

**LASTEN LUKUJONOTAITOJEN KEHITYS SEKÄ YHTEYDET
LUKEMISEN JA MATEMATIIKAN VALMIUKSIIN.**

Elina Alasalmi

Kasvatustieteen pro gradu –tutkielma

Kevät 2008

Opettajankoulutuslaitos

Jyväskylän yliopisto

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	4
2 MATEMAATTISET TAIDOT JA NIIDEN KEHITTYMINEN	6
2.1 Matemaattisten taitojen jaottelua.....	6
2.2 Matemaattisten taitojen kehittyminen	8
2.3 Matemaattisten taitojen yhteydet muistiin	11
3 LUKUJONOTAIDOT MATEMAATTISENA KÄSITTEENÄ.....	14
3.1 Lukujonotaitojen kehitys.....	14
3.2 Lukujonotaitojen yhteys muihin matemaattisiin taitoihin.....	18
4 LUKUJONOTAITOJEN JA KIELELLISTEN TAIDOJEN YHTEYS.....	22
4.1 Matemaattisten taitojen yhteydet kielellisiin lukemisvalmiuksiin	22
4.2 Kielellisten häiriöiden yhteys matemaattisiin taitoihin	25
5 TUTKIMUSKYSYMYKSET	30
6 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	31
6.1 Tutkittavat	31
6.2 Menetelmät.....	33
6.3 Aineistoanalyysi	36
7 TULOKSET	38
7.1 Lukujonotaitojen jakaumat.....	38
7.2 Lukujonotaitojen yhteys lukemisvalmiuden osa-alueisiin	42
7.3 Alaryhmien tarkastelu	44
7.4 Lukujonotaitojen ennustaminen	46
8 POHDINTA.....	49
8.1 Tulosten tarkastelua.....	49
8.2 Tutkimuksen merkitys, luotettavuus ja jatkotutkimushaasteet.....	53
LÄHTEET	58

1 JOHDANTO

Lukujonotaidot ovat yksi tärkeimmistä matematiikan perustaidoista ja matemaattisen kehityksen ennustajista (Aunio, Hannula & Räsänen 2004; Aunola, Leskinen, Lerkkanen & Nurmi 2004; Baroody 1987; Gelman & Gallistel 1978; Resnick 1989). Matematiikan perustaitojen hallinta vaikuttaa vaikeampien tehtävien suorittamiseen, ja usein vaikeudet perustaidoissa ilmenevät siinä vaiheessa, kun niitä tulisi soveltaa vaikeammissa tehtävissä (Geary 2004, 4). Soveltamisen vaikeudet kertovat perustaitojen heikosta tasosta ja riittämättömästä automatisoitumisesta. On tärkeää huomata, että soveltavat tehtävät vaativat aina myös muita kognitiivisia valmiuksia. (Räsänen & Ahonen 2002, 226.) Hyvät lukujonotaidot vapauttavat resursseja vaativampien matemaattisten tehtävien ja strategioiden suorittamiseen (Resnick 1989, 164–165).

Tilastokeskuksen (2007) kokoamien tietojen mukaan lukuvuonna 2005–2006 on osanaikaiseen erityisopetukseen osallistunut noin 128 000 oppilasta, joista matematiikan oppimisvaikeuksista kärsivien osuus on noin 20 %, ja luku- ja kirjoitushäiriöstä kärsivien osuus on noin 43 %. Kaikkiaan perusopetusikäisistä lapsista matematiikan oppimisvaikeuksia oli noin 4.4 %:lla oppilasta. Tilastokeskuksen tilastoihin on osanaikaiseen erityisopetukseen osallistumisen syyt kirjattu ensisijaisen syyn mukaan, joten on mahdollista, ja myös todennäköistä, että huomattavasti suuremmalla joukolla oppilaita on oppimisvaikeuksia matematiikassa. (Tilastokeskus 2007.) Geary (2004, 5) on todennut että 5-8 prosentilla kouluikäisistä on oppimisvaikeuksia matematiikassa. Usein matematiikan oppimisvaikeus ilmenee samanaikaisesti joko lukemisvaikeuden tai tarkkaavaisuushäiriön kanssa (Geary 2004, 5).

Lukujonotaidot ovat edellytyksenä lukukäsitteen ja laskutaidon oppimiselle, ja ne edellyttävät mm. kykyä kuunnella ja eritellä puhetta (Vainionpää, Mononen & Räsänen 2003, 295). Lukujonotaitojen yhteyttä lukemisvalmiuden osa-alueisiin on toistaiseksi tutkittu vähän, vaikkakin kielen ja matematiikan oppimisen oletetaan olevan yhteydessä toisiinsa (Fazio 1996, 839). Lukujonotaitojen yhteyttä kielellisiin taitoihin on tutkittu lähinnä vertailemalla kielihäiriöisten lasten matemaattisia taitoja samanikäisten tai nuorempien, samalla kielellisellä taitotasolla olevien lasten

matemaattisiin taitoihin (esim. Cowan, Donlan, Newton & Lloyd 2005; Donlan, Cowan, Newton & Lloyd 2007; Fazio 1994, 1996 ja 1999; Koponen, Mononen, Räsänen & Ahonen 2006).

Tässä tutkimuksessa selvitettiin, miten lasten lukujonotaidot kehittyivät esiopetusvuoden syksystä ensimmäisen luokan syksyyn. Lisäksi tarkasteltiin, missä määrin lukujonotaidot ovat yhteydessä lukemisvalmiuden osa-alueisiin (äännetietoisuuteen, kirjainten nimeämiseen ja nopeaan nimeämiseen) esiopetusvuonna ja ensimmäisen luokan syksyllä. Tutkimuksessa tarkasteltiin myös lukujonotaitojen yhteyttä muihin matemaattisiin taitoihin (lukukäsitteen hallintaan, lukujen nimeämiseen ja alkavaan laskutaitoon). Tarkastellut lukemisvalmiuden osa-alueet on valittu aikaisempien tutkimustulosten perusteella, joissa on osoitettu lukujonotaitojen yhteyksiä kielellisiin taitoihin (mm. Kinnunen, Lehtinen & Vauras 1994; Lepola, Niemi, Kuikka & Hannula 2005). Tämä tutkimus on osa Alkuportaattiseurantatutkimusta, jossa selvitetään lasten taitojen ja motivaation kehitystä esiopetusvuoden alusta neljännen luokan loppuun. Tutkimuksen aineisto on kerätty vuosina 2006–2007, jolloin seurantaan osallistujat olivat esiopetuksessa ja ensimmäisellä luokalla. Tutkimusmenetelminä käytettiin lasten yksilö- ja ryhmätestejä.

2 MATEMAATTISET TAIDOT JA NIIDEN KEHITTYMINEN

Varhaiset matemaattiset taidot kehittyvät vuorovaikutuksellisena prosessina, jossa ovat mukana lapsen kognitiivinen kykyrakente ja suuntautuneisuus matemaattisiin tilanteisiin sekä perheen ja ympäröivän kulttuurin toiminta, kieli ja arvot (Aunio ym. 2004, 217). Matemaattisten taitojen osa-alueet kehittyvät asteittain aiemmin opittujen tietojen ja taitojen perustalle (Hannula & Lepola 2006b, 131). Perustiedot ja -taidot ovat pohjana sekä edellytyksenä uusien ja monimuotoisempien tietojen ja taitojen oppimiselle (Räsänen & Ahonen 2002, 191). Varhaiset matemaattiset taidot ennustavat muita kognitiivisia taitoja selvemmin myöhempien matemaattisten taitojen kehitystä. Tämä osoittaa matemaattisten taitojen olevan jo varhaisessa vaiheessa oma taidollinen osa-alueensa. (Aunio ym. 2004, 202.) Matemaattisten taitojen tukemisessa suositellaan harjoitteiden kohdistamista suoraan kulloiseenkin matemaattiseen osa-alueeseen sen sijaan, että pyrittäisiin edistämään matemaattista osaamista yleisillä harjoitteilla (Aunio ym. 2004, 202.). Laskutaitoa ei voida kehittää esimerkiksi hienomotorisilla harjoitteilla. Seuraavassa esitellään matemaattisten taitojen jaottelua sekä kuvataan niiden kehitystä ennen kouluikää.

2.1 Matemaattisten taitojen jaottelua

Matemaattiset taidot voidaan jakaa biologisesti primaareihin ja sekundaareihin taitoihin (Aunio ym. 2004, 217). Primaareilla taidoilla tarkoitetaan taitoja, joiden kehitystä tukevat synnynnäiset tekijät. Sekundaariset taidot syntyvät harjoittelun ja oppimisen myötä. Niiden saavuttamiseen tarvitaan myös ympäröivän kulttuurin antamaa tietoa. (Aunio ym. 2004, 199.) Biologiset primaarit taidot luovat pohjan vaativimmille matemaattisille taidoille, kuten aritmeettisille taidoille, joiden oppiminen vaatii harjoittelua, keskittymistä sekä useampien toimintojen yhtäaikaista suorittamista. Biologisesti primaareihin taitoihin kuuluvat mm. kyky havaita tarkkaan pieniä lukumääriä, yksi yhteen -vastaavuuden hallinta sekä suurempien lukumäärien suhteellinen hahmottaminen. Biologisesti sekundaareihin taitoihin kuuluu mm. kulttuuristen laskemisjärjestelmien omaksuminen. (Aunio ym. 2004, 217.) Myös Gearyn (2000, 12) mukaan kyky havaita pieniä lukumääriä laskematta

(numerosity) sekä lukumäärän suhteiden (ordinality) ymmärtäminen kuuluvat primaareihin taitoihin. Hänen mukaansa niihin kuuluvat myös luettelemalla laskemisen (counting) sekä yksinkertaisten aritmeettisten perusteiden ymmärtäminen. (Geary 2000, 12.)

Vainionpää kollegoineen (2003, 294) on jaotellut varhaisten matemaattisten taitojen kehittymisen neljään osa-alueeseen. Nämä ovat lukujen luettelutaito, lukukäsitteet, suhdekäsitteet ja laskutaito. Lukujen luettelutaito on taitoa aluksi luetella lukujonon lukusanoja, jolloin siinä ei ole matemaattista sisältöä. Myöhemmin lapsi kykenee katkaisemaan lukujonon, ja lopulta etenemään monimuotoisempiin lukujonotaitojen soveltamistapoihin. (Vainionpää ym. 2003, 295.) Lukujen luettelutaidot ovat yksi keskeisimpiä edellytyksiä lukukäsitteen ja laskutaidon oppimiselle. Ne edellyttävät kykyä kuunnella ja eritellä puhetta. Lukukäsite on laaja osa-alue, joka sisältää mm. kyvyn havaita ja erotella määriä sekä kardinaalisuuden ja lukumäärän säilyvyyden ymmärtämisen. (Vainionpää ym. 2003, 295.) Vainionpään ym. (2003, 295) mukaan lukukäsite ei ole niin vahvasti yhteydessä kieleen ja kielen oppimiseen kuin muut matemaattisten taitojen osa-alueet, mutta suurempien lukumäärien käsittely vaatii kielen tai muun symbolijärjestelmän.

Suhdekäsitteet liittyvät vahvasti kielelliseen päättelykykyyn ja yleiseen älykkyyteen. Niiden oppiminen ja käyttö poikkeaa muiden sanojen oppimisesta siinä, ettei niille ole olemassa konkreettista tarkasteltavaa kohdetta. (Vainionpää ym. 2003, 296–297.) Suhdekäsitteet ovat vertailu- tai avaruudellisia ja ajallisia käsitteitä, jotka kuvaavat erilaisia muutoksia ja suhteita (mm. enemmän, pienempi, lisää ja ennen). Niiden ymmärtäminen rakentuu toiminnan, vertailun ja ominaisuuksien kautta. Suhdekäsitteitä tarvitaan, kun lapselle opetetaan matemaattisia käsitteitä ja ilmiöitä. (Vainionpää ym. 2003, 296–297.) Ne voivat esiintyä lapsen toiminnassa jo ennen kuin lapsi kykenee niitä sanallisesti esittämään. Usein lapsen toimintaa kuitenkin yliarvioidaan, sillä lapsi ei ymmärrä käsitettä samalla tavalla kuin aikuinen. (Vainionpää ym. 2003, 297.) Laskutaidon osa-alueeseen kuuluu Vainionpään ym. (2003, 296) mukaan kyky laskea lukumääriä ja niiden muutoksia sekä vertailla lukumäärien välisiä suhteita. Lukumäärän selvittäminen edellyttää lukujonon sekä yksi yhteen -vastaavuuden hallintaa sekä kardinaalisuuden ymmärtämistä.

Laskutaidossa yhdistyvät lukujonotaitojen sekä lukukäsitteen osa-alueet. (Vainionpää ym. 2003, 296.) Jo kolmevuotiaat pystyvät ratkaisemaan yhteen- ja vähennyslaskuja lukualueella 1–3, jos heillä on apunaan konkreettisia esineitä. Lukujonotaidot tulevat mukaan 4–5-vuotiaiden ratkaisustrategioihin, ja 5–6-vuotiaat pystyvät jo ratkaisemaan yksinkertaisia sanallisia tehtäviä. (Vainionpää ym. 2003, 296.)

2.2 Matemaattisten taitojen kehittyminen

Matemaattinen tietoisuus on Baroodyn mukaan (1987, 26) aluksi epätarkkaa ja konkreettista. Vähitellen tiedot ja taidot kehittyvät abstraktimmiksi ja tarkemmiksi. Arkipäivän matemaattinen tieto, jossa keskeisessä roolissa on laskeminen, on pohjana koulussa opittavalle matemaattiselle ajattelulle. (Baroody 1987, 26–28)

Sekä eläimillä että ihmisillä on synnynnäinen, hyvin varhaisessa vaiheessa ilmenevä taito havaita lukumääriä. Taito havaita lukumääriä sisältää kaksi prosessia, jotka eivät vaadi kielen osaamista tai taidon harjoittamista. (Aunio ym. 2004, 200–201.) Näistä ensimmäinen on pienten lukumäärien tarkka havaitseminen. Jo kuuden kuukauden ikäinen lapsi pystyy erottamaan pieniä (1-3) lukumääriä sekä operoimaan lisäys- ja vähennystehtäviä näiden lukujen alueella. Määrän havaitsemiseen eivät vaikuta laskettavien yksiköiden koko, muoto, liike, sijainti tai väritys. (Aunio ym. 2004, 201.) Toinen prosessi on lukumäärien suhteellisen eron havaitseminen. Lukumäärän suhteellisen hahmottamisen tarkkuus heikkenee, mitä suuremmista lukumääristä on kysymys. Tarkkuus heikkenee jo kahden jälkeen. Kuitenkin määrän suuruusluokan havaitseminen säilyy. (Aunio ym. 2004, 201.) Mitä suuremmat lukumäärät ovat tarkasteltavana, sitä suurempi tulee olla niiden välisen eron, jotta ihminen kykenee erottamaan, kummassa on enemmän yksiköitä. On helpompi havaita, onko kuvassa 50 vai sata kukkaa kuin arvioida onko siinä 50 vai 60 kukkaa. Aunio ym. (2004, 201) mukaan lukumäärän ja yksi yhteen -vastaavuuden havaitseminen ovat pohjana muille matemaattisille taidoille muodostaen biologisesti primaarit taidot.

Spontaani suuntautuminen lukumääriin (SFON, Spontaneous focusing on numerosity) on vastavuoroisessa yhteydessä lasten matemaattisiin taitoihin (Aunio

ym. 2004, 210). Kiinnittäessään huomionsa lukumääriin lapsi kehittää taitoaan työskennellä lukumäärillä ja sitä kautta hänen matemaattiset taitonsa kehittyvät. Tämän kehityksen myötä lapsi suuntaa huomionsa suurempiin lukumääriin, ja hän kykenee vähitellen käsittelemään paremmin suurempia lukuja. (Aunio ym. 2004, 210.) Toiset lapset havaitsevat ympäröivässä maailmassa numeerisia piirteitä enemmän kuin toiset. Ne lapset, jotka kiinnittävät huomionsa ei-numeerisiin asioihin, eivät saa arjessa harjoitusta varhaisille matemaattisille taidoilleen niin paljon kuin lapset, jotka suuntaavat huomionsa numeerisiin piirteisiin. Tämä voi selittää varhaisten matemaattisten taitojen kehittymisessä havaittavia lapsikohtaisia eroja. (Hannula & Lepola 2006a, 15.)

Ahosen, Lamminmäen, Närhen ja Räsänen (1995, 184) mukaan matemaattiset taidot kehittyvät neljän peräkkäisen vaiheen kautta. Ensimmäisen kahden ikävuoden aikana lapsi elää *esikielellisten kykyjen* vaihetta (1. vaihe). Tämän vaiheen aikana lapsi oppii erottelemaan pieniä lukumääriä. *Varhaisten numeeristen taitojen* -vaiheessa (2. vaihe), 2–4 vuoden iässä lapsi oppii lukusanat ja havaitsemaan muutoksia pienissä lukumäärissä. *Luonnollisten aritmeettisten taitojen* -vaiheessa (3. vaihe), 3.–7. ikävuoden aikana, lapsi sisäistää yksi yhteen -vastaavuuden, kardinaalisuuden ja ordinaalisuuden periaatteet, lukumäärän säilyvyyden sekä laskuoperaatioiden peruseriaatteet. *Formaalit matemaattiset taidot* (4. vaihe) kehittyvät 6. ja 7. ikävuoden aikana. Silloin lapsen lukujen luettelutaito automatisoituu sekä sisäistyy muistirakenteiksi ja lapsi oppii algoritmit. (Ahonen ym. 1995, 184.)

Fusonin, Richardsin ja Briarsin (1982, 35) mukaan lapset oppivat hyvin varhaisessa vaiheessa erottamaan lukusanat muista sanoista. Laskiessaan 3-5 -vuotiaat käyttävät ainoastaan lukusanoja. Heidän tutkimuksessaan oli mukana myös 30 kaksivuotiaasta, joista vain kaksi käytti yhdessä testin osassa lukusanojen seassa aakkosten nimiä. Fusonin ym. (1982, 35) tutkimuksen mukaan lukusanojen ja laskemiseen liittyvän kontekstin tunnistaminen sekä laskemistilanteissa käytettävien sanojen rajoittuminen lukusanoihin vaikuttavat olevan helposti opittavissa. Ainoastaan aakkokset, jotka opitaan hyvin samalla tavalla ja joita toistetaan sekä pyydetään usein lasta toistamaan loruna, voivat sekoittua lukusanoihin. (Fuson ym. 1982, 35.)

Baroodyn mukaan (1987) ihminen tarvitsee neljän taidon integraatiota voidakseen vertailla lukuja. Ensimmäinen ja merkittävin perustaito on tuottaa numerosanat asianmukaisena *lukujonona*. Toisena taitona on *yksi yhteen -vastaavuuden* hallinta. Vaikka lapsi pystyisi tuottamaan oikein lukujonon 1-10, hän ei välttämättä pysty laskemaan oikein joukkoa, jossa on kahdeksan tai yhdeksän yksikköä. Baroodyn mukaan kolmas perustaito on *kardinaalisuuden ymmärtäminen*. Kardinaalisuus tarkoittaa, että viimeisen laskettavan yksikön kohdalla sanottava lukusana tarkoittaa joukon kokonaismäärää. Jollei yksi yhteen -vastaavuus ole hallinnassa, ei lapsi voi myöskään ymmärtää lukujen kardinaalisuutta. Aikaisemmat kolme taitoaluetta ovat pohjana neljännelle perustaidolle, joka käsittää *luvun sijainnin lukujonossa* merkitsevän sen suuruutta suhteessa muihin lukuihin. Jo pieni lapsi tietää, että ”kymmenen on suurempi kuin yksi”. Baroodyn mielestä on mahdollista, että lapsi ymmärtää luvun kymmenen tulevan lukujonossa myöhemmin ja näin ollen se on suurempi kuin luku yksi. Jo viisivuotiaana lapsi pystyy nopeasti vertailemaan lukujen suuruuksia, koska he tuntevat hyvin lukujonon. (Baroody 1987, 82–83.)

