

**Nopean nimeämisen tehtävätyyppien yhteydet peruslas-
kutaidon sujuvuuteen 3.-6.-luokkalaisilla lapsilla**

Sara Huotari ja Laura Mikkonen

Erityispedagogiikan pro gradu -tutkielma

Artikkelimuotoinen

Kevätlukukausi 2022

Kasvatustieteiden laitos

Jyväskylän yliopisto

TIIVISTELMÄ

Huotari, Sara & Mikkonen, Laura. 2022. Nopean nimeämisen tehtävätyyppien yhteydet peruslaskutaidon sujuvuuteen 3.-6.-luokkalaisilla lapsilla. Erityispedagogiikan pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden laitos. 35 sivua.

Tutkimuksessa selvitettiin, miten 3.-6.-luokkalaisten lasten nimeämistehtävien (esineet, värit, numerot, kirjaimet, lukumäärät) suoritusajat ovat yhteydessä peruslaskutaidon sujuvuuteen. Tutkimusaineisto on kerätty osana Lukemisen, oikeinkirjoittamisen ja nimeämisen arviointi (LUKINO) -hanketta. Tutkittavien (N = 464) yksilötestaus toteutettiin suomalaisissa alakouluissa keväällä 2021.

Muuttujien välisiä yhteyksiä tarkasteltiin Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokertoimella ja hierarkkisella regressioanalyysillä. Monimuuttujaisella varianssianalyysillä tarkasteltiin peruslaskusujuvuuden perusteella jaoteltujen ryhmien eroavaisuuksia nimeämistehtävien suoritusajoissa. Logistisella regressioanalyysillä selvitettiin eri nimeämistehtävien soveltuvuutta peruslaskusujuvuudeltaan heikkojen laskijoiden erotteluun keskitasoisista ja hyvistä laskijoista.

Tulokset osoittivat, että perinteisten nimeämistehtävien ja lukumäärien nimeämisen suoritusajat olivat kohtalaisesti yhteydessä peruslaskusujuvuuteen. Lukumäärien nimeämistehtävässä suoriutuminen oli voimakkaimmin yhteydessä peruslaskutaidon sujuvuuteen. Peruslaskusujuvuudeltaan heikot lapset erosivat nopean nimeämisen suoritusajoissa muista tutkittavista. Kuitenkaan nimeämistehtävissä suoriutuminen ei soveltunut laskusujuvuudeltaan heikkojen tutkittavien tunnistamiseen.

Lukumäärien nimeämisen vahvaa yhteyttä peruslaskusujuvuudelle olisi tärkeää tutkia lisää. Tutkimuksessa havaittujen voimakkaiden yhteyksien takia lukumäärien nimeämisen tehtävän sisällyttäminen nopean nimeämisen arviointiin on perusteltua.

Asiasanat: nopea nimeäminen, lukumäärien nimeäminen, laskusujuvuus, matematiikka, alakoulu

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ.....	
SISÄLTÖ	
1 JOHDANTO.....	1
1.1 Peruslaskutaitojen sujuvuus.....	2
1.2 Lukumäärien sujuva tunnistaminen.....	4
1.3 Nopea nimeäminen taitona	6
1.4 Nopean nimeämisen osatehtävät	8
1.5 Nopean nimeämisen yhteys matematiikan perustaitoihin.....	10
1.6 Tutkimuskysymykset	13
2 TUTKIMUSMENETELMÄT.....	15
2.1 Tutkimuskonteksti ja tutkittavat	15
2.2 Käytetyt mittarit	16
2.3 Aineiston analyysi	18
3 TULOKSET.....	21
3.1 Nopean nimeämisen yhteydet peruslaskutaidon sujuvuuteen	21
3.2 Peruslaskusujuvuusryhmien erot nopean nimeämisen tehtävissä	25
3.3 Nopea nimeäminen eritasoisten laskijoiden tunnistajana	26
4 POHDINTA.....	28
4.1 Tulosten tarkastelua	28
4.2 Tutkimuksen luotettavuus ja jatkotutkimusehdotukset	33
LÄHTEET	36

1 JOHDANTO

Peruslaskutaito on matematiikan osa-alueista keskeisessä roolissa jokaisen arkielämässä. Gearyn (2000) mukaan peruslaskutaidon merkitys näyttäytyy kykynä muistaa ja prosessoida yksinkertaisia aritmeettisiä faktoja. Eroja matemaattisessa osaamisessa on havaittu lapsilla jo varhaisessa vaiheessa ja nämä erot ovat olleet tyypillisesti suhteellisen pysyviä (Locuniak & Jordan, 2008). Lisäksi on havaittu, että eri ryhmien väliset erot matemaattisessa osaamisessa kasvavat kahden ensimmäisen kouluvuoden aikana (Aunola ym., 2004). Alkuopetuksessa kasvavien erojen vuoksi olisi merkityksestä tarkastella peruslaskutaidon sujuvuuteen yhteydessä olevia tekijöitä alkuopetusikäisillä ja vanhemmilla lapsilla.

Nopean sarjallisen nimeämisen on osoitettu olevan yksi peruslaskutaidon sujuvuutta selittävä tekijä (Cui ym., 2020; Georgiou ym., 2020; Koponen ym., 2016). Peruslaskutaidon sujuvuuden ja nopean nimeämisen taidon pohjana ovat samankaltaiset kognitiiviset prosessit (Koponen ym., 2017). Nopean nimeämisen on myös havaittu ennustavan lapsen riskiä myöhemmille oppimisvaikeuksille (Georgiou ym., 2011).

Nopean nimeämisen yhteyksiä peruslaskutaidon sujuvuuteen on aikaisemmissa tutkimuksissa tarkasteltu pääosin nopean nimeämisen summamuuttujien kautta. Lisäksi tarkasteluja on tyypillisesti toteutettu esi- ja alkuopetusikäisillä lapsilla. Tämän takia 3.-luokkalaisten ja sitä vanhempien lasten nimeämissujuvuuden tarkastelu voi tarjota uutta tietoa nopean nimeämisen ja peruslaskusujuvuuden välisen yhteyden nimeämistehtäväspesifiydestä. Tutkimuksessa selvitetään erilaisten nimeämistehtävien yhteyttä matematiikan peruslaskutaidon sujuvuuteen 3–6.-luokkalaisilla lapsilla. Lisäksi tutkimuksessa tarkastellaan lukumäärien tehtävätyypin yhteyttä peruslaskusujuvuuteen. Kyseistä tehtävätyypistä ei perinteisesti ole sisällytetty nopean nimeämisen tehtäviin.

1.1 Peruslaskutaitojen sujuvuus

Peruslaskutaidoilla viittaamme osaamiseen, jota tarvitaan peruslaskutoimituksista, kuten yhteen- ja vähennyslaskuista suoriutumiseen. Vahvat matematiikan perustaidot ovat merkittäviä edistyneempien matemaattisten taitojen kehityksen kannalta. Peruslaskutaitojen sujuvuuden keskeisenä ennustajana toimivat aiempien peruslaskutaitojen sujuvuus (Xu & LeFevre, 2021). Ensimmäisten luokkien peruslaskutaitojen osaaminen ennustaa vahvasti myöhempää laskusujuvuuden kehitystä (Locuniak & Jordan, 2008).

Matemaattisten taitojen kehitystä voidaan jaotella eri tavoin. Aunio ja Räsänen (2016) ovat jaotelleet matematiikan taitojen kehitystä neljään eri ydinosa-alueeseen, jotka ovat: 1) lukumääräisyyden taju; 2) matemaattisten suhteiden hallinta; 3) lukujonotaidot; ja 4) peruslaskutaidot. Näitä alueita pidetään tärkeimpinä pohjataitoina matemaattisten taitojen kehitykselle (Aunio & Räsänen, 2016). Taidon kehitystä voidaan kuvata kasautuvana ja porrastuvana. Matematiikan kehityksen varhaisessa vaiheessa taidot vahvistuvat kumulatiivisesti, jolloin vahvat pohjataidot tukevat myöhempää osaamista (Aunola ym., 2004). Matematiikan osaaminen voidaan nähdä osittain hierarkkisena taitona, jolloin varhaisessa vaiheessa kehittyvät lukumääräisyyden taju, matemaattisten suhteiden hallinta, lukujonotaidot ja myöhemmin aritmeettiset perustaidot (Aunio & Räsänen, 2016). Nämä vaiheet ovat osittain päällekkäisiä ja taidot nivoutuvat kehitysvaiheessa toisiinsa (Aunio & Räsänen, 2016).

