

Matemaattisten ja kielellisten taitojen yhteys varhaislapsuudessa

Kasvatustiede

Varhaiskasvatuksen opettajan tutkinto-ohjelma

Kandidaatintutkielma

Laatija:

Alina Wittsberg

8.5.2026

Rauma

Turun yliopiston laatu järjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu

Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

Kandidaatintutkielma

Tutkinto-ohjelma, oppiaine: Varhaiskasvatuksen opettajan tutkinto-ohjelma, kasvatustiede

Tekijä: Alina Wittsberg

Otsikko: Matemaattisten ja kielellisten taitojen yhteys varhaislapsuudessa

Ohjaaja: Yliopistolehtori Anne Sorariutta

Sivumäärä: 39 sivua

Päivämäärä: 8.5.2026

Tämän kandidaatin tutkielman tavoitteena on tarkastella matemaattisten ja kielellisten taitojen välistä yhteyttä varhaislapsuudessa sekä selvittää, miten nämä taidot vaikuttavat toisiinsa kehityksellisesti. Aihe on tärkeä, sillä varhaislapsuudessa kehittyvät kognitiiviset perustaidot luovat pohjan myöhemmälle oppimiselle, koulumenestykselle ja oppimisvaikeuksien ennaltaehkäisylle. Kielellisten ja matemaattisten taitojen yhteyttä on tutkittu aiemmin pääasiassa yksisuuntaisesti kielellisten taitojen vaikutusta korostaen. Viimeaikainen tutkimus on kuitenkin tuonut esille myös matemaattisten taitojen merkityksen kielellisten taitojen kehityksen tukena, mikä korostaa yhteyden vuorovaikutuksellisuutta.

Tutkielma toteutettiin systemaattisena kirjallisuuskatsauksena, jonka aineisto koostui kotimaisista ja kansainvälisistä vertaisarvioituista tutkimuksista sekä keskeisistä teoreettisista lähteistä. Aineiston valinnassa hyödynnettiin useita tietokantoja, ja tutkimukset valittiin ennalta määriteltyjen kriteerien perusteella. Tarkastelun kohteena olivat varhaislapsuuden (0–8 vuotta) kehitysvaiheessa olevat lapset.

Tulokset osoittivat, että kielelliset ja matemaattiset taidot ovat vahvasti yhteydessä toisiinsa ja jakavat osittain samoja kognitiivisia prosesseja, kuten työmuistia, tarkkaavaisuutta ja toiminnanohjausta. Kielelliset taidot, erityisesti sanavarasto ja kielellinen ymmärtäminen, tukevat matemaattisten käsitteiden omaksumista ja laskutaidon kehittymistä. Vastaavasti matemaattiset taidot, kuten lukukäsitteiden lukumääräisyyden ymmärtäminen ja looginen päättely, edistävät kielellistä kehitystä muun muassa käsitteellisen ajattelun ja kielenjäsentämisen kautta. Ympäristötekijät vaikuttivat huomattavasti molempien taitoalueiden kehittymiseen.

Johtopäätöksenä voidaan todeta matemaattisten ja kielellisten taitojen kehityksen olevan dynaaminen ja kaksisuuntainen prosessi, jota tukevat sekä lapsen yksilölliset kognitiiviset valmiudet että ympäristön tarjoamat oppimisolosuhteet. Huomioimalla taitoalueiden välinen yhteys; voivat varhaiskasvatuksen työntekijät pedagogisessa suunnittelussa hyödyntää menetelmiä, jotka tukevat samanaikaisesti sekä kielellistä että matemaattista kehitystä.

Avainsanat: kielelliset taidot, matemaattiset taidot, kognitiivinen kehitys, varhaislapsuus, varhaiskasvatus

Sisällysluettelo

1	Johdanto	4
2	Kehitys varhaislapsuudessa	6
2.1	Kognitiivinen kehitys	6
2.2	Kielellinen kehitys	8
2.3	Matemaattinen kehitys	11
3	Menetelmä	15
4	Osa-alueiden kehityksellinen yhteys	20
4.1	Kielellisten taitojen merkitys matemaattiselle kehitykselle	20
4.2	Matemaattisten taitojen merkitys kielelliselle kehitykselle	23
5	Pohdinta ja johtopäätökset	26
6	Tulosten hyödyntämismahdollisuudet	29
7	Luotettavuus ja rajoitukset	31
8	Jatkotutkimusehdotus	33
	Lähteet	34

1 Johdanto

Varhaislapsuus on keskeinen kehityksellinen vaihe, jonka aikana lapsen kognitiiviset, kielelliset ja sosiaaliset taidot rakentuvat vuorovaikutuksessa ympäristön kanssa (Attanasio, 2024; Pulkkinen ym., 2023). Tänä aikana tapahtuvat oppimisen ja kehityksen muutokset luovat perustan myöhemmälle koulumenestykselle ja oppimispolulle.

Erytisesti kielelliset sekä matemaattiset taidot kehittyvät voimakkaasti varhaislapsuudessa, ja niiden varhaisten erojen avulla voidaan ennustaa myöhäisempää koulumenestystä (Duncan ym., 2007; Ten Braak ym., 2022).

Varhaiskasvatuksen tehtävä on tukea jokaisen lapsen kasvua, kehitystä ja oppimista (Opetushallitus [OPH], 2022; Varhaiskasvatuslaki 540/2018).

Varhaiskasvatussuunnitelman perusteisiin (OPH, 2022) on kirjattu oppimisen ja laaja-alaisen osaamisen alueet, jotka ohjaavat Suomessa pedagogiikan toteuttamista.

Laadukas varhaiskasvatus pohjautuu pedagogiseen suunnitteluun ja tutkimusperustaiseen ymmärrykseen lasten kehityksestä (Harju-Luukkainen ym., 2022; OPH, 2022; Varhaiskasvatuslaki 540/2018, 2 §).

Kielelliset ja matemaattiset taidot ovat kehityksellisesti monitasoisia kokonaisuuksia (Aunio & Räsänen, 2016). Kielellisiin taitoihin sisältyvät muun muassa sanavarasto, kielellinen ymmärtäminen, fonologinen tietoisuus ja kielellinen työmuisti.

Matemaattisiin taitoihin lukeutuu puolestaan lukukäsitteiden ymmärtäminen, lukujonotaidot, määrällinen päättely sekä varhaiset aritmeettiset taidot (Aunio, 2008; Aunio & Räsänen, 2016; Sarnecka ym., 2014). Näiden taitojen kehitystä ei voida tarkastella toisistaan irrallisina, sillä ne rakentuvat osittain yhteisten kognitiivisten prosessien kuten työmuistin, tarkkaavaisuuden ja symbolisen prosessoinnin kautta (Peng ym., 2016; Hornburg ym., 2024). Varhaislapsuudessa ilmenevät kielelliset ja matemaattiset oppimisvaikeudet voivat vaikuttaa merkittävästi lapsen myöhempään oppimisedellytyksiin, mikä korostaa varhaisen tunnistamisen ja tuen tärkeyttä (Aunio & Räsänen, 2016).

Aikaisempi tutkimus on pitkään tarkastellut kielen ja matematiikan välistä yhteyttä ensisijaisesti näkökulmasta, jossa kielelliset taidot ennustavat matemaattista osaamista. Tämän tutkimusperinteen mukaan kielellinen ymmärtäminen, sanavarasto

ja fonologinen tietoisuus tukevat matemaattisten käsitteiden omaksumista ja matemaattisen tiedon jäsentämistä (Jordan ym., 2009; Vukovic & Lesaux, 2013). Kieli toimii tällöin välineenä, jonka avulla lapsi rakentaa ja ilmaisee matemaattisia merkityksiä. Viime vuosina tutkimus on kuitenkin laajentunut tarkastelemaan myös vastakkaista tutkimuslinjaa. Matemaattisen osaamisen on havaittu kehittävän kognitiivisia valmiuksia, jotka tukevat myös kielen kehitystä (Davis-Kean ym., 2021; Hornburg ym., 2024; Purpura ym., 2017). Tämä näkökulma haastaa perinteisen käsityksen kielen ensisijaisesta roolista ja korostaa matemaattisen ajattelun merkitystä osana lapsen kokonaisvaltaista kognitiivista kehitystä.

Matemaattisten ja kielellisten taitojen välinen yhteys ei ole yksisuuntainen (Hornburg, 2024; Purpura, 2017; Vukovic & Lesaux, 2013). Tämä kandidaatin tutkielma luo systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla kuvan alan aikaisempien tutkimusten näkökulmista ja teorioista. Aikaisempi tutkimus lisää ymmärrystä molemmista tutkimussuunnista ja niiden hyödyntämismahdollisuuksista. Tässä tutkielmassa varhaislapsuus määritellään ikävuosiksi 0–8, mikä vastaa kansainvälisiä määritelmiä (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO], 2025; United Nations Children's Fund [UNICEF], 2024; World Health Organization [WHO], 2020).

2 Kehitys varhaislapsuudessa

2.1 Kognitiivinen kehitys

Varhaislapsuuden kognitiivinen kehitys rakentuu hermoston biologisen kypsymisen, psykologisten prosessien ja sosiaalisen vuorovaikutuksen yhteisvaikutuksessa (Attanasio, 2024; Bronfenbrenner & Morris, 2006; Pulkkinen ym., 2023). Jokaisella terveenä ja täysiaikaisena syntyneellä lapsella on syntymähetkellä perusvalmiudet havainnoida, muistaa ja oppia (Gauvain, 2022; Pulkkinen ym., 2023). Oppiminen käynnistyy jo sikiöaikana ja jatkuu läpi elämän. Varhaislapsuudessa aivojen plastisiteetti on erityisen suurta, mikä mahdollistaa nopean tiedon omaksumisen sekä hereillä ollessa että unen aikana. Hermoverkkojen synaptiset yhteydet vahvistuvat käytön myötä, tarpeettomat yhteydet karsiutuvat ja hermoston rakenteet organisoituvat tehokkaamman tiedonkäsittelyn mahdollistamiseksi (Pulkkinen ym., 2023). Nämä neurobiologiset muutokset muodostavat perustan kognitiivisille toiminnoille, jotka puolestaan mahdollistavat kielellisten ja matemaattisten taitojen varhaisen rakentumisen.

Kognitiivinen oppiminen käsittää muun muassa muistitoiminnot ja tarkkaavaisuuden säätelyn (Gauvain, 2022). Lisäksi siihen kuuluvat kielellinen ja symbolinen ajattelu, toiminnanohjaus sekä ongelmanratkaisu. Nämä perustoiminnot ovat keskeisiä sekä kielellisen että matemaattisen kehityksen kannalta. Varhaisen kielen kehityksen tiedetään edellyttävän kykyä havaita ja erotella äänneitä, ylläpitää tietoa työmuistissa ja muodostaa käsitteellisiä luokkia (Kuhl, 2004; Tomasello, 2003). Vastaavasti matemaattinen ajattelu rakentuu varhaisen lukumääräisyyden, luokittelun, sarjoittamisen ja abstraktien symbolien ymmärtämisen varaan, joita työmuisti ja tarkkaavaisuuden säätely tukevat (Butterworth, 1999; Dehaene, 2011).