Aunola ym. (2004, 699) tuovat esille kaksi näkökulmaa matemaattisten taitojen kehittymisestä. Toisen näkökulman mukaan ne lapset, joilla on hyvät matemaattiset taidot ja tietämys, kehittyvät matemaattisilta taidoiltaan enemmän kuin ne, joiden lähtötaso on alhaisempi. Tämän näkökulman mukaan matemaattisilta taidoiltaan edistyneempien ja heikompien välinen ero säilyy ajan kuluessa. (Aunola ym. 2004, 699.) Aunolan ym. (2004, 699) mukaan toisena mahdollisuutena on, että ne lapset joiden matemaattisten taitojen lähtötaso on heikommat saavuttavat lähtötaidoiltaan paremmat lapset. Heidän mukaansa esimerkiksi koulussa annettu opetus olisi selityksenä sille, että matemaattisten taitojen yksilölliset erot pienenevät. Omassa tutkimuksessaan Aunola ym. (2004, 701) selvittivät matemaattisen suorituskyvyn kehitystä esiopetuksesta toiselle luokalle sekä sitä, mikä kognitiivinen tekijä (lukujonotaidot, visuaalinen havaitseminen, metakognitiivinen tietoisuus vai kuullun ymmärtäminen), ennakoi parhaiten matemaattista osaamista kyseisellä jaksolla. Heidän tulostensa mukaan matemaattisen suorituskyvyn kehityksessä yksilölliset erot säilyvät ja jopa kasvavat esi- ja alkuopetuksen aikana. Kognitiivisista tekijöistä lukujonotaidot ennustivat sekä lapsen matemaattista suoritustasoa että kehityksen nopeutta. (Aunola ym. 2004, 708.)

2.3 Matemaattisten taitojen yhteydet muistiin

Matematiikka vaatii monien kognitiivisten prosessien hallintaa. Yksi matemaattinen tehtävä saattaa edellyttää esimerkiksi ongelman muuttamista visuaaliseen muotoon, aiemmin opittujen sääntöjen mieleen palauttamista ja ongelmanratkaisun vaiheiden tallentamista työmuistiin. Tutkimukset, jotka ovat tutkineet aritmeettisista vaikeuksista kärsiviä lapsia, ovat havainneet vaikeuksien taustalla työmuistin vaikeuksia (Geary 1993; Hitch & McAuley 1991; Siegel & Linder 1984; Siegel & Ryan 1989). Muistisuorituksiin kuuluvat mieleen painaminen ja muistista palauttaminen. Muistin katsotaan koostuvan kahdesta toiminnallisesti erillisestä kognitiivisesta järjestelmästä: työmuistista ja pitkäkestoisesta muistista (ks. Baddeley & Logie 1999, 31). Työmuistin pääasiallisia rooleja ovat pitkäaikaiseen muistiin tallennetun käsiteltävänä olevan tehtävän kannalta relevantin tiedon hakeminen, aiemman tiedon käsittely ja yhdistely uuden tiedon tulkitsemiseksi ja ongelmien ratkaisemiseksi sekä ongelmanratkaisun tuloksena muodostuneen ymmärryksen tai tiedon muokkaaminen pitkäkestoiseen muistiin säilöttäväksi (Baddeley & Logie 1999, 31). Työmuistia (tai kuten sitä myös usein kutsutaan lyhytkestoista muistia) tarvitaan siis aktiiviseen tiedonkäsittelyyn ja tiedon väliaikaiseen tallennukseen. Työmuistin rakenteen hahmottamisessa nojataan Baddeleyn ja Hitchin (1974) malliin ja Baddeleyn kollegoineen esittämiin tarkennuksiin tästä mallista. Tämän mallin mukaan työmuisti koostuu toiminnaltaan eriytyneistä komponenteista. Näitä ovat toimintaa ohjaava komponentti (central executive) ja sen alaisuudessa toimivat väliaikaisen muistin systeemit, joista toinen on erikoistunut fonologisen (fonologinen silmukka; phonological loop) ja toinen visuospatiaalisen materiaalin tiedonkäsittelyyn ja väliaikaiseen tallennukseen (visuospatiaalinen työmuisti; visuospatial sketchpad) (Baddeley & Logie, 1999, 28–30). Tuoreemmissa mallin tarkennuksissa on ehdotettu työmuistin rakenteeseen lisättäväksi myös episodiseen muistiin liittyvä komponentti (episodic buffer), joka integroituu pitkäkestoiseen muistiin (Alloway & Gathercole 2005, 218; Alloway, Gathercole, Willis & Adams 2004, 100; Baddeley 2000, 417).

Kuten edellä on kuvattu, yksi työmuistin komponenteista on fonologinen silmukka, joka säilyttää vastaanotetun verbaalisen tiedon lyhyen aikaa (Baddeley, Gathercole &

Papagno 1998, 158). Fonologisen silmukan tehtäväalueita ovat sekä vastaanotetun fonologisen informaation väliaikainen varastointi (store) että kertausprosessi (rehearsal process), jota tapahtuu pysyvien muistiedustusten (representaatioiden) rakentumisen aikana. (Baddeley ym. 1998, 158, 167.) Fonologisen informaation väliaikaisella varastoinnilla on tärkeä merkitys opeteltaessa uusia sanoja (Baddeley ym. 1998, 168). Lapset voivat erota lyhytaikaisen muistin kapasiteetiltaan. Tutkimuksissa on havaittu, että 3 ikävuoden vaiheilla noin 10 % lapsista pystyy toistamaan neljän numeron sarjan, mutta osa lapsista (36 %) saavuttaa tämän tason vasta kaksi vuotta myöhemmin, noin 5-vuotiaana. (Baddeley ym. 1998, 159)

Siegelin ja Ryanin (1989, 978) tutkimus osoitti, että lapset, joilla oli matemaattisia oppimisvaikeuksia, olivat yhtä hyviä kuin verrokkit työmuistia testaavissa lausettehtävissä, mutta heikompia tehtävissä, jotka sisälsivät laskemista ja laskemalla saatujen tulosten muistamista. Passolunghin ja Siegelin (2001, 52) tutkimus, joka kohdistui matemaattisessa ongelmanratkaisussa heikkoihin oppilaisiin, osoitti, että heikot ongelmanratkaisijat olivat heikkoja sekä kielellisissä että numeerisissa työmuistitehtävissä. Heidän mukaansa tulokset osoittivat, että heikoilla ongelmanratkaisijoilla on yleisesti heikko työmuisti, eivätkä ongelmat liity ainoastaan numeerisen informaation muistamiseen. Lapsilla, joilla on matemaattisia vaikeuksia, on vähemmän työmuistin kapasiteettia kuin niillä, joilla ei ole matemaattisia vaikeuksia. Ongelma näyttäisi liittyvän työmuistin keskusyksikköön. (Passolunghi & Siegel 2001, 54). Ryhmien välillä ei ollut eroa niissä työmuistin kapasiteettia arvioivissa tehtävissä, jotka koskivat kielellistä informaatiota. (Passolunghi & Siegel 2001, 55).

Alloway, Gathercole, Adams, Willis, Eagle ja Lamont (2005, 418, 421) havaitsivat koulunsa aloittavien oppilaiden matemaattisten taitojen (lukujen tunnistaminen, yhteen ja vähennyslasku lukualueella 1-10) olevan yhteydessä työmuistin osa-alueista mm. fonologiseen lyhytkestoiseen muistiin ja episodiseen muistiin. He testasivat episodisen muistin kapasiteettia lauseen toistolla, jossa tarvitaan sekä lyhyt- että pitkäkestoista muistia. On mahdollista, että myös osa matematiikan taidoista, kuten muotojen vertailu ja yksinkertaisten yhteenlaskujen suorittaminen,

vaativat pitkäkestoisessa muistissa olevan, opitun tiedon ja sen hetkisen tiedon yhdistämistä. (Alloway ym. 2005, 424.)

Kyttälän, Aunion, Lehdon, Van Luitin ja Hautamäen (2003, 72) esiopetusikäisiin kohdistunut tutkimus osoitti, että lukujonotaidot edellyttävät fonologisen työmuistin lisäksi visuospatiaalista työmuistia. Sitä vastoin lukujen suhteisiin liittyvistä tehtävistä (esim. vertailu, luokittelu, sarjoittaminen) suoriutuminen ei ollut yhteydessä visuospatiaaliseen muistiin. Kyttälän ja kollegoiden (2003, 73) mukaan visuospatiaalisen muistin heikkous rajoittaa lyhytaikaisesti varastoitavan visuospatiaalisen tiedon määrää tai suullisen ja numeerisen tiedon visuaalista tallentamista. Tästä syystä olisikin heidän mukaansa tärkeää tarkastella myös visuospatiaalisia taitoja, kun arvioidaan matemaattisia vaikeuksia. Tulokset osoittivat, että matematiikkaa opetettaessa olisi hyvä yhdessä konkreettien materiaalien kanssa selittää asiat lapsille myös sanallisesti. Tämä voisi auttaa varhaisen numerotajun kehittämisessä. (Kyttälä ym. 2003, 73.)

3 LUKUJONOTAIDOT MATEMAATTISENA KÄSITTEENÄ

Matemaattiset taidot voidaan jakaa neljään erilliseen osa-alueeseen, jotka kehittyessään nivoutuvat matematiikan taitokokonaisuudeksi (Vainionpää ym. 2003, 293). Osa-alueet ovat lukujen luettelu- ja laskutaito sekä luku- ja suhdekäsitteet. Lukujen luettelutaito, joka käsittää mm. lukujonotaidot, sekä suhdekäsitteet ovat näistä osa-alueista eniten yhteydessä kielelliseen kehitykseen. Lukujen luettelutaitojen alkuvaiheessa sanavaraston laajeneminen ja myöhemmin mieleen palauttamisen nopeus sekä puheen motoriikan kehitys vaikuttavat lukujonotaitojen kehittymiseen. (Vainionpää ym. 2003, 293.)

3.1 Lukujonotaitojen kehitys

Lukujonotaitojen ensimmäisessä vaiheessa lukusanoja luetellaan loruna. Toiminta näyttää ja kuulostaa laskemiselta, mutta siinä ei ole matemaattista sisältöä. (Aunio ym. 2004, 203; Vainionpää ym. 2003, 295.) Lukujen luettelu edellyttää kykyä kuunnella ja eritellä puhetta. Lapsi liittää lukujen luettelemisen loruna yksiköiden laskemiseen aikuista matkimalla. Toiminnallaan lapsi osallistuu yhteiseen tekemiseen. (Aunio ym. 2004, 203.) Loru muuttuu listaksi ja käsitys lukusanojen yhteydestä määrään muodostuu. Se, että lapsi luettelee sujuvasti lukuja, ei tarkoita sitä, että hän olisi hyvä laskemaan lukumääriä. Lukujonon sujuva käyttö vaatii harjoittelua, ja useimmat lapset lähtevät lukuja luettellessaan pitkään liikkeelle aina lukujonon alusta. Lukujonon toistaminen aina alusta hidastaa vähennys- ja yhteenlaskujen suorittamista, lisää virheitä ja vaatii erittäin tarkan keskittymisen. (Aunio ym. 2004, 203.) Lukujen luettelutaidot luovat pohjan lukukäsitteen ja laskutaidon oppimiselle. Kun lapsi laskee lukumääriä ja niiden muutoksia, hän yhdistää lukukäsitteen ja lukujonotaidot. (Aunio ym. 2004, 203; Vainionpää ym. 2003, 295.)

Luettelemalla laskemista kutsutaan usein rutiinilaskemiseksi. Rutiinilaskeminen kuvaakin hyvin lapsen varhaista luettelemalla laskemista, jolloin laskeminen on tarkoituksetonta verbaalia hokemaa. (Baroody 1987, 83.) Termiä käytetään usein

siinä tarkoituksessa, että lapset oppivat koko lukujonon rutiininomaisesti muistaen. Rutiininomaisella lukujonon luettelemisella on tärkeä roolinsa oppimisen alkuvaiheessa, mutta sääntöjen hallinta on edellytyksenä lapsen hallitseman lukujonon laajenemiselle kymmeneen, satoihin ja sitä suurempiin lukuihin. (Baroody 1987, 84.) Lasten tekemät virheet ovat hyvä osoitus siitä, että säännöt ovat luettelemalla laskemisen pohja, erityisesti 20:sta ylöspäin. Monet lapset käyttävät korvaavia termejä (esim. englannin kielessä ”five-teen” luvun ”fifteen” sijasta sekä ”ten-teen” luvun ”twenty” sijasta). Baroodyn (1987, 84) mukaan tällaiset virheet selvästi osoittavat, etteivät lapset ainoastaan imitoi aikuisia vaan pyrkivät kehittämään oman sääntöjärjestelmänsä. Lapset kykenevät näkemään ja käyttämään, ja joskus jopa väärinkäyttämään, kaavoja lukujonoissa. Monet 4,5-6 -vuotiaat lapset pystyvät laskemaan 29:een tai 39:een. Koska he eivät vielä ymmärrä kymmenjärjestelmää, he eivät pysty jatkamaan laskemista eteenpäin. (Baroody 1987, 88.)

Lukujonotaidot alkavat kehittyä noin kahden vuoden iässä ja lopullinen hioutuminen tapahtuu kahdeksaan ikävuoteen mennessä, jolloin lukujono on laajentunut yli sataan (Fuson ym. 1982, 33). Fusonin ym. (1982, 33) mukaan lapsen lukujonotaidot kehittyvät kahden erillisen, mutta osittain päällekkäisen vaiheen kautta. Nämä ovat omaksumisen vaihe ja soveltamisen vaihe. Omaksumisen vaiheessa lapsi oppii lukujonosanojen ketjun. Toisen vaiheen saavutettuaan lapsen taito eriytyy, lukujonon osat vakiintuvat ja lapsi pystyy eriyttämään yksittäiset luvut sekä ymmärtää niiden väliset suhteet. (Fuson ym. 1982, 33.) Vaikka vaiheet ovat periaatteessa erilliset, voivat lasten taidot lukujonotaidoissa olla kehityksellisesti eri vaiheissa. Lapsi voi olla lukujonon alun osalta jo soveltamisen vaiheessa, kun esim. kymmenien yli menevän lukujonon ymmärtäminen on vielä omaksumisen vaiheessa. (Fuson ym. 1982, 34.)

Lukujonotaidon omaksumisen vaiheessa lukujonoa käytetään esim. esineiden lukumäärän laskemisessa. Lukujonon oppiminen kahteenkymmeneen on numerosarjan muistamista. (Fuson ym. 1982, 33.) Ketjun osat on muistettava ja tuotettava tietyssä järjestyksessä. Lukujono 20:sta sataan on sarjallinen muistiin pohjautuva tehtävä, jossa on myös toistuva malli. (Fuson ym. 1982, 33–34.) Fuson

ym. (1982, 39) havaitsivat, että lapset oppivat ensin kymmenien välillä toistuvan sarjan (esim. kaksikymmentäyksi, kaksikymmentäkaksi...kaksikymmentähdeksän), ennen kuin he oppivat kymmenien oikean järjestyksen. Kymmenien kohdalla lapset voivat liikkua esim. ensin kahdestakymmenestä viiteenkymmeneen, sen jälkeen kahdeksaankymmeneen ja kolmeenkymmeneen, ja jälleen kahteenkymmeneen. (Fuson ym. 1982, 40.)

Omaksumisvaiheessa lukujonon sanat muodostavat kokonaisuuden, josta lapsi ei pysty tuottamaan yksittäisiä osia. Yksittäinen luku ei luo miellelyhtymää siitä, mikä on ketjun edeltävä tai seuraava luku. (Fuson ym. 1982, 33–34.) Baroody (1987, 90) pitää taitoa luetella lukuja kymmenestä taaksepäin melko vaikeana, sillä se vaatii tietoisuutta ketjun edeltävästä luvusta. Englanninkielisissä maissa tehdyissä aiemmissa tutkimuksissa lapset kuitenkin yleensä saavuttivat kyseisen taidon ensimmäisen kouluvuoden loppuun mennessä. Laskeminen taaksepäin luvusta 20 on erityisen vaikea taito ja ei tyypillisesti onnistu ennen kolmannen luokan alkua. (Baroody 1987, 90.) Taidon soveltamisvaiheen aikana luvut muotoutuvat Fusonin ym. (1982, 34) mukaan yksittäisiksi ketjun osiksi. Lukujen välinen yhteys voimistuu ja ne ovat käytettävissä myös erillisinä käsitteinä. Lukujonon osa, yksittäinen luku, on ärsykkeenä seuraavan tai edeltävän luvun muistamiselle. Lukujonon yksiköiden välille muodostuu soveltamisvaiheessa assosiatiivinen yhteys. (Fuson ym. 1982, 34.)

Kun lapsi ymmärtää, että luvun sijainti lukujonossa osoittaa määrän muutosta suhteessa muihin lukuihin, hän on omaksunut lukujonotaitojen perusteet. Tällöin lapsi ymmärtää, että kauempana lukujonossa oleva luku edustaa suurempaa määrää. (Hartikainen, Vuorio, Mattinen, Leppävuori & Pahkin 2001, 87.) Lukujonotaidoissaan pidemmälle kehittynyt kykenee aloittamaan laskemisen mistä tahansa luvusta eteen ja taaksepäin. Lukujonotaitojen kehittyessä lapsi kykenee myös luettelemaan lukujonon lukuja eteen- ja taaksepäin useamman askeleen välein. (Hartikainen ym. 2001, 87.)

Fuson kollegoineen (1982, 35) on havainnut, että lukujonojen luettelussa (lukualueella 1-30) erottuu lapsilla usein kolme lukusanojen muodostamaa ryhmää. Fuson ym. (1982, 35) ovat käyttäneet ensimmäisestä lukusanojen ryhmästä nimitystä

pysyvä säännömukainen (stable conventional). Lapsi toistaa kyseisen osan lukujonosta aina oikein. Ensimmäinen ryhmä sijoittuu yleensä lukujonon alkupuolelle (esim. yksi, kaksi, kolme, neljä, viisi). (Fuson ym. 1982, 35.) Toinen ryhmä, pysyvä ei-säännömukainen (stable nonconventional), viittaa lukusanojen muodostamaan ryhmään, jossa on pysyvyyttä, mutta joka ei noudata säännömukaisuutta. Lapsi esimerkiksi toistaa sarjan ”kuusi, kahdeksan, yhdeksän ja yksitoista” yleensä samalla tavalla väärin jättäen välistä luvut seitsemän ja kymmenen. (Fuson ym. 1982, 35.) Kolmas lukusanojen ryhmä on ei-pysyvät osuudet (nonstable portions). Tämän lukusanojen ryhmän kohdalla lapsi tyypillisesti toistaa luvut laskiessaan aina eri tavalla. Hän voi esimerkiksi ensin laskea ”kolmetoista, kuusitoista, viisitoista, neljätoista” ja toisella laskukerralla hän laskee ”neljätoista, kuusitoista, kolmetoista”. (Fuson ym. 1982, 35–36.)

Seuraavassa on lyhennetty esimerkki (ks. Fuson ym. 1982, 36.) saman lapsen toistamista neljästä sarjasta:

- A. 1, 2, 3, 6, 8, 10, 13, 16, 14
- B. 1, 2, 3, 6, 8, 10, 14, 15, 13
- C. 1, 2, 3, 6, 7, 10, 14, 15, 13
- D. 1, 2, 3, 6, 8, 10, 11, 15, 16

Luvut ”1, 2, 3” muodostavat pysyvän säännömukaisen ryhmän, joka toistuu jokaisella kerralla oikean lukujonon mukaisesti. Pysyvä ei-säännömukainen ryhmä muodostuu lukusanoista ”6, 8 (tai 7) ja 10”. Loput kolme lukua edustavat ei-pysyviä osuuksia: luvut vaihtelevat eri toistokerroilla ja niiden järjestys ei välttämättä ole oikean lukujonon mukainen. (Fuson ym. 1982, 36.)

Pollman (2003) on artikkelissaan tarkastellut lukujen oppimisen kielellistä näkökulmaa. Kun lapsen sanasto kehittyy, hän oppii tuottamaan sarjoja, joissa sanat on tuotettava tietyssä järjestyksessä. Tällaisia sarjoja ovat esimerkiksi lukujonot, viikonpäivät, kuukaudet ja aakkoset. (Pollman 2003, 27–28.) Lukujonoa opetellessaan lapsi opettelee sanalistaa, jolla ei siinä vaiheessa ole hänelle sisällöllistä merkitystä (Pollman 2003, 10). Sanojen tarkka järjestys auttaa muistamaan sanojen paikan sarjassa. (Pollman 2003, 28.) Lukujonon oppiminen on samanlainen prosessi kuin kuukausien ja viikonpäivien oppiminen. Pollmanin

mielestä tämä osoittaa, että lukujonon oppiminen ei ole numeeriseen kykyyn perustuva prosessi. Sanallisten sarjojen oppiminen on sanaston laajentumista. (Pollman 2003, 28.)