Yhteen- ja vähennyslaskutaidot kehittyvät vastavuoroisesti, jolloin taidot toisessa ennustavat osaamista toisessa (Xu & LeFevre, 2021). Lisäksi vähennyslaskutaitojen oppiminen tukee kertolaskujen omaksumista (Xu & LeFevre, 2021). Peruslaskutaidot kehittyvät pienempiä lukuja sisältävistä laskuista suurempia lukuja sisältäviin (Ulf ym., 2018). Lisäksi vahvat peruslaskutaidot ovat yhteydessä monilukuisilla laskuilla laskemiseen sekä sanallisten tehtävien osaamiseen (Fuchs ym., 2006). Kokonaisuudessaan peruslaskutaitojen kehitys on yhteydessä myöhemmin opittavaan soveltavan matematiikan osaamiseen (Geary, 2011; Xu & LeFevre, 2021).

Laskutaidon kehityksen alkuvaiheessa turvaudutaan laskustrategioihin, joissa hyödynnetään luettelemalla tapahtuvaa laskemista (Carr & Alexeev, 2011; Aunola & Räsänen, 2016). Alkuvaiheen jälkeen laskemiseen käytetyt strategiat kehittyvät, jolloin siirrytään enenevässä määrin mielessä tapahtuvaan laskemiseen ja vastausten muistista hakemiseen (Barrouillet ym., 2008; Carr & Alexeev, 2011). Tätä prosessia tukevat lukumääräisyyden taju sekä matemaattisten suhteiden hallinta (Aunio & Räsänen, 2016). Yhdeksään ikävuoteen mennessä suurin osa lapsista on siirtynyt käyttämään osittain tai kokonaan muistiinperustuvia strategioita (Barrouillet ym., 2008).

Muistiinperustuvien strategioiden sujuvoituminen voidaan nähdä merkittävänä osana laskutaidon kehitystä. Peruslaskutaidon automatisoitumisen taustalle on ehdotettu kykyä oppia ja hakea nopeasti muistista erilaisia visuaalisia symboleita sekä fonologisia muotoja (Koponen ym., 2013; Koponen ym., 2016). Matemaattisen taidon kehityksen näkökulmasta keskeistä on se, että aritmeettisten faktojen prosessointi sujuvoituu ja täten vapauttaa prosesseja monimutkaisempien strategioiden hyödyntämiselle (Koponen ym., 2020; Meyer ym., 2010). Lisäksi peruslaskutaidon sujuvuus selittää matemaattisten osaamisen kehitystä (Siegler ym., 2012). Heikoilla laskijoilla on havaittavissa vaikeuksia omaksua matemaattista faktatietoa tai palauttaa tätä muistista (Geary ym., 2012; Vanbinst ym., 2015). Mieleenpalauttamisen on tunnistettu olevan epätarkinta lapsilla, joilla on haasteita sekä lukemisessa että matematiikassa (Hanich ym., 2001). Lisäksi faktojen palauttamiseen liittyvät haasteet ovat tyypillisesti sitkeitä eri luokka-asteilla mitattuina (Chong & Siegel, 2008; Vanbinst ym., 2015).

Peruslaskutaitojen sujuvuutta arvioidaan tyypillisesti aikarajoitetuilla testeillä, joissa huomioidaan aikarajan sisällä lasketut oikeat vastaukset (ks. esim. Koponen ym., 2007; Koponen ym., 2016). Sujuvuuden mittaamisessa voidaan käyttää myös aikaa, joka lapsella kuluu ratkaista yksittäinen yhteen- tai vähennyslasku (ks. esim. Carr & Alexeev, 2011). Lisäksi sujuvuutta voidaan arvioida tehtävillä, joissa lasketaan paperille yhteen- ja vähennyslaskutehtäviä, jotka vaikeutuvat testin aikana (ks. esim. Koponen ym., 2016).

Joynerin ja kollegojen (2020) meta-analyysin mukaan lapsilla, joilla on haasteita matematiikassa, on yli kaksinkertainen riski lukemisen haasteisiin verrattuna lapsiin, joilla ei ole haasteita matematiikassa. Koposen ja kollegojen (2018) tutkimuksen mukaan puolella lapsista, joilla oli heikot taidot matematiikassa tai lukemisessa, esiintyi heikkoutta myös toisessa taidossa. Lukemisen ja matematiikan haasteiden on ehdotettu olevan toisistaan erillisiä, mutta kytkeytyvän osin jaettuihin ominaisuuksiin (Willcutt ym., 2013). Faktojen sujuvan prosessoinnin on ehdotettu selittävän erityisesti syviä matemaattisia haasteita ja puolestaan fonologisen prosessoinnin samanaikaisia lukemisen ja matemaattisia haasteita (Vukovic & Siegel, 2010). Matematiikan ja lukemisen haasteiden jaettujen ominaisuuksien vuoksi lukusujuvuuden haasteita on mielekästä tarkastella matemaattisten haasteiden yhteydessä.

Matemaattisten vaikeuksien taustalla on ehdotettu olevan erilaisia kielellisiä haasteita. Kielelliset haasteet voivat vaikeuttaa sujuvan peruslaskutaidon saavuttamista (Koponen, 2008). Nopean nimeämisen haasteiden on osoitettu matematiikan haasteiden taustalla oleviksi kielelliseksi tekijöiksi (Zhang ym., 2020). Korpipää kollegoineen (2019) havaitsivat tutkimuksessaan yhteyden kielellisen osaamisen sekä laskutaitojen välillä. Heidän mukaansa heikot laskutaidot esiintyivät tyypillisesti samanaikaisesti heikkojen kielellisten taitojen kanssa. Nopean nimeämisen on todettu ennustavan myöhempää lukemisen ja laskemisen sujuvuutta (Georgiou ym., 2020). Lisäksi nimeämisen haasteiden on havaittu olevan yhteydessä heikompiin peruslaskutaitoihin (Kleemans ym., 2012).

1.2 Lukumäärien sujuva tunnistaminen

Erääksi matematiikan varhaiseksi taidoksi voidaan nimetä lukumäärien tunnistaminen eli subitisaatio. Subitisaatiolla viitataan kykyyn tunnistaa pieniä lukumääriä nopeasti ja tarkasti ilman laskemista (Kaufman ym., 1949). Subitisaatiota ehdotetaan lukumääräisyyden tajun alataidoksi (Aunio & Räsänen, 2016; Geary, 2000). Aiemmin kuvatussa Aunion ja Räsänen (2016) matematiikan taitojen kehityksen mallissa lukumääräisyyden taju on määritelty yhdeksi ydinosa-alueeksi.

Tarkkaavuus määritellään lukumäärien tunnistamisen keskeiseksi taustataidoksi (Egeth ym., 2008; Katzin ym., 2019; Railo ym., 2008). Subitisaation taustataidoksi on myös ehdotettu kuvioiden (*pattern*) tunnistamista (Jansen ym., 2014). Tyypillisesti neljä ärsykettä arvioidaan suurimmaksi mahdolliseksi määräksi, joka pystytään tunnistamaan tarkasti ja nopeasti ilman laskemista (Katzin ym., 2019). Nopeus tunnistaa lukumääriä tarkasti kasvaa tyypillisesti iän myötä (Schleifer & Landerl, 2011). Lisäksi asettamalla ärsykkeet säännönmukaiseen järjestykseen (esim. nopat) voidaan kasvattaa lukualuetta, jolla nopea ja tarkka tunnistaminen on mahdollista (Ashkenazi ym., 2013).

Lukumäärien tunnistamisen on ehdotettu olevan tärkeässä roolissa lapsen ensimmäisten numerosanojen merkityksen ymmärtämisessä (Benoit ym., 2004; Von Aster & Shalev, 2007). Tässä kehityksessä lapsi oppii yhdistämään näkemänsä lukumäärän suullisesti ilmaistuun lukuun sekä myöhemmin lukusanaan ja numerosymboliin (Von Aster & Shalev, 2007). Vastaavasti matematiikan haasteiden on havaittu olevan yhteydessä heikompaan lukumäärien nimeämiseen (Schleifer & Landerl, 2011; van der Sluis ym., 2004; Willburger ym., 2008). Heikko pienten numeroiden prosessointikyky on nostettu merkittävään rooliin matematiikan taitojen taustalle (Dehaene, 1992; Landerl ym., 2009).

