaattisiin taitoihin on kuitenkin tutkittu sekä Suomessa (esim. Paukkeri ym. 2015) että ulkomailla (esim. Locuniak, 2008). Seuraavaksi avaan sitä, mitä matemaattisilla taidoilla tarkoitetaan tässä tutkimuksessa ja mihin osataitoihin tässä tutkimuk-

sessä pääosin keskitytään. Myöhemmin kuvaan lyhyesti myös sitä, mistä näkökulmasta esiopetusta ja sen järjestämistä tarkastellaan tämän tutkimuksen yhteydessä ja miten suomalainen esiopetus eroaa muiden maiden järjestelmistä, minkä vuoksi kansainvälistä eri esiopetusmuotoja vertailevaa tutkimusta ei juuri ole.

Tässä tutkimuksessa matemaattisista taidoista tarkemman tarkastelun kohteena ovat *aritmeettiset perustaidot* sekä *numeeriset perustaidot*. Aritmeettisillä perustaidoilla tarkoitetaan yleisesti yhteen-, vähennys-, kerto- ja jakolaskuja sekä aritmeettisten yhdistelmien, eli moninumeroisilla luvuilla laskeminen allekkain ja päässä, hallintaa ja erilaisten laskustrategioiden hallintaa (ks. esim. Clarke ym. 2006; Fuson, 1992; Locuniak & Jordan, 2008). Esi- ja alkuopetusikäisten lasten kehittyviin aritmeettisiin perustaitoihin kuuluvat yhteen- ja vähennyslasku, joita alkuopetuksessa harjoitellaan ensin lukualueella 0–20 ja siirrytään myöhemmin lukualueelle 0–100 (ks. Opetushallitus, 2014b). Psyridou ym. (2023) toteavat aritmeettisten taitojen muodostavan pohjan myöhemmille matemaattisille taidoille. Heidän mukaansa yhteen- ja vähennyslaskutaito kehittyy yhä sujuvammaksi alakouluvuosina ja *laskusujuvuus* (*calculation fluency*) onkin yksi tämän tutkimuksen keskeisimmistä matemaattisten taitojen osa-alueista. Laskusujuvuudella tarkoitetaan sitä, miten nopeasti eli sujuvasti henkilö kykenee ratkaisemaan laskutoimituksen oikein. Laskusujuvuutta on mitattu useissa tutkimuksissa (Locuniak & Jordan, 2008; Carr & Alexeev, 2011; Koponen ym. 2020) testeillä, joissa lapsella on esimerkiksi 1–2 minuuttia aikaa ratkaista yhteen- tai/ja vähennyslaskuja ja oikein ratkaistujen laskujen määrästä muodostuu laskusujuvuutta kuvaava tulos.

Alle kouluikäisten eli varhaiskasvatus- ja esiopetusikäisten lasten matemaattisia taitoja tutkittaessa on laskusujuvuuden sijaan mitattu numeerisia perustaitoja (*number sense tai number competence*), joihin useissa tutkimuksissa liitetään sellaisia osa-alueita, kuin numeromerkkien tunnistaminen ja nimeäminen (*number knowledge*), lukujonojen luetteleminen (*counting/verbal counting*) sekä lukukäsitteen (*number concept*) hallinta. Lukujonon luettelemista ovat mitanneet esimerkiksi Locuniak ja Jordan (2008), Koponen ym. (2020) ja Psyridou ym. (2023), numeromerkkien tunnistamista ja nimeämistä Locuniak ja Jordan (2008)

sekä Psyridou ym. (2023) sekä lukukäsitteen hallintaa Sasanguie ym. (2013), Psyridou ym. (2023). Näissä tutkimuksissa on selvitetty alle kouluikäisen lapsen numeeristen perustaitojen yhteyttä lapsen aritmeettisiin taitoihin, kuten laskusujuvuuteen, kouluiässä ja tulosten mukaan nämä taidot näyttävät korreloivan selvästi keskenään. Muun muassa Locuniak ja Jordan (2008) havaitsivat, että numeeriset perustaidot (*number sense*) eli numeroiden ja niiden välisten suhteiden ymmärtäminen esiopetuksessa olivat merkittävä toisen luokan laskusujuvuutta selittävä tekijä.

Numeeriset ja aritmeettiset perustaidot kehittyvät vaiheittain. Zhangin ym. (2020) mukaan lapsi oppii ratkaisemaan aritmeettisiä ongelmia ainakin osittain sen myötä, kun hänelle kehittyy kyky luetella lukujonoja. Aluksi opetellessaan laskemaan yhteen- ja vähennyslaskuja lapsi käyttää luontaisesti strategioita, jotka perustuvat lukujonon luettelemiseen eteen- tai taaksepäin joko sanallisesti tai sormiaan tai muita konkreettisia esineitä apuna käyttäen (Zhang ym. 2020; ks. myös Koponen ym. 2013; Seigler & Shrager, 1984). Lê ja Noël (2021) sekä Siegler ja Shrager (1984) kuvaavat lukujonojen avulla laskemisen lähtevän liikkeelle siitä, että ensin lapsi laskee kaiken yhdestä alkaen, tämän jälkeen hän aloittaa yhteenlaskun pienemmästä yhteenlaskettavasta lisäten tähän suuremman ja seuraavassa vaiheessa aloittaa suuremmasta yhteenlaskettavasta lisäten tähän pienemmän. Konkreettisesti lapsi toimisi siten, että esimerkiksi laskeessaan pienemmästä aloittaen laskun  $5+2$  nostaa hän ensin kaksi sormea pystyyn toiseen käteen ja sen jälkeen viisi sormea toiseen käteen ja lopuksi laskee pystyssä olevien sormien määrän ja suuremmasta aloittaessaan toimii päinvastaisessa järjestyksessä. Näiden jälkeen lapsi siirtyy hieman kehittyneempiin strategioihin, jotka perustuvat muistista hakemiseen tai hajotelmien hyödyntämiseen (Lê ja Noël, 2021). Heidän mukaansa keskeistä lukujonoihin perustuvien laskustrategioiden kehitymisessä on se, että lapsi kykenee aloittamaan lukujonojen luetteluun muusta numerosta kuin numerosta yksi.

Lukujonotaitojen merkitys myöhemmän laskusujuvuuden kannalta tulee ilmi useissa tutkimuksissa. Koponen ym. (2013) havaitsivat, että ensimmäisen luokan syksyllä mitatut lukujonon luetteluun taidot (*counting*) ja aiemmin mitatut



nopean automaattisen nimeämisen taidot selittävät 65 % laskusujuvuuden vaihtelusta toisen luokan lopussa sekä kolmannen luokan keväällä. Heidän mukaansa lukujonotaitojen ennustavuus on silmiinpistävä sen vuoksi, että lukujonotaitojen mittaus suoritettiin jopa 2–3 vuotta aiemmin kuin laskusujuvuuden mittaus ja tästä huolimatta näiden välille muodostui vahva positiivinen korrelaatio. Näistä voidaankin päätellä, että esi- ja alkuopetuksen numeerisilla ja aritmeettisillä perustaidoilla on hyvin suuri merkitys myöhempien matemaattisten taitojen kehityksessä.

Sujuvien aritmeettisten perustaitojen pohjana ovat siis hyvät numeeriset perustaidot, etenkin lukujonotaidot sekä lukukäsitteen (*number concept*) hallinta. Xun ym. (2021) mukaan jo ennen aritmeettisten taitojen hallintaa lapsilla on huomattava määrä tietoa perus- ja järjestyslukuista sekä näiden suhteista. Taitojen kehittyessä sujuvien peruslukuihin liittyvien assosiaatioiden (esim. numero 4 on suurempi kuin numero 3 mutta pienempi kuin numero 5; eli elementtien summa) käyttö korvautuu järjestyslukujen assosiaatioilla (esim. numero 4 tulee numeron 3 jälkeen, mutta ennen numeroa 5; eli elementtien summan sijainti lukujonossa) (ks. Sasanguie & Vos, 2018; Lyons ym. 2014; Xu ym. 2021) ja tämä näyttää olevan keskeinen lapsen ensimmäisen ja toisen luokan yhteenlaskutaitoa ennakoiva tekijä. Lyons'n ym. (2014) mukaan siis kyky vertailla lukuja (*digit comparison performance*) ja kyky järjestää lukuja (*digit ordering ability*) ennakoivat aritmeettisiä taitoja. Heidän mukaansa tämä ennakoivuus muuttuu kehityksen myötä kuitenkin siten, että ensimmäisellä luokalla kardinaalisuus eli ymmärrys luvuista, lukumäärästä ja niiden vertailusta ennakoivat vahvimmin aritmeettisiä taitoja, kun taas toiselta luokalta alkaen ordinaalisuus eli kyky järjestää lukuja näyttää muuttuvan yhä merkittävämmäksi aritmeettisiä taitoja ennakoivaksi tekijäksi.

Näiden perusteella voidaan siis ajatella, että kyetäkseen hyödyntämään lukujen ordinaalisuuteen liittyviä ominaisuuksia laskutehtäviä ratkaistessaan, lapselle on täytynyt kehittyä kyky ikään kuin liikkua sujuvasti mielensisäisessä lukujonossa eteen- ja taaksepäin. Samalla voidaan myös ajatella, että nopea lukujen suuruusvertailu edellyttää jo jonkinasteista lukujonon hallintaa, jotta lapsi kyke-

nee nopeasti päättämään, kumpi luvuista on suurempi ja kuinka paljon suurempi toinen luku on (ks. luku 2.2 Mittarit ja muuttujat). Brankaer ym. (2017) havaitsivat, että alakouluikäisten lasten kyky vertailla lukujen suuruuseroja numerosymbolein korreloi sekä sen hetkiseen että myöhempään matemaattiseen suoriutumiseen, kun mitataan lukujen vertailutaitoja sekä yksi- että kaksinumeroisilla luvuilla. Taitoja tarkasteltiin kuitenkin yleisesti, eikä mahdollisia eroja sukupuolten välillä otettu huomioon.

Aunio ja Räsänen (2016) opettajille laatimassa työskentelymallissa, jonka tarkoituksena on tukea lasten matemaattisten taitojen kehitystä, he jakavat numeeristen ja aritmeettisten perustaitojen kehityksen neljään ryhmään 5-8-vuotiailla lapsilla: (1) symbolinen ja ei-symbolinen numerotietous, (2) matemaattisten suhteiden ymmärtäminen, kuten ymmärrys 10-järjestelmästä, lukujen paikka-arvoista, aritmeettisista ja varhaisista matemaattisloogisista periaatteista sekä matemaattisten toimintojen symboleista, (3) lukujonotaidot, kuten numerosymbolien tunnistaminen, sanallisen lukujonon luettelu ja luettelointi konkreettisilla esineillä sekä (4) aritmeettiset perustaidot eli yhteen- ja vähennyslaskutaidot numerosymboleilla. Huomataan siis, että matemaattiset taidot pelkästään numeeristen ja aritmeettisten perustaitojen näkökulmasta ovat hyvin laajat, ja niihin kuuluu lukuisia määriä eri osataitoja. Tämän vuoksi lasten tulee saada hyvin monipuolisia kokemuksia niin numeroihin, lukumääriin kuin laskemiseen liittyen mahdollisimman varhaisessa vaiheessa ja esi- ja alkuopetuksen aikaisilla taidoilla sekä taitojen kehityksellä näyttää olevan hyvin suuri merkitys myöhempien taitojen oppimisessa.

Matemaattisten taitojen ja niiden kehityksen tutkiminen on tärkeää, sillä esimerkiksi Poltzin ym. (2022) tutkimus osoittaa, että jo päiväkodissa, jossa ei ole muodollista matematiikan opetusta, yksilöiden välillä ilmenee eroja niin suuruusluokan arvioinnissa kuin laskemisessa, jotka näyttävät heidän mukaansa vaikuttavan edelleen aritmeettisten perustaitojen kehitykseen myös kouluikässä. Päiväkoti-ikäisten laskemista mitattiin kyseisessä tutkimuksessa lukujonon luettelemista sekä numeromerkin tunnistamista, nimeämistä ja numeromerkki-luku-

määrä-vastaavuuden hallintaa vaativilla tehtävillä. Aunola ja Nurmi (2018) kirjoittavat sekä omien tutkimusten että muun kirjallisuuden valossa, että matemaattiset taidot kumuloituvat vahvasti ja oppilaan paremmat alkuvalmiudet johdavat nopeampaan oppimiseen. Heidän mukaansa esiopetusvuoden alun lukujonotaidot selittävät peräti vielä 29 % yhdeksännen luokan kevään matemaattisesta osaamisesta.

