

AIKAA, KOKOA JA MÄÄRÄÄ KOSKEVIEN SANOJEN YHTEYS  
ESIMATEMAATTISIIN TAITOIHIN

Katariina Alasorvari ja Heidi Kukkakorpi

Pro Gradu – tutkielma

Kasvatustiede

Opettajankoulutuslaitos

Turun Yliopisto, Rauman kampus

Toukokuu 2018

TURUN YLIOPISTO Opettajankoulutuslaitos, Rauman yksikkö

ALASORVARI, KATARIINA JA KUKKAKORPI, HEIDI: Aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen yhteys esimatemaattisiin taitoihin

Pro Gradu tutkielma, 33 s.

Kasvatustiede

Toukokuu 2018

---

Matemaattiset taidot vaikuttavat keskeisesti elämässä menestymiseen moderneissa länsimaisissa valtioissa. Varhaisia matemaattisia taitoja koskeva tieto on tärkeää, sillä erot matemaattisissa taidoissa ovat havaittavissa varhain. Erot matemaattisesti heikkojen ja taitavien lasten välillä kasvavat iän myötä. Matemaattisten taitojen ja varhaisen tuottavan kielitaidon yhteys on havaittu kansainvälisessä tutkimuksessa, mutta suomenkielistä tai suomalaista tutkimusta aiheesta ei ole juurikaan julkaistu. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää kaksivuotiaiden lasten aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamisen yhteyttä esimatemaattisiin taitoihin 6-vuotiaana. Lisäksi ollaan kiinnostuneita vaikuttaako lapsen sukupuoli edellä mainittujen sanojen taitamiseen kaksivuotiaana, esimatemaattisiin taitoihin 6-vuotiaana sekä näiden väliseen yhteyteen. Tutkimuksen aineisto on peräisin Turun yliopiston *Hyvän kasvun avaimet* (the STEPS Study) – seurantatutkimuksesta ja tutkimus perustuu 347 lapsen otokseen. Lasten aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamista kaksivuotiaana arvioitiin The Toddler MCDI – kyselytutkimuksella, joka perustuu vanhempien arvioihin lapsen osaamisesta. Esimatemaattisia taitoja kuusivuotiaana arvioitiin *Esikouluikäisen kysely* – kyselytutkimuksella.

Aineiston analysoitiin käytettiin regressioanalyysia ja riippumattomien otosten *t*-testiä. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että aikaa, kokoa ja määrää ilmaisevien sanojen taitaminen kaksivuotiaana on yhteydessä esimatemaattisiin taitoihin 6-vuotiaana, kun koko sanaston vaikutus on kontrolloitu. Tutkimuksessa havaittiin kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamisen kaksivuotiaana ennustavan esimatemaattisia taitoja 6-vuotiaana. Tytöt menestyivät poikia paremmin aikaa, kokoa ja määrää ilmaisevien sanojen taitamisessa kaksivuotiaana. Esimatemaattisissa taidoissa 6-vuotiaana ei ollut merkittäviä eroja sukupuolten välillä. Sukupuoli vaikutti sanaryhmien taitamisen ja esimatemaattisten taitojen väliseen yhteyteen niin, että pojilla sanojen taitaminen oli voimakkaammin yhteydessä esimatemaattisiin taitoihin, kuin tytöillä.

Tutkimusten tulosten avulla ymmärretään jo varhaisen sanaston, erityisesti kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamisen, merkitys esimatemaattisten taitojen kannalta ja näin ollen matemaattisten taitojen kehittymisen kannalta läpi elämän.

Varhaiskasvatuksen henkilökunnan ja vanhempien siis tulee sanoittaa lapsille täsmällisesti erilaisia matemaattisia ilmiöitä, kuten aikaan, kokoon ja määrään liittyviä asioita. Sanoittamisella vahvistetaan lapsen sanaston kehitystä ja tuetaan näin myös esimatemaattisia taitoja myöhemmässä ikävaiheessa.

Asiasanat: sanasto (vocabulary), aikaa koskevat sanat (temporal words), kokoa koskevat sanat (dimensional adjectives), määrää koskevat sanat (quantifiers), esimatemaattiset taidot (early mathematical skills), sukupuoli (gender)

## Sisällys

1 JOHDANTO .....	1
1.1 Kielellinen kehitys .....	2
1.2 Aikaa, kokoa ja määrää koskevat sanat.....	4
1.3 Esimatemaattiset taidot .....	7
1.4 Aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen yhteys esimatemaattisiin taitoihin	9
1.5 Sukupuolen vaikutus sanastoon ja esimatemaattisiin taitoihin .....	10
1.6 Tutkimuskysymykset.....	11
2 MENETELMÄT .....	12
2.1 Osallistujat.....	12
2.2 Aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitaminen kaksivuotiaana .....	12
2.3 Esimatemaattiset taidot 6-vuotiaana.....	14
3 TULOKSET .....	16
3.1 Kuvailevat tiedot .....	16
3.2 Sukupuolen vaikutus aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamiseen sekä esimatemaattisiin taitoihin.....	20
3.3 Aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamisen yhteys kaksivuotiaana esimatemaattisiin taitoihin 6-vuotiaana.....	21
4 POHDINTA .....	26
4.1 Aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen sekä esimatemaattisten taitojen sisäiset yhteydet .....	26
4.2 Määrää ja kokoa koskevien sanojen taitaminen kaksivuotiaana ennustaa esimatemaattisia taitoja 6-vuotiaana.....	27
4.3 Sukupuoli suhteessa aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamiseen kaksivuotiaana ja esimatemaattisiin taitoihin 6-vuotiaana sekä näiden väliseen yhteyteen .....	28
4.4 Tutkimuksen vahvuudet ja kehittämiskohteet .....	31
LÄHTEET .....	34

# 1 JOHDANTO

Lapsi tutustuu ympäristöönsä, jäsentää havaintojaan ja oppii uusia asioita kielen avulla. Lyytinen (2014) kuvaa, kuinka puheesta tulee lapselle viestinnän väline, jonka avulla hän on osallisena sosiaalisessa vuorovaikutuksessa sekä ilmaisee ajatuksiaan ja tunteitaan. Puhe on myös toiminnan suunnittelun ja ongelmien ratkaisun väline. Storchin ja Whitehurstin (2002) mukaan puheen keskeisimmät osa-alueet ovat sanatietoisuus (word knowledge), sanasto ja kieliopin tuntemus.

Esiopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (2014) ja varhaiskasvatussuunnitelman perusteissa (2016) määritellään, että esiopetuksen ja varhaiskasvatuksen yhtenä tehtävänä on vahvistaa pohjaa lasten matemaattisen ajattelun kehittymiselle ja matematiikan oppimiselle. Opetuksen tulee luoda mahdollisuuksia muun muassa luvun ja ajan käsitteiden sekä tilan hahmottamisen kehittymiselle, jota tukee sijainti- ja suhdekäsitteiden opettelu (Opetushallitus, 2014; 2016). Aunolan, Leskisen, Lerkkasen ja Nurmen (2004) tutkimuksessa havaittiin, että lapsilla on merkittäviä eroja matemaattisissa taidoissa, kun he aloittavat esiopetuksessa. Nämä erot kasvavat ajan myötä. Tutkimuksessa havaittiin myös, että lapset joilla on heikot matemaattiset taidot kehittyvät hitaammin jatkossa matemaattisissa taidoissa, kuin lapset joilla on vahvat matemaattiset taidot. Matematiikka on luonteeltaan voimakkaasti hierarkkista, eli uusi tieto rakentuu aiemman varaan (esim. Fuchs ym., 2006). Tämän vuoksi on äärimmäisen tärkeää, että lapsen varhaiset matemaattiset taidot ovat vahvalla pohjalla. Duncan ym. (2007) ovat tutkineet, että varhaiset matemaattiset taidot ennustavat hyvin esimerkiksi lapsen koulukypsyyttä ja myöhempää koulumenestystä. Näiden tekijöiden takia on tärkeää saada tietoa varhaisia matemaattisia taitoja ennustavista tekijöistä ja varhaisiin matemaattisiin taitoihin vaikuttavista asioista lapsen kehityksen alkuvaiheessa.

Tutkimuksissa on löydetty yhteys varhaisen kielen tuottamisen ja matemaattisten taitojen välillä. Hooper, Roberts, Sideris, Brchinal ja Zeisel (2010) tutkivat amerikkalaisia lapsia 54 kuukauden iässä arvioiden esimerkiksi heidän kielellisiä taitojaan tuottavan kielen osalta Preschool Language Scale–3 Expressive Communication scale – testistön avulla. Kolmannella, viidennellä ja yhdeksännellä luokalla tutkittiin lasten matematiikan ja lukemisen kehityskaaria WJ-R Reading and Math – testillä. Arviointien perusteella havaittiin muun muassa yhteys varhaisen tuottavan kielitaidon ja matematiikan kehittymisen välillä. Purpa, Hume, Sims ja Lonigan (2011) havaitsivat pitkittäistutkimuksessaan 3,5 vuotiaiden amerikkalaislasten

sanaston ennustavan vuotta myöhemmin arvioitua laskutaitoa. Arviointiin käytettiin Test of Preschool Early Literacy Skills –testiä ja Copying subtest –testiä keväällä sekä Preschool early numeracy skills –testiä ja Woodcock–Johnson III Applied Problems and Calculation subtests -testiä, jotka toteutettiin paikallisissa esikouluissa tai päiväkodeissa rauhallisessa tilassa ohjaajan tai opettajan kanssa yksilöllisesti.

Sanaston kehityksen vaikeuksien on havaittu aiheuttavan riskin jatkuville matemaattisille oppimisvaikeuksille (Morgan, Fargas, Hillemeier & Maczuga, 2016). Aihetta on tutkittu melko vähän tarkkojen kielellisten taitoalueiden, kuten sanaston vaikutusten näkökulmasta. Erityisesti suomenkielistä tai suomalaista tutkimusta varhaisten kielellisten taitojen ja matematiikan yhteydestä ei ole juurikaan julkaistu. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, onko aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamisella kaksivuotiaana yhteyttä esimatemaattisiin taitoihin 6-vuotiaana. Tutkimuksen avulla voidaan saada tietoa varhaisista matemaattisten taitojen ennustajista. Tämä tieto on arvokasta lapsen kehityksen tukemisessa ja erityisesti lapsen matemaattisten valmiuksien vahvistamisessa.

## **1.1 Kielellinen kehitys**

Kielen oppimisen varhaisessa vaiheessa keskeistä on, että vauva seurailee aktiivisesti ympäristöään ja viestii esimerkiksi äänтелеillä. Lyytisen (2014) ja Lerkkasen (2006) mukaan muun kielellisen kehityksen yhteydessä, kielellinen tietoisuus alkaa kehittyä lapsen kiinnittäessä huomiota puheeseen, sen merkitykseen ja käyttötappoihin. Kielellisen tietoisuuden myötä kehittyy fonologinen tietoisuus, joka tarkoittaa, että lapsi oppii hahmottamaan sanojen äännerakenteita sekä äänneiden erottelun ja yhdistelyn taidon. Kielellisen kehityksen edellytys ymmärrettävän kommunikaation saavuttamiseksi on morfologinen tietoisuus, eli tietoisuus sanojen rakentumisesta ja taipumisesta. Vuorovaikutuksessa tapahtuva, vaiheittain etenevä kielen kehitys edellyttää myös semanttista-, syntaktista- ja pragmaattista tietoisuutta. Lapsi oppii siis, että sanoilla on merkitys, lauseet muodostuvat sanoista ja kielen käyttötehtävät alkavat hahmottua hänelle.

Sanojen ymmärtämisen ja tuottamisen taitojen kehitys alkaa Lyytisen (2014) mukaan esikielellisestä kommunikaatiosta. Esikielelliset taidot (osoittaminen, koskettaminen ja katsominen) ja esikielellinen toiminta mahdollistavat lapsen vaikuttamisen ympäristöönsä jo ennen puhumaan oppimista. Ne myös rakentavat kielen ja puheen

kehityksen perustaa. 7-10 kuukauden iässä lapsi alkaa ymmärtää sanoja. Omaan nimeen reagoiminen on usein ensimmäinen merkki sanojen ymmärtämisestä. Hoff (2014) korostaa sanojen ymmärtämisen merkitystä sanojen tuottamiseen vaikuttavana tekijänä. Hänen käsityksensä mukaan sanojen ymmärtäminen on keskeistä, koska lapsen tulee kyetä erottamaan niitä puheesta ja liittää aiemmin opittuun. Tässä lapsi käyttää muistia palauttaen sieltä asiayhteyksiä. Lyytinen (2014) nimeää sanojen tulkintaan vaikuttaviksi tekijöiksi lapsen sanaston laajuuden, käsityksen ympäröivästä maailmasta ja kognitiiviset taidot, kuten esimerkiksi ajattelun, havaitsemisen ja muistin. Laakso, Eklund ja Poikkeus (2011) kuvaavat ymmärtävän kielen kehityksen merkittävämmäksi saavutukseksi lapsen kykyä tavoitteelliseen kommunikointiin ja keskusteluun. Useat lapset saavuttavat kyvyn ensimmäisenä ikävuotena.

Sanojen tuottamisen vaiheen pohjana ovat Lyytisen (2014) mukaan sanojen ymmärtämisen ja kommunikatiivisten eleiden kehittyminen. Sanojen tuottamisen edellytyksenä ovat taito ääntää sanoja ja sanojen kommunikatiivinen käyttö (Lyytinen, 2014). Tuottavan kielen kehityksen prosessi koostuu Hoffin (2014) mukaan sanojen oppimisesta ja sanavaraston mentaaliseen järjestelystä. Lapsilla sanojen tunnistaminen kehittyy jo varhain sanaston taas kehittyessä toisella ikävuodella ja kehityksen nopeutuessa kolmannella ikävuodella. Sanaston kehitykseen vaikuttaa lapsen havainto siitä, että ympäristössä kaikki voidaan nimetä ja jakaa omiin luokkiin. Sanasto alkaa karttua substantiiveilla ja kolmannella ikävuodella adjektiivit, pronominit ja lukusanat alkavat esiintyä sanastossa. Lapselle kehittyy ymmärrys sanoista sovittuina symboleina ja vuorovaikutuksen välineenä. Hoffin (2014) mukaan sanavaraston kehitykseen vaikuttavat kulttuuriset tekijät, kielen luonne ja lapsen kuulema kieli.