Aiemmassa tutkimuskirjallisuudessa subitisaatio on tyypillisesti määritelty osaksi matematiikan taitoja (ks. esim. Moll ym., 2015). Subitisaatiota arvioivassa tehtävässä tutkittavaa ohjeistetaan nimeämään yksittäin näytöllä esitettävien ärsykkeiden lukumäärä mahdollisimman nopeasti (ks. esim. Jansen ym., 2014; Moll ym., 2015; Purpura ym., 2013; Schleifer & Landerl, 2011). Tunnistaessaan lukumäärän tutkittava ilmaisee määrän suullisesti, minkä jälkeen tutkittavalle esitetään uusi lukumäärä. Subitisaation sujuvuutta arvioidaan reaktioajalla sekä virheiden määrällä (ks. esim. Schleifer & Landerl, 2011). Sujuva subitisaatio merkitsee lapsen kykyä nimetä lukumääriä mahdollisimman nopeasti ja tarkasti. Tällöin tutkittavan tehtävänä on nimetä sarjallisessa muodossa olevia lukumääriä alueelta 1–4 mahdollisimman nopeasti ja tarkasti (ks. esim. van der Sluis ym., 2004; Willburger, ym. 2008). Sarjallisessa muodossa esitettyä lukumäärien nimeä-

mistehtävää on käytetty vain muutamissa tutkimuksissa osana nopean nimeämisen tehtäviä. Lukumäärien nimeämistehtävä on aikaisempien tutkimusten perusteella erotellut lapsia, joilla on haasteita matematiikassa, tyypillisesti kehittyvistä lapsista (ks. esim. Willburger ym., 2008).

1.3 Nopea nimeäminen taitona

Nopealla nimeämisellä viitataan kykyyn nimetä erilaisia ärsykeitä mahdollisimman tarkasti ja nopeasti. Arviointi toteutetaan ärsyketauluilla, joissa ärsykkeet esitetään sarjallisessa muodossa. Tehtävien ärsykkeet ovat yleisesti tunnettuja objekteja tai symboleita, ja ne esiintyvät tehtävätauluissa satunnaisessa järjestyksessä. Tässä tutkimuksessa viittaamme nopealla nimeämisellä sarjallisessa muodossa arvioitavaan nimeämisen taitoon. Tutkimuskirjallisuudessa nopean nimeämisen käsitteen rinnalla käytetään nopean sarjallisen nimeämisen (*rapid automatized naming, RAN; rapid serial naming, RSN; serial rapid naming, SRN*) käsitettä.

Nopealla nimeämisellä viitataan prosessiin, jossa henkilö havaitsee ärsykkeen, palauttaa muististaan nimikkeen ja nimeää ärsykkeen suullisesti. Nimeämisen prosessiin vaikuttavat tarkkaavuuden ja havaitsemisen osa-alueet (de Jong & van den Boer, 2021; Wolf ym., 2000). Lisäksi osana nopean nimeämisen prosessia ovat käsitteellisen ja semanttisen tiedon, ortografisen ja fonologisen prosessin sekä työmuistin taustatekijät (Wolf ym., 2000). Vastaavasti haasteet kognitiivisissa prosesseissa ovat kytköksissä hitaampaan nimeämiseen (Salmi, 2008). Ärsykkeen suulliseen tuottamiseen vaaditaan suun motoriikkaa sekä artikulaatiota (Wolf ym., 2000). Kokonaisuudessaan nopea nimeäminen on määritelty monialaiseksi taidoksi (ks. esim. Närhi ym., 2005; Salmi, 2008; Wolf ym., 2000).

Nopean nimeämisen yhteys oppimisen osa-alueisiin on vahva. Nopean nimeämisen arvioinnilla on tunnistettu lapsia, joilla on haasteita oppimisessa (Waber ym., 2000). Alun perin nopeaa nimeämistä on tarkasteltu yhteydessä lukutaitoon tai lukemisen haasteisiin. Nopean nimeämisen ja sujuvan lukutaidon välinen yhteys on voimakas (väh. $r = .49$) (mm. Araújo ym., 2015; Song ym., 2016).

Nopean nimeämisen on havaittu olevan yhteydessä myös matemaattiseen osaamiseen (Donker ym., 2016; Georgiou ym., 2020) sekä tarkkaavuuteen (de Jong & van den Boer, 2021; Ryan ym., 2017).

Nopean nimeämisen sujuvuutta on arvioitu jo päiväkotii-ikäisillä lapsilla (ks. esim. Denckla 1972). Kokonaisuudessaan nimeämisen kehityksen on osoitettu jatkuvan nuoreen aikuisuuteen asti (van den Bos ym., 2002). Nopein kehitys nimeämisen sujuvuudessa on havaittu tapahtuvan päiväkodista ensimmäiselle luokalle (Mazzocco & Grimm, 2013; Åvall ym., 2019). Nimeämisessä tapahtuneiden virheiden määrä ei puolestaan vähene lineaarisesti iän myötä (Ahonen ym., 2003). Nopean nimeämisen erilliset yhteydet matematiikan osaamiseen ja lukutaitoon on havaittu säilyvän lapsen iästä riippumatta (Georgiou ym., 2020). Vukovic ja Siegel (2010) havaitsivat nopean nimeämisen selittävän ilmeneviä matemaattisia haasteita erityisesti 3.–4.-luokkalaisilla lapsilla. Tämän takia nopean nimeämisen sujuvuutta ja sen yhteyksiä oppimiseen on tärkeää tarkastella alkuopetusikäisiä vanhemmilla lapsilla.

Nopea nimeäminen jaetaan usein nimeämisnopeuteen ja nimeämistarkkuuteen. Nimeämisnopeudella viitataan nimeämistehtävän suorittamiseen kuluvaan kokonaisaikaan. Nimeämiseen käytetty kokonaisaika on erotellut toisistaan matemaattisen osaamisen (Mazzocco & Grimm, 2013; Willburger ym., 2008) sekä lukutaidon perusteella jaoteltuja ryhmiä (Araujo ym. 2015; Denckla & Rudel, 1976; Georgiou ym., 2018). Vastaavasti nimeämistarkkuudella tarkoitetaan oikein nimettyjen ärsykkeiden määrää. Toisin sanoen heikolla nimeämistarkkuudella viitataan runsaaseen virheiden tai ensin virheellisesti nimettyjen ja sittemmin oikeaksi korjattujen eli itsekorjattujen ärsykkeiden määrään. Ryhmätasoisesti tarkasteltuna nimeämisvirheitä on havaittu hyvin vähän (Denckla & Rudel, 1974). Tästä johtuen virheiden määrä ei tarjoa samantasoista tietoa nimeämisen sujuvuudesta kuin nimeämiseen käytetty aika.

Nopeaa nimeämistä on tyypillisesti arvioitu erilaisilla versioilla Dencklan ja Rudelin (1974) kehittämistä testitauluista. Alkuperäinen tehtäväsarja sisältää yhdeksän nimeämisen sujuvuutta mittaavaa tehtävätaulua, joissa ärsyketyyp-

peinä olivat kirjaimet, numerot, esineet ja värit. Wolf (1986) täydensi tätä kahdella lisätaululla (RAS; rapid alternating stimulus), joissa toisessa ärsykkeinä ovat numerot ja kirjaimet (RAS-NL) ja toisessa numerot, kirjaimet sekä värit (RAS-CNL). Erilaisia ärsykeitä sisältävät tehtävätaulut on kehitetty mittaamaan kykyä vaihdella ärsykeryhmästä toiseen (Wolf, 1986). Ahosen ja kollegojen (2003) suomalainen versio nopean nimeämisen testistä sisältää kuusi nimeämisen tehtäväsarjaa. Kyseisen testin osasarjoina ovat värit, esineiden kuvat, numerot, kirjaimet sekä Wolfin (1986) ajatusta mukailevat, erilaisia ärsykeitä yhdistelevät tehtävät.