3.2 Lukujonotaitojen yhteys muihin matemaattisiin taitoihin

Lukujonotaidot ovat yksi merkittävä tekijä matemaattisten taitojen kehittämisessä, sillä niiden avulla matemaattiset taidot automatisoituvat ja ajattelun resursseja vapautuu vaativimpiin tehtäviin sekä monimuotoisempien strategioiden hyödyntämiseen (Aunio ym. 2004, 205; Resnick 1989, 164–165). Mitä paremmin lapsi hallitsee lukujonotaidot, sitä vähemmän hän tarvitsee tuekseen esim. sormiaan, palikoita tai kirjoitettuja lukuja. (Aunio ym. 2004, 205.) Ho ja Fuson (1998, 542) ovat havainneet, että lapsi oppii luettelemaan lukuja pitkälle ennen kuin hän oppii suorittamaan yksinkertaisintakaan yhteenlaskua. Aunio ym. (2004, 205) mukaan lukujen sujuva luetteleminen suuremmasta pienempään avaa uusia strategioita vähennyslaskujen suorittamiseen. Myös taito aloittaa laskeminen mistä tahansa lukujonon kohdasta helpottaa laskemista. Kun lapsi kykenee aloittamaan lukujen luettelemisen muualta kuin ykkösestä, hän pystyy ongelmitta laskemaan esineitä myös ryhmittelemällä sekä suorittamaan yhteen- ja vähennyslaskuja kehittyneempien strategioiden avulla (esimerkiksi laskemalla $5 + 2$ suoraan lukujonosta 5,6,7 ilman, että hänen täytyy aloittaa lukujen luetteleminen luvusta yksi sekä yhteenlaskettavien että summan kohdalla). (Aunio ym. 2004, 203.)

Lapset, joilla on matemaattisia oppimisvaikeuksia, tekevät enemmän virheitä yksinkertaisissa aritmeettisissä tehtävissä ja käyttävät kehityksellisesti epäkypsempää laskustrategioita (esim. sormilla laskemista). He eivät pysty hyödyntämään lukujonoa laskutehtävissä. (Geary 2004, 8.) Sormien käyttäminen osoittaa, että matemaattisista oppimisvaikeuksista kärsivät lapset eivät muista ns. aritmeettisiä faktoja, eli eivät muista peruslaskutoimitusten vastauksia ulkoa. Usein he antavat esim. yhteenlaskuissa vastaukseksi luvun, joka on jommankumman yhteenlaskettavan luvun jälkeen lukujonossa (esim. yhteenlaskutehtävässä $6 + 2$ lapsi voi antaa vastaukseksi 7 tai 3). (Geary 2004, 12.) Lukujen havainnollistaminen ja lukujonon konkretisointi sormilla vähentää työmuistin kuormitusta ja tukee sen

toimintaa (Geary 2004, 9). Kun lapsi ymmärtää, että lukujonossa suurempi luku on pienempien lukujen yhdistelmä, hän on saavuttanut lukujonotaitojen kehittyneimmän vaiheen. Silloin lukujonotaidot tukevat yhteen- ja vähennyslaskutaitoa. Lapsi osaa liikkua lukujonossa molempiin suuntiin eripituisia askelia käyttämällä. (Aunio ym. 2004, 203.)

Laskeminen ja lukumäärän päättely ovat aluksi erillisiä toimintoja (Aunio ym. 2004, 203). Lapsi osaa kuvata joukkoa lukusanalla (Minulla on kolme palloa.). Hän voi myös laskea esineet. Hän ei kuitenkaan osaa yhdistää laskemalla saamaansa viimeistä lukua joukon lukumäärää kuvaavaksi luvuksi. Aunio ym. (2004, 203) mukaan lapsen oppiessa yhdistämään nämä taidot, eli kun hän ymmärtää laskemalla saadun luvun osoittavan joukon lukumäärää, on hän saavuttanut kehityksellisesti tärkeän taidon. Joku lapsi voi oivaltaa asian pienillä luvuilla itsenäisesti toimiessaan, kun hän päätyy samaan lukuun lukumäärän havaitsemalla ja laskemalla. Toinen lapsi taas huomaa viimeiseksi luetellun luvun olevan lukumäärää osoittava luku, kun aikuinen varmentaa saadun tuloksen. (Aunio ym. 2004, 203.)

Gelmanin ja Gallistelin (1978, 77–80) mukaan lukumäärän selvittäminen edellyttää viittä periaatetta, jotka muodostavat kaksi osa-aluetta. Ensimmäinen osa-alue (ns. ”kuinka lasketaan”) sisältää seuraavat kolme periaatetta: 1) yksi yhteen -vastaavuus, 2) kardinaalisuus sekä 3) järjestyksen pysyvyys. Järjestyksen pysyvyys tarkoittaa lukusanojen tuottamista asianmukaisessa järjestyksessä (Gelman & Gallistel 1978, 79). Toiseen osa-alueeseen sisältyvät seuraavat kaksi periaatetta: 1) abstraktioperiaate (mitä tahansa objekteja voidaan laskea) ja 2) järjestyksen merkityksettömyys (objektien laskujärjestyksellä ei ole merkitystä lukumäärään). (Gelman & Gallistel 1978, 80–82.)

Lapsilla, joilla on matematiikan oppimisvaikeuksia, ei yleensä ole vaikeuksia Gelmanin ja Gallistelin (1978) esittelemien viiden periaatteen käsittämisessä (Geary 2004, 6). He tekevät kuitenkin usein virheellisen päätelmän laskutuloksen oikeellisuudesta, jos rivissä olevien esineiden laskeminen ei etene järjestyksessä (esim. vasemmalta oikealle) vaan laskeminen tapahtuu epäsystemaattisesti (kaikki yksiköt huomioidaan, mutta poiketaan tavanomaisesta järjestyksestä). Gearyn (2004,

6) havainnon mukaan matemaattisista oppimisvaikeuksista kärsivät lapset ajattelevat, että laskemisen tulee aina alkaa ensimmäisestä tai viimeisestä objektista ja sen tulisi jatkaa järjestyksessä objektista toiseen.

Gelman ja Gallistel (1978, 103) ovat todenneet, että lapset pystyvät tuottamaan lukujonon pysyvänä ja osaavat yksi yhteen –vastaavuuden periaatteen ennen kuin he oppivat käyttämään viimeistä lukusanaa osoittamassa lasketun joukon lukumäärää (last-word response). Gelmanin ja Gallistelin mukaan (1978, 103) lapset osoittavat lukujonon pysyvyyden ja yksi yhteen –vastaavuuden periaatteiden hallintaa huomattavasti suurempien lukumäärien suhteen, kuin he ovat kyvykkäitä vastaamaan oikein kuinka monta -kysymykseen. Fuson, Pergament, Lyons ja Hall (1985, 1432, 1435) eivät kuitenkaan jaa näkemystä Gelmanin ja Gallistelin kanssa, sillä he havaitsivat omassa tutkimuksessaan, että viimeisen lasketun lukusanan ja lukumäärän ymmärtäminen ei lapsilla välttämättä heikennyt silloinkaan, kun laskettavien joukko kasvoi. Lasten suoritukset lukujonon hallintaa vaativissa tehtävissä (arvioituna oikeiden vastausten määrällä) sen sijaan heikkenivät laskettavien joukon kasvaessa. Lukumäärän laskemisessa lapset onnistuivat yhdistämään viimeisen lukusanan lukumäärän osoittajana ja lukujonon pysyvyyden laskettavien joukon kasvaessa. (Fuson ym. 1985, 1434.)

Fuson kollegoineen (1985, 1434) totesikin, että laskemisen periaatteet, yksi yhteen -vastaavuus, lukujonon säilyvyys sekä kardinaalisuus, eivät osoittaneet hierarkkista kehittymistä. Yli kahdeksan menevissä joukoissa moni lapsista osasi kertoa lukumäärän kardinaalisuus -periaatetta noudattaen, mutta lukujonon oikeellisuus sekä yksi yhteen -vastaavuus heikkenivät (Fuson ym. 1985, 1434.) Lapset osasivat hyvin yhdistää laskemisen periaatteet käytännössä, eivätkä tietyt periaatteet olleet edellytyksenä toisen periaatteen kehittymiselle. Toisaalta Fuson ym. (1985, 1435) nostavat esille myös sen, ettei lapsi välttämättä hallitse kardinaalisuuden käsitettä, vaikka hän käyttäisi viimeisenä mainitsemaansa lukusanaa vastauksena kuinka monta -kysymykseen. Lapsi on vain oppinut, että kyseiseen kysymykseen vastataan sanomalla viimeisenä mainittu lukusana, mutta hän ei ymmärrä sen tarkoittavan joukon lukumäärää. (Fuson ym. 1985, 1435.)

Jordanin, Kaplanin, Locuniakin ja Raminenin (2007, 40) tutkimuksen mukaan lukujonotaidot olivat vahvasti yhteydessä matematiikan osaamiseen eivätkä lasten eroja matemaattisissa taidoissa selittäneet taustatekijät kuten sukupuoli, perheen taloudellinen tilanne, päiväkodin aloitusikä ja lukutaito. Aunola kollegoineen (2004) on vastaavasti raportoinut lukujonotaitojen ennustavan matemaattisten taitojen kehitystä. Aunola ym. (2004, 708–709) osoittivat esiopetusikäisten lukujonotaitojen ennustavan sekä matemaattisten taitojen tasoa että kehityksen nopeutta. Mitä paremmat lasten lukujonotaidot olivat esikoulun alussa, sitä korkeammat olivat heidän matemaattiset taitonsa toisen luokan lopussa. Lukujonotaidot eivät siten ainoastaan liity samanaikaiseen matemaattiseen suoritustasoon, vaan myös ennustavat sen myöhempää kehittymistä. Aunola kollegoineen (2004, 709) katsovat, että heidän saamiaan tuloksia voi selittää kolmella mahdollisella tavalla. Ensimmäinen mahdollinen selitys on matemaattisten taitojen kehittyminen hierarkkisesti: alemman tason taitojen on oltava hallinnassa, jotta korkeammat matemaattiset taidot kehittyvät. Toisena mahdollisena selityksenä Aunola ym. (2004, 709) pitävät strategian valintaa. Aluksi lapset ratkaisevat aritmeettisiä ongelmia käyttäen apunaan lukujonoa. Hyvät lukujonotaidot ovat edellytyksenä oikeiden vastausten saavuttamiselle ja sitä kautta myös peruslaskutoimitusten vastausten ulkoa oppimiselle. Kolmannen näkökulman mukaan heikot lukujonotaidot voivat kertoa laajemmista oppimisvaikeuksista (Aunola ym. 2004, 709).

Temple ja Sherwood (2002, 733) ovat tutkimuksessaan verranneet lapsia, joilla on vaikeuksia muistaa peruslaskutoimitusten vastauksia ulkoa, lapsiin, joilla ei ole vaikeuksia muistaa näitä ns. numeerisia faktoja. He tarkastelivat lasten eroja lyhytkestoisen muistin, lukujonotaitojen, puhenopeuden sekä numeeristen faktojen ja sanaston mieleen palauttamisen nopeuden osalta (Temple & Sherwood 2002, 738–739). Tulokset osoittivat, että lapset, joilla on vaikeuksia numeeristen faktojen muistamisessa, olivat verrokeitaan hitaampia tehtävässä, jossa tuli luetella luvut lukujonolla luvusta 1 lukuun 30 mahdollisimman nopeasti. Numeeristen faktojen muistaminen ja lukujonotaidot korrelaatiot osoittivat, että taidot ovat yhteydessä toisiinsa. Suoriutuminen samaisesta tehtävästä ilman aikapainetta oli vertailun kohteena olevilla lapsiryhmillä samantasoista. (Temple ja Sherwood 2002, 744, 747.)

4 LUKUJONOTAITOJEN JA KIELELLISTEN TAITOJEN YHTEYS

Kielen ja matematiikan oppimisen oletetaan kehittyvän vahvasti vuorovaikutuksessa (Fazio 1996, 839). Kielellisten taitojen ja lukujonotaitojen yhteyttä on tutkittu lähinnä vertaamalla kielihäiriöisten suorituskykyä samanikäisiin lapsiin sekä nuorempiin kielellisiltä taidoiltaan samantasoisiiin lapsiin (esim. Cowan ym. 2005; Donlan ym. 2007; Fazio 1994, 1996 ja 1999; Koponen ym. 2006). Lukujonotaitojen yhteyttä lukemisvalmiuden osa-alueisiin on toistaiseksi tutkittu vähän. Tämän vuoksi alla esitellään myös kielihäiriöisillä (dysfaattisilla) lapsilla tehtyjä tutkimuksia.

4.1 Matemaattisten taitojen yhteydet kielellisiin lukemisvalmiuksiin

Kinnunen on kollegoineen (1994) tutkinut koulutulokkaiden ja ensimmäisen luokan oppilaiden matemaattisia taitoja ja niiden kehitystä. Tutkimustulosten mukaan lapset voivat suoriutua helpommista lukujonotehtävistä ilman, että ymmärtävät niiden matemaattista sisältöä tai käyttävät matemaattisloogista ajattelua (Kinnunen ym. 1994, 69). Kinnusen ym. (1994) jatkotutkimus osoitti, että helpompien lukujonotaitojen vahvin ennustaja on matemaattisloogisen ajattelun sijasta lapsen kielellinen tietoisuus. Heidän mielestään kielellinen tietoisuus liittyy lapsen valmiuteen kuunnella ja eritellä puhetta, joka on edellytyksenä lorumaisen lukujonon omaksumiselle. (Kinnunen ym. 1994, 69.)

Kielten välisiä eroja lasten numerotajussa (number sense) selvittänyt tutkimus (Aunio, Niemivirta, Hautamäki, Van Luit, Shi & Zhang 2006, 496) osoitti, että lukujen suhteiden ymmärtäminen (relational skills; esim. luokittelu, vertailu ja yksi yhteen -vastaavuus) heijastaa yleisiä numeerisia taitoja. Aunio ym. (2006, 496) havaitsivat, että opetuksen ja kielen eroavaisuudet vaikuttivat enemmän lukujonotaitoihin kuin lukujen suhteiden ymmärtämiseen.

Lepola ja Niemi havaitsivat kollegoineen (2005, 260), että ennen esiopetusvuotta (5-6 -vuotiaana) arvioidut lasten lukujonotaidot olivat tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä näiltä seurantatutkimukseen osallistuneilta lapsilta toisella luokalla

arvioituun tekstin lukemisnopeuteen ($r = -.32$) ja luetun ymmärtämiseen ($r = .33$). Lisäksi samanaikaiset korrelaatiot osoittivat, että lukujonotaidot olivat tilastollisesti erittäin merkitsevästi yhteydessä fonologiseen tietoisuuteen ($r = .54$) ja ohjeiden ymmärtämiseen ($r = .34$). Lisäksi lukujonotaidot korreloivat tilastollisesti merkitsevästi ei-kielellisen älykkyyden ($r = .27$) ja nopean nimeämisen ($r = -.27$) kanssa. (Lepola, Niemi ym. 2005, 268.)

Fonologinen tietoisuus on tietoisuutta kielen äänteellisestä rakenteesta ts. taitoa tarkastella puhuttua kieltä, hahmottaa sanojen äännerakennetta ja kyötä yhdistelemään ja erottelemaan äänneitä (Torgesen, Wagner, Rashotte, Burgess & Hecht 1997, 162). Fonologinen tietoisuus on yksi fonologisen prosessoinnin kolmesta osa-alueesta, muiden osa-alueiden ollessa fonologinen työmuisti ja kielellisen aineksen automaattinen muistista haku. (Torgesen ym. 1997, 162.) Fonologisen tietoisuuden on todettu olevan yhteydessä lukemaan oppimiseen (Aro, Aro, Ahonen, Räsänen, Hietala & Lyytinen 1999, 457; Leppänen, Niemi, Aunola & Nurmi 2006; Parrila, Kirby & McQuarrie 2004), ja useiden tutkimusten mukaan se on tärkeimpiä lukutaidon ennustajia (Muter, Hulme, Snowling & Taylor 1997; Wagner, Torgesen, Rashotte, Hecht, Barker, Burgess ym. 1997). Tornéus (1991, 18–19) on kuvannut *äännetietoisuuteen* (eli foneemiseen tietoisuuteen) liittyvistä osataidoista erityisesti äännesegmentaatiota ja -synteesiä. Näillä hän tarkoittaa taitoa jakaa sanoja äänneiksi sekä äänneiden yhdistämistä sanoiksi sekä oivallusta, siitä, että puhe koostuu äänneistä. Äännesynteesi voi tuottaa vaikeuksia, jos lapsi ei pysty pitämään mielessään tarvittavia äänneitä. (Tornéus 1991, 18–20.)

Kirjainten nimeäminen on yhteydessä myöhempään luku- ja kirjoitustaitoon, etenkin lukemisen sujuvuuden kehittymiseen (Lepola, Poskiparta, Laakkonen & Niemi 2005, 394; Leppänen ym. 2006, 25–26;). Aro on kollegoineen todennut (1999, 462–463), että suomenkielisillä lapsilla äännetietoisuus ja kirjainten nimeäminen kehittyvät samanaikaisesti sekä vaikuttavat toistensa kehittymiseen. Torppa, Poikkeus, Laakso, Eklund ja Lyytinen (2006, 1138–1139) havaitsivat tutkimuksessaan, että kirjaintuntemusta ennustivat parhaiten lapsen fonologinen tietoisuus, fonologinen muisti ja nopea nimeäminen. Esimerkiksi kotona, yleensä vanhempien toimesta

tapahtuva kirjainten opetus oli edellisiä lapsen taitoja heikompi ennustaja kirjaintuntemuksen kehittymiselle.

Adamsin (1994, 62) näkemys on, että kirjainten tuntemus ja nimeäminen kyllä ennustavat lukemaan oppimista, mutta pelkkä kirjaintuntemus ei riitä lukemaan oppimiseen. Hän pitää tärkeämpänä kirjainten nimeämisen sujuvuutta. Adamsin (1994, 63) mukaan kirjainten nimeämisen sujuvuus helpottaa lukiessa kirjainten tunnistamista sekä kirjainta vastaavan äänteen hakemista muistista ja vapauttaa prosessointikapasiteettia sanan merkityksen tunnistamiseen. Kirjainten nimet antavat myös vihjeen kirjainta vastaavasta äänneestä. Visuaalisten symbolien nopea nimeäminen on yhteydessä lukutaidon oppimiseen, joten myös kirjainten nimeämisen nopeus ennustaa lukutaidon oppimista. (Adams 1994, 64.) Kirjainten nimet opitaan hyvin varhaisessa vaiheessa ja usein ne opitaan ns. aakkoslaulun avulla (Adams 1994, 359). Myös lukujono opitaan aluksi loruna, jolla ei ole matemaattista merkitystä (Aunio ym. 2004, 203; Vainionpää ym. 2003, 295). Jos lapsi ei ole oppinut kirjainten nimiä ennen kouluun tuloa, hänellä on koulun alussa lukemaan oppimisen vaiheessa haastavampi tehtävä kuin niillä oppilailta, jotka tuntevat jo kirjaimet (Adams 1994, 363).

Nopea nimeäminen tarkoittaa kykyä jäljittää ja palauttaa muistista fonologisesti koodattua ja järjestäytyntä tietoa tehokkaasti (Anthony, Williams, McDonald & Francis 2007, 114). Nopea nimeäminen koostuu sensoristen, tarkkaavaisuuden, muistin, fonologisten ja semanttisten sekä motoristen osakokonaisuuksien yhteensovittamisesta, ja se on ajoituksellisesti vaativa tapahtuma sekä osatekijöittäin että yhdessä suoritettuna. (Wolf, Bowers & Biddle 2000, 395) Nopean nimeämisen taidot edellyttävät ainakin fonologisia taitoja, prosessoinnin nopeutta, verbaalista sujuvuutta ja verbaalisen työmuistin toimivuutta eri osa-alueilla (Närhi, Ahonen, Aro, Leppäsaari, Tolvanen, Korhonen ja Lyytinen 2005, 53). Nopean sarjallisen nimeämisen arvioinnissa käytettävään RAN (Rapid Automated Naming) tehtävään (Denckla & Rudel 1974; Ahonen, Tuovinen & Leppäsaari 1999) on koottu lomakkeelle matriisin muotoon 30–50 lapselle oletettavasti tuttua nimettävää kohdetta; numeroita, värejä, kirjaimia tai esineitä. Lapsen tulee nimetä sarjassa olevat kuvat mahdollisimman nopeasti. Nimeämisen automatisoituminen ja nopeutuminen

iän myötä on erityisesti havaittavissa kirjainten ja numeroiden nimeämisessä (Wolff, Michel & Ovrut 1990, 356–357). Nopean sarjallisen nimeämisen on todettu ennustavan tulevaa lukutaitoa (Lepola, Poskiparta ym. 2005; Parrila, Kirby & McQuarrien 2004; Torgesen ym. 1997), ja selittävän erityisesti yksilöllisiä eroja sanojen lukemisessa esikoulun ja toisen luokan sekä ensimmäisen ja kolmannen luokan välillä (Torgesen ym. 1997, 180). Lapset, joilla on lukemisvaikeuksia, ovat keskimääräistä hitaampia esineiden, värien, numeroiden ja kirjainten sarjallisessa nimeämisessä, ja he tekevät myös hieman enemmän virheitä yksittäisten kohteiden nimeämisessä (Denckla & Rudel 1976, 476–477). Wolfin ym. (2000, 387) mukaan heikoilla lukijoilla ongelmat voivat johtua fonologisten taitojen heikkoudesta, nopean nimeämisen heikkoudesta tai niiden yhdistelmästä eli ns. kaksoishypoteesista (double deficit), jota esiintyy vaikeimmissa lukemisen ongelmissa. Heikot lukijat ovat merkittävästi hitaampia nopean sarjallisen nimeämisen tehtävissä kuin verrokkit (Wolf ym. 2000, 387). Nopean nimeämisen merkitys lukutaidon heikkouden selittäjänä säilyy silloinkin, kun ennustajina otetaan huomioon fonologisen tietoisuuden tai lyhyt-kestoisen muistin heikkouden mahdollinen vaikutus (Wolf ym. 2000, 391).