Kielen kehityksen seuraava vaihe, sanojen yhdisteleminen, ei varsinaisesti ole tutkimuksemme kohteena, mutta kehitysvaihe koskettaa tutkimuksemme ikäryhmän (kaksivuotiaat) lapsia. Lyytinen (2014) ajoittaa tämän vaiheen, jolloin lapsi alkaa tuottaa sanoista lauseita, noin 18–24 kuukauden ikään. Lauseet koostuvat tällöin tyypillisesti ydinsanasta ja lapsen tarvetta ilmaisevasta sanasta. Ymmärtäminen on tässä kielellisen kehityksen vaiheessa laajempaa, kuin tuottaminen. Lapsen todellinen kielitaito ei siis välity kahden sanan yhdistelmien avulla. Nämä varhaiset lauserakenteet ovat Lyytisen (2014) mukaan myöhemmän kehityksen perusta, sillä perusmuotoisten ja taivutettujen muotojen eron havaitseminen ei vielä onnistu lapselta. Varhaiset lauseet sisältävät nimeämistä ja toiminnan sanoittamista. Tätä vaihetta seuraa nopea kehitys, jonka tuloksena viisivuotiaan lapsen käytössä ovat kaikki suomen kielen sivu- ja

peruslausetyypit. Hoffin mukaan (2014) yksilöllistä vaihtelua esiintyy paljon toisten lasten tukeutuessa fraaseihin ja toisten taas yhdistellessä sanoja analyytisesti. Hoff (2014) näkee sanojen yhdistämisen taidon etappina kohti strukturoidun kielen taitamista. Sanojen yhdistelystä lapselle alkaa kehittyä tietoisuus taivutusmuotojen käyttötehtävistä ja kieliopillisesti oikeanlaiset lauseet kehittyvät tämän myötä.

Suhdekäsitteet ovat keskeinen linkki kielen kehityksen sekä matemaattisten taitojen välillä. Koposen, Monosen ja Räsänen (2014) mukaan suhdekäsitteiden hallinta on tiiviisti yhteydessä yleiseen kielen kehitykseen. He määrittelevät suhdekäsitteet erilaisia muutoksia ja suhteita kuvaaviksi käsitteiksi, todeten, että suhdekäsitteistä saatetaan käyttää myös nimitystä vertailukäsitteet, ajalliset käsitteet, matemaattiset käsitteet tai avaruudelliset käsitteet. Heimon (2003) väitöskirjassa suhdekäsitteiksi määritellään kokoa, määrää, järjestystä, sijaintia ja ajankohtaa kuvaavat sanat. Keskeisiä suhdekäsitteitä ovat Koposen ym. (2014) mukaan esimerkiksi suurempi, pienempi, ennen, jälkeen, myöhemmin, enemmän ja vähemmän. Muista sanoista suhdekäsitteet erottava piirre on, että niille ei ole olemassa suoraan tarkasteltavia kohteita.

Suhdekäsitteet siis edellyttävät usean kohteen mielessä pitämistä samanaikaisesti, jonka vuoksi niiden omaksuminen on useita muita sanoja haastavampaa. Suhdekäsitteiden ymmärtäminen ja käyttäminen edellyttävät aina päättelyä ja Koposen ym. (2014) mukaan suhdekäsitteiden hallinta on yhteydessä kielelliseen päättelyyn ja yleiseen älykkyyteen. He kuvaavat suhdekäsitteiden merkitystä myös matematiikan opettamisen näkökulmasta. Aikuisen on vaikeaa kuvata lapselle matemaattisia ilmiöitä ja sääntöjä ilman suhdekäsitteitä, joten ne ovat tärkeitä kielellisessä vuorovaikutuksessa aikuisen opettaessa matemaattisia ilmiöitä lapselle. He esittävät, että suhdekäsitteiden hallinta kehittyy niin, että ensin lapsi mieltää käsitteet konkreettisesti yhdistäen ne tiettyihin tilanteisiin ja asioihin liittyviksi sanoiksi. Tältä tasolta sanat saavat asteittain yleistyvän merkityksen, joka kuvaa mitä tahansa suhdetta. Tutkimuksemme kohteena olevat aikaa, kokoa ja määrää koskevat sanat ovat osittain suhdekäsitteitä. Seuraavissa kappaleissa kuvaamme näiden sanojen kehittymistä lapsuudessa ja niiden yhteyttä esimatemaattisiin taitoihin.

## **1.2 Aikaa, kokoa ja määrää koskevat sanat**

Aikaa koskevat sanat voidaan Mutasen (2000) mukaan jäsentää muutoksen, liikkeen ja suunnan tekijöillä. Hän toteaa tämän määritelmän tukevan ajan käsitteen oppimisen tutkimista. Behrens (1993) kuvaa aikaa abstraktina asiana. Hän esittää aikaa koskevien

sanojen kehittyvän kielestä riippumattomien ajan edustusten myötä. Tällaisia ovat toistuvat kokemukset, kuten rutiinit. Aikaa koskevien sanojen kehityskulku lapsuudessa on Behrensin (1993) mukaan yleistettävissä eri kieliin. Weist (1986) on määritellyt aikaa koskevien sanojen ilmaantumisen lasten kielen käyttöön eri kielissä: italiankieliset lapset alkavat käyttää niitä 3,0 vuotiaina, ranskan-, puolan- ja englanninkieliset 2,6 vuotiaina sekä mandariinikiinaa puhuvat lapset jo 2,2 vuotiaina. Aikakäsitteiden kehittäminen on määritelty yhdeksi matemaattisen ajattelun oppimisen alueen tavoitteeksi varhaiskasvatussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus, 2016). Myös esiopetussuunnitelman perusteet (Opetushallitus, 2014) velvoittaa harjoittelemaan ajan käsitteitä opetuksessa. Tutkimusta aikaa koskevista sanoista ja niiden suhteesta matematiikkaan on löydettävissä todella vähän. Välillisesti aiheeseen liittyvää tutkimustietoa löytyy esimerkiksi Vicarion ym. (2012) tutkimuksessa, jossa 8-vuotiaiden lasten heikko ajan arviointikyky oli yhteydessä kehitykselliseen dyskalkuliaan. Kramerin, Bressan ja Grassin (2011) tutkimuksessa aikuiset 18–52 vuotiaat henkilöt suorittivat ajan arviointikykyä mittaavan kokeen ja arvioivat omia matemaattisia taitojaan. Tässä tutkimuksessa hyvä ajan arviointikyky oli yhteydessä matemaattiseen älykkyyteen. Tutkijat tekivät tutkimustuloksen ja aiemman tutkimuskirjallisuuden perusteella johtopäätöksen, että ajan arviointikyky on yhteydessä laajemmin spatiaalisiin taitoihin.

Kokoa kuvailevat sanat (dimensional adjectives) kuvaavat Cartmillin, Prodenin, Levinen ja Goldin-Meadown (2010) mukaan asioiden, ihmisten tai tilan kokoa. Tällaisia sanoja ovat esimerkiksi suuri, pieni, pitkä ja lyhyt. Levine, Ratliff, Huttenlocher ja Cannon (2012) määrittelevät kokoa kuvaavat sanat osaksi spatiaalista kieltä, jota käytetään avaruudellisten ominaisuuksien kuvailemiseen ja tunnistamiseen. He havaitsivat pitkittäistutkimuksessaan, että lapset jotka kuuluivat vanhemmiltaan enemmän spatiaalista kieltä kaksivuotiaana, pärjäsivät paremmin spatiaalisissa tehtävissä neljävuotiaana. Useimmat lapset ymmärtävät Merrimanin (2014) mukaan kokoa kuvaavat sanat kahden vuoden ikään mennessä. Kolmevuotiaana lapset osaavat lisäksi tulkita näitä sanoja kokoon liittyen. Silloin ymmärretään esimerkiksi, että pieni lasi on iso pienelle nukelle mutta pieni suurelle nukelle. Lasten taidot kokoa kuvaavien sanojen käsitteellisistä eroista kuitenkin kehittyvät vielä ja toisiinsa liittyvät fyysiset ominaisuudet (dimensions) kuten pitkä ja suuri ovat vaikeita. Esimerkiksi pyydetessä valitsemaan suurempi kolmio kahdesta lapsi valitseekin pidemmän mutta pienemmän kolmion.



On todistettu, että lasten spatiaalisen kielen käyttö on yhteydessä heidän spatiaalisiin taitoihinsa. Prudenin, Levinen ja Huttenlocherin (2011) pitkittäistutkimuksessa havaittiin, että lapset jotka tuottivat enemmän spatiaalisia sanoja 14 - 46 kuukauden iässä, suoriutuivat todennäköisesti paremmin spatiaalisissa ongelmanratkaisutehtävissä 54 kuukauden iässä. Onkin toistuvasti osoitettu, että lasten spatiaalisen sanaston tuntemus on yhteydessä lasten pätevyyteen spatiaalisissa tehtävissä (esim. Hermer-Vasquez, Moffet & Munkholm, 2001; Piccardi, Palermo, Bocchi, Guariglia & D'Amico, 2015; Pyers, Shusterman, Senghas, Spelke, Emmorey, 2010). Spatiaaliset tehtävät kuuluvat Verdinen, Golinkoffin, Hirsh-Pasekin ja Newcomben (2017) mukaan olennaisesti jokapäiväiseen elämäämme esimerkiksi laukkuja pakatessa tai etsiessä autoa ruuhkaiselta parkkipaikalta ja niiden on myös havaittu vaikuttavan koulumenestykseen matematiikan ja luonnontieteiden aloilla. Verdine ym. (2017) havaitsivat pitkittäistutkimuksessaan, että kolmevuotiaiden lasten spatiaaliset taidot vaikuttavat heidän esimatemaattisiin taitoihinsa 5-vuotiaina. Myös Verdine ym. (2014) havaitsivat tutkiessaan 3-vuotiaiden lasten spatiaalisia taitoja, että ne ennustivat lasten menestymistä esimatemaattisten taitojen testissä (EMAS). EMAS-testissä lasten esimatemaattisia taitoja arvioitiin neljällä tehtävällä: 1) lasta pyydettiin luettelemaan lukuja niin pitkälle kuin hän osasi, 2) lasta pyydettiin antamaan tietty määrä esineitä, 3) lapselta kysyttiin mikä luku tulee tietyn luvun jälkeen (esim. "Mikä luku tulee neljän jälkeen?") ja 4) lapselle annettiin tehtäväksi yksinkertaisia yhteen- ja vähennyslaskuja käyttäen apuna tavaroita (esim. tutkija laittoi maton alle ensin yhden ja sitten toisen tavarat, jonka jälkeen lapselta kysyttiin montako tavaraa maton alla on). Mix ja Cheng (2012) ovat todenneet, että spatiaalisten taitojen ja matematiikan oppimisen välinen yhteys on niin vahvasti osoitettu etenkin kouluikäisten ja aikuisten kohdalla, että sitä ei kannata enää kyseenalaistaa.

Määriin voidaan Pezzellen, Marellin ja Bernardin (2017) mukaan viitata jokapäiväisessä elämässä käyttäen joko lukusanoja (esim. yksi, kaksi, kolme) tai luonnollisia määrän ilmauksia (esim. kaikki, vähän). Vaikka näillä sanoilla onkin monia yhteisiä ominaisuuksia, ne viittaavat määriin eri tavalla. Lukusanat kertovat joukon tarkan lukumäärän kun taas määrän ilmaukset (quantifiers) ovat epätarkkoja numeerisia käsitteitä jotka liittyvät joukkojen suhteellisiin kokoihin. Tomai ja Kavouras (2005) ovat määritelleet määrän ilmaukset osaksi geospatiaalista kieltä, joita käytetään kuvaamaan maantieteellisten käsitteiden ominaisuuksia. Määrän ilmaukset muodostavat heidän mukaansa pienen kategorian luonnollisessa kielessä. Tämä kategoria rakentuu sanoista

jotka ilmaisevat määrää, joka vaihtelee välillä kaikki – ei yhtään. Tällaisia sanoja ovat esimerkiksi kaikki, vähän, eniten, paljon ja usea.

Tutkiessaan sanavaraston kehittymistä Fenson ym. (1994) havaitsivat 8–30 -kuukauden ikäisten englanninkielisten lasten sanavarastosta puuttuvan sellaiset sanat, jotka ilmaisevat määriä ja niiden ominaisuuksia. Esimerkiksi monet määrän ilmaukset sekä yksikön ja monikon käyttäminen puuttuvat vielä suurilta osin lapsen sanavarastosta ennen kahden vuoden ikää. Barnerin, Chown ja Yangin (2009) mukaan määrän ilmaisujen ymmärtäminen kehittyy vähitellen kahdesta ikävuodesta eteenpäin. Myös lukusanat (esim. yksi, kaksi, kolme) ilmestyvät lapsen puheeseen kahden ikävuoden tienoilla. Vaikka monet lapset osaavatkin luetella lukujonosta sanoja kahden vuoden iässä niin lukusanan ja sitä vastaavan määrän yhteyden ymmärtäminen kehittyy vielä. Ensimmäisenä opitaan lukusanaa ”yksi” vastaava määrä ja sen jälkeen muita lukusanoja vastaavat määrät.

Vaikuttaisi siltä, että määrän ilmaukset auttavat lukusanaa vastaavan määrän ymmärtämisen kehittymistä. Esimerkiksi Barner ym. (2009) havaitsivat tutkiessaan 28–67 -kuukauden ikäisten englanninkielisten lasten määrän ilmauksien (esim. a, some, none, all) ja lukusanaa vastaavan määrän ymmärtämistä, että ne ovat merkittävässä yhteydessä toisiinsa. Mitä enemmän lapsi ymmärsi määrän ilmauksia, sitä paremmin hän osasi antaa lukusanaa vastaavan määrän esineitä tutkijalle. Tutkimuksessa ei löydetty todisteita siitä, että erityisesti jokin tietty määrän ilmaisu (esim. paljon tai kaikki) vaikuttaisi vahvemmin lapsen lukusanaa vastaavan määrän ymmärtämisen kehittymiseen. Tästä päätellen voidaan todeta, että kaikkien määrän ilmauksien ymmärtäminen edistää lukusanaa vastaavan määrän ymmärtämisen kehittymistä.

### **1.3 Esimatemaattiset taidot**

Matemaattisten taitojen kehitys alkaa hyvin varhain lapsuudessa. De Hevia, Izard, Coubard, Spelke ja Streri (2014) toteavat, että vastasyntyneet reagoivat esimerkiksi ajan muutoksiin, esineiden etäisyyksien vaihteluun ja he osaavat hahmottaa lukumääriä (lukumääräisyyden taju). Spatiaalisten, ajallisten ja numeeristen ilmiöiden havainnointikyky on perusta myöhemmälle matemaattisten taitojen kehittymiselle. Pica, Lemer, Izard ja Dehaene (2004) kuvaavat, että synnynnäinen lukumääräisyyden taju on melko epätarkka. Kieli ja laskeminen mahdollistavat tarkan laskemisen.

Lukumääräisyyden taju on edellytys lukumäärän ja lukukäsitteen vastaavuuden hahmottamiselle.