Nopea nimeäminen on erillinen taito fonologisesta tietoisuudesta ja prosessointinopeudesta. Tätä perustelevat Dencklan ja Cuttingin (1999) havainnot siitä, että nopean nimeämisen tehtävät erittelevät erilaista osaamista kuin fonologista tietoisuutta, prosessointinopeutta tai työmuistia mittaavat tehtävät. Kuitenkin osa tutkijoista on määritellyt nopean nimeämisen osana prosessointinopeuden (Chong & Siegel, 2008; Vukovic & Siegel, 2010) tai fonologisen prosessoinnin mitareita (Fuchs ym., 2005; Hects, 2001; Lynn ym., 2005). Taitojen erillisyyttä tarkastellessa on havaittu, ettei prosessointinopeuden selitysosuus poista nopean nimeämisen merkitsevyyttä oppimisen haasteiden selittäjänä (Georgiou ym., 2018; Närhi ym., 2005). Vastaavasti Swanson kollegoineen (2003) ovat havainneet fonologisen tietoisuuden ja nopean nimeämisen välisen korrelaation matalaksi ja niiden latautuvan eri faktoreille. Täten nopeaa nimeämistä on perusteltua tarkastella erillisenä taitona fonologisista taidoista sekä prosessointinopeudesta.

1.4 Nopean nimeämisen osatehtävät

Nopean nimeämisen osatehtävät jaetaan tyypillisesti alfanumeerisiin ja ei-alfanumeerisiin osatehtäviin. Alfanumeerisiin tehtäviin kuuluvat kirjaimien ja numeroiden nimeämistehtävät. Yhtä alfanumeerista ärsykettä vastaa vain yksi kielellinen nimike (esim. numero 3). Alfanumeeriset ärsykkeet opitaan tyypillisesti formaalissa opetuksessa. Pienten numeroiden sujuvan nimeämisen kehitys alkaa

jo päiväkotikäytössä ja taidon keskeinen sujuvoituminen tapahtuu koulun aloituksen kynnyksellä (Knudsen ym., 2015).

Ei-alfanumeerisiin osatehtäviin kuuluvat värit, esineet sekä näitä ärsyketyyppisiä yhdistelevät tehtävät. Ei-alfanumeeriset ärsykkeet sisältävät käsitteellistä tietoa, jolloin nimettävää ärsykettä vastaava käsite haetaan muistista (Donker ym., 2016). Nämä ärsykkeet opitaan tyypillisesti luonnollisessa kielenkehityksessä. Gogate ja kollegat (2006) ovat havainneet pienten lasten oppivan leikin kautta yhdistämään esineen ja sitä vastaavan sanan toisiinsa. Kyseisissä osatehtävissä yhteen ärsykkeeseen voi linkittyä useita vastaavia nimikkeitä (esim. talo, koti, mökki).

Alfanumeeristen ja ei-alfanumeeristen ärsykkeiden nimeämiseen vaaditaan osin erilaisia kognitiivisia prosesseja (Donker ym. 2016; Närhi ym., 2005). Donker kollegoineen (2016) ovat ehdottaneet ei-alfanumeeristen ärsykkeiden vaativan enemmän käsitteellisen tiedon prosessointia ja alfanumeeristen puolestaan fonologista prosessointia. Alfanumeeriset tehtävät ovat vahvasti yhteydessä toisiinsa, sillä kyseiset nimeämistehtävät aktivoivat samanlaisia prosesseja (Cummine ym., 2014). Lisäksi Cummine ja kollegat (2014) ovat esittäneet alfanumeeristen ärsykkeiden aktivoivan voimakkaammin semanttisia prosesseja kuin ei-alfanumeeriset ärsykkeet. Alfanumeeristen ärsykkeiden eli kirjainten ja numeroiden nimeäminen on nopeampaa kuin ei-alfanumeeristen (mm. Donker ym., 2016; van den Bos ym. 2002; Åvall ym., 2019). Lisäksi alfanumeerisissa nimeämistehtävissä saavutetaan tyypillisesti kehitystason huippu varhaisemmin kuin ei-alfanumeerisissa (Mazzocco & Grimm, 2013; van den Bos ym., 2002).

Mazzocco ja Grimm (2013) havaitsivat pitkäikäistutkimuksessaan nimeämisen hitauden näyttävän hyvin pysyvänä ilmiönä. Ne lapset, jotka olivat hitaita nimeäjiä päiväkodissa, olivat tyypillisimmin sitä myös kahdeksannella luokalla. Varhaisen havaitsemisen ja ennaltaehkäisevän tuen näkökulmasta onkin tärkeää arvioida ja tukea näitä taitoja jo varhaiskasvatuksesta lähtien. Lisäksi tuen jatkuvuuden ja tarpeeseen vastaamisen näkökulmasta arviointia on jatkettava koko koulupolun ajan.

1.5 Nopean nimeämisen yhteys matematiikan perustaitoihin

Nopean nimeämisen ja matematiikan taitojen välisiä yhteyksiä tutkittaessa Koponen ja kollegat (2017) ovat esittäneet meta-analyysissään, että nopea nimeäminen on merkittävä matematiikan taitoihin yhteydessä oleva tekijä. Nopean nimeämisen on osoitettu olevan yhteydessä erityisesti aritmeettisiin perustaitoihin (Zhang ym., 2017). Lisäksi nimeämisen ja peruslaskutaitojen yhteys on linkitty nyt vahvemmin peruslaskutaitojen sujuvuuteen kuin tarkkuuteen (Koponen ym., 2017). Nopean nimeämisen on havaittu selittävän matematiikan taidoissa tapahtuvaa kehitystä (Hects, 2001; Krajewski & Schneider 2009; Swanson, 2011). Lisäksi aiemmissa tutkimuksissa päiväkotikäisenä ja ensimmäisellä luokalla arvioitu nopea nimeäminen on ennustanut 2.-3. luokan matematiikan osaamista, silloin kun lukujonotaitojen, fonologisen tietoisuuden, lyhytkestoisen muistin, työmuistin, sanavaraston ja äidin koulutustaustan vaikutus on huomioitu (Koponen ym., 2016).

Nopean nimeämisen ja matematiikan yhteyttä tarkastellessa on kuitenkin saatu eriäviä tutkimustuloksia. Georgioun ja kollegojen (2013) tutkimuksessa nopealla nimeämisellä ei ollut itsenäistä selitysosuutta laskusujuvuuden selittäjänä, kun prosessointinopeuden, työmuistin ja fonologisen tietoisuuden osuus kontrolloitiin. Itsessään työmuistin on havaittu selittävän varhaisia matematiikan taitoja (Navarro ym., 2011). Vastaavasti Koponen kollegoineen (2013) ovat havainneet nopean nimeämisen ja laskusujuvuuden välillä yhteyden, mutta osa tästä yhteydestä selittyi lukujonotaitojen kautta. Toisaalta nopean nimeämisen ja matematiikan taitojen yhteyksien tarkastelussa selittävyttä nopean nimeämisen osalta ei havaittu (Berg ym., 2008; Landerl ym., 2009; Navarro ym., 2011). Eriävät tulokset nopean nimeämisen ja matematiikan perustaitojen yhteydessä voivat selittyä aiempien tutkimuksien eri tavoissa operationalisoida matematiikan taitoa (Koponen ym., 2017).

Matematiikan perustaitojen ja nopean nimeämisen väliset yhteydet eivät ole yksiselitteisiä, eikä niiden taustalla olevista tekijöistä ole yksimielisyyttä. Kuitenkin on tuotu ilmi, että nopean nimeämisen sujuvuus linkittyy ärsykkeiden fo-

nologiseen prosessointiin (Bowey ym., 2005; Parrila ym., 2004). Vastaavasti fonologisen prosessoinnin on havaittu olevan yhteydessä aritmeettisten faktojen mieleen palauttamiseen (De Smedt & Boets, 2010). Lisäksi De Smedt ja kollegat (2010) ovat todenneet, että matemaattisilla perustaidoilla on yhteys siihen, kuinka nopeasti yksilö kykenee prosessoimaan fonologisia ilmaisuja pitkäkestoisesta muistista.

