

**Nopean sarjallisen nimeämisen yhteys laskemisen
sujuvuuteen hitailla laskijoilla**

Eira Aatola

Erityispedagogiikan
pro gradu -tutkielma
Kevätlukukausi 2018
Kasvatustieteiden laitos
Jyväskylän yliopisto

Tiivistelmä

Aatola, Eira. 2018. Nopean sarjallisen nimeämisen yhteys laskemisen sujuvuuteen hitailla laskijoilla. Erityispedagogiikan pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden laitos. 37 sivua.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää yhden kielellisen osataidon, nopean sarjallisen nimeämisen yhteyttä laskusujuvuuteen hitailla laskijoilla. Tarkastelun kohteena oli selvittää, missä määrin hitailla laskijoilla on nimeämisessä hitautta ja missä määrin nimeämisen taidoilla on yhteyttä laskusujuvuuteen. Kognitiivisista tekijöistä huomioitiin lisäksi erikseen fonologisen tietoisuuden yhteys laskusujuvuuteen.

Tutkimus perustuu Suomen Akatemian rahoittamaan Jyväskylän yliopiston erityispedagogiikan ja kasvatustieteiden laitoksen sekä Niilo Mäki Instituutin yhteisen tutkimushankkeen aineistoon. Self-Efficacy and Learning Disabilities Intervention (SELDI) -tutkimushankkeen tavoitteena on tutkia lasten lukemisen ja laskemisen sujuvuusongelmia. Tutkimushankkeen aineisto on kerätty Itä- ja Keski-Suomen alueiden kouluista vuosien 2013–2015 välisenä aikana ja siihen osallistui noin 1300 2.-5.-luokkalaista oppilasta. Tutkimukseeni valikoitui hankkeeseen osallistuneista oppilaista ne, jotka olivat vastanneet matematiikan sujuvuutta mittaaviin testeihin. Tästä joukosta valikoitiin kaksivaiheisesti hitaata laskijat. Hitaiden laskijoiden tutkimusjoukoksi muodostui tammikuun 2014 mitauspisteestä lopulta 75 oppilasta.

Aineistoa analysoitiin määrällisesti SPSS 22 -ohjelmistolla ja menetelmänä käytettiin hierarkkista regressioanalyysia. Tutkimuksen tulosten perusteella hitailla laskijoilla on nimeämisessä hitautta kaikilla RAN-osa-alueilla: RAN-numerot, RAN-kirjaimet ja RAN-esineet. Eniten nimeämisen hitautta oli numeroiden osalta: 42,7 % hitaista laskijoista oli nimeämisen taidoiltaan alle -1 keskihajonnan arvon. Nopea sarjallinen nimeäminen korreloi laskusujuvuuteen tilastollisesti merkitsevästi kaikilla RAN-osa-alueilla. Iän vakioinnin jälkeenkin RAN-osa-alueet korreloivat merkitsevästi laskusujuvuuden kanssa.

Hitaiden laskijoiden nimeämisen taitojen yhteyttä laskusujuvuuteen tarkasteltiin fonologisen tietoisuuden ja iän vakioimisen jälkeen. RAN-osa-alueilla iän selityssaste nopean sarjallisen nimeämisen ja laskusujuvuuden välillä oli suurin, 26% osuudella. Fonologisen tietoisuuden selitysosuus 2 % ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Numeroiden, kirjaimien ja esineiden osalta selitysosuudet nopean sarjallisen nimeämisen ja laskusujuvuuden välillä olivat tilastollisesti merkitseviä. Selityssaste kasvoi näiden RAN-muuttujien lisäämisen myötä 8 %, 6 % ja 10 % osuuksilla.

Tutkimuksen tulokset voisivat tukea käsitystä siitä, että mitä sujuvampi laskija oppilas oli, sitä nopeammin hän nimesi numeroita, kirjaimia ja esineitä. Tulokset tukevat ja vahvistavat nimeämisenopeuden merkitystä laskusujuvuuden ennustajana ja itsenäisenä taustatekijänä. Lisäksi tutkimus tukee käsitystä, että laskusujuvuudeltaan hitaiden oppilaiden nimeämisen taitojen yksilöllinen huomioiminen on tärkeää. Lisätutkimusta nopeasta nimeämisestä ja laskusujuvuuden taustalla olevista tekijöistä tarvitaan kuitenkin lisää.

Hakusanat: nopean sarjallisen nimeämisen taidot, laskutaidon sujuvuus, matematiikan taidot, fonologinen tietoisuus, regressioanalyysi

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
1.1	Matematiikan taitojen kehittyminen.....	8
1.2	Laskutaidon sujuvuus	10
1.3	Nopean sarjallisen nimeämisen taito	12
1.4	Fonologisen tietoisuuden yhteys laskusujuvuuteen ja nopeaan sarjalliseen nimeämiseen	13
2	TUTKIMUSONGELMAT	15
3	TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN	16
3.1	Tutkimuksen konteksti	16
3.2	Tutkittavat ja aineiston keruu	16
3.3	Mittarit ja muuttujat	17
3.3.1	Laskemisen sujuvuus	17
3.3.2	Nopean sarjallisen nimeämisen taito	17
3.3.3	Fonologinen tietoisuus	18
3.4	Aineiston analyysi	18
3.4.1	Muuttujien alustava tarkastelu ja muunnokset	19
4	TULOKSET	21
4.1	Missä määrin hitailla laskijoilla hitautta on nopeassa sarjallisessa nimeämisessä?	21
4.2	Missä määrin nopea sarjallinen nimeäminen on yhteydessä laskusujuvuuteen hitailla laskijoilla?	22
4.3	Onko nopean sarjallisen nimeämisen taito yhteydessä laskusujuvuuteen hitailla laskijoilla, kun ikä ja fonologinen tietoisuus on vakioitu?	23

5	POHDINTA.....	25
5.1	Missä määrin hitailla laskijoilla hitautta on nopeassa sarjallisessa nimeämisessä?	25
5.2	Missä määrin nopea sarjallinen nimeäminen on yhteydessä laskusujuvuuteen hitailla laskijoilla?	26
5.3	Onko nopean sarjallisen nimeämisen taito yhteydessä laskusujuvuuteen hitailla laskijoilla, kun ikä ja fonologinen tietoisuus on vakioitu?	27
5.4	Tutkimuksen vahvuudet ja heikkoudet	28
5.5	Pedagogiset sovellukset	28
5.6	Jatkotutkimushaasteita.....	29
	LÄHTEET	31

1 JOHDANTO

Nopean sarjallisen nimeämisen yhteyttä lukemiseen ja muiden kielellisten taitojen yhteyttä lukemisvaikeuksiin on tutkittu enemmän kuin nopean nimeämisen yhteyttä matematiikan eri osa-taitoihin. Räsänen ja Koposen (2010) mukaan tutkimus on keskittynyt enemmän lukemisen oppimisvaikeuksia käsittelevään tutkimukseen, vaikkakin lukemisen ja matematiikan oppimisvaikeudet ovat yhtä yleisiä.

Yhtenä mahdollisena selittävänä tekijänä matematiikan ja luku- ja kirjoitustaidon oppimisvaikeuksien välillä on pidetty nimeämisenopeutta (Geary, 2011; Koponen, 2012; Mazzocco & Grimm, 2013). Erityisesti päällekkäistyneissä (komorbiditeetti) oppimisvaikeuksissa nopeaa sarjallista nimeämistä on pidetty selittävänä tekijänä (Heikkilä, Närhi, Aro & Ahonen, 2009). Myös Waberin, Wolfen, Forbesin ja Weilerin (2000) tutkimuksessa nopea sarjallinen nimeäminen ei ollut yhteydessä mihinkään tiettyyn oppimisvaikeuteen, vaan nimeämisen vaikeutta esiintyi enemmän päällekkäistyneissä oppimisvaikeuksissa.

Toisenlaisiakin näkemyksiä on esitetty nimeämisen taidon yhteydestä matematiikan taitoihin. Heikkilä (2015) on tutkimuksessaan todennut nopean sarjallisen nimeämisen olevan yhteydessä lukemisen sujuvuuteen, ei niinkään matematiikan taitoihin. Väisänen ja Aunio (2016) pitkittäistutkimuksen tulosten perusteella nimeämisenopeus ei ollut yhteydessä laskemisen sujuvuuteen.

Tutkimusten perusteella nopealla sarjallisella nimeämisellä (RAN) on havaittu olevan yhteys laskemisen sujuvuuteen (Koponen, Aunola, Ahonen & Nurmi, 2007; Koponen, Mononen, Räsänen & Ahonen, 2006). Koposen (2008) mukaan lukujen luettelutaito ja nopea sarjallinen nimeäminen ovat kaksi jo ennen kouluikää olevaa ennusmerkkiä, jotka näyttäisivät olevan yhteydessä sujuvaan laskutaitoon kouluiässä. Koposen, Salmen, Eklundin ja Aron (2013) tutkimuksessa nopeaa sarjallista nimeämistä selitti fonologinen tietoisuus. Fonologisen tietoisuuden vakioinnin jälkeenkin havaittiin kuitenkin yhteys nopean sarjallisen nimeämisen ja laskusujuvuuden välillä.

Nopean sarjallisen nimeämisen taidoilla on siis havaittu olevan yhteyttä laskemisen sujuvuuteen niin erityistä tukea tarvitsevilla oppilailta (Koponen ym., 2006) kuin muillakin oppilailta (Koponen ym. 2007; Swanson & Kim 2007). Swansonin ja Kimin (2007) tutkimuksessa nopean sarjallisen nimeämisen taidot näyttäytyivät erillisenä matemaattisiin taitoihin vaikuttavana tekijänä. Matemaattisten vaikeuksien taustalla saattavatkin olla nopea sarjallinen nimeäminen tai mieleen palauttamisen liittyvät ongelmat. (Koponen ym., 2013; Koponen ym., 2016).