Tutkimustulokset sukupuolen merkityksestä matemaattisia taitoja tai niissä ilmeneviä eroja selittävänä tekijänä ovat ristiriitaisia. Contini ym. (2017) tutkivat lasten matemaattisissa taidoissa ilmeneviä sukupuolten välisiä eroja italialaislapsilla ja havaitsivat, että tytöt suoriutuvat poikia huonommin senkin jälkeen, kun yksilöön ja perhetaustaan liittyviä muuttujia kontrolloitiin. Heidän mukaansa keskimääräiset erot sukupuolten välillä taidoissa kasvavat iän myötä ja erot ovat suurempia parhaiten menestyneiden lasten välillä poikien hyväksi. Carr ja Alexeev (2011) tarkastelivat lasten aritmeettisten taitojen kehityspolkuja toiselta neljännen luokalle Yhdysvalloissa ja havaitsivat, että sukupuoli ennusti taitoja lähötötilanteessa, mutta ei taitojen kasvunopeutta. Poikien hyväksi on havaittu myös pieniä eroja lukujonotaidoissa ensimmäisen luokan alussa sekä laskutaidossa kolmannen luokan alussa (Koponen ym. 2013). Laajalla yli 4 000 tutkittavaa sisältäneellä otannalla Suomessa tarkasteltuna matemaattisissa taidoissa oli, osataidosta riippuen, havaittavissa eroja sekä tyttöjen että poikien hyväksi (Räsänen ym. 2021) ja tutkimus huomioi myös lasten kielitaustan. Kyseinen tutkimus osoitti, että sukupuolten väliset erot numeroidenkäsittelytaidoissa (number-processing skills) kasvoivat tyttöjen ja ruotsinkielisten lasten hyväksi luokka-asteelta toiselle siirryttäessä, kun taas pojat suoriutuivat samaan aikaan paremmin aritmeettista sujuvuutta mittaavissa tehtävissä varianssin ollessa kuitenkin suurempaa.

Tarkastellessaan toisella ja kolmannella luokalla olevien lasten aritmeettista sujuvuutta, Xu ym. (2021) eivät sisällyttäneet sukupuolta lopulliseen aritmeettista sujuvuutta selittävään malliinsa, sillä kahta poikkeusta (matriisipäättely ja vähennyslaskut) lukuun ottamatta sukupuoli ei heidän tutkimuksessaan ennustanut mitään tuloksia eikä vaikuttanut tulosten rakenteeseen. Hyde ym. (2008)

havaitsevat, että Yhdysvalloissa tyttöjen menestyminen matematiikassa on tutkimuksen toteutusohjelmalla yhtä hyvää kuin poikien ja Psyridou ym. (2023) saivat selville, että sukupuoli ei ennustanut tutkittavan aritmeettisen sujuvuuden profiilia. Devine ym. (2012) puolestaan tarkastelivat matematiikkaa kohtaan koetun ahdistuksen ja sukupuolen yhteyttä matemaattisiin taitoihin. Tutkimuksessa ei havaittu eroja sukupuolten välillä matemaattisissa tehtävissä suoriutumisessa, mutta tytöt tunsivat enemmän ahdistusta matematiikkaa kohtaan ja matematiikkaa kohtaan koettu ahdistus oli tytöillä merkittävä matemaattisia taitoja selittävä tekijä, mutta ei pojilla. Näin ollen voidaan todeta, että sukupuolella ei aina ole matemaattisia taitoja selittävää merkitystä. Kuitenkin niissä tutkimuksissa, joissa matemaattisissa taidoissa ilmenee eroja sukupuolten välillä, pojat suoriutuvat useimmiten tyttöjä paremmin.

## **1.2 Esiopetus Suomessa sekä matematiikan opetuksen tavoitteet**

Perusopetuslain (1998/628, 26§) mukaan lapsen on osallistuttava vuoden kestävään esiopetukseen tai esiopetuksen tavoitteet saavuttavaan toimintaan oppivelvollisuuden alkamista edeltävänä vuonna. Perusopetusasetuksen (852/1998) kolmannen pykälän toisen momentin mukaan esiopetuksen laajuus on vähintään 700 tuntia vuodessa. Esiopetuksen toimintaa ohjaa velvoittavana asiakirjana Esiopetuksen opetussuunnitelman perusteet (Opetushallitus, 2014a), johon on kirjattu myös esiopetukselle asetetut tavoitteet. Esiopetuksen yleisenä tavoitteena on tarjota lapsille mahdollisuus kokeilla, innostua ja oppia uutta leikin ja toiminnan kautta, jossa erilaiset oppimisympäristöt laajentavat lapsen osaamista eri tiedon- ja taidonaloilla sekä vahvistaa lasten vuorovaikutus- ja sosiaalisia taitoja monipuolisissa tilanteissa (Opetushallitus 2014a, s. 12). Näiden lisäksi esiopetuksen tavoitteena mainitaan, että lapset oppivat arvostamaan omaa ainutlaatuisuuttaan ja ihmisten yhdenvertaisuutta. Yhtenä esiopetuksen tärkeänä tehtävänä on myös edistää lapsen kasvu-, kehitys ja oppimisedellytyksiä ja yhdessä aiemman varhaiskasvatuksen sekä myöhemmän perusopetuksen kanssa muodostuu

lapsen oppimista tukeva johdonmukaisesti etenevä kokonaisuus, joka luo perustan elinikäiselle oppimiselle.

Suomessa esiopetusta voidaan järjestää niin kouluissa kuin päiväkodeissa (Opetushallitus 2014a, s. 12). Riippuen siitä, järjestetäänkö esiopetus koulussa vai päiväkodissa, esiopetusta antavien opettajien kelpoisuusvaatimukset eroavat toisistaan. Perusopetuslain (1998/628, 38§) mukaan opetushenkilöstön kelpoisuudesta säädetään valtioneuvoston asetuksella. Valtioneuvoston asetuksen (14.12.1998/986, 7 §) mukaan esiopetusta on kelpoinen antamaan henkilö, joka saman asetuksen mukaan on kelpoinen antamaan myös luokanopetusta (luokanopettajan kelpoisuus). Lisäksi saman asetuksen mukaan esiopetusta sellaisissa ryhmissä, joissa mukana ei ole perusopetuksen oppilaita, on kelpoinen antamaan myös lastentarhanopettajan tutkinnon sekä sosiaalikasvattajan tutkinnon tietyin ehdoin suorittanut henkilö (ks. tarkemmat kelpoisuusvaatimukset suoraan asetuksesta). Näin ollen päiväkodin esiopetusryhmässä pedagogiikasta vastaa yleensä varhaiskasvatuksen opettaja (vrt. asetuksessa mainittu lastentarhanopettaja). Kauppinen ja Alasuutari (2018) tarkastelevat lapsen esiopetusvuotta palvelukokonaisuuksien näkökulmasta, mikä osoittaa esiopetusvuoden moninaisuuden: sen lisäksi, että lapsi osallistuu esiopetukseen koulussa tai päiväkodissa, tarvitsee hän usein lisäksi esiopetusta täydentävää varhaiskasvatusta tai aamu- ja iltapäivähoitoa, joita niin ikään järjestetään päiväkodissa, perhepäivähoidossa, kouluilla tai yksityisten toimijoiden tahoilla (ks. Kauppinen & Alasuutari 2018, s. 151). Suomessa esiopetuksen ja sitä täydentävän varhaiskasvatuksen/aamu- ja iltapäivähoidon järjestäminen poikkeaa jonkin verran muiden maiden esiopetusjärjestelmästä.

Naapurimaassamme Ruotsissa esiopetus on integroitu kouluun vuonna 1998 förskoleklass-nimellä ja sen tarkoituksena on toimia siltana päiväkodin (förskola) ja koulun välillä (Alatalo 2017). Euroopan komission (European Commission, 2023) selvityksessä kuvataan Euroopan Unionin maiden koulujärjestelmiä muun muassa esiopetuksen ja pakollisen perusopetuksen pituutta ja eri kouluasteille siirtymisikää. Selvityksestä ilmenee, että Suomen kanssa samaan ai-

kaan saman pituisena esiopetus järjestetään vain Ruotsissa. Useissa maissa varhaiskasvatusta järjestetään ainakin 3–6-vuotiaille, mutta selkeästi siitä eritellään esiopetus vain joidenkin maiden kohdalla. Useissa maissa kuitenkin oppivelvollisuus alkaa vuotta ennen peruskoulun alkua, vaikka esiopetusta ei olisi erikseen mainittu. Näin on esimerkiksi Belgiassa, Itävallassa, Puolassa, Romaniassa ja Slovakiassa ja sen ajankohta vaihtelee 5–7 ikävuoden välillä. Latviassa kuvaaja näyttää esiopetuksen ajaksi ikävuodet 5–7 ja sitä järjestetään joko päiväkodissa tai koulun esiopetusryhmissä. Ranskassa puolestaan pakollinen varhaiskasvatus/esiopetus alkaa jo kolmevuotiaana. Samalla myös peruskoulun aloittamisikä vaihtelee maittain, ollen pääosin 6 tai 7 vuotta. Näiden hyvin vaihtelevien järjestelmien vuoksi on lähes mahdotonta löytää kansainvälisiä tutkimuksia, joissa olisi tarkasteltu mahdollisia eroja päiväkodin yhteydessä toimivan esiopetusryhmän ja koulun yhteydessä toimivan esiopetusryhmän välillä.

Vaikka esiopetuksen toteuttamista ohjaa Esiopetuksen opetussuunnitelman perusteet (Opetushallitus, 2014a), on sen asettamat tavoitteet opetukselle ja kasvatukselle melko väljät verrattuna Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteisiin (Opetushallitus, 2014b). Jos tarkastellaan matematiikan opetukselle vuosiluokille yksi ja kaksi asetettuja tavoitteita, on niitä mainittu 12 erilaista, esimerkiksi *T5 ohjata oppilasta ymmärtämään matemaattisia käsitteitä ja merkintätapoja*, *T6 tukea oppilasta lukukäsitteen kehittymisessä ja kymmenjärjestelmän periaatteen ymmärtämisessä*, *T7 perehdyttää oppilasta peruslaskutoimitusten periaatteisiin ja tutustuttaa niiden ominaisuuksiin* ja *T8 ohjata oppilasta kehittämään sujuvaa peruslaskutaitoa luonnollisilla luvuilla ja käyttämään erilaisia päässä-laskustrategioita* (Opetushallitus, 2014b, s. 128–129). Näiden kaikkien tavoitteiden toteutumista myös arvioidaan. Esiopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus, 2014a) matematiikka liitetään osaksi Tutkin ja toimin ympäristössäni -oppimisen aluetta. Tämän osion yksityiskohtaisempiin tavoitteisiin on kirjattu matemaattisten taitojen kehittäminen monipuolisesti leikkien, pelien ja toiminnan avulla. Tavoitteissa mainitaan matemaattisten havaintojen tekemisen harjoittelu, lukukäsitteen ja lukumäärien vertailun sekä lukujonotaitojen kehittymisen tukeminen, sijainti- ja suh-

dekäsitteisiin tutustuminen, hahmottamisen taitojen sekä mittaamisen harjoittelu. Huomataan, että nämä ovat samoja taitoja, joita esimerkiksi Psyridou ym. (2023), Locuniak ja Jordan (2008) sekä monet muut ovat mitanneet lasten matemaattisten taitojen kehitystä tutkiessaan. Kuitenkaan esiopetuksessa näiden taitteiden toteutumista ei arvioida samalla tavalla kuin koulussa. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (Opetushallitus, 2014b) kuvaa, että ensimmäisellä ja toisella luokalla matematiikan opetuksen sisältöihin kuuluvat numeromerkinnän, lukumäärän ja lukusanan välisen yhteyden hallinnan varmistaminen, lukujonotaitojen, lukujen vertailutaitojen sekä lukujen järjestykseen asettamisen taitojen kehittäminen, yhteen- ja vähennyslaskutaitojen kehittäminen alkaen lukualueesta 0–20 laajentuen lukualueeseen 0–100, erilaisten päässä-laskustrategioiden harjoittelu laskutaidon sujuvoittamiseksi sekä kertotaulujen 1–5 ja 10 opettelu.