Lapsi oppii Colomen ja Noelin (2012) mukaan ensin, että lukusana "yksi" tarkoittaa yhtä esinettä tai asiaa. Heidän tutkimuksessaan, jossa testattiin kolme-, neljä- ja viisivuotiaita belgialaisia, lapsien tuli tunnistaa lukumääriä ja järjestyslukuja, joko kertomalla aikuiselle ratkaisu tai antamalla aikuiselle oikea määrä esineitä pyydettyä. Tutkimuksessa havaittiin, että useimmat lapset osasivat kolmivuotiaina yhdistää lukusanan "kolme" oikeaan lukumäärään. Neljävuotiaina lapset osasivat yhdistää lukusanat kolmesta seitsemään oikeaan lukumäärään ja antaa kolme esinettä aikuiselle pyydettyä. Viisivuotiaina lapset osasivat antaa aikuiselle seitsemän esinettä pyydettyä ja he osasivat järjestyslukutehtävissä nimetä järjestysluvut kolmesta seitsemään.

Lukumäärän ja lukusanan vastaavuuden hahmottaminen pienillä luvuilla tukee sen kanssa rinnakkain kehittyvää lukujen luettelutaitoa eli lukujonotaitoa, joka on Koposen ym. (2014) mukaan keskeistä esimerkiksi laskutaidon oppimisen kannalta. He kuvaavat lukujen luettelon olevan aluksi lorumaista. Lapsen oivaltaessa lukusanan kuvaavan joukon määrää lukujonotaito saa sisällöllisesti matemaattisen merkityksen. Kehittyneen lukujonotaidon avulla lapsi kykenee Aunion (2008) mukaan laskemaan kokonaisuuksien määriä ja harjoittelemaan yhteen- ja vähennyslaskua, joiden ratkaiseminen perustuu aluksi lukujonon luettelemiseen eteen- ja taaksepäin. Gelmanin ja Gallistelin (1978) mukaan lukumäärän laskemisen taito edellyttää, että lapsi osaa luetella lukujonon oikeassa järjestyksessä, lapsi kykenee luomaan yksi-yhteen suhteen sanotun sanan, laskettavan esineen ja osoittavan eleen välille ja hän oivaltaa viimeiseksi sanotun luvun kertovan esineiden kokonaismäärän. Lapsen pitää Gelmanin ja Gallistelin (1978) mukaan tietää myös, että keskenään erilaisia asioita ja esineitä voi laskea sekä ettei laskemisen järjestyksellä ole merkitystä, kunhan jokaisen esineen laskee kerran.

Lukumäärien laskemisen taito on numeroilla ja lukusanoilla tapahtuvan laskemisen perusta. Aunion (2008) mukaan tämä taito opitaan noin 4,5 vuoden iässä ja 5,5 vuoden iässä lapsi saavuttaa lyhentyneen laskemisen vaiheen, jolloin lapsi tunnistaa viitoskuvion lukumäärän nopasta ja voi jatkaa laskemista siitä eteenpäin. Aunion (2008) mukaan lapset alkavat harjoitella yhteen- ja vähennyslaskujen ratkaisemista pienillä luvuilla muistin tukien avulla. Taidot kehittyvät esiopetusvuoden aikana merkittävästi edeten suuremmilla luvuilla laskemiseen ilman muistin tukia. Taitojen ja kokemuksen

karttuessa lapsen ei tarvitse enää laskea yksinkertaisimpia, usein toistuvia laskuja, vaan hän kykenee palauttamaan nämä ratkaisut muististaan.

#### **1.4 Aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen yhteys esimatemaattisiin taitoihin**

Varhaiskasvatussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus, 2016) määritellään yhdeksi varhaiskasvatuksen tehtäväksi tukea lasten matemaattisen ajattelun kehittymistä sekä vahvistaa myönteistä suhtautumista matematiikkaan. Erikseen on mainittu, että varhaiskasvatuksen tulisi tukea luvun ja ajan käsitteiden sekä tilan hahmottamisen ja käsitteellistämisen (sijainti- ja suhdekäsitteet) kehittymistä. Lukumäärän, ajan ja tilan ulottuvuudet liittyvätkin matematiikkaan keskeisesti, ja niiden käsityksen on useissa tutkimuksissa erikseen havaittu vaikuttavan matemaattiseen suoriutumiseen. Niiden yhteisvaikutuksesta matemaattiseen suoriutumiseen pienten lasten kohdalla ei kuitenkaan ole tehty vielä juurikaan tutkimusta. Skagerlundin ja Träffin (2016) tutkimuksessa havaittiin, että 8–10 -vuotiaiden lukumäärään, aikaan ja tilaan liittyvissä tehtävissä suoriutuminen oli yhteydessä matemaattisissa tehtävissä suoriutumisen kanssa. He havaitsivat myös, että lukumäärään, aikaan ja tilaan liittyvissä tehtävissä suoriutuminen vaikutti matematiikan eri osa-alueisiin.

Varhaiset kielelliset taidot ennustavat matemaattista kehitystä, kuten käy ilmi Hooperin, Robertsin, Siderisin, Burchinalin ja Zeiselin (2010) tutkimuksesta. He käyttivät pitkittäistutkimuksessaan SECCYD (Study of Child Care and Youth Development) ja ECLS-K (Early Childhood Longitudinal Study, Kindergarten Class of 1998 – 1999) aineistoa selvittäessään, mitkä varhaiset akateemiset taidot (tuottava kielitaito, tarkkaavaisuus ja sosiaalinen käyttäytyminen) päiväkodissa ennustavat matematiikan ja lukemisen kehityskaarta yhdeksännelle luokalle. Tutkimuksessa osoitettiin yhteys varhaisen tuottavan kielitaidon sekä matematiikan ja äidinkielen kehittymisen välillä. Purpa, Hume, Sims ja Lonigan (2011) ovat myös tutkineet varhaisen kielitaidon, eli suullisen kielen (oral language), äännetietoisuuden (phonological processin ability) ja tekstin tiedostamisen (print knowledge) ennustavuutta suhteessa matematiikkaan. Pitkittäistutkimuksen ensimmäisenä vuonna 69 3,5-vuotiasta lasta testattiin Preschool Early Numeracy Skills (PENS) testillä ja Test of Preschool Early Literacy Skills (TOPEL) -testillä. Vuotta myöhemmin lapset testattiin uudelleen PENS -testillä ja Applied Problems and Calculation subtests of the Woodcock–Johnson III Tests of Achievement -testillä. Tilastollisten analyysien perusteella sanasto ja tekstin

tiedostaminen (print knowledge) ennustivat itsenäisesti laskutaitoa (numeracy). Tutkijoiden mukaan tulos valottaa kehityksellistä linkkiä varhaisen kielitaidon ja laskutaidon välillä.

Varhaisia matemaattisia taitoja on tutkittu paljon, koska niitä koskeva tieto on tärkeää lapsen tulevaisuuden kannalta. Finnie ja Meng (2001) osoittavat tutkimuksessaan, että matemaattiset taidot ovat ratkaisevan tärkeässä roolissa elämässä menestymiseen moderneissa länsimaisissa valtioissa. Dowkerin teoksesta (2005) käy ilmi, että lapset tekevät päivittäin päätöksiä, jotka perustuvat numeeriseen ja määrälliseen informaatioon (number and quantity information). De Smedt ja Gilmore (2011) toteavat tutkimuksessaan, että matematiikan opiskelu on useille lapsille suuri haaste koulun alussa. Aunio, Heiskari, Van Luit ja Vuorio (2015) tutkivat suomalaisia 6-vuotiaita lapsia pitkittäistutkimuksessa. He selvittivät, miten varhainen laskutaito kehittyy vuoden aikana varhaiskasvatuksessa heikosti-, keskitasoisesti- ja erinomaisesti suoriutuvilla lapsilla. Tulokset osoittivat, että erot matemaattisissa taidoissa ovat havaittavissa jo ennen alkuopetuksen alkamista. Merkittävä havainto tutkimuksessa oli myös, että heikosti suoriutuvien lasten varhainen laskutaito pysyi tutkimusjakson ajan heikkona, eikä ryhmä saavuttanut keskitasoa.

### **1.5 Sukupuolen vaikutus sanastoon ja esimatemaattisiin taitoihin**

Mielenkiintoista on myös, vaikuttaako sukupuoli varhaiseen sanastoon tai esimatemaattisiin taitoihin 6-vuotiaana. Rescorla, Nyame & Dias (2016) havaitsivat tutkimuksessaan, että 18–35 -kuukauden ikäisten portugalil- ja englanninkielisten lasten sanavarastojen koossa on eroa ja tyttöjen sanavarasto on laajempi kuin poikien. He havaitsivat myös, että eri kielten välillä sanavaraston koko on keskimäärin sama. Sanavarastojen kokoa mitattiin vanhempien täyttämällä LDS-kyselylomakkeella (Language Development Survey). Toisaalta 16–30 -kuukauden ikäisten lasten kohdalla ei aina ole havaittu eroa sanaston koossa tyttöjen ja poikien välillä. Vaikka sukupuoli ei vaikuttaisi sanaston kokoon, sillä näyttäisi kuitenkin olevan vaikuttava rooli niihin sanoihin joita lapset osaavat (esim. Stolarova, Brielmann, Wolf, Rinker, Burke & Baayen, 2016; Marjanovic-Umek, Bozin, Cermak, Stiglic, Bajc & Feconja-Peklaj, 2016).

Jo 5–6 -vuotiaiden lasten matemaattisessa suoriutumisessa esiintyy sukupuolieroja, kuten Pennerin ja Paretin (2008) tutkimuksessa osoitetaan. Heidän tutkimuksessaan hyödynnettiin Early Childhood Longitudinal Study, Kindergarten Class of 1998–99

(ECLS-K) -tutkimuksen yhteydessä kerättyä aineistoa lasten matemaattisista taidoista, joiden kehittymistä seurattiin 5–6 -vuoden iästä aina viidennelle luokalle saakka. 5–6 -vuotiaiden kohdalla havaittiin, että pojat suoriutuivat paremmin hyvin menestyneiden lasten joukossa. Heikosti suoriutuneiden lasten joukossa taas tytöt suoriutuivat poikia paremmin. Tutkimus osoittaa myös, että ajan mittaan tämä ero kasvaa entisestään ja kolmannen luokan kohdalla pojat suoriutuivat kokonaisvaltaisesti paremmin tehtävissä kuin tytöt. Tämän vuoksi on perusteltua tutkia varhaisiin matemaattisiin taitoihin vaikuttavia tekijöitä. Toisaalta Aunio ym. (2015) suomalaisessa pitkittäistutkimuksessa ei havaittu merkittävää eroa poikien ja tyttöjen laskutaidoissa. Tutkimuksessa mitattiin suomalaisten lasten matemaattisia taitoja. Ensimmäisten mittausten aikaan osallistujat olivat 6-vuotiaita ja mittauksessa käytettiin ENT -testiä (Early Numeracy Test). Sorariutta (2017) tutki väitöskirjassaan taustamuuttujana lapsen sukupuolen vaikutusta esimatemaattisiin taitoihin ja matematiikan arvosanaan 16-vuotiaana. Tutkimuksen tulokset osoittivat vahvasti, ettei lapsen sukupuolella ole yhteyttä esimatemaattisiin taitoihin, sillä tytöt ja pojat suoriutuivat yhtä hyvin esimatemaattisissa tehtävissä ja saivat yhtä hyviä matematiikan arvosanoja 16-vuotiaana. Näyttäisi siltä, että ei ole olemassa ristiriidatonta todistetta tyttöjen ja poikien välistä eroista eri matematiikan taidoissa tämän ikäryhmän kohdalla (esim. Aunio, Hautamäki, Heiskari & Van Luit 2006; Aubrey & Godfrey, 2003).

## 1.6 Tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää kaksivuotiaiden lasten aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamisen yhteyttä esimatemaattisiin taitoihin 6-vuotiaana. Lisäksi ollaan kiinnostuneita vaikuttaako lapsen sukupuoli edellä mainittujen sanojen taitamiseen kahden vuoden iässä, esimatemaattisiin taitoihin 6-vuotiaana sekä näiden väliseen yhteyteen. Tarkat tutkimuskysymykset ovat:

1. Onko aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitaminen kaksivuotiaana yhteydessä esimatemaattisiin taitoihin 6-vuotiaana?
2. Onko tyttöjen ja poikien välillä eroa aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamisessa kaksivuotiaana, esimatemaattisissa taidoissa 6-vuotiaana tai näiden välisessä yhteydessä?
3. Vaikuttaako yhden tai useamman sanaryhmän sanojen taitaminen kaksivuotiaana esimatemaattisiin taitoihin 6-vuotiaana?

## 2 MENETELMÄT

### 2.1 Osallistujat

Tässä tutkimuksessa käytettävä aineisto on osa Hyvän Kasvatuksen Avaimet (the STEPS Study) -seurantatutkimusta. Tutkimuksen pyrkimyksenä on Lagströmin ym. (2012) mukaan tuottaa erityisesti tietoa siitä, kuinka kehityksen eri osa-alueet ovat yhteydessä toisiinsa lapsen elämän ensimmäisinä vuosina. Aineiston kohorttiryhmään kuuluivat Lounais-Suomen alueella vuosina 2008–2010 syntyneet lapset ( $n = 9936$ ) ja äidit ( $n = 9811$ ), joista tutkimuksen seurantaryhmään valittiin 1797 äitiä, 1658 puolisoa ja 1827 lasta (30 paria kaksosia). Tähän tutkimukseen valikoituivat mukaan ne lapset, joilta oli saatavissa sekä MCDI-lomake (16–30 kk) että Esikouluikäisen kysely. Osallistujajoukko oli 347 lasta.

Tutkimuksen seurantaryhmän rekrytointi tapahtui perheiden ensimmäisellä äitiysneuvolakäynnillä. Osallistujamäärän lisäämiseksi perheille tarjottiin toista osallistumismahdollisuutta äideille lähetetyn kirjeen välityksellä. Tutkimuksen seurantaryhmään osallistuneet perheet erosivat koko kohorttiryhmän väestöstä taustatekijöiltään. Seurantaryhmän äidit olivat Lagströmin ym. (2012) mukaan keskimäärin 7 kuukautta vanhempia, odottivat useissa tapauksissa ensimmäistä lastaan, he olivat naimisissa ja heidän ammatillinen asemansa oli jokseenkin korkeampi kuin koko kohorttiryhmän äideillä.

Aineistonkeruu suoritettiin kyselylomakkeilla kolmesti raskauden aikana sekä lasten ollessa 0, 4, 8, 13 ja 24 kuukauden ikäisiä. Tämän jälkeen kyselylomake lähetetään vuosittain. Vastausprosentti laski jokaisella mittauskerralla. Yhteensä 107 perhettä päätti jättäytyä pois tutkimuksesta lapsen saavuttaessa 13 kuukauden iän.

Tutkimuksessa jatkaneiden äitien havaittiin Lagströmin ym. (2012) mukaan olevan keskimäärin puolitoista vuotta vanhempia, vasta esikoisensa synnyttäneitä, naimisissa ja ammatilliselta asemaltaan korkeammalla kuin tutkimuksesta poisjääneet äidit.