Tässä tutkimuksessa selvitetään erityisesti nopean sarjallisen nimeämisen yhteyttä hitaiden laskijoiden laskusujuvuuteen, mikä on yksi tärkeä osa matemaattista osaamista (Geary, 2011). Tarkastelun alla on vain nopea sarjallinen nimeäminen ja siihen vaikuttavista kognitiivisista tekijöistä fonologinen tietoisuus.

Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää tuen tarpeen tunnistamisessa niillä lapsilla, joilla havaitaan pulmia nopeassa nimeämisessä sekä laskusujuvuudessa. Waber ym. (2000) ovat tutkimuksessaan todenneet, että nopea sarjallinen nimeäminen onkin erinomainen mittari oppimisvaikeuksien kartoittamiseen. De Jong ja Van der Leij (2003) sekä Puolakanaho ym. (2007) ovat todenneet, että nopeaa sarjallista nimeämistä voidaan mitata jo ennen lukemaan oppimisen alkamista, ja se on hyvä väline lukemisvaikeuksien riskin ennustamisessa. Koposen (2008) mukaan nopea sarjallinen nimeäminen voisi toimia myös ennusmerkkinä laskusujuvuudelle jo alle kouluikäisillä lapsilla. Tuen suunnitteluun ja antamiseen niin varhaiskasvatuksessa kuin koulussakin tällä on tärkeä merkitys.

Tämän tutkimuksen kohteeksi on valittu hitaat laskijat. Erityisopetus varhaiskasvatuksessa ja koulussa on tuen antamista myös niille lapsille, joille nopea sarjallinen nimeäminen ja laskeminen on vaikeaa ja hidasta. Tällaiset oppilaat ovat luokassa usein niitä, jotka eivät pysy oppimisessa muiden mukana. Elokuussa 2016 voimaan tullut uusi opetussuunnitelma korostaakin yksilöllisen oppimispolun merkitystä opetuksessa. Se tarkoittaa myös oppilaan vahvuuksien ja haasteiden tukemista oppilaan omista lähtökohdista käsin huomioiden myös nimeämisen ja laskusujuvuuden pulmat.

Tutkimusraportissa avataan keskeiset käsitteet liittyen matemaattisten taitojen kehittymiseen, laskemisen sujuvuuteen ja nopeaan sarjalliseen nimeämiseen sekä fonologisen tietoisuuden yhteys laskusujuvuuteen ja nopeaan nimeämiseen. Tutkimusongelmat, tutkimuksen toteuttaminen, tulokset sekä pohdinta kuvataan omina lukuinaan.

1.1 Matematiikan taitojen kehittyminen

Matemaattisia taitoja ja niiden kehittymistä jaotellaan eri teorioissa eri tavoin. Kaikissa jaotteluissa kuitenkin korostuu se, että matemaattiset taidot kehittyvät hierarkkisesti. Aikaisemmin opitut taidot ovat edellytyksenä uusien taitojen oppimiselle.

Matemaattisten taitojen oppimiseen vaikuttavat monet eri taidot. Kehittymisen kuvaaminen on haastavaa, koska taitojen oppiminen on kompleksista: yksittäiset osa-alueet, kuten lukukäsitteen ymmärtäminen tai aritmeettiset peruslaskutoimitukset, sisältävät monia osataitoja ja niihin vaikuttavia tekijöitä (Landerl, Bevan & Butterworth, 2004).

Tässä tutkimuksessa lähtökohtana on tarkastella yhtä kognitiivista taitoa, nopeaa sarjallista nimeämistä ja sen yhteyttä laskusujuvuuteen hitailla laskijoilla. Laskusujuvuuden saavutettuaan matemaattisten taitojen kehityksen ja hierarkian näkökulmasta laskeminen onkin silloin jo hyvin pitkälle automatisoitu.

Matemaattiset taidot jaetaan usein primaareihin ja sekundaareihin taitoihin (Aunio, Hannula & Räsänen, 2004; Geary, 2000). Primaarit taidot ovat ns. synnynäisiä taitoja ja niiden omaksuminen ei vaadi formaalia opetusta. Sekundaarit taidot ovat taas kulttuurisidonnaisia. Kehitys vaihtelee eri kulttuurien välillä. Primaarit taidot ovat pohjana sekundaareille taidoille (Geary, 2000). Matemaattisten taitojen kehittyminen koostuu siis biologisten ja kulttuuristen tekijöiden sekä opetuksen tuloksista (Aunio ym., 2004).

Primaarit taidot. Primaareja taitoja ovat pienten lukumäärien havaitseminen, suhteellinen hahmottaminen sekä yksi yhteen vastaavuus. Hyvä lukumääräisyyden taju näkyy nopeana kykynä arvioida kahdesta lukumäärästä tai luvusta suurempi: esim. kumpi on suurempi luku 10 vai 5 tai kumman värisiä on enemmän. (Geary, 2013). Heikkoa lukumääräisyyden tajua pidetään yhtenä matemaattista oppimisvaikeutta selittävänä tekijänä (Price & Ansari, 2013).

Sekundaarit taidot. Aunion ym. (2004) ja Gearyn (2000) mukaan sekundaarit taidot vaativat harjoittelua, oppimista ja opetusta. Sekundaareihin taitoihin sisältyvät lukuihin, luettelemalla laskemiseen ja eri laskumenetelmiin liittyvät taidot. Aritmeettiset taidot osana sekundaareja taitoja sisältävät peruslaskutoimitukset: yhteen-, vähennys-, kerto- ja jakolaskun taidot (Butterworth, 2005). Aritmeettisten yhdistelmien eli yksinumeroisten lukujen aritmeettisten laskutoimitusten hallinta on edellytys monimutkaisempien laskutaitojen ja -strategioiden kehittymiselle (Fuchs ym., 2010; Koponen, 2012). Keskeinen osa aritmeettisiä taitoja ovatkin aritmeettiset yhdistelmät ja laskustrategioiden hallinta. Taidot kehittyvätkin laskustrategioiden kehittyessä kohti sujuvampaa laskemista (Koponen, 2012).

Matematiikan oppimisvaikeuksien määrittelyssä matemaattisten taitojen kehittymisestä on kahdenlaista näkemystä. Toisen näkemyksen mukaan haasteita matemaattisten taitojen kehittämisessä selitetään heikolla lukumääräisyyden tajulla. Ihmisillä lukumääräisyyden taju ja lukumäärien erottelun taito on Landerlin ym. (2004) mukaan synnynnäinen ominaisuus. Toisen näkemyksen mukaan matemaattisten taitojen kehittymisen taustalla on lukumäärien erottelutaidon lisäksi useita kognitiivisia prosesseja, joilla on vaikutusta taitojen kehittymiseen (Geary, Hoard, Byrd-Caven & DeSoto, 2004; Swanson & Kim, 2007). Tämän tutkimuksen huomio on kognitiivisessa taidossa; kielellisen osa-aidon, nopean sarjallisen nimeämisen yhteydessä laskusujuvuuteen.

1.2 Laskutaidon sujuvuus

Laskemisen sujuvuudella tarkoitetaan matemaattisten perustaitojen käytön helppoutta ja tarkkuutta (Locuniak & Jordan, 2008) sekä kykyä ratkaista peruslaskutoimituksia nopeasti (Kilpatrick, Swafford, & Findell, 2001). Sujuvan laskutaidon kehittämisessä keskeistä on peruslaskutoimitusten automatisoituminen (Ahonen, Lamminmäki, Närhi & Räsänen, 2008). Rusanen ja Räsänen (2012) kuvaa nopeaa ja sujuvaa muistiin perustuvaa laskutapaa laskemisen automatisoitumisena. Automatisoitumisen myötä laskeminen sujuvoituu ja siitä tuleekin tärkeä työkalu monimutkaisempien matemaattisten prosessien ja ongelmien ratkaisemisessa (Locuniak & Jordan, 2008; Smith-Shant, 2010).