Suomalaisen esiopetuksen laatua ja järjestämistä kuvataan ja tarkastellaan muun muassa Hujalan ym. (2012) esiopetuksen laatua kuvaavassa arviointiraportissa. Kyseisen raportin mukaan noin kaksi kolmasosaa sen arviointiaineiston esiopetuksesta toteutuu päiväkotien yhteydessä ja yksi kolmasosa koulun yhteydessä. Aineisto koostuu neljän vastaajaryhmän vastauksista ja näissä vastaajaryhmissä on edustettuna johtavat viranhaltijat, johtajat/rehtorit, esiopettajat ja huoltajat eri puolilta Suomea alueellisuus ja kieliryhmät huomioiden. Raportissa ilmenee, että laatukäsityksiä verrattaessa päiväkotien yhteydessä toimivien esiopetusryhmien laatua pidettiin hieman tasokkaampana kuin koulun yhteydessä toimivien esiopetusryhmien laatua. Syytä tälle ilmiölle ei kuitenkaan voida selittää raportissa. Parviaisen ym. (2023) varhaiskasvatuksen opettajien matemaattisten taitojen eri osa-alueiden opettamisen useutta sekä näihin liittyviä tekijöitä tarkastelevassa tutkimuksessa todetaan, että opettajan pedagogisella tietoisuudella on vaikutusta sekä numeeristen perustaitojen, avaruudellisen hahmottamisen että matemaattisten ajattelu- ja päättelytaitojen opettamisen määrään tai useuteen 3–7-vuotiaiden lasten kanssa työskentelevien varhaiskasvatuksen opettajien keskuudessa. Voidaan siis ajatella, että koska päiväkotien ja koulujen yhteydessä toimivissa esiopetusryhmissä työskentelee koulutustaustaltaan osin erilaisia

opettajia, myös heidän pedagoginen tietoisuutensa oppilaiden matemaattisten taitojen kehityksestä voi olla erilaista, mikä voisi heijastua myös esiopetuksessa matemaattisten taitojen opettamiseen.

Oman työkokemuksen kautta käytäntö on osoittanut, että esimerkiksi opetusmateriaalit vaihtelevat hyvinkin paljon eri esiopetusryhmien välillä. Joissakin kaupungeissa ja kunnissa on tehty linjaus kirjattomasta esiopetuksesta, jolloin opetuksessa korostuu esimerkiksi toiminnallinen oppiminen ja esiopettajat saattavat valmistaa opetusmateriaaleja itse tai hyödyntävät netistä löytyviä materiaaleja. Toisissa esiopetusryhmissä taas on käytössä eskarikirja, jossa on matemaattisia ja kielellisiä taitoja tukevia sekä tutkimaan ja kokeilemaan kannustavia tehtäviä, joiden lisäksi hyödynnetään muutakin opetusmateriaalia ja toiminnallisuutta riippuen opettajasta. Nämä käytännöt eivät ole kuitenkaan sidoksissa suoraan siihen, onko kyseessä päiväkodin vai koulun yhteydessä toimiva esiopetusryhmä. Perusopetuksessa on kuitenkin tyypillisesti käytössä tehtäväkirjat ainakin matematiikassa heti 1. luokalta lähtien, vaikka sielläkin on nykyään paljon myös toiminnallista oppimista. Kuitenkin on mielestäni tärkeä tutkia, ilmeneekö oppilaiden taidoissa eroja sen mukaan, missä paikassa järjestettyyn esiopetukseen he ovat osallistuneet. Edelleen on mielenkiintoista tarkastella myös matemaattisten taitojen kehitystä sekä niissä mahdollisesti ilmeneviä eroja etenkin, kun sukupuolen rooli matemaattisia taitoja selittävänä tekijänä näyttäytyy ristiriitaisena aiempien tutkimusten valossa.

### **1.3 Tutkimustehtävä ja tutkimuskysymykset**

Tämän tutkimuksen ensimmäisenä tavoitteena on selvittää, eroavatko lasten matemaattiset taidot ensimmäisellä luokalla sen mukaan, onko lapsi osallistunut esiopetukseen päiväkodin vai koulun yhteydessä järjestettävässä esiopetuksessa. Lisäksi tarkastellaan, millaiselta matemaattisten taitojen kehitys ensimmäiseltä toiselle luokalle yleisesti näyttää, onko sukupuolten välillä eroa taidoissa ja niiden kehityksessä sekä testataan, ennustavatko ensimmäisen luokan lukujen vertailutaidot toisen luokan laskusujuvuutta. Tutkimuskysymykset ovat seuraavat:



1. Eroavatko lasten matemaattiset taidot ensimmäisellä luokalla sen mukaan, onko lapsi osallistunut esiopetukseen päiväkodin vai koulun yhteydessä?
2. Miten lasten matemaattiset taidot kehittyvät ensimmäiseltä toiselle luokalle ja onko kehityksessä eroja sukupuolten välillä?
3. Ennustavatko lukujen vertailutaidot ensimmäisellä luokalla laskusujuvuutta toisella luokalla ja onko tässä eroja sukupuolten välillä?

## 2. TUTKIMUSMENETELMÄT

Tämä tutkimus on määrällinen pitkittäistutkimus. Tutkimuksen aineistona käytetään osaa Jyväskylän yliopiston VUOKKO-hankkeen (Vuorovaikutus, kasvu ja oppiminen -hanke) aineistosta. Tutkimusaineistojen keruussa tulee Hirsjärven ym. (2009, s. 186–190) mukaan pyrkiä tarkoituksen mukaiseen ja ekonomiseen ratkaisuun, jolloin jokaisen tutkimusongelman ratkaisemiseksi ei tarvitse kerätä itse aineistoa, vaan voi käyttää muiden keräämää sekundaariaineistoa. Tällä perusteella tässä tutkimuksessa päädyttiin valmiin aineiston käyttöön. Vuokko-hankkeen tavoitteina on tutkia lasten taitojen kehitystä varhaiskasvatus- ja kouluikässä monipuolisesti, tuottaa tietoa varhaiskasvatuksen henkilöstön sekä luokanopettajien ja lasten välisistä vuorovaikutussuhteista ja niiden merkityksestä lasten kehitykseen ja oppimiseen ja ymmärtää kotiympäristön roolia lapsen taitojen kehityksessä (ks. VUOKKO-hanke; Khanolainen ym., 2023; Psyridou ym., 2023; Salminen ym., 2022). Tutkimuksen aineisto on kerätty yhdessä suomalaisessa kaupungissa, johon kuuluu sekä kaupunkimaisia että maaseutumaisia alueita.

### 2.1 Tutkimusaineisto ja aineistonkeruu

Tutkimus on pitkittäistutkimus, sillä lasten matemaattisia taitoja mitattiin kahden ajankohtana. Lasten taitoja mitattiin kouluilla oppitunneilla toteutetuilla tehtävälomaketesteillä ja testien teon ohjeisti hankkeeseen koulutetut testaajat. Huhti-toukokuussa 2021 tutkimukseen osallistui 666 ensimmäisellä luokalla olevaa lasta, joiden keskimääräinen ikä aineistonkeruun valmistuttua 1.6.2021 oli 95 kuukautta ( $KA = 95.00$   $KH = 3.80$ ) eli noin 7 vuotta ja 9 kuukautta. Aineistoa kerättiin 50 eri luokassa ja tutkimukseen osallistuneet luokat valikoituvat sen mukaan, missä luokissa oli oppilaina Vuokko-aineistossa jo varhaiskasvatuksessa seurattuja lapsia, ja tutkimukseen osallistui lisäksi näiden lasten luokkakavereita. Seuraavana keväänä maaliskuu-toukokuussa 2022 tutkimukseen osallistui 659 toi-

sella luokalla olevaa lasta, joten he olivat noin vuoden vanhempia tässä mittauspisteessä. Tällöin aineistoa kerättiin 48 luokassa. Tämän tutkimuksen perusjoukko muodostuu ensimmäisellä ja toisella luokalla olevista lapsista, joten tutkittavilla pyrittiin saamaan perusjoukkoa edustava otos (ks. Hirsjärvi ym. 2009, s. 139–140). Lisäksi ensimmäisen luokan mittauspisteen yhteydessä huoltajille toimitettiin kyselylomake, jolla selvitettiin muun muassa huoltajien koulutusta, lapsen perhemuotoa sekä aiempaa osallistumista varhaiskasvatukseen ja esiopetukseen. Kyselyn palautti 446 huoltajaa. Tämän tutkimuksen kannalta kyselystä käytetään ainoastaan tietoa siitä, missä muodossa järjestettyyn esiopetukseen lapsi osallistui.

Koska molempien mittauspisteiden sekä huoltajien kyselyyn liittyvät aineistot olivat omissa tiedostoissaan, yhdistettiin nämä kolme aineistoa yhdeksi aineistoksi analyysia varten. Aineistojen yhdistämisessä huolehdittiin päällekkäisyyksien poistamisesta siten, että jokaisen tutkittavan kohdalta jäi vain yhteen kertaan tieto esiopetukseen osallistumisesta, vaikka hänen kohdallaan olisikin ollut kahden huoltajan vastaukset. Esiopetukseen osallistumistieto saatiin 362 lapselta, mutta ensimmäisen tutkimuskysymyksen aineistossa tutkittavia oli 340, kun huomioitiin puuttuvat tiedot esiopetukseen osallistumisesta ja ensimmäisellä luokalla mitatuissa matemaattisissa taidoissa sekä poistettiin ne tutkittavat, jotka eivät olleet osallistuneet esiopetukseen lainkaan ( $n = 1$ ). Toisessa ja kolmannessa tutkimuskysymyksessä tarkasteltiin lasten matemaattisia taitoja laajemmin, jolloin tutkittaviksi otettiin koko tehtävälomaketestein testattujen joukko. On kuitenkin huomioitava, että näistä tutkittavista osan matemaattiset taidot oli mitattu vain joko ensimmäisellä tai toisella luokalla. Tutkittavia, joiden taidot oli mitattu molempina tutkimusajankohtina, oli 473. Hirsjärven ym. (2009, s. 186–190) mukaan valmiita aineistoa käytettäessä on luonnollista, että niitä joutuu jonkin verran muokkaamaan omaan tutkimukseen sopiviksi. Tässä tutkimuksessa aineistojen muokkaaminen tarkoitti käytännössä aineiston yhdistämistä, tutkittavien valikointia sekä uusien muuttujien luomista käytettävissä olevien muuttujien pohjalta.

Lasten matemaattisia taitoja mitattiin ensimmäisellä luokalla viidellä eri tehtävällä. Testaustilanteessa tutkittavilla oli käytössään lyijykynä sekä tutkijoiden antama tehtäväpaperi, jossa oli eri osa-alueita. Kaikki tehtävät tehtiin koulussa samalla oppitunnilla ja tarvittaessa jatkettiin välitunnin ajan. Tutkittaville kerrottiin, että tehtäväsarjoissa on paljon tehtäviä, eikä haittaa, vaikka ei ehtisi vastaamaan tehtäväsarjan jokaiseen tehtävään. Tutkittavilla ei ollut käytössään pyyhekumia, vaan heidät ohjeistettiin suttaamaan mahdollinen virheellinen vastaus ja tekemään viereen uusi. Ennen kunkin tehtäväsarjan aloittamista varmistettiin harjoitustehtävillä, että tutkittavat ovat ymmärtäneet tehtävänannon. Toisella luokalla matemaattisia taitoja mittaava tehtävälomake koostui samoista tehtävistä kuin ensimmäisellä luokalla, mutta niiden lisäksi oli muitakin tehtäviä. Tämän tutkimuksen aineistona käytetään kuitenkin vain niitä tehtäviä, jotka olivat samansisältöisiä ensimmäisellä ja toisella luokalla.

## 2.2 Mittarit ja muuttujat

**Laskusujuvuus.** Laskusujuvuutta mitattiin kahdella tehtäväsarjalla. Ensimmäisessä tehtäväsarjassa mitattiin laskusujuvuutta yhteenlaskussa ja tehtäväsarja koostui 120 yhteenlaskusta, joiden ratkaisemiseen aikaa oli 120 sekuntia. Tehtävissä yhteenlaskettavat olivat yksinumeroisia lukuja (ks. mittarin kuvaus esim. Koponen ym. 2020). Toisella tehtäväsarjalla mitattiin laskusujuvuutta vähennyslaskujen laskemisessa. Näissä tehtävissä vähenevä luku oli alle 20 ja vähennettävä luku yksinumeroinen. Myös tässä tehtäväsarjassa oli 120 vähennyslaskua ja aikarajoitus 120 sekuntia. Tehtäväsarjat pisteytettiin erikseen siten, että kaikista tutkittavan ratkaisemien tehtävien lukumäärästä vähennettiin virheellisesti ratkaistujen tai ylihypytyjen tehtävien lukumäärä, jolloin tutkittavan saama pistemäärä kuvaa oikein ratkaistujen tehtävien lukumäärää. Näiden mittareiden tuloksista muodostettiin laskusujuvuutta kuvaavat keskiarvosummasummamuuttujat erikseen molempina tutkimusajankohtina. Muuttujien kuvailevat tiedot on esitetty taulukossa 1.