4.2 Kielellisten häiriöiden yhteys matemaattisiin taitoihin

Alla esitellään kielihäiriöisten eli dysfaattisten lasten keskuudessa tehtyä tutkimusta koskien näiden lasten matemaattisia taitoja ja mahdollisia eroja lapsiin, joiden kielen kehitys on ollut normaalia. Termiä dysfasia käytetään Suomessa melko yleisesti yläkäsitteenä vaikeille kielen- ja puheenkehityksen häiriöille, jotka kattavat erilaisia oirekuvia ja vaikeusasteiltaan erilaisia ongelmaryhmiä. Suomalaisessa kliinisessä käytännössä ja etenkin diagnostisessa luokituksessa dysfasia -termin sijaan käytetään kuitenkin termiä *puheen ja kielen kehityshäiriö*. (Marttinen, Ahonen, Aro & Siiskonen 2001, 30.) Englanninkielisessä kirjallisuudessa yllä kuvattuja rinnakkaisia termejä vastaava käsite on SLI (Specific Language Impairment). Alla, tutkimusten esittelyissä, käytetään yllä olevista käsitteistä termiä kielihäiriö, ja tarkoitetaan nimenomaan kehityksellistä kielen ja/tai puheen kehitys viivästyä tai poikkeavuutta.

Fazio on seurannut kielihäiriöisten lasten matemaattisten taitojen kehitystä usean vuoden ajan. Vuonna 1994 julkaistussa tutkimuksessaan Fazio vertasi 4–5 -vuotiaiden kielihäiriöisten lasten lukujonotaitoja kolmen verrokkiryhmän taitoihin (Fazio 1994, 358). Kaksi ensimmäistä verrokkiryhmää olivat kognitiivisilta taidoiltaan samantasoisia: 1) normaalisti kehittyneet samanikäiset verrokkit (cognitive matched) ja 2) lievästi kehitysvammaiset 6–9 -vuotiaat verrokkit (mild mental retardation). Kolmas verrokkiryhmä koostui nuoremmista kielellisten taitojen suhteen samalla tasolla olevista (language matched) normaalisti kehittyneistä lapsista, jolloin pystyttiin tarkastelemaan kognitiivisten taitojen vaikutusta (Fazio 1994, 359–360).

Tutkimuksen mukaan kielihäiriöiset lapset tekivät enemmän lukujonovirheitä ääneen laskettaessa kuin normaalisti kehittyneiden ja lievästi kehitysvammaisten ryhmiin kuuluvat lapset. Kielihäiriöiset lapset hallitsivat laskemiseen liittyvät säännöt (esim. kardinaalisuuden) ja siihen liittyvät käsitteet (esim. kuinka monta yhteensä), mutta eivät pystyneet toistamaan lukujonoa oikein. (Fazio 1994, 366.) Fazio (1994, 361–362) opetti tutkimuksessaan oppilaille myös eleillä laskemista, jossa esineiden määrä ilmaistiin osoittamalla tiettyä kehon osaa (esim. yksi ilmaistaan koskettamalla päätä, kaksi koskettamalla nenää ja kolme koskettamalla leukaa). Tämän jälkeen lasten tuli esittää lukujono näillä liikkeillä, laskea esineitä yksi yhteen -vastaavuutta käyttäen sekä osoittaa esineiden lukumäärä laskettaessa yhteen kolmen esineryhmän yksiköitä. (Fazio 1994, 362.) Fazon mukaan (1994, 366) kielihäiriöiset lapset olivat parempia kuin kehitysvammaiset lapset ja kielellisiltä taidoiltaan samantasoiset lapset. Tämä osoittaa Fazon (1994, 366) mukaan sen, että kielihäiriöisten lasten vaikeudet tulevat voimakkaimmin esiin lukujonotaidoissa. Lukusanojen oppimiseen liittyviä vaikeuksia voivat selittää kielihäiriöisten lasten vaikeudet oppia mitä tahansa sarjoja sekä vaikeudet kielellisessä prosessoinnissa. Tutkimuksen tulokset osoittavat ongelmien perustuvan lukusanojen ja lukujonojen muistamiseen sekä niiden hakemiseen muistista. (Fazio 1994, 366.)

Fazio seurasi samoja lapsia (lukuun ottamatta kehitysvammaisten ryhmää) kaksi vuotta myöhemmin. Kielihäiriöiset lapset olivat tämän tutkimuksen aikana 6–7 -vuotiaita. (Fazio 1996, 841.) Vuoden 1996 tutkimuksen yhtenä tavoitteena oli

selvittää, mitkä taustatekijät ovat yhteydessä matemaattisiin vaikeuksiin kielihäiriöisille lapsille. Matemaattisia vaikeuksia voivat aiheuttaa heikot kielelliset taidot liittyen tehtävän auditiiviseen ja sarjalliseen muotoon. Toisaalta syynä voivat olla matematiikan symbolinen, käsitteellinen luonne tai puutteellinen sanasto. (Fazio 1996, 839–840) Kielihäiriöiset lapset olivat edistyneet matemaattisissa taidoissaan kahden vuoden aikana vaikkakin lukujonotaidoissa oli edelleen puutteita. Heidän oli edelleen vaikea oppia uusia lukujonoja. (Fazio 1996 846.) Kielihäiriöiset lapset olivat edelleen heikompia kuin muut ikäisensä lukujonojen käytössä. Heidän vahvuutenaan oli tietoisuus käsitteellisistä ja menetelmällisistä laskemisen säännöistä sekä lukujonon hyödyntämisen ymmärtäminen yhteenlaskujen ratkaisemisessa. (Fazio 1996, 846.)

Kaikkiaan Fazion kahden seurantavaiheen tulokset osoittivat, että kielihäiriöiset lapset helposti epäonnistuivat säilyttämään fonologisia malleja muistissaan sekä palauttamaan niitä muistista (Fazio 1996, 846–847; 1999, 428). Lukujonotaitojen heikkous vie resursseja muilta matemaattisilta toiminnoilta tehtävissä, ja näin ollen heikentävät mm. aritmeettisista tehtävistä suoriutumista. Fazio (1996, 847) toteaa, että ulkoa opeteltavien sanallisten sarjojen esim. lukujonotaitojen hallinta ja matemaattisten faktojen hallinta voi olla tehokas väline seuloa kieleen sidonnaisten akateemisten taitojen ongelmia koulussa.

Tutkimussarjan kolmannessa osassa Fazio (1999, 420–423) tutki aritmeettista, kielellistä ja työmuistiin liittyvää suorituskykyä samoilla kielihäiriöisillä lapsilla kuin aiemmissa tutkimuksissa. Kolmas testaus osoitti, että huolimatta aiemmista vaikeuksista lukujonon käytössä, kielihäiriöiset lapset käyttivät 9-10 -vuotiaana lukujonoja ensisijaisena keinona ratkaistessaan aritmeettisiä tehtäviä. Uusien sarjojen oppiminen oli kuitenkin edelleen työlästä. (Fazio 1999, 427.)

Myös Cowan ym. (2005, 735) ovat tutkineet kielihäiriöisten lasten matemaattisia taitoja verrattuna normaalisti kehittyneisiin ikätovereihin sekä nuorempiin, kielellisiltä taidoiltaan samantasoisiin lapsiin. Heidän tutkimuksessaan kielihäiriöisistä lapsista osa kävi erityiskoulua ja osa oli yleisopetuksen puolella. Erilaisten koulutaustojen vuoksi Cowan ym. (2005, 736) huomioivat

tutkimuksessaan myös sen, mitä asioita koulussa oli opetettu. Yleisopetuksessa olleet kielihäiriöiset lapset olivat parempia kaikissa matematiikkaan liittyvissä tehtävissä kuin erityisopetuksessa olleet kielihäiriöiset lapset (Cowan ym. 2005, 737). Cowan ym. (2005, 736, 738–739) havaitsivat, että kielihäiriöiset lapset ovat huomattavasti heikompia numeroihin liittyvissä tehtävissä kuin muut samanikäiset lapset. Kielihäiriöiset lapset erosivat myös muista samanikäisistä työmuistin osa-alueilla siten, että heidän muistikapasiteettinsa oli heikompi numerosarjojen eteenpäin ja taaksepäin toistamisen tehtävissä (digit span) ja ei-kielellisen muistin tehtävässä (Corsin kuutiot -tehtävä). Kielihäiriöisten lasten opetus ei myöskään sisältänyt samantasoisesti numeroihin liittyvää opetusta kuin muilla. He havaitsivat yhteyden myös kielen ymmärtämisen ja lukujonotaitojen välillä. Kielihäiriöisillä lapsilla on usein vaikeuksia numeroiden kanssa, ja niihin liittyvät syytekijät vaihtelevat sen mukaan, mitä numeerisen kehityksen osa-alueita tarkastellaan (Cowan ym. 2005, 742).

Donlan kollegoineen on esittänyt (2007, 31), että lapsuuden kielelliset vaikeudet hidastavat lukujonotaitojen kehittymistä. Kielelliset rajoitteet, jotka vaikuttavat lukujonotaitojen kehittymiseen, saattavat vaikuttaa myös laskemisen taitoihin (calculation skills) sekä lukujen merkintätavan ymmärtämiseen (esim. satayksi on 101 ei 1001). Aritmeettisten periaatteiden ymmärtäminen voi kuitenkin kehittyä, vaikka lukujonotaidoissa olisikin vaikeuksia (Donlan ym. 2007, 23). Donlanin ym. (2007, 26–28) tutkimuksessa testattiin lukujonotaitojen, yhteen- ja vähennyslaskujen, paikka-arvo periaatteen ja aritmeettisten periaatteiden hallintaa kolmella ryhmällä. Kielihäiriöisten lasten taitoja verrattiin samanikäisiin, normaalisti kehittyneisiin sekä nuorempiin, kielellisiltä taidoiltaan samantasoisiiin (Donlan ym. 2007, 26). Lukujonotaitojen summamuuttujassa kielihäiriöisten lasten ja nuorempien lasten ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Osiokohtainen tarkastelu kuitenkin osoitti, että kielihäiriöisistä lapsista 40 % epäonnistui laskemaan oikein kahteenkymmeneen. Sitä vastoin nuorempien ryhmästä vain 4 % epäonnistui kyseisessä tehtävässä. (Donlan ym. 2007, 29–30.) Kielihäiriöiset lapset olivat merkitsevästi heikompia yhteen- ja vähennyslaskuissa kuin ikätoverinsa lukualueella 0-10, vaikka he osasivat liikkua virheettömästi kyseisellä lukujonolla. (Donlan ym. 2007, 30.)

Kielihäiriöiset lapset ovat numeerisilta taidoiltaan hyvin heterogeeninen ryhmä. He ovat parempia ei-kielellisissä kuin verbaaleissa numerotehtävissä. (Koponen ym. 2006, 58–59.) Ikätovereihin verrattuna kielihäiriöiset lapset ovat heikompia molemmilla osa-alueilla. Ei-kielellisen osa-alueen suoriutumista voivat selittää erot numerosarjojen soveltamisessa. Verbaalisissa taidoissa sekä laskutaidoissa he ovat samalla tasolla kuin nuoremmat, kielellisiltä taidoilta samantasoiset lapset, vaikka he ovat saaneet opetusta vuoden tai kaksi pidempään. (Koponen ym. 2006, 69.) Koponen ym. (2006, 59) halusivat tutkimuksessaan selvittää, johtuvatko kielihäiriöisten lasten erot numeerisissa taidoissa mahdollisista lingvivistisistä taitoeroista. Tutkimuksen mukaan, jotkin kielelliset tekijät ovat selvemmin yhteydessä numeeristen taitojen kehittymiseen. Yhtenä vaikuttavana tekijänä näyttäisivät olevan nopean nimeämisen taidot, jotka vaikuttavat myös laskutaidon (calculation) kehittymiseen. (Koponen ym. 2006, 70–71.)

5 TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tutkimuksessa tarkasteltiin lasten lukujonotaitojen kehitystä ja yhteyksiä lukemisen ja matematiikan valmiuksiin. Tarkempina tutkimusongelmina selvitettiin seuraavia kysymyksiä:

1. Miten lasten lukujonotaidot kehittyvät esikouluvuoden syksystä ensimmäisen luokan syksyyn?
2. Missä määrin lukujonotaidot ovat yhteydessä lukemisvalmiuksiin, erityisesti kirjaintuntemukseen, fonologiseen tietoisuuteen ja nopeaan nimeämiseen, sekä muihin matemaattisiin taitoihin (lukukäsitteet, lukujen nimeäminen, alkava laskutaito) esiopetusvuonna ja ensimmäisen luokan alussa?

6 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Tutkimusaineisto on osa Alkuportaatt -seurantatutkimusta (*Lapset, vanhemmat ja opettajat koulutien alkupolulla*). Alkuportaatt -tutkimus sisältyy osahankkeena Jyväskylän yliopistossa vuoden 2006 alussa aloittaneeseen Suomen Akatemian Oppimisen ja motivaation huippututkimusyksikköön (2006–2011). Huippututkimusyksikköä johtavat psykologian professorit Jari-Erik Nurmi ja Heikki Lyytinen, ja siinä on mukana tutkijoita useilta paikkakunnilta (Jyväskylä, Turku ja Joensuu) sekä eri laitoksilta. Alkuportaatt -tutkimuksessa selvitetään lasten taitojen ja motivaation kehitystä esiopetusvuoden alusta neljännen luokan loppuun, opettajien käsityksiä lasten oppimisesta, heidän opetuskäytänteitään ja -tavoitteita sekä vanhempien kanssa tehtävää yhteistyötä. Lisäksi tutkimus selvittää vanhempien kasvatuskäytänteitä ja näkemyksiä lasten oppimisesta sekä koulun ja päiväkodin kanssa tehtävään yhteistyöhön liittyviä odotuksia ja kokemuksia. Lasten oppimiseen ja ympäristön kehitystä tukeviin käytänteisiin kiinnitetään myös huomiota. Tutkimusmenetelminä käytetään lasten yksilö- ja ryhmätestejä, haastatteluja ja havainnoiteja sekä vanhemmille ja opettajille suunnattuja kyselyjä.

6.1 Tutkittavat

Tämän tutkimuksen aineisto kerättiin vuosina 2006–2007, jolloin lapset olivat esikoulussa ja ensimmäisellä luokalla. Tutkimuksen aineisto koski kahta paikkakuntaa, joilla tutkimukseen pyydettiin osallistumaan vuonna 2000 syntyneiden lasten koko ikäluokka vanhempineen. Analyyseissa oli mukana kaikkiaan maksimissaan 880 lasta esiopetusvuoden aikana (poikia 463, tyttöjä 417), joiden vanhemmat olivat antaneet tutkimusluvan. Analyysien otoskoko vaihteli kuitenkin muuttujakohtaisesti johtuen satunnaisista puuttuvista tiedoista (lapselle ei ollut esitetty jotakin tiettyä tehtävää tai osiota) sekä siitä, että esiopetusryhmissä tapahtui muutoksia vuoden mittaan (osa lapsista muutti pois syksyn jälkeen ja toisaalta ryhmiin tuli tammikuussa uusia lapsia). Koska seuranta sijoittui esiopetuksesta kouluun siirtymävaiheeseen, otoskokoon aiheutui vaihtelua myös siitä, että ensimmäisille luokille tuli lapsia, jotka eivät olleet mukana seurannassa vielä

esiopetusvaiheessa (paikkakunnalle uutena muuttaneet lapset ja lapset, jotka eivät olleet olleet esiopetuksessa) ja toisaalta lapsia muutti pois paikkakunnalta ja osa seurannassa olleista lapsista sijoittui koululyykkäyksen vuoksi toiseksi vuodeksi esiopetukseen.

Esiopetusvuoden keväällä kaikki lapset osallistuivat sekä ryhmätilanteissa (6-8 lasta kerrallaan) tehtyihin tehtäviin (ryhmätestit) että tekivät tutkijan kanssa kahdenkesken tehtäviä (yksilötestit). Ensimmäisen luokan syksyllä kaikille seurattaville lapsille esitettiin ryhmätestit, mutta vain osa lapsista valittiin ns. tarkennettuun yksilöseurantaan, joille tehtiin ryhmätestien lisäksi myös yksilötestejä. Yksilöseurantaan valittiin lapsia, joilla esiopetusvuoden keväällä kerättyjen tietojen perusteella tunnistettiin riski lukemisen ja kirjoittamisen vaikeuksiin (*riskiryhmä*, n = 132; poikia 98, tyttöjä 46) ja suunnilleen samankokoinen otos lapsia, jotka arvottiin niiden lasten joukosta, joilla ei täytynyt mikään riskikriteereistä (*verrokkiryhmä*, n = 147; poikia 77, tyttöjä 70).

Riskiryhmään valinnan kriteerit perustuivat kolmeen esiopetusvuoden keväällä tehtyyn tehtävään (kirjainten nimeäminen, äännetietoisuus, nopea sarjallinen nimeäminen) ja niissä asetettuun riskirajaan ja/tai vanhempien itsearviointeihin perustuvaan tietoon jomman kumman vanhemman lukemiseen liittyvistä vaikeuksista. Riskiryhmään valinnan kriteereitä olivat seuraavat: 1) riskiraja täyttyi kolmessa tehtävässä tai 2) riskiraja täyttyi kahdessa tehtävässä tai 3) riskiraja täyttyi yhdessä tehtävässä ja sen ohella joko lapsen äiti tai isä oli itsearvioinneissa ilmaissut, että hän on ollut tai hänellä on vähintään ”lieviä pulmia” lukemisessa. Tehtävissä riskirajaksi asetettiin se, että lapsen suoritus kyseisessä testissä sijoittui heikoimman 15 persentiilin joukkoon (ts. lapsen pistemäärä oli yhtä heikko tai heikompi kuin verrokkiryhmän lasten heikoimpien 15 % joukossa).

Tämän tutkimuksen analyyseissä (esim. korrelaatioanalyysit) käytettiin esiopetusvuoden ryhmätestien ja yksilötestien mittojen osalta koko käytettävissä olevaa otosta (kaikki osallistujat, maksimissaan 880 lasta). Esiopetusvuoden syksyn ja kevään otoksen oletetaan edustavan melko hyvin tämänikäisiä lapsia, sillä mukana olivat kyseisten paikkakuntien kaikki ne lapset, joiden vanhemmat olivat antaneet

luvan tutkimukseen osallistumiseen. Ensimmäisen luokan syksyn analyyseissa käytettiin *ryhmätesti*en osalta koko otosta (kaikki osallistujat, maksimissaan 880 lasta), mutta *yksilötesti*en osalta käytettiin analyyseissa vain tarkennetun yksilöseurannan verrokeiden otosta (maksimissaan 147 lasta). Tähän päädyttiin, koska ensimmäisen luokan tarkennetun seurannan otos ei ole sellaisenaan edustava tämänikäisten lasten taitotason arvioinnissa, vaan sisältää suhteellisesti tavallista suuremman määrän lapsia, joilla on oppimisen riskejä (noin puolet tarkennettuun seurantaan valituista lapsista). Alustavissa analyyseissa oli myös havaittu, että yksilöseurantaan valitun riskiryhmän lapset suoriutuivat tilastollisesti merkitsevästi heikommin kuin yksilöseurannan verrokkiryhmän lapset useimmissa 1. luokan taitojen mitoissa. On tärkeä huomata, että yksilöseurannan verrokkiryhmä ei myöskään ole täysin edustava otos taitojen koko kirjjon osalta, koska se ei sisällä lapsia, joilla tunnistettiin mahdollinen riski lukemisen ongelmiin. Yksilöseurannan verrokkiryhmän pohjalta lasketut keskiarvot saattavat siten olla korkeampia kuin olisivat samanikäisten lasten seulomattomassa satunnaisotoksessa. Esiopetusvuoden osalta tulosten kuvailevassa osassa ilmoitetaan tämän vuoksi tiedoksi keskiarvot sekä kokonaisotoksen osalta (kaikki osallistuvat lapset) että niiden lasten osalta, jotka valittiin ensimmäisen luokan tarkennettuun yksilöseurantaan (yksilöseurannan verrokkiryhmä). Regressioanalyyseissä, tarkasteltiin sekä yksilöseurannan riskiryhmän että verrokkiryhmän tuloksia.