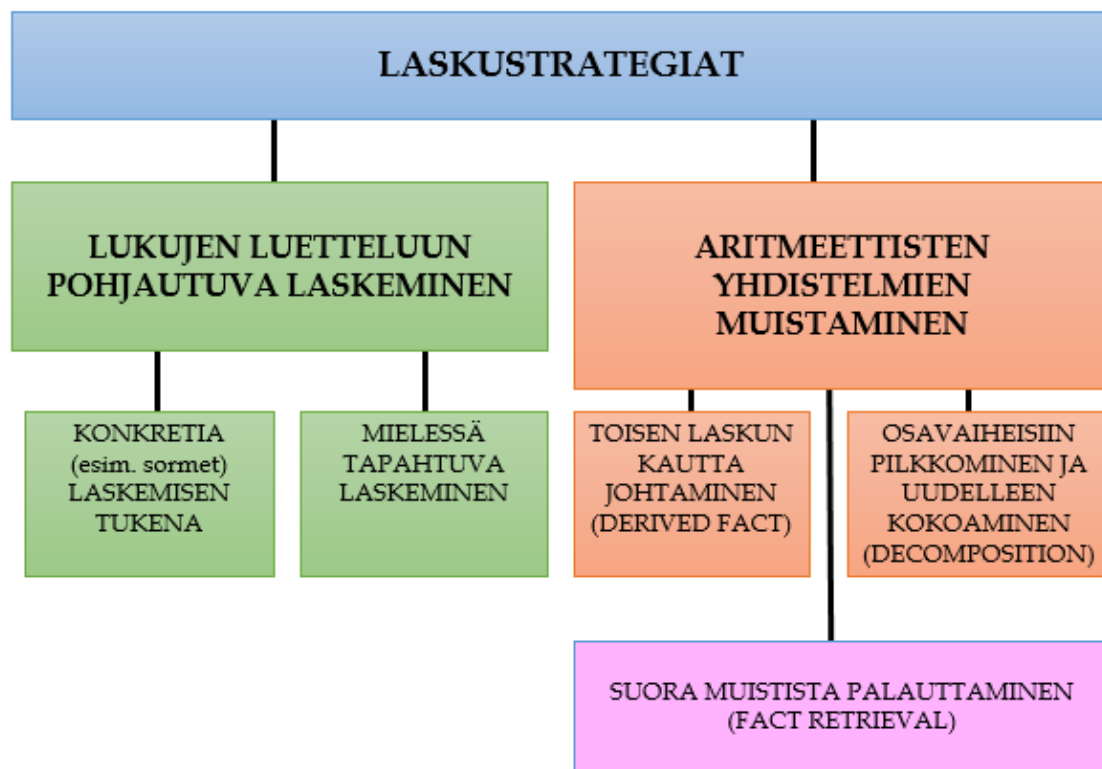
Laskemisen sujuvuus kehittyy vähitellen lähtien luettelemalla laskemisesta kohti muistista palauttamisen strategioita. Yleensä lapset oppivat käyttämään muistista palauttamisen strategioita noin 9–10-vuotiaina. Silloin voidaan myös puhua sujuvasta laskutaidosta. (Koponen ym., 2013).

Jotta laskeminen sujuvoituisi, eri laskemisen taitojen ja laskustrategioiden hallitseminen on tärkeää. Taidot koostuvat lukujonon luettelemisen taidoista, lukumäärän laskemisesta ja numerosymbolien hallitsemisesta (Aunio & Räsänen, 2016). Matemaattiset taidot kehittyvät lukujonotaidoista lukumäärän laskemiseen ja edelleen yhteen- ja vähennyslaskuihin. Erityisen tärkeä taito on sujuva lukujonojen luetteleminen myöhempää matemaattista oppimista ajatellen (Koponen, 2008).

Matemaattisten taitojen harjoittelamisen alussa lapset tukeutuvat sormiin tai muihin konkreettisiin apuvälineisiin. Myös lukujen ääneen luetteleminen on taitojen alkuvaiheessa tavallista. Harjoittelun edetessä taidot kehittyvät ja konkreettisten apuvälineiden tarve vähenee. Taidot automatisoituvat ja laskeminen sujuvoituu. Lapsi hallitsee pitkäkestoisen muistin avulla yhä vaikeampia aritmeettisiä yhdistelmiä. Laskutoimituksia ei tarvitse myöskään pilkkoa vaiheittain ja koota uudelleen (kuten $7 + 5$ tai $(7 + 3) + 2$ tai $10 + 2 = 12$) tai johtaa laskun vastausta toisen laskun avulla (esim. $6 - 3 = 3$, joten $6 - 4 = 2$, koska luku neljä on yhden suurempi kuin luku kolme), vaan vastaus voidaan hakea suoraan muistista. (Aunio & Räsänen, 2016).

Laskusujuvuuden pulmat ovat yksi tavanomainen vaikeus lapsilla, joilla on matematiikan oppimisvaikeuksia. (Locuniak & Jordan, 2008; Rusanen & Räsänen, 2012). Tyypillisin matematiikan oppimisen vaikeus on vaikeus oppia ja muistaa aritmeettisiä yhdistelmiä, jolloin oppilas ei muista tuttuja aritmeettisiä yhdistelmiä, vaan tukeutuu paljolti luettelemalla laskemiseen. (Koponen, 2012). Ulkoisten tukien ja apuvälineiden (esim. sormien) käyttäminen runsaasta harjoittelusta huolimatta osoittaa aritmeettisten yhdistelmien hallinnan puutetta. Apuvälineiden käyttö altistaa laskuvirheille ja hidastaa laskemista. Tämä hidastaa sujuvan laskutaidon kehittymistä (Koponen, 2008).

Kuviossa 1 kuvataan kirjallisuuden pohjalta (mm. Locuniak & Jordan 2008; Kilpatrick ym., 2001; Ahonen ym., 2008; Smith-Shant, 2010; Koponen ym., 2013; Aunio & Räsänen, 2016) laskutaidon sujuvuuteen vaikuttavat matemaattiset tekijät.



Kuvio 1: Laskutaidon sujuvuuteen vaikuttavat matemaattiset tekijät

1.3 Nopean sarjallisen nimeämisen taito

Nopea sarjallinen nimeäminen (Rapid Automatized Naming; RAN) on kyky nimetä mahdollisimman nopeasti tuttuja, sarjallisesti esitettyjä visuaalisia ärsykeitä (Kirby ym., 2010). Nopeassa nimeämisessä mitataan visuaalis-kielellisten assosiaatioiden automatisoitumista, laatua ja hakemisnopeutta (Willburger, Fussenegger, Moll, Wood & Landerl, 2008; Norton & Wolf, 2012.) Wolfin ja Dencklan (2005) mukaan nopeassa nimeämisessä on useita keskenään yhteydessä olevia tekijöitä: tarkkaavuuden kohdistuminen ärsykkeeseen, ärsykkeen tunnistaminen, visuaalisten piirteiden yhdistäminen ortografiseen edustukseen, visuaalisen ja ortografisen tiedon yhdistäminen fonologiseen edustukseen, fonologisen nimekkeen hakeminen, semanttisen ja käsitteellisen tiedon aktivoituminen ja yhdistäminen edellisiin sekä motorinen aktivaatio (artikulaatio).

Tutkimusten mukaan nimeämisen nopeuden on todettu olevan yhteydessä matematiikan oppimiseen ja oppimisen vaikeuksiin. Van der Sluis, de Jong ja Van der Leij (2004) ovat tutkimuksessaan esittäneet, että nopean sarjallisen nimeämisen taidolla on yhteys aritmeettisiin vaikeuksiin. Nopealla nimeämisellä on todettu olevan myös vaikutusta matemaattisten faktojen käsittelyn vaikeuksiin (Temple & Sherwood, 2002). Nopean sarjallisen nimeämisen taidolla on havaittu olevan yhteys laskemisen sujuvuuteen niin erityistä tukea tarvitsevilla (Koponen ym., 2006) kuin muillakin oppilailta (Koponen ym., 2007; Swanson & Kim, 2007). Myös Chongin ja Siegelin (2008) mukaan nopealla nimeämisellä on todettu olevan yhteyttä heikkojen laskijoiden laskusujuvuuteen. Swansonin ja Kimin (2007) tutkimuksessa nopean sarjallisen nimeämisen taidot näyttäytyivät erillisenä matemaattisiin taitoihin vaikuttavana tekijänä.

Koposen ym. (2013) mukaan nopean sarjallisen nimeämisen ja laskusujuvuuden yhteyttä on selitetty fonologisen prosessoinnin avulla. Fonologinen prosessointi on yksilön kykyä prosessoida suullisen tai kirjallisen kielen äänne- ja merkitysrakenteita. Fonologiseen prosessointiin kuuluvat fonologinen tietoisuus, nopean sarjallisen nimeämisen taidot ja työmuistin fonologinen silmukka

(Wagner ym., 1997). Nopean sarjallisen nimeämisen taidot voidaan nähdä itsenäisenä laskutaidon ennustajana. Koposen ym. (2013) tutkimuksessa havaittiin fonologisen tietoisuuden kontrolloinnin jälkeenkin yhteys nopean sarjallisen nimeämisen ja laskusujuvuuden välillä. Yhteys selittyi lukujonotaitojen kautta niin, että kolmannes lukujonotaitojen vaihtelusta selittyi nopean sarjallisen nimeämisen taidoilla.

Väisänen ja Aunio (2016) pitkittäistutkimuksessa oli tarkastelun kohteena oppilaat toiselta neljännelle vuosiluokalle. Tutkimuksen tulosten perusteella nimeämisenopeus ei ollut yhteydessä laskemisen sujuvuuteen. Tuloksia selitti mahdollisesti se, että nimeämisenopeutta oli arvioitu vasta neljännellä luokalla ja seuranta-ajalla nimeämisenopeutta oli arvioitu vähän. Nimeämisenopeuden erojen onkin havaittu pienenevän iän myötä (Georgiou, Tziraki, Manolitis & Fella, 2013; Mazzocco & Grimm, 2013). Hechtin, Torgesenin, Wagnerin & Rashotten (2001) mukaan nimeämisenopeuden yhteys laskusujuvuuteen oli epävarmaa tai vähäistä.

Matematiikan taustatekijöiden selvittäminen onkin tärkeää oppimisen ja oppimisvaikeuksien varhaisen tunnistamisen ja ennaltaehkäisemisen vuoksi (Räsänen & Koponen, 2010). Tässä tutkimuksessa yhtä taustatekijää, nopeaa sarjallista nimeämistä ja sen vaikutusta laskusujuvuuteen tarkastellaan tarkemmin.