Kognitiivisen kehityksen ymmärtämisessä keskeinen viitekehys on kehityksellinen systeeminen lähestymistapa, joka korostaa biologisten, psykologisten ja sosiaalisten tekijöiden jatkuvaa vuorovaikutusta lapsen kehityksessä (Bronfenbrenner & Morris, 2006). Lapsen kehitys ei etene lineaarisesti, vaan se muotoutuu ympäristön tarjoamien ärsykkeiden, vuorovaikutussuhteiden ja kulttuuristen käytäntöjen vaikutuksesta.

Turvallinen, sensitiivinen ja kielellisesti rikastava ympäristö tukee kognitiivista kasvua ja luo edellytykset sekä kielelliselle että matemaattiselle oppimiselle.

Jean Piaget'n (1953) ajattelun kehityksen teoria tarjoaa klassisen näkökulman varhaislapsuuden kognitiiviseen kehitykseen. Sensomotorisessa vaiheessa (0–2 vuotta) oppiminen perustuu aistihavaintoihin ja motoriseen toimintaan, ja toistot sekä leikki vahvistavat varhaisia kognitiivisia rakenteita. Esioperationaalisessa vaiheessa (2–7 vuotta) ajattelu muuttuu symbolisemmaksi, mikä mahdollistaa sekä kielellisten merkitysten että matemaattisten käsitteiden rakentumisen. Vaikka Piaget'n teoria on edelleen merkittävä, myöhempi tutkimus on osoittanut, että lapset kykenevät ymmärtämään toisten näkökulmia jo varhaisemmassa iässä kuin Piaget oletti (Tomasello, 2003).

Sosiokulttuurinen näkökulma täydentää kuvaa korostamalla sosiaalisen vuorovaikutuksen ja kielen merkitystä kognitiivisessa kehityksessä (Vygotsky, 1978, 1986). Vygotskyn mukaan oppiminen tapahtuu ensin sosiaalisella tasolla ja vasta myöhemmin sisäistyy yksilön ajatteluksi. Kieli toimii keskeisenä ajattelun välineenä ja lapsi omaksuu uusia taitoja vuorovaikutuksessa taitavampien toimijoiden kanssa, erityisesti lähikehityksen vyöhykkeellä, jossa aikuisen tarjoama tuki mahdollistaa lapsen siirtymisen seuraavalle osaamisen tasolle. Näkökulma on erityisen tärkeä kielellisen ja matemaattisen kehityksen kannalta, sillä molemmat taidot rakentuvat kulttuurisesti välittyneiden symbolijärjestelmien varaan ja edellyttävät vuorovaikutusta, ohjausta ja kielellistä mallintamista.

Leikki on varhaislapsuuden keskeinen sosiaalinen oppimisen muoto, joka tukee sekä kielellistä että matemaattista kehitystä (Hirsh-Pasek & Golinkoff, 2008; Vygotsky, 1978, 1986). Symbolinen leikki vahvistaa kielen käyttöä, narratiivisia rakenteita ja käsitteellistä ajattelua. Rakentelu- ja sääntöleikit kehittävät avaruudellista hahmottamista, loogista päättelyä ja matemaattisten suhteiden ymmärtämistä. Leikin kautta lapsi harjoittelee myös toiminnanohjausta, ongelmanratkaisua ja yhteistyötaitoja, jotka ovat keskeisiä sekä kielellisissä että matemaattisissa oppimistehtävissä.

Vaikka lapsen kehitys etenee yksilöllisesti, sitä voidaan tarkastella tyypillisten kehityksellisten välivaiheiden avulla, jotka auttavat tunnistamaan lapsen tuen tarpeita

ja tarjoamaan kehitystä edistäviä kokemuksia (Pulkkinen ym., 2023). Kehytysseurannat toimivat suuntaa antavina välineinä fyysisen, kognitiivisen ja sosioemotionaalisen kehityksen arvioinnissa, mutta ne eivät ole ehdottomia normeja, sillä yksilöllinen vaihtelu on luonnollista. Näiden kehityksellisten mekanismien ymmärtäminen luo perustan tarkastella, miten kielelliset ja matemaattiset taidot rakentuvat varhaislapsuudessa ja millaisia yhteyksiä niiden välillä voidaan havaita.

Lapsella on luontainen pyrkimys jäsentää ympäristöään, ymmärtää tietoa ja hahmottaa syy-seuraussuhteita (Pulkkinen ym., 2023). Visuospatiaalinen prosessointi sekä työmuisti ovat yksiä kognitiivisen toiminnan perustoista. Visuospatiaalisen prosessoinnin avulla lapsi käsittelee aistihavainnoilla koottua tietoa (Lipton & Spelke, 2004; Saikko, 2020). Prosessointi koostuu visuaalisen kyvyn eli näköaistin avulla tehdystä havainnosta sekä spatiaalisesta taidosta eli paikan havainnoimisen kyvystä. Visuospatiaalisen havainnoinnin avulla lapsi hahmottaa ympäröivää tilaa, etäisyyksiä, esineiden kokoa sekä omaa motorista toimintaansa. Tämä avaruudellisen hahmottamisen mahdollistava ominaisuus vaikuttaa jokapäiväiseen toimintaan ja oppimiseen.

Visuospatiaalinen prosessointi on vahvassa yhteydessä työmuistin kanssa, sillä sen avulla lapsi käsittelee visuaaliset aistihavainnot. Työmuisti on muistitoimintojen lyhytkestoinen osa. Sen tehtävä on huolehtia tiedonsiirron vastavuoroisesta kulkemisesta pitkäkestoisen ja lyhytkestoisen muistin välillä. Fonologinen silmukka huolehtii työmuistin äänteellisten aistihavaintojen säilytyksestä (Lukimat, n.d.). Se huolehtii sisäisen puheen toimivuudesta, jonka avulla lapsi toistaa mielessään esimerkiksi lauseita tai musiikillisia kappaleita. Toimivan työmuistin avulla lapsi oppii uutta tietoa, ratkaisee ongelmia, suorittaa matemaattisia laskutehtäviä sekä omaksuu ohjeita (Luotoniemi ym., 2009). Työmuistissa esiintyvät haasteet heijastuvat yleensä lapsen oppimiseen, aiheuttaen suoriutumisen haasteita.

2.2 Kielellinen kehitys

Kielen kehitys muodostaa perustan lapsen oppimiselle, ajattelulle ja sosiaaliselle vuorovaikutukselle (Attanasio ym., 2024; Bronfenbrenner & Morris, 2006). Se on keskeinen osa varhaislapsuuden kokonaisvaltaista kehitystä. Kielen omaksuminen on

vuorovaikutukseen perustuva prosessi, joka käynnistyy jo ennen syntymää ja on erityisen intensiivistä yksilön ensimmäisen elinvuoden aikana (Niemitalo-Haapola ym., 2020). Varhaiset kielelliset taidot rakentuvat lapsen kyvyille havaita puheäänteitä, suunnata tarkkaavaisuuttaan äidinkieltensä rakenteisiin ja osallistua vuorovaikutukseen hoivaajien kanssa. Kielen kehityksen varhaisvaiheissa lapsi siirtyy puheäänteiden havaitsemisesta jokelteluun, äänteiden jäljittelyyn ja ensimmäisten sanojen ymmärtämiseen. Kehitys etenee tyypillisesti vaiheittain, vaikka yksilölliset erot voivat olla huomattavia (Niemitalo-Haapola ym., 2020; Pulkkinen ym., 2023). Noin 7–12 kuukauden iässä jokeltelu monipuolistuu, lapsi käyttää eleitä ja osoittamista ja ymmärtää enemmän sanoja kuin tuottaa.

Noin vuoden iässä lapsi tuottaa ensimmäisiä merkityksellisiä sanoja, mikä edellyttää tarkempaa puheliikkeiden kontrollia kuin varhainen jokeltelu (Lukimat, n.d; Niemitalo-Haapola ym., 2020; Pulkkinen ym., 2023). Ensimmäiset sanat ilmaantuvat yleensä 1–2 vuoden iässä, ja sanavarasto alkaa kasvaa nopeasti. Kolmen vuoden iässä lapsi omaksuu peruskieliopin piirteitä, kuten preesensin ja imperfektin, monikon ja genetiivin, ja käyttää myös omatekoisia taivutusmuotoja. Neljän vuoden iässä puhe on pääosin ymmärrettävää, ja lapsi muodostaa erilaisia lauserakenteita, kuten käsky-, kysymys- ja kieltolauseita. Viiden vuoden iässä sanaluokkien käyttö muistuttaa jo aikuisen puhetta, ja kuusivuotiaana lapsen sanavarasto ylittää tyypillisesti 10 000 sanaa, nimeäminen on sujuvaa ja fonologinen tietoisuus kehittyy nopeasti.

Kielellisiä taitoja voidaan tarkastella neljän keskeisen osa-alueen kautta; äänteelliset taidot, sanaston kehitys, kieliopin omaksuminen ja kielen käyttötaito (Lukimat, n.d; Niemitalo-Haapola ym., 2020). Äänteelliset taidot kehittyvät ympäristön puheesta tehtyjen havaintojen kautta. Varhainen jokeltelu toimii tärkeänä ennustetekijänä myöhemmälle puheen ja kielen kehitykselle. Äänteellinen kehitys edellyttää toimivaa aistijärjestelmää, hermoverkostoa ja ääntöelimistöä. Fonologinen tietoisuus, eli kyky käsitellä kielen äännerakennetta, kuten -tavuja, äänteitä ja riimejä, kehittyy vähitellen ja on keskiössä myöhemmän lukutaidon kannalta. Aikaisemman tutkimustiedon valossa, fonologisen tietoisuuden tiedetään olevan yksi vahvimista lukutaidon ennustajista (Melby-Lervåg ym., 2012; National Reading Panel, 2000). Suomessa fonologisia taitoja hyödynnetään osana varhaisten lukutaitojen arviointimenetelmiä (Lukimat, n.d).

Sanaston kehitys kulkee rinnakkain äänteellisten taitojen kanssa (Attanasio, 2024; Bronfenbrenner & Morris, 2006). Ensisanojen tuottaminen edellyttää äänteellistä osaamista, mutta sanaston laajeneminen perustuu myös kognitiivisiin ja sosiaalisiin tekijöihin. Työmuisti on keskeinen mekanismi sanaston oppimisessa, sillä se mahdollistaa uusien sanojen säilyttämisen ja käsittelyn (Gathercole & Baddeley, 1993). Työmuistin kapasiteetti ennustaa sekä sanaston että kieliopin omaksumista (Verhagen & Leseman, 2016). Nimeämisen sujuvuus ja tarkkuus kertovat, kuinka hyvin lapsi on omaksunut sanan merkityksen ja käyttöyhteydet (Niemitalo-Haapola ym., 2020). Kieliopin oppimisessa korostuvat sanojen taivutusmuotojen omaksuminen, sanaluokkien hallinta ja lauserakenteiden muodostaminen. Varhainen kielioppi on usein yksinkertaista ja läpinäkyviin rakenteisiin perustuvaa, mistä lapsi siirtyy vähitellen kielellisesti monimutkaisempiin muotoihin. Kielen käyttötaito eli pragmaattinen kielitaito sisältää kyvyn tulkita ja tuottaa tilanteeseen sopivaa kieltä. Se mahdollistaa keskustelun, kertomisen, huumorin ymmärtämisen ja epäsuorien viestien tulkinnan. Pragmaattiset taidot rakentuvat vuorovaikutuskokemuksista ja vahvistuvat leikin ja sosiaalisen toiminnan kautta.