### 2.2 Aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitaminen kaksivuotiaana

Tutkimuksessamme aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamista arvioidaan lasten ollessa kaksivuotiaita MCDI -kyselytutkimuksen avulla. Aikaa koskevat sanat ovat aamu, ennen, ilta, myöhemmin, pian, tänään, eilen, huomenna, jälkeen, nyt, päivä ja yö. Kokoa koskevat sanat, joita vanhempi on arvioinut, ovat iso, pieni ja pitkä. Määrää koskevia sanoja, joiden taitamista vanhempi on arvioinut lomakkeeseen, ovat

enemmän, lisää, paljon, toinen, vähän, kaikki, monta, sama ja vähemmän. Mac Arthur Communicative Development Inventories (MCDI) -kyselytutkimus on Fensonin (1991) tekemä. Lyytinen (1999) on sovittanut sen suomen kielelle. MCDI- kyselytutkimuksen suomenkielisessä versiossa Lyytinen (1999) on korvannut suomenkielisille lapsille vieraat sanat tutummilla. Hänen sovittamassaan versiossa sanalistat sisältävät vähemmän sanoja, kuin amerikkalaisessa alkuperäisessä kyselytutkimuksessa. Sanojen tuottamiselle Lyytinen (1999) on asettanut vaativammat kriteerit verrattuna alkuperäiseen kyselytutkimuksen versioon.

MCDI- kyselytutkimuksella arvioidaan 8–30 kuukauden ikäisten lasten kielen ja kommunikaation kehitystä. The Infant MCDI -lomake on tarkoitettu 8–16 kuukauden ikäisille lapsille ja The Toddler MCDI -lomake, jota käytämme osittain tutkimuksessamme, 16–30 kuukauden ikäisille lapsille. Kyselytutkimuksessa vanhemmat arvioivat lapsensa kielen kehitystä sanalistojen ja esimerkkien avulla. Lyytinen (1999) kuvaa vanhempia lastensa asiantuntijoiksi ja pitää vanhempien arvioita luotettavina. MCDI -lomakkeissa kartoitetaan ajankohtaista sanastoa, joten vanhempien muistivirheet ovat vähäisiä. Vanhempien arviointiin perustuvan kyselytutkimuksen heikkous on vanhempien tekemä mahdollinen yli- tai aliarviointi ja sanojen tunnistamiseen liittyvät tulkintaerot.

Käyttämämme The Toddler MCDI -lomake arvioi sanojen ymmärtämistä ja tuottamista sekä taivutusmuotoja ja lauseita. Käytämme tutkimuksessamme sanojen ymmärtämistä ja tuottamista arvioivaa osiota. Tästä osiosta olemme poimineet aikaa, kokoa ja määrää koskevat sanat. Lomakkeessa ohjataan vanhempaa merkitsemään rasti ympyrään “ymmärtää ja sanoo” silloin, kun lapsi ymmärtää ja tuottaa kyseisen sanan itsenäisesti. Tuotettua sanaa kuvataan lomakkeessa sellaiseksi ilmaisuksi, jonka lapsi sanoo itsenäisesti ilman mallia ja jota hän käyttää toistuvasti saman asian yhteydessä. Lomakkeessa vanhempia kehoitetaan merkitsemään “ymmärtää ja sanoo” rasti, mikäli lapsen käyttämä sanamuoto on erilainen kuin lomakkeessa, esimerkiksi kuppi, -uppi ja niin edelleen. Vanhemman tulee tällaisessa tapauksessa kirjoittaa lapsen käyttämä sanamuoto lomakkeessa käytetyn sanan viereen. Lomakkeessa todetaan myös tiedoksi vanhemmille, että on aivan tavallista, jos lapsi osaa vain muutaman lomakkeessa esiintyvän sanan. Tutkimuksemme ulkopuolelle jäävässä lomakkeen taivutusmuodot ja lauseet -osiossa arvioidaan monikon tunnuksen, sijapätteiden, verbimuotojen ja sanayhdistelmien käyttöä.



Tilastollisia analyyssejä varten aikaa koskevista sanoista luotiin summamuuttuja, joka muodostuu lapsen taitamien sanojen lukumäärästä. Kokoa ilmaisevista sanoista ja määrää koskevista sanoista luotiin samalla toimintaperiaatteella omat summamuuttujansa. Lisäksi luotiin koko sanaston sisältävä summamuuttuja, jonka avulla kontrolloidaan sanaston laajuuden vaikutus esimatemaattisiin taitoihin.

Kaksivuotiaana MCDI-lomakkeella arvioidut tiedot imputoitiin osissa, 25 muuttujaa kerrallaan. Jokaisen imputoinnin kohdalla Littlen MCAR-testin (Missing Completely At Random) pisteet osoittivat, että puuttuvia tietoja oli satunnaisesti ja imputointi oli sallittua ( $p > .05$ ). Puuttuvat tiedot korvattiin SPSS-ohjelman EM-menetelmällä (Expectation Maximization; Muthén, & Muthén, 2010), joka korvaa olemassa olevien tietojen perusteella puuttuvat tiedot todennäköisimmillä arvoilla. EM-menetelmää käytettiin puuttuvien tietojen korvaamiseen, koska perinteiset puuttuvien tietojen käsittelytavat on todettu ongelmallisiksi. Baraldi ja Endersen (2010) toteavat, että puuttuvien tietojen ongelma on perinteisesti ratkaistu jättämällä tutkimuksesta pois henkilö(t), joilta tietoja puuttuu tai korvaamalla puuttuvat tiedot jollakin yksittäisellä lähestymistavalla. Baraldin ja Endersenin (2010) mukaan kuvatut keinot ovat huonoja, sillä henkilön poistaminen voi pienentää otoskokoja merkittävästi ja jos esimerkiksi 15 puuttuvat tiedot korvataan vaikka muuttujien keskiarvolla, se voi vääristää tulosten korrelaatioita ja keskiarvoja.

### **2.3 Esimatemaattiset taidot 6-vuotiaana**

Lasten esimatemaattisia taitoja arvioidaan Esikouluikäisen kyselyn avulla, joka on täytetty lasten ollessa 6-vuotiaita. 6-vuotiaiden Esikouluikäisen kysely toteutettiin kullekin syntymävuosikohortille kahdessa erässä: alkuvuonna (1.1. - 30.6.) syntyneille lokakuussa ja loppuvuonna (1.7. - 31.12.) syntyneille seuraavan vuoden maaliskuussa. Esikouluikäisen kysely on Turun lapsi- ja nuorisotutkimuskeskuksen kyselylomake, jossa vanhemmat arvioivat lapsensa taitoja ja kehitystä eri osa-alueilla. Tutkimuksessamme käytetään niitä kyselylomakkeen osia, joissa vanhemmat arvioivat lastensa esimatemaattisia taitoja.

Lasten esimatemaattisia taitoja arvioidaan lomakkeessa neljässä eri osassa (taulukko 1). Ensimmäisessä osassa (laskemisen valmiudet) arvioidaan lapsen lukujen luettelutaitoa sekä aritmeettisiä perustaitoja. Näiden taitojen arvioimiseksi vanhemman tulee vastata väittämiin kuten “Lapsi osaa luetella numerot yhdestä kymmeneen” ja “Lapsi osaa yksinkertaisia yhteenlaskuja (lukualue 1-10)”. Toisessa osassa (lukumäärän laskemisen

taidot) arvioidaan, osaako lapsi laskea hänelle näytettävien esineiden määrän. Vanhempien tehtävänä on arvioida, osaako lapsi laskea kuinka monta esineitä on, jos hänelle näytetään kolme, kuusi tai 12 esinettä. Ensimmäisessä ja toisessa osassa vanhemmat arvioivat lapsen osaamista merkitsemällä rastin kohtaan “kyllä”, “ei” tai “en tiedä”. Kolmannessa osassa (suhdekäsitteiden ymmärtäminen) arvioidaan, ymmärtääkö lapsi tehtävänannossa käytettävän suhdekäsitteen. Tehtävässä on neljä osiota, joissa näytetään lapselle kaksi laatikkoa. Laatikoiden on joko eri määrä samoja kuvia tai sama kuva erikokoisena. Lasta pyydetään näyttämään, kummassa laatikossa on 1) enemmän ja 2) vähemmän sekä kumpi kuva on 3) isompi ja 4) pienempi. Vanhempaa ohjataan olemaan neuvomatta lasta ja sanomaan lapselle “hyvä” hänen näytettyään mielestään oikeaa laatikkoa. Vanhempi merkitsee rastin sen laatikon alle, kumpaa lapsi on näyttänyt. Analyysia varten esimatemaattisista taidoista muodostettiin neljä summamuuttujaa laskemalla yhteen lukujen luettelutaitojen, aritmeettisten perustaitojen, lukumäärän laskemisen taitojen ja suhdekäsitteiden ymmärtämisen osioista saadut pisteet.

Taulukko 1.

*Lapsen esimatemaattiset taidot 6-vuotiaana: Esikouluikäisen kysely*

	Osioita	Pisteytys	Maksimipisteet
1. Laskemisen valmiudet			
Lukujen luettelutaito*	5	0-1	5
Aritmeettiset perustaidot*	2	0-1	2
2. Lukumäärän laskemisen taidot*			
	3	0-1	3
3. Suhdekäsitteiden ymmärtäminen			
	4	0-1	4

\*Osaamisen arvioimiseksi vanhemman vastaus “kyllä”=1, “ei”=0 ja “en tiedä”=0 pistettä.

Esikouluikäisen kysely- lomakkeella arvioitujen tietojen puuttuvat tiedot korvattiin samalla tavalla, kuin MCDI-lomakkeella arvioidut tiedot.

### 3 TULOKSET

Tulosten tarkastelu aloitetaan muuttujien (aikaa, kokoa ja määrää koskevat sanat sekä esimatemaattiset taidot) kuvailevilla tiedoilla, jotka ovat keskiarvo, keskihajonta ja vaihteluväli. Kuvailua jatketaan tutkimalla, korreloivatko aikaa, kokoa ja määrää koskevat sanat esimatemaattisten taitojen kanssa. Lisäksi tarkastellaan, onko näissä korrelaatioissa eroja tyttöjen ja poikien kohdalla. Seuraavaksi katsotaan *T*-testin avulla, onko tyttöjen ja poikien välillä eroa aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamisessa tai esimatemaattisissa taidoissa. Lopuksi tarkastellaan lineaarisen regressioanalyysin avulla kokonaiskuvaa, vaikuttaako aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitaminen kaksivuotiaana lapsen esimatemaattisiin taitoihin 6-vuotiaana.

#### 3.1 Kuvailevat tiedot

Ennen tutkimuskysymyksiin vastaamista esitellään aineiston kuvailevat tiedot. Taulukossa 2 näkyvät aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamisen sekä esimatemaattisten taitojen keskiarvot, -hajonnat ja vaihteluvälit.

Taulukko 2.

*Aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitaminen sekä esimatemaattisten taitojen kuvailevat tiedot*

	keskiarvo	keskihajonta	vaihteluväli
aikaa koskevat sanat	3,81	3,86	0-12
kokoa koskevat sanat	1,61	1,11	0-3
määrää koskevat sanat	3,61	2,56	0-9
lukujen luettelutaito	4,28	0,97	1-5
aritmeettiset perustaidot	1,81	0,51	0-2
lukumäärän laskemisen taidot	2,95	0,24	1-3
suhdekäsitteiden ymmärtäminen	3,93	0,29	2-4

*N* = 347

Näyttäisi siltä, että keskimäärin aikaa, kokoa ja määrää koskevista sanoista ymmärrettiin ja osattiin sanoa noin puolet tai alle. Keskihajonnan ja vaihteluvälin perusteella voidaan kuitenkin päätellä lasten välisen vaihtelun olleen suurta – osa lapsista on ymmärtänyt ja osannut sanoa lähes kaikki sanat. Esimatemaattisten taitojen kohdalla keskiarvot ovat alle yhden pisteen päässä osioiden maksimipisteistä, josta voidaan päätellä lasten suoriutuneen hyvin esimatemaattisissa tehtävissä. Esimerkiksi lukujen luettelutaidon,

lukumäärän laskemisen taitojen ja suhdekäsitteiden ymmärtämisen kohdalla kaikki lapset ovat osanneet vähintään yhden tehtävän.

Aineistolle tehdyn Kolmogorov-Smirnov -testin mukaan mikään muuttujista ei noudata normaalijakaumaa. Nummenmaan (2009) mukaan SPSS:n normaalijakaumatestit ovat kuitenkin herkkiä arvioimaan jakauman ei-normaaliksi, joten tarkastelimme lisäksi aineistoa graafisesti sekä sen vinous- ja huipukkuus -kertoimia. Myös vinous- ja huipukkuus -kertoimet osoittivat, että suurin osa muuttujista ei noudata normaalijakaumaa, eli kertoimet olivat itseisarvoltaan ykköstä suurempia (Nummenmaa, 2009). Normaalijakaumaa noudattivat vinous- ja huipukkuus -kertoimien mukaan vain aikaa ja määrää koskevat sanat. Näin ollen aineistolle tehtiin sekä epäparametriset että parametriset testit ja tulokset raportoidaan parametrisista testeistä vain siinä tapauksessa, että ne vastaavat epäparametristen testien tuloksia tai eivät poikkea niistä merkittävästi.

### Taulukko 3

*Korrelaatiot aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamisen (kaksivuotiaana) sekä esimatemaattisten taitojen (6-vuotiaana) välillä (Pearson)*

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
1. Aikaa koskevat sanat	-					
2. Kokoa koskevat sanat	<b>0.69</b>	-				
3. Määrää koskevat sanat	<b>0.77</b>	<b>0.79</b>	-			
4. Lukujen luettelutaito	<b>0.18</b>	<b>0.26</b>	<b>0.24</b>	-		
5. Aritmeettiset perustaidot	<b>0.34</b>	<b>0.26</b>	<b>0.24</b>	<b>0.34</b>	-	
6. Lukumäärän laskemisen taidot	0.10 <sup>1</sup>	<b>0.14</b>	<b>0.18</b>	<b>0.26</b>	<b>0.19</b>	-
7. Suhdekäsitteiden ymmärtäminen	-0.06	-0.08	-0.07	-0.02	-0.08	0.01

*Huomaa.* N=347. Lihavoidut tulokset ovat tilastollisesti merkitseviä ( $p \leq 0.05$ )

<sup>1</sup>= Spearmanin korrelaatiokerroin 0.11,  $p=0.04$

Aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen sekä esimatemaattisten taitojen väliset korrelaatiot näkyvät taulukossa 3. Aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitaminen kaksivuotiaana olivat keskenään tilastollisesti merkitsevässä yhteydessä, eli mitä

enemmän lapset ymmärsivät ja osasivat sanoa jonkin sanaryhmän sanoja, sitä enemmän he ymmärsivät ja osasivat sanoa myös toisten sanaryhmien sanoja. Lisäksi aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitaminen oli tilastollisesti merkitsevässä yhteydessä lukujen luettelutaitoihin, aritmeettisiin perustaitoihin ja lukumäärän laskemisen taitoihin, mikä puolestaan tarkoittaa sitä, että mitä enemmän lapset osasivat sanoja kaksivuotiaana, sitä paremmin he menestyivät matemaattisissa tehtävissä 6-vuotiaana. Epäparametrinen Spearmanin korrelaatiokerroin osoitti lisäksi, että myös aikaa koskevien sanojen taitamisen ja lukumäärän laskemisen taitojen välillä oli merkitsevä tilastollinen yhteys.