6.2 Menetelmät

Esiopetusvuoden aikana tehtiin ryhmä- ja yksilötestejä sekä syksyllä 2006 (syys-lokakuussa) että keväällä 2007 (maalis-huhtikuussa). Syksyllä tehtiin pieni määrä tehtäviä ja keväällä nämä tehtävät toistettiin. Niiden lisäksi tehtiin yksityiskohtaisempia luku- ja kirjoitustaitoa, matemaattisia valmiuksia ja motivaatiota arvioivia tehtäviä. Ensimmäisen luokan syksyllä osa tehtävistä tehtiin ryhmätesteinä ja osa yksilötesteinä. Sekä esiopetusvuonna että ensimmäisen luokan syksyllä lasten testaaajina toimivat Alkuportaati-tutkimuksen kouluttamat testaaajat. He saivat yhdenmukaisen ohjeistuksen sekä tarkat tehtävänannot, joiden mukaan testit suoritettiin.

Lukujonotaidot. Lukujonotaitoja arvioitiin esiopetusvuoden syksyllä ja keväällä samalla yksilötehtävällä, jossa oli neljä osiota. Esiopetusvuoden tehtävän ensimmäisessä osiossa testaaaja kysyi kuinka pitkälle lapsi osaa luetella lukuja, ja pyysi aloittamaan 1, 2, 3... Testaaaja kertoi, milloin lapsi sai lopettaa. Lapsen luettelu pysäytettiin luvun 31 kohdalla. Toisessa osiossa testaaaja kysyi, osaako lapsi luetella lukuja taaksepäin ja pyysi aloittamaan luvusta 12. Kolmannessa osiossa lasta pyydettiin luettelemaan lukuja 23:sta taaksepäin viiden luvun verran. Kolmas osio esitettiin lapselle vain, jos hän oli saanut täydet pisteet osiosta kaksi. Tästä syystä kyseisessä osiossa tutkittavien määrä oli kaikkina mittausajankohtina pienempi kuin muissa osioissa. Neljännessä osiossa testaaaja pyysi lasta luettelemaan lukuja jälleen eteenpäin, sillä tavoin, että lapsen tuli aloittaa luvusta 6 ja pysähtyä lukuun 13. Ensimmäisen luokan syksyn yksilötestauksessa Lukujonotaidot -tehtäviin lisättiin kolme osiota. Yhdessä lisäosiossa testaaaja pyysi lasta luettelemaan lukuja eteenpäin, luvusta 18 lukuun 25. Toisessa lisäosiossa testaaaja pyysi lasta aloittamaan laskemisen luvusta 33 ja jatkamaan taaksepäin. Kolmannessa lisäosiossa testaaaja pyysi lasta laskemaan luvusta 23 viiden verran taaksepäin. Ensimmäisen luokan testauksessa lapsilla teetettiin kaikki osiot, riippumatta siitä, miten he niissä menestyivät. Sekä esiopetusvuoden että ensimmäisen luokan syksyn tehtävissä osiokohtainen maksimipistemäärä oli kaksi pistettä. Lapsi sai osiosta kaksi pistettä, jos hän täytti kriteerit täydellisesti eli ei tehnyt yhtään virhettä. Yksi piste annettiin, jos lapsi teki yhden tai kaksi virhettä. Jos virheitä tuli enemmän kuin 2 tai lapsi ei päässyt loppuun, annettiin nolla pistettä. Esiopetusvuoden maksimipistemäärä oli 8 ja ensimmäisen luokan syksyllä 14.

Äännetietoisuus. Äännetietoisuutta arvioitiin esiopetusvuoden syksyllä ja keväällä samalla alkuäänteen tunnistamisen yksilötehtävällä (ARMI; Lerkkanen, Poikkeus & Ketonen 2006). Ensimmäisen kouluvuoden syksyllä sama tehtävä tehtiin ryhmätestinä. Tehtävä sisälsi yhden harjoituksen ja 10 arvioitavaa tehtäväosiota. Jokaisessa tehtäväosiossa testaaaja näytti lapselle neljän kuvan rivin, nimesi kuvat, sanoi äänteen ja pyysi lasta näyttämään kuvariviltä, minkä sanan alussa tämä äänne kuului. Esimerkiksi ”Tässä on omena, sukka, reppu ja lintu. Yhden sanan alussa kuuluu /o/. Kuuntele tarkasti, minkä sanan alussa /o/ kuuluu: omena, sukka, reppu,

lintu?” Jokaisesta oikeasta vastauksesta sai yhden pisteen ja maksimipistemäärä oli 10.

Kirjainten nimeäminen. Kirjaintuntemusta arvioitiin esiopetusvuoden syksyllä ja keväällä samaa yksilötestiä käyttäen (ARMI; Lerkkanen ym. 2006). Kaikki suomen kielen 29 kirjainta oli jaettu kolmelle riville siten, että ne eivät noudattaneet aakkosten järjestystä. Testaaja näytti lapselle yhden rivin kerrallaan ja pyysi lasta nimeämään kirjaimet järjestyksessä. Lapselle kerrottiin, että hänen ei vielä tarvitse osata kirjaimia, mutta testaaja on kiinnostunut tietämään, mitä kirjaimia lapsi jo tuntee. Lasta kehoitettiin sanomaan ”en tiedä”, jos hän ei tunne jotakin kirjainta. Jokaisesta kirjaimesta, jonka lapsi nimesi oikein kirjaimen nimellä tai äänteellä, sai yhden pisteen. Maksimipistemäärä tehtävässä oli 29.

Kirjainten kirjoittaminen. Kirjainten kirjoitustaitoa mitattiin ensimmäisen luokan syksyllä ryhmätestillä (ARMI; Lerkkanen ym. 2006). Testaaja sanoi kirjaimet kahteen kertaan kirjainten nimillä siten, että ne eivät noudattaneet aakkosten järjestystä. Vastauspaperissa oli 29 kuvaa, joiden viereen lapset kirjoittivat yhden kirjaimen kerrallaan testaajan ohjeiden mukaan. Jokaisesta täysin oikein kirjoitetusta kirjaimesta sai yhden pisteen. Maksimipistemäärä oli 29.

Nopea nimeäminen. Kuvien sarjallista nimeämistä arvioitiin esiopetusvuoden keväällä käyttäen RAN (Rapid Automated Naming) -tehtävää (Denckla & Rudel 1976; ks. suomalainen versio Ahonen ym. 1999). Aluksi testaaja näytti lapselle kuvataulun, jossa oli viidelle riville jaettuna 50 esineen kuvaa. Kuvia oli viisi erilaista ja ne olivat auto, talo, kala, kynä ja pallo. Testaaja pyysi lasta nimeämään kuvat, millä varmistettiin, että lapsi tunnisti kuvassa olleet esineet. Varsinaisessa testissä lapsi nimesi järjestyksessä mahdollisimman nopeasti kuvataulussa olleet esineet. Testaaja mittasi sekuntikellolla ajan, joka lapselta kului 50 esineen kuvan nimeämiseen. Mittana käytettiin nimeämiseen kulunutta aikaa sekunteina.

Foneemien yhdistäminen. Kykyä yhdistää foneemeja sanoiksi arvioitiin ensimmäisen luokan syksyllä ryhmätestillä (Poskiparta, Niemi & Lepola 1994). Testaaja luetteli sanoja äänne kerrallaan, ja lasten tehtävänä oli valita neljästä kuvavaihtoehdosta se,

joka vastasi äänneistä muodostunutta sanaa. Äänneet sanottiin vain kerran. Ensimmäinen tehtävä oli harjoitus, ja sitä seurasi yhdeksän arvioitavaa tehtävää, joten maksimipistemäärä oli yhdeksän.

Sanojen lukeminen. Taitoa lukea yksittäisiä sanoja arvioitiin esiopetusvuoden syksyllä ja keväällä yksilötestillä (ARMI, lyhennetty versio; Lerkkanen, Poikkeus & Ketonen 2006). Syksyllä luettavia sanoja oli kuusi ja keväällä kymmenen. Testaaja näytti sanat lapselle yksitellen yksinkertaisimmasta vaativimpaan. Jos lapsi ei osannut lukea kahta peräkkäistä sanaa, tehtävä keskeytettiin. Jokaisesta oikein luetusta tai itse korjatusta sanasta lapsi sai yhden pisteen.

6.3 Aineistoanalyysi

Aineiston analyysi toteutettiin SPSS -ohjelmaa apuna käyttäen. Lukujonotaitoja kuvattiin osiokohtaisilla keskiarvoilla. Keskiarvo kuvaa havaintoarvojen suuruutta sekä jakauman sijaintia. (Nummenmaa 2006, 58). Keskiarvojen lisäksi esitettiin jakaumiin liittyvät keskihajonnat (sd). Keskihajonta kuvaa arvojen jakautumista jonkin keskiluvun, kuten keskiarvon ympärille (Nummenmaa 2006, 59). Myös poikien ja tyttöjen välisiä eroja tarkasteltiin keskiarvoilla. Keskiarvoeroja analysoitiin riippumattomien otosten t-testillä. T-testiä voidaan käyttää kahden ryhmän keskiarvojen vertaamiseen sekä keskiarvoerojen tilastollisen merkitsevyyden testaamiseen. (Valli 2001, 80–81.) Tutkimusjoukosta eroteltujen alaryhmien suoriutumista verrattiin yksisuuntaisen varianssianalyysin (Oneway ANOVA) avulla. Varianssianalyysin avulla voidaan selvittää useamman kuin kahden ryhmän keskiarvojen eroja (Metsämuuronen 2005, 727; Valli 2001, 82).

Lukujonotaitojen yhteyttä muihin mitattuihin matematiikan ja lukemisvalmiuden osa-alueisiin tarkasteltiin korrelaatioanalyysillä käyttäen Spearmanin järjestyskorrelaatiokerrointa. Spearmanin järjestyskorrelaatiokerroin on järjestysasteikolle soveltuva muuttujien välisen yhteyden mitta (Metsämuuronen 2005, 341). Korrelaatiokertoimen arvo vaihtelee $-1:n$ ja $1:n$ välillä. Korrelaatiokertoimen arvo 1 kertoo muuttujien välisestä täydellisestä riippuvuudesta. Riippuvuus on käänteinen, kun korrelaatiokertoimen arvon on -1 . Jos

korrelaatiokertoimen arvo on negatiivinen, silloin toisen ominaisuuden arvon kasvaessa toinen laskee. (Valli 2001, 60–61.) Korrelaatiokertoimen tilastollinen merkitsevyys on riippuvainen aineiston otoskoosta. Mitä pienempi on otoskoko, sitä suurempi tulee korrelaatiokertoimen olla, jotta saadaan tilastollisesti merkitsevä tulos. (Erätuuli, Leino & Yliluoma 1994, 87.)

Regressioanalyysillä selitetään yhtä, yleensä jatkuvaa muuttujaa usealla selittävällä muuttujalla. Regressioanalyysiä voi käyttää joko ilmiön kannalta oleellisten muuttujien etsimiseen tai tutkia jo aiemmin tärkeiksi tiedettyjen muuttujien osuutta selittävinä tekijöinä. (Metsämuuronen 2005, 660–661.) Kun halutaan selvittää ennalta tiedettyjen selittävien muuttujien painokertoimet, voidaan regressioanalyysissä puhua ns. pakotetusta mallista (Metsämuuronen 2005, 667). Tässä tutkimuksessa regressioanalyysillä pyrittiin selvittämään, missä määrin esiopetusvuoden keväällä arvioitujen lasten lukemisvalmiudet ja lukutaito ennustavat ensimmäisen luokan syksyllä arvioitua lasten lukujonotaitoa sekä sitä, jääkö lukemisvalmiuksia arvioiville muuttujille enää selitysosuutta, jos lukujonotaidot asetetaan analyysin ensimmäiselle askelmalle.

7 TULOKSET

7.1 Lukujonotaitojen jakaumat

Lukujonotaitojen arviointi toteutettiin toistomittauksena siten, että samat neljä osiota esitettiin lapsille esiopetusvuoden syksyllä ja keväällä, ja ensimmäisen vuoden syksyllä. Ensimmäisen luokan syksyllä esitettiin aiempien neljän tehtävän lisäksi kolme haastavampaa lukujonotehtävää. Tehtävät esitettiin yksilötestinä. Tässä tutkimuksessa ensimmäisen luokan lukujonotaitoja mittaavista tehtävistä huomioidaan analyysistä riippuen joko esiopetusvuotta vastaavien neljän tehtävän summa (summa A) tai ensimmäisen luokan kaikkien seitsemän tehtävän summa (summa B). Osassa analyyseistä raportoidaan tulokset koskien sekä summaa A että summaa B. Tuloksissa osassa tehtävistä esitetään yksilöseurannan verrokkiryhmän tulokset, koska ensimmäisen luokan syksyllä kaikkia tehtäviä ei tehty koko otokselle vaan ainoastaan yksilöseurantaan valituille lapsille. Kaikkia yksilöseurantaan valittujen tuloksia ei huomioitu koska ensimmäisen luokan tarkennetun seurannan otos ei ole sellaisenaan edustava tämänikäisten lasten taitotason arvioinnissa, vaan sisältää suhteellisesti tavallista suuremman määrän lapsia, joilla on oppimisen riskejä. Alustavat analyysit myös osoittivat, että yksilöseurantaan valitun riskiryhmän lapset suoriutuivat tilastollisesti merkitsevästi heikommin kuin yksilöseurannan verrokkiryhmän lapset useimmissa 1. luokan taitojen mitoissa. Regressioanalyyseissä haluttiin tarkastella verrokkiryhmän lasten tulosten lisäksi myös riskiryhmän lasten tuloksia, koska haluttiin selvittää, miten merkitseviä lukemisvalmiudet ja lukutaito ovat lukujonotaitojen ennustajina.

Taulukosta 1 on nähtävissä Lukujonotaito -tehtävän neljän osion osiokohtaisten pistemäärien sekä tehtävän summapistemäärien keskiarvot ja keskihajonnat eri mittausajankohtina. Taulukosta on nähtävissä, että esiopetusvuoden aikana osiokohtaiset keskiarvot nousivat eli tehtävissä suoriutuminen parani. Tarkasteltaessa yksilöseurannan verrokkiryhmän keskiarvoja esiopetusvuoden syksyllä ja keväällä voidaan havaita noin kahden pisteen kasvu keskiarvossa keskihajonnan laskiessa

noin yhdellä. Esiopetusvuoden kevään ja ensimmäisen luokan syksyn keskiarvojen ero on 0.12 pistettä ja keskihajonnat ovat lähes samat.

TAULUKKO 1 Tehtäväosioiden pisteiden keskiarvot ja keskihajonnat eri mittausajankohtina.

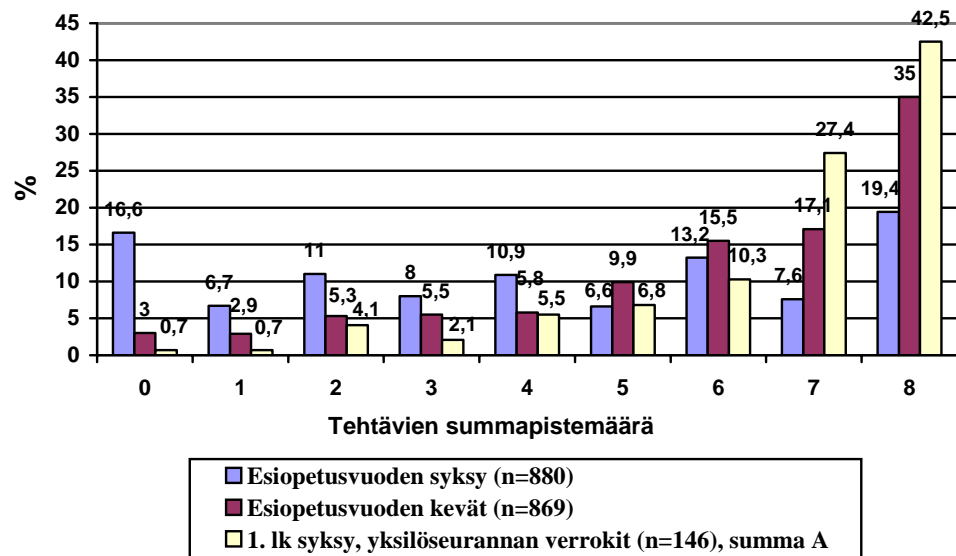
Luku- jono- tehtävät ^a	Esiopetus								1. luokka	
	Syksy				Kevät				Syksy	
	Kaikki		Yksilö- seurannan verrokot		Kaikki		Yksilö- seurannan verrokot		Yksilö- seurannan verrokot	
	n	ka (sd)	n	ka (sd)	n	ka (sd)	n	ka (sd)	n	ka (sd)
Osio 1	878	1.01 (0.95)	146	1.11 (0.93)	869	1.54 (0.75)	147	1.67 (0.60)	145	1.53 (0.72)
Osio 2	857	1.22 (0.93)	145	1.34 (0.91)	869	1.69 (0.69)	147	1.86 (0.45)	146	1.79 (0.52)
Osio 3 ^b	502	1.00 (0.94)	89	1.11 (0.91)	745	1.22 (0.90)	133	1.32 (0.87)	146	1.84 (0.51)
Osio 4	866	1.42 (0.82)	145	1.46 (0.78)	869	1.68 (0.59)	147	1.79 (0.53)	144	1.51 (0.77)
Summa	880	4.17 (2.85)	146	4.58 (2.76)	869	5.96 (2.25)	147	6.52 (1.79)	146	6.64 ^c (1.77)

Huom. ^a *Osio 1*: Luvusta 1 eteenpäin; *Osio 2*: Taaksepäin luvusta 12; *Osio 3*: Taaksepäin luvusta 23; *Osio 4*: Luvusta 6 lukuun 13. Osiokohtainen pisteiden vaihteluväli oli 0 – 2 p.; summan vaihteluväli oli 0 – 8 p.

^b Osio 3 esitettiin lapselle vain, jos hän oli saanut täydet pisteet osiosta 2.

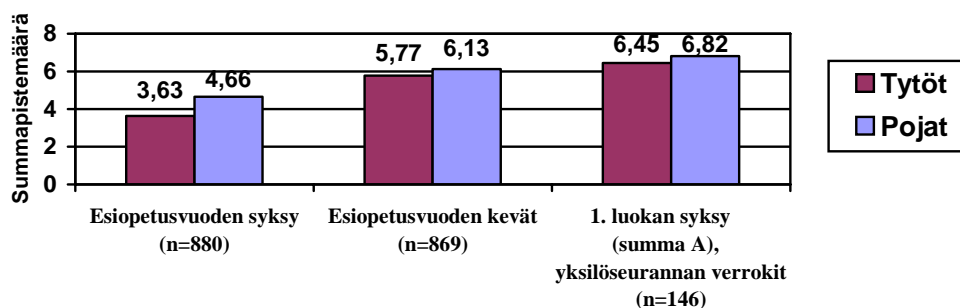
^c Keskiarvo perustuu summaan A, jossa on huomioitu vain samat neljä tehtävää kuin esiopetusvuonna esitetyt.

Summapistemäärien tarkastelussa huomioitiin esiopetusvuonna kaikkien oppilaiden tulokset ja ensimmäisen luokan syksyllä vain yksilöseurannan verrokkiryhmän tulokset. Summapistemäärien jakaumasta eri mittausajankohtina (kuvio 1) käy ilmi, että esiopetusvuoden syksyllä summapistemäärän jakautuminen oli tasaista, mutta keväällä ja 1. luokan syksyllä suurin osa lapsista sai kuusi pistettä tai enemmän. Tehtävät olivat esiopetuksen keväällä ja ensimmäisen luokan syksyllä suurimmalle osalle oppilaista helppoja.



KUVIO 1 Lukujonotaidon summapistemäärät eri mittausajankohtina.

Esiopetusvuoden syksyllä pojat ($n = 463$) ja tytöt ($n = 417$) erosivat toisistaan lukujonotaidoissa erittäin merkitsevästi ($t(878) = -5.43$, $p < .001$) siten, että poikien summapistemäärä oli tyttöjä korkeampi (pojat: $ka = 4.66$, $sd = 2.81$; tytöt: $ka = 3.63$, $sd = 2.80$). Esiopetusvuoden keväällä pojat ($n = 459$) ja tytöt ($n = 410$) erosivat melkein merkitsevästi ($t(867) = -2.36$, $p < .05$) edelleen siihen suuntaan, että pojat ($ka = 6.13$, $sd = 2.14$) olivat tehtävissä parempia kuin tytöt ($ka = 5.77$, $sd = 2.35$). Ensimmäisen luokan syksyllä tarkasteltaessa yksilöseurannan verrokkiryhmän poikien ($n = 77$) ja tyttöjen ($n = 69$) välistä eroa, ei keskiarvoissa ollut tilastollista eroa, kun tarkasteltiin niitä neljää tehtävää, jotka olivat samoja kuin esiopetusvuonna (pojat: $ka = 6.82$, $sd = 1.77$; tytöt: $ka = 6.45$, $sd = 1.76$) eikä myöskään tarkasteltaessa kaikkia 7 tehtävää (pojat: $ka = 10.00$, $sd = 3.25$; tytöt: $ka = 9.01$, $sd = 3.09$).