## Taulukko 1

*Mittareiden keskiarvot, -hajonnat, vaihteluväli ja reliabiliteettikertoimet*

Muuttuja	<i>N</i>	<i>KA</i>	<i>KH</i>	<i>VV</i>	Reliabiliteetti
Laskusujuvuus 1.lk	665	15.96	6.99	0.00-53.00	$\alpha = .88$
Laskusujuvuus 2.lk	653	24.22	9.99	3.50-67.50	$\alpha = .91$
Lukujen vertailutaidot 1.lk	665	20.02	6.43	0.00-50.00	$\alpha = .65$
Lukujen vertailutaidot 2.lk	658	25.93	7.24	1.00-49.50	$\alpha = .64$
Matemaattiset taidot 1.lk	665	18.80	5.92	0.20-46.00	$\omega = .86$
Matemaattiset taidot 2.lk	658	25.93	7.13	1.00-56.00	$\omega = .84$

**Lukujen vertailutaidot.** Myös lukujen vertailutaitoja mitattiin kahdella tehtäväsarjalla. Ensimmäisellä tehtäväsarjalla mitattiin tutkittavan kykyä tunnistaa annetuista luvuista suurempi. Mittaamisessa hyödynnettiin Brankaerin ym. (2017) raportoimaa mittaria, jossa tutkittavan tehtävälomakkeessa oli laatikossa aina kaksi lukua ja tutkittavaa pyydettiin vetämään viiva näistä kahdesta suuremman luvun yli. Tehtävän aikarajoitus oli 45 sekuntia ja tehtäviä oli 60. Toisella tehtäväsarjalla mitattiin tutkittavan kykyä tuottaa lukujen suuruuseroja. Tutkittavan tehtävälomakkeessa oli laatikossa aina kaksi lukua ja niiden alapuolella vastausruutu. Tutkittavaa pyydettiin kirjoittamaan vastausruutuun, kuinka paljon suurempi toinen annetuista luvuista on (esimerkiksi luvut 6 ja 8 eli kahdeksan on kaksi suurempi kuin kuusi -> kirjoitetaan luku 2). Tehtävän aikarajoitus oli 60 sekuntia ja tehtäviä oli 40. Vertailtavat luvut olivat yksinumeroisia. Myös nämä tehtäväsarjat pisteytettiin siten, että kaikista tutkittavan ratkaisemien tehtävien lukumäärästä vähennettiin virheellisesti ratkaistujen tai liihypättyjen tehtävien lukumäärä, jolloin tutkittavan saama pistemäärä kuvaa oikein ratkaistujen tehtävien lukumäärää. Tehtäväsarjat pisteytettiin erillisinä. Näistä kahdesta tehtäväsarjasta muodostettiin lukujen vertailutaitoa kuvaava keskiarvosummuuttuja. Muuttujien kuvailevat tiedot ovat taulukossa 1.

**Lukujen jäljentäminen.** Lukujen jäljentämistä mitattiin siten, että tutkittavaa pyydettiin kirjoittamaan eli kopioimaan tehtävälomakkeessa näkemänsä numero mahdollisimman nopeasti numeron viereen. Tehtäväsarjassa oli 90 numeroa ja aikaa oli 45 sekuntia. Tämäkin tehtäväsarja pisteytettiin siten, että kaikkien ratkaistujen tehtävien lukumäärästä vähennettiin virheellisesti ratkaistujen tai ylihypyttävien tehtävien lukumäärä, jolloin tutkittavan saama pistemäärä kuvaa oikeinratkaistujen tehtävien lukumäärää. Maksimiarvot olivat ensimmäisellä luokalla 45 ja toisella luokalla 56. Tätä muuttujaa ei tarkastella itsenäisenä vaan käytetään ainoastaan osana matemaattiset taidot -keskiarvosummamuuttujaa.

**Matemaattiset taidot.** Tutkittavan matemaattisia taitoja niiden osaitoja laajempaan ilmiönä kuvaamaan luotiin keskiarvosummamuuttujat molempina tutkimusajankohtina. Nämä keskiarvosummamuuttujat muodostettiin seuraavien tehtäväsarjojen muuttujien perusteella: yhteen- ja vähennyslaskusujuvuus (laskusujuvuus), suuremman luvun tunnistaminen ja lukujen suuruuseron tuottaminen (lukujen vertailutaidot) sekä lukujen jäljentäminen. Keskiarvosummamuuttujien kuvailevat tiedot ovat taulukossa 1.

**Lasten sukupuoli.** Lapsen sukupuoli on selvitetty tehtävälomaketestin yhteydessä ja myös huoltajien kyselyssä on raportoitu tieto lapsen sukupuolesta. Lomakkeissa sukupuolelle oli kolme vaihtoehtoa: poika, tyttö, muu. Sukupuoli koodattiin seuraavasti: 1 = tyttö ja 2 = poika, sillä kaikki tutkittavat raportoivat sukupuolekseen joko tyttö tai poika. Kahden viimeisen tutkimuskysymyksen aineiston 473 lapsesta tyttöjä oli 248 (52.4 %) ja poikia 225 (47.6 %).

**Esiopetukseen osallistuminen.** Tämä tieto saatiin huoltajille toimitetusta kyselylomakkeesta, jossa huoltaja valitsi lapsensa esiopetukseen osallistumispaikkaa kuvaavan vaihtoehdon kolmesta vaihtoehdosta. Tieto esiopetuspaikasta muutettiin mitattavaan muotoon seuraavien arvojen avulla: lapsi osallistui esiopetukseen päiväkodin yhteydessä olevassa esiopetuksessa = 1, lapsi osallistui esiopetukseen koulun yhteydessä olevassa esiopetuksessa = 2, lapsi ei osallistunut esiopetukseen = 3. Koska tämän tutkimuksen ensimmäisessä tutkimuskysymyksessä oltiin kiinnostuneita vain esiopetukseen osallistuneista lapsista, esi-

opetukseen osallistumattomat jätettiin pois tutkimuksesta ( $n = 1$ ). Päiväkodin yhteydessä esiopetukseen osallistui lapsista 325 (95.5 %) ja koulun yhteydessä 15 (4.5 %).

Matemaattisia taitoja kuvaavien keskiarvosummamuuttujien reliabiliteetin tarkastelussa käytettiin *McDonaldin omega* -kerrointa, jota muun muassa Hayes ja Coutts (2020) suosittelevat käyttämään *Cronbachin alfan* sijaan. Sen sijaan laskusujuvuutta ja lukujen vertailutaitoja kuvaavien keskiarvosummamuuttujien reliabiliteetti tarkasteltiin *Cronbachin alfa* -kertoimella, sillä näissä keskiarvosummamuuttujissa oli mukana vain kaksi muuttujaa, jolloin SPSS-ohjelma ei laske *omega*-kerrointa.

### 2.3 Analyysimenetelmät

Tämän tutkimuksen aineisto analysoitiin IBM SPSS-statistics -ohjelman 28.0-versiolla. Analyysimenetelmät on valittu tutkimuksen tarkoituksen mukaan ja niiden avulla on tarkoitus etsiä selityksiä lasten matemaattisille taidoille ja niiden kehitykselle sekä taidoissa mahdollisesti ilmeneville eroille ja pyrkiä kuvailemaan niitä. Hirsjärven ym. (2009, s. 137–139) mukaan selittävä tutkimus pyrkii etsimään selityksiä jollekin ilmiölle ja kuvaileva tutkimus dokumentoi ilmiön kiinnostavia piirteitä myös määrällisen tutkimuksen keinoin.

Esiopetuspaikan ja ensimmäisen luokan matemaattisten taitojen yhteyttä analysoitiin riippumattomien otosten *t*-testillä. *T*-testi soveltuu keskiarvojen eron testaamiseen normaalisti jakautuneessa aineistossa (Metsämuuronen 2009, s. 383–384). *T*-testillä analysoitiin lasten matemaattisia taitoja ensimmäisellä luokalla tarkastelemalla taitoja kokonaisuudessaan sekä lisäksi erikseen myös laskusujuvuutta ja lukujen vertailutaitoja ja ryhmitteleväksi muuttujaksi valittiin lapsen esiopetuspaikka (päiväkoti tai koulu). Tutkittavien määrä ( $n = 340$ ) jakautui tarkasteltaviin ryhmiin hyvin epätasaisesti (koulun esiopetus  $n = 15$  ja päiväkodin esiopetus  $n = 325$ ). Tarkasteltavat muuttujat olivat hieman huipukkaita ja vinoja, joten *t*-testin lähtöoletus muuttujien normaalijakautuneisuudesta ei toteutunut. Tämän vuoksi *t*-testille laskettiin toiset tulokset uusio-otantamenetelmällä

(Bootstrap, 1000 otosta), jossa ei ole jakaumaoletusta ja näin tarkastettiin  $t$ -testin tuloksen validius.

Toisena analyysimenetelmänä käytettiin toistettujen mittausten varianssi-analyysia, jolla voidaan tutkia tietyn muuttujan eri ryhmien keskiarvojen yhtäsuuruutta tai sitä, miten luokittelevat muuttujat vaikuttavat selitettävään muuttujaan (ks. Metsämuuronen 2009, s. 742–745). Myös McCoach ym. (2013) kirjoittavat, että toistettujen mittausten varianssianalyysi on yleinen tapa tarkastella ajan mittaan tapahtuvaa muutosta pitkittäistutkimusaineistossa. Toistettujen mittausten analyysillä tarkasteltiin lasten matemaattisia taitoja ja niiden kehitystä ensimmäisellä ja toisella luokalla, sekä sitä, onko sukupuolten välillä eroja taitotasoissa tai taitojen kehityksessä (vrt. esim. Carr ja Alexeev, 2011; Contini ym. 2017; Koponen ym. 2013). Selitettävänä muuttujana käytettiin lapsen matemaattisia taitoja, jotka oli mitattu ensimmäisellä ja toisella luokalla. Selittävänä muuttujana käytettiin ajan lisäksi lapsen sukupuolta, jonka perusteella muodostui kaksi ryhmää, tytöt ( $n = 248$ ) ja pojat ( $n = 225$ ). Ennen toistettujen mittausten varianssianalyysin suorittamista tarkastettiin lähtöoletusten toteutuminen aineistossa. Tutkittavien määrä ( $n = 473$ ) oli riittävä suhteessa tarkasteltavien muuttujien, eli matemaattisten taitojen keskiarvosummamuuttujan muuttujien, määrään. Muuttujat olivat jakaumaltaan hieman vinoja, mutta aineiston koko huomioiden niiden tulkittiin olevan silti riittävän normaalisti jakautuneita. Jatkotarkastelut suoritettiin parittaisten otosten  $t$ -testillä kummallekin tarkasteltavalle ryhmälle erikseen.

Kolmantena analyysimenetelmänä käytettiin regressioanalyysia, jolla voidaan Metsämuuronen (2009, s. 677–678) mukaan tutkia niiden muuttujien, jotka jo aiemmin tiedetään tärkeiksi, osuutta selittävinä tekijöinä. Tässä tutkimuksessa selvitettiin ensin hierarkkisella lineaarisella regressioanalyysillä sitä, selittävätkö lukujen vertailutaidot ensimmäisellä luokalla laskusujuvuutta toisella luokalla (vrt. esim. Brankaer ym. 2017; Koponen ym. 2013; Locuniak & Jordan, 2008; Lyons'n ym. 2014), kun ensimmäisen luokan laskusujuvuuden taso on huomioitu. Kelley'n ja Holdenin (2013) mukaan hierarkkinen regressiomalli soveltuu käytettäväksi silloin, kun tutkija haluaa kontrolloida jonkin sellaisen muuttujan, joka



voi selittää suuren osan tutkittavan muuttujan vaihtelusta. Tässä tutkimuksessa ensimmäisen luokan laskusujuvuuden oletettiin selittävän toisen luokan laskusujuvuudesta suuri osa. Näin ollen selitettäväksi muuttujaksi valittiin laskusujuvuus toisella luokalla ja selittäviksi muuttujiksi laskusujuvuus ensimmäisellä luokalla sekä lukujen vertailutaidot ensimmäisellä luokalla.