1.4 Fonologisen tietoisuuden yhteys laskusujuvuuteen ja nopeaan sarjalliseen nimeämiseen

Kielellisistä taidoista ja niiden merkityksestä matemaattisiin taitoihin ei ole tutkimusten mukaan selkeää näkemystä. Landerlin, Bevanin ja Butterworthin (2004) tutkimuksessa on todettu, että lapset, joilla oli matematiikan oppimisvaikeuksia, menestyivät kielellisiä taitoja mittaavissa testeissä keskimääräisesti tai jopa keskiarvoa paremmin. Landerlin ym. (2004) mukaan matemaattinen prosessointi on itsenäinen, kielestä riippumaton osa-alue.

Osa tutkijoista on taas sitä mieltä, että kielellisillä taidoilla on keskeinen rooli laskutaidon kehittämisessä. Kielellisten taitojen yhteyttä matematiikkaan

on selvitetty useissa eri tutkimuksissa (Hecht ym., 2001; Koponen ym., 2012; Landerl, Fussenegger, Moll & Willburger, 2009). Tutkimusten mukaan osalla lapsista, joilla on matematiikan vaikeuksia, on vaikeuksia myös lukemisessa, kirjoittamisessa tai molemmissa (Geary, 2011; Willburger ym. 2008). Komorbiditeetti lukemisen ja laskemisen oppimisvaikeuksien välillä on jo oletus siitä, että kielellisillä taidoilla on jossain määrin yhteyttä matematiikan taitojen kehitykseen (Zhang ym., 2014).

Kielellisistä taidoista fonologisella prosessoinnilla näyttäisi olevan yhteyttä matematiikan taitojen kehittymiseen. Kielellistä prosessointia vaativat matematiikan osa-alueet, kuten numeroiden nimien muistaminen, luettelemalla laskeminen ja mieleenpalauttaminen ovat Simmonsin ja Singletonin (2008) tutkimuksessa todettu olevan yhteydessä heikkoon fonologiseen prosessointiin. Tässä tutkimuksessa keskitytään tarkastelemaan fonologisen prosessoinnin alueista tarkemmin fonologisen tietoisuuden ja nopean sarjallisen nimeämisen taitojen yhteyttä laskemisen sujuvuuteen.

Fonologinen tietoisuus ja sen yhteys laskusujuvuuteen. Fonologinen tietoisuus on taitoa jakaa puhuttua ja kirjoitettua kieltä erikokoisiksi yksiköiksi: äänneiksi, tavuiksi ja riimeiksi. Se on myös taitoa rakentaa sanan osista kokonaisuuksia sekä kykyä hajottaa ja yhdistää äännerakenteita (Wagner ym., 1997).

Matematiikan laskusujuvuuteen fonologisella tietoisuudella on havaittu yhteyttä. Koposen ym. (2007) tutkimuksen mukaan fonologisen tietoisuuden ja neljännen luokan laskutaidon välillä havaittiin yhteys samaan aikaan mitattuna. Simmons ja Singletonin (2008) tutkimuksessa fonologisen tietoisuuden yhteys 5-vuotiaiden lasten matematiikan ja lukemisen taitoihin oli nähtävissä vielä vuoden myöhemminkin mitattuna.

Fonologinen tietoisuus ja sen yhteys nopeaan nimeämiseen. Nopean sarjallisen nimeämisen taustalla on monia eri tekijöitä, mitkä selittävät nimeämistä. Denckla ja Cutting (1999), Wolf ja Denckla (2005) sekä Närhi ym. (2005) ovat tutkimuksissaan todenneet, että nimeämisen taustalla vaikuttavat monet eri tekijät. Myös Swanson ja Kim (2007) on todennut fonologisen tietoisuuden, sanavaraston, työmuistin ja artikulaationopeuden olevan yhteydessä nopeaan nimeämiseen.

Bowers, Sunseth ja Golden (1999) ovat myös todenneet, että nopean sarjallisen nimeämisen taustalla on fonologisen tietoisuuden ongelmat, erityisesti kirjainyhdistelmien normaalia hitaampi tunnistaminen. Se häiritsee sanan osien tunnistamista nopeasti nähdyissä kirjainjonoissa.

Aikaisempaa tutkimusta nopeasta nimeämisestä ja laskusujuvuuden yhteydestä on vähän. Aikaisemmissa tutkimuksissa laskemisen sujuvuutta ja nopeaa sarjallista nimeämistä on arvioitu osana laajempaa kokonaisuutta kognitiivisten taitojen osalta tai nimeämisnopeuden arviointi on ollut kapeaa. Tämän tutkimuksen tehtävänä on saada tietoa, missä määrin erityisesti yksi kielellinen osa-taito, nopea sarjallinen nimeäminen on yhteydessä hitaiden laskijoiden laskutaitoon.

2 TUTKIMUSONGELMAT

Tutkimusongelmiksi muotoutuivat seuraavat kysymykset:

1. Missä määrin hitailla laskijoilla on hitautta nopeassa sarjallisessa nimeämisessä?
2. Missä määrin nopea sarjallinen nimeäminen on yhteydessä laskusujuvuuteen hitailla laskijoilla?
3. Onko nopean sarjallisen nimeämisen taito yhteydessä laskusujuvuuteen hitailla laskijoilla, kun ikä ja fonologinen tietoisuus on vakioitu?

3 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

3.1 Tutkimuksen konteksti

Tutkimus perustuu Suomen Akatemian rahoittamaan Jyväskylän yliopiston erityispedagogiikan ja kasvatustieteiden laitoksen sekä Niilo Mäki Instituutin yhteisen tutkimushankkeen aineistoon. Self-Efficacy and Learning Disabilities Intervention (SELDI) -tutkimushankkeen tavoitteena on tutkia lasten lukemisen ja laskemisen sujuvuusongelmia. Hankkeessa tutkitaan perustaitojen sujuvuuden kehittymistä ja niiden yhteyksiä. Taitojen lisäksi hankkeessa kerätään tietoa kognitiivisista taidoista, motivaatiosta ja minäuskomuksista. Tutkimushankkeen aineisto on kerätty vapaaehtoisista 20:sta Keski- ja Itä-Suomen alueiden kouluista vuosien 2013–2015 välisenä aikana ja siihen osallistui 1344 oppilasta 2.-5.-luokalta. Tutkimukseen osallistuminen oli kouluille, luokille ja oppilaille vapaaehtoista. Hankkeeseen osallistuneiden oppilaiden vanhemmilta pyydettiin kirjalliset tutkimusluvut. Hanke on saanut myös Jyväskylän yliopiston eettisen toimikunnan hyväksynnän. Aineiston keräsivät hankkeen parissa työskennelleet tutkimusapulaiset. Koulujen erityisopettajat toimivat tutkimukseen osallistuneiden koulujen puolelta yhteyshenkilöinä ja koordinoijina.

3.2 Tutkittavat ja aineiston keruu

SELDI-hankkeessa aineistoa kerättiin ryhmätesteillä neljässä eri mittauspis-
teessä: ensimmäinen alkumittaus tehtiin marraskuussa 2013 ja toinen alkumit-
taus tammikuussa 2014. Välimittaus tehtiin toukokuussa 2014 ja loppumittaus
joulukuussa 2014.

Alkumittauksen ryhmätestin heikoin viidennes suoritti lisäksi yksilötestin, jossa testattiin oppilaiden yhteenlaskusujuvuutta. Tässä pro gradu -tutkielmasani hitaiksi laskijoiksi katsottiin oppilaat, jotka saivat yksilötestin tuloksena vähintään 30 % hitaita tai virheellisiä vastauksia annetuista laskutehtävistä. Hitaus

määriteltiin suhteessa kunkin ikäryhmän keskitasoon verrattuna eli luokkata-sokohtaisesti. Ryhmä- ja yksilötestien perusteella tämän tutkimuksen tutkimus-joukoksi valittiin tammikuun 2014 mittauspisteestä 75 hitaiksi katsottua oppi-lastaa.

3.3 Mittarit ja muuttujat

3.3.1 Laskemisen sujuvuus

Tutkimuksen analyysissa käytetty laskusujuvuuden muuttuja on ryhmätestin yhteenlaskusujuvuusmittari. Tutkimusjoukon valinnassa käytettiin ryhmätestin lisäksi yksilötestiä yhteenlaskusujuvuudesta.

Ryhmätilanteessa käytetty mittari. Laskemisen sujuvuutta mitattiin ryhmätilanteessa yhteenlaskusujuvuutta arvioivalla mittarilla (Koponen & Mononen, 2010). Lapsen tuli ratkaista tehtäviä mahdollisimman nopeasti. Mittari arvioi yksinumeroisista luvuista muodostettujen yhteenlaskujen (esim. 6 + 3) ratkaisunopeutta kahden minuutin aikarajoitetussa tilanteessa. Tutkimuksessa käytetty muuttuja on oikein laskettujen laskujen määrä kahdessa minuutissa.

Yksilötilanteessa käytetty mittari. Yksilötilanteessa lapselle esitettiin 20 yhteenlaskua (yksinumeroiset yhteenlaskettavat, lukualueella 1-20) yksitellen ja pyydettiin ratkaisemaan lasku mahdollisimman nopeasti (3 sekunnissa) ja kertomaan sen vastaus (Koponen & Mononen, 2010). Sen jälkeen laskettiin, kuinka monta laskua lapsi pystyi ratkaisemaan oikein nopeasti, eli vastaus tuli kolmen sekunnin sisällä. Nopeasti ratkaistujen laskujen vaihteluväli oli 0-14.