Nopean nimeämisen neljän eri nimeämistehtävän tarkastelussa on havaittu, että kaikki osatehtävät korreloivat tilastollisesti merkitsevästi peruslaskutaitojen kanssa (Waber ym., 2000). Nopean nimeämisen tehtävistä numeroiden ja kirjaimien on raportoitu korreloivan värien ja esineiden tehtävätyyppellä voimakkaammin matemaattisen osaamisen kanssa (Waber ym., 2000). Tätä tukee Wisen ja kollegojen (2008) havainto siitä, että esineiden nimeämistehtävän sisällyttäminen analyysiin poisti tilastollisen merkitsevyyden nopean nimeämisen ja matemaattisen osaamisen väliltä. Donker ja kollegat (2016) ovat havainneet tilastollisesti merkitsevän yhteyden peruslaskutaitoihin ainoastaan ei-alfanumeeristen nimeämistehtävien osalta. Kuitenkin Georgiou ja kollegat (2020) ovat osoittaneet, että alfanumeeriset ja ei-alfanumeeriset tehtävät selittivät yhtä voimakkaasti matemaattista osaamista.

Neljän perinteisen nimeämistehtävän lisäksi tarkasteluissa on käytetty lukumäärien nimeämistehtävää. Pauly ja kollegat (2011) ovat havainneet lukumäärien nopean nimeämisen korreloivan voimakkaammin matematiikan taitojen kanssa kuin muut nopean nimeämisen tehtävät. Cui ja kollegat (2017) raportoivat lukumäärien ja numeroiden osatehtävien selittävän voimakkaammin vähennyslaskujen sujuvuutta kuin värien ja esineiden tehtävät. Kokonaisuudessaan heidän tutkimuksessaan kaikki nimeämisen tehtävät selittivät peruslaskusujuvuutta.

Matematiikan ja nopean nimeämisen yhteyttä on tarkasteltu matematiikan osaamisen perusteella jaoteltujen ryhmien suhteen. Lapset, joilla on havaittu haasteita pelkästään lukemisessa tai matematiikassa ja lukemisessa, ovat tyypillisesti hitaampia nimeäjiä kuin lapset, joilla ei näissä taidoissa ole haasteita (Lan-

derl ym., 2004). Vastaavasti lasten, joilla on havaittu haasteita sekä matematiikassa että lukemisessa, on osoitettu suoriutuvan muita heikommin nopean nimeämisen eri tehtävissä (Donker ym., 2016).

Matemaattisten haasteiden yhteyttä heikompaan suoriutumiseen kaikissa nimeämisen tehtävätyypeissä ei ole yksiselitteisesti todennettu aiemmissa tutkimuksissa. On havaittu, että matemaattinen osaaminen ei olisi yhteydessä tilastollisesti merkitsevästi heikompaan suoriutumiseen numeroiden tai kirjaimien nimeämistehtävissä (Landerl ym., 2009; Moll ym., 2015). Van der Sluisin ja kollegojen (2004) tutkimuksessa ilmeni, ettei kirjainten tai esineiden nimeämistehtävä erotellut tilastollisesti merkitsevästi matematiikan oppimisvaikeusryhmää muista lapsista. Vastaavasti Heikkilä (2015) ei havainnut kirjainten tai numeroiden nimeämistehtävien sujuvuuden olevan yhteydessä matemaattisiin haasteisiin. Kuitenkin haasteet matemaattisissa taidoissa ovat yhteydessä heikompaan suoriutumiseen lukumäärien sarjallisessa nimeämistehtävässä (van der Sluis ym., 2004; Willburger ym., 2008). Vastaava havainto on tehty yksittäisten lukumäärien ei-sarjallisesta nimeämisestä (Pauly ym., 2011).

Osatehtävittäin yhteyksiä tarkastelevat tutkimukset keskittyvät ainoastaan alfanumeeristen (mm. Escobar ym., 2021; Fuchs ym., 2005; Hects, 2001) tai ei-alfanumeeristen (mm. Georgiou ym., 2013; Zhang, ym., 2020) tehtävien tarkasteluun. Tästä huolimatta yhteyksien tarkasteluja on myös toteutettu molemmissa tehtäväluokissa (mm. Cui ym., 2017; Donker ym., 2016; Koponen ym., 2020; Wise ym., 2008). Kuitenkin havaintojen eroja voi osin selittää osatehtävien vaihteleva tarkastelu. On huomioitava, että Koposen ja kollegojen (2017) meta-analyysissä on ilmennyt yhtä vahva yhteys matematiikan sekä alfanumeeristen ja ei-alfanumeeristen tehtävien väliltä. Täten nopean nimeämisen ja matematiikan välisten yhteyksien tarkasteleminen eri tehtävätyyppien näkökulmasta on perusteltua.

1.6 Tutkimuskysymykset

Aiempien tutkimusten perusteella voidaan olettaa, että nopean nimeämisen tehtävissä suoriutuminen on yhteydessä peruslaskutaitojen sujuvuuteen (ks. esim. Koponen ym., 2017). Nopeaa nimeämistä on aikaisemmissa tutkimuksissa arvioitu vaihdellen eri osatehtävillä, minkä takia nimeämistehtävien kattava tarkastelu on perusteltua. Tarkastelemalla nopean nimeämisen eri tehtävien yhteyttä peruslaskusujuvuuteen voidaan tarjota tietoa siitä, miten eri nimeämistehtävien ja peruslaskutaidon yhteyksien voimakkuudet eroavat.

Sarjallisessa muodossa esitetyn lukumäärien nimeämistehtävän yhteydestä peruslaskusujuvuuteen on olemassa vain vähän tutkimustietoa. Aikaisempien tutkimusten perusteella voidaan olettaa lukumäärien nimeämisen olevan yhteydessä peruslaskusujuvuuteen erityisesti heikoilla laskijoilla (ks. esim. Pauly ym., 2011; Willburger ym., 2008). Lukumäärien nimeämistä tutkimalla saadaan uudenlaista tietoa tehtävätyypin yhteydestä peruslaskusujuvuuteen 3.-6.-luokkaisilla lapsilla. Willburgerin ja kollegojen (2008) havaintojen pohjalta on mahdollista olettaa lukumäärien nimeämistehtävän selittävän voimakkaammin peruslaskusujuvuutta kuin perinteisissä nimeämistehtävissä suoriutuminen.

Tämän tutkimuksen perusteella voidaan arvioida lukumäärien nimeämisen yhteneväisyyksiä nopean nimeämisen eri tehtävätyyppeihin. Lisäksi tutkimuksen avulla voidaan tarjota tietoa nimeämisnopeuden yhteyksistä peruslaskutaidon sujuvuuteen. Tutkimuksessa tarkastellaan, voidaanko nopean nimeämisen tehtävätyyppien ja lukumäärien nimeämisen suoritusajoilla tunnistaa peruslaskusujuvuudeltaan heikkoja laskijoita. Tutkimuskysymyksiksi valikoituivat:

1. Millä tavoin perinteiset nopean nimeämisen eri tehtävätyypit (esineet, värit, numerot, kirjaimet), lukumäärien nimeäminen ja peruslaskusujuvuus ovat yhteydessä toisiinsa?
2. Missä määrin perinteisten nopean nimeämisen tehtävätyyppien ja lukumäärien nimeämistehtävän suoritusajat selittävät peruslaskutaidon sujuvuutta?

3. Millä tavoin peruslaskutaidon sujuvuuden perusteella jaotellut ryhmät eroavat nopean nimeämisen tehtävien suoritusajoissa?
4. Missä määrin perinteisten nopean nimeämisen tehtävien ja lukumäärien nimeämistehtävän suoritusajat kykenevät erottelemaan eritasoisia laskijoita toisistaan?

2 TUTKIMUSMENETELMÄT

2.1 Tutkimuskonteksti ja tutkittavat

Tutkimuksen aineisto on kerätty osana LUKINO - Lukemisen, oikeinkirjoittamisen ja nimeämisen arviointi -hanketta. Vuonna 2021 alkaneen hankkeen tarkoituksena on kehittää ja uudistaa alakoulun lukemisen, kirjoittamisen sekä nopean nimeämisen arviointimenetelmiä. Ryhmätasoisien arviointimenetelmien lisäksi luokille 3–6 kehitetään yksilöllisen tuen tarpeen arvioinnin sekä seurannan välineitä. LUKINO-hanke on Niilo Mäki Instituutin rahoittama tutkimus- ja kehittämishanke.