Kielen kehitystä ei voida tarkastella irrallisena lapsen ajattelun kehityksestä. Vygotskyn (1986) mukaan kieli toimii ajattelun välineenä ja mahdollistaa abstraktien käsitteiden muodostamisen. Sosiaalisessa vuorovaikutuksessa lapsi omaksuu kielellisiä rakenteita, jotka muuntuvat vähitellen sisäiseksi puheeksi. Sisäisen puheen kautta ajattelu ohjautuu ja lapsi ratkoo ongelmia. Näkökulma on keskeinen myös matemaattisten taitojen kehityksen kannalta, sillä matemaattinen ajattelu edellyttää kykyä luokitella, vertailla, sarjoittaa ja käsitteellistää kaikkia prosesseja, joita kieli tukee (Niemitalo-Haapola ym., 2020).

Kielen kehitys on vahvasti sidoksissa sosiaaliseen vuorovaikutukseen (Piaget, 1988, 1999). Erityisesti leikin kautta toteutuva sosiaalinen vuorovaikutus kehittää lapsen kielellisiä taitoja varhaislapsuudessa. Piaget'n kognitiivisen kehityksen teoria kuvaa leikin etenevän vaiheittain harjoitteluleikeistä, symboli-, rooli- ja sääntöleikkeihin, jotka heijastavat lapsen ajattelun ja kielellisten taitojen kehittymistä. Leikin monimuotoistuminen tarjoaa lapselle mahdollisuuksia harjoitella sanavarastoa, kielen

rakenteita ja vuorovaikutustaitoja luonnollisissa tilanteissa. Piaget'n (1952) mukaan lukumääräisyyden ja laskemisen kehittyminen kytkeytyy loogisen ajattelun rakenteiden kehitykseen. Esimerkiksi yksi yhteen -vastaavuuden ymmärtäminen edellyttää lukumäärän ja laskemisen hallintaa.

2.3 Matemaattinen kehitys

Varhaislapsuudessa matemaattiset taidot kehittyvät rinnakkain kielellisten taitojen kanssa muodostaen keskeisen perustan lapsen myöhemmälle oppimiselle (Salminen ym., 2021). Tässä tutkielmassa matemaattisia taitoja tarkastellaan neljän kehittyvän osataidon kautta: suhdekäsitteiden ymmärtäminen, lukumääräisyyden taju, laskutaito ja aritmeettiset taidot (Aunio, 2008; Aunio & Räsänen, 2016). Varhaislapsuudessa matemaattiset perustaidot kehittyvät hierarkkisesti. Aluksi ne ilmenevät toisistaan erillisinä prosesseina. Ensin toisistaan erillään ilmenevät prosessit integroituvat toisiinsa kuitenkin yksilönkehityksen varhaisissa vaiheissa muodostaen laajempia kokonaisuuksia.

Lapsella on synnynnäinen kyky hahmottaa ja tunnistaa pieniä lukumääriä, mikä ilmenee jo varhaisessa kehityksessä (Aunio, 2008). Tätä synnynnäistä ominaisuutta kutsutaan subitisaatioksi eli lukumääräisyyden tajuksi (Kaufmann ym., 1949). Subitisaatio ei ole varsinaista laskemista vaan tarkka ja automaattinen kyky havaita pieniä lukumääriä (noin 1–4), nopeasti ilman tietoista laskemista. Lukumäärien muuttuessa suuremmiksi, täsmällinen tunnistus ei enää riitä (Coubart ym., 2014; Lipton & Spelke, 2004; Xu & Spelke, 2000). Suurempien määrien erottelamiseen lapsi hyödyntää synnynnäistä, kielestä ja lukutaidosta riippumatonta ANS:ää (*Approximate Number System*). ANS on epätarkkaa lukumäärien havainnointia, jonka avulla lapsi pystyy nopeaan määrällisten erojen vertailuun sekä tunnistamiseen. Mitä merkittävämpi vaihtelu vertailtavien ryhmien suuruudessa esiintyy, sitä helpompaa lapselle on hahmottaa määrällisiä eroja. Näiden pysyvien synnynnäisten ominaisuuksien rinnakkainen toiminta luo perustaa myöhemmälle matemaattiselle kehitymiselle, kuten käsitteelliselle määrien ymmärtämiselle sekä laskemisen taidolle (Aunio & Räsänen, 2016; Gelman & Gallistel, 1978; Joutsenlahti ym., 2017).

Suhdekäsitteet linkittyvät kykyyn vertailla ja arvioida määriä sekä havaita niissä tapahtuvia muutoksia (Aunio, 2008; Aunio & Räsänen, 2016). Luokittelulle ja vertailulle keskeisiä käsitteitä ovat muun muassa suurempi - pienempi, enemmän - vähemmän ja ennen - jälkeen. Suhdekäsitteiden ymmärtäminen ei perustu suoraan numeeriseen tietoon, vaikka matematiikassa lukuja voidaan vertailla. Varhaislapsuudessa suhdesanaston omaksuminen alkaa yksittäisten sanojen oppimisesta. Aluksi lapsi oppii hallitsemaan konkreettisten asioiden ja tilanteiden välisiä suhteita. Myöhemmin lapsi siirtyy abstraktimpaan osaamiseen. Kehityksen myötä lapsi pystyy soveltamaan suhdesanoja erilaisissa tilanteissa ja tekemään niiden avulla loogisia päätelmiä, mikä tukee matemaattisen ajattelun laajempaa kehittymistä.

Laskemisen taidolla tarkoitetaan kykyä suorittaa määrien laskemista edellyttäviä toimintoja (Gelman & Gallistel, 1978; Sarnecka ym., 2014). Gelman ja Gallistel (1978) esittävät laskemisen periaatteen pohjautuvan viiteen osa-alueeseen; yhden suhde yhteen- (*one-to-one correspondence principle*), vakiituneen järjestyksen- (*stable-order principle*), kardinaalisuuden- (*cardinal principle*), abstraktisuuden- (*abstraction principle*) ja järjestyksen merkittömyyden periaatteesta (*order-irrelevance principle*). Yhden suhde yhteen -periaate on kyky ymmärtää yhden lukusanan vastaavan yhtä laskettavaa elementtiä. Vakiintuneen järjestelmän periaatteella tarkoitetaan käsitystä lukusanojen järjestyksen pysyvyydestä. Kardinaalisuuden käsite on ymmärrys viimeisen lukusanan merkityksestä koko lasketun joukon lukumääränä. Ymmärrys kaikkien niin abstraktien kuin konkreettistenkin asioiden, esineiden ja tapahtumien laskemisesta pohjautuu abstraktion periaatteeseen. Lapsen ymmärtäessä tämän periaatteen, pystyy hän laskemaan toisistaan erilaisten muuttujien välisiä ominaisuuksia. Toisin kuin vakiintuneilla järjestysluvuilla, ei laskettavien yksiköiden järjestyksellä laskutoimituksissa ole merkitystä. Periaatteen ymmärtäminen mahdollistaa laskujärjestyksen muuntamisen. Yhden osa-alueen puute tai virhe siinä saattaa johtaa laskusuorituksen epäonnistumiseen.

Määrällisen laskutaidon lisäksi, lapsi omaksuu matemaattisten symbolien hallinnan ja lukujonotaidot (Aunio, 2008; Aunio & Räsänen, 2016; Fuson, 1982). Lukujonotaitojen kehitys on vaiheittaista. Ensin lapsi oppii luettelemaan luvut oikeassa järjestyksessä, josta hän siirtyy lukujonojen hyödyntämiseen joustavasti, esimerkiksi hyppäämällä

lukujen yli tai kulkemalla lukujonoa taaksepäin. Luettelotaitojen kehittyminen edellyttää kielellistä kykyä erotella ja kuunnella puhetta. Laskeakseen määriä, tulee lapsen hallita lukujonon toiminta. Lukukäsitteiden ymmärtäminen eli numeeriset taidot perustuvat havaintojärjestelmän kautta tallennettavaan tietoon (Goswami, 2008).

Numerosymboleiden hallinnan merkitys korostuu vasta koulumaailman formaalissa matematiikassa (Salminen ym., 2021).

Varhaislapsuudessa kehittyvillä aritmeettisilla taidoilla tarkoitetaan kattavaa kokonaisuutta, johon lukeutuvat yhteen- ja vähennyslaskut sekä aritmeettisen yhdistämisen hallinta (Aunio, 2008). Nämä taidot ovat tiiviissä yhteydessä lukumääräisyyden tajun, laskutaidon sekä matemaattisten suhteiden ymmärtämisen kanssa. Varhaiset aritmeettiset prosessit, kuten yhteen- ja vähennyslaskut, opitaan usein konkreettisten esineiden, esimerkkien ja sormien avulla (Aunio ym., 2004; Gelman & Gallistel, 1978; Sarnecka ym., 2014). Abstraktin ajattelun kehittymisen myötä muodostuu lapselle kyky suorittaa laskutoimituksia mielessä, ilman ulkoisia apuvälineitä. Laskujen suorittamisessa, kuten summaamisessa eli yhteenlaskussa, käytetään aritmeettista yhdistelyä. Yhdistelyssä lapsi käyttää oppimiaan lukukäsitteitä ja lukujonoja.

Toiston myötä yksinkertaiset laskutoimitukset tallentuvat pitkäkestoiseen muistiin, luoden muististrategioita (Dehaene, 2011; Gathercole & Baddeley, 1993; Luotoniemi ym., 2009, Viesel-Nordmyer ym., 2022). Muististrategiat vähentävät aritmeettisen yhdistelyn sekä laskemisen aiheuttamaa työmuistin kuormitusta ja kasvattavat kognitiivista toimintakapasiteettia. Laskemisen sujuvoituminen ja kuormituksen väheneminen mahdollistaa lapsen taitojen kehittymisen ja vaativampien laskutoimitusten ratkaisemisen. Noin viiden–kuuden vuoden iässä lapsi kykenee ratkaisemaan yksinkertaisia sanallisia laskutehtäviä (Hornburg ym., 2024; Jordan ym., 2009; Purpura ym., 2017).

Matemaattisten taitojen kehitykselliset erot ilmenevät muun muassa lasten tekemien arkisten lukumäärähavaintojen yleisyydessä (Hannula & Lehtinen, 2005; Hannula ym., 2010). Spontaani lukumäärien huomiointi (*Spontaneous Focusing on Numerosity, SFON*) viittaa lapsen taipumukseen kiinnittää huomiota lukumääriin ja hyödyntää

havaintoja toiminnassa. SFON voi ilmetä omaehtoisesti tai ympäristön ärsykkeiden seurauksena. Lapsen ympäristö sekä siinä toimivat aikuiset vaikuttavat merkittävästi siihen, millaisia matemaattisia havaintoja lapsi tekee. Aikuinen voi sanoillaan ja toiminnallaan ohjata lasta havainnoimaan ympäristöä matemaattisten määrien kautta. Varhaiskasvatuksessa toimintaympäristön muokkaaminen muun muassa lukumääräsyöttien avulla on helppokäyttöinen ja jokapäiväinen SFON-aktivoija. SFON-taito on yhteydessä myöhempään matemaattiseen osaamiseen. Yksilöt, jotka aktiivisesti kiinnittävät spontaanisti huomiota lukumääriin, harjoittavat samalla määrien erottelua ja vertailua arjen tilanteissa. Toiminta vahvistaa lapsen myöhempiä valmiuksia omaksua muodollisempia matemaattisia käsitteitä ja laskustrategioita.