3.3.2 Nopean sarjallisen nimeämisen taito

Nopean sarjallisen nimeämisen taitoja mitattiin yksilötestinä tammikuussa 2014 käyttämällä RAN (Rapid Automated Naming) -tehtävän (Denckla & Rudel, 1974) suomalaista versiota (Ahonen, Tuovinen & Leppäsaari, 1999). Nimeämistä

mitattiin testin kolmella osasarjalla: numeroilla, kirjaimilla ja esineillä. Osates-
tissä lasta pyydetään nimeämään testitauluista mahdollisimman nopeasti ensim-
mäiseksi tuttuja numeroita, seuraavaksi kirjaimia ja kolmanneksi esineitä. Testi-
suorituksesta otetaan aika, ja virheiden sekä lapsen itse korjaamien virheiden
määrä kirjataan. Muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta oppilailla oli virheitä
vain vähän tai ei ollenkaan, joten niitä ei huomioitu analyysissä. Muuttujana käy-
tettiin näin ollen tehtävissä kulunutta aikaa (sekunteina).

3.3.3 Fonologinen tietoisuus

Fonologista tietoisuutta mitattiin yksilötestinä NEPSY-testin äänteiden proses-
sointi -osuudella (Korkman, Kirk & Kemp, 1997). Äänteiden prosessointi -osuus
muodostuu kolmesta eri tehtäväosuudesta: kuvapohjaiset tehtävät (1-30), sanan
osan poistamisen tehtävät (31-38) ja osan korvaamisen tehtävät (39-53).

Kouluikäisten lasten kanssa tehtävät aloitetaan tekemällä harjoitustehtävät
sanan osan poistamisen ja korvaamisen tehtävistä. Sanan osan poistamisessa op-
pilasta pyydetään poistamaan äänne tai osa sanasta, esimerkiksi: "Sano limsa-
pullo. Sano se uudelleen, mutta älä sano limsa". Osan korvaamisen tehtävissä
oppilasta pyydetään korvaamaan äänne tai osa sanasta, esimerkiksi: "Sano takka.
Sano se nyt uudelleen, mutta älä sano /t/ vaan /l/". Jos oppilas osaa vastata
harjoituskysymyksiin, siirrytään tekemään tehtävät 31-53. Jos oppilas ei osaa
vastata harjoituskysymyksiin, hänelle esitetään vielä lisäharjoituksia. Jokaisesta
oikeasta vastauksesta saa yhden pisteen eli maksimipistemäärä on 53. Fonologi-
sen tietoisuuden muuttujana käytettiin oppilaan oikeiden vastausten määrää.

3.4 Aineiston analyysi

Aineisto analysoitiin tilastollisilla analyysimenetelmillä, SPSS 22 -ohjelmalla. Hi-
taiden laskijoiden nimeämisen taitoja tarkasteltiin käsikirjassa (Ahonen, Tuovi-
nen & Leppäsaari, 1999) olevien standardipistemäärien mukaan.

Hitaiden laskijoiden hitautta sarjallisessa nimeämisessä tarkasteltiin kuvailevien tunnuslukujen eli frekvenssitaulukoiden avulla. Nopean sarjallisen nimeämisen yhteyttä laskusujuvuuteen puolestaan tarkasteltiin korrelaatiotarkasteluna. Yhteyttä laskusujuvuuteen tarkasteltiin myös osittaiskorrelaationa, kun ikä oli vakioitu. Nimeämisen taidon yhteyttä laskusujuvuuteen hitailla laskijoilla tarkasteltiin hierarkkisen lineaarisen regressiomallin avulla fonologinen tietoisuus ja ikä huomioiden. Tarkastelu tehtiin kullekin nopean sarjallisen nimeämisen osa-alueelle erikseen, jotta niiden keskinäiset riippuvuudet voitiin eliminoida. Ensimmäisessä vaiheessa vakioitiin ikä ja toisessa vaiheessa iän lisäksi fonologinen tietoisuus. Kolmannessa vaiheessa malliin lisättiin kukin nopean sarjallisen nimeämisen osa-alue. Selitettävänä muuttujana oli laskusujuvuus ja selittävät muuttujat olivat ikä, fonologinen tietoisuus, nopean sarjallisen nimeämisen numerot, kirjaimet ja esineet.

3.4.1 Muuttujien alustava tarkastelu ja muunnokset

Aineiston alkuperäiset muuttujat on kuvattu taulukossa 1. Alustavassa tarkastelussa korvattiin yksi puuttuva arvo iän osalta muiden samalla luokka-asteella olleiden lasten iän mediaanilla. Laskemisen sujuvuus -muuttujasta arvot puuttuivat neljältä oppilaalta. Nämä oppilaat jätettiin tarkastelun ulkopuolelle tutkimusongelmaa 2 ratkaistaessa.

Taulukko 1: Muuttujien kuvailevat tiedot

Muuttuja	N	Puuttuvat	Keskiarvo	Mediaani	Moodi	Keskiahajonta	Vinous/ Vinous- luvun keski- virhe	Huipukkuus/ Huipukkuus- luvun keskivirhe	Min	Max
Ikä (kk)	74	1	113,01	110,69	108,26	10,881	1,443	-1,326	94,78	136,73
Fonologinen tietoisuus (NEPSY)	75	0	41,27	42,00	40,00	5,280	-1,451	-1,485	29,00	49,00
RAN, numerot	75	0	37,47	37,00	33,00	9,362	4,472	5,953	19,00	76,00
RAN, kirjaimet	75	0	34,07	34,00	34,00	8,287	4,063	2,820	21,00	60,04
RAN, esineet	75	0	56,65	54,00	54,00	11,040	3,997	2,058	38,72	87,00
Laskemisen sujuvuus (yhteenlasku)	71	4	19,37	19,00	19,00	5,562	-0,648	-0,357	5,00	30,00

Muuttujien alustavassa tarkastelussa havaittiin, että selittävistä muuttujista min­kään nopean sarjallisen nimeämisen osa-alueen alkuperäinen muuttuja ei vas­ tannut normaalijakaumaa vinouden eikä huipukkuuden osalta. Tutkimuskysy­ myksien 2 ja 3 tilastoanalyyseja varten arvot muunnettiin vastaamaan paremmin normaalijakaumaa käyttämällä logaritmuunnosta.

4 TULOKSET

4.1 Missä määrin hitailla laskijoilla hitautta on nopeassa sarjallisessa nimeämisessä?

Taulukoissa 2–4 on esitetty nopean sarjallisen nimeämisen testien standardipistemäärien jakaumat numeroiden, kirjainten ja esineiden osalta. Taulukoissa on esitetty myös viiteaineiston (Ahonen, Tuovinen & Leppäsaari, 1999) kertymäprosentit.

Taulukoiden perusteella voidaan nähdä, että suurempi osa hitaista laskijoista oli hitaita nimeäjiä kuin normiaineistossa. Eniten nimeämisen hitautta oli numeroiden osalta, 42,7 %.

Taulukko 2: Nopean sarjallisen nimeämisen standardipisteiden jakauma hitailla laskijoilla suhteessa viiteaineistoon, numerot

Poikkeama normiaineiston keskiarvosta	Kertymäprosentti			
	f	%	Hitaat laskijat	Viiteaineisto
< - 2 SD	11	14,7	14,7	2,5
< -1 SD	21	28,0	42,7	16,0
-1 SD - +1 SD	39	52,0	94,7	50,0
> +1 SD	4	5,3	100,0	84,0
Yht.	75	100,0		

Taulukko 3: Nopean sarjallisen nimeämisen standardipisteiden jakauma hitailla laskijoilla suhteessa viiteaineistoon, kirjaimet

Poikkeama normiaineiston keskiarvosta	Kertymäprosentti			
	f	%	Hitaat laskijat	Viiteaineisto
< - 2 SD	10	13,3	13,3	2,5
< -1 SD	17	22,7	36,0	16,0
-1 SD - +1 SD	42	56,0	92,0	50,0
> +1 SD	6	8,0	100,0	84,0
Yht.	75	100,0		

Taulukko 4: Nopean sarjallisen nimeämisen standardipisteiden jakauma hitailla laskijoilla suhteessa viiteaineistoon, esineet

Poikkeama normiaineiston keskiarvosta	Kertymäprosentti			
	f	%	Hitaat laskijat	Viiteaineisto
< - 2 SD	9	12,0	12,0	2,5
< -1 SD	11	14,7	26,7	16,0
-1 SD - +1 SD	51	68,0	94,7	50,0
> +1 SD	4	5,3	100,0	84,0
Yht.	75	100,0		

4.2 Missä määrin nopea sarjallinen nimeäminen on yhteydessä laskusujuvuuteen hitailla laskijoilla?

Taulukko 5: Pearsonin korrelaatiokertoimet nopean sarjallisen nimeämisen yhteydestä laskusujuvuuteen hitailla laskijoilla (n = 71)

		RAN, numerot	RAN, kirjaimet	RAN, esineet
Laskusujuvuus	Pearsonin korrelaatio	-,349	-,430	-,446
	p-arvo	,003	<,001	<,001

Kaikki Nopean sarjallisen nimeämisen testin osa-alueet korreloivat tilastollisesti merkitsevästi laskusujuvuuden kanssa. Negatiivinen korrelaatio tarkoittaa sitä, että mitä sujuvampi laskija oppilas on, sitä nopeammin hän nimeää numeroita, kirjaimia ja esineitä.

Taulukossa 6 on esitetty Pearsonin osittaiskorrelaatiot nopean sarjallisen nimeämisen osa-alueiden ja laskusujuvuuden kesken, kun oppilaan ikä on vakioitu. Ikävakioiduista tuloksista voidaan nähdä, että nopean sarjallisen nimeämisen eri osa-alueet korreloivat tilastollisesti merkitsevästi laskusujuvuuden kanssa. Nimeämisen nopeuden yhteys laskusujuvuuteen on siis olemassa lasten iästä riippumatta.

