

Matemaattisen sanaston osaaminen suomea toisena kielenään puhuvilla esiopetusikäisillä lapsilla

Föhr Anne¹, Hellstrand Heidi², Laine Anu¹, Väisänen Eija¹, Aunio Pirjo¹

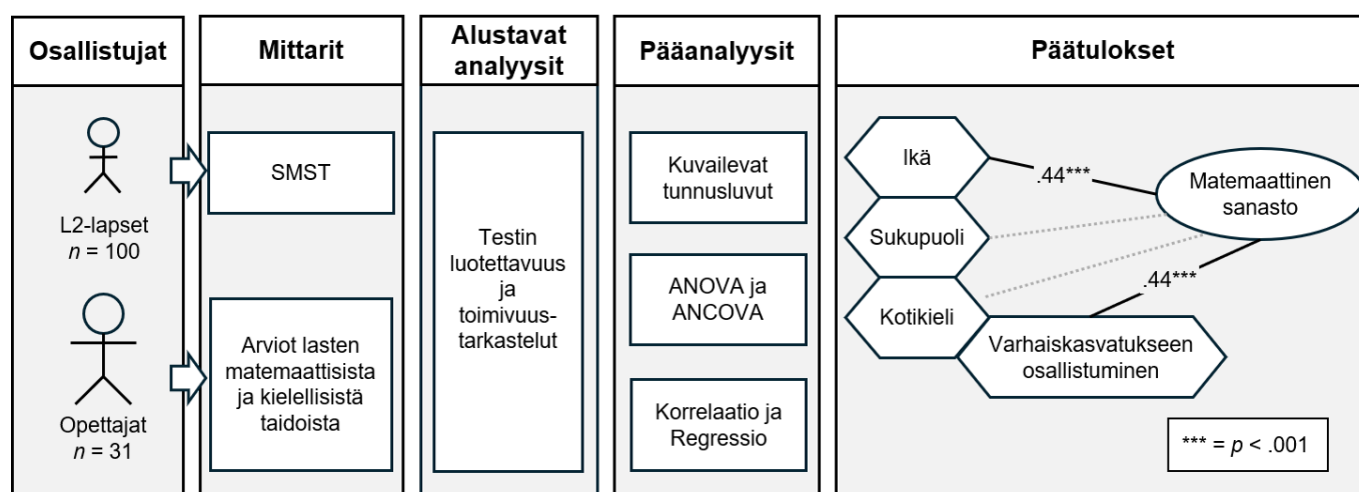
¹ Helsingin Yliopisto

² Åbo Akademi

Tiivistelmä: Suomea toisena kielenään (L2) oppivien lasten matemaattiset taidot kehittyvät selvästi suomea äidinkielenään (L1) puhuvia heikommin ja matemaattinen sanasto on taitojen kehittymisen kannalta keskeisessä asemassa. Tässä tutkimuksessa selvitettiin esiopetusikäisten L2-lasten matemaattisen sanaston osaamista sekä sen yhteyttä lapsen ikään, sukupuoleen, kotikielen ja varhaiskasvatukseen osallistumisen keston. Aineisto kerättiin esiopetusikäisiltä L2-lapsilta ($N = 100$) pääkaupunkiseudulla. Matemaattisen sanaston osaamista tarkasteltiin SMST-kuvasanavarastotestin avulla. Tulokset osoittavat, että matemaattisen sanaston osaamisessa on havaittavissa selkeitä yksilöiden välisiä eroja, joita selittivät osin lasten ikä ja varhaiskasvatukseen osallistumisen kesto. Tyttöjen ja poikien sanaston osaamisessa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja, kun iän vaikutus vakioitiin. Kotikieliryhmät eivät eronneet toisistaan tilastollisesti merkitsevästi matemaattisen sanaston osaamisessa. Tutkimus antaa uutta tietoa esiopetusikäisten L2-lasten matemaattisen sanaston osaamisen yksilöllisistä eroista, mitä voidaan hyödyntää heidän matemaattisten taitojen kehityksen tukemisessa ja tuen tarpeen arvioinnissa.

Asiasanat: matemaattinen sanasto, suomi toisena kielenä, esiopetusikäiset, varhaiskasvatus

Yhteydenotot: anne.fohr@helsinki.fi



1 Johdanto

Matemaattinen sanasto alkaa kehittyä jo varhaislapsuudessa osana varhaisia matemaattisia taitoja (Clements & Sarama, 2021). Matemaattinen sanasto on keskeinen tekijä matemaattisten taitojen oppimisessa (Purpura & Reid, 2016; Xu ym., 2022), ja myöhempää matemaattista osaamista on voitu ennustaa varhaisten matemaattisten taitojen (Duncan ym., 2007; Kiss ym., 2019) ja matemaattisen sanaston osaamisen perusteella (Riccomini ym., 2015; Toll & Van Luit, 2014). Aiemmissä tutkimuksissa on havaittu, että toisen kielen oppijoiden (L2) matemaattiset taidot ovat heikompia verrattuna opetuskieltä äidinkielenään puhuviin lapsiin (L1), esimerkiksi neljä- ja viisivuotiailla (Turan & De Smedt, 2024) ja peruskoulun alkuvaiheessa (Ukkola & Metsämuuronen, 2023; Xu ym., 2022). Samansuuntaisia tuloksia on havaittu myös matemaattisen sanaston osalta (Berger ym., 2026; Turan & De Smedt, 2024).

Tässä tutkimuksessa käytämme käsitettä 'L2-lapset' viitatessamme lapsiin, jotka ovat oppineet tai alkaneet oppia ensin jotain muuta kieltä kuin sitä, jota varhaiskasvatuksessa tai opetuksessa käytetään ja joiden huoltajien äidinkieli on myös jokin muu (Opetushallitus, 2016). L2-oppijoiden määrä yhteiskunnassamme kasvaa nopeasti (Tilastokeskus, 2022), mikä lisää tarvetta tukea heidän varhaiskasvatuksessaan ja opetuksessaan käytettävän kielen taitoaan. Suomessa esiopetusikäisten L2-lasten matemaattisia taitoja koskevaa tutkimustietoa on niukasti ja se on keskittynyt lähinnä matemaattisten perustaitojen tukemiseen (Luomaniemi ym., 2021, 2023), ei lasten matemaattisen sanaston osaamiseen. Tämän artikkelin teoriatausta keskittyy matemaattisen sanaston määritelmään ja merkitykseen erityisesti L2-lasten näkökulmasta sekä siihen, millaista tutkimustietoa siihen yhteydessä olevista tekijöistä on tällä hetkellä saatavilla. Päättökäytännönä oli selvittää, millainen on esiopetusikäisten L2-lasten matemaattisen sanaston osaaminen sekä miten se on yhteydessä lapsen ikään, sukupuoleen, kotikieleen ja varhaiskasvatukseen osallistumisen keston. Tuloksemme antavat uutta tietoa L2-lasten matemaattisen sanaston osaamisesta ja siihen liittyvistä tekijöistä Suomessa.

1.1 Matemaattinen sanasto

Matemaattisen sanaston omaksuminen ja ymmärtäminen ovat olennainen osa matematiikan oppimisprosessia ja edistyneemmille tasoille siirtymistä, sillä se auttaa lapsia kommunikoimaan matemaattisista ideoista ja käsitteistä muiden kanssa (Joutsenlahti & Tossavainen, 2018; Riccomini ym., 2015). Matemaattisten perustaitojen teoreettiset mallit sisältävät tyypillisesti matemaattisten suhteiden ymmärtämisen, aritmeettiset perustaidot, laskemisen taidot sekä symbolisen ja ei-symbolisen lukumääräisyyden tajun (Devlin ym., 2022). Näiden matemaattisten perustaitojen oppimiseen ja käsittelyyn tarvitaan niihin liittyvää sanastoa (esim. lisätä, enemmän, pienin; Joutsenlahti & Tossavainen, 2018).

Matemaattisen sanaston roolin ymmärtämiseksi on ensin tarkasteltava sen suhdetta laajempiin matemaattisen ja akateemisen kielen käsitteisiin. Matemaattinen sanasto on osa matemaattista kieltä, jolla tarkoitetaan matematiikan tieteenalalle ominaista akateemista kieltä (Powell & Nelson, 2017). Siihen sisältyvät matemaattiset käsitteet, symbolit, lauseet ja muut kielelliset rakenteet, jotka ovat keskeisiä matematiikan ymmärtämiselle ja kommunikaatiolle (Cummins, 2000; Lin & Powell, 2024). Matemaattisella sanastolla tarkoitetaan matemaattisissa yhteyksissä tarvittavia sanoja ja lauseita, joihin kuuluu sekä määrää (esim. vähemmän, paljon) että sijaintia (esim. edessä, ensimmäisenä) kuvaavia sanoja (Bezuidenhout ym., 2025; Purpura & Reid, 2016). Siihen voidaan sisällyttää myös yleiskielen käsitteitä ja sanoja (esim. alkaa, saada; Moschkovich, 2015; Räsänen, 2011). Matemaattisista sisällöistä keskustellessa tarvitaankin ymmärrystä sekä matemaattisista että yleisistä sanoista, sillä yleisillä sanoilla voidaan kuvata matemaattisten sanojen ja ilmiöiden merkityksiä ja siten tukea lasten matemaattista ajattelua (Monroe & Panchyshyn, 1995; Riccomini ym., 2015).

Monroe ja Panchyshyn (1995) kuvailevat matemaattista sanastoa neljän kategorian avulla seuraavasti: tekninen (technical), osatekninen (subtechnical), yleinen (general) ja symbolinen (symbolic) sanasto. Tekniseen sanastoon kuuluvilla sanoilla on vain yksi matemaattinen, spesifi merkitys, esimerkiksi sana *nimittäjä*. Osateknisillä sanoilla on useampi merkitys, esimerkiksi sana *lasku* voi viitata matemaattiseen laskutoimitukseen tai sitä voidaan käyttää mäenlaskusta puhuttaessa. Yleiset sanat liittyvät päivittäin käytettäviin sanoihin, esimerkiksi sana *seuraava*. Symboliset sanat puolestaan kuvaavat lukusanoja ja symboleja, esimerkiksi *kaksi* ja *yhtä suuri kuin*. Erityisesti osatekniset sanat voivat olla haasteellisia oppia johtuen niiden erilaisista merkityksistä eri yhteyksissä. Tässä tutkimuksessa käytämme Monroen ja Panchyshyn (1995) kategorisointia matemaattisen sanaston jäsentämisessä, sillä se tarjoaa paremman mahdollisuuden tarkastella myös yleisiä sanoja osana matemaattista sanastoa, verrattuna esimerkiksi Purpuran ja Reidin (2016) tutkimukseen, jossa matemaattinen sanasto rajattiin määrää ja sijaintia kuvaaviin sanoihin.