Yllättävää oli, että suhdekäsitteiden ymmärtäminen ei ollut tilastollisesti merkitsevässä yhteydessä muiden esimatemaattisten taitojen kanssa eikä aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamisen kanssa. Tämän perusteella pohdimme, että muuttujan tarkempi tarkastelu on tarpeen ja huomasimme että tehtävässä arvioidaan määrän ja koon havaitsemista. Tämän huomion perusteella jaoimme suhdekäsittemuuttujan vielä kahtia niin, että määrän havaitsemista arvioivat tehtävät muodostivat oman muuttujansa ja koon havaitsemista arvioivat tehtävät omansa. Suhdekäsittemuuttujan kahtiajaosta huolimatta koon ja määrän havaitsemista arvioivat muuttujat eivät korreloineet sanojen taitamisen tai muiden esimatemaattisten taitojen kanssa. Päädyimme siihen lopputulokseen kuvailevien tietojen (taulukko 2) perusteella, että suhdekäsitteiden korrelaatioihin vaikuttaa tehtävätyypistä johtuva kattoefekti. Suhdekäsitteiden taitamista arvioiva tehtävä on siis ollut hyvin helppo, joka on johtanut siihen, että lähes kaikki lapset ovat osanneet tehdä sen oikein.

Lukujen luettelutaito, aritmeettiset perustaidot ja lukumäärän laskemisen taidot 6-vuotiaana olivat tilastollisesti merkitsevässä yhteydessä toisiinsa. Esimatemaattisten taitojen yhteys toisiinsa tarkoittaa siis sitä, että mitä paremmin lapset menestyivät yhdessä esimatemaattisten taitojen osa-alueessa, sitä paremmin he menestyivät myös muilla esimatemaattisten taitojen osa-alueilla. Vahvimmin toisiinsa olivat yhteydessä lukujen luettelutaito ja aritmeettiset perustaidot, mikä oli odotettavissakin, sillä yksinkertaisten yhteen- ja vähennyslaskujen ratkaiseminen perustuu aluksi lukujonon luettelemiseen eteen- ja taaksepäin. Esimatemaattisten taitojen yhteydet toisiinsa olivat kuitenkin huomattavasti heikompia kuin aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamisen yhteydet toisiinsa.

Koska tutkimuskysymyksissä ollaan kiinnostuneita tyttöjen ja poikien välisistä eroista, laskettiin aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamisen ja esimatemaattisten

taitojen väliset korrelaatiot myös erikseen tytöille ja pojille. Nämä korrelaatiot näkyvät taulukossa 4. Aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitaminen oli tilastollisesti merkitsevässä yhteydessä lukujen luettelutaitoon sukupuolesta riippumatta. Tyttöillä tämän lisäksi tilastollisesti merkitsevässä yhteydessä olivat ainoastaan määrää koskevien sanojen taitaminen ja aritmeettiset perustaidot. Yllättävää oli, että tyttöjen kohdalla ei löytynyt tilastollisesti merkitsevää yhteyttä aikaa, kokoa tai määrää koskevien sanojen taitamisen ja lukumäärän laskemisen taitojen välillä, kun taas poikien kohdalla tilastollisesti merkitsevä yhteys löytyi kaikkien sanaryhmien ja lukumäärän laskemisen taitojen väliltä. Lisäksi poikien kokoa ja määrää koskevien sanojen taitaminen olivat tilastollisesti merkitsevässä yhteydessä heidän aritmeettisiin perustaitoihinsa 6-vuotiaana. Kuten taulukosta 4 voidaan päätellä, poikien kohdalla aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitaminen kaksivuotiaana oli vahvemmin yhteydessä heidän esimatemaattisiin taitoihinsa kuin tyttöillä. Suhdekäsitteiden ja aikaa, kokoa sekä määrää koskevien sanojen taitamisen väliltä ei löytynyt tilastollisesti merkitsevää yhteyttä tyttöjen eikä poikien kohdalla. Tämä oli pääteltävissä jo taulukon 3 perusteella.

Taulukko 4

*Tyttöjen ja poikien korrelaatiot aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamisen (kaksivuotiaana) ja esimatemaattisten taitojen (6-vuotiaana) välillä (Pearson)*

	<u>Tytöt (n = 167)</u>			<u>Pojat (n = 180)</u>		
	Aikaa koskevat sanat	Kokoa koskevat sanat	Määrää koskevat sanat	Aikaa koskevat sanat	Kokoa koskevat sanat	Määrää koskevat sanat
Lukujen luettelutaito	<b>0.22</b>	<b>0.20</b>	<b>0.25</b>	<b>0.19</b>	<b>0.34</b>	<b>0.27</b>
Aritmeettiset perustaidot	0.13	0.13	<b>0.18</b>	0.13	<b>0.20</b>	<b>0.21</b>
Lukumäärän laskemisen taidot	-0.03	-0.03	0.02	<b>0.17</b>	<b>0.25</b>	<b>0.24</b>
Suhdekäsitteiden ymmärtäminen	-0.01	-0.06	-0.01	-0.04	-0.08	-0.02

*Huomaa.* Lihavoidut tulokset ovat tilastollisesti merkitseviä ( $p \leq 0.05$ )

### 3.2 Sukupuolen vaikutus aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamiseen sekä esimatemaattisiin taitoihin

Vertailimme tyttöjen ja poikien eroja aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamisessa kaksivuotiaana sekä esimatemaattisissa taidoissa 6-vuotiaana. Tyttöjen ja poikien keskiarvot, keskihajonnat ja riippumattomien otosten *t*-testin tulokset näkyvät taulukossa 5. Keskiarvojen perusteella näyttää siltä, että tytöt olivat parempia aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamisessa kaksivuotiaana. Esimatemaattisten taitojen osalta keskiarvoissa ei ole merkitseviä eroja tyttöjen ja poikien välillä 6-vuotiaana. *T*-testin perusteella erot olivat tilastollisesti merkitseviä aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamisen osalta. Lisäksi *t*-testin epäparametrisen vastineen Mann-Whitneyn *U* – testin mukaan lukujen luettelutaidossa oli tilastollisesti merkitsevä ero sukupuolten välillä ( $p=0.05$ ), pojat menestyivät tyttöjä paremmin.

Taulukko 5

*Tyttöjen ja poikien keskiarvot ja – hajonnat aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamisessa kaksivuotiaana sekä esimatemaattisissa taidoissa 6-vuotiaana ja t-testin tulokset*

	Tytöt ( $N = 167$ )		Pojat ( $N = 180$ )		<i>t</i> - arvo	<i>p</i>
	<i>ka</i>	<i>kh</i>	<i>ka</i>	<i>kh</i>		
Aikaa koskevat sanat*	4.79	4.01	2.91	3.49	-4.66	<b>0.00</b>
Kokoa koskevat sanat*	1.85	1.10	1.38	1.12	-4.05	<b>0.00</b>
Määrää koskevat sanat	4.23	2.49	3.03	2.49	-4.46	<b>0.00</b>
Lukujen luettelutaito	4.22	0.91	4.34	1.02	1.10	0.27
Aritmeettiset perustaidot	1.83	0.49	1.79	0.53	-0.70	0.49
Lukumäärän laskemisen taidot*	2.96	0.19	2.93	0.27	-1.24	0.22
Suhdekäsitteiden ymmärtäminen	3.94	0.26	3.92	0.31	-0.57	0.57

*Huomaa.* *ka* = keskiarvo, *kh* = keskihajonta

Lihavoidut tulokset ovat tilastollisesti merkitseviä ( $p \leq 0.05$ )

\*= Muuttujan kohdalla raportoitiin erisuurten varianssien testin tulokset

Toisin sanoen tytöt olivat poikia parempia aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamisessa kaksivuotiaana. Esimatemaattisten taitojen kohdalla puolestaan erot

tyttöjen ja poikien keskiarvojen välillä olivat hyvin pieniä. Voidaankin päätellä, että tyttöjen ja poikien esimatemaattiset taidot 6-vuotiaana olivat samalla tasolla.

### **3.3 Aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamisen yhteys kaksivuotiaana esimatemaattisiin taitoihin 6-vuotiaana**

Regressioanalyysin avulla selvitettiin onko aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitaminen yhteydessä esimatemaattisiin taitoihin eli ennustaako kyseisten sanojen taitaminen kaksivuotiaana esimatemaattisia taitoja 6-vuotiaana, kun sukupuolen ja koko sanaston vaikutus on kontrolloitu. Sukupuolen vaikutus kontrolloitiin, sillä havaitsimme sukupuolten välisiä eroja sanaryhmien ja esimatemaattisten taitojen välisissä yhteyksissä (ks. taulukko 4). Koko sanaston vaikutus kontrolloitiin, koska aikaisemmissa tutkimuksissa (mm. Hooper ym., 2010; Purpa ym., 2011) on havaittu varhaisen sanaston yhteys myöhempisiin matemaattisiin taitoihin. Esimatemaattisten taitojen summamuuttujasta jätettiin pois suhdekäsitteet, sillä emme löytäneet tilastollisesti merkitsevää yhteyttä niiden ja sanaryhmien väliltä (ks. taulukko 3). Selittävät muuttujat lisättiin regressioanalyysiin niin, että ensimmäisessä askelmassa oli sukupuoli, toisessa koko sanasto, kolmannessa määrää koskevat sanat, neljännessä kokoa koskevat sanat ja viidennessä aikaa koskevat sanat. Määrää koskevat sanat lisättiin analyysiin ennen aikaa ja kokoa koskevia sanoja, sillä korrelaatiokertoimista pääteltiin niiden olevan vahvimmassa yhteydessä esimatemaattisiin taitoihin (ks. taulukko 3).



Taulukko 6

*Määrää, kokoa ja aikaa koskevien sanojen taitamisen yhteys kaksivuotiaana esimatemaattisiin taitoihin 6-vuotiaana: Standardoidut regressiokertoimet (N = 347)*

	Esimatemaattiset taidot	
	$\beta$	$p$
1. Askelma		
Sukupuoli	-0.006	0.912
$R^2$ Muutos	-0.003	0.912
$F$	0.012	0.912
2. Askelma		
Sukupuoli	-0.086	0.115
Koko sanasto	0.284	<b>0.000</b>
$R^2$ Muutos	0.069	<b>0.000</b>
$F$	13.609	<b>0.000</b>
3. Askelma		
Sukupuoli	-0.085	0.116
Koko sanasto	0.110	0.258
Määrää koskevat sanat	0.206	<b>0.032</b>
$R^2$ Muutos	0.079	<b>0.032</b>
$F$	10.712	<b>0.000</b>
4. Askelma		
Sukupuoli	-0.082	0.130
Koko sanasto	0.016	0.887
Määrää koskevat sanat	0.158	0.115
Kokoa koskevat sanat	0.162	0.093
$R^2$ Muutos	0.083	0.093
$F$	8.785	<b>0.000</b>
5. Askelma		
Sukupuoli	-0.081	0.134
Koko sanasto	0.049	0.693
Määrää koskevat sanat	0.175	0.092
Kokoa koskevat sanat	0.160	0.097
Aikaa koskevat sanat	-0.057	0.537
$R^2$ Muutos	0.082	0.537
$F$	7.091	<b>0.000</b>

*Huomaa.* Lihavoidut tulokset ovat tilastollisesti merkitseviä ( $p \leq 0.05$ )

Taulukosta 6 nähdään, että sukupuolen ja koko sanaston kontrolloimisen jälkeen määrää koskevien sanojen taitaminen kaksivuotiaana ennusti tilastollisesti merkitsevästi esimatemaattisia taitoja 6-vuotiaana (mallin selitysaste = 7,9 %). Sukupuoli ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi esimatemaattisiin taitoihin 6-vuotiaana, joka vastasi *t*-testin tuloksia (ks. taulukko 5). Mielenkiintoista oli, että koko sanasto kaksivuotiaana vaikutti 2. askelmassa tilastollisesti merkitsevästi esimatemaattisiin taitoihin 6-vuotiaana, mutta määrää koskevien sanojen lisääminen selitysmalliin 3. askelmassa heikensi niiden vaikutusta ja lisäsi mallin selitysvoimaa. Määrää koskevat sanat nousivat ainoaksi tilastollisesti merkitseväksi selittäjäksi.

Kokoa koskevat sanat 4. askelmassa ja aikaa koskevat sanat 5. askelmassa eivät lisänneet mallin selitysvoimaa. Päättelimme tämän johtuvan aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen välisistä yhteyksistä (ks. taulukko 3). Nummenmaan (2009) mukaan muuttujien väliset yhteydet aiheuttavat sen, että malliin periaatteessa hyvin sopiva muuttuja saattaa vaikuttaa huonosti sopivalta selittäjältä. Aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen välisten korrelaatioiden johdosta päädyimme testaamaan jokaisen sanaryhmän selitysvoimaa erikseen.

#### Taulukko 7

*Kokoa koskevien sanojen taitamisen yhteys kaksivuotiaana esimatemaattisiin taitoihin 6-vuotiaana: Standardoidut regressiokertoimet (N = 347)*

	Esimatemaattiset taidot	
	$\beta$	<i>p</i>
<b>1. Askelma</b>		
Sukupuoli	-0.006	0.912
<i>R</i> <sup>2</sup> Muutos	-0.003	0.912
<i>F</i>	0.012	0.912
<b>2. Askelma</b>		
Sukupuoli	-0.086	0.115
Koko sanasto	0.284	<b>0.000</b>
<i>R</i> <sup>2</sup> Muutos	0.069	<b>0.000</b>
<i>F</i>	13.609	<b>0.000</b>
<b>3. Askelma</b>		
Sukupuoli	-0.085	0.116
Koko sanasto	0.110	0.258
Kokoa koskevat sanat	0.206	<b>0.027</b>
<i>R</i> <sup>2</sup> Muutos	0.079	<b>0.032</b>
<i>F</i>	10.832	<b>0.000</b>

*Huomaa.* Lihavoidut tulokset ovat tilastollisesti merkitseviä ( $p \leq 0.05$ )

Taulukosta 7 nähdään, että sukupuolen ja koko sanaston kontrolloimisen jälkeen myös kokoa koskevien sanojen taitaminen kaksivuotiaana ennusti tilastollisesti merkitsevästi vaihtelua esimatemaattisissa taidoissa 6-vuotiaana (mallin selitysaste = 7,9 %). Toisin sanoen, mitä paremmin lapset taisivat kokoa koskevia sanoja kaksivuotiaana, sitä paremmat esimatemaattiset taidot heillä oli 6-vuotiaana. Sukupuolella ei ollut tässäkään tapauksessa vaikutusta lasten esimatemaattisiin taitoihin 6-vuotiaana. Kokoa koskevat sanat ennustivat koko sanastoa vahvemmin esimatemaattisia taitoja.