Tämän jälkeen suoritettiin lineaarinen regressioanalyysi, jolla selvitettiin, eroaako ensimmäisen luokan lukujen vertailutaitojen toisen luokan laskusujuvuutta selittävä osuus sukupuolten välillä. Tätä varten standardoitiin ensimmäisen ja toisen luokan laskusujuvuutta sekä ensimmäisen luokan lukujen vertailutaitoja kuvaavat muuttujat ja sukupuoli koodattiin uudelleen (tyttö = 0, poika = 1) interaktiotermin luomista varten. Sitten luotiin interaktiotermi sukupuoli x standardoitu laskusujuvuus ensimmäisellä luokalla ja suoritettiin lineaarinen regressioanalyysi käyttäen standardoituja muuttujia sekä interaktiotermiä. Lopuksi tarkasteltiin vielä hierarkkisella lineaarisella regressioanalyysillä sitä, miten mallin selitysaste eroaa tutkittavien ryhmien välillä käyttäen alkuperäisiä muuttujia erikseen tytöille ja pojille. Regressioanalyyseissa tutkittavien eli aineiston validien arvojen määrä ( $n = 470$ ) oli riittävä suhteessa tarkasteltavien muuttujien määrään.

## 2.4 Eettiset ratkaisut

Eettisesti hyvän tutkimuksen tekemisessä tulee noudattaa hyvää tieteellistä käytäntöä (Hirsjärvi ym. 2009, s. 23–27), jota tässä tutkimuksessa noudatettiin jokaisessa vaiheessa. Hyvään tieteelliseen käytäntöön kuuluu muun muassa tieteellisen työn huolellinen sekä mahdollisimman avoimesti raportoitu suunnittelu, toteutus ja dokumentointi, huolehtiminen tarvittavista suostumuksista ja luvista sekä aineistojen luottamuksellinen ja asianmukainen käsittely (ks. Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2023). Tämän tutkimuksen aineisto on kerätty jo aiemmin VUOKKO-hankkeeseen, joten tätä tutkimusta varten ei kerätty erillistä aineistoa, vaan valittiin tutkimuksen tarkoitukseen parhaiten sopiva osa aineistosta. Käytetty aineisto oli siis valmiiksi pseudonymisoitu, ja koska aineisto oli näin laaja,

ei yksittäistä tutkittavaa ole tämän tutkimuksen aineistosta mahdollista tunnistaa.

Tutkittavien kanssa ei siis oltu vuorovaikutuksessa tämän tutkimuksen aikana. Näin ollen ei tätä tutkimusta varten tarvinnut erikseen myöskään hakea tutkimuslupaa, vaikka tutkittavat ovatkin lapsia. Tutkimuksen teon ajaksi tässä tutkimuksessa tarvittava osa aineistosta siirrettiin saatavilleni Jyväskylän yliopiston salasanoin suojatulle verkkoasemalle omaan kansioon, josta aineisto palautetaan takaisin hankkeen koordinaattorille tutkimuksen valmistuttua. Aineiston käyttöä varten allekirjoitettiin datankäyttösopimus. Tässä tutkimuksessa käytettyä valmista aineistoa vastaan on tehty 80 tuntia hanketyötä Jyväskylän yliopistolle. Eettisen tarkastelun kannalta oma läheinen suhteeni esiopetukseen ja kiinnostukseni matematiikkaan saattaisivat vaikuttaa tutkimukseen. Kuitenkin, kun kyseessä on määrällinen tutkimus ja aineisto on muiden toimesta kerätty, oman roolini vaikutus ilmenee lähinnä aiheen käsittelynäkökulmaan sekä aineiston analyysieihin liittyvissä asioissa.



Matemaattiset taidot 1. luokalla	19.23	5.66	19.57	5.75	-.21	.69	-.06
Laskusujuvuus 1. luokalla	16.33	6.88	17.97	6.40	-.90	.82	-.24
Lukujen vertailutaidot 1. luokalla	20.65	6.01	19.90	5.53	.47	.92	.13

*Huom.* Päiväkodin esiopetus ( $n = 325$ ), koulun esiopetus ( $n = 15$ ).

### 3.2 Matemaattisten taitojen kehittyminen ensimmäiseltä toiselle luokalle ja sukupuolten väliset erot

Matemaattisten taitojen kehitystä ensimmäiseltä toiselle luokalle sekä sukupuolten välisiä eroja taidoissa tutkittiin toistettujen mittausten varianssianalyysillä. Ennen varsinaisten tulosten tulkintaa huomattiin, että kovarianssimatriisien yhtäsuuruusoletus ei täytynyt (Boxin M-testi:  $F(3, 57049758) = 10.60, p < .001$ ), joten monimuuttujatulokset tulokset tulkittiin Pillain jälki -testin avulla. Koska mittausajankohtia on vain kaksi, sfäärisyystestiä ei voi laskea, jolloin oletetaan sfäärisyysoletuksen täyttyvän ja tulkittiin monimuuttujatulokset. Matemaattisten taitojen keskiarvot ja -hajonnat on esitetty taulukossa 3. Toistettujen mittausten varianssianalyysissä aika x ryhmä -yhdysvaikutus oli tilastollisesti merkitsevä ( $F(1, 471) = 6.94, p = .009, \eta_p^2 = .02$ ) eli taitojen kehitys ryhmien välillä oli erilaista tarkastellulla aikavälillä yhdysvaikutuksen ollessa pieni. Jatkotarkastelut parittaisella  $t$ -testillä molemmissa ryhmissä erikseen osoittivat, että matemaattiset taidot kehittyivät tilastollisesti merkitsevästi sekä tytöillä ( $t(247) = -27.16, p < .001$ ) että pojilla ( $t(224) = -25.07, p < .001$ ) efektinkokojen ollessa suuret (tytöillä *Cohenin*  $d = 1.72$  ja pojilla *Cohenin*  $d = 1.67$ ). Keskiarvojen ja -hajontojen perusteella (taulukko 3) huomataan, että poikien matemaattiset taidot olivat molemmissa mittauspisteissä tyttöjen taitoja paremmat ja poikien taidot myös kehittyivät enemmän tarkastellulla ajanjaksolla, mutta samalla poikien taitojen keskihajonnat olivat suuremmat eli poikien taidot erosivat enemmän toisistaan kuin tyttöjen.

### Taulukko 3

*Tyttöjen ja poikien matemaattisten taitojen keskiarvot ja -hajonnat toistettujen mittausten varianssianalyysissa*

Muuttuja	Tytöt		Pojat	
	KA	KH	KA	KH
Matemaattiset taidot 1. luokalla	18.31	4.61	19.92	6.35
Matemaattiset taidot 2. luokalla	24.87	5.78	27.50	7.84

*Huom.* Tytöt ( $n = 247$ ), pojat ( $n = 223$ ).

Matemaattisten kokonaistaitojen kehityksen tarkastelun lisäksi suoritettiin toistettujen mittausten varianssianalyysit erikseen laskusujuvuudelle ja lukujen vertailutaidoille. Kovarianssimatriisien yhtäsuuruusoletus ei toteutunut laskusujuvuudessa (Boxin M-testi:  $F(3, 58935312) = 21.27, p < .001$ ) eikä lukujen vertailutaidoissa (Boxin M-testi:  $F(3, 57049758) = 8.59, p < .001$ ). Koska mittausajankohtia oli vain kaksi oletettiin sfäärisyysoletuksen täyttyneen. Laskusujuvuuden kehityksessä aika x ryhmä -yhdyksivaikutus oli tilastollisesti merkitsevä ( $F(1, 468) = 17.11, p < .001, \eta_p^2 = .04$ ) eli tyttöjen ja poikien laskusujuvuuden kehitys oli erilaista tarkastellulla aikavälillä (taulukko 4). Parittaisella  $t$ -testillä molempien ryhmien erillinen tarkastelu osoitti, että laskusujuvuuden kehittyminen oli tilastollisesti merkitsevää sekä tytöillä ( $t(246) = -21.11, p < .001$ ) että pojilla ( $t(222) = -20.85, p < .001$ ) efektinkokojen ollessa suuret (Cohenin  $d = 1.34$  tytöillä ja Cohenin  $d = 1.40$  pojilla). Kuten taulukosta 4 huomataan, poikien laskusujuvuus oli lähtötilanteessa tyttöjen laskusujuvuutta parempaa ja poikien laskusujuvuus myös kehittyi tyttöjä enemmän.

Lukujen vertailutaidoissa aika x ryhmä -yhdyksivaikutus ei ollut tilastollisesti merkitsevä, mutta ajan päävaikutus oli ( $F(1, 471) = 751.71, p < .001, \eta_p^2 = .62$ ) eli lukujen vertailutaidot kehittyivät tilastollisesti merkitsevästi tarkasteltujen ajankohtien välillä, mutta taitojen kehitys oli samanlaista sekä tytöillä että pojilla. Myös ryhmän päävaikutus oli tilastollisesti merkitsevä ( $F(1, 471) = 16.69, p < .001$ ,

$\eta_p^2 = .03$ ) eli, kuten taulukosta 4 nähdään, lukujen vertailutaidot pojilla olivat paremmat kuin tytöillä, vaikka taitojen kehitys olikin samanlaista.

#### Taulukko 4

*Laskusujuvuuden ja lukujen vertailutaitojen keskiarvot ja -hajonnat tytöillä ja pojilla*

Muuttuja	Tytöt		Pojat	
	KA	KH	KA	KH
Laskusujuvuus 1. luokalla <sup>1</sup>	14.91	5.11	17.73	8.14
Laskusujuvuus 2. luokalla <sup>1</sup>	21.88	7.79	26.95	11.00
Lukujen vertailutaidot 1. luokalla <sup>2</sup>	19.14	5.28	21.42	6.56
Lukujen vertailutaidot 2. luokalla <sup>2</sup>	25.06	5.98	27.30	7.84

*Huom.* <sup>1</sup>Tytöt ( $n = 247$ ) ja pojat ( $n = 223$ ), <sup>2</sup>tytöt ( $n = 248$ ) ja pojat ( $n = 225$ )

### 3.3 Ensimmäisen luokan lukujen vertailutaidot toisen luokan laskusujuvuutta selittävänä tekijänä

Kolmanteen tutkimuskysymykseen ”Ennustavatko lukujen vertailutaidot ensimmäisellä luokalla lapsen laskusujuvuutta toisella luokalla ja onko tässä sukupuolten välillä eroja” haettiin vastausta useammalla regressioanalyysillä. Ensin tutkittiin hierarkkisella lineaarisella regressioanalyysillä sitä, ennustavatko ensimmäisen luokan lukujen vertailutaidot toisen luokan laskusujuvuutta, kun ensimmäisen luokan laskusujuvuus on huomioitu. Tässä vaiheessa toisen luokan laskusujuvuutta selittävät tekijät (ensimmäisen luokan laskusujuvuus ja ensimmäisen luokan lukujen vertailutaidot) lisättiin malliin askeleittain. Ennen analyysin suorittamista tarkasteltiin vielä tutkittavien määrän lisäksi muut lineaarisen regressioanalyysin lähtöoletukset. Sirontakuvioista havaittiin, ettei aineistossa esiinny mahdollisesti liian poikkeavia ääriarvoja ja että selitettävän ja selittävien muuttujien välillä on lineaarinen yhteys. Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokerrotimekset osoittivat, että selittävät muuttujat korreloivat selitettävän muuttujan

kanssa ( $r = .68-.80$ ) ja selittäjien keskinäinen korrelaatio oli voimakas (.75), mikä voi kertoa multikollinearisuudesta. Regressioanalyysin yhteydessä tulostetut VIF-arvot olivat kuitenkin matalia (1.0 ja 2.31), joten multikollinearisuutta ei pidetty ongelmana. Myös jäännökset olivat riittävän normaalisti jakautuneet.