Matemaattisen sanaston kehittyminen alkaa jo ensimmäisten elinvuosien aikana, kun lapsi alkaa oppia sanoja (Clements & Sarama, 2021; Purpura & Reid, 2016). Ennen kouluikää matemaattista sanastoa käytetään esimerkiksi matemaattis-loogisissa yhteyksissä, kuten harjoiteltaessa vertailua, luokittelua ja sarjoittamista sekä yksi-yhteen vastaavuutta (Bezuidenhout ym., 2025; Mononen ym., 2017). Vähitellen matemaattisten taitojen karttuessa matemaattinen sanasto kehittyy yhä monipuolisemmaksi (Lin ym., 2021) mutta kehitykseen saattavat vaikuttaa useat eri tekijät. Matemaattisen sanaston osaamisen merkitys on suuri, sillä peruskoulun aikana tarvitaan jo useita satoja matemaattisia sanoja (Powell ym., 2017; Stevens ym., 2025). Koska sanastoa on runsaasti, erityisen tärkeää on osata sanat, jotka esiintyvät usein opetuksessa ja oppikirjoissa (Berger ym., 2026; Stevens ym., 2025), esimerkiksi matematiikan tehtävänannoissa sekä sanallisissa tehtävissä (Lariviere ym., 2024). Näin ollen myös yleisten sanojen, joita käytetään toistuvasti matematiikan tehtävänannoissa, osaaminen on tärkeää.

1.2 Matemaattisen sanaston osaamiseen yhteydessä olevat tekijät

Tutkimustietoa matemaattisen sanaston osaamiseen liittyvistä tekijöistä on melko niukasti. Matemaattisen sanaston osaamisen on todettu olevan yhteydessä kielellisiin ja matemaattisiin taitoihin sekä päiväkotii-ikäisillä (Bleses ym., 2023; King & Purpura, 2021) että peruskouluikäisillä (Powell ym., 2017). Matemaattisen sanaston osaaminen ennustaa sekä myöhempiä lukemisen taitoja (Purpura ym., 2017) että matemaattisten taitojen oppimista kaikilla lapsilla taitotasosta riippumatta (Toll & Van Luit, 2014). Purpura kumppaneineen (2017) esittää, että varhaisten kielellisten ja matemaattisten taitojen ennustemekanismit myöhemmille akateemisille taidoille saattaa olla riippuvainen nimenomaan matemaattisen sanaston hallinnasta. Jo nelivuotiaiden määrään ja vertailuun liittyvien sanojen osaamisen havaittiin selittävän vahvasti matemaattisten taitojen kehittymistä (Scalise & Purpura, 2022). On myös havaittu, että matemaattisten taitojen kehittymistä edistää, kun lapsi altistuu varhain matemaattiselle sanastolle, kuten vertailuun ja määrään liittyville käsitteille (King & Purpura, 2021). Turanin ja kollegoiden (2026) tuore tutkimus osoitti, että matemaattisen sanaston harjoittelu edisti L2-lasten matemaattisen sanaston osaamista, mutta siirtovaikutuksia matemaattisiin taitoihin ei havaittu. Matemaattisella sanastolla vaikuttaa olevan keskeinen rooli lasten akateemisten taitojen kehittämisessä.

L2-lasten osalta matemaattisen sanaston oppimisen lähtökohta on usein erilainen kuin opetuskieltä äidinkielenään puhuvilla lapsilla (Arvonen ym., 2010). L2-lasten monikielinen ja monietninen tausta sisältää lukuisia muuttujia ja suhde suomen kieleen vaihtelee runsaasti (Kuukka & Metsämuuronen, 2016). Osa alle kouluikäisistä L2-lapsista aloittaa suomen kielen oppimisen vasta esiopetuksessa, kun taas osa taitaa sitä jo sujuvasti (Arvonen ym., 2010). Uuden arkikielen omaksuminen vie keskimäärin kaksi vuotta, mutta akateemisen kielen oppiminen vie huomattavasti kauemmin (Cummins & Yee-Fun, 2007; Lesaux & Siegel, 2003). Fensonin ja kollegoiden (1994) mukaan kielen osaaminen jakautuu ymmärrettyyn (reseptiiviseen) ja ilmaistuu (ekspressiiviseen) kieleen. Lapsen sanaston ymmärrys alkaa kehittyä ennen ilmaistua kieltä. Sanaston ymmärrys ennustaa ilmaistun sanaston osaamista (Fisher, 2017). Siirtyessään suomenkieliseen perusopetukseen L2-lasten matematiikan oppimiselle asetetaan samat tavoitteet kuin L1-lapsille (Opetushallitus, 2014b). Pärjätäkseen perusopetuksessa kykyjensä mukaisesti on suomen kielen riittävä osaaminen keskeistä.

Tutkimustietoa alle kouluikäisten ja erityisesti esiopetusikäisten L2-lasten matemaattisen sanaston hallinnasta ja siihen yhteydessä olevista tekijöistä on vain vähän. Ranskalaisten 3–6-vuotiaiden ja belgialaisten 4–5-vuotiaiden L2-lasten matemaattinen sanasto havaittiin L1-vertaisia heikommaksi (Berger ym., 2026; Turan & De Smedt, 2024). Tutkimukseen osallistuneet lapsiryhmät vastasivat toisiaan iän ja sukupuolen osalta, mutta erosivat perheen sosioekonomiselta taustaltaan. Erot L2- ja L1-lasten suoriutumisessa olivat kuitenkin tilastollisesti merkitseviä vielä perheen sosioekonomisen taustan kontrolloimisen jälkeenkin (Berger ym., 2026; Turan & De Smedt, 2024).

Eräissä tutkimuksissa on tarkasteltu iän ja sukupuolen yhteyttä lasten matemaattisen sanaston osaamiseen. Matemaattinen sanasto kasvoi ikävuosittain ranskalaisilla 3–6-vuotiailla L1- ja L2-lapsilla (Berger ym., 2026) sekä tanskalaisilla ja yhdysvaltalaisilla 3–5-vuotiailla L1-lapsilla (Bleses ym., 2023; Purpura & Reid, 2016). Tyttöjen ja poikien matemaattisen sanaston osaamisessa ei ole havaittu eroja 4–5-vuotiailla L2-lapsilla (Turan & De Smedt, 2024), 3–5-vuotiailla L1-lapsilla (Bleses ym., 2023) eikä 7-vuotiailla L1-lapsilla (Powell & Nelson, 2017). L2-lasten kotikielitaustat ovat hyvin vaihtelevia, eikä kotikieliryhmien yhteyttä matemaattisen sanaston osaamiseen ole tiettävästi tutkittu, mahdollisesti pienten ryhmäkokojen vuoksi (Berger ym., 2026; Turan & De Smedt, 2024).

Varhaiskasvatukseen osallistumisen on havaittu edistävän merkittävästi lasten kognitiivista, kielellistä ja matemaattista kehitystä, josta erityisesti L2-lapset hyötyvät (Sylva ym., 2013). Ulfertsin ja Andersin (2016) meta-analyysissä tarkasteltiin Euroopasta koottua tutkimustietoa, ja siinä varhaiskasvatukseen osallistumisen määrällä havaittiin olevan vaikutuksia matemaattisiin taitoihin. Yhdysvalloissa Bailey ja kumppanit (2024) saivat samansuuntaisia tuloksia: mitä useammin lapsi osallistui varhaiskasvatukseen, sitä paremmat sanavarasto ja matemaattiset taidot hänellä oli myöhemmin. Varhaiskasvatukseen osallistuminen hyödytti erityisesti niitä lapsia, joilla oli heikoimmat akateemiset taidot varhaiskasvatuksen alkaessa. Suomalaisissa tutkimuksissa on havaittu, että mitä enemmän lapsi osallistui varhaiskasvatukseen kolmen ensimmäisen ikävuoden aikana ja mitä taitavampia vanhemmat olivat ohjausvuorovaikutuksessaan, sitä paremmin lapset tunnistivat lukumääriä 3–4-vuotiaana (Sorariutta ym., 2017; Sorariutta & Silvén, 2018). Varhaiskasvatukseen osallistumisen merkitys lasten matemaattisen sanaston osaamisessa ei ole aiemmin ollut tutkimuksen kohteena. Kuitenkin matematiikkaan liittyvä keskustelu mahdollistuu monipuolisesti, kun lapsi osallistuu varhaiskasvatukseen (Luomaniemi ym., 2023), ja toisaalta varhainen altistuminen matemaattiselle sanastolle edistää matemaattisten taitojen kehitystä (King & Purpura, 2021). Näin ollen tähänastinen tutkimustieto korostaa varhaiskasvatuksen merkitystä matemaattisen sanaston kehittämisessä, mutta kattavat tutkimukset ovat edelleen vähäisiä.

2 Tutkimuksen tavoitteet

Aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että L2-lasten matemaattisen sanaston osaaminen on heikompaa kuin L1-lapsilla (Berger ym., 2026; Turan & De Smedt, 2024), mutta Suomessa ei ole tutkittu, miten L2-lapset hallitsevat matemaattista sanastoa. Matemaattisten taitojen oppiminen on vahvasti sidoksissa kieleen, ja puutteet matemaattisen sanaston osaamisessa voivat myöhemmin vaikeuttaa perusopetuksen seuraamista (Joutsenlahti & Tossavainen, 2018; Peng ym., 2020). Erityisesti tulisi kiinnittää huomiota L2-lapsiin, sillä heidän mahdollisuutensa oppia sanastoa vaihtelee paljon (Arvonen ym., 2010). Varhaiskasvatuksella on myönteinen vaikutus lasten kielen kehitykseen ja matemaattisiin taitoihin (Luomaniemi ym., 2023). Tämä korostaa

esiopetuksen roolia, sillä Suomessa lähes kaikki lapset osallistuvat esiopetukseen ja sen tehtävänä on edistää lapsen oppimisen edellytyksiä (Opetushallitus, 2014a). Varhaiskasvatukseen osallistumisen yhteyttä matemaattisen sanaston osaamiseen ei kuitenkaan ole tutkittu, eikä myöskään iän, L2-lasten kotona puhuttavan kielen tai sukupuolen merkitystä. L2-lasten matemaattisen sanaston hallinnasta tiedetään ylipäättään vähän. Siksi on olennaista tutkia, millainen esiopetusikäisten L2-lasten matemaattisen sanaston osaaminen on ja mikä on sen yhteys samoihin yksilöllisiin tekijöihin, joita on havaittu L1-lasten kohdalla (Bleses ym., 2023; King & Purpura, 2021).

Tutkimukselle asetettiin seuraava tutkimuskysymys:

Millainen on esiopetusikäisten L2-lasten matemaattisen sanaston osaaminen sekä miten se on yhteydessä lapsen ikään, sukupuoleen, kotikieleen ja varhaiskasvatukseen osallistumisen keston?