Taulukko 6: Nopean sarjallisen nimeämisen yhteys laskusujuvuuteen hitailla laskijoilla, kun ikä on vakioitu (n = 71)

		Lasku- sujuvuus	RAN, numerot	RAN, kirjaimet	RAN, esineet
Laskusujuvuus	Pearsonin korrelaatio	1	-,286	-,293	-,376
	p-arvo		,016	,014	,001

4.3 Onko nopean sarjallisen nimeämisen taito yhteydessä laskusujuvuuteen hitailla laskijoilla, kun ikä ja fonologinen tietoisuus on vakioitu?

Taulukoissa 7–9 on esitetty kolmen eri hierarkkisen lineaarisen regressiomallin tulokset. Malleissa tarkastellaan nopean sarjallisen nimeämisen eri osa-alueiden yhteyttä laskusujuvuuteen, kun sekä ikä että fonologinen tietoisuus on vakioitu. Beta-arvo ilmaisee muuttujien selitysvoinman tarkasteltavassa mallissa keskenään vertailukelpoisesti.

Ikä selitti 26% oppilaiden välisistä eroista laskusujuvuudessa. Fonologisen tietoisuuden lisääminen malliin ei lisännyt selitysosuutta tilastollisesti merkitsevästi. Numeroiden, kirjaimien ja esineiden osalta selitysosuudet nopean sarjallisen nimeämisen ja laskusujuvuuden välillä ovat tilastollisesti merkitseviä. Selityssaste kasvaa näiden RAN-muuttujien lisäämisen myötä 8 %, 6 % ja 10 % osuuksilla. Negatiivinen beta-arvo tulkitaan malleissa siten, että mitä sujuvampi laskija oppilas on, sitä nopeammin hän nimeää numeroita, kirjaimia ja esineitä. Kaikissa malleissa RAN-osa-alueiden beta-arvo oli negatiivinen.

Taulukko 7: Nopean sarjallisen nimeämisen yhteys laskusujuvuuteen hitailla las-
kijoilla, kun ikä ja fonologinen tietoisuus on vakioitu – RAN numerot.

Hierarkkia		β	R ²	ΔR^2	p-arvo
1	Ikä	,350	,257	,257	,003
2	Ikä + fonologinen tietoisuus	,215	,275	,018	,058
3	Ikä + fonologinen tietoisuus + RAN, numerot	-,293	,354	,079	,006

β -arvo on hierarkkisen mallin viimeiseltä askeleelta, missä kaikki mallin muuttujat ovat mukana.
R² = selitysaste, ΔR^2 = selitysasteen muutos

Taulukko 8: Nopean sarjallisen nimeämisen yhteys laskusujuvuuteen hitailla las-
kijoilla, ikä ja fonologinen tietoisuus on kontrolloitu – RAN kirjaimet.

Hierarkkia		β	R ²	ΔR^2	p-arvo
1	Ikä	,340	,257	,257	,005
2	Ikä + fonologinen tietoisuus	,141	,275	,018	,208
3	Ikä + fonologinen tietoisuus + RAN, kirjaimet	-,270	,337	,062	,015

β -arvo on hierarkkisen mallin viimeiseltä askeleelta, missä kaikki mallin muuttujat ovat mukana.
R² = selitysaste, ΔR^2 = selitysasteen muutos

Taulukko 9: Nopean sarjallisen nimeämisen yhteys laskusujuvuuteen hitailla las-
kijoilla, ikä ja fonologinen tietoisuus on kontrolloitu – RAN esineet.

Hierarkkia		β	R ²	ΔR^2	p-arvo
1	Ikä	,362	,257	,257	,002
2	Ikä + fonologinen tietoisuus	,133	,275	,018	,219
3	Ikä + fonologinen tietoisuus + RAN, esineet	-,330	,376	,101	,002

β -arvo on hierarkkisen mallin viimeiseltä askeleelta, missä kaikki mallin muuttujat ovat mukana.
R² = selitysaste, ΔR^2 = selitysasteen muutos

5 POHDINTA

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, millaiset ovat hitaiden laskijoiden nopean sarjallisen nimeämisen (RAN) taidot ja missä määrin nimeämisen taidot ovat yhteydessä laskusujuvuuteen. Kognitiivisista tekijöistä huomioitiin lisäksi erikseen fonologisen tietoisuuden yhteys laskusujuvuuteen.

5.1 Missä määrin hitailla laskijoilla hitautta on nopeassa sarjallisessa nimeämisessä?

Tutkimuksen tulosten perusteella hitailla laskijoilla on nimeämisessä hitautta kaikilla nopean sarjallisen nimeämisen osa-alueilla: numerot, kirjaimet ja esineet. Eniten nimeämisen hitautta oli numeroiden osalta.

Denckla ja Cutting (1999), Wolf ja Denckla (2005) sekä Närhi ym. (2005) ovat tutkimuksissaan todenneet, että nimeämisen taustalla vaikuttavat monet eri tekijät. Kielellisten taitojen yhteyttä matematiikkaan on taas selvitetty useissa eri tutkimuksissa (Hecht ym., 2001; Koponen ym., 2013; Landerl ym., 2009). Nimeämisnopeuttakin on pidetty yhtenä mahdollisena selittävänä tekijänä matematiikan oppimisvaikeuksiin (Geary, 2011; Koponen, 2012; Mazzocco & Grimm, 2013). Van der Sluis ym. (2004) on myös esittänyt, että nopean sarjallisen nimeämisen taidolla on yhteys aritmeettisiin vaikeuksiin. Tämän tutkimuksen tulos on yhteneväinen aikaisempien tutkimusten kanssa ja puoltaa näkemystä siitä, että yhdellä kielellisellä taidolla, nopealla sarjallisella nimeämisellä ja nimeämisnopeudella on vaikutusta matematiikan taitoihin.

Matematiikan taitoihin tärkeänä osana liittyvät numerot. Jos fonologinen prosessointi on heikkoa, niin sillä on todettu olevan vaikutus matemaattisten faktojen ja lukusanojen oppimiseen (Koposen ym., 2013). Lapset omaksuvat numeroiden nimet aluksi luettelemalla niitä loruina ja riimeinä. Nimeämisen taidoista hitaus näyttäytyi tässä tutkimuksessa eniten juuri numeroiden osalta. Koposen

ym. (2013) tutkimustulokset tukevat ajatusta, että lukusanojen oppimisen taustalla vaikuttaisivat heikot fonologisen prosessoinnin taidot, mitkä mahdollisesti tässäkin tutkimuksessa vaikuttaisivat numeroiden nimeämistaitoihin.

5.2 Missä määrin nopea sarjallinen nimeäminen on yhteydessä laskusujuvuuteen hitailla laskijoilla?

Osittaiskorrelaatiotarkastelussa nopea sarjallinen nimeäminen korreloi laskusujuvuuteen tilastollisesti merkitsevästi kaikilla nopean sarjallisen nimeämisen osa-alueilla. Iän vakioinnin jälkeenkin osa-alueet korreloivat merkitsevästi laskusujuvuuden kanssa. Mitä sujuvampi laskija oppilas oli, sitä nopeammin hän nimesi numeroita, kirjaimia ja esineitä.

Tämän tutkimuksen tulokset puoltavat näkemystä siitä, että nopean sarjallisen nimeämisen taidolla on yhteys laskusujuvuuteen. Näin ollen aikaisempien tutkimusten havainnot nimeämisen taidon yhteydestä laskusujuvuuteen saavat tukea. Koponen ym., (2006, 2007) tutkimukset tukevat tätä näkemystä. Chongin ja Siegelin (2008) nimeämisen ja laskusujuvuuteen liittyvän tutkimuksen tulokset ovat myös samansuuntaisia.

Tämän tutkimuksen tulokset tukevat myös ajatusta, että nopean sarjallisen nimeämisen taito on merkittävä selittävä tekijä laskusujuvuuden taustalla (Geary ym., 2004; Swanson & Kim, 2007). Tämän ja jo aikaisempien tutkimusten perusteella nopean sarjallisen nimeämisen voidaan ajatella olevan myös itsenäinen, matematiikan laskusujuvuuteen vaikuttava tekijä. (Koponen ym., 2013; Koponen ym., 2016).

5.3 Onko nopean sarjallisen nimeämisen taito yhteydessä laskusujuvuuteen hitailla laskijoilla, kun ikä ja fonologinen tietoisuus on vakioitu?

Hitaiden laskijoiden nimeämisen taitojen yhteyttä laskusujuvuuteen tarkasteltiin fonologisen tietoisuuden ja iän vakioinnin jälkeen regressioanalyysin avulla. Ikä selitti kaikista selittäjistä vahvimmin oppilaiden välisiä eroja laskusujuvuudessa. Numeroiden, kirjaimien ja esineiden osalta selitysosuudet nopean sarjallisen nimeämisen ja laskusujuvuuden välillä olivat tilastollisesti merkitseviä. Fonologisen tietoisuuden selitysvaikutus oli kaikissa malleissa pienin eikä se ollut tilastollisesti merkitsevä. Mitä sujuvampi laskija oppilas oli, sitä nopeammin hän nimesi numeroita, kirjaimia ja esineitä.