Hierarkkisen lineaarisen regressioanalyysin tulokset osoittivat, että lukujen vertailutaidot ensimmäisellä luokalla selittävät tilastollisesti merkitsevästi laskusujuvuutta toisella luokalla, kun huomioidaan myös laskusujuvuus ensimmäisellä luokalla ( $F(2, 467) = 428.81, p < .001$ ). Ensimmäisellä askelmalla malliin viety ensimmäisen luokan laskusujuvuus selitti 63.2 % toisen luokan laskusujuvuuden vaihtelusta ( $F(1, 468) = 804.45, p < .001$ ) siten, että mitä parempi lapsen laskusujuvuus oli ensimmäisellä luokalla, sitä parempi se oli myös toisella luokalla (ks. taulukko 5). Toisella askelmalla malliin viety ensimmäisen luokan lukujen vertailutaidot nostivat mallin selitysastetta 1.5 %:a ( $F(1, 467) = 20.17, p < .001$ ). Paremmat lukujen vertailutaidot ensimmäisellä luokalla ennustivat parempaa laskusujuvuutta toisella luokalla. Vaikka ensimmäisen luokan lukujen vertailutaitojen lisääminen mallin nosti selitysastetta vain 1,5 %:a, on tämä selitysasteen nousu silti tilastollisesti merkitsevä. Kokonaisuudessaan malli selitti 64.7 % laskusujuvuuden vaihtelusta toisella luokalla.

## Taulukko 5

*Hierarkkisen lineaarisen regressioanalyysin tulokset ensimmäisen luokan laskusujuvuuden ja lukujen vertailutaitojen yhteydestä toisen luokan laskusujuvuuteen*

Muuttuja	Askelma 1			Askelma 2		
	B	KV	$\beta$	B	KV	$\beta$
Laskusujuvuus 1. luokalla	1.14***	.04	.80	.94***	.06	.65
Lukujen vertailutaidot 1. luokalla				.29***	.07	.19

Huom.  $N = 470$ . KV = keskivirhe.

$p < .001$ .

Lineaarisella regressioanalyysillä tarkasteltiin sitä, onko sukupuolten välillä eroja siinä, missä määrin lukujen vertailutaidot ensimmäisellä luokalla ennustavat lapsen laskusujuvuutta toisella luokalla. Tässä analyysissä käytettiin nyt standardoituja muuttujia ja interaktiotermejä siten, että selitettävä muuttuja oli standardoitu laskusujuvuus toisella luokalla ja selittäjinä olivat standardoidut laskusujuvuus ja lukujen vertailutaidot ensimmäisellä luokalla, sukupuoli sekä interaktiotermejä, joka sisälsi sukupuolen ja standardoidun lukujen vertailutaidot ensimmäisellä luokalla. Kaikki selittäjät pakotettiin malliin samalla askelmalla. Myös näiden muuttujien kohdalla varmistettiin lähtöoletusten toteutuminen. Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokertoimet osoittivat, että jokainen selittäjä korreloi selitettävän kanssa ( $r = .26-.80$ ). Selittäjien keskinäiset korrelaatiot vaihtelivat  $.09-.75$  välillä. VIF-arvot olivat kuitenkin pääosin riittävän matalia (1.0–2.4), ainoastaan standardoidun ensimmäisen luokan lukujen vertailutaitojen VIF-arvo oli 3.2, mutta todettiin, ettei multikollinearisuus ole tässäkään tarkastelussa ongelma. Jäännökset olivat riittävän normaalisti jakautuneet.

Lineaarisen regressioanalyysin tulokset osoittivat, että ensimmäisen luokan lukujen vertailutaidot ja laskusujuvuus sekä sukupuoli ja interaktiotermejä selittivät tilastollisesti merkitsevästi laskusujuvuutta toisella luokalla ( $F(4, 465) = 235.42, p < .001$ ). Kyseinen malli selittää 66.9 % toisen luokan laskusujuvuudesta siten, että kaikilla selittäjillä on tilastollisesti merkitsevä omaselitysosuus mallissa ( $p > .05$ ) (taulukko 6). Ensimmäisen luokan lukujen vertailutaidot ja laskusujuvuus yhdessä sukupuolen kanssa selittävät toisen luokan laskusujuvuutta ja näiden lisäksi myös interaktiotermeillä on tilastollisesti merkitsevä omaselitysaste. Toisin sanoen tytöt ja pojat erosivat siinä, missä määrin lukujen vertailutaidot ensimmäisellä luokalla ennustivat laskusujuvuutta toisella luokalla.

## Taulukko 6

*Regressioanalyysin tulokset ensimmäisen luokan lukujen vertailutaitojen ja laskusujuvuuden sekä sukupuolen ja interaktiotermin yhteydestä toisen luokan laskusujuvuuteen*

Muuttuja	Laskusujuvuus 2. luokalla		
	B	KV	$\beta$



Laskusujuvuus 1. luokalla	.62***	.04	.62
Lukujen vertailutaidot 1. luokalla	.13**	.05	.13
Sukupuoli	.28***	.05	.14
Interaktiotermi	.12*	.06	.09

*Huom.*  $N = 470$ .  $KV$  = keskivirhe. Interaktiotermi = sukupuoli x lukujen vertailutaidot 1. luokalla.  
 $*p < .05$ ,  $**p < .01$   $***p < .001$ .

Lopuksi tyttöjen ja poikien aineistoille suoritettiin erikseen hierarkkinen lineaarinen regressioanalyysi tarkempien tulosten saamiseksi tyttöjen ja poikien eroista. Muuttujina olivat alkuperäiset toisen luokan laskusujuvuus sekä ensimmäisen luokan laskusujuvuus ja lukujen vertailutaidot. Selittäjät lisättiin askeleittain. Analyysi vahvisti interaktiotermillä edellisessä analyysissä saatuja tuloksia eli sitä sukupuolten välisestä eroista. Lukujen vertailutaidot ensimmäisellä luokalla selittivät toisen luokan laskusujuvuutta vain pojilla tilastollisesti merkitsevästi ( $p < .001$ ) mutta eivät tytöillä ( $p = .087$ ). Sekä tyttöjen ( $F(2, 244) = 163.8$ ,  $p < .001$ ) että poikien ( $F(2, 220) = 219.35$ ,  $p < .001$ ) tilastomalli sopi aineistoon. Tyttöillä ensimmäisen luokan laskusujuvuus selitti 56.7 % toisen luokan laskusujuvuudesta ( $F(1, 245) = 320.86$ ,  $p < .001$ ) (taulukko 7). Lisättäessä malliin ensimmäisen luokan lukujen vertailutaidot, selitysaste nousi vain 0.5 %:a ( $F(1, 244) = 2.95$ ,  $p = .087$ ) eli ensimmäisen luokan lukujen vertailutaitojen lisääminen malliin ei lisännyt selitysastetta tilastollisesti merkitsevästi tytöillä, mikä johtui siitä, että tytöillä lukujen vertailutaidot ensimmäisellä luokalla eivät selittäneet laskusujuvuuteen toisella luokalla. Malli selitti kokonaisuudessaan 57.2 % tyttöjen laskusujuvuuden vaihtelusta toisella luokalla.

## Taulukko 7

*Hierarkkisen lineaarisen regressioanalyysin tulokset tytöillä 1. luokan lukujen vertailutaitojen ja laskusujuvuuden yhteydestä 2. luokan laskusujuvuuteen*

Muuttuja	Askelma 1			Askelma 2		
	$B$	$KV$	$\beta$	$B$	$KV$	$\beta$

Laskusujuvuus 1. luokalla	1.03*	.06	.75	.93*	.08	.68
Lukujen vertailutaidot 1. luokalla				.13**	.08	.10

*Huom.*  $N = 247$ .  $KV$  = keskivirhe.

\*  $p < .001$

Poikien kohdalla ensimmäisen luokan laskusujuvuus selitti tilastollisesti merkitsevästi 64.4 % toisen luokan laskusujuvuudesta ( $F(1, 221) = 399.69, p < .001$ ). Lisättäessä malliin ensimmäisen luokan lukujen vertailutaidot, selitysaste nousi pojilla 2.2% ( $F(1, 220) = 14.53, p < .001$ ) eli heillä ensimmäisen luokan lukujen vertailutaitojen lisääminen malliin lisäsi mallin selitysosuutta tilastollisesti merkitsevästi (ks. taulukko 8). Pojilla siis lukujen vertailutaidot ensimmäisellä luokalla selittivät laskusujuvuutta toisella luokalla. Pojilla malli selitti yhteensä 66.6 % toisen luokan laskusujuvuuden vaihtelusta.

## Taulukko 8

*Hierarkkisen lineaarisen regressioanalyysin tulokset pojilla 1. luokan lukujen vertailutaitojen ja laskusujuvuuden yhteydestä 2. luokan laskusujuvuuteen.*

Muuttuja	Askelma 1			Askelma 2		
	$B$	$KV$	$\beta$	$B$	$KV$	$\beta$
Laskusujuvuus 1. luokalla	1.11*	.06	.80	.84*	.09	.61
Lukujen vertailutaidot 1. luokalla				.39*	.10	.24

*Huom.*  $N = 223$ .  $KV$  = keskivirhe.

\* $p < .001$ .

Sukupuolet eroavat siis toisistaan siinä, missä määrin ensimmäisen luokan lukujen vertailutaitojen lisääminen malliin nostaa mallin selitysasetta toisen luokan laskusujuvuudessa.

## 4 POHDINTA

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin sitä, ilmeneekö lasten matemaattisissa taidoissa eroja ensimmäisellä luokalla esiopetukseen osallistumispaikan mukaan. Lisäksi tarkasteltiin matemaattisia taitoja ja niiden kehitystä ensimmäisellä ja toisella luokalla selvittäen mahdollisia eroja sukupuolten välillä sekä ensimmäisen luokan lukujen vertailutaitojen merkitystä laskusujuvuutta toisella luokalla selittäväenä tekijänä, kun ensimmäisen luokan laskusujuvuus huomioidaan. Esiopetukseen osallistumispaikan mukaan matemaattisissa kokonaistaidoissa sekä laskusujuvuudessa ja lukujen vertailutaidoissa ei ollut ensimmäisellä luokalla tilastollisesti merkitseviä eroja, vaikka ryhmäkohtaisissa keskiarvoissa olikin pieniä eroja ensimmäisellä luokalla (ks. taulukko 2). Tulosten tarkastelussa on kuitenkin otettava huomioon koulun esiopetukseen osallistuneiden huomattavan pieni määrä, joten näistä tuloksista ei voida tehdä yleistettäviä johtopäätöksiä. On kuitenkin huomionarvoista, että ensimmäisellä luokalla lasten matemaattisia taitoja on mitattu vasta keväällä. Näin ollen tarkastelu ei anna käsitystä siitä, miltä eri paikoissa järjestettyyn esiopetukseen osallistuneiden taidot näyttävät koulunaloitushetkellä. Asiaa on syytä tutkia lisää senkin vuoksi, että Hujalan ym. (2012) esiopetuksen laatua kuvaavassa arviointiraportissa päiväkodin esiopetuksen laatua pidettiin aavistuksen parempana kuin koulun esiopetuksen, joten olisi tärkeää selvittää, näkyykö tämä jotenkin lasten taidoissa kouluun siirryttäessä tai myöhemminkin.

Matemaattisten taitojen ja niiden kehityksen tarkastelu ensimmäiseltä toiselle luokalle osoitti, että poikien matemaattiset taidot ovat molemmilla luokilla tyttöjen taitoja paremmat. Sekä tyttöjen että poikien taidot kehittyivät tarkastellulla ajanjaksolla, mutta poikien taidot ovat tyttöjä paremmat niin kokonaisuudessaan kuin pelkässä laskusujuvuudessa ja ne myös kehittyvät tyttöjen taitoja enemmän. Lukujen vertailutaidotkin ovat pojilla paremmat molemmilla luokilla, mutta niiden kehitys oli yhtä suurta tytöillä ja pojilla. Taitojen erilaisuus lähtölanteessa poikien hyväksi on linjassa niiden aiempien tutkimustulosten kanssa, joiden mukaan poikien matemaattiset taidot ovat tyttöjä paremmat (ks. esim.