3 Menetelmät

3.1 Osallistujat

Tutkimukseen osallistui pääkaupunkiseudulta 122 suomea toisena kielenään puhuvaa lasta. Heistä kymmenen lasta ei vastannut oikein SMST-kuvasanavarastotestin harjoitustehtäviin, ja 12 lasta vastasi virheellisesti yli kuuteen tehtävään peräkkäin, joten arviointivälineen ohjeiden mukaan tehtävät keskeytettiin heidän osaltaan, eikä näitä puutteellisia suorituksia sisällytetty analyysihin. Näin ollen aineistossa oli lopulta 100 lasta, joista tyttöjä ($n = 59$, ikä: $KA = 71,8$ kk, $KH = 7,7$ kk) oli hieman poikia ($n = 41$, ikä: $KA = 69,3$ kk, $KH = 6,7$ kk) enemmän. Tieto lasten iästä kerättiin tutkimuksen alkaessa. Osallistujilla oli useita eri kotikieliä. Suurimmat osallistujien kotikieliryhmät olivat somali (25 %), venäjä (15 %), arabia (13 %) ja kurdi (7 %), mikä on pääosin yhteneväinen pääkaupunkiseudun monikielisen väestön kielten jakauman kanssa (Tilastokeskus, 2023). Tutkimukseen osallistui myös tutkimukseen osallistuneiden lasten opettajia ($N = 31$), joilta kerättiin arvio lasten matemaattisesta ja kielellisestä osaamisesta rinnakkaismittausta varten.

3.2 Tutkimuksen toteutus ja eettisyys

Tutkimuksen aineisto kerättiin kesäkuun ja lokakuun välisenä aikana pääkaupunkiseudulla sijaitsevan kunnan suomenkielisistä päiväkodeista ($N = 13$). Tutkimukselle haettiin kunnalta tutkimuslupa, jonka yhteydessä toimitettiin tutkimuksen eettinen tarkastelu. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan (2019) ja Helsingin yliopiston tutkimuseettisiä ohjeita noudatettiin koko tutkimuksen ajan. Osallistumispyyntö tutkimukseen lähetettiin sähköpostitse niihin kaupungin päiväkoteihin, joiden kanssa oli

tutkimusyhteistyötä. Päiväkodin henkilökunta toimitti kirjalliset tutkimuslupapyynnöt niiden lasten huoltajille, joiden äidinkieli oli jokin muu kuin varhaiskasvatuksessa käytetty suomen kieli. Lapset, joiden huoltajista toinen puhui äidinkielenään suomea, rajattiin tutkimuksen ulkopuolelle, sillä tutkimuksessa keskityttiin niihin lapsiin, joiden kotona ei puhuta suomea äidinkielenä.

Tutkimuksen tarkoituksesta, tutkimukseen osallistumisesta ja tietojen käsittelystä kerrottiin huoltajille suunnatulla tutkimuslupapyyynnöllä, ja nämä tiedot olivat saatavilla sekä selkosuomeksi että englannin ja arabian kielillä. Huoltajille tarjottiin mahdollisuus hyödyntää digitaalisia käännöstyökaluja tietojen ymmärtämiseksi. Tietosuojaseloste oli saatavilla päiväkodeissa ja lupapyyntöön liitetyllä QR-koodilla. Huoltajilta kerättiin kirjallinen suostumus tutkimukseen osallistumiseksi sekä lasten taustatiedot (ikä, sukupuoli, kotikieli ja varhaiskasvatuksen aloitusajankohta). Tutkimukseen osallistuminen oli lapsille ja heidän huoltajilleen vapaaehtoista. Lasten huoltajilta pyydettiin aktiivinen tutkimuslupa. Lasten osalta vapaaehtoisuus toteutui kysymällä heiltä: “Haluaisitko tulla kanssani tekemään tehtäviä?”.

Arvioinnit suoritettiin päiväkodeissa yksilöllisesti ja arvioijana oli kaikkien lasten kohdalla sama tutkija (ensimmäinen kirjoittaja). Tutkija noudatti testikäsikirjan ohjeistusta ja sen mukaisesti kaikille lapsille annettiin samankaltaiset ohjeet. Kukaan lapsista ei itse keskeyttänyt tehtävien tekemistä. Harjoitustehtävien jälkeen siirryttiin pisteytettäviin tehtäviin, joiden aikana lapselle ei annettu palautetta vastausten oikeellisuudesta. Tutkija kirjasi lasten vastaukset vastauslomakkeelle. Opettajien arvio lapsen kielellisistä ja matemaattisista taidoista kerättiin tutkimuskäyntien yhteydessä. Tutkimuksen kaikissa vaiheissa huolehdittiin lasten ja heidän huoltajiensa yksityisyydestä. Tutkimukseen osallistuneilta kerättiin kirjallisena vain välttämättömät tunnistetiedot, jotka poistettiin aineiston analyysin alussa. Yksityisyyden varmistamiseksi tutkija jakoi tiedon lapsen osaamisesta vain oman ryhmän opettajan kanssa.

3.3 Mittarit

3.3.1 SMST-kuvasanavarastotesti

Lasten matemaattisen sanaston osaamista selvitettiin SMST-kuvasanavarastotestin (Schachenhofer & Räsänen, 2012) avulla. Se on kehitetty Niilo Mäki Instituutissa ja tarkoitettu toteutettavaksi yksilöllisesti erityisesti esi- ja alkuopetusikäisille lapsille, joilla suomen kieli ei ole äidinkieli. Testi mittaa lapsen taitoja ymmärtää matemaattisia sanoja kielellisen ilmaisun sijaan. Sanat on poimittu testiin matematiikan alkuopetuksessa yleisimmin esiintyvien sanojen joukosta siten, että ne olivat yksiselitteisesti kuvattavissa (engl. *visual imaginability*) (P. Räsänen, henkilökohtainen tiedonanto, 3.1.2024). SMST-kuvasanavarastotesti on vapaasti saatavilla (Schachenhofer & Räsänen, 2012). Tehtävissä käytetään sanoja, jotka kuvaavat määrää ja vertailua, järjestystä ja sijaintia sekä tekemistä ja toimintaa. Monroen ja Panchyshyn (1995) kategorioita mukaillen tehtävissä esiintyvät

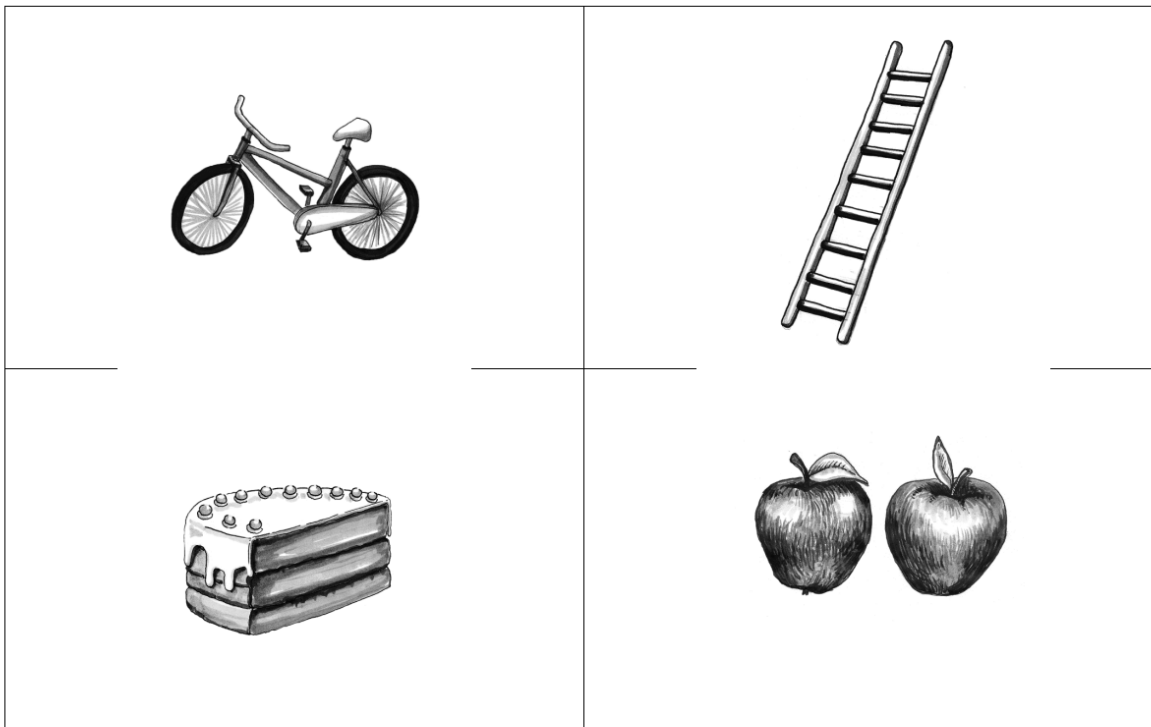
sanat ovat yleisiä, symbolisia ja osateknisiä (Taulukko 1). Teknisiä sanoja ei SMST-kuvasanavarastotestissä esiinny.

Taulukko 1. SMST-kuvasanavarastotestissä käytetyt sanat Monroen ja Panchyshyn (1995) mallia mukaillen

Osatekniset sanat	Symboliset sanat	Yleiset sanat
Viiva*	Kaksi	Iso
Ympyrä	Seitsemän	Korkea*
Lasku	Kymmenes	Samanlainen
Puolet		Talo*
Enemmän		Syödä*
Vähemmän		Vihko
Yhtä monta		Molemmat
Ero		Paljon
Tunti		Edessä
Pienin		Seuraava
Suurin		Jälkeen
Ensimmäinen		Alkaa
		Lisätä
		Järjestää
		Saada

Huom. * Harjoitustehtävän sana

SMST-kuvasanavarastotesti sisältää 26 matematiikan oppimiseen liittyvää sanaa ja neljä harjoitustehtävää. Jokaista sanaa kohden on neljä kuvavaihtoehtoa. Lapsen tulee osoittamalla valita kuvista se, joka hänen mielestään parhaiten sopii sanaan. Lapsen kanssa käydään ensin läpi ohjeet, minkä jälkeen tehtävien tekemistä harjoitellaan neljän harjoitustehtävän avulla. Lasta ohjeistetaan harjoitustehtävissä seuraavasti: *Katso näitä kuvia. Sanon sinulle sanan. Näytä minulle, mihin kuvaan sana mielestäsi sopii. Näytä minulle "talo".* Lapsi osoittaa vastauksen sormellaan. Varsinaisissa arviointitehtävissä aikuinen sanoo vain sanan (esimerkiksi "puolet"). Esimerkki tehtävästä on nähtävissä Kuviossa 1, jossa oikea vastaus on puolikkaan kakun kuva. Aikuinen merkitsee lapsen osoittaman vastauksen pisteytyslomakkeelle. Lapsi saa yhden pisteen jokaisesta oikein näytetystä kuvasta. Testissä saattoi saada enintään 26 pistettä. Harjoitustehtäviä ei pisteytetty.

Kuvio 1. Esimerkki SMST-kuvasanavarastotestin tehtäväosiesta

Huom. SMST-kuvasanavarastotestin tehtäväesimerkki sanasta "Puolet" (Schachenhofer & Räsänen, 2012).