Tämän tutkimuksen aineisto on kerätty keväällä 2021 poikittaistutkimuksena. Koko tutkimusprosessin aikana on noudatettu Tutkimuseettisen neuvottelukunnan laatimia Hyvän tieteellisen käytännön periaatteita (2012). Hankkeen työntekijät ovat allekirjoittaneet vaitiolovelvollisuuden koskien tutkimuksessa käsiteltäviä tietoja. Molemmat tämän tutkimuksen kirjoittajista ovat osallistuneet hankkeen aineiston käsittelyyn.

Tutkimuksessa käytimme yksilötestauksista kerättyä aineistoa. Tutkimukseen osallistuneet koulut valikoitiin satunnaisotannalla. Tutkimukseen osallistuminen perustui koulujen ja tutkittavien vapaaehtoisuuteen. Testaukset toteutettiin suomalaisissa alakouluissa (N = 94) ja sen suorittivat kouluissa työskentelevät erityis- ja luokanopettajat. Opettajat suorittivat testaukset erillisessä tilassa oppilaan kanssa. Osallistujia on informoitu mahdollisuudesta keskeyttää tutkimus sen kaikissa vaiheissa. Tutkittavia ja heidän vanhempiaan on tiedotettu tutkimuksen tavoitteesta ja toteutuksesta ennen tutkimuksen alkua. Tutkittavien huoltajia on ohjeistettu keskustelemaan tutkittavan kanssa tutkimukseen osallistumisesta. Tutkittavan suostumuksen lisäksi huoltajat täyttivät lasta koskevan tutkimusluvan ennen tutkimukseen osallistumista.

Tutkimuksen aineisto kerättiin yhteensä 464 oppilaalta. Tutkittavista 232 (50 %) oli tyttöjä ja 230 (49.6 %) poikia. Kaksi tutkittavista ei vastannut sukupuolta koskevaan kysymykseen. Aineisto kerättiin 3–6. luokkalaisilta oppilailta.

Tutkimukseen osallistujista 3.-luokkalaisia oli 120 (26 %), 4.-luokkalaisia 118 (25 %), 5.-luokkalaisia 128 (28 %) ja 6.-luokkalaisia 98 (21 %).

Tämän tutkimuksen aineisto koostui tutkittavien taustatiedoista sekä nopean nimeämisen, laskusujuvuuden ja lukusujuvuuden tehtäväosioista. Tutkimushankkeessa kerättyä aineistoa säilytetään tietoturvallisesti ja sen hävittäminen tapahtuu vastuuorganisaation toimesta. Tässä tutkimuksessa aineiston analysoinnissa käytettiin pseudonymisoitua aineistoa, josta oli poistettu tutkittavia koskevat henkilötiedot. Yksilöivät henkilötiedot korvattiin numeerisella tutkimustunnuksella.

2.2 Käytetyt mittarit

Nopea nimeäminen. Nopeaa nimeämistä arvioitiin ärsyketaulujen avulla, jotka sisältävät viisi erilaista ärsykettä, jotka kukin toistuvat 10 kertaa. Lapsen tehtävänä oli nimetä tauluissa esiintyvät ärsykkeet mahdollisimman nopeasti ja tarkasti. Tutkittavaa ohjeistettiin korjaamaan mahdolliset virheet tehtävän aikana. Ennen varsinaista tehtävää tutkittavan kanssa suoritettiin harjoitustehtävä, jolla varmistettiin tutkittavan ymmärtäneen tehtävän. Tehtävässä pisteytettiin nimeämiseen käytetty kokonaisaika, virheellisesti nimetyt ärsykkeet sekä ensin virheellisesti nimetyt ja sitten oikeaksi korjatut ärsykkeet. Tämän tutkimuksen analyyseissa käytettiin nimeämistehtävän kokonaisaikaa.

Aineiston analyyseihin sisällytettiin neljä Heikkilän, Salmen ja kollegojen (valmisteilla) laatimaa ärsyketaulua, jotka pohjautuivat Dencklan ja Rudelin (1974) sekä Ahosen ja kollegoiden (2003) testisarjoihin. Tehtävinä käytettiin värien, esineiden, numeroiden ja kirjaimien nimeämisen tauluja. Lisäksi analyyseihin sisällytettiin lukumäärien sujuvaa nimeämistä eli subitisaatiota arvioiva tehtävä (Heikkilä, Salmi ym., valmisteilla). Subitisaation ärsyketaulussa lapsen tehtävänä oli nimetä pisteiden lukumäärä (1–4). Pisteet esitettiin satunnaisessa järjestyksessä ja jokainen lukumäärä (1–4) toistui ärsyketaulussa 10 kertaa.

Peruslaskutaidon arviointi. Peruslaskutaidon sujuvuutta mitattiin yhteen- ja vähennyslaskujen sujuvuuden arviointitehtävillä (Koponen & Mononen,

2010). Laskusujuvuuden arviointi toteutettiin kynä-paperi-tehtävänä. Tehtävässä asetettiin kaksi minuuttia aikaa kutakin laskutyyppeä kohden. Yhteenlaskut sisälsivät yhteensä 120 laskua, joissa yhteenlaskettavat olivat lukualueelta 1–10. Vastaavasti vähennyslaskut sisälsivät 120 laskua lukualueelta 1–20, jolloin vähentäjä oli 10 tai vähemmän. Tutkittavaa ohjeistettiin laskemaan mahdollisimman monta laskua nopeasti ja tarkasti sekä korjaamaan virheensä, jos havaitsi sellaisen. Tehtävässä pisteytettiin oikein lasketut laskut. Yhteen- ja vähennyslaskujen muuttujien havaittiin korreloivan voimakkaasti (.89). Tämän vuoksi muodostettiin peruslaskutaitojen sujuvuutta kuvaava summamuuttuja. Summamuuttujan reliabiliteetti oli korkea (Cronbachin alfa = .94).

Lukusujuvuuden arviointi. Aiemmissä tutkimuksissa havaittujen lasku- ja lukusujuvuuden jaettujen ominaisuuksien vuoksi muodostimme lukusujuvuutta arvioivan kontrollimuuttujan. Lukusujuvuuden tehtäviin sisältyivät aikarajoitetut sanojen, merkityksettömien sanojen (epäsanat) ja tekstin lukemisen tehtävät (Heikkilä, Korpivaara ym., valmisteilla). Sanojen ja epäsanojen tehtävät olivat jokaiselle luokka-asteelle samat. Kuitenkin jokaisella luokka-asteella oli luettavana eri teksti. Lukusujuvuuden tehtävissä pisteytettiin oikein luetut sanat sekä oppilaan spontaanisti korjaamien sanojen määrä.

Sanojen ja epäsanojen lukemisen tehtävät sisälsivät pystyriveittäin yhteensä 123 sanaa. Molemmissa tehtävissä lukemiseen annettiin aikaa yksi minuutti. Tekstin lukemisen tehtävässä luettavia sanoja oli yhteensä 250 ja näiden lukemiseen aikaa oli 90 sekuntia. Ohjeistuksena tehtävissä oli lukea ääneen sanoja mahdollisimman nopeasti ja tarkasti sekä korjaamaan mahdolliset huomautetut virheet. Lisäksi tehtävissä ohjeistettiin tutkittavaa jättämään väliin sanat, joita tutkittava ei osannut lukea. Lukusujuvuuden tehtävien havaittiin korreloivan voimakkaasti [.74, .80], joten sanojen, epäsanojen ja tekstin lukemistehtävistä muodostettiin summamuuttuja. Summamuuttujan reliabiliteetti oli korkea (Cronbachin Alfa = .91).

2.3 Aineiston analyysi

Aineiston analyysit suoritettiin SPSS 26 - ohjelmistolla. Aineistossa havaittiin yksi poikkeava arvo, joka poikkesi yli 3.0 lukumäärien nimeämistehtävän keskihajonnasta. Kyseisen tutkittavan muiden arvojen tarkasteluissa kyseinen havainto voitiin tulkita poikkeavaksi. Tämän vuoksi poikkeava havainto siirrettiin jakauman viimeiseksi arvoksi, jolloin muuttujien arvojen järjestys säilytettiin. Nopean nimeämisen eri tehtävätyyppien ja peruslaskusujuvuutta arvioivien muuttujien jakaumatarkasteluissa havaittiin korkeahkot vinousarvot, kuitenkin muuttujat tulkittiin riittävän normaalijakautuneiksi.