KUVIO 2 Tyttöjen ja poikien keskiarvo lukujonotehtävissä eri mittausajankohtina.

Tarkasteltaessa yksilöseurannan verrokkiryhmän poikien ja tyttöjen eroja, oli havaittavissa merkitsevä ero myös lukujen nimeämisessä ensimmäisen luokan syksyllä siihen suuntaan, että pojat olivat parempia ($t(144) = -4.91$, $p < .001$; pojat: $ka = 7.08$, $sd = 2.36$; tytöt: $ka = 5.41$, $sd = 1.66$). Esiopetusvuoden kevään aritmetiikka -tehtävän tuloksista oli havaittavissa suuntaa antava trendi siitä, että yksilöseurannan verrokeista pojat olivat parempia kuin tytöt ($t(145) = -1.89$, $p < .10$; pojat: $ka = 3.53$, $sd = 2.13$; tytöt: $ka = 2.91$, $sd = 1.82$).

Lukujonotaitojen yhteyttä muihin matemaattisiin taitoihin tarkasteltiin korrelaatiokertoimen avulla (taulukko 2). Tulokset osoittivat, että esiopetusvuoden syksyn ja kevään lukujonotaidot olivat erittäin merkitsevästi yhteydessä esiopetusvuoden kevään lukukäsitteen hallintaan, kun tarkasteltiin koko otoksen tuloksia. Esiopetusvuoden lukujonotaitojen ja esiopetusvuoden kevään lukukäsitteen hallinnan välillä ei yksilöseurannan verrokeiden kohdalla ollut yhteyttä. Sen sijaan heidän kohdallaan lukujonotaidot olivat melkein merkitsevästi yhteydessä lukukäsitteen hallintaan ensimmäisen luokan syksyllä, kun Lukujonotaito -tehtävästä huomioitiin esiopetusvuoden mittauksia vastaavat osiot (summa A). Kun huomioitiin kaikki ensimmäisen luokan lukujonotaito -tehtävän osiot (summa B), lukujonotaitojen ja lukukäsitteen yhteys oli suuntaa antava. Lukujonotaidot olivat kaikkina mittausajankohtina yhteydessä samanaikaisesti arvioituihin aritmeettisiin taitoihin. Lukujonotaidot olivat yhteydessä myös myöhempisiin aritmeettisiin taitoihin sekä ensimmäisen luokan lukujen nimeämiseen.

TAULUKKO 2 Lukujonotaitojen yhteys muihin mitattuihin matematiikan osa-alueisiin

	Lukujonotaidot					
	Esiopetusvuoden syksy		Esiopetusvuoden kevät		1. luokan syksy	
	Kaikki (n = 880)	Yksilö- seurannan verrokki (n = 146)	Kaikki (n = 859)	Yksilö- seurannan verrokki (n = 146)	Yksilö- seurannan verrokki Summa A ¹ (n = 145)	Yksilö- seurannan verrokki Summa B ¹ (n = 145)
Esiopetusvuoden kevät						
Lukukäsitteet	.27***	.13	.31***	.06	.18*	.15 [†]
Aritmetiikka ²	.50***	.49***	.49***	.43***	.20*	.37***
1. luokan syksy						
Lukujen nimeäminen	.64***	.58***	.59***	.42***	.38***	.52***
Aritmetiikka ²	.51***	.41***	.46***	.31***	.22**	.40***

¹ Lukujonotaitotehtävän summa A koostui samoista neljästä osiosta kuin esiopetusvuonna, summa B sisälsi edellisten ohella kolme lisäosiota;

² Yhteen- ja vähennyslaskutaitoa arvioiva ajastettu tehtävä;

[†] p < .10, * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

7.2 Lukujonotaitojen yhteys lukemisvalmiuden osa-alueisiin

Lukujonotaitojen ja lukemisvalmiuden osa-alueiden korrelatiivisten yhteyksien suuruudessa oli osataitokohtaista vaihtelua (taulukko 3). Esiopetusvuoden syksyn lukujonotaidot olivat yhteydessä samaan aikaan mitattuihin alkuäänteen tunnistamiseen ja kirjainten nimeämiseen sekä myöhemmin mitattuihin lukemisvalmiuden osa-alueisiin. Tarkasteltaessa esiopetusvuoden kevään lukujonotaitoja kaikkien lasten osalta, voidaan havaita, että lukujonotaidot olivat edelleen yhteydessä sekä esiopetusvuonna että ensimmäisen luokan syksyllä mitattuihin lukemisvalmiuden osa-alueisiin. Yksilöseurannan verrokkiryhmän kohdalla esiopetusvuoden lukujonotaidot olivat merkitsevästi yhteydessä esiopetusvuoden syksyn ja kevään kirjainten nimeämiseen sekä ensimmäisen luokan syksyn alkuäänteen tunnistamiseen ja kirjainten kirjoittamiseen. Lukujonotaitojen yhteydestä esiopetusvuoden kevään alkuäänteen tunnistamiseen ja nopeaan

nimeämiseen sekä ensimmäisen luokan syksyn äänteiden yhdistämiseen oli havaittavissa suuntaa antava trendi.

Tarkasteltaessa ensimmäisen vuoden syksyn lukujonotaitoja (taulukko 3), sekä summan A että summan B osalta, voidaan havaita, että summa B:n tulokset olivat vahvemmin yhteydessä lukujonotaitoihin. Ensimmäisen luokan syksyn lukujonotaitojen yhteys oli merkitsevä sekä kirjainten nimeämiseen että kirjainten kirjoittamiseen esiopetusvuoden keväällä ja ensimmäisen luokan syksyllä. Yhteys esiopetus vuoden kirjainten nimeämiseen, alkuäänteen tunnistamiseen ja nopeaan nimeämiseen sekä samaan aikaan mitattuun äänteiden yhdistämiseen oli merkitsevä vain, kun Lukujonotaito -tehtävässä huomioitiin kaikki ensimmäisen luokan osiot. Alkuäänteen tunnistamisen samanaikaiseen mittaukseen lukujonotaitojen yhteys oli erittäin merkitsevä myös ensimmäisen luokan syksyn lukujonotaidoissa sekä silloin, kun huomioitiin vain esiopetusvuotta vastaavat lukujono -tehtävät (summa A), että silloin, kun huomioitiin kaikki ensimmäisen luokan lukujono -tehtävän osiot (summa B).

TAULUKKO 3 Esiopetusvuoden ja ensimmäisen luokan lukujonotaitojen yhteys lukemisvalmiuden osa-alueisiin.

	Lukujonotaidot					
	Esiopetusvuoden syksy		Esiopetusvuoden kevät		1. luokan syksy	
	Kaikki (n = 880)	Yksilö- seurannan verrokki (n = 146)	Kaikki (n = 859)	Yksilö- seurannan verrokki (n = 146)	Yksilö- seurannan verrokki Summa A ¹ (n = 145)	Yksilö- seurannan verrokki Summa B ¹ (n = 145)
Esiopetusvuoden syksy						
Alkuäänteen tunnistaminen	.39***	.23**	.32***	.08	.13	.19*
Kirjainten nimeäminen	.56***	.53***	.45***	.32***	.10	.25**
Esiopetusvuoden kevät						
Alkuäänteen tunnistaminen	.38***	.20*	.36***	.15 [†]	.15 [†]	.23**
Kirjainten nimeäminen	.54***	.59***	.49***	.38***	.23**	.34***
Nopea nimeäminen	-.27***	-.19*	-.26***	-.15 [†]	-.12	-.19*
1. luokan syksy						
Alkuäänteen tunnistaminen	.34***	.29***	.34***	.19*	.24**	.32***
Äänteiden yhdistäminen	.34***	.32***	.28***	.16 [†]	.10	.23**
Kirjainten kirjoittaminen ²	.48***	.47***	.45***	.40***	.25**	.38**

¹ Lukujonotaitotehtävän summa A koostui samoista neljästä osiosta kuin esiopetusvuonna, summa B sisälsi edellisten ohella kolme lisäosiota;

² Esitettiin yksilötehtävänä, joten käytössä oli vain yksilöseurantaan osallistuneiden kirjainten nimeämisen tulokset ja korrelaatioanalyysit tehtiin vain yksilöseurannan verrokkiryhmän tulosten suhteen

[†] p < .10, * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

7.3 Alaryhmien tarkastelu

Koko tutkimusjoukosta (n=869) erotettiin kolme alaryhmää esiopetusvuoden kevään Lukujonotaidot -tehtävissä suoriutumisen perusteella. Vähäiset lukujonotaidot omaavien alaryhmässä (n = 97, 11,2 %) summapistemäärä oli välillä 0-2. Toiseen alaryhmään, lukujonotaidoiltaan keskitasoisiin, jaettiin lapset, joiden summapistemäärä oli välillä 3-7 (n = 468, 53,8 %). Hyvät lukujonotaidot omaavien alaryhmään sijoitettiin ne lapset, jotka saivat kaikki tehtävät oikein eli 8 pistettä (n =

304, 35 %). Näiden alaryhmien eroja matemaattisissa taidoissa ja lukemisvalmiuksissa tarkasteltiin yksisuuntaisen varianssianalyysin avulla (Oneway ANOVA).

TAULUKKO 4 Esiopetusvuoden kevään lukujonotaidoiltaan heikkojen, keskitasoisten ja hyvien alaryhmään kuuluvien lasten vertailu matemaattisissa tehtävissä ja lukemisvalmiustehtävissä (n=869).

	Lukujonotaidot						F
	Vähäiset (n = 97)		Keskitasoiset (n = 468)		Hyvät (n = 304)		
Matemaattiset taidot ja lukemisvalmiudet	Ka	Sd	Ka	Sd	Ka	Sd	
<u>Esiopetusvuoden syksy</u>							
Lukujonotaidot	0.8	1.4	3.8	2.6	6.0	2.2	193.6***
Alkuäänteen tunnistaminen	5.7	2.6	7.2	2.3	8.0	2.2	39.3***
Kirjainten nimeäminen	8.4	7.1	15.6	8.4	20.1	7.6	82.0***
<u>Esiopetusvuoden kevät</u>							
Lukukäsitteet	7.0	2.0	8.3	1.3	8.6	1.0	54.7***
Alkuäänteen tunnistaminen	7.1	2.4	8.8	1.7	9.4	1.1	76.6***
Kirjainten nimeäminen	14.8	7.5	22.0	6.9	25.8	4.2	119.9***
Nopea nimeäminen	78.8	21.1	70.9	18.0	66.7	14.9	18.1***
<u>1. luokan syksy</u>							
Lukujonotaidot ^{a b}	2.4	2.1	8.0	3.3	10.9	2.3	135.0***
Laskutaito	1.4	1.4	3.2	2.2	4.7	2.8	74.7***
Lukujen nimeäminen ^a	3.0	2.1	5.5	2.1	7.0	2.2	53.4***
Alkuäänteen tunnistaminen	8.2	2.2	9.3	1.4	9.7	0.8	46.2***
Äänteiden yhdistäminen	6.5	2.0	7.6	1.6	8.1	1.3	36.4***
Kirjainten kirjoittaminen	17.1	6.8	23.0	5.6	25.8	3.7	97.9***

Huom. ^a Tehtävät tehty yksilötестinä ja mukana analyyseissä ovat kaikki yksilöseurattavat ts. lapset, jotka on valittu riskin perusteella ja verrokkit. Otokoot lukujonotaitotehtävässä olivat alaryhmittäin seuraavat: n = 49, n = 159, n = 78. Otokoot lukujen nimeämisen tehtävässä olivat alaryhmittäin seuraavat: n = 50, n = 159, n = 78.

^b Summa A, jossa on osioista huomioitu vain lukujonotaitotehtävän esiopetusvuotta vastaavat tehtävät

Post hoc -testi (Scheffe) osoitti, että kaikki ryhmät eroavat toisistaan kaikilla lukemisvalmiuden mitatuilla osa-alueilla. Ryhmät erosivat toisistaan myös

lukujonotaidoissa esiopetusvuoden syksyllä että 1. luokan syksyllä. Esiopetusvuoden keväällä lukujonotaidoiltaan keskitasoisten ja hyvien ero Laskutaito -tehtävässä oli tilastollisesti merkitsevä.

7.4 Lukujonotaitojen ennustaminen

Lineaaristen regressioanalyysien tavoitteena oli selvittää, missä määrin esiopetusvuoden kevään lukemisvalmiudet ja toisaalta lukutaito ennustavat ensimmäisen luokan syksyn lukujonotaitoa. Ennustajina käytettiin lukemisvalmiuksien osalta kolmea mittaa, jotka olivat 1) fonologinen tietoisuus (arvioituna alkuäänteen tunnistamisen tehtävällä), 2) kirjainten nimeäminen (oikein nimetyt kirjaimet) ja 3) nopea nimeäminen (arvioituna esineiden sarjallisen nimeämiseen tehtävään kuluneella ajalla). Lukutaidon osalta ennustajana käytettiin yksittäisten sanojen lukemista (oikein luettujen sanojen lukumäärä). Ennustettava mitta, 1. luokan lukujonotaidot (summapistemäärä B, jonka vaihteluväli oli 0-14), oli käytössä vain tarkempaan yksilöseurantaan kuuluvien lasten otoksesta, joille tehtiin yksilötehtäviä. Regressioanalyysit tehtiin erikseen yksilöseurannan riskiryhmästä (n = 134) ja yksilöseurannan verrokkiryhmästä (n = 144).

Alla Taulukossa 5 esitetään vaihtoehtoisina mallit 1 ja 2, jotka eroavat vain siinä, missä järjestyksessä lukemisvalmiudet (mallissa 1 ensimmäisellä askelmalla, mallissa 2 toisella askelmalla) ja lukutaito (mallissa 2 ensimmäisellä askelmalla, mallissa 1 toisella askelmalla) vietiin malliin. Lopulliset selitysasteet ovat malleissa luonnollisesti samat ja kertoimien tulkinnoissa on syytä pitää mielessä, että ennustemitoilla on keskinäisiä yhteyksiä (ns. kollineaarisuus). Kuten taulukosta ilmenee selitysaste oli suurempi ennustettaessa lukujonotaitoja riskiryhmässä kuin verrokkiryhmässä: riskiryhmässä aiemmat lukemisvalmiudet ja lukutaito ennustajat selittivät hieman yli 20% ensimmäisen luokan syksyn lukujonotaitojen varianssista, verrokkiryhmässä selitysaste oli vain noin 10% luokkaa. Beta-kertoimien tarkastelu osoitti, että molemmissa ryhmissä lukujonotaitoja ennusti erityisen vahvasti kirjaintietoisuus. Riskiryhmässä myös äännetietoisuus oli merkitsevä lukujonotaitojen ennustaja. Alkava lukutaito ennusti merkitsevästi lukujonotaitoja vain ensimmäiselle askelmalle asetettuna ja silloinkin selitysaste oli hyvin pieni.

TAULUKKO 5 Esiopetusvuoden kevään lukemisvalmiudet ja lukutaito 1. luokan syksyn lukujonotaitojen ennustajana.

Mallit	Lukujonotaidot: 1 lk syksy Riskiryhmä (n = 134)			Lukujonotaidot: 1 lk syksy Verrokkiryhmä (n = 144)		
	β_1	β_2	r	β_1	β_2	r
Malli 1						
<i>Askelma 1</i>						
Äännetietoisuus	.238**	.239**	.29**	.121	.093	.23**
Kirjainten nim.	.371***	.372***	.38***	.262**	.209*	.34***
RAN	-.157	-.156	-.03	-.015	-.009	-.19**
<i>Askelma 2</i>						
Lukutaito		-.005	.26**		.109	.35***
	R ² = .229	R ² = .229		R ² = .108	R ² = .115	
	AdR ² = .211	AdR ² = .205		AdR ² = .089	AdR ² = .089	
	$\Delta F = 12.878$	$\Delta F = .003$		$\Delta F = 5.640$	$\Delta F = 1.105$	
	p < .000	ns		p < .001	ns	
		$\Delta R^2 = .000$			$\Delta R^2 = .007$	
Malli 2						
<i>Askelma 1</i>						
Lukutaito	.204*	-.005	.26**	.274**	.109	.35***
<i>Askelma 2</i>						
Äännetietoisuus		.239**	.29**		.093	.23**
Kirjainten nim.		.372***	.38***		.209*	.34***
RAN		-.156	-.03		-.009	-.19**
	R ² = .042	R ² = .229		R ² = .075	R ² = .115	
	AdR ² = .034	AdR ² = .205		AdR ² = .069	AdR ² = .089	
	$\Delta F = 5.721$	$\Delta F = 10.463$		$\Delta F = 11.566$	$\Delta F = 2.070$	
	p < .05	p < .001		p < .001	ns	
		$\Delta R^2 = .188$			$\Delta R^2 = .040$	

Taulukossa 6 esitetään tulokset regressioanalyysistä, jossa taulukon 5 malliin 1 lisättiin lisäksi esiopetusvuoden kevään lukujonotaidot. Tarkoituksena oli testata jääkö lukemisvalmiuksille ja lukutaidolle enää selitysoosuutta silloin, kun aiemman ikävaiheen lukujonotaidot asetetaan malliin ensimmäisellä askelmalla. Tulokset osoittivat lukujonotaitojen vahvaa pysyvyyttä iästä toiseen. Asetettaessa lukujonotaidot ensimmäiselle askelmalle ei lukemisvalmiuksille ja lukutaidolle jäänyt merkitsevää selitysoosuutta lukujonotaitojen ennustajina.

TAULUKKO 6 Esiopetusvuoden kevään lukujonotaidot, lukemisvalmiudet ja lukutaito 1. luokan syksyn lukujonotaitojen ennustajana.

Malli	Lukujonotaidot: 1 lk syksy Riskiryhmä (n = 134)			Lukujonotaidot: 1 lk syksy Verrokkiryhmä (n = 144)		
	β_1	β_2	β_3	β_1	β_2	β_3
<i>Askelma 1</i> Lukujonotaidot esiop. kevät	.789***	.739***	.743***	.589***	.551***	.549***
<i>Askelma 2</i> Äännetietoisuus		.044	.032		.109	.085
Kirjainten nim.		.089	.070		.065	.020
RAN		-.090	-.093		.016	.022
<i>Askelma 3</i> Lukutaito			.051			.094
	$R^2 = .623$	$R^2 = .635$	$R^2 = .637$	$R^2 = .347$	$R^2 = .365$	$R^2 = .370$
	$\Delta R^2 = .620$	$\Delta R^2 = .624$	$\Delta R^2 = .623$	$\Delta R^2 = .343$	$\Delta R^2 = .347$	$\Delta R^2 = .347$
	$\Delta F = 218.098$	$\Delta F = 1.457$	$\Delta F = 0.684$	$\Delta F = 75.535$	$\Delta F = 1.304$	$\Delta F = 1.130$
	$p < .001$	ns	ns	$p < .001$	ns	ns
		$\Delta R^2 = .012$	$\Delta R^2 = .002$		$\Delta R^2 = .018$	$\Delta R^2 = .005$

8 POHDINTA

Tässä tutkimuksessa selvitettiin, miten lasten lukujonotaidot kehittyvät esiopetusvuoden syksystä ensimmäisen luokan syksyyn. Lisäksi tarkasteltiin, missä määrin lukujonotaidot ovat yhteydessä lukemisvalmiuden osa-alueisiin esiopetusvuonna ja ensimmäisen luokan alussa. Tavoitteena oli selvittää, onko lukujonotaitojen taso yhteydessä lapsen äännetietoisuuteen, kirjainten nimeämiseen ja nopeaan nimeämiseen. Tutkimuksessa tarkasteltiin myös lukujonotaitojen yhteyttä muihin matemaattisiin taitoihin; lukukäsitteen hallintaan, lukujen nimeämiseen ja alkavaan laskutaitoon. Tutkimus oli osa Alkuportaati -seurantatutkimusta, jossa selvitetään lasten taitojen ja motivaation kehitystä sekä esiopettajien, opettajien ja vanhempien uskomuksia, käytäntöjä ja keskinäistä yhteistyötä. Tämän tutkimuksen aineisto kerättiin kahdessa kunnassa lasten ollessa esiopetuksessa ja ensimmäisellä luokalla. Aineisto kerättiin vuosina 2006–2007. Tutkimusmenetelminä käytettiin lasten yksilö- ja ryhmätestejä.