Carr ja Alexeev, 2011; Contini ym. 2017; Koponen ym. 2013), mutta havainto siitä, että myös taitojen kehitys on kokonaistaidoissa ja laskusujuvuudessa pojilla parempaa kuin tytöillä, on ristiriidassa Carrin ja Alexeevin (2011) tulosten kanssa, joiden mukaan sukupuoli selittää vain taitojen lähtötilanteen, mutta ei kehityksen suuruutta. Se, että matemaattiset taidot sekä kokonaisuudessaan että myös laskusujuvuus ja lukujen vertailutaidot kehittyvät molemmilla sukupuolilla ensimmäiseltä toiselle luokalle on linjassa sen kanssa, mitä tavoitteita matematiikan opetukselle on asetettu ensimmäisellä ja toisella luokalla (ks. Opetushallitus 2014b, s. 128–129)

Tulokset ensimmäisen luokan lukujen vertailutaitojen toisen luokan laskusujuvuutta selittävänä tekijänä ovat mielenkiintoisia. Kun ensimmäisen luokan laskusujuvuuden taso huomioitiin ja hierarkkiseen lineaariseen regressiomalliin lisättiin ensimmäisen luokan lukujen vertailutaidot, nousi mallin selitysaste 1.5 % ja vaikka tämä selitysasteen muutos oli pieni, oli se silti tilastollisesti merkitsevä. Tulos on yhteneväinen aiempien tutkimusten tulosten kanssa (Brankaer ym. 2017; Koponen ym. 2013; Locuniak & Jordan, 2008; Lyons'n ym. 2014), joissa aiempien lukujen vertailutaitojen ja lukujonotaitojen eli numeeristen perustaitojen joukkoon kuuluvien taitojen on todettu selittävän myöhempää laskusujuvuutta. Näissä tutkimuksissa ei kuitenkaan ole tarkasteltu (lukujen vertailu)taitojen laskusujuvuutta selittäviä eroja sukupuolten välillä, joten tämä tutkimus laajentaa käsitystä siitä, miten lukujen vertailutaidot ovat yhteydessä laskusujuvuuteen. On todella merkittävää huomata sukupuolten väliset erot siinä, missä määrin ensimmäisen luokan laskusujuvuus selittää toisen luokan laskusujuvuutta (tytöt 56.7 % ja pojat 64.4 %) ja tämän jälkeen regressiomalliin viety lukujen vertailutaidot nostivat mallin selitysastetta eri tavoin tytöillä ja pojilla (tytöt 0.5 %:n nousu ja pojat 2.2 %: nousu). Merkittävät huomiot ovat siis ne, että tyttöjen kohdalla ensimmäisen luokan lukujen vertailutaitojen lisääminen malliin ei nostanut mallin selitysastetta tilastollisesti merkitsevästi, joten heillä ensimmäisen luokan lukujen vertailutaidot eivät ennusta laskusujuvuutta toisella luokalla, kun taas pojilla ensimmäisen luokan lukujen vertailutaitojen lisääminen malliin

nosti mallin selitysastetta tilastollisesti merkitsevästi eli heillä ensimmäisen luokan lukujen vertailutaidot ennustivat toisen luokan laskusujuvuutta. Pojilla sekä ensimmäisen luokan laskusujuvuus että lukujen vertailutaidot yhdessä selittävät huomattavasti suuremman osuuden toisen luokan laskusujuvuudesta kuin tytöillä (pojat 66.6 % ja tytöt 57.2 %).

Tulokset matemaattisissa taidoissa ja niiden kehityksessä sukupuolten välillä ilmenevistä eroista ovat ristiriidassa niiden tutkimusten tuloksiin, joissa eroa sukupuolten välillä ei havaittu (esim. Devine ym. 2012; Hyde ym. 2008; Xu ym. 2021). Koska tässä tutkimuksessa ilmenneet erot sukupuolten välillä olivat varsin selkeästi havaittavissa, vahvistavat ne käsitystä siitä, että poikien matemaattiset taidot ainakin alkuopetusvuosina ovat hieman paremmat kuin tyttöjen. Tutkimuksen aineisto on kerätty kuitenkin vain yhden kaupungin alueella, joten tuloksia ei voi täysin yleistää koko tarkasteltavan ikäryhmän populaatiota kattavaksi. Toisaalta taas tutkittavien määrä oli sen verran suuri, että joukkoon mahtuu matemaattisilta taidoiltaan varmasti hyvin erilaisia lapsia.

Tämän tutkimuksen rajoituksiin lukeutuu se, että tässä tarkasteltiin matemaattisia taitoja vain esiopetuspaikan sekä sukupuolen perusteella, eikä muita taitoihin ja niiden kehitykseen vaikuttavia tekijöitä huomioitu. Matemaattisissa taidoissa ei myöskään huomioitu muita matematiikan osa-alueita, esimerkiksi mittaamista ja geometriaa, vaan tarkastelu rajattiin aritmeettisten ja numeeristen perustaitojen tarkasteluun. Lisäksi alkuperäinen huomattavasti yli 600 tutkittavan joukko kapeni merkittävästi sen seurauksena, että kaikilta tutkittavilta ei ollut saatavilla kaikkia tarvittavia tietoja. Toiseen ja kolmanteen tutkimuskysymykseen vastaamiseksi päädyttiin käyttämään laajempaa aineistoa sen vuoksi, että tällöin ei enää tarvittu tietoa tutkittavan esiopetukseen osallistumisesta ja tämä valinta lisännee tulosten luotettavuutta. Luotettavuutta lisää myös se, että analyysivaiheet ja tulokset on pyritty raportoimaan mahdollisimman tarkasti. Riippumattomien otosten *t*-testin tulos ensimmäisen tutkimuskysymyksen kohdalla varmistettiin uusio-otantamenetelmällä ja toisen ja kolmannen tutkimuskysymyksen kohdalla suoritettiin useita analyyssejä. Näin pyrittiin sekä varmistu-

maan tuloksista että saamaan mahdollisimman laaja ja syvälinen käsitys tutkitavasta ilmiöstä. Tuloksiin voi vaikuttaa myös se, että lukujen jäljentäminen -muuttujan poisjättäminen matemaattisten taitojen keskiarvosummamuuttujasta olisi nostanut aavistuksen verran *omega*-kerrointa. Muuttuja haluttiin kuitenkin jättää malliin sen vuoksi, että muussa tapauksessa keskiarvosummamuuttuja olisi koostunut vain laskusujuvuutta sekä lukujen vertailutaitoja mittaavista muuttujista. Myös lukujen vertailutaidot -keskiarvosummamuuttujan sijaan olisi muuttujana voinut käyttää joko pelkästään jompaakumpaa lukujen vertailutaitoja kuvaavaan tehtäväsarjaan perustuvaa muuttujaa. Koska lukujen vertailutaidot -keskiarvosummamuuttujan *Cronbachin alfa* -kertoimet olivat kuitenkin suurempia kuin .60, päädyttiin keskiarvosummamuuttujan käyttöön.

Oma suhteeni tutkittavaan ilmiöön on tavallaan läheinen ja aiemmat kokemukseni sekä ennakkokäsitykseni aiheesta voivat vaikuttaa tiettyihin tekemiini valintoihin tutkimuksessa. Oma kiinnostukseni vaikutti aiheen rajaamiseen ja alun perin tutkimuksen päätarkoituksena olikin tarkastella ainoastaan mahdollisia esiopetuspaikasta johtuvia eroja matemaattisissa taidoissa. Kuitenkin, kun koulun esiopetukseen osallistuneiden tutkittavien määrä oli huomattavan pieni, päädyttiin näkökulman laajentamiseen suhteessa matemaattisiin taitoihin ja yritettiin löytää muita kiinnostavia ja mahdollisesti myös uutta tietoa tuottavia lähestymistapoja kyseisen aineiston tarkasteluun. Analyyseja varten tehtyjä rajauksia lukuun ottamatta tilastolliset analyysit ovat kuitenkin melko vapaita tutkijan ennakkokäsityksistä.

Tämä tutkimus osoitti sen, että lasten matemaattisia taitoja ensimmäisellä luokalla on syytä tutkia lisää siitä näkökulmasta, että huomioidaan, missä lapsi on osallistunut esiopetukseen. Tällainen tutkimus vaatii huomattavasti esiopetuspaikkojen välille tasaisemmin jakautuneen tutkittavien joukon ja samalla olisi hyvä huomioida myös esiopettajan koulutustausta. Toisaalta tarkastelun kohteeksi voisi ottaa myös lukemisen ja kirjoittamisen valmiudet tai sosiaaliset taidot eri esiopetustaustoista tulevilla lapsilla. Näin voitaisiin kehittää edelleen esiopetusta varmistamalla, että erilaisissa ympäristöissä järjestettävään esiopetukseen osallistuvilla lapsilla olisi yhtä laadukkaat oppimisympäristöt erilaisten taitojen

kehittymiseksi. Ja toisaalta, kun tämän tästä tehdään esimerkiksi taloudellisten tai henkilöstöresurssien vuoksi ratkaisuja siirtää esiopetusryhmiä joko päiväkodista kouluun tai toisinpäin, voitaisiin aihetta lisää tutkimalla saada näiden ratkaisujen pohjaksi myös tietoa siitä, onko esiopetuspaikalla ja opettajien koulutuksella yhteyttä lasten taitojen kehitykseen.

Samalla lasten matemaattisten taitojen tarkastelua voisi laajentaa edelleen sukupuolten välisten erojen selvittämiseen, sillä aiempien tutkimusten perusteella (esim. Locuniak & Jordan, 2008) tiedetään lasten aiempien lukujonotaitojen selittävän myöhempää laskusujuvuutta, mutta tutkimuksista ei käy ilmi, onko lukujonotaitojen laskusujuvuutta selittävässä osuudessa eroja sukupuolten välillä, kuten tämän tutkimuksen lukujen vertailutaidoilla oli. Näin saadulla lisäsymmärryksellä niistä tekijöistä, jotka tavalla tai toisella vaikuttavat matemaattisiin taitoihin tai selittävät niitä, voitaisiin muun muassa vahvistaa entisestään matemaattisten taitojen kehityksen tukemista esi- ja alkuopetusiässä ja pyrkiä luomaan jokaiselle lapselle mahdollisimman suotuisat edellytykset omien matemaattisten taitojensa kehittämiseksi. Käytännössä tämä voisi olla esi- ja alkuopetuksessa erityisen huomion kiinnittämistä matematiikkaan, lukumääriin, lukujonoihin ja laskemiseen, päivittäisessä toiminnassa sekä erilaisten leikkien ja pelien lomassa. Monet leikit ja pelit, esimerkiksi piiloleikki, pallopelit, noppa- sekä korttipelit ja ruutuhyppely, sisältävät luontaisesti matemaattisia elementtejä, jolloin matemaattisia taitoja tulee vahvistettua ikään kuin huomaamattaan. Oma huomioni on kuitenkin se, että pojat hakeutuvat tällaisen toiminnan pariin ehkä tyttäviä useammin, joten olisi tärkeää ohjata, rohkaista ja kannustaa myös matemaattisilta taidoiltaan heikompia lapsia, tämän tutkimuksen valossa tyttöjä, tällaisen toiminnan pariin. Lisäksi opetuksen eriyttäminen on tietenkin tärkeä osa oppilaiden yksilöllisten taitojen ja tarpeiden huomioimista.

## LÄHTEET

- Alatalo, T. (2017). Förskollärares och grundskollärares uppfattningar om undervisning och lärande i förskoleklass. *Pedagogisk Forskning i Sverige*, 22(1-2), 79-100. <https://du.diva-portal.org/smash/get/diva2:942604/FULLTEXT01.pdf>
- Aunio, P. & Räsänen P. (2016). Core numerical skills for learning mathematics in children aged five to eight years – a working model for educators. *European Early Childhood Education Research Journal*, 24(5), 684-704. doi:10.1080/1350293X.2014.996424
- Aunola, K. & Nurmi, J.-E. (2018). Matemaattisten taitojen kehitys kouluikässä. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg, & P. Räsänen (toim.), *Matematiikan opetus ja oppiminen* (s. 54-69). Niilo Mäki Instituutti <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/62583/aunolanurmimatemaattisten%20tait%20ojen%20kehitys%20kouluiafinal%20draft.pdf?sequence=1>
- Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M. & Nurmi, J. (2004). Developmental dynamics of math performance from preschool to grade 2. *Journal of Educational Psychology*, 96(4), 699-713. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.96.4.699>
- Brankaer, C., Ghesquière, P. & De Smedt, B. (2017). Symbolic magnitude processing in elementary school children: A group administered paper-and-pencil measure (SYMP Test). *Behavior Research Methods*, 49(4), 1361-1373. <https://doi.org/10.3758/s13428-016-0792-3>
- Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46, 3-18. doi:10.1111/j.1469-7610.2004.00374.x
- Carr, M. & Alexeev, N. (2011). Fluency, accuracy, and gender predict developmental trajectories of arithmetic strategies. *Journal of Educational Psychology*, 103, 617-631. doi:10.1037/a0023864
- Clarke, B., Clarke, D. M. & Horne, M. (2006). A longitudinal study of children's mental computational strategies. Teoksessa J. Novotná, H. Moratová, M.