Analyyseissa käytettyjen muuttujien otoskoot, keskiarvot ja keskihajonnat on raportoitu luokka-asteittain taulukossa 1. Luokka-asteen vaikutuksen huomioiduksi kustakin nopean nimeämisen muuttujasta sekä peruslaskutaidon sujuvuudesta muodostettiin standardoidut arvot. Standardointi suoritettiin luokka-asteittain. Aineiston analysoinnissa käytettiin standardoituja arvoja.

Taulukko 1

Matematiikan peruslaskutaidon sujuvuuden ja lukusujuvuuden pistemäärien sekä nopean nimeämisen eri tehtävätyyppien suoritusaikojen keskiarvot ja keskihajonnat luokka-asteittain tarkasteltuna.

	3. luokka		4. luokka		5. luokka		6. luokka	
	<i>n</i> = 119		<i>n</i> = 118		<i>n</i> = 128		<i>n</i> = 97	
	KA	KH	KA	KH	KA	KH	KA	KH
Peruslaskusujuvuus	52.93	21.04	67.60	21.39	71.75	23.91	82.23	25.00
Lokusujuvuus	73.44	22.60	83.61	17.82	89.18	18.09	93.23	20.95
Värit	46.36	9.50	43.87	8.07	40.04	8.02	37.02	7.75
Esineet	52.15	9.25	47.84	8.43	46.6	9.33	43.21	7.70
Numerot	30.64	6.62	28.28	6.81	26.46	6.44	25.20	5.96
Kirjaimet	28.20	5.65	26.79	5.65	24.53	5.00	23.26	4.80
Lukumäärät	29.58	5.39	27.35	4.97	26.50	6.24	23.84	4.77

Huom. KA = keskiarvo, KH = keskihajonta.

Nopean nimeämisen eri tehtävien suoritusaikojen yhteyttä matematiikan peruslaskutaitoon tutkittiin Pearsonin tulomomenttikorrelaatiolla sekä hierarkkisella regressioanalyysillä. Regressioanalyysissä selitettävänä muuttujana käytettiin peruslaskutaidon sujuvuuden pistemäärän standardoituja arvoja. Selittäviksi muuttujiksi malleihin sisällytettiin nopean nimeämisen osatehtävien suoritusajat. Neljä ensimmäistä regressiomallia tarkastelevat perinteisiä nopean nimeämisen tehtäviä ja viimeisessä regressiomallissa tarkastellaan lukumäärien nimeämisen itsenäistä selitysosuutta, kun perinteisten nimeämistehtävien osuus on huomioitu.

Analyseissa tarkasteltiin selittävien muuttujien eli nopean nimeämisen eri tehtävyyppien välisiä korrelaatioita, sillä nimeämistehtävien voitiin olettaa korreloivan voimakkaasti. Kuitenkaan regressioanalyysien yhteydessä tehdyissä tarkasteluissa vahvaa multikollineaarisuutta ei ilmennyt. Multikollineaarisuustarkasteluissa tolerance-arvot vaihtelivat välillä [.37, .74]. Puolestaan VIF-arvot vaihtelivat välillä [1.36, 2.73]. Muuttujien väliset VIF- ja tolerance-arvot olivat kirjallisuudessa esitettyjen viitearvojen sisällä (ks. esim. O'Brien, 2007). Lisäksi regressioanalyysien jäännöstarkasteluissa arvot olivat normaalisti jakautuneita ja homoskedastisia.

Tarkasteltaessa peruslaskutaidonsujuvuuden yhteyksiä nopean nimeämisen eri tehtäviin, tutkittavat jaettiin kahteen peruslaskusujuvuuden luokkaan. Heikon laskusujuvuuden kriteerinä käytettiin vähintään yhden keskihajonnan eroavaisuutta luokka-asteen keskiarvoisesta peruslaskusujuvuutta arvioivan muuttujan pistemäärästä. Kyseistä yhden keskihajonnan katkaisurajaa on käytetty aiemmissa nopeaa nimeämistä ja laskusujuvuutta tarkastelevissa tutkimuksissa (ks. esim. Landerl ym. 2009, Moll ym. 2014, Willburger ym. 2008). Täysin normaalijakautuneessa aineistossa kyseinen raja-arvo vastaisi persentiilipistettä 16. Heikon peruslaskusujuvuuden ryhmään valikoitui 77 tutkittavaa. Toiseen peruslaskusujuvuuden ryhmään sisältyivät keskitasoiset ja taitavat laskijat ($n = 324$). Kyseisestä laskusujuvuusryhmästä käytetään ilmaisua "muut".

Peruslaskutaidon sujuvuuden peruustella jaoteltujen ryhmien eroja nopean nimeämisen eri tehtävätyyppien keskiarvojen suhteen tarkasteltiin monimuuttujaisen varianssianalyysin (MANOVA) avulla. Nopean nimeämisen tehtävätyyppien kuvailevat tunnusluvut (keskiarvot ja keskihajonnat) raportoitiin matematiikan osaamisen perusteella jaotelluissa ryhmissä erikseen. Taustaoletuksia tarkastellessa havaittiin, että ryhmien väliset kovarianssimatriisit eivät olleet yhtä suuret ($\text{Box M } F(15, 55612.07) = 48.61, p < .001$). Kovarianssimatriisien erisuuruus selittyi peruslaskusujuvuuden perusteella jaoteltujen muuttujien vinoudella ja lievällä huipukkuudella. Täten tulkitsimme monimuuttujaisen varianssianalyysin tuloksia Pillai's trace -testistä luotettavuuden lisäämiseksi (ks. esim. Tabanich & Fidell, 2014). Lisäksi kovarianssianalyysit toteutettiin käyttämällä lukusujuvuutta kovarianttina (ANCOVA), jotta tarkasteluissa oli mahdollista huomioida lukusujuvuuden ja laskusujuvuuden jakama vaihtelu. Nopean nimeämisen osatehtävien keskiarvot ja keskihajonnat raportoitiin matematiikan osaamisryhmissä erikseen.

Logistisella regressioanalyysillä tarkasteltiin, kuinka täsmällisesti nopean nimeämisen tehtävissä suoriutuminen jaottelee tutkittavia peruslaskusujuvuuden mukaan heikkoihin ja muihin laskijoihin. Logistinen regressiomalli muodostettiin eteenpäin askeltavalla menetelmällä, sillä analyysillä pyrittiin selvittämään nimeämistehtäviä, jotka soveltuvat parhaiten peruslaskutaidoltaan heikkojen tutkittavien tunnistamiseen. Muuttujien lisäämisen kriteerinä käytettiin Waldin testisuuretta. Analyyseissa selittävinä muuttujina olivat nopean nimeämisen eri osatehtävien suoritusajat. Selitettävänä muuttujana puolestaan käytettiin peruslaskutaidon sujuvuuden ryhmiä.

3 TULOKSET

3.1 Nopean nimeämisen yhteydet peruslaskutaidon sujuvuuteen

Nopean nimeämisen eri tehtävien yhteyttä peruslaskutaitoon tarkasteltiin alustavasti korrelaatioiden avulla. Taulukossa 2 on esitetty nopean nimeämisen eri tehtävien suoritusaikojen ja peruslaskutaidon sujuvuuden pistemäärien väliset Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokertoimet. Nopean nimeämisen tehtävät korreloivat kohtalaisesti tai voimakkaasti keskenään. Lukumäärien nimeämistehtävän standardoitu suoritus aika korreloi voimakkaasti sekä alfanumeeristen [.68, .69] että ei-alfanumeeristen [.61, .66] osatehtävien suoritusaikojen kanssa.

Kaikki nopean nimeämisen tehtävien suoriutumisaajat korreloivat peruslaskutaidon sujuvuuden pistemäärien kanssa tilastollisesti erittäin merkitsevästi. Korrelaatioiden havaittiin olevan negatiivisia ja niiden suuruudet vaihtelivat välillä [-.31, -.50]. Tällöin mitä sujuvammin oppilas suoriutui nopean nimeämisen tehtävästä, sitä paremmin hän suoriutui peruslaskutaitojen sujuvuutta mittaavasta tehtävästä. Lukumäärien nimeämistehtävän suoritus aika korreloi nimeämisen tehtävistä voimakkaimmin peruslaskusujuvuuden kanssa.

Taulukko 2

Peruslaskutaidon sujuvuuden pistemäärien, perinteisten nopean nimeämisen tehtävyytyyppien ja lukumäärien nimeämistehtävän suoritus aikojen väliset Pearsonin korrelaatiot (N = 462).