3.3.2 Kyselylomake opettajille

SMST-kuvasanavarastotestin luotettavuudesta on niukasti tietoa, joten opettajien havainnointiin perustuvia arvioita lapsen kielellisistä ja matemaattisista taidoista käytettiin rinnakkaismittarina. Opettajien arviot pyydettiin kyselylomakkeella seuraavalla ohjeella: *Arvioi lapsen seuraavia valmiuksia suhteessa ikätasoon kouluarvosana-asteikolla 4–10: kielelliset valmiudet ja matemaattiset valmiudet (4 = heikko, 5 = välttävä, 6 = kohtalainen, 7 = tyydyttävä, 8 = hyvä, 9 = kiitettävä, 10 = erinomainen; Liite 1).* Ohjeistuksessa käytettiin sanaa “valmius” kuvaamaan kehittymässä olevia taitoja eikä niitä määritelty tarkemmin. Opettajien antamien arvioiden korrelaatiota SMST-kuvasanavarastotestin tuloksiin tarkasteltiin, jotta voitiin varmistua tulosten samansuuntaisuudesta. Aiemmin suomalaisten opettajien havainnointiin perustuvien arvioiden on todettu korreloivan positiivisesti samaa osaamista mittaavan arviointivälineen kanssa (Vessonen ym., 2023).

3.4 Aineiston tilastolliset analyysit

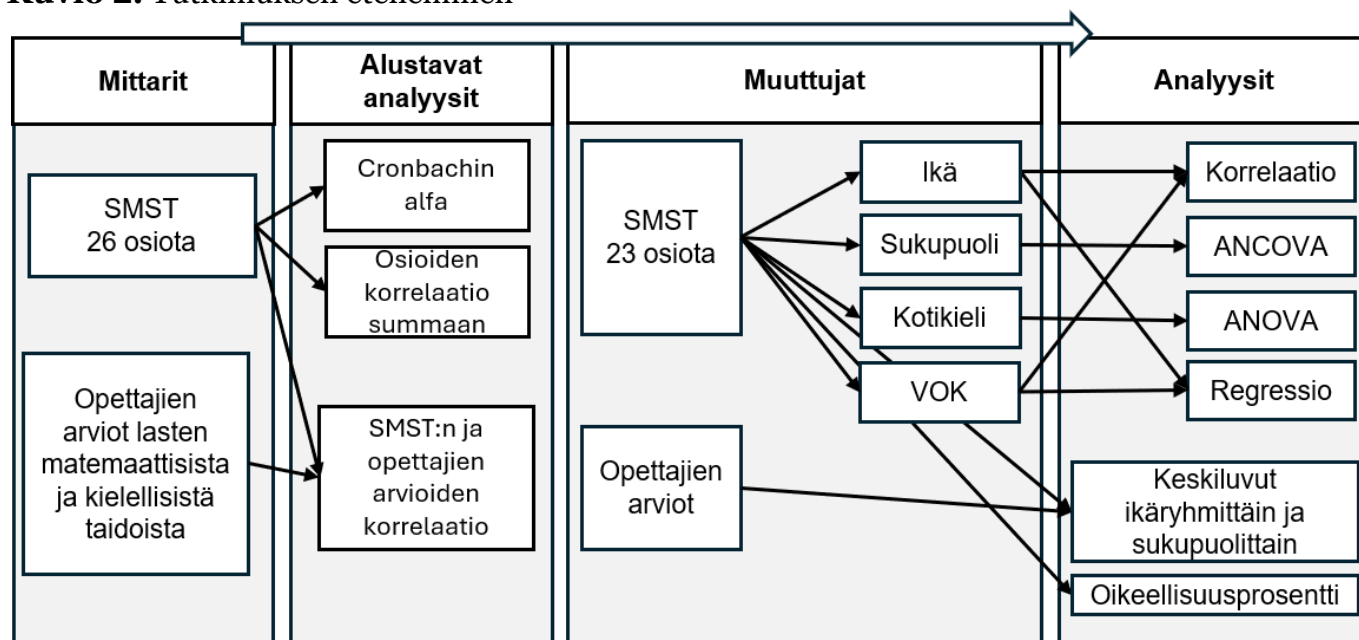
3.4.1 Alustavat analyysit

Tutkimuksen alustavissa analyyseissä tarkasteltiin ensin SMST-kuvasanavarastotestin luotettavuutta ja toimivuutta arviointivälineenä. Alustavat analyysit tehtiin, jotta tulosten

luotettavuutta voitiin arvioida. SMST-kuvasanavarastotestin sisäistä johdonmukaisuutta arvioitiin Cronbachin alfa-kertoimen avulla, jonka testisuure kertoo, ovatko kaikki osiot johdonmukaisia suhteessa kokonaisuuteen (Field ym., 2012). Cronbachin alfa-kertoimen suositellaan yleisesti olevan yli .70, mutta myös .60–.70 arvoja on pidetty kohtuullisina, erityisesti arviointivälineen kehityksen alkuvaiheessa (Nunnally & Bernstein, 1994).

Lisäksi laskettiin jokaisen osion korrelaatio testin kokonaispisteeseen. Tämän avulla voidaan päätellä, miten voimakkaasti eri osiot ovat yhteydessä kokonaispistetulokseen, eli kuinka hyvin yksittäinen osio mittaa samaa konstruktia kuin koko testi (Field ym., 2012). Lopuksi tarkasteltiin SMST-kuvasanavarastotestin ja opettajien antamien kielellisten ja matemaattisten taitojen arvioiden välistä korrelaatiota. Tämän avulla pyrittiin selvittämään, ovatko SMST-kuvasanavarastotestin tulokset samansuuntaisia opettajien arvioiden kanssa. Tutkimuksen etenemistä alustavista analyyseistä pääanalyyseihin on havainnollistettu kuviossa 2.

Kuvio 2. Tutkimuksen eteneminen



Huom. VOK = Varhaiskasvatukseen osallistumisen kesto

3.4.2 Pääanalyytit

Tutkimuskysymykseen vastaamiseksi aineisto analysoitiin ensin kuvailevien tunnuslukujen avulla: kokonaispistemäärien keskiarvot, keskihajonnat, keskivirheet sekä minimi- ja maksimipistemäärät ikäryhmittäin ja sukupuolittain. Sen jälkeen tarkasteltiin sanojen vaikeutta ja helppoutta osiokohtaisten oikeellisuusprosenttien avulla. Lopuksi analysoitiin taustamuuttujien yhteyttä sanaston osaamiseen. Ikää käytettiin kahdella tavalla analyyseissä: ikää vuosina käytettiin kuvailevassa analyysissä ja ikää kuukausina (Ikä kk) lasten yksilöllisiä eroja analysoitaessa. Ikä kuukausina -muuttujan yhteyttä sanaston osaamiseen selvitettiin Pearsonin korrelaatioanalyysin (r) avulla. Sukupuolten välisiä eroja tarkasteltiin ensin T-testin avulla ja sitten kovarianssianalyysin (ANCOVA)

avulla, jossa iän vaikutus vakioitiin. Näin voitiin kontrolloida iän vaikutus (Field ym., 2012). Kotikielen yhteyttä sanaston osaamiseen selvitettiin varianssianalyysin (ANOVA) avulla, jonka avulla voidaan tutkia useiden ryhmien keskiarvojen eroja ja niiden tilastollista merkitsevyyttä (Field ym., 2012). Aineisto ryhmiteltiin kotikielten perusteella. Kielille, joita esiintyi aineistossa useammalla kuin viidellä lapsella, muodostettiin oma kotikieliryhmä. Kotikieliryhmiä luotiin viisi (0 = *muut*, 1 = *somali*, 2 = *venäjä*, 3 = *arabia*, 4 = *kurdi*), joista *muut*-ryhmä sisältää useita kotikieliä, joita aineistossa esiintyi pieniä määriä.

Varhaiskasvatukseen osallistumisen keston (VOK) yhteyttä sanaston osaamiseen tarkasteltiin Spearmanin korrelaatioanalyysin (r_s) avulla, koska VOK-muuttuja oli järjestysasteikollinen. VOK luokiteltiin seuraavasti: (1 = alle 1 vuosi, 2 = 1– alle 2 vuotta, 3 = 2– alle 3 vuotta, 4 = 3– alle 4 vuotta, 5 = 4– alle 5 vuotta, 6 = 5– alle 6 vuotta, 7 = 6 – yli 6 vuotta). Ikä ja VOK-muuttujien erillistä ja yhteistä selitysarvoa sanaston osaamiseen selvitettiin lineaarisen hierarkkisen regressioanalyysin avulla. Hierarkkisessa mallissa muuttujat lisättiin malliin vaiheittain, jonka avulla voitiin päätellä selittävien muuttujien (tässä VOK ja ikä) yksittäistä selitysvoimaa selitettävälle muuttujalle, joka tässä oli matemaattisen sanaston osaaminen (Field ym., 2012). Näiden analyysien avulla voitiin tarkastella aineistoa monipuolisesti ja vastata tarkasti tutkimustehtävään. Tilastollisen merkitsevyyden rajaksi asetettiin $p < .05$ (Field ym., 2012).

4 Tulokset

Tulokset jakautuvat alustavien analyysien tuloksiin, joissa raportoimme SMST-kuvasanavarastotestin luotettavuutta ja toimivuutta, sekä päätuloksiin, joissa vastataan tutkimuskysymykseen.

4.1 Arviointivälineen luotettavuus

Alustavissa analyyseissä tarkasteltiin SMST-kuvasanavarastotestin luotettavuutta ja toimivuutta tehtävätasolla sekä yhteyttä opettajien arvioihin lasten kielellisten ja matemaattisten taitojen osaamisesta. Aineiston SMST-kuvasanavarastotestin kokonaispistemäärien ja opettajien arvioiden jakaumat olivat normaaleja keskeisten tunnuslukujen (vinous, huipukkuus ja niiden keskivirheet) perusteella. Puuttuvia arvoja ei ollut. SMST-kuvasanavarastotestin osioiden reliabiliteettikerroin oli melko heikko (Cronbach $\alpha = .63$). Tehtävistä kolme (*ympyrä*, *iso* ja *lisätä*) heikensivät alfan arvoa, eikä niiden korrelaatio kokonaispistemäärään ollut tilastollisesti merkitsevä ($r < .2$). Sana *ympyrä* oli myös erittäin helppo oikeellisuusprosentin perusteella, sillä 96 % lapsista osasi sanan oikein. Näistä syistä nämä kolme sanaa (*ympyrä*, *iso* ja *lisätä*) poistettiin analyyseistä. Tämän jälkeen tehty analyysit suoritettiin 23 tehtävällä, jolloin tehtävien sisäinen johdonmukaisuus todettiin olevan kohtuullisella tasolla ($\alpha = .65$). Tehtäväkohtaiset oikeellisuusprosentit ja korrelaatio summaan on kuvattu taulukossa 2.