Varhaiskasvatusympäristössä matemaattista ajattelua tuetaan aikuisen puheella, toiminnalla ja myönteisellä ilmapiirillä (OPH, 2022). Tutkimukset osoittavat varhaiskasvatuksen laadun korreloituvan yhdessä siellä toteutettavan vuorovaikutuksen kanssa (Mashburn ym., 2008; Muhonen ym., 2020). Lapsen motivaatio, temperamenttipiirteet ja käsitys omista kyvyistä vaikuttavat siihen, kuinka myönteisesti hän suhtautuu matematiikan oppimiseen (Bronfenbrenner ym., 2006). Haasteet matemaattisissa taidoissa tai kokemus omasta osaamattomuudesta voivat johtaa matematiikka-ahdistukseen, jolla on tunnistettu olevan heikentäviä vaikutuksia työmuistin toimintaan sekä oppimisen valmiuksiin (Ashcraft, 2002; Barroso ym., 2021; Gunderson ym., 2012).

Varhainen oppimisen haasteiden tunnistaminen ja tuki vaikuttavat myöhempään suoriutumiseen (Gunderson ym., 2012; Jordan ym., 2009). Mitä aikaisemmin lapsen kokemiin haasteisiin puututaan, sitä paremmin voidaan ehkäistä ahdistuksen kasautumista sekä tukea myönteisen oppimisasenteen kehittymistä.

Varhaiskasvatuksessa matemaattista ajattelua voidaan tukea esimerkiksi tarjoamalla lapsille mahdollisuuksia vertailla määriä, luokitella esineitä, havainnoida muotoja ja osallistua arjen tilanteisiin, joissa lukumääriä käsitellään luonnollisesti. Aikuisen sensitiivinen ohjaus ja kielellinen mallintaminen auttavat lasta liittämään matemaattiset havainnot käsitteisiin ja vahvistavat näin matemaattisten taitojen kehittymistä (OPH, 2022).

3 Menetelmä

Kirjallisuuskatsaus on tutkimusmenetelmä, jonka avulla voidaan koota, tiivistää ja arvioida olemassa olevaa tutkimustietoa sekä tuottaa uutta ymmärrystä tarkasteltavasta ilmiöstä (Salminen, 2023). Kirjallisuuskatsauksen luonne vaihtelee sen tarkoituksen mukaan. Se voi pyrkiä uuden teorian kehittämiseen, aiemman teorian historialliseen tarkasteluun, olemassa olevan tiedon jäsentämiseen, tutkimusaukkojen tunnistamiseen tai laajan asiakokonaisuuden kokoamiseen tiiviiksi ja kriittiseksi synteesiksi. Hyvin toteutettu kirjallisuuskatsaus on johdonmukainen, analyyttinen ja kriittinen kokonaisuus, joka esittelee sekä aiemman että sen pohjalta syntyvän uuden tulkinnan.

Tämän tutkielman menetelmänä käytetään systemaattista kirjallisuuskatsausta (Salminen, 2023). Menetelmän tavoitteena on koota, arvioida ja vertailla aiempaa tutkimustietoa matemaattisten ja kielellisten taitojen kehityksen yhteydestä varhaislapsuudessa. Systemaattinen lähestymistapa mahdollistaa aiemman tutkimusnäytön järjestelmällisen tarkastelun ja synteesin, jonka avulla voidaan muodostaa kokonaiskuva ilmiöstä sekä tunnistaa tutkimuskentän keskeisiä puutteita ja jatkotutkimuksen tarpeita.

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus tiivistää aiemman tutkimustiedon selkeäksi kokonaisuudeksi, joka sisältää olennaiset havainnot tutkittavasta aiheesta (Kallio, 2006; Petticrew, 2001). Menetelmä soveltuu erityisen hyvin hypoteesien arviointiin ja tutkimusaukkojen tunnistamiseen, sillä se perustuu läpinäkyvään ja toistettavaan prosessiin (Salminen, 2023). Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen toteuttamiseen on tunnistettu seitsemän vaihetta: tutkimuskysymyksen määrittely, kirjallisuuden ja tietokantojen valinta, hakutermien määrittäminen, hakutulosten käytännöllinen seulonta, metodologinen seulonta, katsauksen laatiminen sekä tulosten syntetisointi (Fink, 2005, 2019).

Vaiheittain etenevän prosessin avulla tutkittavasta ilmiöstä voidaan tuottaa uskottava ja tarkkarajainen kuva (Salminen, 2023). Aineiston huolellinen seulonta ja tutkijan metodologinen ymmärrys varmistavat tutkimuksen loogisen ja todenmukaisen perustan. Tulosten syntetisointi eli tutkimusten keskeisten löydösten raportointi,

tutkimustarpeiden osoittaminen, löydösten tulkinta ja aineiston laadun arviointi, tekevät katsauksen sisällöstä läpinäkyvän ja tieteellisesti perustellun (Green ym., 2006; Metsämuuronen, 2005).

3.1 Tutkielman tarkoitus ja tutkimuskysymykset

Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena oli selvittää, millaisia yhteyksiä matemaattisilla ja kielellisillä taidoilla on havaittu varhaislapsuudessa. Koska matemaattisten ja kielellisten taitojen välinen yhteys ei ole yksisuuntainen (Hornburg, 2024; Purpura, 2017; Vukovic & Lesaux, 2013), tutkimuksessa tarkasteltiin yhteyksiä sekä kielellisestä että matemaattisesta näkökulmasta. Kirjallisuuskatsauksen tarkoitus oli kuvata aihetta mahdollisimman kattavasti, jotta taitojen hyödynnettävyyttä varhaiskasvatuksessa, ja tietoa niiden vaikutuksesta toisiinsa voitaisiin lisätä.

Tutkimuskysymykset:

- 1. Miten matemaattinen osaaminen on yhteydessä kielelliseen kehitykseen?*
- 2. Miten kielellinen kehitys on yhteydessä matemaattiseen osaamiseen?*

3.2. Aineiston valinta

Tutkielman aineisto koottiin Turun yliopiston eettisen toimikunnan ohjeistusta noudattaen (TENK, 2026). Lähteiden hankinnassa hyödynnettiin luotettavaksi määriteltyjä kotimaisia ja kansainvälisiä tietokantoja, kuten ERICsiä, ResearchGatea, PsycInfoa, Pubmediaa, Google Scholaria ja Finnaa. Näistä tietokannoista etsittiin vertaisarvioituja tieteellisiä artikkeleita, aiempia alan tutkimuksia sekä viranomaisjulkaisuja, jotka tarjoavat teoreettista ja empiiristä tietoa matemaattisen osaamisen ja kielen kehityksen välisestä suhteesta varhaislapsuudessa.

Aineiston valintaa ohjasivat selkeät kriteerit. Ensinnäkin tutkielmaan sisällytettiin suomen- ja englanninkielisiä julkaisuja, jotta aineisto olisi sekä kansainvälinen että kansallisesti relevantti. Toiseksi pyrittiin hyödyntämään mahdollisimman ajankohtaista tutkimustietoa, sillä alan tutkimukset kehittyvät nopeasti. Samalla mukaan otettiin myös aiempia, historiallisesti merkittäviä julkaisuja. Tutkimuksen kannalta oli tärkeää tarkastella, miten käsitykset matemaattisten ja kielellisten taitojen kehityksen välisistä

yhteyksistä ovat muuttuneet ajan myötä. Näin aineisto mahdollisti sekä nykytilan että kehityskulun analysoinnin.

Aineiston relevanssi arvioitiin useassa vaiheessa. Alustava seulonta perustui artikkelien tiivistelmiin, avainsanoihin ja keskeisiin tuloksiin, joiden perusteella tunnistettiin tutkimuskysymysten kannalta potentiaaliset lähteet. Seuraavaksi valikoidut julkaisut luettiin kokonaisuudessa ja arvioitiin kriittisesti. Arvioinnissa tarkasteltiin tutkimusasetelman ja menetelmien luotettavuutta, tulosten johdonmukaisuutta, julkaisun ajankohtaisuutta sekä sitä, miten hyvin tutkimus vastasi tutkielman rajaukseen ja tavoitteisiin. Lisäksi huomioitiin lähteiden tieteellinen uskottavuus ja niiden tarjoama tiedon syvyys.

Lopullinen aineisto (Taulukko 1) muodostui julkaisuista, jotka täyttivät nämä kriteerit ja tarjosivat riittävän pohjan analyyttisen synteesin tuottamiselle. Aineiston avulla pyrittiin muodostamaan kokonaiskuva siitä, miten matemaattinen osaaminen vaikuttaa kielen kehitykseen ja miten kielen kehitys puolestaan vaikuttaa matemaattiseen osaamiseen varhaislapsuudessa. Näin aineisto mahdollisti tutkimuskysymysten tarkastelun sekä teoreettisesta että empiirisestä näkökulmasta.

Taulukko 1. Kirjallisuuskatsauksen aineisto

Tekijät ja julkaisuvuosi	Otsikko
<i>Aunio, P., Heiskari, P., Van Luit, J. E., & Vuorio, J.-M. (2015)</i>	<i>The development of early numeracy skills in kindergarten in low-, average- and high-performance groups</i>
<i>Davis-Kean, P. E., Tighe, L. A., Waters, N. E., & Eccles, J. S. (2021)</i>	<i>The Role of Parent Educational Attainment in Parenting and Children's Development”</i>
<i>Dehaene, S. (2011)</i>	<i>“The number sense: How the mind creates mathematics.</i>
<i>Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., & Sexton, H. (2007)</i>	<i>School readiness and later achievement</i>
<i>Hornburg, C. B., King, Y. A., Westerberg, L., Schmitt, S. A., & Purpura, D. J. (2024)</i>	<i>The roles of mathematical language and emergent literacy skills in the longitudinal prediction of specific early numeracy skills</i>
<i>Jordan, N. C., Kaplan, D., Ramineni, C., & Locuniak, M. N. (2009)</i>	<i>Early math matters: Kindergarten number competence and later mathematics outcomes</i>
<i>LeFevre, J.-A., Fast, L., Skwarchuk, S.-L., Smith-Chant, B. L., Bisanz, J., Kamawar, D., & Penner-Wilger, M. (2010)</i>	<i>Pathways to mathematics: Longitudinal predictors of performance</i>
<i>Melby-Lervåg, M., Lyster, S.-A. H., & Hulme, C. (2012)</i>	<i>Phonological skills and their role in learning to read: A meta-analytic review.</i>
<i>Peng, P., Namkung, J., Barnes, M., & Sun, C. (2016)</i>	<i>A meta-analysis of mathematics and literacy: Shared cognitive skills and developmental pathways.</i>
<i>Purpura, D. J., Logan, J. A. R., Hassinger-Das, B., & Napoli, A. R. (2017)</i>	<i>Why do early mathematics skills predict later reading? The role of mathematical language.</i>