8.1 Tulosten tarkastelua

Tutkimuksen tulokset osoittivat, että lasten lukujonotaidoissa on vielä esiopetusvuoden syksyllä paljon vaihtelua. Seurantaan osallistuneiden lasten lukujonotaidot kehittyivät esiopetusvuoden aikana siten, että esiopetusvuoden lopulla noin kolmannes lapsista hallitsi tehtävät täysin, mutta noin kymmenesosalla lapsista oli vielä heikot lukujonotaidot. Esiopetusvuoden keväällä täydet pisteet saaneiden määrä kasvoi huomattavasti. Lukujonotaitojen summapistemäärien keskiarvot nousivat esiopetusvuoden aikaan noin kaksi pistettä. Tämä tulos antaa viitteitä siitä, että esiopetusvuodella on merkittävä vaikutus lukujonotaitojen kehittymiseen. Aunola on kollegoineen (2004) hieman vastaavasti todennut, että koulussa annettu opetus voi olla selityksenä matemaattisten taitojen yksilöllisten erojen kaventumiselle. Koska tutkimuksessa ei selvitetty, miten niiden lasten lukujonotaidot kehittyvät, jotka eivät osallistu esiopetukseen, ei voida kuitenkaan todentaa, että esiopetukseen osallistuminen on edellytyksenä lukujonotaitojen kehittymiselle kyseisenä ajankohtana.

Tarkasteltaessa verrokeiden summapistemäärän keskiarvojen muutosta esiopetusvuoden keväästä ensimmäisen luokan syksyyn havaittiin, että keskiarvon muutos ei ole suuri. Tulos osoittaa, että kyseisellä ajanjaksolla oppilaiden lukujonotaidot eivät ole juurikaan muuttuneet. Lasten taidot olivat jo alussa hyvät, joten kehitysmahdollisuus oli vähäinen. Tulokseen voi vaikuttaa myös se, että käytetty lukujono -tehtävä ei erotellut riittävästi taidoissaan jo hyviä lapsia.

Osiokohtainen tarkastelu osoitti, että lukujen luettelu taaksepäin luvusta 12 oli sujunut paremmin kaikkina mittausajankohtina kuin lukujen luettelu eteenpäin luvusta 1. Tässä on kuitenkin huomattava tehtävien ero katettavan lukujonoalueen pituudessa. Eteenpäin luettaessa lapsen oli luettava lukuja 31 saakka (ensimmäisellä luokalla 51 saakka), ja jos lapsi teki kaksi virhettä tai ei päässyt määriteltyyn lukuun saakka, hän ei saanut yhtään pistettä. Lukujono on usein lapsille loru, jota luetaan ulkomuistista. Tällöin huolimattomuusvirheiden määrä kasvaa ja tämä on voinut vaikuttaa tuloksiin. Taaksepäin luettelu lapset tekevät mahdollisesti harvemmin, joten he keskittyvät siihen tarkemmin, ja huolimattomuusvirheiden määrä pienenee. Taaksepäin luettelussa liikuttiin myös pienemmillä luvuilla, joten on mahdollista, että lasten lukujonotaidot ovat paremmat lukualueella 1-12 kuin 1-31.

Tutkimuksen tulosten mukaan kaikki lapset eivät saavuta lukujonotaidon alkeita ennen ensimmäistä kouluvuotta. On esitetty, että oppilailla, jotka eivät tunnista kirjaimia kouluun mennessään, on muita lapsia paljon suurempi haaste edessään, vaiheessa, jossa jo opetellaan lukemaan (Adams 1994, 363). Samassa tilanteessa ovat todennäköisesti myös oppilaat, jotka eivät hallitse numeroita ja lukujonoa vielä ensimmäisellä luokalla. Samalla, kun he opettelevat numeroita ja lukujonoa heidän tulisi jo oppia ratkaisemaan yhteen- ja vähennyslaskuja.

Pojat olivat selvästi tyttöjä parempia esiopetusvuoden lukujono -tehtävissä. Esiopetusvuosi näyttäisi tasoittavan sukupuolten välisiä taitoeroja, sillä ensimmäisen luokan syksyllä sukupuolten välillä ei enää ollut eroa. Lukujonotaidoilla ajatellaan olevan vahva kielellinen pohja (ks. Pollman 2003), ja yleinen näkemys on, että tytöt ovat kielellisesti lahjakkaampia kuin pojat. Siihen nähden oli yllättävää, että tytöt olivat poikia heikompia lukujonotaidoissa esiopetusvuoden aikana.

Lukemisvalmiuden osa-alueista ei löytynyt selitystä tälle poikien ja tyttöjen väliselle erolle. Pojat olivat parempia myös kirjainten nimeämisessä ja myös aritmetiikan osalta oli havaittavissa suuntaa antava trendi siitä, että pojat ovat parempia. Lukujonotaidot olivat tutkimuksen mukaan yhteydessä sekä aritmetiikkaan että lukujen nimeämiseen. Nämä havainnot tukevat lukujonotaitojen yhteyksiä muihin matemaattisiin taitoihin.

Vainionpää kollegoineen (2003, 295) on havainnut lukujonotaitojen merkityksen lukukäsitteen ja aritmeettisten taitojen oppimisessa. He ovat myös todenneet, että lukukäsitteen hallinta ei ole samalla tavalla kielellinen taito kuin muut matematiikan osa-alueet. Tämän tutkimuksen tulokset ovat samansuuntaisia Aunolan ym. (2004) tulosten kanssa. He toteavat, että lukujonotaidot eivät ainoastaan liity samanaikaiseen matemaattiseen suoritustasoon vaan myös ennustavat sen myöhempää kehitystä. Myös tässä tutkimuksessa lukujonotaidot osoittautuivat olevan yhteydessä myöhempään matemaattisiin taitoihin. Lukujonotaitojen yhteys aritmetiikkaan selittyy Resnickin (1989, 164–165) havainnolla siitä, että hyvät lukujonotaidot vapauttavat resursseja muihin toimintoihin. Lapsi, jolla on heikot lukujonotaidot, joutuu kiinnittämään enemmän huomiota lukujonolla työskentelyyn ja tekee enemmän virheitä. Tämä aiheuttaa sen, että aritmeettisten tehtävien ratkaiseminen on hidasta ja lapsi tekee paljon virheitä. Lukujonotaitojen yhteys aritmetiikkaan ja lukujen nimeämiseen voi selittää sen, että pojat ovat parempia kuin tytöt myös näissä matematiikan osa-alueissa.

Tässä tutkimuksessa, kuten aiemmissakin tutkimuksissa (esim. Fazio 1996), havaittiin vahva yhteys lukujonotaitojen ja kielellisen kehityksen välillä huomioitaessa kaikkien lasten tulokset. Tutkimus osoitti, että lukujonotaidot olivat vahvasti yhteydessä myöhemmin mitattuihin fonologisiin taitoihin, kirjainten nimeämiseen ja nopeaan nimeämiseen. Myös Lepola on kollegoineen (Lepola, Niemi ym. 2005) havainnut lukujonotaitojen olevan yhteydessä fonologiseen tietoisuuteen sekä nopeaan nimeämiseen. Koponen ym. (2006) ovat tutkineet kielihäiriöisten lasten numeeristen taitojen yhteyttä kielellisiin taitoihin. Myös heidän tutkimustuloksensa osoittivat nopean nimeämisen olevan yhteydessä numeerisiin taitoihin. Kinnunen on kollegoineen (1994) havainnut, että kielellinen tietoisuus on

lukujonotaitojen tärkein ennustaja matemaattisloogisen ajattelun sijasta. Kielellinen tietoisuus sisältää valmiuden kuunnella ja eritellä puhetta, ja samaa taitoa saatetaan tarvita lukujonon omaksumisessa. (Kinnunen ym. 1994, 69) Mahdollisesti tämä kielellisen tietoisuuden sisältämä taito käsitellä puhetta on selityksenä lukujonotaitojen ja kielellisten taitojen yhteydelle.

Lukujonotaitojen yhteydet lukemisvalmiuden osa-alueisiin oli jossain määrin heikompia verrokkiryhmän otoksessa kuin tarkasteltaessa kaikkien lasten tuloksia. Tähän tulokseen voi vaikuttaa se, että verrokkiryhmä ei sisällä lapsia, joilla on mahdollinen riski lukemisen ongelmiin, ja se etteivät lukujonotaitoja mittaavat tehtävät erottele tarpeeksi hyviä oppilaita. Verrokeiden kohdalla ensimmäisen luokan syksyn lukujonotaidot olivat yhteydessä kaikkiin lukemisvalmiuden osa-alueisiin vain kun tarkasteltiin summaa B, joka sisälsi esiopetusvuoden Lukujonotaito - tehtävien lisäksi kolme haastavampaa lisäosiota.

Tulosten tarkastelussa tehty alaryhmäjaottelu ei tuonut lisäselvitystä sille, mikä kielellinen osa-alue mahdollisesti olisi vahvimmin yhteydessä lukujonotaitoihin. Erot kaikilla mitatuilla osa-alueilla olivat merkitseviä, ja heikomman ryhmän jäsenet olivat kaikilla osa-alueilla heikompia kuin parempien ryhmä. Alaryhmätarkastelu osoitti, että mitä heikommat ovat lukujonotaidot, sitä heikompi on suorituskkyky lukemisvalmiuden osa-alueilla ja matemaattisissa taidoissa.

Regressioanalyysi osoitti, että esiopetusvuoden kevään kirjainten nimeäminen oli lukemisvalmiuden osa-alueista vahvin ennustaja ensimmäisen luokan syksyn lukujonotaidoille. Kirjainten nimeäminen oli merkitsevä ennustaja myös silloin, kun lukutaito asetettiin ensimmäiselle askelmalle. Kirjainten nimeäminen oli myös vahvasti yhteydessä sekä aiempiin, samaan aikaan mitattuihin että myöhempisiin lukujonotaitoihin. On siten mahdollista, että kirjainten nimeäminen on sekä yhteydessä lukujonotaitojen kehitykseen että ennustaa lukujonotaitojen tasoa. Riskiryhmässä, mutta ei verrokkiryhmässä, myös äännetietoisuus oli merkitsevä lukujonotaitojen ennustaja. Nopea nimeäminen ei regressioanalyysissä noussut merkittäväksi lukujonotaitojen ennustajaksi mahdollisesti johtuen yhteisestä varianssista samalla askelmalla asetettujen äännetietoisuuden ja kirjainten

nimeämisen kanssa. Tulokset viittaisivat siihen, että esiopetusvuoden aikana arvioidut lukemisvalmiuden osa-alueet ovat parempia lukujonotaitojen ennustajia kuin esiopetusvuoden lopussa arvioitu alkava sanojen lukeminen. Aiemmat lukujonotaidot olivat odotetusti lukemisvalmiuksia tai lukutaitoja vahvempi tulevien lukujonotaitojen ennustaja: jos lapsi on hyvä lukujonotaidoissaan esiopetusvuoden keväällä, ovat hänen lukujonotaitonsa hyvät myös ensimmäisen luokan syksyllä.

8.2 Tutkimuksen merkitys, luotettavuus ja jatkotutkimushaasteet

Merkitys. Lukujonotaitoja ja niiden yhteyttä lukemisvalmiuteen on tutkittu aiemmin varsin vähän. Suuressa osassa lukujonotaitojen ja kielellisen kehityksen yhteyksien tutkimuksista on keskitytty kielihäiriöisten lasten lukujonotaitoihin (ks. Fazio 1994, 1996 ja 1999; Cowan ym. 2005; Donlan ym. 2006; Koponen ym. 2006).

Tämä tutkimus tuo esille lukujonotaitojen merkityksen osana matemaattista osaamista. Lukujonotaidot ovat yksi matematiikan perustaidoista, joiden hallinta on edellytyksenä vaativimpien tehtävien suorittamiselle. Lukujonotaitojen hallinta tekee matemaattisten ongelmien ratkaisemisesta sujuvampaa sekä mahdollisten virheiden määrä vähenee. Tutkimus tuo viitteitä myös siitä, että lukujonotaidot ovat yhteydessä lukemisvalmiuteen. On tärkeää huomata, että mahdolliset ongelmat lukemisen valmiuksissa voivat liittyä ongelmiin myös lukujonotaidoissa.

Lukujonotaitojen merkityksen osoittaminen opettajille tuo uuden näkökulman mahdollisiin matematiikan oppimisvaikeuksiin. Opettajien on hyvä ymmärtää, että lukujonotaitojen heikkous voi olla syynä esimerkiksi yhteen- ja vähennyslaskuissa ilmeneviin ongelmiin. Tutkimus antaa vahvoja viitteitä myös siitä, että lukujonotaidot ovat yhteydessä lukemisvalmiuden osa-alueisiin. Tulosten mukaan esi- ja alkuopettajia olisi tarpeen herkistää havaitsemaan vaikeuksien yhteyttä toisiinsa sekä ennakoimaan oppimisvaikeuksia. Esiopetuksen ja ensimmäisen luokan opettajien on hyvä pyrkiä tarkastelemaan oppilaiden osaamista eri näkökulmista sekä näkemään mahdollisten ongelmien laaja-alaisuus ja yhteys muihin taitoihin. Myös Fazio (1996, 847) on todennut, että ulkoa opeteltavien sanallisten sarjojen (esim. lukujono) ja aritmeettisten faktojen hallinta voivat antaa tärkeää tietoa kieleen

sidonnaisten akateemisten taitojen ongelmista. Ongelmat lukujonotaidoissa voivat kertoa myös ongelmista muistin toiminnassa. Sanallisten sarjojen oppimisen ja muistin toiminnan heikkouteen viittaavat ongelmat voivat kertoa heikoista lukujonotaidoista. Samoin heikot lukujonotaidot voivat kertoa ongelmista muiden sanallisten sarjojen oppimisessa ja muistin toiminnassa.

Nämä tulokset, jotka osoittavat lukujonotaitojen merkityksellisyyden matemaattisena taitona ja sen yhteyden lukemisvalmiuden osa-alueisiin, ovat merkityksellisiä myös opetuksellisesta näkökulmasta. Lukujonotaitoja tulee harjoitella esikoulussa ja alkuopetuksessa. Erityisesti niitä tulee harjoittaa kielihäiriöistä kärsivien lasten kanssa. Hyvät lukujonotaidot edistävät tulevaa matematiikan oppimista, siksi on tärkeää, että lukujonotaitojen harjoittelulle ja oppimiselle varataan aikaa. Opetuksessa on myös huomioitava erilaiset lukujonon käyttötavat. Lasten on hyvä oppia luettelemaan lukuja eteen- ja taaksepäin sekä katkaisemaan lukujono ja aloittamaan lukujen luettelu myös muualta kuin luvusta yksi. Esi- ja alkuopetuksessa voidaan leikin avulla tehdä monipuolisia harjoituksia, jotka auttavat lukujonon monipuolisen käytön oppimisessa ja soveltamisessa. Opettajien on myös tärkeää huomioida se, että lapsi voi osata aritmeettiset periaatteet, vaikka hänellä olisikin heikot lukujonotaidot. Aritmeettisten periaatteiden osaaminen ei kuitenkaan välttämättä tarkoita sitä, että lapsella olisi hyvät matemaattiset taidot. Siksi olisikin tärkeää, että opettaja arvioisi matemaattisia taitoja monipuolisesti.

Tulokset osoittivat, että kirjainten nimeämisen vahvan yhteyden lukujonotaitoihin. Tulokset viittaavat siihen, että oppilaille, jolla on vaikeuksia kirjainten nimeämisessä, voi olla ongelmia myös lukujonotaidoissa. Opettajien on hyvä huomioida myös tämä yhteys arvioidessaan oppilaiden taitoja ja ennakoidessaan mahdollisia oppimisvaikeuksia. Ongelmat kirjainten nimeämisessä voivat ennustaa ongelmia lukujonotaidoissa ja sitä kautta myös vaativimmissa matematiikan tehtävissä.

Luotettavuus Käytetyt mittarit ja otoksen edustavuus ovat perustana tutkimuksen luotettavuuden arvioinnissa. Tämä tutkimus oli osa Alkuportaati -seurantatutkimusta, joka on läpäissyt yliopiston eettisen lautakunnan arvioinnin, jossa hyväksyttiin

tutkimusmenetelmät, tutkimuslupien hankinnassa ja aineiston käsittelyssä sekä tietosuojan varmistamisessa käytetyt menettelyt. Lasten testauksessa käytetyt tehtävät olivat pääosin jo aiemmissa seurantatutkimuksissa (mm. Lapsen kielen kehitys ja familiaalinen dysleksiariski -tutkimus; Lyytinen, Erskine, Tolvanen, Torppa, Poikkeus & Lyytinen 2006) ja Alkuportaatt -seurannan pilottitutkimuksessa käytettyjä ja testattuja tehtäviä (Lerkkanen & Poikkeus 2006), joiden luotettavuus on arvioitu hyväksi. Tämän tutkimuksen otos oli laaja. Mukana olivat kahden kunnan esiopetusikäiset lapset lukuvuonna 2006–2007. Suuri otanta ja tutkittavien laaja kirjo vahvistavat tulosten yleistettävyyttä suomenkielisiin lapsiin. Tutkimuksessa käytetty yksilöseurannan verrokkiryhmä ei ole täysin edustava otos taitojen koko kirjon osalta, koska se ei sisällä lapsia, joilla on mahdollinen riski lukemisen ongelmiin. Yksilöseurannan verrokkiryhmän tulosten pohjalta lasketut keskiarvot saattavat siten olla korkeampia kuin olisivat samanikäisten lasten seulomattomassa satunnaisotoksessa.

Alkuportaatt -seurantatutkimuksessa mukana olevat testaajat käyvät läpi tarkan koulutuksen liittyen käytettäviin tehtäviin sekä testaustilanteen toteutukseen. Lisäksi heidän tulee ennen kentällä tehtävää testausta tehdä pilottitestauksia. Testaajat saivat tarkat ohjeet siitä, miten tehtävät esitetään lapselle ja miten testaus suoritetaan. Ohjeet oli kirjattu tehtäväpapereihin ja ne olivat testaajan luettavana aina kun he suorittivat testausta. Koulutettujen testaajien käyttö tuo arviointiin yhdenmukaisuutta ja luotettavuutta, ja ehkäisee subjektiivisia lapsen testitilanteen ulkopuoliseen suoritukseen pohjaavia tulkintoja (vrt. tilanne, jossa testaajana on lapsen oma luokanopettaja). Lapsille vieraiden testaajien on voinut kuitenkin joskus olla vaikea ymmärtää tai saada selvää lasten puheesta, ja testaajien inhimilliset erehdykset esim. tulosten kirjaamisessa ovat mahdollisia. Pitkät testauspäivät ja tehtävien toistaminen ovat myös voineet vaikuttaa testaajien keskittymiseen. Esimerkiksi ajanotto ja samanaikainen tulosten kirjaaminen olivat vaativia tehtäviä. Lukujonotaitojen arvioinnissa käytännöissä oli ollut huojuntaa sen suhteen, että osalle lapsista oli esitetty esiopetusvuoden tehtävistä myös tehtävä kolme, vaikka lapsi ei ollut saanut edellisestä osiosta täysiä pisteitä.

Koska testaajat olivat lapsille vieraita, saattoivat lapset jännittää tehtävien suorittamista. Tällöin lapsen todellinen osaaminen ei välttämättä tullut esille. Osa lapsista tiedosti tehtävän olevan arviointia sekä sen, että suoriutumisesta annetaan pisteitä. Tämä vei heidän huomionsa tehtävän suorittamisesta siihen, mitä testaaja kirjasi ja paljonko sai pisteitä. Testaustilanteet olivat varsin pitkiä ja vaativat myös lapselta pitkää keskittymistä. Väsyminen ja keskittymisvaikeudet saattoivat vaikuttaa tehtävien suorittamiseen. Testaajia kuitenkin ohjattiin huomioimaan lapsen jaksaminen ja tarvittaessa pitämään taukoja testauksen aikana.

Jatkotutkimushaasteet Vaikka lukujonotaitojen voidaan osoittaa olevan yhteydessä kielellisiin taitoihin, ei tarkempaa tutkimusta yhteisistä taustatekijöistä ole juurikaan tehty. Fuson on kollegoineen (1982) tutkinut lasten lukujonotaitojen varhaista kehittymistä englanninkielisillä lapsilla, mutta Suomessa vastaavaa tutkimusta ei ole tehty. Jatkotutkimusta tarvitaan erityisesti lukujonotaitojen varhaisesta kehityksestä sekä sen yhteydestä varhaiseen kielelliseen kehittymiseen. Seurantatutkimus voisi antaa uutta tietoa lukujonotaitojen ja kielellisen kehityksen yhteydestä sekä niihin vaikuttavista yhteisistä taustatekijöistä. Tämä tutkimus osoitti, että esiopetusvuoden aikana lukujonotaidot kehittyvät vahvasti. Tämä tutkimus ei selvittänyt sitä, miten vahvasti esikoulu vaikuttaa lukujonotaitoja. Mielenkiintoista olisi selvittää, missä määrin lukujonotaitojen oppimiseen vaikuttaa esiopetus, ja miten paljon lapsen yleinen kehitys parantaa lukujonotaitoja. Tätä voitaisiin selvittää esim. seuraamalla lukujonotaitojen kehitystä esiopetukseen osallistuvilla lapsilla ja niiden joukossa, jotka eivät osallistu esiopetukseen. Suomessa kuitenkin lähes kaikki lapset osallistuvat esiopetukseen, joten tutkimuksen toteutus voisi olla vaikeaa. Tutkimus voitaisiin toteuttaa vertailemalla esiopetusryhmien välisiä eroja sekä opetuksen sisällön ja lasten lukujonotaitojen osalta.