Taulukko 2. SMST-kuvasanavarastotestin tehtäväkohtaiset sanakategoriat, oikeellisuusprosentit ja korrelaatiot pisteiden kokonaispistemäärään

	Tehtävä	Sanakategoria	Oikeellisuus %	Korrelaatio kokonais- pistemäärään	95 % LV
1	Paljon	Y	93	.29**	[.10, .46]
2	Samanlainen	Y	89	.42***	[.25, .57]
3	Kymmenes	S	91	.33***	[.14, .50]
4	Seitsemän	S	79	.30**	[.11, .41]
5	Molemmat	Y	86	.39***	[.21, .54]
6	Ympyrä ^a	O	96	.19	[.00, .38]
7	Vihko	Y	63	.48***	[.31, .62]
8	Yhtä monta	O	64	.38***	[.20, .54]
9	Järjestää	Y	57	.35***	[.17, .51]
10	Puolet	O	50	.46***	[.28, .60]
11	Seuraava	Y	88	.30**	[.11, .47]
12	Saada	Y	48	.26**	[.06, .43]
13	Ensimmäinen	O	79	.36***	[.18, .52]
14	Iso ^a	Y	94	.10	[-.10, .29]
15	Kaksi	S	83	.46***	[.29, .60]
16	Lisätä ^a	Y	36	.09	[-.11, .28]
17	Pienin	O	64	.38***	[.20, .54]
18	Enemmän	O	48	.37***	[.19, .53]
19	Alkaa	Y	43	.33***	[.14, .49]
20	Tunti	O	63	.31**	[.12, .48]
21	Jälkeen	Y	42	.20*	[.01, .38]
22	Ero	O	32	.24*	[.05, .42]
23	Lasku	O	45	.29**	[.10, .46]
24	Vähemmän	O	37	.29**	[.10, .46]
25	Suurin	O	45	.33***	[.14, .49]
26	Edessä	Y	42	.24*	[.04, .41]

Huom. $n = 100$. O = osatekninen sana, Y = yleinen sana, S = symbolinen sana. Tilastollinen merkitsevyys: *** $p < .001$. ** $p < .01$. * $p < .05$. LV = luottamusväli [alaraja, yläraja]. ^a = Jatkoanalyseista poistetut osiot.

Opettajat arvioivat lapsen kielellisiä ja matemaattisia taitoja suhteessa ikätasoon asteikolla 4–10. Lasten taidot olivat opettajien arvioiden mukaan keskimäärin tyydyttävällä tasolla (kielelliset taidot KA = 7.04, KH = 1.12; matemaattiset taidot KA = 7.05, KH = 1.30). Opettajan arvioimat kielelliset ja matemaattiset taidot olivat positiivisessa yhteydessä SMST-kuvasanavarastotestin kokonaispisteiden kanssa (Taulukko 3).

Taulukko 3. Kielellisten ja matemaattisten taitojen yhteys SMST-kuvasanavarastotestin tuloksiin sukupuolittain

	Sukupuoli	N	KA	KH	KV	Vinous (KV)	Huipukkuus (KV)	SMST r
Kielelliset taidot	Tytöt	59	7.22	1.07	0.14			.43***
	Pojat	41	6.78	1.15	0.18			.36*
	Yhteensä	100	7.04	1.11	0.11	-0.12 (0.24)	-0.50 (0.48)	.43***
Matemaattiset taidot	Tytöt	59	7.07	1.30	0.17			.37**
	Pojat	41	6.98	1.31	0.21			.32*
	Yhteensä	100	7.05	1.30	1.30	-0.07 (0.24)	-0.60 (0.48)	.34***

Huom. KA = keskiarvo. KH = keskihajonta. KV = keskivirhe. Tilastollinen merkitsevyys: *** $p < .001$, ** $p < .01$, * $p < .05$.

4.2 Lasten matemaattisen sanaston osaaminen

Lasten matemaattisen sanaston osaaminen vaihteli suuresti (Taulukko 4), mikä ilmeni erityisesti suurena kokonaispisteiden keskihajontana. Keskimäärin lapset saivat tehtävistä enemmän kuin puolet oikein, testin maksimipistemäärän ollessa 23 (KA = 13.70, KH = 3.33). Pisteiden keskiarvot kasvoivat ikäluokittain ja tyttöjen kokonaispistemäärät olivat poikia korkeammat. Maksimipistemäärää ei kuitenkaan saavutettu missään ikäryhmässä. Pienimpien ja suurimpien saatujen kokonaispistemäärien erot olivat myös suuria, jopa 15 pistettä. Testin tehtävät osoittautuivat eritasoisiksi oikeellisuusprosenttien perusteella, ja vaikeimmat sanat olivat vähemmän (37 %) ja ero (32 %) (Taulukko 2). Alle puolet lapsista ymmärsi oikein osatekniset sanat enemmän, vähemmän, lasku, suurin ja ero sekä yleisistä sanoista (general) edessä, alkaa, saada ja jälkeen.

Taulukko 4. SMST-kuvasanavarastotestin kuvailevat tunnusluvut sukupuolittain

	Ikä vuosina	N	KA	KH	MD	Min–Max	Vinous (KV)	Huipukkuus (KV)
Tytöt	5	26	12.69	3.21	13	5–20		
	6	29	15.48	3.11	16	9–20		
	7	4	16.25	1.50	16	15–18		
Tytöt yhteensä		59	14.31	3.37	15	5–20		
Pojat	5	23	11.96	2.93	12	7–17		
	6	17	13.88	2.87	15	7–17		
	7	1	19	-	-	-		
Pojat yhteensä		41	12.93	3.14	13	7–19		
Kaikki yhteensä		100	13.70	3.33	14	7–20	-0.21(0.24)	-0.36(0.48)

Huom. KA = keskiarvo. KH = Keskihajonta. MD = mediaani. KV = keskivirhe. Min–Max = ryhmän minimi- ja maksimipisteet. Testin maksimipistemäärä oli 23 pistettä.

4.2.1 Iän yhteys matemaattisen sanaston osaamiseen

Ikä korreloi tilastollisesti merkitsevästi matemaattisen sanaston osaamisen kanssa, $r(98) = .44$, $p < .001$. Iän ja matemaattisen sanaston osaamisen korrelaatio oli tilastollisesti merkitsevä ja keskivahva sekä pojilla $r(39) = .42$, $p < .01$ että tytöillä $r(57) = .42$, $p < .001$.

4.2.2 Tyttöjen ja poikien matemaattisen sanaston osaaminen

Tyttöjen matemaattisen sanaston osaaminen oli tilastollisesti merkitsevästi poikia parempaa riippumattomien ryhmien t-testin tulosten perusteella, $t(98) = 2.07$, $p < .041$, efektikoon ollessa melko pieni (Cohenin $d = 0.42$). Kuitenkaan sukupuoli ei selittänyt matemaattisen sanaston osaamista tilastollisesti merkitsevästi enää sen jälkeen, kun iän vaikutus kovarianssianalyysissä vakioitiin $F(1, 97) = 2.12$, $p = .15$.

4.2.3 Kotikielen yhteys matemaattisen sanaston osaamiseen

Matemaattisen sanaston osaaminen ei kotikieliryhmien (muut, somali, venäjä, arabia, kurdi) välillä poikennut toisistaan tilastollisesti merkitsevästi varianssianalyysin perusteella $F(4, 94) = 1.04$, $p = .39$ (Taulukko 5).

Taulukko 5. Suurimpien kotikieliryhmien kokonaispistemäärien keskiarvot ja -hajonnat

Kotikieliryhmä	<i>N</i>	<i>KA</i>	<i>KH</i>	<i>MD</i>	<i>Min–Max</i>
muut	40	13.75	3.15	14.50	7–19
somali	25	13.96	3.45	14.00	7–20
venäjä	15	12.93	3.39	13.00	7–19
arabia	13	14.69	3.45	13.00	11–20
kurdi	7	12.86	3.98	13.00	5–18

Huom. *KA* = keskiarvo. *KH* = keskihajonta. *MD* = mediaani. *Min–Max* = ryhmän minimi-maksimipisteet

4.2.4 Varhaiskasvatukseen osallistumisen keston yhteys matemaattisen sanaston osaamiseen

Varhaiskasvatukseen osallistumisen keston ja matemaattisen sanaston osaamisen välillä oli positiivinen, tilastollisesti merkitsevä, keskivahva yhteys korrelaatioanalyysin perusteella $r_s(98) = .44$, $p < .001$.

4.2.5 Lapsen ikä ja varhaiskasvatukseen osallistuminen matemaattisen sanaston osaamista selittävinä tekijöinä

Lapsen ikä ja varhaiskasvatukseen osallistumisen kesto otettiin mukaan regressioanalyysiin, jossa niiden erillistä ja yhteistä selitysosuutta sanaston osaamiseen selvitettiin

lineaarisen hierarkkisen regressioanalyysin avulla. Ikä selitti sanaston osaamista tilastollisesti merkitsevästi $F(1, 98) = 23.64, p < .001$, joka on 19,43 % kokonaispisteiden varianssista. Varhaiskasvatukseen osallistumisen kesto selitti sanaston osaamista myös tilastollisesti merkitsevästi, $F(1, 98) = 19.36, p < .001$, joka on 16,49 % kokonaispistemäärän varianssista. VOK ja ikä yhdessä selittivät matemaattisen sanaston osaamista 24,30 %, jolloin iän selitysosuus on 7.80 %, $F(2, 97) = 15.56, p < .001$, sen jälkeen, kun VOK oli kontrolloitu (Taulukko 6). VOK:n itsenäinen selitysosuus iän kontrolloinnin jälkeen oli 4,90 %, $F(1, 97) = 6.22, p < .05$. Multikollinearisuus ei ollut merkittävän korkea ($VIF = 1.33$).

Taulukko 6. Regressioanalyysi varhaiskasvatukseen osallistumisen keston ja iän yhteydestä matemaattisen sanaston osaamiseen

		B	β	KV	95 % LV	t	R ²	ΔR^2
Malli 1	Vakio	-0.36		-6.15	[-6.14, 5.43]	-0.12		
	Ikä kk	0.20	0.44	0.04	[0.12, 0.28]	4.86***	0.194	
Malli 2	Vakio	8.64			[6.26, 11.02]	7.21		
	VOK	1.06	0.41	0.24	[0.58, 1.54]	4.40***	0.165	
Malli 3	Vakio	0.38			[-5.29, 6.04]	0.13		
	VOK	0.66	0.25	0.26	[0.13, 1.18]	2.49*		
	Ikä kk	0.14	0.32	0.05	[0.05, 0.24]	3.16**	0.243	0.078

Huom. VOK = varhaiskasvatukseen osallistumisen kesto. B = standardoimaton regressiokerroin. β = standardoitu regressiokerroin. KV = keskivirhe. LV = B-arvon luottamusväli [alaraja, yläraja]. t = testisuure. Tilastollinen merkitsevyys: *** $p < .001$. ** $p < .01$. * $p < .05$. R² = Selityssaste. ΔR^2 = selityssasteen muutos.

5 Pohdinta

Tässä tutkimuksessa selvitimme esiopetusikäisten L2-lasten matemaattisen sanaston osaamista sekä sen yhteyttä ikään, sukupuoleen, kotikieleen ja varhaiskasvatukseen osallistumisen keston. Tuloksemme osoittivat, että matemaattisen sanaston osaamisessa on havaittavissa selkeitä yksilöiden välisiä eroja, joita selittivät osin lasten varhaiskasvatukseen osallistumisen kesto ja ikä. Sukupuolten tai eri kotikieliryhmien välillä ei havaittu eroja matemaattisen sanaston osaamisessa.