- Salminen, J., Khanolainen, D., Koponen, T., Torppa, M., & Lerkkanen, M.-K. (2021) *Development of Numeracy and Literacy Skills in Early Childhood—A Longitudinal Study on the Roles of Home Environment and Familial Risk for Reading and Math Difficulties*
- Sarnecka, B. W., Goldman, M. C., & Slusser, E. B. (2014) *How counting leads to children's first representations of exact, large numbers.*
- Slot, P. L., Bleses, D., & Jensen, P. (2020) *Infants' and Toddlers' Language, Math and Socio-Emotional Development: Evidence for Reciprocal Relations and Differential Gender and Age Effects*
- Ten Braak, D., Lenes, R., Purpura, D. J., Schmitt, S. A., & Størksen, I. (2022) *Why do early mathematics skills predict later mathematics and reading achievement? The role of executive function*
- Viesel-Nordmeyer, N., Röhöm, A., Starke, A., & Ritterfeld, U. (2022) *How language skills and working memory capacities explain mathematical learning from preschool to primary school age: Insights from a longitudinal study*
- Vukovic, R. K., & Lesaux, N. K. (2013) *The relationship between linguistic skills and arithmetic knowledge*

4 Osa-alueiden kehityksellinen yhteys

4.1 Kielellisten taitojen merkitys matemaattiselle kehitykselle

Kielelliset taidot muodostavat keskeisen perustan matemaattiselle ajattelulle (Davis-Kean ym., 2021; LeFevre ym., 2010; Salminen ym., 2021; Slot ym., 2020). Pieni lapsi jäsentää ympäristöään ensisijaisesti kielen avulla. Kielelliset välineet, kuten lukusanat, vertailukäsitteet ja järjestystä kuvaavat termit, mahdollistavat määrällisten kokemusten ymmärtämisen. Jo yksilönkehityksen varhaisessa vaiheessa tapahtuva ANS:n ja kielellisten taitojen integraatio, on yhteydessä myöhempään matemaattiseen osaamiseen (Dehaene ym., 2011).

Slot ym. (2020) tekivät kattavan tutkimuksen 18–36 kuukauden ikäisten lasten kielellisten-, matemaattisten- ja sosioemotionaalisten taitojen kehityksestä sekä niiden mahdollisista yhteyksistä. Tutkimuksessa selvisi parempien kielellisten perusvalmiuksien vaikuttavan matemaattisten taitojen, erityisesti matemaattisen sanaston, nopeampaan omaksumiseen. Tarkasteltaessa sukupuolen merkitystä esille nousi kielellisten valmiuksien vaikutus erityisesti poikalasten matemaattiseen oppimiseen. Kokonaisuudessaan teos korostaa, kuinka kielelliset valmiudet vaikuttavat matemaattiseen kehitykseen jo taaperoiässä.

Laaja tutkimusnäyttö osoittaa, että varhaiset kielelliset taidot ennustavat myöhempää matemaattista osaamista jopa muita taustatekijöitä selkeämmin (Davis-Kean ym., 2021; Jordan ym., 2009; Slot ym., 2020). Davis-Kean ym. (2021) selvittivät tutkimuksessaan varhaisten matemaattisten ja kielellisten taitojen vaikuttavan myöhäisempään koulumenestykseen. Tulos oli vahvin sekä johdonmukaisin tutkimuksessa esille noussut havainto. Merkittävimiksi kielellisiksi indikaattoreiksi tunnistettiin sanavarasto sekä kielellinen ymmärrys. Niiden huomattiin ennustavan niin peruslaskutaitoa kuin myös matemaattista päättelyä. Varhaisen kielen rooli tunnistettiin olevan varhaista matemaattista osaamista vaikuttavampi tarkasteltaessa myöhäisempää matemaattista osaamista. Kielen havaittiin toimivan porttina matemaattiselle oppimiselle. Sanavaraston laajuus ja käsitteiden hallinta tukevat määrien ja suhteiden prosessointia, joka on matemaattisen ajattelun ydin. Lapsi oppii nimeämään havaittuja määriä lukusanoilla, jotka hän liittää konkreettisiin kokemuksiin

käsitteellisen hallinnan ansiosta. Ilman tätä kielellistä porttia lapsen intuitiivinen ja likimääräinen lukumääräjärjestelmä ei kehity täsmälliseksi käsitteelliseksi ymmärrykseksi.

Lukujonotaitojen kehittyminen on yksi varhaisen matemaattisen keskeisimmistä vaiheista, joka edellyttää monipuolisia kielellisiä ja kognitiivisia valmiuksia (LeFevre ym., 2010; Salminen ym., 2021; Viesel-Nordmyer ym., 2022). Ennen kuin lapsi ymmärtää lukusanojen käsitteellisen merkityksen, hän omaksuu lukujonot sanallisina loruina, joiden merkitys avautuu vähitellen. Oppiminen tapahtuu aikuisen kielellisen mallinnuksen ja konkreettisten esimerkkien avulla. Lukujonon käsitteellinen ymmärtäminen edellyttää fonologista tietoisuutta, joka mahdollistaa lukusanojen erottelun ja järjestämisen. Työmuistin avulla lapsi ylläpitää mielessä lukujonoa sekä suorittaa laskutoimituksia. Kielen avulla lapsi omaksuu yhden – periaatteen, joka lukusanojen ja lukujonotaitojen taustalla toimii.

Laskemisen taidot eivät kuitenkaan kehity pelkästään lukusanojen hallinnan pohjalta, sillä kehitys edellyttää kykyä tulkita lukujen välisiä suhteita ja muutoksia (Hornburg ym., 2024; Purpura ym., 2017). Matematiikalla on oma useiden symboleiden ja sanallisten ilmaisujen joukosta koostuva kielensä (Hornburg ym., 2024). Matemaattisen kielen avulla lapsi vertailee määriä, luokittelee yksiköitä sekä havainnollistaa suhdekäsitteitä. Aritmeettiset peruslaskutoimitukset eli yhteen-, vähennys-, kerto- ja jakolaskut nojaavat vahvasti kielellisiin prosesseihin, sillä matemaattinen kieli välittää informaatiota lukujen välisistä suhteista. Sanalliset tehtävät ovat tästä selkeä esimerkki. Sanallisten laskutehtävien hahmottamiseksi lapsi tarvitsee kielellisiä ilmaisuja (esimerkiksi lisätä ja vähentää). Tutkimusten mukaan juuri sanallisten tehtävien ratkaiseminen ennustaa vahvasti myöhempää matemaattista osaamista, sillä ne vaativat sekä kielellistä että matemaattista prosessointia (Hornburg ym., 2024; Purpura ym., 2017). Matemaattinen kieli ei ole pelkästään väline matemaattisten käsitteiden kuvaamiselle. Se muodostaa itsenäisen taitoalueen, joka tukee matemaattisen ajattelun kehitystä. Purpura ym. (2017) huomasivat tutkimuksessaan matemaattisen kielen olevan ainut myöhempää matemaattista kyvykkyyttä ennustava muuttuja, joka ei ole riippuvainen muista yleisen kielen taidoista.

Symbolisen matematiikan hyödyntäminen korostuu erityisesti kouluikää lähestyessä, jolloin lapsi siirtyy intuitiivisesta ja konkreettisesta ajattelusta kohti formaalia matematiikkaa (LeFevre ym., 2010). LeFevre tutkimus ryhmineen esitti matemaattisen kehityksen rakentuvan kolmen kognitiivisen kehityslinjan (kvalitatiivinen-, kielellinen- ja avaruudellinen linja) varaan. Kielellinen linja oli keskiössä symbolisen järjestelmän ymmärtämisessä. Kulttuurivälitteisten symbolisten tehtävien ratkaiseminen edellyttää numerosymbolien sekä muiden matemaattisten merkkien hallintaa. Ilman kielellistä ymmärrystä symbolit jäävät irrallisiksi merkeiksi, eikä lapsi kykene rakentamaan niistä matemaattisesti hyödynnettäviä lausekkeita. Tämä osoittaa, varhaisen symbolisen matematiikan rakentuvan kielellisen ymmärtämisen varaan.

Kieli ja matematiikka rakentuvat osin samoille kognitiivisille resursseille, kuten työmuistille, tarkkaavaisuudelle ja fonologiselle prosessoinnille (LeFevre ym., 2010; Salminen ym., 2021; Viesel-Nordmyer ym., 2022). Kielellinen työmuisti mahdollistaa numerosarjojen, ohjeiden ja laskustrategioiden ylläpitämisen mielessä, ja sen on osoitettu välittävän osan kielellisten taitojen vaikutuksesta matemaattiseen oppimiseen. Fonologinen tietoisuus ja nopea nimeäminen ennustavat puolestaan matemaattisen sujuvuuden ja lukusanojen hallinnan kehittymistä (LeFevre ym., 2010; Melby-Lervåg ym., 2012; Salminen ym., 2021). Nämä taidot ovat keskeisiä erityisesti tehtävissä, joissa lapsen tulee yhdistää kielellistä ja numeerista tietoa, kuten sanallisissa tehtävissä ja monivaiheisissa laskutoimituksissa. Tämän voidaan katsoa syyksi, miksi kielelliset vaikeudet heijastuvat usein myös matemaattisiin taitoihin ja aritmeettiseen automatisoitumiseen.

Ympäristökijät vaikuttavat merkittävästi siihen, miten kielelliset ja matemaattiset taidot kehittyvät (Jordan ym., 2009; Salminen ym., 2021). Varhaiset vuorovaikutustilanteet ja aikuisen kielellinen tuki luovat pohjaa matemaattiselle ajattelulle. Kielellisesti rikkaat varhaiskasvatus- ja kotiympäristöt tarjoavat lapselle mahdollisuuksia kuulla ja käyttää määräsuhteisiin, vertailuihin ja järjestykseen liittyvää sanastoa, mikä tukee matemaattisen kielen ja ajattelun kehittymistä (Salminen ym., 2021). Näin ollen matemaattinen kehitys rakentuu sekä yksilöllisten kognitiivisten valmiuksien että ympäristön tarjoamien kielellisten ja kokemuksellisten mahdollisuuksien yhteisvaikutuksena.

4.2 Matemaattisten taitojen merkitys kielelliselle kehitykselle

Varhaiset matemaattiset taidot näyttävät olevan yhteydessä lapsen myöhempään kielelliseen kehitykseen (Duncan ym., 2007; Purpura ym., 2017; Salminen ym., 2021; Ten Braak ym., 2022). Varhaislapsuudessa kielelliset taidot omaksutaan ensisijaisesti sosiaalisen vuorovaikutuksen kautta (Tomasello, 2003). Osa tutkimuksista esittää myös matemaattisilla valmiuksilla olevan merkittävä rooli akateemisten valmiuksien rakentumisessa (Duncan ym., 2007).