Taulukko 8

*Aikaa koskevien sanojen taitamisen yhteys kaksivuotiaana esimatemaattisiin taitoihin 6-vuotiaana: Standardoidut regressiokertoimet (N = 347)*

	Esimatemaattiset taidot	
	$\beta$	$p$
1. Askelma		
Sukupuoli	-0.006	0.912
$R^2$ Muutos	-0.003	0.912
$F$	0.012	0.912
2. Askelma		
Sukupuoli	-0.086	0.115
Koko sanasto	0.284	<b>0.000</b>
$R^2$ Muutos	0.069	<b>0.000</b>
$F$	13.609	<b>0.000</b>
3. Askelma		
Sukupuoli	-0.086	0.116
Koko sanasto	0.287	<b>0.002</b>
Aikaa koskevat sanat	-0.004	0.963
$R^2$ Muutos	0.066	0.963
$F$	9.047	<b>0.000</b>

*Huomaa.* Lihavoidut tulokset ovat tilastollisesti merkitseviä ( $p \leq 0.05$ )

Taulukon 8 perusteella voidaan todeta, että sukupuolen ja koko sanaston kontrolloimisen jälkeen vaihtelu aikaa koskevien sanojen taitamisessa ei ennustanut vaihtelua esimatemaattisissa taidoissa 6-vuotiaana. Regressioanalyysin 3. askelmassa koko sanasto säilyi tilastollisesti merkitseväenä esimatemaattisten taitojen selittäjänä aikaa koskevien sanojen lisäämisen jälkeen, toisin kuin määrää ja kokoa koskevien sanojen regressioanalyysien kohdalla. Näissä analyysissä kävi ilmi, että määrää ja kokoa koskevat sanat selittävät koko sanastoa vahvemmin esimatemaattisia taitoja 6-vuotiaana.

Tutkimuskysymyksissä oltiin kiinnostuneita sukupuolen vaikutuksesta aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamisen yhteydestä kaksivuotiaana esimatemaattisiin taitoihin 6-vuotiaana. Korrelaatioiden vertailussa (ks. taulukko 4) tyttöjen ja poikien välillä oli eroavaisuuksia tässä suhteessa: pojilla aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitaminen oli useammin yhteydessä esimatemaattisiin taitoihin, kuin tytöillä. Sukupuolten välisiä eroja päätettiin tutkia tarkemmin tekemällä erikseen edellä esitetyt regressioanalyysit tytöille ja pojille. Näiden regressioanalyysien perusteella sukupuolten välillä ei ollut eroja aikaa ja määrää koskevien sanojen kohdalla. Taulukossa 9 on raportoitu kokoa koskevien sanojen tulokset, joissa eroa havaittiin.

Taulukko 9

*Tyttöjen ja poikien kokoa koskevien sanojen taitamisen yhteys kaksivuotiaana esimatemaattisiin taitoihin 6-vuotiaana: standardoidut regressiokertoimet*

	Esimatemaattiset taidot			
	Tytöt ( $n = 167$ )		Pojat ( $n = 180$ )	
	$\beta$	$p$	$\beta$	$p$
1. Askelma				
Koko sanasto	0.242	<b>0.002</b>	0.295	<b>0.000</b>
$R^2$ Muutos	0.053	<b>0.002</b>	0.082	<b>0.000</b>
$F$	10.163	<b>0.002</b>	16.785	<b>0.000</b>
2. Askelma				
Koko sanasto	0.249	0.056	-0.011	0.928
Kokoa koskevat sanat	-0.009	0.947	0.371	<b>0.003</b>
$R^2$ Muutos	0.047	0.947	0.121	<b>0.003</b>
$F$	5.053	<b>0.007</b>	13.165	<b>0.000</b>

*Huomaa.* Lihavoidut tulokset ovat tilastollisesti merkitseviä ( $p \leq 0.05$ )

Taulukosta 9 voidaan havaita, että koko sanaston kontrolloimisen jälkeen kokoa koskevat sanat selittävät poikien kohdalla tilastollisesti merkitsevästi esimatemaattisia taitoja (mallin selitysaste = 12,1 %). Tyttöjen kohdalla regressioanalyysin 2. askelmassa koko sanasto lähestyi tilastollista merkitsevyyttä esimatemaattisten taitojen selittäjänä, mutta kokoa koskevat sanat jäivät selittäjänä kauas tilastollisesta merkitsevyydestä.

## **4 POHDINTA**

Tässä tutkimuksessa selvitettiin aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamisen yhteyttä kaksivuotiaana esimatemaattisiin taitoihin 6-vuotiaana. Tutkimuksessa oltiin kiinnostuneita myös siitä, onko sukupuolten välillä eroa näiden sanojen taitamisessa ja esimatemaattisissa taidoissa, sekä näiden välisessä yhteydessä. Kokoa ja määrää koskevien sanojen taitaminen ennusti lasten esimatemaattisia taitoja 6-vuotiaana. Mitä enemmän kokoa ja määrää koskevia sanoja taidettiin kaksivuotiaana, sitä paremmat esimatemaattiset taidot lapsilla oli kuuden vuoden iässä. Tutkimuksessa havaittiin myös, että tytöt taisivat enemmän aikaa, kokoa ja määrää koskevia sanoja kaksivuotiaana kuin pojat, ja että 6-vuotiaana tyttöjen ja poikien esimatemaattiset taidot olivat samalla tasolla. Tutkimuksen tulokset viittaavat siihen, että tukemalla jo varhaisessa iässä erityisesti kokoon ja määrään liittyvien käsitteiden ymmärtämistä, voidaan vahvistaa lapsen matemaattisten taitojen kehittymistä. Vanhempien ja varhaiskasvattajien tulisikin tunnistaa näiden käsitteiden vaikuttava rooli lasten matemaattisten taitojen kehityksen tukijoina.

### **4.1 Aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen sekä esimatemaattisten taitojen sisäiset yhteydet**

Tutkimustuloksissamme havaittiin odotusten mukaisesti, että aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitaminen oli toisiinsa vahvasti yhteydessä niin, että mitä paremmin lapsi taitaa jonkin sanaryhmän sanoja, sen paremmin hän taitaa myös muiden sanaryhmien sanoja. Tulos on samansuuntainen aiemman tutkimuksen kanssa, jossa on havaittu, että sanaston kehittyminen laajemmaksi ja monipuolisemmaksi on yhteydessä sanaston kokoon, eikä niinkään esimerkiksi lapsen ikään (Stolt ym., 2007). Ilmaistun sanaston kehitys, joka alkaa noin yksivuotiaana, on aluksi hidasta, kunnes lapsen ilmaistu sanasto käsittää noin 30-50 sanaa, jonka jälkeen sanaston kehityksen nopeus kiihtyy (Fenson ym., 1994; Lyytinen, 1999). Kaksivuotiaana suomenkielisten lasten ilmaistu sanasto käsittää noin 300 sanaa (Lyytinen 1999; Kunnari, 2000; Stolt ym., 2008). Tutkimuksemme tuloksista on havaittavissa sanojen taitamisessa suurta vaihtelua lasten välillä. Tulos on linjassa Lyytisen (1999) ja Stoltin (2009) tutkimusten kanssa, joista käy ilmi, että normaalillekin sanaston kehitykselle on tyypillistä suuri lasten välinen vaihtelu.

Myös esimatemaattiset taidot olivat tutkimuksemme perusteella keskenään yhteydessä toisiinsa niin, että mitä paremmin lapsi menestyi jollakin esimatemaattisten taitojen

alueella, sitä paremmin hän menestyi myös muilla esimatemaattisten taitojen alueilla. Tulos on linjassa aiemman tutkimuksen kanssa, sillä matematiikan oppiminen on voimakkaasti hierarkkista, eli uudet tiedot ja taidot perustuvat aiemmille tiedoille ja taidoille (esim. Fuchs ym., 2006). Vahvin yhteys löytyi aritmeettisten perustaitojen ja lukujen luettelutaitojen väliltä, joka on loogista, sillä Kopsen ym. (2014) mukaan lukujen luettelutaito on keskeinen laskutaidon oppimisessa. Aunio (2008) mukaan lukujonotaidon avulla lapsi harjoittelee yhteen- ja vähennyslaskujen (aritmeettisten perustaitojen) ratkaisemista, joka perustuu aluksi lukujonon luettelemiseen eteen- ja taaksepäin. Suhdekäsitteiden ymmärtäminen ei ollut yhteydessä muihin esimatemaattisiin taitoihin. Syy tälle ilmiölle on jo aiemmin tulosoissa esitetty tehtävätyypin helppoudesta syntyvä kattoefekti - lähes kaikki lapset olivat osanneet helpon tehtävän.

#### **4.2 Määrää ja kokoa koskevien sanojen taitaminen kaksivuotiaana ennustaa esimatemaattisia taitoja 6-vuotiaana**

Määrää ja kokoa koskevien sanojen taitaminen kaksivuotiaana ennusti esimatemaattisia taitoja 6-vuotiaana, kun sukupuolen ja koko sanaston vaikutus oli kontrolloitu. Tulos on ilmeisesti ainoa laatuaan, sillä vaikuttaisi siltä, että määrää ja kokoa koskevien sanojen taitamisen yhteyttä esimatemaattisiin taitoihin ei ole aikaisemmin tutkittu. Tuloksemme sivuaa kuitenkin osittain aiempaa Skagerlundin ja Träffin (2016) tutkimuksen tulosta, jossa lukumäärään, aikaan ja tilaan liittyvissä tehtävissä suoriutuminen oli yhteydessä matemaattisissa tehtävissä suoriutumiseen 8-10 -vuotiaana. Heidän tutkimuksessaan havaittiin myös, että aikaan liittyvät tehtävät eivät ennustaneet kokonaisvaltaisesti matemaattisissa tehtävissä suoriutumista, vaan ne ennustivat ainoastaan suoriutumista moninumeroisten lukujen yhteenlaskutehtävissä. Tämä saattaa selittää osittain tutkimuksemme tulosta, jossa aikaa koskevien sanojen taitamisen ei havaittu ennustavan esimatemaattisia taitoja, mutta aikaa koskevien sanojen taitamisen ja esimatemaattisten taitojen väliltä löytyi kuitenkin yhteys.

On havaittu, että aikaa koskevat sanat ilmaantuvat lasten kielen käyttöön eri kielissä eri ikäisinä ja vaikuttaisi siltä, että aikaa koskevat sanat opitaan noin 2-3 vuoden iässä (Weist, 1986). Lisäksi Behrensin (1993) mukaan ajan käsitteiden abstraktin luonteen vuoksi niiden esiintyminen kielessä ei välttämättä tarkoita niiden merkitysten ymmärtämistä. Tutkimuksestamme onkin havaittavissa, että aikaa koskevat sanat olivat arviointihetkellä vielä opetteluaiheessa, sillä aikaa koskevista sanoista osattiin

keskimäärin alle neljäsosa. Lisäksi voidaan päätellä, että vaikka kaksivuotiaiden lasten sanastoon oli jo karttunut joitakin aikaa koskevia sanoja, ei niiden merkitystä vielä tuolloin ymmärretty. Ajan käsityksen ja matematiikan on kuitenkin aiemmissa tutkimuksissa havaittu olevan yhteydessä (esim. Vicario ym., 2012; Kramer ym., 2011), joka tukee tutkimuksemme tulosta. Ajan käsitteiden ja matematiikan välinen yhteys tunnustetaan myös varhaiskasvatussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus, 2016) ja esiopetussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus, 2014), joten olisi mielenkiintoista tutkia tämän yhteyden luonnetta lisää.

Tutkimuksestamme ei löydetty yhteyttä aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen ja suhdekäsitteiden väliltä ja näin ollen ei ollut perusteltua tutkia, ennustaako aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitaminen kaksivuotiaana menestystä suhdekäsitteitä koskevassa tehtävässä 6-vuotiaana. Koposen ym. (2014) mukaan suhdekäsitteiden hallinta on kuitenkin tiiviisti yhteydessä lapsen kielen kehitykseen, kielelliseen päättelyyn ja yleiseen älykkyyteen ja ne ovat merkityksellisiä matematiikan opettamisen näkökulmasta. Tutkimuksemme tulos on ristiriidassa näitä aikaisemmin havaittuja yhteyksiä vastaan. Tätä ristiriitaa saattaisi selittää se, että kyselylomakkeemme suhdekäsitteiden ymmärtämistä arvioiva tehtävä oli 6-vuotiaalle lapselle liian helppo ja melkein kaikki lapset olivat saaneet tehtävästä täydet pisteet. Tällaisessa tapauksessa vaihtelua tehtävän osaamisessa ei synny ja muodostuu kattoefekti, joka häivyttää muuttujien välisiä yhteyksiä. Jos suhdekäsitteiden ymmärtämisen arvioimiseen käytettävä tehtävä olisi ollut vaikeampi, lasten osaamisessa olisi luultavasti esiintynyt enemmän vaihtelua ja sanaryhmien taitamisen ja suhdekäsitteiden ymmärtämisen välillä olisi saatettu havaita aikaisempien tutkimustulosten mukaisia yhteyksiä.

#### **4.3 Sukupuoli suhteessa aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamiseen kaksivuotiaana ja esimatemaattisiin taitoihin 6-vuotiaana sekä näiden väliseen yhteyteen**

Tytöt taisivat kaksivuotiaana paremmin aikaa, kokoa ja määrää koskevia sanoja. Tutkimustuloksemme on samansuuntainen Rescolarín ym. (2016) tutkimustuloksen kanssa, jossa havaittiin englannin- ja portugalinkielisillä lapsilla tyttöjen sanavaraston olevan laajempi, kuin pojilla. Myös Bouchardin, Tudeaun, Suttonin, Bourdeaultin ja Deneaultin (2009) pitkittäistutkimuksessa havaittiin tyttöjen ja poikien välillä kielen kehityksessä merkittäviä eroja 8-30 kuukauden iässä - tytöt tuottivat huomattavasti

enemmän sanoja, kuin pojat. Tyttöjen laajempi sanavaraston koko ja varhaisen iän edistyneempi kielenkehitys on tunnistettu toistuvasti kansainvälisessä tutkimuksessa (esim. Fenson, Marchman, Thal, Dale, Reznick & Bates, 1997; Glasworthy, Dionne, Dale & Plomin, 2000; Hyde & Linn, 1988 ja Maccoby & Jacklin, 1974). Sari Kunnari (2000) tutki 5 kuukaudesta 18 kuukauden ikään suomenkielisten lasten sanaston kehitystä. Hän havaitsi, että tytöille ensisanat ilmaantuvat noin 10 kuukauden iässä ja pojille 13 kuukauden iässä. Stolt ym. (2008) havaitsivat sukupuolieron tutkimuksessaan, jossa suomenkielisten lasten sanavaraston kokoa kaksivuotiaana arvioitiin tässäkin tutkimuksessa käytetyllä MCDI -lomakkeella. Stoltin ym. (2008) mukaan, tyttöjen tuottava sanavarasto on laajempi kuin poikien. Tytöt ovat siis kaksivuotiaana poikia edellä kielenkehityksessä ja heidän sanavarastonsa on laajempi kuin pojilla. Tämä ilmiö on havaittavissa tutkimustuloksissamme ja selittää tyttöjen paremmat tulokset aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamisen suhteen.