Tässä tutkimuksessa L2-lasten matemaattisen sanaston osaamisessa oli tuntuvia yksilöllisiä eroja, mikä näkyi kokonaispistemäärissä yli kolmen keskihajontana, osoittaen, että osa L2-lapsista hallitsee matemaattisen sanaston erittäin hyvin, kun taas joillekin tämä tuottaa suuria vaikeuksia. Tulos on samansuuntainen aiempien L2-lapsia koskevan tutkimustiedon kanssa, joissa on havaittu suuria eroja osaamisessa (Arvonen ym., 2010; Turan & De Smedt, 2024). Aineiston keruussa käytettiin SMST-kuvasanavarastotestiä, johon on kerätty ensimmäisen luokan matematiikan opetuksessa yleisimmin käytettävää sanastoa (Schachenhofer & Räsänen, 2012). Tässä tutkimuksessa SMST-kuvasanavarastotestissä oli lapsille sekä helppoja että vaikeita sanoja. Paljon ja kymmenes olivat sanoja, jotka yli 90 % lapsista tunnisti oikein. Kuitenkin alle puolet lapsista ymmärsi

oikein sanat lasku, enemmän, vähemmän, ero ja suurin sekä yleiset sanat edessä, alkaa ja jälkeen. Nämä sanat kuuluvat Monroen ja Panchyshyn (1995) määritelmän mukaan joko yleisiin (general) tai osateknisiin (subtechnical) sanoihin, joista jälkimmäiset voivat olla haasteellisia juuri niiden usean merkityksen takia. Tässä tutkimuksessa havaittiin myös yleisten sanojen osaamisessa haasteita. Myös tutkimukseen osallistuneiden opettajien arvioiden mukaan lasten kielellisissä taidoissa oli keskihajonnan perusteella ($KH > 1$) vaihtelevuutta. Tämä voi kertoa yleisemmin lasten suomen kielen osaamisen tasosta, toisaalta se voi kertoa sanojen merkityksen vaihtelun ymmärtämisen haasteista eri tilanteissa.

Tämän tutkimuksen tulos osoittaa, että matemaattisen sanaston osaamiseen tulee kiinnittää huomiota jo ennen kouluikää ja pyrkiä mahdollistamaan monipuolista keskustelua matemaattisista sisällöistä (King & Purpura, 2021; Luomaniemi ym., 2023). Tässä varhaiskasvatuksen ja esiopetuksen opettajat ovat avainasemassa, koska L2-lapset saattavat tarvita eksplisiittistä opetusta matemaattisen sanaston ymmärtämiseksi. Opettajat voivat esimerkiksi priorisoida sanoja, jotka toistuvat usein ensimmäisen luokan matematiikan opetuksessa ja näin tarjota mahdollisuutta harjoitella sanoja jo ennen kouluun siirtymistä. Ryhmän toiminta tulisi ohjaavien asiakirjojen (Opetushallitus, 2014a, 2022) mukaisesti suunnitella siten, että se tarjoaa toistuvasti mahdollisuuksia matemaattisen sanaston käyttöön ja harjoitteluun. Käytännössä tilanteet voisivat sisältää vuorovaikutteista kirjan lukemista, joissa toistetaan matemaattista sanastoa (ks. esimerkit interventioista Jylänki ym., 2023; Turan ym., 2026). Suomessa kehitetty tutkimusperustainen avoin materiaali on osoittautunut edistävän lasten matemaattisia taitoja (Jylänki ym., 2023).

Tässä tutkimuksessa yksilöllisiä eroja selittivät parhaiten lasten ikä ja varhaiskasvatukseen osallistumisen kesto. Ikä selitti matemaattisen sanaston osaamista siten, että vanhemmat lapset hallitsivat sanastoa nuorempia paremmin. Tämä tulos on samankaltainen kansainvälisten tutkimusten kanssa, joissa on tutkittu L1- ja L2-lasten matemaattisen sanaston osaamista (Berger ym., 2026; Bleses ym., 2023; Purpura & Reid, 2016). Sen sijaan sukupuolten välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja, sillä tilastollisesti merkitsevät erot hävisivät, kun iän vaikutus vakioitiin. Tämä toistaa kansainvälisten tutkimusten tuloksia, joissa sukupuoli ei ole ollut merkittävä tekijä L2-lasten matemaattisen sanaston hallinnalle (Turan & De Smedt, 2024), eikä L1-lapsilla (Bleses ym., 2023; Powell & Nelson, 2017; Purpura & Reid, 2016). Eroja ei myöskään löytynyt, kun tarkasteltiin kotikieliryhmiä. Tämä tulos antaa uutta tietoa, sillä aiemmat tutkimukset eivät ole ottaneet huomioon eroja eri kotikieliryhmien välillä (mm. Turan & De Smedt, 2024). Tulokseen on kuitenkin hyvä suhtautua varovaisesti, sillä analyyseihin sisällytetyt eri kotikieliryhmät olivat melko pieniä.

Tässä tutkimuksessa havaittiin, että mitä pidempään lapsi osallistui varhaiskasvatukseen, sitä parempi oli hänen matemaattisen sanaston osaamisensa. Varhaiskasvatukseen osallistumisen kesto selitti matemaattisen sanaston hallinnasta lähes kuudesosan ($R^2 = .165$) ja yhdessä iän kanssa noin neljänneksen ($R^2 = .243$). Ikä oli kuitenkin varhaiskasvatukseen osallistumista vahvempi selittäjä matemaattisen sanaston

osaamiselle ($\Delta R^2 = .078$), kun varhaiskasvatukseen osallistumisen vaikutus oli kontrolloitu. Tulos vahvistaa aiempia näkemyksiä siitä, että varhaiskasvatukseen osallistuminen on erityisesti L2-lapsille hyödyllistä (Sylva ym., 2013; Ukkola & Metsämuuronen, 2023). Tulos varhaiskasvatukseen osallistumisen merkityksestä on linjassa Suomessa, Euroopassa ja Yhdysvalloissa saatujen tulosten kanssa, joissa havaittiin varhaiskasvatukseen osallistumisen suotuisa vaikutus matemaattisten taitojen ja sanaston kehitykselle (Bailey ym., 2024; Sorariutta ym., 2017; Sorariutta & Silvén, 2018; Ulferts & Anders, 2016). Varhaiskasvatuksen positiivinen vaikutus saattaa tässä tutkimuksessa osittain selittyä sillä, että varhaiskasvatuksen ammattilaiset noudattavat ohjaavien asiakirjojen (Opetushallitus, 2014a, 2022) linjauksia suunnitellessaan ja toteuttaessaan toimintaa. Näihin linjauksiin sisältyy matemaattista toimintaa, jonka myötä matemaattisen sanaston käyttö mahdollistuu säännöllisesti. Luomaniemi ja kollegat (2023) korostavatkin matematiikkaan liittyvän puheen mahdollistamisen tärkeyttä L2-lasten tukemisessa.

Tämän tutkimuksen tulos tukee varhaiskasvatukseen osallistumisen positiivista vaikutusta (Bailey ym., 2024; Sorariutta ym., 2017; Sorariutta & Silvén, 2018; Sylva ym., 2013; Ulferts & Anders, 2016), erityisesti kielitaustaltaan moninaisille lapsille (Ukkola & Metsämuuronen, 2023) ja osoittaa, että varhainen varhaiskasvatukseen osallistuminen voi tukea lasten matemaattisen sanaston kehitystä. Varhaiskasvatukseen osallistumisen keston ja iän yhteistä selitysvoimaa on hyvä tarkastella myös laajemmin. Jollei lapsi osallistu varhaiskasvatukseen ja kotikieli on jokin muu kuin varhaiskasvatuksen tai opetuksen kieli, lapsen muiden oppimisympäristöjen merkitys sanaston oppimisessa korostuu (Arvonen ym. 2010). Tällaisia ympäristöjä voivat olla esimerkiksi harrastukset tai muu säännöllinen sosiaalinen toiminta, jossa käytetään monipuolisesti myös matemaattista sanastoa.

5.1 Luotettavuus ja rajoitteet

Tämän tutkimuksen tulosten tulkinnassa tulee ottaa huomioon sen rajoitteet käytettyjen menetelmien ja tulosten luotettavuustarkastelujen lisäksi. Tutkimusaineiston pieni otoskoko ei mahdollista tulosten yleistettävyyttä, joten tulevaisuudessa tutkimuksissa on tavoiteltava suurempaa otoskokoa ja systemaattista otantaa.

Tässä tutkimuksessa käytettiin tietoa varhaiskasvatukseen osallistumisen kestosta ja iästä selittämään sanaston osaamista, mutta muut mahdollisesti vaikuttavat tekijät jäivät kontrolloimatta. Koska yksilöllisiä eroja on havaittu, jatkossa olisi tärkeää pyrkiä kontrolloimaan monipuolisemmin vaikuttavia tekijöitä, kuten perheen sosioekonomista taustaa (Berger ym., 2026; Turan & De Smedt, 2024). Varhaisten oppimisympäristöjen, kuten kodin, tarjoamien matemaattisten mahdollisuuksien on havaittu olevan merkityksellisiä matemaattisten taitojen kehittymiselle (Luomaniemi ym., 2021, 2023; Sylva ym., 2013; Wang ym., 2025), joten myös näiden yhteyttä L2-lasten matemaattisen sanaston oppimiseen olisi tärkeä selvittää jatkotutkimuksissa. Esimerkiksi pitkittäisasetelmassa voitaisiin selvittää kehitystä ja erojen mahdollista tasoittumista iän

myötä. Tähän tutkimukseen osallistuneet lapset olivat kaikki L2-lapsia, joten jatkotutkimuksissa olisi tärkeää pyrkiä sisällyttämään aineistoon myös L1-lapsia, jotta vertailu näiden ryhmien välillä olisi mahdollista. Jatkotutkimusten tulisi kartoittaa L2-lasten matemaattisen sanaston osaamista myös lapsen omalla äidinkielellä (Foster ym., 2019).

Tulosten perusteella SMST-kuvasanavarastotesti soveltuu vaativuustasoltaan esiopetusikäisten L2-lasten matemaattisen sanaston osaamisen arviointiin. Tätä osoittaa muun muassa se, että suurin osa lapsista sai tehtävistä yli puolet oikein, mutta kukaan ei saavuttanut täysiä pisteitä. SMST-kuvasanavarastotestin toimivuutta matemaattisen sanaston arviointivälineenä tukee se, että opettajien havainnointiin perustuvat arviot lasten kielellisistä ja matemaattisista taidoista olivat positiivisessa yhteydessä lasten testisuorituksiin. Aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että suomalaiset opettajat ovat hyviä arvioimaan oman opetusryhmänsä lasten osaamista yleisellä tasolla arjen havaintojen perusteella (Vessonen ym., 2023). Tämän tutkimuksen eräänä heikkoutena on kuitenkin se, että opettajien antamien arvioiden tarkkuutta tai keskinäistä vertailukelpoisuutta ei ollut mahdollista kontrolloida tutkimuksen toteutuksen yhteydessä. Opettajat saivat suppean ohjeistuksen matemaattisten ja kielellisten taitojen arviointiin ilman tarkempaa määritelmää, mikä on voinut johtaa erilaisiin tulkintoihin siitä, mitä tarkoitetaan lasten matemaattisilla ja kielellisillä taidoilla heidän ikätasollaan.