Duncan ym. (2007) analysoivat kuuden laajan pitkittäistutkimuksen aineistoja ja havaitsivat varhaisten matemaattisten taitojen olevan vahvin myöhemmän akateemisen suoriutumisen selittäjä. Erityisesti numeeriset taidot, laskennalliset valmiudet ja matemaattinen päättely ennustivat sekä kielellistä että matemaattista kehitystä. Tulokset säilyivät vahvoina myös silloin, kun analyyseistä kontrolloitiin perhetausta, kognitiiviset valmiudet ja yksilön lähtötaso. Vaikka varhainen lukutaito ennusti myöhempää lukutaitoa, olivat matemaattiset taidot kokonaisuudessaan voimakkaampi akateemisen kehityksen taustatekijä. Tämä selittyy matemaattisten tehtävien edellyttämällä loogisella päättelyllä, ongelmanratkaisulla ja abstraktien symbolien käsittelyllä.

Syy-seuraussuhteiden ymmärtäminen muodostaa matemaattisen ajattelun ytimen ja tukee lapsen kykyä ratkaista aritmeettisia ja suhteisiin perustuvia ongelmia (Duncan ym., 2007). Tällaiset tehtävät voivat hyödyttää myös lapsia, joilla on kielellisiä vaikeuksia, sillä matemaattinen ajattelu voi tarjota rakenteellisen kehityksen kielellisten ilmiöiden jäsentämiselle. Joidenkin tutkimusten mukaan matemaattinen kieli toimii keskeisenä sillanrakentajana matemaattisten ja kielellisten taitojen välillä (Purpura ym., 2017; Slot ym., 2020). Varhaiset matemaattiset perusvalmiudet, kuten lukumääräisyyden taju, vertailu, luokittelu ja sarjoittaminen, tukevat käsitteiden muodostumista ja kielellistä kategorisointia. Matemaattinen ongelmanratkaisu kehittää lasten kykyä jäsentää tapahtumien kulkua, mikä on keskeistä myös narratiivisen kielen ymmärtämisessä. Ongelmanratkaisun tyypillinen rakenne, jossa alkutilanteesta siirrytään prosessien kautta lopulliseen ratkaisuun, muistuttaa tarinankerronnallisia

taitoja. Nämä pragmaattiset eli tosiasioihin pohjautuvat käytännön taidot linkittivät loogiset matemaattiset laskutehtävät sekä kielen käyttö taitoa vaativat kielelliset prosessit toisiinsa. Matemaattisen kielen hallinta heijastui lasten myöhempään lukutaidolliseen suoriutumiseen muun muassa luetunymmärtämisen kautta (Purpura ym., 2017).

Useat tutkimukset korostavat matemaattisten ja kielellisten taitojen yhteistä kognitiivista perustaa, erityisesti työmuistia ja toiminnanohjausta (Peng ym., 2016; Ten Braak ym., 2022). Matemaattisten taitojen, kuten lukujonotaitojen, perusaritmetiikan ja sanallisen laskemisen sekä matemaattisen kielen, huomattiin vaikuttavan sekä myöhempää matematiikan että lukemisen osaamiseen (Ten Braak ym., 2022). Ten Braak ym. (2022) tunnistivat toiminnanohjauksen vaikuttavan merkittävimpanä yhteisenä taustatekijänä kielen ja matematiikan kehityksen taustalla. Vaikka toiminnanohjaus selitti taitojen välistä yhteyttä, havaittiin matemaattisten valmiuksien tukevan oppimisprosesseja tukemalla laaja-alaisesti kognitiivisten prosessien toimintaa.

Spatiaalinen hahmottaminen on yksi keskeinen mekanismi, jonka kautta matemaattiset ja kielelliset taidot kytkeytyvät toisiinsa (Hornburg ym., 2024; Lipton & Spelke, 2004; Saikko, 2020; Vukovic & Lesaux, 2013). Spatiaalisten suhteiden tunnistaminen ja nimeäminen (esim. suuntien ja sijaintien käsitteet) edistää sekä matemaattisen kielen omaksumista että sanavaraston laajentumista. Matemaattinen ajattelu auttaa lasta jäsentämään ympäristöään, mikä puolestaan tukee kielellistä kategorisointia ja käsitteiden oppimista. Näitä kielellisiä ominaisuuksia lapsi käyttää lauserakenteiden luomisessa sekä sanallisessa selittämisessä.

Matemaattisten taitojen vaikutus kielelliseen kehitykseen näyttäytyy pääasiassa epäsuorana ja välittyneenä (Purpura ym., 2017; Sarnecka ym., 2014; Slot ym., 2020; Ten Braak ym., 2022). Varhaislapsuuden matemaattiset leikit, pelit ja arjen tilanteet, joissa vertaillaan, lasketaan ja jäsennetään, tarjoavat luontevia mahdollisuuksia harjoitella keskustelutaitoja ja käsitteellistä kieltä. Aikuisten käyttämä matemaattinen sanasto rikastaa lapsen kielellistä ympäristöä ja tukee käsitteiden muodostumista, kuten Slot ym. (2020) tutkimuksessaan havaitsivat. Varhaiskasvatuksessa matemaattisia taitoja

tukemalla, voidaan tukea kielellisten taitojen kehitystä (Aunio & Räsänen, 2016; Hornburg ym., 2024; Peng ym., 2016; Purpura ym., 2017; Vukovic & Lesaux, 2013).

5 Pohdinta ja johtopäätökset

Tässä systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa selvitettiin, millaisia yhteyksiä matemaattisilla ja kielellisillä taidoilla on havaittu sekä kielellisestä että matemaattisesta näkökulmasta. Tulokset osoittivat johdonmukaisesti tutkittavien taitoalueiden välisen yhteyden (Davis-Kean ym., 2021; Purpura ym., 2017; Lipton & Spelke, 2004; Salminen ym., 2021). Taitojen kehitys ilmeni sekä rinnakkaisena että niiden keskinäisen vuorovaikutuksen kautta (Peng ym., 2016; Salminen ym., 2021). Tulokset tukevat aikaisempaa tutkimusnäyttöä, jonka mukaan varhaislapsuuden kielelliset ja matemaattiset valmiudet ennustavat myöhäisempää oppimista ja koulumenestystä (Melby-Lervåg ym., 2012; Salminen ym., 2021; Ten Braak ym., 2022; Verhagen & Leserman, 2016; Vukovic & Lesaux, 2013). Tutkielman tulokset laajentavat käsitystä matemaattisten ja kielellisten taitojen välisestä suhteesta korostamalla sen kaksisuuntaisuutta sekä dynaamisuutta.

Aiempi tutkimus on pitkään korostanut kielellisten taitojen merkitystä matemaattisen kehityksen perustana, jota myös tämän tutkimuksen tulokset vahvistavat (Davis-Kean ym., 2021; LeFevre ym., 2010; Salminen ym., 2021; Slot ym., 2020). Sanavarasto, kielellinen ymmärtäminen sekä fonologinen tietoisuus toimivat keskeisenä välineenä matemaattisten käsitteiden omaksumisessa ja matemaattisen ajattelun jäsentämisessä. Samanaikaisesti tulokset kuitenkin osoittavat, että matemaattisilla taidoilla on myös itsenäinen ja merkittävä rooli kielellisen kehityksen tukemisessa (Duncan ym., 2007; Purpura ym., 2017; Salminen ym., 2021; Ten Braak ym., 2022). Havainto on linjassa alan uudempien tutkimuslinjojen kanssa, joissa korostuvat matemaattinen ajattelu, looginen päättely sekä käsitteellinen jäsentäminen, joiden on tunnistettu tukevan kielellistä kehitystä. Näin ollen tämän tutkielman tulokset eivät ainoastaan vahvista aiempaa tutkimusta, vaan jäsentävät tietoa uudella tavalla, joka korostaa taitoalueiden vastavuoroista kehitystä.

Keskeisenä löydöksenä voidaan pitää kielellisten ja matemaattisten taitojen välisen yhteyden rakentuvan pitkälti jaettujen kognitiivisten prosessien varaan (Melby-Lervåg ym., 2012; Salminen ym., 2021; Ten Braak ym., 2022; Verhagen & Leserman, 2016; Vukovic & Lesaux, 2013). Työmuisti, tarkkaavaisuus, toiminnanohjaus ja

visuospatiaalinen prosessointi muodostavat perustan, jonka kautta molemmat taitoalueet kehittyvät. Tämä perspektiivi vahvistaa aikaisempien tutkimusten havaintoa kielellisten ja matemaattisten oppimisvaikeuksien yhdenaikaisesta ilmenemisestä, samalla tunnistuen niiden heijastuvan taustalla vaikuttavista kognitiivisista prosesseista. Havainto korostaa, ettei taitojen välinen yhteys ole vain sisällöllistä vaan syvällisesti kytköksissä tiedonkäsittelyn ja ajattelun perusprosesseihin.

Vaikka yhteiset kognitiiviset tekijät selittävät taitojen välistä yhteyttä, tunnistettiin tässä tutkimuksessa matemaattisille ja kielellisille taidoille omat yksilölliset kehityspolunsa (Bronfenbrenner & Morris, 2006; Coubart ym., 2014; Dehaene, 2011; Lipton & Spelke, 2004; Xu & Spelke, 2000). Matemaattisten taitojen yksilöllistä kehityspolkua tukivat tunnistetut synnynäiset valmiudet kuten lukumääräisyyden taju ja ANS-järjestelmä. Taidot olivat itsenäisiä, eikä niiden varhainen ilmeneminen tai kehitys ollut riippuvaista kielellisistä taidoista. Vastaavasti kielen yksilöllinen kehityspolku havaittiin varhaisten vuorovaikutustaitojen sekä puheäänteiden tunnistamisen kautta. Tämän voidaan katsoa viittaavan siihen, ettei taitojen välinen yhteys ole kaikilta osin symmetristä tai täysin samanlaista kaikissa yksilönkehityksen vaiheissa. Molempien taitoalueiden kehitys tapahtuukin dynaamisesti biologisten valmiuksien, kognitiivisten prosessien sekä ympäristötekijöiden kautta.

Yksi keskeinen näkökulma, jonka tämä tutkimus esittää, on matemaattisen kielen erityinen rooli taitoalueiden yhdistävänä rakennuspalikkana (Duncan ym., 2007; Hornburg ym., 2024; Purpura ym., 2017). Matemaattinen kieli ei näydy ainoastaan yleisen kielen osa-alueena, vaan omana itsenäisenä taitonaan. Sen avulla lapsi hallitsee matemaattisia käsitteitä sekä ilmaisee niitä. Samalla se toimii siltana kielellisen ja matemaattisen ajattelun välillä. Tämä havainto tarkoittaa aikaisempaa tutkimusta, jossa matemaattinen kieli on usein sisällytetty osaksi yleisiä kielellisiä taitoja ja korostaa sen merkitystä sekä tutkimuksellisenä että pedagogisena kohteena.