Tämä sanaston kehityksen sukupuoliero on havaittavissa myös aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamisen ja esimatemaattisten taitojen välisessä yhteydessä tutkimuksessamme. Havaitsimme, että pojilla sanojen taitaminen oli vahvemmin yhteydessä esimatemaattisiin taitoihin. Ilmiötä selittää se, että tytöillä sanojen taitaminen kaksivuotiaana on niin vahvaa, ettei vaihtelua sanojen taitamisessa synny heidän ryhmänsä sisällä yhtä paljon, kuin poikien ryhmän sisällä. Poikien kohdalla tulee siis voimakkaammin esille se, että paremmin aikaa, kokoa ja määrää kaksivuotiaana taitavat ovat vahvempia esimatemaattisissa taidoissa 6-vuotiaana. Tyttöjen kohdalla kattoefekti häivyttää tätä yhteyttä. Tutkiessamme aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamisen ennustavuutta kaksivuotiaana esimatemaattisiin taitoihin 6-vuotiaana sama ilmiö toistui - pojilla aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitaminen kaksivuotiaana ennusti vahvemmin esimatemaattisia taitoja 6-vuotiaana.

Tytöillä aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitaminen oli tutkimustulostemme perusteella yhteydessä ainoastaan lukujen luettelutaitoon ja määrää koskevat sanat olivat yhteydessä aritmeettisiin perustaitoihin. Määrää koskevilla sanoilla ja aritmeettisillä perustaidoilla onkin luonnollinen yhteys, koska määrän ilmauksien taitaminen vahvistaa lukusanaa vastaavan määrän ymmärtämisen kehittymistä (Barner ym., 2009). Tämä taito on edellytys aritmeettisten peruslaskutoimitusten ratkaisemiselle, ja selittää tutkimuksemme poikkeavaa tulosta.

Pojilla aikaa, kokoa ja määrää koskevat sanat sekä esimatemaattiset taidot (lukuun ottamatta suhdekäsitteitä) olivat tutkimustulostemme perusteella yhteydessä. Ainoa



poikkeus löytyi aikaa koskevien sanojen taitamisen ja aritmeettisten perustaitojen väliltä, joilla ei ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä. Tutkimustuloksemme on linjassa Skagerlundin ja Träffin (2016) tutkimuksen kanssa, jossa havaittiin, että aikaan liittyvät tehtävät eivät ennustaneet matemaattisissa tehtävissä menestymistä kokonaisvaltaisesti, vaan ainoastaan moninumeroisilla luvuilla laskemisen osalta. Kramerin ym. (2011) mukaan ajan ja matematiikan välinen yhteys voidaan johtaa spatiaalisista taidoista, joiden on useissa tutkimuksissa (esim. Verdine ym., 2017; 2014; Mix ja Cheng, 2012) todistettu olevan yhteydessä matemaattisiin taitoihin. Lisäksi Skagerlundin ja Träffin (2016) mukaan moninumeroisilla luvuilla laskeminen vaatii kehittyneempiä spatiaalisia taitoja, kun taas yksinumeroisilla luvuilla laskeminen pohjautuu lähinnä lukujonon luettelutaitoon ja muistiin (Aunio, 2008). Tämä saattaisi selittää havaintomme siitä, miksi poikien kohdalla aikaa koskevien sanojen ja aritmeettisten perustaitojen väliltä ei löydetty yhteyttä.

Tässä tutkimuksessa tyttöjen ja poikien välillä ei havaittu eroa esimatemaattisissa taidoissa 6-vuotiaana. Cerdan ja Perezin (2014) tutkimustulos on linjassa tuloksemme kanssa. He arvioivat testillä (TEMT-U) 4-8 vuotiaita chileläisiä esikoululaisia ja havaitsivat, ettei tyttöjen ja poikien matemaattisissa taidoissa ollut eroa. Cerdan ja Perez (2014) selittävät myöhemmässä ikävaiheessa havaittua eroa matemaattisissa taidoissa poikien hyväksi kulttuurisidonnaisilla odotuksilla, joita lapsiin mahdollisesti kohdistuu. Sorariutan (2017) tutkimuksessa havaittiin, ettei suomalaisten tyttöjen ja poikien välillä ole eroa esimatemaattisissa taidoissa. Lasten esimatemaattisia taitoja arvioitiin testillä ja tehtävillä. Aunion ym. (2015) tutkimuksessa, jossa arviointiin käytettiin ENT testiä, havaittiin sama ilmiö - 6-vuotiaat suomalaiset lapset eivät eronneet sukupuolen perusteella laskutaidossa. Esimatemaattisia taitoja koskevat havaintomme ovat siis menetelmällisestä erosta huolimatta saman suuntaiset. Nämä tutkimustulokset ovat kuitenkin ristiriidassa eräiden kansainvälisten tutkimustulosten kanssa, joissa sukupuolten välillä on havaittu eroa poikien hyväksi jo varhaisessa iässä (esim. Lee, Sungseek & Hegar, 2011; Penner & Paret, 2008). Kuten Cerdan ja Perez (2014) pohtivat, esimatemaattisten taitojen erot saattavat kummuta lapsiin kohdistetuista erilaisista odotuksista. Tällöin kyseessä on itseäntoteuttava ennuste (Merton, 1948), jolloin ympäristön odotusten johdosta tytöt eivät välttämättä koe matemaattisen osaamisen olevan heille tärkeää.

#### 4.4 Tutkimuksen vahvuudet ja kehittämiskohteet

Tämän tutkimuksen aineisto on kerätty osana Hyvän kasvun avaimet (the STEP study) -seurantatutkimusta. Valmiin aineiston käyttämisen voidaankin nähdä lisäävän tutkimuksen vahvuuksia, sillä sen keruussa käytetyt arviointimenetelmät ovat asiantuntijoiden laatimia ja ne on muokattu suomalaisille lapsille sopiviksi. Hirsjärven ym. (2009) mukaan tutkimuksen luotettavuutta ja varmuutta lisää myös se, että aineisto on kerätty aiemmin käytetyillä ja testatuilla arviointimenetelmillä. Metsämuurosen (2005) mukaan onkin perusteltua käyttää valmista arviointimenetelmää, jonka reliabiliteetti ja validiteetti on tutkittu. Tällaiset arviointimenetelmät on yleensä testattu laajoillakin otoksilla ja tulokset ovat usein vertailukelpoisia muiden samalla arviointimenetelmällä saatujen tulosten kanssa. Tässä tutkimuksessa on pyritty tarkkaan aineiston ja analysoinnin kuvaukseen, jotta tutkimus olisi toistettavissa.

Tutkimuksen vahvuuksien ja kehittämiskohteiden tarkastelun pohjana toimivat lisäksi tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohjeet (Varantola, Launis, Helin, Spoof & Jäppinen, 2013). Ohjeissa kuvataan, että tieteellinen tutkimus on eettisesti hyväksyttävää ja tuloksiltaan uskottavaa, kun tutkimus on toteutettu hyvän tieteellisen käytännön edellyttämällä tavalla. Rehellisyys, huolellisuus, eettisyys, avoimuus, luottamuksellisuus ja objektiivisuus ovat ohjeiden mukaan hyvään käytäntöön kuuluvia tekijöitä. Näiden tekijöiden tulee toteutua kaikissa tutkimuksen teon vaiheissa. Olemme tätä tutkimusta tehdessämme noudattaneet edellä kuvattuja periaatteita. Aineisto on pseudonymisoitu ja sitä on käsitelty huolellisesti. Aineisto on tallennettu noudattaen suojaustoimenpiteiden mukaista käytäntöä.

Tämän tutkimuksen aineisto kerättiin vanhemmille lähetetyillä kyselylomakkeilla. Lyytinen (1999) pitää vanhempien arvioita luotettavana tiedonhankintamenetelmänä, sillä vanhemmat ovat lapsensa asiantuntijoita. Aineiston koko oli suuri (N=1827 lasta), mutta vastausaktiivisuus on seurantatutkimuksen aikana heikentynyt huomattavasti. Tutkimuksen luotettavuuden ja yleistettävyyden vuoksi tutkimukseen päädyttiin ottamaan vain ne lapset, joilta oli saatavissa sekä MCDI- että Esikouluikäisen kyselylomake. Tällä karsinnalla minimoitiin puuttuvien tietojen osuus. Karsinnan jälkeen tutkimukseen jäi 347 lapsen aineisto, joka oli riittävä kaikissa osa-alueissa tehtyihin analyyseihin. Kaikki muuttujat eivät olleet normaalisti jakautuneita, joten kaikki tulokset tarkastettiin myös testien epäparametrisilla vastineilla.

Käytimme tutkimuksessamme summamuuttujia, jotka luotiin teoriaan perustuen. Nummenmaan (2009) mukaan summamuuttujien luomisessa tulee olla kriittinen ja

varma siitä, että yhdistettävät muuttujat todellakin mittaavat samaa ominaisuutta. Nummenmaan (2009) ohjetta noudattaen, olemme muodostaneet vain sellaisia summamuuttujia, jotka teoriaan perustuen selvästi mittaavat samaa ominaisuutta. Yksi tutkimuksemme kehittämiskohde olisikin faktorianalyysin suorittaminen.

Nummenmaan (2009) mukaan faktorianalyysin avulla pyritään selvittämään, miten muuttujien väliset korrelaatiot kimputtuvat, eli millä muuttujilla on keskenään samankaltaista vaihtelua ja mitkä muuttujat ovat toisistaan riippumattomia. Tällä menetelmällä saavutetut latentit muuttujat olisivat saattaneet lisätä tutkimuksen luotettavuutta.

Jatkotutkimusten osalta olisi mielekästä toistaa tutkimuksemme eri ikäryhmälle pidemmällä aikavälillä, esimerkiksi kaksi- ja kymmenvuotiaille. Näin saavutettaisiin tietoa sanaryhmien taitamisen ennustavuudesta pidemmällä tähtäimellä.

Jatkotutkimuksissa voisi arvioida sanojen taitamista ja matemaattisia taitoja tasaisin väliajoin, jotta voitaisiin seurata myös taitojen kehittymistä. Näin voisi saada paremman kuvan tyttöjen ja poikien välisistä eroista, sillä tämän tutkimuksen tulosten erot tyttöjen ja poikien välillä johtuvat suurilta osin siitä, että kaksivuotiaana tyttöjen sanasto on laajempi kuin poikien. Sanojen taitamista kaksivuotiaana voisi arvioida vanhempien arvion sijasta esimerkiksi tehtävillä. Niiden avulla tutkimukseen saataisi varmempaa tietoa siitä, ymmärretäänkö sanojen merkitys vai esiintyvätkö ne lasten puheessa satunnaisesti. Näyttäisikin siltä, että esimerkiksi aikaa koskevien sanojen kohdalla juuri aikakäsitteiden ymmärtäminen on tärkeää matemaattisten taitojen kannalta. Myös eri sanaryhmien tutkiminen ja kartoittaminen olisi kiinnostavaa, jotta saavutettaisiin mahdollisimman kattava kuva esimatemaattisia taitoja ennustavista tekijöistä sanaston näkökulmasta.

Tämän tutkimuksen tulosten perusteella osoitettiin aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen yhteys kaksivuotiaana esimatemaattisiin taitoihin 6-vuotiaana sekä kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamisen ennustavuus kaksivuotiaana esimatemaattisiin taitoihin 6-vuotiaana. Tutkimustulos on tärkeä, koska sen avulla ymmärretään aikaa, kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamisen merkitys jo kahden vuoden iässä esimatemaattisten taitojen kannalta 6-vuotiaana. Esimatemaattisten taitojen myötä tulos on tärkeä myös myöhemmän matemaattisen kehityksen näkökulmasta. Aunion ym. (2015) tutkimuksesta käy ilmi, että ennen alkuopetusta matematiikassa heikosti suoriutuvat lapset eivät saavuta matemaattisissa taidoissa ikäryhmänsä keskitasoa. Aunolan ym. (2004) mukaan esikoulun aloittavilla lapsilla on merkittäviä eroja

matemaattisissa taidoissa ja erot kasvavat ajan myötä. Matemaattisten taitojen varhaista ennustamista koskeva tieto on siis erittäin merkityksellistä lapsen tulevaisuuden kannalta. Matemaattiset taidot ennustavat taas myöhempää koulumenestystä (Duncan ym. 2007) ja ne vaikuttavat Finnién ym. (2001) mukaan ratkaisevan tärkeästi elämässä menestymiseen modernissa länsimaisessa valtiossa.

Tutkimuksen tulos viittaa siihen, että on tärkeää tukea jo mahdollisimman varhain lapsen sanaston kehittymistä matemaattisia ilmiöitä kuvaavien käsitteiden osalta. Varhaiskasvatuksen ammattilaisten ja vanhempien tulee siis sanoittaa lapsille täsmällisesti matemaattisia ilmiöitä ja kiinnittää huomiota erityisesti kokoa ja määrää koskevien sanojen taitamisen merkitykseen esimatemaattisia taitoja ennustavana tekijänä. Lasten olisi hyvä kuulla aikaa, kokoa ja määrää koskevia sanoja arkipäiväisissä tilanteissa niin kotona, kuin varhaiskasvatuksessa. Näiden sanojen johdonmukainen harjoittelu osana kasvatusta olisi myös toivottavaa, jotta niiden oppimista vahvistettaisiin mahdollisimman tehokkaasti. Niin sanojen harjoittelussa, kuin arkipäivän tilanteissakin vanhemmat ja varhaiskasvattajat voisivat hyödyntää esimerkiksi kuvallista tukea tai konkreettisia esimerkkejä tehostaakseen sanojen oppimista.

## LÄHTEET

Aubrey, C., & Godfrey, R. (2003). The development of children's early numeracy through key stage 1. *British Educational Research Journal*, 29(6), 821–840.  
doi:10.1080/0141192032000137321

Aunio, P., Heiskari, P., Van Luit, J., & Vuorio J.-M. (2015). The development of early numeracy skills in kindergarten in low-, average- and high-performance groups. *Journal of Early Childhood Research*, 13(1), 3–16. doi:10.1177/1476718X14538722

Aunio, P., & Räsänen, P. (2015). 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

Aunio, P. (2008). Matemaattiset taidot ennen koulun alkua. *NMI Bulletin: Niilo Mäki instituutin tiedotteita ja raportteja*, 18(4), 63–74.