Tässä tutkimuksessa SMST-kuvasanavarastotestin sisäinen johdonmukaisuus jäi hieman alle yleisesti hyväksytyn rajan, mutta arvoa voidaan pitää kohtuullisena (Karagiannakis & Noël, 2020; Nunnally & Bernstein, 1994). Tässä tutkimuksessa pyrimme varmistamaan arviointivälineen ja tulosten luotettavuutta raportoimalla myös osioiden korrelaatiot kokonaispistemäärään ja oikeellisuusprosentit. Tämän lisäksi poistimme analyyseistä osiot, jotka heikensivät arviointivälineen sisäistä johdonmukaisuutta.

Tutkimuksessa käytetyn SMST-kuvasanavarastotestin osiot perustuvat alkuopetuksen matematiikan opetuksessa yleisimmin käytettyihin sanoihin. On tärkeää pystyä arvioimaan, kuinka hyvin L2-lapset hallitsevat alkuopetuksessa tarvittavaa sanastoa jo esiopetusiässä, jotta heitä voidaan tukea ennen perusopetuksen alkua. Tällä hetkellä Suomessa on saatavilla hyvin vähän tähän tarkoitukseen käytettäviä arviointivälineitä, jotka soveltuvat alle kouluikäisille L2-lapsille. Kun lapsen opetuskielen tuottava puhe on vielä kehittymässä, tällainen arviointitapa, jossa lasta pyydetään yhdistämään kuultu käsite ja kuva, voi olla varsin hyödyllinen. Vastaavaa arviointitapaa käytetään myös toisissa arviointivälineissä, kuten Peabody Picture Vocabulary Test:ssä (Dunn & Dunn, 1997), Boehmin peruskäsitetestissä (Heimo, 1993), Lauran päivä-arviointimateriaalissa (Laitala, 2023) sekä matemaattisen sanaston arviointivälineessä, jota on käytetty päiväkotikäisillä lapsilla (Berger ym., 2026). Vaikka varhaiskasvatuksen ja esiopetuksen ohjaavat asiakirjat eivät velvoita arviointivälineiden käyttöön (Opetushallitus, 2014a, 2022), niiden käyttö voi olla hyödyllistä toiminnan suunnittelun, toteutuksen ja arvioinnin tukena. Opettajien antamien arviointien positiivinen yhteys arviointivälineen tuottamaan tietoon viittaa siihen, että SMST-kuvasanavarastotesti voi

tukea opettajia heidän omien havaintoihinsa perustuvien arviointien lisäksi. Tämän tutkimuksen luotettavuus- ja toimivuustarkastelujen myötä SMST-kuvasanavarastotestin käyttämisessä arviointivälineenä on havaittavissa kehittämistarpeita. Jatkotutkimukset voisivat keskittyä siihen, mikä on L2-lapsille kriittisintä matemaattista sanastoa ja pyrkiä kehittämään tutkimukseen perustuvia harjoitusmenetelmiä (ks. Turan ym., 2026). Tämän lisäksi jatkotutkimuksissa olisi hyvä kehittää testiä edelleen ja tarkastella sen luotettavuutta ja toimivuutta monipuolisten validiteetti- ja reliabiliteettikriteerien perusteella (Outhwaite ym., 2024).

Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen taustalla oli kysymys suomea toisena kielenä puhuvien esiopetusikäisten lasten matemaattisen sanaston hallinnasta ja siihen liittyvistä tekijöistä. Tutkimus osoitti, että esiopetusikäisten L2-lasten matemaattisen sanaston osaamisessa on merkittäviä yksilöllisiä eroja, joita selittivät osin varhaiskasvatukseen osallistumisen kesto ja ikä. Tuloksia on mahdollista hyödyntää L2-lasten matemaattisten taitojen kehityksen tukemisessa ja tuen tarpeen arvioinnissa, sillä kyse on laajasta suomalaisen yhteiskunnan kannalta merkittävästä aiheesta moninaisten kielitaustojen yleistyessä. Lisäksi tulokset korostavat varhaiskasvatukseen osallistumisen merkitystä kielitaustaltaan moninaisille lapsille, sillä pidempi osallistuminen varhaiskasvatukseen oli yhteydessä parempaan sanaston osaamiseen. Tutkimus tuo uutta tietoa suomalaisessa kontekstissa ja tukee kansainvälisiä havaintoja varhaiskasvatuksen ja iän yhteyksistä matemaattisen sanaston osaamiseen.

Tutkimuksen eettisyys

Kirjoittajien tekijyys artikkelissa

Kaikki kirjoittajat ovat osallistuneet tutkimusasetelman luomiseen, artikkelikäsitelmän kirjoittamiseen sekä sen kriittiseen tarkasteluun. Föhr on ollut päävastuussa artikkelin kirjoittamisesta, aineistonkeruusta, aineiston analysoinnista ja eri osioiden koonnista. Hellstrand on lisäksi osallistunut aineiston analysointiin. Väisänen on lisäksi osallistunut artikkelikäsitelmän kielentarkistukseen. Föhr on kirjoittanut käsitelmän ensimmäisen version, ja kaikki kirjoittajat ovat osallistuneet käsitelmän myöhempien versioiden työstämiseen. Kaikki kirjoittajat ovat lukeneet ja hyväksyneet käsitelmän lopullisen version.

Tekoäly

Tekoälyä ei ole käytetty tämän tutkimuksen tekemisen vaiheissa.

Rahoitus

Ensimmäinen kirjoittaja sai rahoitusta Suomen Akatemian rahoittamasta EDUCA Flagship -hankkeesta (nro 358924) sekä Opetus- ja kulttuuriministeriön rahoittamasta EDUCA-Doc-tohtorikoulutuspilottihankkeesta (Tohtorikoulupilotti VN/3137/2024-OKM-4).

Eettisen toimikunnan lausunto

Tutkimukselle haettiin kunnalta tutkimuslupa. Kunnalle toimitettiin tutkimuksen eettinen tarkastelu tutkimusluvan hakemisen yhteydessä. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan (TENK, 2023) ja Helsingin yliopiston tutkimuseettisiä ohjeita noudatettiin koko tutkimuksen ajan. Näiden periaatteiden mukaisesti tutkimuksen olosuhteet eivät edellyttäneet eettistä ennakoarviointia.

Tietoon perustuva suostumus

Lasten huoltajilta saatiin aktiivinen suostumus osallistua tutkimukseen. Tutkimukseen osallistuminen oli lapsille ja heidän huoltajilleen vapaaehtoista.

Aineiston saatavuus

Data voidaan toimittaa kohtuullisen pyynnön perusteella.

Kiitokset

Kiitämme tutkimukseen osallistuneita lapsia, heidän perheitään ja opettajiaan.

Eturistiriidat

Kirjoittajat vakuuttavat, ettei heillä ole eturistiriitoja. Kirjoittajilla ei ole tähän tutkimukseen liittyviä taustasitoumuksia.

Liitteet

Liite 1. Kyselylomake opettajille

Suomea toisena kielenään puhuvien 5–7-vuotiaiden lasten matemaattinen sanavarasto- tutkimus

Lapsen tiedot

Opettaja täyttää:

Lapsen etunimi ja sukunimen alkukirjain _____

Lapsen ikä (vv/kk) _____

Lapsen kotikieli _____

Lapsen varhaiskasvatukseen osallistumisen kesto alkaen _____

Arvioi lapsen seuraavia valmiuksia suhteessa ikätasoon kouluarvosana-asteikolla 4–10

Kielelliset valmiudet _____

Matemaattiset valmiudet _____

Lähteet

- Arvonen, A., Katva, L., & Nurminen, A. (2010). *Maahanmuuttajien oppimisvaikeuksien tunnistaminen*. PS-kustannus.
- Bailey, J., Ullery, M. A., Futterer, J., Mullins, C., Delgado, C., Custode, S., Gruen, R., Pena, A., Gonzalez, A., & Bulotsky-Shearer, R. J. (2024). Direct and interactive effects of attendance rates on growth in language, literacy and mathematics skills for children enrolled in voluntary preschool programs. *Early Childhood Research Quarterly*, 68, 112–122. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2024.04.009>
- Berger, C., Angonin, S., & Lafay, A. (2026). Mathematical vocabulary in preschool children: Effects of linguistic and socio-economic factors on the production and comprehension of quantitative and spatial words and concepts. *Journal of Experimental Child Psychology*, 263, 106416. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2025.106416>
- Bezuidenhout, H. S., Vanhala, A., Fonseca, K., Henning, E., Korhonen, J., & Aunio, P. (2025). Development of a Mathematics Vocabulary Test: Evidence of validity and reliability in a multilingual context. *Developmental Psychology*. <https://doi.org/10.1037/dev0001941>
- Bleses, D., Moos, M., Purpura, D. J., & Dale, P. S. (2023). General and math vocabulary contributions to early numeracy skills in a large population-representative sample. *Frontiers in Developmental Psychology*, 1. <https://doi.org/10.3389/fdyps.2023.1279691>
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2021). *Learning and teaching early math: The learning trajectories approach* (3. painos). Routledge.
- Cummins, J. (2000). Academic Language Learning, Transformative Pedagogy, and Information Technology: Towards a Critical Balance. *TESOL Quarterly*, 34(3), 537. <https://doi.org/10.2307/3587742>
- Cummins, J., & Yee-Fun, E. M. (2007). Academic Language. Teoksessa J. Cummins & C. Davison (Toim.), *International Handbook of English Language Teaching* (s. 797–810). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-46301-8_53
- Devlin, D., Moeller, K., & Sella, F. (2022). The structure of early numeracy: Evidence from multi-factorial models. *Trends in Neuroscience and Education*, 26, 100171. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2022.100171>
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., Pagani, L. S., Feinstein, L., Engel, M., Brooks-Gunn, J., Sexton, H., Duckworth, K., & Japel, C. (2007). School Readiness and Later Achievement. *Developmental psychology*, 43(6), 1428–1446. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1428>
- Dunn, L. M., & Dunn, L. M. (1997). *Peabody Picture Vocabulary Test—Third Edition (PPVT-III)*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1037/t15145-000>
- Fenson, L., Dale, P. S., Reznick, J. S., Bates, E., Thal, D. J., Pethick, S. J., Tomasello, M., Mervis, C. B., & Stiles, J. (1994). Variability in Early Communicative Development. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 59(5). <https://doi.org/10.2307/1166093>
- Field, A. P., Field, Z., & Miles, J. (2012). *Discovering statistics using R*. Sage.
- Fisher, E. (2017). A Systematic Review and Meta-Analysis of Predictors of Expressive-Language Outcomes Among Late Talkers. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 60(10), 2935–2948. https://doi.org/10.1044/2017_JSLHR-L-16-0310
- Foster, M. E., Anthony, J. L., Zucker, T. A., & Branum-Martin, L. (2019). Prediction of English and Spanish kindergarten mathematics from English and Spanish cognitive and linguistic abilities in Hispanic dual language learners. *Early Childhood Research Quarterly*, 46, 213–227. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2018.02.007>
- Heimo, H. (1993). *Boehmin peruskäsiteltesti- suomalaisen laitoksen käsikirja*. Psykologien kustannus.
- Joutsenlahti, J., & Tossavainen, T. (2018). Matemaattisen ajattelun kielentäminen ja siihen ohjaaminen koulussa. Teoksessa *Matematiikan opetus ja oppiminen* (1. painos). Niilo Mäki Instituutti.
- Jylänki, P., Sipinen, E., Mbay, T., Sääkslahti, A., & Aunio, P. (2023). Combining Numerical Relational and Fundamental Motor Skills to Improve Preschoolers' Early Numeracy: A Pilot Intervention Study. *International Journal of Early Childhood*, 55(1), 131–154. <https://doi.org/10.1007/s13158-022-00329-8>
- Karagiannakis, G., & Noël, M.-P. (2020). Mathematical profile test: A preliminary evaluation of an online assessment for mathematics skills of children in grades 1-6. *Behavioral Sciences*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/BS10080126>
- King, Y. A., & Purpura, D. J. (2021). Direct numeracy activities and early math skills: Math language as a mediator. *Early Childhood Research Quarterly*, 54, 252–259. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2020.09.012>
- Kiss, A. J., Nelson, G., & Christ, T. J. (2019). Predicting Third-Grade Mathematics Achievement: A Longitudinal Investigation of the Role of Early Numeracy Skills. *Learning Disability Quarterly*, 42(3), 161–174. <https://doi.org/10.1177/0731948718823083>