Fonologinen tietoisuus on osa fonologista prosessointia nopean nimeämisen ja työmuistin lisäksi (Wagner ym., 1997). Simmons ja Singletonin (2008) tutkimuksessa fonologinen tietoisuus ennakoiti 5-vuotiaiden lasten matematiikan taitoja. Koposen ym. (2007) tutkimus osoitti, että fonologisen tietoisuuden ja neljännen luokan laskutaidon välillä on yhteys. Koposen ym. (2013) mukaan nopean sarjallisen nimeämisen ja laskusujuvuuden yhteyttä on selitetty fonologisen prosessoinnin avulla.

Tämän tutkimuksen tulosten perusteella nopealla sarjallisella nimeämisellä on yhteys laskusujuvuuteen iän vakioinnin jälkeenkin. Fonologisen tietoisuuden vakioinnin jälkeen ilmeni yhteys nopean sarjallisen nimeämisen ja laskusujuvuuden välillä, vaikkakin selitysprosentti jäi matalaksi. Tutkimuksen tulokset voisivat tukea käsitystä siitä, että matemaattisissa taidoissa on paljon yksilöllistä vaihtelua (Rusanen & Räsänen, 2012) ja taustalla olevia tekijöitä. Laskusujuvuuden taustalla vaikuttavia tekijöitä on muitakin kuin nopean nimeämisen taito ja fonologinen tietoisuus. Lisätutkimusta tarvitaan, jotta ymmärrys laskusujuvuuden taustalla olevista tekijöistä lisääntyisi. Toisaalta on mahdollista, että suuremmissa tutkimusaineistossa fonologisen tietoisuuden selitysvaikutus olisi voinut olla merkitsevämpi. Laskusujuvuudeltaan hitaiden oppilaiden nimeämisen taitojen yksilöllinen huomioiminen koulunkäynnissä on kuitenkin tärkeää.

5.4 Tutkimuksen vahvuudet ja heikkoudet

Tämän tutkimuksen huomion kohteena olivat erityisesti hitaat laskijat. Näkökulma on melko uusi suomalaisessa tutkimuksessa. Tutkimusta aiheesta on tehty melko niukasti. Kognitiivisten tekijöiden huomioiminen, tässä tutkimuksessa nopean sarjallisen nimeämisen huomioiminen, sopii hyvin siihen näkemykseen, miten matemaattiset taidot sisältävät hyvin monia eri osataitoja ja niihin vaikuttavia tekijöitä (Geary ym., 2004; Swanson & Kim, 2007; Koponen ym., 2013; Locuniak & Jordan, 2008; Aunola ym., 2004; Fuchs ym., 2010; Rusanen & Räsänen, 2012).

Tutkimuksen heikkoutena on pieni tutkimusjoukko ($N = 75$). Tutkimusjoukon pienuuden lisäksi heikkoutena on tutkimusjoukon edustavuus. Tutkimuksen osallistajat olivat Keski- ja Itä-Suomesta, joten tutkimusjoukko ei edusta koko Suomea. Lisäksi tutkimusjoukoksi valikoitui vain ne koulut, luokat ja oppilaat, jotka ilmoittautuivat vapaaehtoisiksi.

Tutkimuksen heikkoutena on myös nimeämisen ja laskusujuvuuden kokonaisvaltaisemman tarkastelun puuttuminen. Tutkimukseen valikoituneet olivat vain osasta Suomea. Laajempi tarkastelu käsittäen koko Suomea sekä nopean nimeämisen taitojen tarkastelujakson pidentäminen koskien jo varhaiskasvatuksesta lapsista aina alakouluikään saakka lisäisi tietämystä tutkittavasta aiheesta. Myös eri kognitiivisten taustatekijöiden laajempi tarkastelu antaisi mahdollisesti paremman ymmärryksen laskusujuvuuteen ja nimeämiseen vaikuttavista tekijöistä.

5.5 Pedagogiset sovellukset

Tässä tutkimuksessa tutkittiin yhden kielellisen taidon, nopean sarjallisen nimeämisen yhteyttä laskusujuvuuteen. Koposen ym. (2013) mukaan nopea sarjallinen nimeäminen voidaan nähdä myös itsenäisenä laskutaidon ennustajana. Hänen tutkimusryhmässään ja tässäkin tutkimuksessa havaittiin fonologisen tietoisuu-

den kontrolloinnin jälkeenkin yhteys nopean sarjallisen nimeämisen ja laskusujuvuuden välillä. Aikaisempien tutkimustulosten ja tämän tutkimuksen tulosten perusteella voidaan ajatella, että huomioimalla nopeaa sarjallista nimeämistä, voidaan ennustaa myöhempää laskutaidon sujuvuutta. Kiinnittämällä huomio laskusujuvuuden taustalla olevaan nopeaan sarjalliseen nimeämiseen ja muihin kognitiivisiin tekijöihin voidaan tuentarpeessa olevia huomioida kokonaisvaltaisemmin ja tarkemmin. Opetukseen, tuentarpeen tunnistamiseen ja tuen antamiseen tällä on tärkeä merkitys. Jo esi- ja alkuopetuksessa olisi tuentarpeiden tunnistamista tehostettava huomioiden nopean sarjallisen nimeämisen ja muiden kielellisten taitojen yhteys laskusujuvuuteen.

Kouluissa erityisopettajien työssä nimeämisen ja laskusujuvuuden pulmien taustalla olevia tekijöitä tulisi tiedostaa paremmin ja huomioida tuen antamisessa. Tämä haastaa opettajia tutustumaan oppilaisiin ja oppimisen pulmiin yksilöllisesti. Yksilöllinen huomioiminen ja tuentarpeen tarkka tunnistaminen kohdentaa myös tuen antamisen oikein. Lähtökohtana voisi olla pyrkimys kompensoida oppilaan heikkouksia vahvuuksien avulla unohtamatta kuitenkaan harjoittelun merkitystä. Varhaisen puuttumisen, yksilöllisen oppimispolun rakentamisen ja tuen antamisen näkökulmasta tämä on tärkeää.

5.6 Jatkotutkimushaasteita

Tutkimuksessa ei eritelty tarkemmin hitaiden laskijoiden sukupuolta. Jatkossa olisikin mielenkiintoista tutkia hitaiden laskijoiden laskusujuvuutta sukupuolittain. Onko eroa tyttöjen ja poikien välillä nimeämisen taidoissa ja sen yhteydessä laskusujuvuuteen. Samoin hitaiden laskijoiden tutkimusjoukon kasvattaminen koskemaan eri puolella Suomea olevia oppilaita olisi tärkeää, vaikkakin mm. Pisa-tulosten perusteella (<http://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus.pdf>) opetuksen laadun on todettu olevan melko tasapuolista ympäri Suomen. Tämäkin olisi hyvä huomioida jatkotutkimuksissa, onko todellakin näin.

Jatkotutkimuksissa olisi mielenkiintoista tarkastella tutkimusaihetta kokonaisvaltaisemmin. Kognitiivisten tekijöiden laajempi mukaanottaminen antaisi kokonaisvaltaisemman kuvan laskusujuvuuteen vaikuttavista tekijöistä niin heikoilla kuin muillakin laskijoilla. Myös geneettisten tekijöiden huomioiminen kielellisiä taitoja tarkasteltaessa ja niiden yhteyttä laskusujuvuuteen tulisi tutkia tarkemmin.

Jatkotutkimuksissa voisi selvittää myös, miten nopean sarjallisen nimeämisen taidot kehittyvät heikkojen oppilaiden kohdalla interventoiden avulla. Huomio tulisi kiinnittää jo varhaiskasvatukseen ja siellä annettuun tukeen. Tutkimuksessa voisi selvittää myös kielellisten taitojen varhaista tukemista ja sen vaikutusta myöhempään laskusujuvuuteen. Iän myötäähän nimeäminenkin tulee täsmällisemmäksi ja automatisoituneemmaksi (Ahonen, Tuovinen & Leppäsaari, 1999.)

Kielellisten taitojen yhteyttä lukemiseen ja laskemiseen on selvitetty eri tutkimuksissa. Monikulttuurisemmassa Suomessa olisi kuitenkin tärkeää ja mielenkiintoistakin tutkia myös sitä, miten maahanmuuttajaoppilaiden laskutaitoon vaikuttavat tekijät kehittyvät ja miten annettu tuki kohdentuu heidän kohdalla. Huomion kohteena voisivat olla sekä kognitiiviset että emotionaaliset tekijät.

LÄHTEET

- Ahonen, T., Lamminmäki, T., Närhi, V. & Räsänen, P. (2008). Koulun aloittaminen ja varhaiset oppimisvaikeudet. Teoksessa P. Lyytinen, M. Korhonen ja H. Lyytinen (toim.) *Näkökulmia kehityspsykologiaan*. Kehitys kontekstissaan. Helsinki. WSOY, 158–187.
- Ahonen, T., Tuovinen, S. & Leppäsaari, T. (1999). Nopean sarjallisen nimeämisen testi. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.
- 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*. 2. uudistettu painos. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti, (ss. 198-221).
- Aunio, P. & Räsänen, M. (2016). Core numerical skills for learning mathematics in children aged five to eight years – a working model for educators. *European Early Childhood Education Research Journal*. Volume 24 (5), 684-704.
- Berg, S., Poutanen, M., Kangas, T., Peltomaa, K., Korkman, M., Lahti-Nuutila, P. & Hokkanen, L. (2014). Eri nimeämistaitojen yhteys myöhempiin lukitaitoihin. *Psykologia*, 49 (01), 2014.
- Berninger, V.W., Abbott, R.D., Thomson, J.B. & Raskind, W.H. (2001). Language phenotype for reading and writing disability: A family approach. *Scientific Studies of Reading*, 5(1), 59–106.
- Bowers, P.G., Sunseth, K. & Golden, J. (1999). The route between rapid naming and reading progress. *Scientific Studies of Reading*, 3 (1), 31-53.
- Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46 (1), 3–18.