Tuloksia voidaan tarkastella myös teoreettisesta näkökulmasta. Ne tukevat erityisesti sosiokulttuurista lähestymistapaa, jossa kielen ja vuorovaikutuksen rooli osana oppimista korostuu (Bronfenbrenner & Morris, 2006; Davis-Kean ym., 2021; Purpura ym., 2017). Samalla tulokset kuitenkin haastavat yksisuuntaisia tulkintoja, joissa kielen

nähdään olevan ensisijainen kehityksen ohjaaja. Tässä tutkielmassa havaittu kaksisuuntainen yhteys viittaa näkökulmaan, jossa lapsen kehitys rakentuu useiden samanaikaisten ja toisiinsa vaikuttavien tekijöiden varaan. Näin ollen kielellisten ja matemaattisten taitojen kehitystä ei voida tarkastella erillisinä prosesseina vaan osana laajempaa kognitiivista ja sosiaalista perustaa.

Tulosten perusteella voidaan todeta varhaislapsuuden ympäristötekijöillä olevan keskeinen rooli molempien taitoalueiden muodostumisessa (Harju-Luukkainen ym., 2022; Hirsh-Pasek & Golinkoff, 2008; Gauvain, 2022; Bronfenbrenner & Morris, 2006; Joutsenlahti ym., 2017; OPH, 2022; Slot ym., 2020). Kielellisesti ja matemaattisesti rikastettu oppimisympäristö tukee molempien taitoalueiden kehitystä samanaikaisesti. Tämä ajatus haastaa tavanomaisempaa pedagogista käytäntöä, jossa kielelliset ja matemaattiset taidot kohdataan erillisinä osa-alueinaan. Sen sijaan tulokset tukevat integroidun pedagogiikan lähestymistapaa, jossa taitojen välistä yhteyttä hyödynnetään erityisesti kehityksen varhaisessa vaiheessa.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että kielellisten ja matemaattisten taitojen välinen yhteys on tiivis, vastavuoroinen sekä monitasoinen ilmiö. Se rakentuu sekä yhteisten kognitiivisten prosessien, yksilöllisten valmiuksien kuin ympäristötekijöidenkin kautta. Tämä tutkielma kokoaa yhteen aikaisemman tutkimustiedon sekä esittelee sen pohjalta esille nousseita uusia näkökulmia. Tulokset tarjoavat ymmärrystä taitoalueiden välisestä yhteydestä varhaislapsuudessa sekä esittelevät havaintojen pohjalta keinoja, joilla varhaiskasvatuksen pedagogista suunnittelua voidaan tukea.

6 Tulosten hyödyntämismahdollisuudet

Tämä tutkielma tuottaa ajantasaista ja tutkimusperustaista tietoa varhaislapsuuden kielellisestä ja matemaattisesta kehityksestä. Tuloksia voidaan hyödyntää sekä varhaiskasvatuksen pedagogisessa suunnittelussa että lasten kotien arjessa. Tutkimus osoittaa, että kielellinen ja matemaattinen kehitys ovat varhaislapsuudessa tiiviissä yhteydessä toisiinsa, minkä vuoksi niiden rinnakkainen tukeminen on perusteltua. Seuraavaksi esitetään kuusi tutkimustuloksiin perustuvaa keinoa, joiden avulla varhaiskasvatuksen henkilöstö voi tukea lasten kielellistä ja matemaattista kehitystä tavoitteellisesti ja sensitiivisesti.

1) Kielellisten ja matemaattisten elementtien integrointi pedagogiseen toimintaan

Taitoalueiden rinnakkaisen kehityksen tukemiseksi, on molemmat osa-alueet sisällytettävä arjen pedagogisiin tilanteisiin. Esimerkiksi leikin, ympäristön havainnoinnin ja ongelmanratkaisua edellyttävien tehtävien kautta varhaiskasvatuksessa, voidaan tukea taitojen kehitystä yhtäaikaisesti.

2) Aktiivinen ja avoin yhteistyö perheiden kanssa

Koska kodin toimintatavoilla ja asenteilla on merkittävä vaikutus lasten matemaattisten ja kielellisten taitojen kehitykseen, on varhaiskasvatuksen henkilöstön ja perheiden välinen vuorovaikutus tärkeää. Avoin keskustelu auttaa havaintojen jakamista ja lisää ymmärrystä siitä, miten kotona tapahtuva toiminta tukee tai haastaa lapsen oppimista.

3) Pedagoginen havainnointi ja lasten yksilöllisten valmiuksien tunnistaminen

Jatkuva ja tavoitteellinen havainnointi auttaa tunnistamaan lasten kehitystason, vahvuudet ja tuen tarpeen. Lähikehityksenvyöhykkeen hyödyntäminen mahdollistaa yksilön taitotasoa vastaavien oppimishaasteiden ja -tavoitteiden asettamisen. Varhaisten tukitoimien tarjoaminen ennaltaehkäisee akateemisten valmiuksien eriarvoistumista ja lisää tasavertaisten oppimisedellytysten rakentumista.

4) Sensitiivinen ja kannustava vuorovaikutus

Myönteisen ja rohkaisevan vuorovaikutuksen avulla tuetaan lasten oppimismotivaation kehittymistä ja ehkäistään kielteisten asenteiden muodostumista. Sensitiivinen

kohtaaminen vahvistaa lapsen uskoa omiin kykyihin ja lisää halua osallistua kielellisesti ja matemaattisesti haastaviin tilanteisiin.

5) Kognitiivisten prosessien tukeminen

Kielellisten ja matemaattisten taitojen kehityksen taustalla on tunnistettu yhteisiä kognitiivisia prosesseja. Prosesseja voidaan tukea tarjoamalla lapsille tehtäviä ja leikkejä, jotka edellyttävät muun muassa suunnittelua, loogista-ajattelua ja kokonaisuuksien hahmottamista (esimerkiksi palapelit, rakennusleikit, sääntöleikit ja muistipelit).

6) Kielellisesti ja matemaattisesti virikkeinen oppimisympäristö

Toimintaympäristön suunnittelussa tulee pyrkiä lisäämään lasten mahdollisuuksia havainnoida ja käyttää matemaattisia sekä kielellisiä komponentteja.

Varhaiskasvatuksessa voidaan hyödyntää toimintaympäristön muokkaamisessa muun muassa numero- ja kirjainsymboleja, kuvatukia sekä lukumääräsyöttejä.

Komponenttien avulla edistetään kokopäiväpedagogiikan toteuttamista.

7 Luotettavuus ja rajoitukset

Tutkielman luotettavuutta voidaan tarkastella sekä sitä vahvistavien että sitä rajoittavien tekijöiden kautta. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen menetelmällinen rakenne luo vahvan perustan tutkimuksen uskottavuudelle, mutta samalla prosessiin sisältyy välttämättä valintoja ja tulkintoja, jotka voivat vaikuttaa lopputulokseen.

Luotettavuutta lisää ennen kaikkea tutkielman laajuus ja ajankohtaisuus. Katsaukseen tutkimusosiossa hyödynnetyt tutkimusartikkelit sijoituivat vuosille 2007–2024, millä mahdollistettiin synteetin pohjautuvan tuoreeseen ja relevanttiin tutkimustietoon. Tutkielman teoriaosiossa hyödynnettiin myös vanhempaa tutkimusta, jolla tarjotaan historiallista ymmärrystä alan tutkimuksista ja niiden teoreettisesta kehityksestä. Monipuolisella aineistolla, jossa hyödynnettiin pitkittäistutkimuksia, poikittaistutkimuksia sekä meta-analyyseja, pyrittiin tarjoamaan kattava metodologinen kuva kielellisten ja matemaattisten taitojen kehityksestä varhaislapsuudessa. Hyödyntämällä sekä kansallisia että kansainvälisiä tutkimuksia, pyrittiin vähentämään yksittäisten kontekstien vinoumaa ja lisäämään tulosten yleistettävyyttä. Luotettavuutta tukee lisäksi se, että systemaattisen kirjallisuuskatsauksen prosessia on noudatettu johdonmukaisesti. Aineiston avoin esittely mahdollistaa lukijan oman arvioinnin, mikä lisää tutkimuksen läpinäkyvyyttä.

Luotettavuutta heikentävät tekijät liittyvät erityisesti aineiston valintaan ja tutkijan rooliin. Katsauksen toteuttaminen yhden kirjoittajan voimin tarkoittaa kaiken teoksen kirjoitusprosessin aikana tapahtuneen valitsemisen, arvioinnin ja tulkinnan pohjautuvan vain yhden henkilön havaintoihin. Tämä lisää subjektiivisuuden riskiä ja voi vaikuttaa siihen, millaisia painotuksia analyysissa syntyy. Lisäksi aineiston luotettavuuden arviointi on vähintään tulkinnanvaraista, vaikka mukana oli vertaisarvioituja tutkimuksia. Vähäinen varhaislapsuuden matemaattisten taitojen tutkimus rajoitti tulosten luotettavuutta. Lähdeaineiston jakauma rajoittaa mahdollisuuksia tehdä vahvoja johtopäätöksiä taitojen kehityksellisistä suunnista ja niiden välisistä vaikutussuhteista. Lähteiden jakauma nousi esille sekä tiedonhakuprosessissa että muissa alan tutkimuksissa, mikä osaltaan korostaa lisätutkimuksen tarpeellisuutta.

Eettisestä näkökulmasta tutkielma täyttää hyvän tieteellisen käytännön vaatimukset. Tutkimusetiikkaa on tarkasteltu Turun yliopiston eettisten ohjeiden mukaisesti (TENK, 2026). Aineistossa käytetyt tutkimukset eivät sisällä ihmisarvoa tai yksityisyyttä loukkaavaa materiaalia. Koska kyseessä on kirjallisuuskatsaus, eettiset riskit liittyvät ensisijaisesti lähteiden asianmukaiseen käyttöön, tulkintojen rehellisyyteen ja tutkimusprosessin läpinäkyvyyteen. Näitä periaatteita on pyritty noudattamaan johdonmukaisesti koko prosessin ajan, mikä vahvistaa työn eettistä kestävyttä.

Kokonaisuudessa tutkimusta voidaan pitää luotettavana ja huolellisesti toteutettuna. Aineiston pohjalta luotuihin tulkintoihin tulee aina suhtautua kriittisesti ja tunnistaa mahdolliset rakenteelliset rajoitteet ja tutkijan tekemien valintojen vaikutukset lopulliseen tekstiin.

8 Jatkotutkimusehdotus

Kirjallisuuskatsauksen havaintojen perusteella on perusteltua esittää jatkotutkimus, joka tarkastelee varhaisten kognitiivisten prosessien tukemisen vaikutusta lapsen matemaattiseen ja kielelliseen suoriutumiseen. Tällainen tutkimus syventäisi ymmärrystä kognitiivisten toimintojen taustalla vaikuttavista mekanismeista sekä niiden laajuudesta osana varhaisten akateemisten taitojen kehitystä.

Aikaisempi tutkimus osoittaa, että kielelliset ja matemaattiset oppimisvaikeudet esiintyvät usein rinnakkain, minkä taustalla uskotaan yhteisten kognitiivisten taustatekijöiden vaikuttavan. Näiden prosessien tarkastelu voisi siten tarjota uudenlaista tietoa siitä, missä määrin samat kognitiiviset haasteet selittävät vaikeuksia molemmilla taitoalueilla. Tällainen tieto olisi merkittävää erityisesti varhaiskasvatuksen pedagogiikan toiminnan kehittämiseksi. Se mahdollistaisi entistä täsmällisempien tukitoimien suunnittelun ja kohdentamisen.