- Kuukka, K., & Metsämuuronen, J. (2016). *Perusopetuksen päättövaiheen suomi toisena kielenä (S2) -oppimäärän oppimistulosten arviointi 2015*. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus.
- Laitala, M. (2023). *Lauran päivä: Suomi toisena kielenä: Kartoitusaineisto esiopetukseen*. Opetushallitus.
- Lariviere, D. O., Arsenault, T. L., & Payne, S. B. (2024). A literature review: Mathematics vocabulary intervention for students with mathematics difficulty. *School Science and Mathematics*. <https://doi.org/10.1111/ssm.12684>
- Lesaux, N. K., & Siegel, L. S. (2003). The Development of Reading in Children Who Speak English as a Second Language. *Developmental Psychology*, 39(6), 1005–1019. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.39.6.1005>
- Lin, X., Peng, P., & Zeng, J. (2021). Understanding the Relation between Mathematics Vocabulary and Mathematics Performance: A Meta-Analysis. *The Elementary school journal*, 121(3), 504–540. <https://doi.org/10.1086/712504>
- Lin, X., & Powell, S. R. (2024). Development of a Fraction Vocabulary Measure. *Assessment for Effective Intervention*, 49(3), 138–147. <https://doi.org/10.1177/15345084231202407>
- Luomaniemi, K., Kankaanpää, S., & Hannula-Sormunen, M. (2023). Suosituksia monikielisten lasten varhaisten matemaattisten taitojen tukemiseen – Temaattinen synteesi. *Journal of Early Childhood Education Research*, 12(3), Article 3. <https://doi.org/10.58955/jecer.126173>
- Luomaniemi, K., Mattinen, A., McMullen, J., Sorariutta, A., & Hannula-Sormunen, M. (2021). The Effects of a SFON-Based Early Numeracy Program on Multilingual Children's Early Numeracy and Oral Language Skills. *Journal of Cognitive Education and Psychology*, 20(2), 138–160. <https://doi.org/10.1891/JCEP-D-20-00006>
- Mononen, R., Aunio, P., Korhonen, J., Tapola, A., & Väisänen, E. (2017). *Matemaattiset oppimisvaikeudet*. PS-kustannus.
- Monroe, E. E., & Panchyshyn, R. (1995). Vocabulary Considerations for Teaching Mathematics. *Childhood education*, 72(2), 80–83. <https://doi.org/10.1080/00094056.1996.10521849>
- Moschkovich, J. N. (2015). Academic literacy in mathematics for English Learners. *The Journal of Mathematical Behavior*, 40, 43–62. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2015.01.005>
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory* (3. painos). McGraw-Hill.
- Opetushallitus. (2014a). *Esiopetuksen opetussuunnitelmien perusteet*. Opetushallitus. <https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/esiopetuksen-opetussuunnitelmien-perusteet>
- Opetushallitus. (2014b). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet*. Opetushallitus. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf
- Opetushallitus. (2016). *Oma kieli—Oma mieli: Oppilaan oma äidinkieli*. Opetushallitus.
- Opetushallitus. (2022). *Varhaiskasvatussuunnitelman perusteet*. Opetushallitus. <https://www.oph.fi/fi/tilastot-ja-julkaisut/julkaisut/varhaiskasvatussuunnitelman-perusteet-2022>
- Outhwaite, L. A., Aunio, P., Leung, J. K. Y., & Van Herwegen, J. (2024). *Measuring Mathematical Skills in Early Childhood: A Systematic Review of the Psychometric Properties of Early Maths Assessments and Screeners*. <https://doi.org/10.31234/osf.io/hk37b>
- Peng, P., Lin, X., Ünal, Z. E., Lee, K., Namkung, J., Chow, J., & Sales, A. (2020). Examining the Mutual Relations Between Language and Mathematics: A Meta-Analysis. *Psychological bulletin*, 146(7), 595–634. <https://doi.org/10.1037/bul0000231>
- Powell, S. R., Driver, M. K., Roberts, G., & Fall, A.-M. (2017). An analysis of the mathematics vocabulary knowledge of third- and fifth-grade students: Connections to general vocabulary and mathematics computation. *Learning and individual differences*, 57, 22–32. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2017.05.011>
- Powell, S. R., & Nelson, G. (2017). An Investigation of the Mathematics-Vocabulary Knowledge of First-Grade Students. *The Elementary School Journal*, 117(4), 664. (1908302096). <https://www.jstor.org/stable/26546659>
- Purpura, D., Logan, J. A. R., Hassinger-Das, B., & Napoli, A. R. (2017). Why Do Early Mathematics Skills Predict Later Reading? The Role of Mathematical Language. *Developmental psychology*, 53(9), 1633–1642. <https://doi.org/10.1037/dev0000375>
- Purpura, D., & Reid, E. E. (2016). Mathematics and language: Individual and group differences in mathematical language skills in young children. *Early Childhood Research Quarterly*, 36(NA), 259–268. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2015.12.020>
- Riccomini, P. J., Smith, G. W., Hughes, E. M., & Fries, K. M. (2015). The Language of Mathematics: The Importance of Teaching and Learning Mathematical Vocabulary. *Reading & writing quarterly*, 31(3), 235–252. <https://doi.org/10.1080/10573569.2015.1030995>
- Räsänen, P. (2011). *Matematiikan perusteiden kouluoppimisen sanasto*. LukiMat. <https://lukimat.fi/matematiikka/monimat/matematiikan-sanasto/matematiikan-sanasto.html>

- Scalise, N. R., & Purpura, D. J. (2022). Numerical development in preschool: Examining potential mediators of children's approximate number system and mathematics achievement. *Journal of Educational Psychology*, 114(5), 1192–1204. <https://doi.org/10.1037/edu0000698>
- Schachenhofer, M., & Räsänen, P. (2012). *SMST matematiikan kuvasanavarastotesti*. Niilo Mäki Instituutti. <https://www.lukimat.fi/matematiikka/monimat/matematiikan-sanasto/sms.html>.
- Sorariutta, A., Hannula-Sormunen, M. M., & Silvén, M. (2017). Maternal sensitivity in responding during play and children's pre-mathematical skills: A longitudinal study from infancy to preschool age. *European Journal of Developmental Psychology*, 14(1), 1–15. <https://doi.org/10.1080/17405629.2016.1140641>
- Sorariutta, A., & Silvén, M. (2018). Quality of both parents' cognitive guidance and quantity of early childhood education: Influences on pre-mathematical development. *British Journal of Educational Psychology*, 88(2), 192–215. <https://doi.org/10.1111/bjep.12217>
- Stevens, E. A., Tuin, M. V., Powell, S. R., & Lariviere, D. O. (2025). An Analysis of Mathematics Vocabulary Included in Elementary Textbook Glossaries. *The Elementary School Journal*, 000–000. <https://doi.org/10.1086/737872>
- Sylva, K., Sammons, P., Chan, L. L. S., Melhuish, E., Siraj-Blatchford, I., & Taggart, B. (2013). The effects of early experiences at home and pre-school on gains in English and mathematics in primary school: A multilevel study in England. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 16(2), 277–301. <https://doi.org/10.1007/s11618-013-0364-6>
- Tilastokeskus. (2023). *Suomen tilastollinen vuosikirja 2023*. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-244-715-9>.
- Toll, S. W. M., & Van Luit, J. E. H. (2014). Explaining numeracy development in weak performing kindergartners. *Journal of experimental child psychology*, 124, 97–111. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2014.02.001>
- Turan, E., & De Smedt, B. (2024). Components of Mathematical Language and Mathematical Ability in 5-Year-Old Dual Language Learners. *Journal of Cognition and Development*, 25(5), 711–731. <https://doi.org/10.1080/15248372.2024.2363207>
- Turan, E., Van Den Broek, D., Peters, E., De Smedt, B., & Torbeyns, J. (2026). Effects of a mathematical language intervention on mathematical development in preschool dual language learners. *Learning and Instruction*, 102, 102269. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2025.102269>
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. (2019). *Ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettiset periaatteet ja ihmistieteiden eettinen ennakkoarviointi Suomessa*, (3/2019). https://tenk.fi/sites/default/files/2021-01/Ihmistieteiden_eettisen_ennakkoarvioinnin_ohje_2020.pdf
- Ukkola, A., & Metsämuuronen, J. (2023). *Matematiikan ja äidinkielen taidot alkuopetuksen aikana – Perusopetuksen oppimistulosten pitkittäisarviointi 2018–2020*.
- Ulferts, H., & Anders, Y. (2016). *Effects of ECEC on academic outcomes in literacy and mathematics: Meta-analysis of European longitudinal studies*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11091.27681>
- Vessonen, T., Widlund, A., Hakkarainen, A., & Aunio, P. (2023). Validating the early numeracy teacher rating scale for preschoolers (TRS-EN). *European Early Childhood Education Research Journal*, 31(2), 205–224. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2022.2081350>
- Wang, B., Zhu, X., Liu, A., & Wang, J. (2025). The Effect of Parental Math Beliefs on Children's Early Math Skills: Mediating Roles of Home Math Activities and Children's Math Language. *Early Childhood Education Journal*. <https://doi.org/10.1007/s10643-025-01993-w>
- Xu, C., Lafay, A., Douglas, H., Di Lonardo Burr, S., LeFevre, J.-A., Osana, H. P., Skwarchuk, S.-L., Wylie, J., Simms, V., & Maloney, E. A. (2022). The role of mathematical language skills in arithmetic fluency and word-problem solving for first- and second-language learners. *Journal of Educational Psychology*, 114(3), 513–539. <https://doi.org/10.1037/edu0000673>