- Chong, S.L. & Siegel, L.S. (2008). Stability of computational deficits in math learning disability from second through fifth grades. *Developmental Neuropsychology* 33(3), 300-317. doi:10.1080/876540801982387
- De Jong, P.F. & Van der Leij, A. (2003). Developmental changes in the manifestation of a phonological deficit in dyslexic children learning to read a regular orthography. *Journal of Educational Psychology*, 95 (1), 22-40.
- Denckla, M.B. & Cutting, L.E. (1999). History and significance of rapid automatized naming. *Ann. of Dyslexia* 49: 29. <https://doi.org/10.1007/s11881-999-0018-9> (1999).
- Fazio, 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.
- Fuchs, L. S., Powell, S. R., Seethaler P. M., Fuchs, D., Hamlett C. L., Cirino, P. T. & Fletcher J. M. (2010.) A Framework for Remediating Number Combination Deficits. *Except Child* 76 (2), 135-165.
- Geary, D. C. (2000). From infancy to adulthood: the development of numerical abilities. *European Child & Adolescent Psychiatry* 9, 11-16.
- Geary, D.C. (2011). Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: A 5-year longitudinal study. *Developmental Psychology* 47 (6), 1539-1552. doi:10.1037/a0025510
- Geary, D. C. (2013). Early foundations for mathematics learning and their relations to learning disabilities. *Current Directions in Psychological Science*, 22(1), 23-27.
- Geary, D., Hoard, M., Byrd-Craven, J., DeSoto, M. (2004). Strategy choices in simple and complex addition: Contributions of working memory and counting knowledge for children with mathematical disability. *Journal of Experimental Child Psychology* 88, 121-151.

- Georgiou, G.K., Tziraki, N., Manolitis, G. & Fella, A. (2013). Is rapid automatized naming related to reading and mathematics for the same reason(s)? A follow-up study from kindergarten to grade 1. *Journal of Experimental Child Psychology* 115, 481-496. doi:10.1016/j.jecp.2013.01.004
- Hecht, S.A., Torgesen, J.K., Wagner, R.K. & Rashotte, C.A. (2001). The Relations between phonological processing abilities and emerging individual differences in mathematical computation skills: A Lognitudinal study from second to fifth grades. *Journal of Experimental Child Psychology* 79, 192-227. doi:10.1006/jecp.2000.2586
- Heikkilä, R. (2015). *Rapid automatized naming and reading fluency in children with learning difficulties*. Jyväskylä studies in education, psychology and social research, 523. Jyväskylä: University of Jyväskylä.
- Heikkilä, R., Närhi, V., Aro, M. & Ahonen, T. (2009). Rapid automatized naming and learning disabilities: Does RAN have a specific connection to reading or not? *Child Neuropsychol.* 2009 Jul;15(4):343-58. doi: 10.1080/09297040802537653
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (toim.). (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. Washington, D.C. National Academy Press.
- Kirby, J. R., Georgiou, G. K., Martinussen, R., Parrila, R., Bowers, P. & Landerl, K. (2010). Naming speed and reading: From prediction to instruction. *Reading Research Quarterly*, 45, 341-362.
- Koponen, T. (2008). *Calculation and language. Diagnostic and intervention studies*. Jyväskylä studies in education, psychology and social research, 340. Väitöskirja.
- Koponen, T. (2012). Peruslaskutaito matematiikan kivijalkana. *NMI bulletin*, 22(2), 59-62.

- Koponen, T., Aunola, K., Ahonen, T. & Nurmi, J.E. (2007). Cognitive predictors of single-digit and procedural calculation skills and their covariation with reading skill. *Journal of Experimental Child Psychology*, 97(3), 220-41.
- Koponen, T. & Mononen, R. (2010). Yhteen-, vähennys- ja kertolaskutehtävät. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti. Julkaisematon testimateriaali.
- 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 Research*, 49, 58-73.
- Koponen, T., Salmi, P., Eklund, K. & Aro, T. (2013). Counting and RAN: Predictors of arithmetic calculation and reading fluency. *Journal of educational psychology*, 105(1), 162-175.
- Koponen T., Salmi, P., Torppa, M., Eklund, K., Aro, T., Aro, M., Poikkeus, A-M., Lerkkanen, M-K., Nurmi, J-E. (2016). Counting and rapid naming predict the fluency of arithmetic and reading skills. *Contemporary Educational Psychology* (2016), <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.cedpsych.2016.02.004>.
- Korkman, M., Kirk, U. & Kemp, S. (1997). NEPSY – Lasten neuropsykologinen tutkimus. Helsinki: Psykologien Kustannus Oy.
- Landerl, K., Bevan, A. & Butterworth, B. (2004). Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: a study of 8-9-year-old students. *Cognition*, 93, 99-125.
- Landerl, K., Fussenegger, B., Moll, K. & Willburger, E. (2009). Dyslexia and dyscalculia: Two learning disorders with different cognitive profiles. *Journal of Experimental Child Psychology*, (103), 309-324.
doi:10.1016/j.jecp.2009.03.006

- Locuniak, M. N. & Jordan, N.C. (2008). Using Kindergarten Number Sense to Predict Calculation Fluency in Second Grade. *Journal of Learning Disabilities*, 41(5), 451–459.
- Mazzocco, M.M.M. & Grimm, K.J. (2013). Growth in rapid automatized naming from grades K to 8 in children with math or reading disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 46(6), 517–533. doi:10.1177/0022219413477475
- Norton, E. & Wolf, M. (2012). Rapid Automatized Naming (RAN) and Reading Fluency: Implications for Understanding and Treatment of Reading Disabilities. *Psychology*, 63: 427- 452. Haettu 3.10.2016 osoitteesta <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-psych-120710-100431>
- 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.
- Price, G. R. & Ansari, D. (2013). Dyscalculia: Characteristics, causes, and treatments. *Numeracy*, 6(1), Article 2.
- Puolakanaho, A., Ahonen, T., Aro, M., Eklund, K., Leppänen, P.H.T., Poikkeus, A.-M. ym. (2007). Very early phonological and language skills: estimating individual risk of reading disability. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48, 923–931.
- Rusanen, E., & Räsänen, P. (2012). Matematiikassa heikosti suoriutuvien lasten laskustrategioiden kehitys. *NMI bulletin*, 22, 28–41.
- Räsänen, P. & Koponen, T. (2010). Matemaattisten oppimisvaikeuksien neuropsykologisesta tutkimuksesta. *NMI-bulletin* 20 (3), 39-53.
- Simmons, F. R. & Singleton, C. (2008). Do weak phonological representations impact on arithmetic development? A review of research into arithmetic and dyslexia. *Dyslexia* 14 (2), 77–94.

- Smith-Chant, B. (2010). Fostering early numeracy in the home, preschool, and kindergarten: A commentary on Blevins-Knabe and Baroody. *Encyclopedia of language and literacy development*. ss. 1-5. London, ON. Western University.
- Spring, C. & Davis, J. (1988). Relations of digit naming speed with three components of reading. *Applied Psycholinguistics*, 9, 315- 334.
- Sprugevica, I. & Høien, T. (2004). Relations between enabling skills and reading comprehension: A follow-up study of Latvian students from first to second grade. *Scandinavian Journal of Psychology*, 45, 115-122.
- Swanson, L. & Kim, K. (2007). Working memory, short-term memory, and naming speed as predictors of children's mathematical performance. *Intelligence* 35, 151-168.
- Temple, C. & Sherwood, S. (2002). Representation and retrieval of arithmetical facts: Developmental difficulties. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55 A (3), 733-752.
- Torppa, M., Tolvanen, A., Poikkeus, A.-M., Eklund, K., Lerkkanen, M.-K., Leskinen, E. & Lyytinen, H. (2007). Reading development subtypes and their early characteristics. *Annals of Dyslexia*, 57, 3-32.
- Van der Sluis, S., de Jong, F., & van der Leij, A. (2004). Inhibition and shifting in children with learning deficits in arithmetic and reading. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87, 239-266.
- Väisänen, E. & Aunio, P. (2016). Laskemisen sujuvuus toiselta neljännelle luokalle sekä yhteys lukemisen sujuvuuden ja nimeämisenopeuden kanssa. *Psykologia*, 51(4) 2016, 244-261.

- Waber, D.P., Wolff, P.H., Forbes, P.W. & Weiler, M.D. (2000). Rapid automatized naming in children referred for evaluation of heterogeneous learning problems: How specific are naming speed deficits to reading disability? *Child Neuropsychology*, 6, 251-261.
- Wagner, R. K., Torgesen, J.K., Rashotte, C. A. Hecht, S. A., Barker, T. A., Burgess, S. R., Donahue, J. & Garon, T. (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(3), 468-479.
- Willburger, E., Fussenegger, B., Moll, K., Wood, G. & Landerl, K. (2008). Naming speed in dyslexia and dyscalculia. *Learning and Individual Differences* (18), 224-236.
- Wolf, M., & Denckla, M. B. (2005). The Rapid Automatized Naming and Rapid Alternating Stimulus Tests. *Examiner's Manual*. Austin: Pro-Ed.
- Zhang, X., Koponen, T. Räsänen, P., Aunola, K., Lerkkanen, M-K. & Nurmi, J-E. (2014). Linguistic and Spatial Skills Predict Early Arithmetic Development via Counting Sequence Knowledge. *Child development*, 85(3), 1091-1107.