Tämän kandidaatin tutkielman perusteella esiin nousi myös havainto siitä, että varhaislapsuuden matemaattisia taitoja koskeva tutkimus on edelleen niukkaa, sillä matematiikan tutkimus painottuu usein kouluiän ylittäviin kehitysvaiheisiin.

Jatkotutkimus, joka tarkastelee varhaislapsuuden matemaattisten taitojen taustalla vaikuttavia kognitiivisia ominaisuuksia ja prosesseja, voisi siten merkittävästi täydentää nykyistä tutkimuskenttää. Samalla se voisi tuottaa uutta tietoa siitä, missä määrin varhaiset kognitiiviset tekijät ennustavat myöhäisempää akateemista suoriutumista.

Lisäksi jatkotutkimus voisi selvittää, onko taustalla vielä tunnistamattomia yhteyksiä kognitiivisten ja akateemisten taitojen välillä. Mahdolliset havainnot voisivat avata uusia näkökulmia siitä, miten varhaiskasvatusympäristöä voidaan hyödyntää lasten kokonaisvaltaisen kehityksen ja oppimisen optimoimiseksi. Jatkotutkimuksessa pedagogisesti merkittävää olisi erityisesti sen tulosten hyödyntämismahdollisuudet, osana varhaiskasvatuksen toimintatapojen kehittämistä. Toiminnan kehittämällä voitaisiin tukea sekä matemaattisia että kielellisiä taitoja, jotka luovat pohjaa myöhemmälle koulumenestykselle.

Lähteet

- Attanasio, O. (2024). *Understanding early childhood development and its importance*. National Bureau of Economic Research.
- Ashcraft, M. H. (2002). Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences. *Current Directions in Psychological Science*, *11*(5), 181–185. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00196>
- Aunio, P. (2008). Matemaattiset taidot ennen koulun alkua. *NMI-Bulletin*, *18*(4), 63–74.
- Aunio, P., & Räsänen, P. (2016). Core numerical skills for learning mathematics in children aged five to eight years: A review. *Educational Psychology Review*, *28*(3), 645–671.
- Bronfenbrenner, U., & Morris, P. A. (2006). The bioecological model of human development. In R. M. Lerner (Ed.), *Handbook of child psychology* (Vol. 1, pp. 793–828). Wiley.
- Butterworth, B. (1999). *The mathematical brain*. Macmillan.
- Coubart, A., Izard, V., Spelke, E. S., Marie, J., & Streri, A. (2014). Dissociation between small and large numerosities in newborn infants. *Developmental Science*, *17*(1), 11–22.
- Davis-Kean, P. E., Tighe, L. A., Waters, N. E., & Eccles, J. S. (2021). Longitudinal relations among early math skills, language skills, and later achievement. *Developmental Psychology*, *57*(4), 567–580.
- Dehaene, S. (2011). *The number sense: How the mind creates mathematics* (2nd ed.). Oxford University Press.
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., & Sexton, H. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, *43*(6), 1428–1446.
- Fink, A. (2005). *Conducting research literature reviews: From the Internet to paper*. Sage.
- Fink, A. (2019). *Conducting research literature reviews: From the Internet to paper* (5th ed.). Sage.

- Fuson, K. C., & Hall, J. W. (1982). The acquisition of early number word meanings: A conceptual analysis and review. In H. P. Ginsburg (Ed.), *Children's mathematical thinking* (pp. 49–107). Academic Press.
- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1993). *Working memory and language*. Psychology Press.
- Gauvain, M. (2022). *Cognitive development in infancy and childhood*. Cambridge University Press.
- Gelman, R., & Gallistel, C. (1978). *The child's understanding of number*. Harvard University Press.
- Green, B. N., Johnson, C. D., & Adams, A. (2006). Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: Secrets of the trade. *Journal of Chiropractic Medicine*, 5(3), 101–117. [https://doi.org/10.1016/S0899-3467\(07\)60142-6](https://doi.org/10.1016/S0899-3467(07)60142-6) (doi.org in Bing)
- Gunderson, E. A., Ramirez, G., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2012). The role of parents and teachers in the development of gender-related math attitudes. *Sex Roles*, 66(3–4), 153–166. <https://doi.org/10.1007/s11199-011-9996-2>
- Hannula, M. M., & Lehtinen, E. (2005). Spontaneous focusing on numerosity and mathematical skills of young children. *Learning and Instruction*, 15, 237–256. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2005.04.005>(doi.org in Bing)
- Hannula, M. M., Lepola, J., & Lehtinen, E. (2010). Spontaneous focusing on numerosity as a domain-specific predictor of arithmetical skills. *Journal of Experimental Child Psychology*, 107, 394–406. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.06.004> (doi.org in Bing)
- Harju-Luukkainen, H., Kangas, J., & Garvis, S. (2022). *Finnish early childhood education and care: A multi-theoretical perspective on research and practice*. Springer.
- Hirsh-Pasek, K., & Golinkoff, R. M. (2008). *Why play = learning: A challenge for parents and educators*. Oxford University Press.
- Hornburg, C. B., King, Y. A., Westerberg, L., Schmitt, S. A., & Purpura, D. J. (2024). The roles of mathematical language and emergent literacy skills in the longitudinal prediction of

specific early numeracy skills. *Journal of Experimental Child Psychology*.

<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2024.105959>

Joutsenlahti, J., Räsänen, P., Silfverberg, H., & Aro, M. (toim.). (2017). *Matematiikan opetus ja oppiminen*. Niilo Mäki Instituutti.

Jordan, N. C., Kaplan, D., Ramineni, C., & Locuniak, M. N. (2009). Early math matters: Kindergarten number competence and later mathematics outcomes. *Developmental Psychology*, 45(3), 850–867.

Kallio, T. J. (2006). Laadullinen review-tutkimus metodina ja yhteiskunnallinen lähestymistapa. *Hallinnon tutkimus*, 25(2), 18–28.

Kaufman, E. L., Lord, M. W., Reese, T. W., & Volkman, J. (1949). The discrimination of visual number. *American Journal of Psychology*, 62(4), 498–525.

<https://doi.org/10.2307/1418556>

Kuhl, P. K. (2004). Early language acquisition: Cracking the speech code. *Nature Reviews Neuroscience*, 5(11), 831–843.

LeFevre, J.-A., Fast, L., Skwarchuk, S.-L., Smith-Chant, B. L., Bisanz, J., Kamawar, D., & Penner-Wilger, M. (2010). Pathways to mathematics: Longitudinal predictors of performance. *Child Development*, 81(6), 1753–1767. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01508.x>

Lipton, J. S., & Spelke, E. S. (2004). Discrimination of large and small numerosities by human infants. *Infancy*, 5(3), 271–290.

Lukimat.fi. (n.d.). <https://www.lukimat.fi/etusivu.html> (Luettu 19.4.2026)

Luotoniemi, E., Numminen, H., Sokka, L., & Vedenkannas, U. (2009). *Muistan, siis osaan! KUMMI 6*. Niilo Mäki Instituutti.

Melby-Lervåg, M., Lyster, S.-A. H., & Hulme, C. (2012). Phonological skills and their role in learning to read: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 138(2), 322–352.

Metsämuuronen, J. (2005). Näyttöön perustuva päätöksenteko ja systemoitu kirjallisuuskatsaus. *Psykologia*, 40(5–6), 578–581.

National Reading Panel. (2000). *Teaching children to read: An evidence-based assessment of the scientific research literature on reading and its implications for reading instruction*.

National Institute of Child Health and Human Development.

Niemitalo-Haapola, E., Haapala, S., & Ukkola, S. (2020). *Lapsen kielenkehitys*. PS-kustannus.

Opetushallitus. (2022). *Varhaiskasvatussuunnitelman perusteet*. Opetushallitus.

Peng, P., Namkung, J., Barnes, M., & Sun, C. (2016). A meta-analysis of mathematics and literacy: Shared cognitive skills and developmental pathways. *Psychological Bulletin*, 142(12), 1315–1343.

Petticrew, M. (2001). Systematic reviews from astronomy to zoology: Myths and misconceptions. *BMJ*, 322(7278), 98–101.

Piaget, J. (1953). *The origins of intelligence in children*. International Universities Press.

Piaget, J. (1988). *Play, dreams and imitation in childhood* (Alkuteos julkaistu 1945). Routledge.

Piaget, J. (1999). *The psychology of the child* (Alkuteos julkaistu 1966). Basic Books.

Pulkkinen, L., Ahonen, T., Ruoppila, I., & Aunola, K. (toim.). (2023). *Ihmisen psykologinen kehitys* (10., uud. p.).

Purpura, D. J., Logan, J. A. R., Hassinger-Das, B., & Napoli, A. R. (2017). Why do early mathematics skills predict later reading? The role of mathematical language and the home learning environment. *Journal of Experimental Child Psychology*, 159, 34–51.

Saikko, S. (2020). *Visuospatiaalinen prosessointi* [Pro gradu -tutkielma, Jyväskylän yliopisto]. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:jyu-202012157136> (urn.fi in Bing)

Salminen, A. (2023). *Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja joihinkin hallintotieteellisiin sovelluksiin*.

Salminen, J., Khanolainen, D., Koponen, T., Torppa, M., & Lerkkanen, M.-K. (2021). Development of numeracy and literacy skills in early childhood. *Frontiers in Education*, 6. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.715724>

Sarnecka, B. W., Goldman, M. C., & Slusser, E. B. (2014). How counting leads to children's first representations of exact, large numbers. In R. Kadosh & A. Dowker (Eds.), *The Oxford handbook of numerical cognition* (pp. 291–308). Oxford University Press.

<https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199642342.001.0001>

Slot, P. L., Bleses, D., & Jensen, P. (2020). Infants' and toddlers' language, math and socio-emotional development. *Frontiers in Psychology, 11*, 580297.

<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.580297>

Ten Braak, D., Lenes, R., Purpura, D. J., Schmitt, S. A., & Størksen, I. (2022). Why do early mathematics skills predict later mathematics and reading achievement? *Journal of Experimental Child Psychology, 214*, 105306. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2021.105306>

Tomasello, M. (2003). *Constructing a language: A usage-based theory of language acquisition*. Harvard University Press.

UNESCO. (2025). *Early childhood care and education: What you need to know*. UNESCO.

UNICEF. (2024). *Early childhood development*. UNICEF.

Varhaiskasvatuslaki 540/2018. (2018). *Laki varhaiskasvatuksesta*. Finlex.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2018/20180540> (finlex.fi in Bing)

Verhagen, J., & Leseman, P. (2016). Verbal short-term memory and working memory. *Journal of Experimental Child Psychology, 141*, 65–82.

Viesel-Nordmeyer, N., Röhm, A., Starke, A., & Ritterfeld, U. (2022). Language skills and working memory capacities in mathematical learning. *PLOS ONE, 17*(6), e0270427.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0270427>

Vukovic, R. K., & Lesaux, N. K. (2013). The relationship between linguistic skills and arithmetic knowledge. *Journal of Experimental Child Psychology, 115*(2), 227–244.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Vygotsky, L. S. (1986). *Thought and language*. MIT Press.

Xu, F., & Spelke, E. S. (2000). Large number discrimination in 6-month-old infants. *Cognition*, 74(1), B1–B11.