Lukujono on Fusonin ym. (1982, 66–67) mukaan samanlainen opeteltava sanalista kuin ovat esimerkiksi viikonpäivät ja kuukaudet. Lingvistinen tutkimus erilaisten sanalistojen, mukaan lukien lukujonot, oppimisesta voisi antaa mielenkiintoista lisätietoa myös lukujonotaitojen kehityksestä ja lukujonojen oppimisesta. Lisäksi tutkimus voisi tuoda tarkennusta siihen, miten vahvasti lukujonojen oppiminen on

yhteydessä muiden sanalistojen oppimiseen sekä siitä, miten näiden listojen merkityssisällön oppiminen tapahtuu.

Tutkimus osoitti, että pojat olivat esiopetusvuonna parempia kuin tytöt lukujonotaito-tehtävissä, mutta tuloksista ei kuitenkaan löytynyt selitystä taitoeroon. Taitoeroon voivat vaikuttaa esimerkiksi motivaatiossa, oppimisympäristössä, harrastuksissa ja kasvatuksessa ja vanhempien ohjauksessa ilmenevät erot. Esimerkiksi on mahdollista, että vanhemmat ovat taipuvaisempia poikien kanssa harjoittelemaan enemmän numeroihin ja laskemiseen liittyviä asioista tai virittävät kysymyksillään tai muulla ohjauksellaan pojissa enemmän kiinnostusta lukumääriin kuin tytöissä. Näiden taustatekijöiden tarkempi tutkiminen voisi tuoda lisätietoa siitä, miksi pojat ovat taitavampia lukujonotehtävissä, ja yleensäkin matematiikassa, kuin tytöt. Lisätutkimusta tarvitaan myös lukujonotaitoihin liittyvistä neurologisista taustatekijöistä, kuten muistista.

Tämä tutkimus osoitti, että esiopetusvuonna ja ensimmäisen luokan syksyllä mitatut lukujonotaidot olivat yhteydessä samoina ajankohtina mitattuihin sekä myöhempään lukukäsitteen hallintaan, yhteen- ja vähennyslaskutaitoon ja lukujen nimeämiseen. Mielenkiintoista olisi myös tutkia, miten varhaiset, ennen kouluikää mitatut lukujonotaidot ovat yhteydessä näihin samoihin osa-alueisiin myöhemmin sekä vaativampiin matematiikan tehtäviin esim. yläkoulussa. Lisätutkimusta voisi tehdä myös siitä, millaiset ovat matemaattiselta suorituskyvyltään erilaisten oppilaiden lukujonotaidot eli, jos lapsi on hyvä matematiikassa, onko hän hyvä myös vaativammassa lukujonotaito mittaavissa tehtävissä (esim. kolmen tai viiden luvun välein luettelu) ja vastaavasti onko matematiikassa heikompi oppilas niissä hitaampi.

Regressioanalyysi toi esille esiopetusvuoden kirjainten nimeämisen taidon merkitsevyyden lukujonotaitojen ennustajana. Mielenkiintoista olisi selvittää, mitkä tekijät vaikuttavat näiden kahden taidon yhteyteen. Myös äännetietoisuuden yhteys oli merkitsevä, kun tarkasteltiin riskiryhmään valittuja. Näiden taitojen yhteyksien tarkempi tutkiminen voisi antaa tietoa taustalla olevista mahdollisesti samanlaisista kognitiivisista vaatimuksista. Esimerkiksi muistin merkitystä näiden taitojen taustalla ja niiden yhteyden selittäjänä olisi mielenkiintoista selvittää.

LÄHTEET

- Adams, M. J. 1994. *Beginning to read: Thinking and learning about print*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Ahonen, T., Lamminmäki, T., Närhi, V. & Räsänen, P. 1995. Koulun aloittaminen ja varhaiset oppimisvaikeudet. Teoksessa P. Lyytinen, M. Korhonen & H. Lyytinen (toim.) *Näkökulmia kehityspsykologiaan. Kehitys kontekstissaan*. Porvoo: WSOY, 168-187.
- Ahonen, T., Tuovinen, S., Leppäsaari, T. 1999. Nopean sarjallisen nimeämisen testi. Jyväskylällä. Haukarannan koulu: Niilo Mäki Instituutti.
- Alloway, T. P. & Gathercole, S. E. 2005. Working memory and short-term sentence recall in young children. *European Journal of Cognitive Psychology* 17, 207-220.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Adams, A-M., Willis, C., Eaglen, R. & Lamont, E. 2005. Working memory and phonological awareness as predictors of progress towards early learning goals at school entry. *British Journal of Developmental Psychology* 23, 417-426.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Willis, C. & Adams A-M. 2004. A structural analysis of working memory and related cognitive skills in young children. *Journal of Experimental Child Psychology* 87, 85-106.
- Anthony, J. L., Williams, J. M., McDonald, R. & Francis, D., J. 2007. Phonological processing and emergent literacy in younger and older preschool children. *Annals of Dyslexia* 57, 113-137.
- Aro, M., Aro, T., Ahonen, T., Räsänen, T., Hietala, A. & Lyytinen, H. 1999. The development of phonological abilities and their relation to reading acquisition. *Journal of Learning Disabilities* 32, 457-463, 478.
- Aunio, P., Hannula, M. M., & Räsänen, P. 2004. Matemaattisten taitojen varhaiskehitys. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.) *Matematiikka – näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen*. Toinen uudistettu painos. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti, 198-221
- Aunio, P., Niemivirta, M., Hautamäki, J., Van Luit, J., Shi, J. & Zhang, M. 2006. Young children's number sense in China and Finland. *Scandinavian Journal of Educational Research* 50, 483-502.

- 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, 699-713.
- Baddeley, A. 2000. The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences* 4, 417-423.
- Baddeley, A., Gathercole, S. & Papagno, C. 1998. The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review* 105, 158-173.
- Baddeley, A.D. & Logie, R.H. 1999. Working memory: The multiple-component model. Teoksessa A. Miyake & P. Shah (toim.) *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control*. New York: Cambridge University Press, 28-61.
- Baroody, A. 1987. *Children's mathematical thinking. A developmental framework for preschool, primary, and special education teachers*. New York: Teachers College Press.
- Cowan, R., Donlan, C., Newton, E.J. & Lloyd, D. 2005. Number skills and knowledge in children with specific language impairment. *Journal of Educational Psychology* 97, 732-744.
- Denckla, M. B. & Rudel, R. G. 1976. Rapid Automatized naming (R.A.N.): Dyslexia differentiated from other learning disabilities. *Neuropsychologia* 14, 471-479.
- Donlan C., Cowan, R., Newton, E.J. & Lloyd, D. 2007. The role of language in mathematical development: Evidence from children with specific language impairments. *Cognition* 103, 23-33.
- Erätuuli, M., Leino, J. & Yliluoma, P. 1994. *Kvantitatiiviset tutkimusmenetelmät ihmistieteissä*. Helsinki: Kirjayhtymä.
- Fazio, B. B. 1994. The counting abilities of children with specific language impairment: A comparison of oral and gestural tasks. *Journal of Speech and Hearing Research* 37, 358-368.
- Fazio, B. B. 1996. Mathematical abilities of children with specific language impairment: A 2-year follow-up. *Journal of Speech and Hearing Research* 39, 839-849.
- Fazio, B. B. 1999. Arithmetic calculation, short-term memory, and language performance in children with specific language impairment: A 5-year follow-up. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 42, 420-431.

- Fuson, K. C., Richards, J. & Briars, D. J. 1982. The acquisition and elaboration of the number word sequence. Teoksessa C. J. Brainerd (toim.) Children's logical and mathematical cognition. New York: Springer, 33-92.
- Fuson, K. C., Pergament, G.G., Lyons, B. G. & Hall, J. W. 1985. Children's conformity to the cardinality rule as a function of set size and counting accuracy. *Child Development*, 56, 1429-1436.
- Geary, D. C., 1993. Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological and genetic components. *Psychological Bulletin*, 114, 345-362.
- Geary, D. C. 2000. From infancy to adulthood: the development of numerical abilities. *European Child & Adolescent Psychiatry* 9, 11-16.
- Geary, D. C., 2004. Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities* 37, 4-15.
- Gelman, R. & Gallistel, C. R. 1978. The child's understanding of number. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Hannula, M. M., & Lepola, J. 2006a. Huomio lasten taitoihin ennen kouluikää. Teoksessa J. Lepola & M. M. Hannula (toim.) Kohti koulua. Kielellisten, matemaattisten ja motivationaalisten valmiuksien kehitys. Turku: Turun yliopiston kasvatustieteiden laitos, 9-21.
- Hannula, M. M., & Lepola, J. 2006b. Matemaattisten taitojen kehittyminen esi- ja alkuopetuksen aikana: Mitkä tekijät ennakoivat aritmeettisten taitojen kehitystä? Teoksessa J. Lepola & M. M. Hannula (toim.) Kohti koulua. Kielellisten, matemaattisten ja motivationaalisten valmiuksien kehitys. Turku: Turun yliopiston kasvatustieteiden laitos, 129-153.
- Hartikainen, S., Vuorio, J-M., Mattinen, A., Leppävuori, S-L., & Pahkin, L. 2001. Matematiikka. Teoksessa B. Högström & O. Saloranta (toim.) Esiopetus tavoitteellisen oppimispolun alkuna. Jyväskylä: Opetushallitus, 87.
- Hitch, G. J. & McAuley, E. 1991. Working memory in children with specific arithmetical learning difficulties. *British Journal of Psychology* 82, 375-386.
- Ho, C. S-H. & Fuson, K. C. 1998. Children's knowledge of teen quantities as tens and ones: Comparisons of Chinese, British, and American kindergartners. *Journal of Educational Psychology* 90, 536-544.
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Locuniak, M. N. & Ramineni, C. 2007. Predicting first-

grade math achievement from developmental number sense trajectories. *Learning Disabilities Research & Practice* 22, 36-46.

- Kinnunen, R., Lehtinen, E. & Vauras M. 1994. Matemaattisen taidon arviointi. Teoksessa M. Vauras, E. Poskiparta & P. Niemi (toim.) *Kognitiivisten taitojen ja motivaation arviointi koulutulokkailla ja 1. luokan oppilailla*. Oppimistutkimuksen keskus, Turun Yliopisto, 55-76.
- Koponen, T., Mononen, R., Räsänen, P. & Ahonen, T. 2006. Basic Numeracy in children with specific language impairment: Heterogeneity and connections to language. *Journal of Speech, Language, and Hearing* 49, 58-73.
- Kyttälä, M., Aunio, P., Lehto, J.E., Van Luit, J. & Hautamäki, J. 2003. Visuospatial working memory and early numeracy. *Educational and Child Psychology* 20, 65-76.
- Lepola, J. Niemi, P., Kuikka, M. & Hannula, M.M. 2005. Cognitive-linguistic skills and motivation as longitudinal predictors of reading and arithmetic achievement: A follow-up study from kindergarten to grade 2. *International Journal of Educational Research* 43, 250-271.
- Lepola, J., Poskiparta, E., Laakkonen, E. & Niemi, P. 2005. Development of and Relationship between Phonological and Motivational Processes and Naming Speed in Predicting Word Recognition in Grade 1. *Scientific Studies of Reading*, 9, 367-399.
- Leppänen, U., Niemi, P., Aunola, K. & Nurmi, J-E. 2006. Development of reading and spelling Finnish from preschool to grade 1 and grade 2. *Scientific Studies of Reading* 10, 3-30.
- Lerikkanen, M.-K. & Poikkeus, A.-M. 2006. Lukemisvalmiuksien ja matemaattisten taitojen kehityksen riskitekijät esiopetusvuonna. Alkuportaati-tutkimuksen pilottivaiheen tuloksia. *NMI Bulletin* 16 (3), 4-12.
- Lerikkanen, M.K., Poikkeus, A-M. & Ketonen, R. 2006. ARMI. Luku- ja kirjoitustaidon arviointimateriaali 1. luokalle. Helsinki: WSOY
- Lyytinen, H., Erskine, J., Tolvanen, A., Torppa, M., Poikkeus, A-M. & Lyytinen, P. 2006. Trajectories of reading development: A follow-up from birth to school age of children with and without risk for dyslexia. *Merrill-Palmer Quarterly* 52, 514-546.

- Marttinen, M., Ahonen, T., Aro, T. & Siiskonen, T. 2001. Kielen kehityksen erityisvaikeus. Teoksessa T. Ahonen, T. Siiskonen & T. Aro (toim.) Sanat sekaisin? Kielelliset oppimisvaikeudet opetus kouluikässä. Jyväskylä: PS – kustannus, 19-32.
- Metsämuuronen, J. 2005. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. Helsinki: International Methelp.
- Muter, V., Hulme, C., Snowling, M. & Taylor, S. 1997. Segmentation, not rhyming, predicts early progress in learning to read. *Journal of Experimental Child Psychology* 65, 370-396.
- Nummenmaa, L. 2006. Käyttäytymistieteiden tilastolliset menetelmät. 2. painos. Helsinki: Tammi.
- Närhi, V., Ahonen, T., Aro, M., Leppäsaari, T., Korhonen, T.,T., Tolvanen A. & Lyytinen H. 2005. Rapid serial naming: Relations between different stimuli and neuropsychological factors. *Brain and Language* 92, 45-57.
- Parrila, R., Kirby, L., & Mcquarrie, J.R. 2004. Articulation rate, naming speed, verbal short-term memory and phonological awareness longitudinal predictors of early reading development. *Scientific Studies of Reading* 8, 3–26.
- Passolunghi, M. C. & Siegel, L. S. 2001. Short-term memory, working memory and inhibitory control in children with difficulties in arithmetic problem solving. *Journal of Experimental Child Psychology* 80, 44-57.
- Pollman, T. 2003. Some principles involved in the acquisition of number words. *Language Acquisition* 11, 1-31.
- Poskiparta, E., Niemi, P. & Lepola, J. 1994. Diagnostiset testit. 1. Lukeminen ja kirjoittaminen. Oppimistutkimuksen keskus; Turun Yliopisto.
- Resnick, L. B. 1989. Developing mathematical knowledge. *American Psychologist* 44, 162-169.
- Räsänen, P. & Ahonen, T. 2002. Matemaattiset oppimisvaikeudet. Teoksessa H. Lyytinen, T. Ahonen, T. Korhonen, M. Korkman & T. Riita (toim.) Oppimisvaikeudet. Neuropsykologinen näkökulma. Helsinki: WSOY, 191-234.
- Siegel, L. S. & Linder, B. A. 1984. Short-term memory processes in children with reading and arithmetic learning disabilities. *Developmental Psychology* 20, 200-207.
- Siegel, L. S. & Ryan, E. B. 1989. The development of working memory in normally

achieving and subtypes of learning disabled children. *Child Development* 60, 973-980.

- Temple, C. M. & Sherwood, S. 2002. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* 55A, 733-752.
- Tilastokeskus 2007. Osa-aikaista erityisopetusta lukuvuonna 2005–2006 saaneet peruskoulun oppilaat erityisopetuksen ensisijaisen syyn mukaan. Tulostettu 24.3.2008. <http://www.stat.fi/til/erop/index.html>.
- Torgesen, J. K., Wagner, R. K., Rashotte, C. A., Burgees, S. & Hecht, S. 1997. Contributions of phonological awareness and rapid automatic naming ability to the growth of word –reading skills in second- to fifth- grade children. *Scientific Studies of Reading* 1, 161-185.
- Tornéus, M., 1991. Löytöretki kieleen. Helsinki: VAPK-kustannus.
- Torppa, M., Poikkeus, A-M., Laakso, M-L., Eklund, K. & Lyytinen, H. 2006. Predicting delayed letter knowledge development and its relation to grade 1 reading achievement among children with and without familial risk for dyslexia. *Developmental Psychology* 42, 1128-1142.
- Vainionpää, T., Mononen, R. & Räsänen, P. 2003. Matemaattiset valmiudet. Teoksessa T. Siiskonen, T. Aro, T. Ahonen & R. Ketonen (toim.), *Joko se puhuu? Kielenkehityksen vaikeudet varhaislapsuudessa*. Opetus 2000. Jyväskylä: PS-Kustannus, 292-301.
- Valli, R. 2001. *Johdatus tilastolliseen tutkimukseen*. Jyväskylä: PS-kustannus.
- Wagner, R. K., Torgesen, J. K., Rashotte, C. A., Hecht, S. A., Barkes, T. A., Burgess, S.R. ym. 1997. Changing relations between phonological processing abilities and word-level reading as children develop from beginning to skilled readers: A 5 –year longitudinal study. *Developmental Psychology* 33, 468-479.
- Wolf, M., Bowers, P. G. & Biddle, K. 2000. Naming-speed Processes, timing and reading: A conceptual review. *Journal of Learning Disabilities* 4, 387-407.
- Wolff, P. H., Michel G. F. & Ovrut, M. 1990a. Rate variables and automatized naming in developmental deslexia. *Brain and Language*, 39, 556-575.

TIIVISTELMÄ

Alasalmi E. 2008. Lasten lukujonotaitojen kehitys sekä yhteydet lukemisen ja matematiikan valmiuksiin. Opettajankoulutuslaitos. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteen pro gradu -tutkielma. 63 sivua.

Tässä tutkimuksessa selvitettiin, miten lasten lukujonotaidot kehittyvät esiopetusvuoden syksystä ensimmäisen luokan syksyyn. Lisäksi tarkasteltiin, missä määrin lukujonotaidot ovat yhteydessä lukemisvalmiuden osa-alueisiin (äännetietoisuuteen, kirjainten nimeämiseen ja nopeaan nimeämiseen) sekä muihin matemaattisiin taitoihin (lukukäsitteen hallintaan, lukujen nimeämiseen ja alkavaan laskutaitoon) esiopetusvuonna ja ensimmäisen luokan alussa. Tutkimus oli osa Alkuportaattien seuranta-tutkimusta (Lapset, vanhemmat ja opettajat koulutien alkupolulla). Tämän tutkimuksen aineisto kerättiin kahden kunnan alueella. Aineisto kerättiin yksilö- ja ryhmätesteillä esiopetusikäisiltä lapsilta syksyllä 2006 ja keväällä 2007 sekä samoilta lapsilta heidän ollessaan ensimmäisellä luokalla syksyllä 2007. Analyysit tehtiin osaotoksessa, joka käsitti 880 lasta.

Seurantaan osallistuneiden lasten lukujonotaidot kehittyivät esiopetusvuoden aikana siten, että esiopetusvuoden lopulla noin kolmannes lapsista hallitsi tehtävät täysin, mutta noin kymmenesosalla lapsista oli vielä heikot lukujonotaidot. Sukupuolivertailut osoittivat, että pojat olivat merkitsevästi parempia kuin tytöt esiopetusvuoden lukujonotaidoissa, mutta ensimmäisellä luokalla eroa ei enää ilmennyt.

Lukujonotaidot olivat vahvasti yhteydessä sekä aiemmin, samaan aikaan että myöhemmin mitattuihin lukemisvalmiuksiin, erityisesti alkuäänteen tunnistamiseen ja kirjaintuntemukseen. Lukujonotaidot olivat myös vahvasti yhteydessä lukujen nimeämiseen ja alkavaan laskutaitoon. Esiopetusvuoden kevään lukujonotaitojen perusteella tehtiin alaryhmätarkastelu, jossa verrattiin lapsia, joiden lukujonotaidot ovat vähäiset, keskitasoiset tai hyvät. Nämä alaryhmät erosivat toisistaan merkitsevästi myös muissa taidoissa mm. siten, että vähäiset lukujonotaidot omaavilla lapsilla oli muihin alaryhmiin kuuluvia lapsia heikommat lukemisvalmiudet ja myös muut matemaattiset taidot. Lukujonotaitojen ennustajia tarkastelevat regressioanalyysit osoittivat esiopetusvuoden kevään kirjainten nimeämisen ennustavan vahvimmin ensimmäisen luokan syksyn lukujonotaitoja.

AVAINSANAT: lukujonotaidot, matemaattiset taidot, fonologinen tietoisuus, nopea nimeäminen, kirjainten nimeäminen