Aunio, P., Hautamäki, J., Heiskari, P., & Van Luit, J. (2006). The early numeracy test in Finnish - children's norms. *Scandinavian Journal of Psychology*, 47(5), 369–378.  
doi:10.1111/j.1467-9450.2006.00538.x

Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M.-K., & Nurmi, J.-E. (2004). Developmental dynamics of math performance from preschool to grade 2. *Journal of Educational Psychology*, 96(4), 699–713. doi:10.1037/0022-0663.96.4.699

Baraldi, A. N., & Enders, C. K. (2010). An introduction to modern missing data analyses. *Journal of School Psychology*, 48(1), 5–37. doi:10.1016/j.jsp.2009.10.001

Barner, D., Chow, K., & Yang, S.-J. (2009). Finding one's meaning: a test of the relation between quantifiers and integers in language development. *Cognitive Psychology*, 58(2), 195–219. doi:10.1016/j.cogpsych.2008.07.001

Behrens, H. (1993). The relationship between conceptual and linguistic development: The early encoding of past reference by German children. *Chicago Linguistic Society. Papers from the Parasession on Conceptual Representation*, 29, 63–75.

- Bouchard, C., Trudeau, N., Sutton, A., Bourdreault, M-C., & Deneault, J. (2009). Gender differences in language development in French Canadian children between 8 and 30 months of age. *Applied psycholinguistics*, 30(4), 685-707. doi: 10.1017/S0142716409990075
- Cartmill, E., Pruden, S. M., Levine, S. C., & Goldin-Meadow, S. (2010). The role of parent gesture in children's spatial language development. *Proceedings of the Annual Boston University Conference on Language Development*, 34(1), 70–77.
- Cerda, G., & Perex, C. (2014). Relationship between early mathematical competence, gender and social background in Chilean elementary school population. *Anales de Psicología*, 30(3), 1006-1013. doi:10.6018/analesps.30.3.152891
- Colome, A., & Noel, M.-P. (2012). One first? Acquisition of the cardinal and ordinal uses of numbers in preschoolers. *Journal of Experimental Child Psychology*, 113(2), 233–247. doi:10.1016/j.jecp.2012.03.005
- De Hevia, M. D., Izard, V., Coubart, A., Spelke, E. S., & Streri, A. (2014). Representations of space, time, and number in neonates. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(13), 4809–4813. doi:10.1073/pnas.1323628111/-/DCSupplemental
- De Smedt, B., & Gilmore, C. K. (2011). Defective number module or impaired access? Numerical magnitude processing in first graders with mathematical difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108(2), 278–292. doi:10.1016/j.jecp.2010.09.003
- Dowker, A. (2005). *Individual differences in arithmetic: implications for psychology, neuroscience and education*. London: Psychology Press. doi:10.4324/9780203324899
- 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. doi:10.1037/0012-1649.43.6.1428
- 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), i–185. doi:10.2307/1166093

- Fenson, L., Dale, P. S., Reznick, J. S., Thal, D., Bates, E., Hartung, J. P., Pethick, S., & Reilly, J. S. (1991). *Technical manual for MacArthur communicative development inventories*. 3. Edition. San Diego State University.
- Finnie, R., & Meng, R. (2001). Cognitive skills and the youth labour market. *Applied Economics Letters*, 8(10), 675–679. doi:10.1080/13504850110037877
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Compton, D. L., Powell, S. R., Seethaler, P. M., Capizzi, A. M., Schatschneider, C., & Fletcher, J. M. (2006). The cognitive correlates of third-grade skill in arithmetic, algorithmic computation, and arithmetic word problems. *Journal of Educational Psychology*, 98(1), 29–43. doi:10.1037/0022-0663.98.1.29
- Gelman, R., & Gallistel, C. R. (1978). *The child's understanding of number*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Gibson, J. J. (1986). *The ecological approach to visual perception*. New York: Lawrence Erlbaum Associates, Psychology Press.
- Galsworthy, M.J., Dionne, G., Dale, P.S. & Plomin, R. (2000). Sex differences in early verbal and non-verbal cognitive development. *Developmental Science*, 3, 206–215. doi:10.1111/1467-7687.00114
- Heimo, H. "*Kaikki on enemmän kuin joka toinen*": oppimisvaikeudet ja suhdekäsitteet esiopetuksessa. (väitöskirja, Helsingin yliopisto)
- Hermer-Vasquez, L., Moffet, A., & Munkholm, P. (2001). Language, space, and the development of cognitive flexibility in humans: the case of two spatial memory tasks. *Cognition: International Journal of Cognitive Science*, 79(3), 263–299. doi:10.1016/S0010-0277(00)00120-7
- Hirsjärvi, S., Remes, P., & Sajavaara, P. (2009). *Tutki ja kirjoita*. Helsinki: Tammi.
- Hoff, E. (2014). *Language development*. 5. Edition. Yhdysvallat.
- Hooper, S. R., Roberts, J., Sideris, J., Burchinal, M., & Zeisel, S. (2010). Longitudinal predictors of reading and math trajectories through middle school for african american versus caucasian students across two samples. *Developmental Psychology*, 46(5), 1018–1029. doi:10.1037/a0018877

- Hyde, J. S., & Linn, M. C. (1988). Gender differences in verbal ability: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, *140*, 53–69.
- Koponen, T., Mononen, R., & Räsänen, P. (2014). Matemaattiset valmiudet. Teoksessa T. Siiskonen, T. Aro, T. Ahonen & R. Ketonen (Toim.) *Joko se puhuu? Kielenkehityksen vaikeudet varhaislapsuudessa* (s. 333–343). Jyväskylä: PS-kustannus.
- Kramer, P., Bressan, P., & Brassi, M. (2011). Time estimation predicts mathematical intelligence. *PLoS ONE*, *6*(12). doi:10.1371/journal.pone.0028621
- Kunnari, S. (2000). *Characteristics of early lexical and phonological development in children acquiring Finnish*. (väitöskirja, Oulun yliopisto)
- Laakso, M-L., Eklund, K., & Poikkeus, A-M. (2011). *Esikko. Lapsen esikielellisen kommunikaation ja kielen ensikartoitus*. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.
- Lagström, H., Rautava, P., Koljonen, A., Räihä, H., Pihlaja, P., Korpilahti, P., Peltola, V., Rautakoski, P., Österbacka, E., Simell, O., & Niemi, P. (2012). Cohort profile: step to the healthy development and well-being of children (the STEP Study). *International Journal of Epidemiology*, *2013*, 1273–1284. doi:10.1093/ije/dys150
- Lerkkanen, M.-K. (2006). Lukemaan oppiminen ja opettaminen esi- ja alkuopetuksessa (1.–3. painos). Helsinki: Sanoma Pro.
- Levine, S. C., Ratliff, K., Huttenlocher, J., & Cannon, J. (2012). Early puzzle play: a predictor of preschoolers' spatial transformation skill. *Developmental Psychology*, *48*(2), 530–542. doi:10.1037/a0025913
- Lyytinen, P. (2014). Kielenkehityksen vaikeudet. Teoksessa T. Siiskonen, T. Aro, T. Ahonen & R. Ketonen (Toim.) *Joko se puhuu? Kielenkehityksen vaikeudet varhaislapsuudessa* (s. 72–103). Jyväskylä: PS-kustannus.
- Lyytinen, P. (2001). Uusia menetelmiä lapsen kehityksen arviointiin. *Psykologia: tiedepoliittinen aikakauslehti*, *36*, 325–334. Helsinki: Suomen psykologinen seura.
- Lyytinen, P. (1999). *Varhaisen kommunikaation ja kielen kehityksen arviointimenetelmä*. Jyväskylän yliopiston Lapsitutkimuskeskus. Niilo Mäki Instituutti. Jyväskylä: Yliopistopaino.



Maccoby, E. E., & Jacklin, C. N. (1974). *The psychology of sex differences*. California: Stanford University Press.

Marjanovic-Umek, L., Bozin, N., Cermak, N., Stiglic, N., Bajc, S., & Fekonja-Peklaj, U. (2016). Early language development: vocabulary comparison of slovenian boys and girls. *Sodobna Pedagogika/ Journal of Contemporary Educational Studies*, 67(1), 12–37.

Merriman, W. (2014). Lexical development. Teoksessa P. J. Brooks & V. Kempe (Toim.) *Encyclopedia of Language Development*, (s. 345–350). California: SAGE Publications Ltd. doi:10.4135/9781483346441.n110

Merton, R. K. (1948). The self-fulfilling prophecy. *The Antioch Review*, 8(2), 193–210. doi:10.2307/4609267

Metsämuuronen, J. (2005). *Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä*. Helsinki: International Methelp.

Mix, K. S., & Cheng, Y.-L. (2012). The relation between space and math: developmental and educational implications. *Advances In Child Development And Behavior*, 42, 197–243. doi:10.1016/B978-0-12-394388-0.00006-X

Morgan, P. L., Farkas, G., Hillemeier, M., & Maczuga, S. (2016). Who is at risk for persistent mathematics difficulties in the United States? *Journal of Learning Disabilities*, 49(3), 305–319. doi:10.1177/0022219414553849

Mutanen, A. (2000). *Käsitteiden oppimisesta merkitysten tulkintaan: lasten aika-käsitteisiin liittyvien oppimisprosessien fenomenologinen kuvaaminen*. (väitöskirja, Turun yliopisto)

Muthén, L. K., & Muthén, B. O. (2010). *Mplus user's guide* (6. painos). Los Angeles: Muthén, & Muthén.

Nummenmaa, L. (2009). *Käyttäytymistieteiden tilastolliset menetelmät*. Helsinki: Tammi.

Opetushallitus. (2014). *Esiopetuksen opetussuunnitelman perusteet*. Helsinki.

Opetushallitus. (2016). *Varhaiskasvatussuunnitelman perusteet*. Helsinki.

Penner, A. M., & Paret, M. (2008). Gender differences in mathematics achievement: exploring the early grades and the extremes. *Social Science Research, 37*(1), 239–253. doi:10.1016/j.ssresearch.2007.06.012

Pezzelle, S., Marelli, M., & Bernardi, R. (2017). *Be precise or fuzzy: learning the meaning of cardinals and quantifiers from vision*. Cornell University. <https://arxiv.org/pdf/1702.05270.pdf>

Pica, P., Lemer, C., Izard, V., & Dehaene, S. (2004). Exact and approximate arithmetic in an Amazonian indigene group. *Science, 306*(5695), 499–503. doi:10.1126/science.1102085

Piccardi, L., Palermo, L., Bocchi, A., & Guariglia, C. (2015). Does spatial locative comprehension predict landmark-based navigation? *PLoS One, 10*(1), doi:10.1371/journal.pone.0115432

Pruden, S. M., Levine, S., & Huttenlocher, J. (2011). Children's spatial thinking: does talk about the spatial world matter? *Developmental Science, 14*(6), 1417–1430. doi:10.1111/j.1467-7687.2011.01088.x

Purpa, D., Hume, L. E., Sims, D. M., & Lonigan, C. J. (2011). Early literacy and early numeracy: The value of including early literacy skills in the prediction of numeracy development. *Journal of experimental child psychology, 110*(4), 647–658. doi:10.1016/j.jecp.2011.07.004

Pyers, J. E., Shusterman, A., Senghas, A., Spelke, E.S., & Emmorey, K. (2010). Evidence from an emerging sign language reveals that language supports spatial cognition. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 107*(27), 12116–12120. doi:10.1073/pnas.0914044107

Rescorla, L., Nyame, J., & Dias, P. (2016). Vocabulary development in European Portuguese: a replication study using the language development survey. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 59*(6), 1484-1490. doi:10.1044/2016\_JSLHR-L-15-0294

Romano, E., Babchishin, L., Pagani, L. S., & Kohen, D. (2010). School readiness and later achievement: replication and extension using a nationwide canadian survey. *Developmental Psychology, 46*(5), 995–1007. doi:10.1037/a0018880

Räsänen, P., Kupari, P., Ahonen, T., & Malinen P. (Toim.). (2004). *Matematiikka-Näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen*. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.

Skagerlund, K., & Träff, U. (2016). Processing of space, time, and number contributes to mathematical abilities above and beyond domain-general cognitive abilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, 143, 85–101. doi:10.1016/j.jecp.2015.10.016

Sorariutta, A. (2017). “Yhdessä enemmän matemaattista osaamista”- äidin ja isän ohjausvuorovaikutus ja varhaiskasvatuksen määrä lapsen kehityksen ennustajina. (väitöskirja, Turun yliopisto)

Stolarova, M., Brielmann, A.A., Wolf, C., Rinker, T., Burke, T., & Baayen, H. (2016). Early vocabulary in relation to gender, bilingualism, type, and duration of childcare. *Advances in cognitive psychology*, 12(3), 130–144. doi:10.5709/acp-0192-6

Stolt, S., Haataja, L., Lapinleimu, H., & Lehtonen, L. (2008). Early lexical development of Finnish children: a longitudinal study. *First Language*, 28(3), 259-279. doi:10.1177/0142723708091051

Storch, S. A., & Whitehurst, G. J. (2002). Oral language and code-related precursors to reading: evidence from a longitudinal structural model. *Developmental Psychology*, 38(6), 934–947. doi: 10.1037//0012-1649.38.6.934

Stolt, S. (2009). *Language in acquisition. Early lexical development and associations between lexicon and grammar - findings from full-term and very-low-birth-weight Finnish children*. (väitöskirja, Helsingin yliopisto)

Stolt, S., Klippi, A., Launonen, K., Munck, P., Lehtonen, L., Lapinleimu, H., Haataja, L., & PIPARI study group. (2007). *Size and composition of the lexicon in prematurely born very-low-birth-weight and full-term Finnish children at two years of age*. *Journal of Child Language*, 34, 283-310.

Tomai, E., & Kavouras, M. (2005). Qualitative linguistic terms and geographic concepts: quantifiers in definitions. *Transactions in GIS*, 9(3), 277–290. doi:10.1111/j.1467-9671.2005.00219.x

Varantola, K., Launis, V., Helin, M., Spoof, S. K., & Jäppinen, S. (2013). *Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa: tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje 2012*. Helsinki: Tutkimuseettinen neuvottelukunta. [http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK\\_ohje\\_2012.pdf](http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf) (Viitattu 5.4.2018.)

Verdine, B., Golinkoff, R., Hirsh-Pasek, K., Newcombe, N., Filipowicz, A., & Chang, A. (2014). Deconstructing building blocks: preschoolers' spatial assembly performance relates to early mathematical skills. *Child Development, 85*(3), 1062–1076. doi:10.1111/cdev.12165

Verdine, B. N., Golinkoff, R. M., Hirsh-Pasek, K., & Newcombe, N. S. (2017). I. Spatial skills, their development, and their links to mathematics. *Monographs of the Society for Research in Child Development, 82*(1), 7–30. doi:10.1111/mono.12280

Vicario, C. M., Carmelo, M., Rappo, G., Pepi, A., Pavan, A., & Martino, D. (2012). Temporal abnormalities in children with developmental dyscalculia. *Developmental Neuropsychology, 37*(7), 636–652. doi:10.1080/87565641.2012.702827

Weist, R. M. (1986) Tense and aspect. Teoksessa P. Fletcher, & M. Garman (Toim.) *Language acquisition: studies in first language development* (2. painos). Cambridge University Press.