- Krátká & N. Stehliková (toim.) *Proceeding 30th conference of the international group for the psychology of mathematics education*, (Vol 2, s. 329–336).
- Contini, D., Tommaso, M. L. D. & Mendolia, S. (2017). The gender gap in mathematics achievement: Evidence from Italian data. *Economics of Education Review*, 58, 32-42.  
<https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2017.03.001>
- Cosso, J., Ellis, A., O'Rear, C. D., Zippert, E. L., Schmitt, S. A. & Purpura, D. J. (2022). Conceptualizing the factor structure of parents' math anxiety and associations with children's mathematics skills. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1511(1), 119–132. <https://doi.org/10.1111/nyas.14736>
- Devine, A., Fawcett, K., Szucs, D., & Dowker, A. (2012). Gender differences in mathematics anxiety and the relation to mathematics performance while controlling for test anxiety. *Behavioral And Brain Functions*, 8(1). 33.  
<https://doi.org/10.1186/1744-9081-8-33>
- Doctoroff, G. L., Fisher, P. H., Burrows, B. M. & Edman, M. T. (2016). Preschool children's interest, social-emotional skills, and emergent mathematics skills. *Psychology in the Schools*, 53(4), 390–403. <https://doi-org.ezproxy.jyu.fi/10.1002/pits.21912>
- Dowker A, De Smedt B. & Desoete A. (2019). Editorial: Individual differences in arithmetical development. *Frontiers in Psychology*. 10. 2672. doi: 10.3389/fpsyg.2019.02672
- European Commission, European Education and Culture Executive Agency, *The structure of the European education systems 2023/2024 – Schematic diagrams*, Publications Office of the European Union, 2023, <https://data.europa.eu/doi/10.2797/212303>
- Fuson, K. (1992). Research on whole number addition and subtraction. Teoksessa D.A. Grouws (toim.) *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (s. 243–275). New York: Macmillan.
- Geary, D. C. (1996). Sexual selection and sex differences in mathematical abilities. *Behavioral and Brain Sciences*, 19, 229–247.  
doi:10.1017/S0140525X00042400

- Hayes, A. F. & Coutts, J. J. (2020). Use omega rather than Cronbach's alpha for estimating reliability. *But. Communication Methods and Measures*, 14(1), 1-24. <https://doi.org/10.1080/19312458.2020.1718629>
- Helsingin Sanomat. 5.12.2023. <https://www.hs.fi/politiikka/art-2000010034948.html>
- Hirsjärvi, S., Remes, P., Sajavaara, P. & Sinivuori, E. (2009). *Tutki ja kirjoita* (15. uudistettu painos). Tammi.
- Hujala, E., Backlund-Smulter, T., Koivisto, P., Parkkinen, H., Sarakorpi, H., Suortti, O., . . . Korkeakoski, E. (2012). *Esiopetuksen laatu*. Koulutuksen arviointineuvosto.
- Hyde, J. S., Lindberg, S. M., Linn, M. C., Ellis, A. B. & Williams, C. C. (2008). Gender similarities characterize math performance. *Science*, 321, 494-495. doi:10.1126/science.1160364
- Kelley, K. & Holden, J. (2013). Multiple regression. Teoksessa T. Teo (toim.). *Handbook of quantitative methods for educational research* (s. 71-102). SensePublishers. <https://doi.org/10.1007/978-94-6209-404-8>
- Khanolainen, D., Koponen, T., Eklund, K., Gerike, G., Psyridou, M., Lerkkanen, M.-K., Aro, M., & Torppa, M. (2023). Parental influences on the development of single and co-occurring difficulties in reading and arithmetic fluency. *Learning and Individual Differences*, 105, Article 102321. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102321>
- Koponen, T., Eklund, K., Heikkilä, R., Salminen, J., Fuchs, L., Fuchs, D. & Aro, M. (2020). Cognitive correlates of the covariance in reading and arithmetic fluency: Importance of serial retrieval fluency. *Child Development*, 91(4), 1063-1080. <https://doi.org/10.1111/cdev.13287>
- Koponen, T., Salmi, P., Eklund, K. & Aro, T. (2013). Counting and RAN: Predictors of arithmetic calculation and reading fluency. *Journal of Educational Psychology*, 105(1), 162-175. <https://doi.org/10.1037/a0029285>
- Lê, M. & Noël, M. (2021). Preschoolers' mastery of advanced counting: The best predictor of addition skills 2 years later. *Journal of Experimental Child Psychology*, 212. 105252. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2021.105252>

- Locuniak, M. N. & Jordan, N. C. (2008). Using kindergarten number sense to predict calculation fluency in second grade. *Journal of Learning Disabilities*, 41(5), 451–459. <https://doi.org/10.1177/0022219408321126>
- Lohvansuu, k., Koponen, T., Salminen, J. & Torppa, M. (2021) EarlyMath-hanke tutkii ensiaskeleita matematiikan maailmaan. Hankeuutinen 2/2021, Jyväskylän yliopisto. <https://peda.net/jyu/ruusupuisto/uutisarkisto/2-2021/1>
- Lyons, I. M., Price, G. R., Vaessen, A., Blomert, L. & Ansari, D. (2014). Numerical predictors of arithmetic success in grades 1–6. *Developmental Science*, 17(5), 714–726. <https://doi.org/10.1111/desc.12152>
- McCoach, D.B., Madura, J.P., Rambo-Hernandez, K.E., O’Connell, A.A. & Welsh M.E. Longitudinal data analysis. (2013). Teoksessa T. Teo (toim.) *Handbook of quantitative methods for educational research* (s. 199–230). SensePublishers. <https://doi.org/10.1007/978-94-6209-404-8>
- Metsämuuronen, J. (2006). *Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä*. International Methelp Ky. Jyväskylä.
- Opetushallitus<sup>1</sup> (2014). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet*. Määräykset ja ohjeet 96. Opetushallitus. [https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen\\_opetussuunnitelman\\_perusteet\\_2014.pdf](https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf)
- Opetushallitus<sup>2</sup> (2014). *Esiopetuksen opetussuunnitelman perusteet*. Määräykset ja ohjeet 2016:1. Opetushallitus.
- Parviainen, P., Eklund, K., Koivula, M., Liinamaa, T. & Rutanen, N. (2023). Teaching early mathematical skills to 3- to 7-year-old children – differences related to mathematical skill category, children’s age group and teachers’ characteristics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21(7), 1961–1983. <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10341-y>
- Paukkeri, V., Pakarinen, E., Lerkkanen, M. & Poikkeus, A. (2015). Alaryhmätarkastelu matemaattisten taitojen kehityksestä esiopetuksesta neljännelle luokalle. *Psykologia: tiedepoliittinen aikakauslehti*, 50(4), 277–291.

- Perusopetuslaki, 628/1998. Annettu Helsingissä 21 päivänä elokuuta 1998.  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1998/19980628>
- Poltz, N., Quandt, S., Kohn, J., Kucian, K., Wyszkon, A., Aster, M. v. & Esser, G. (2022). Does it count? Pre-school children's spontaneous focusing on numerosity and their development of arithmetical skills at school. *Brain Sciences*, 12(3). 313. <https://doi.org/10.3390/brainsci12030313>
- Psyridou, M., Torppa, M., Tolvanen, A., Poikkeus, A., Lerkkanen, M. & Koponen, T. (2023). Developmental profiles of arithmetic fluency skills from grades 1 to 9 and their early identification. *Developmental Psychology*, 59(12), 2379–2396. <https://doi.org/10.1037/dev0001622>
- Ryoo, J. H., Molfese, V. J., Heaton, R., Zhou, X., Brown, E. T., Prokasky, A. & Davis, E. (2014). Early mathematics skills from prekindergarten to first grade: Score changes and ability group differences in Kentucky, Nebraska, and Shanghai samples. *Journal of Advanced Academics*, 25(3), 162-188.  
<https://doi.org/10.1177/1932202X14538975>
- Räsänen, P., Aunio, P., Laine, A., Hakkarainen, A., Väisänen, E., Finell, J., Rajala, T., Laakso, M-J & Korhonen, J. (2021). Effects of gender on basic numerical and arithmetic skills: Pilot data from third to ninth grade for a large-scale online dyscalculia screener. *Frontiers in Education (Lausanne)*, 6. 683672. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.683672>
- Salminen, J., Khanolainen, D., Koponen, T., Torppa, M. & Lerkkanen, M-K. (2021). Development of numeracy and literacy skills in early childhood: A longitudinal study on the roles of home environment and familial risk for reading and math difficulties. *Frontiers in Education*, 6. 725337.  
<https://doi.org/10.3389/feduc.2021.725337>
- Salminen, J., Pakarinen, E., Poikkeus, A.-M., Laakso, M.-L., & Lerkkanen, M.-K. (2022). Teacher-child interactions as a context for developing social competence in toddler classrooms. *Journal of Early Childhood Education Research*, 11(1), 38-67. <https://journal.fi/jecer/article/view/114006>
- Sarvimäki, M.; Alasuutari, M.; Harjunen, O.; Holvio, A.; Izadi, R.; Kalland, M.; Kuusiholma-Linnamäki, J.; Laakso, M-J.; Lerkkanen, M-K.; Muhonen, H.;

- Räsänen, P.; Salmela-Aro, K.; Saranko, L.; Sulkanen, M. & Upadyaya, K. (2023). Kaksivuotisen esiopetuksen kokeilu: Väkiraportti. Opetus- ja kulttuuriministeriö: Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2023:19.
- Sasanguie, D., Göbel, S. M., Moll, K., Smets, K. & Reynvoet, B. (2013). Approximate number sense, symbolic number processing, or number-space mappings: What underlies mathematics achievement? *Journal of Experimental Child Psychology*, 114(3), 418–431.  
<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2012.10.012>
- Sasanguie, D. & Vos, H. (2018). About why there is a shift from cardinal to ordinal processing in the association with arithmetic between first and second grade. *Developmental Science*, 21(5). 12653.  
<https://doi.org/10.1111/desc.12653>
- Siegler, R. S. & Shrager, J. (1984). Strategy choices in addition and subtraction: How do children know what to do? Teoksessa C. Sophian (toim.), *Origins of cognitive skills* (s. 229–293). Hillsdale, NJ: Erlbaum.  
[https://www.researchgate.net/publication/243771550\\_Strategy\\_choices\\_in\\_addition\\_and\\_subtraction\\_How\\_do\\_children\\_know\\_what\\_to\\_do\\_In\\_C](https://www.researchgate.net/publication/243771550_Strategy_choices_in_addition_and_subtraction_How_do_children_know_what_to_do_In_C)
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta, (2023). Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan julkaisuja, 2/2023.  
[https://tenk.fi/sites/default/files/2023-03/HTK-ohje\\_2023.pdf](https://tenk.fi/sites/default/files/2023-03/HTK-ohje_2023.pdf)
- Valtioneuvoston asetus. 986/1998 Asetus opetustoimen henkilöstön kelpoisuusvaatimuksista, Annettu Helsingissä 14 päivänä joulukuuta 1998. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1998/19980986#L3P7>
- Varhaiskasvatustililaki. 540/2018. Annettu Helsingissä 13 päivänä heinäkuuta 2018. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2018/20180540>
- VUOKKO-hanke. Hankekuvaus, Jyväskylän yliopisto.  
<https://www.jyu.fi/fi/hankkeet/vuorovaikutus-kasvu-ja-oppiminen-vuokko-tutkimus>
- Väisänen, E. (2017). *Laskemisen sujuvuus osana matemaattisia taitoja: Sujuvuuden seuranta ja matemaattisten taitojen tukeminen alakoulussa* [väitöskirja,

Helsingin yliopisto]. <https://helda.helsinki.fi/items/fa23eaa3-ae35-4f7e-8f1e-2216b0537e3f>

- Xu, C., LeFevre, J., Skwarchuk, S., Di Lonardo Burr, S., Lafay, A., Wylie, J., . . . Simms, V. (2021). Individual differences in the development of children's arithmetic fluency from grades 2 to 3. *Developmental Psychology, 57*(7), 1067-1079. <https://doi.org/10.1037/dev0001220>
- Zhang, X., Hu, B. Y., Zou, X. & Ren, L. (2020). Parent-child number application activities predict children's math trajectories from preschool to primary school. *Journal of Educational Psychology, 112*(8), 1521-1531. <https://doi.org/10.1037/edu0000457>
- Zhang, X., Koponen, T., Räsänen, P., Aunola, K., Lerkkanen, M. & Nurmi, J. (2014). Linguistic and spatial skills predict early arithmetic development via counting sequence knowledge. *Child Development, 85*(3), 1091-1107. <https://doi.org/10.1111/cdev.12173>
- Yle. 5.12.2023. <https://yle.fi/a/74-20063393>