Muuttuja	1	2	3	4	5	6
1. Peruslaskusujuvuus	-					
2. Värit	-.34***	-				
3. Esineet	-.38***	.72***	-			
4. Numerot	-.31***	.52***	.42***	-		
5. Kirjaimet	-.35***	.57***	.51***	.76***	-	
6. Lukumäärät	-.50***	.66***	.61***	.68***	.69***	-

*** $p < .001$. Taulukon muuttujat ovat luokka-asteittain standardoituja.

Perinteisten nimeämistehtävien yhteys peruslaskusujuvuuteen. Perinteisten nimeämistehtävien suoritusajojen yhteyttä peruslaskutaidon sujuvuuteen tarkasteltiin hierarkkisella regressioanalyysillä. Neljän eri regressiomallin avulla selvitettiin perinteisten nimeämistehtävien itsenäistä ja jaettua selitysosuutta (taulukot 3–6). Kokonaisuudessaan neljän perinteisen nimeämistehtävän suoriutumisaajat selittivät 18 prosenttia peruslaskutaidon sujuvuudesta ($F(4, 396) = 22.33, p < .001$). Perinteisistä nimeämistehtävistä esineillä ($F(1, 396) = 14.05, p < .001$) ja kirjaimilla ($F(1, 396) = 4.18, p < .05$) oli tilastollisesti merkitsevä omavaikeus, kun muiden nimeämistehtävien selitysosuus on huomioitu. Esineiden nimeämistehtävä kasvatti mallin selitysosuutta 2.9 prosenttia. Puolestaan kirjainten lisääminen malliin kasvatti selitysosuutta 0.9 prosenttia. Vastaavasti värien ($F(1,396) = .29, p > .05$) ja numeroiden ($F(1, 396) = .87, p > .05$) nimeämistehtävien yhteys ei ollut tilastollisesti merkitsevä sen jälkeen, kun muiden nimeämistehtävien osuus kontrolloitiin.

Taulukko 3

Hierarkkisen regressioanalyysin tulokset värien tehtävyytyn suoritusajan yhteydestä peruslaskutaitojen sujuvuuden pistemääriin (N = 396).

Nopean nimeämisen tehtävyytyypit	Peruslaskutaitojen sujuvuus	
	Askel 1	Askel 2
	β	β
Esineet	-.27***	-.25***
Numerot	-.07	-.07
Kirjaimet	-.16*	-.15*
Värit		-.04
R^2	.183***	.184***
ΔR^2	.183***	.001

Huom. * $p < .05$, *** $p < .001$. Taulukon muuttujat ovat luokka-asteittain standardoituja.

Taulukko 4

Hierarkkisen regressioanalyysin tulokset esineiden tehtävätyypin suoritusajan yhteydestä peruslaskutaitojen sujuvuuden pistemääriin (N = 396).

Nopean nimeämisen tehtävätyypit	Peruslaskutaitojen sujuvuus	
	Askel 1	Askel 2
	β	β
Värit	-.20***	-.04
Numerot	-.05	-.07
Kirjaimet	-.20**	-.15*
Esineet		-.25***
R^2	.155***	.184***
ΔR^2	.155***	.029***

Huom. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$. Taulukon muuttujat ovat luokka-asteittain standardoituja.

Taulukko 5

Hierarkkisen regressioanalyysin tulokset numeroiden tehtävätyypin suoritusajan yhteydestä peruslaskutaitojen sujuvuuden pistemääriin (N = 396).

Nopean nimeämisen tehtävätyypit	Peruslaskutaitojen sujuvuus	
	Askel 1	Askel 2
	β	β
Värit	-.05	-.04
Esineet	-.25***	-.25***
Kirjaimet	-.20***	-.15*
Numerot		-.07
R^2	.182***	.184***
ΔR^2	.182***	.002

Huom. * $p < .05$, *** $p < .001$. Taulukon muuttujat ovat luokka-asteittain standardoituja.

Taulukko 6

Hierarkkisen regressioanalyysin tulokset kirjainten tehtävätyypin suoritusajan yhteydestä peruslaskutaitojen sujuvuuden pistemääriin (N = 396).

Nopean nimeämisen tehtävätyypit	Peruslaskutaitojen sujuvuus	
	Askel 1	Askel 2
	β	β
Värit	-.06	-.04
Esineet	-.28***	-.25***
Numerot	-.16**	-.07

Kirjaimet		-.15*
R^2	.175***	.184***
ΔR^2	.175***	.009*

Huom. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$. Taulukon muuttujat ovat luokka-asteittain standardoituja.

Lukumäärien nimeämistehtävän yhteys peruslaskusujuvuuteen. Perinteisten nimeämistehtävien lisäksi tarkastelimme lukumäärien nimeämisen muista tehtävätyypeistä erillistä yhteyttä peruslaskutaidon sujuvuuteen (taulukko 7). Lukumäärien sujuvan nimeämisen standardoitu regressiokerroin oli $-.46$, mikä tarkoittaa sitä, että mitä sujuvammin lapsi nimesi lukumääriä sitä sujuvampi laskija hän oli. Lukumäärien osatehtävä lisättiin regressiomallin toiselle askelmalle neljän perinteisen nimeämistehtävän jälkeen. Viiden nimeämistehtävän havaittiin selittävän yhteensä 25 prosenttia lapsen peruslaskutaidon sujuvuuden vaihtelusta ($F(5, 395) = 28.10, p < .001$).

Taulukko 7

Hierarkkisen regressioanalyysin tulokset lukumäärien tehtävätyypin suoritusajan yhteydestä peruslaskutaitojen sujuvuuden pistemääriin (N = 396).

Nopean nimeämisen tehtävätyypit	Peruslaskutaitojen sujuvuus	
	Askel 1	Askel 2
	β	β
Värit	-.04	.08
Esineet	-.25***	-.16*
Numerot	-.08	.06
Kirjaimet	-.14	-.04
Lukumäärät		-.46***
R^2	.178***	.254***
ΔR^2	.178***	.075***

Huom. * $p < .05$, *** $p < .001$. Taulukon arvot ovat luokka-asteittain standardoituja.

Toisella askelmalla mallin selitysosuus kasvoi 7.5 prosenttia. Lukumäärien nimeämistehtävä kasvatti mallin selitysosuutta tilastollisesti merkitsevästi ($F(1, 395) = 28.10, p < .001$). Toisella askelmalla lukumäärien ja esineiden nimeämistehtävillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä omavaikutus.

3.2 Peruslaskusujuvuusryhmien erot nopean nimeämisen tehtävissä

Taulukossa 8 on esitetty nopean nimeämisen eri tehtävien keskiarvot ja keskihajonnat ryhmittäin. Tulosten mukaan matematiikan peruslaskusujuvuuden perusteella jaotellut ryhmät erosivat tilastollisesti merkitsevästi toisistaan nopean nimeämisen eri tehtävissä suoriutumisessa ($F(5, 390) = 15.04, p < .001, \eta^2 = 0.16$). Tehtävittäin tarkasteltuina ryhmät erosivat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi värien ($F(1, 394) = 31.88, p < .001, \eta^2 = .08$), esineiden ($F(1, 394) = 43.99, p < .001, \eta^2 = .11$), numeroiden ($F(1, 394) = 14.58, p < .001, \eta^2 = .04$), kirjaimien ($F(1, 394) = 34.82, p < .001, \eta^2 = .08$) sekä lukumäärien nimeämistehtävän suoritusajoissa ($F(1, 394) = 58.99, p < .001, \eta^2 = .13$).

Taulukko 8

Peruslaskusujuvuudeltaan heikkojen sekä muiden laskijoiden nopean nimeämisen tehtävien ja lukumäärien nimeämistehtävän suoritusajojen keskiarvot ja keskihajonnat.

	Heikko peruslaskusujuvuus		Keskitasoinen tai hyvä peruslaskusujuvuus	
	<i>n</i> = 77		<i>n</i> = 324	
	KA	KH	KA	KH
Värit	.57	1.12	-.13	.92
Esineet	.69	1.22	-.15	.87
Numerot	.41	.97	-.09	.98
Kirjaimet	.60	1.07	-.13	.93
Lukumäärät	.77	1.14	-.17	.87

Huom. KA= keskiarvo, KH = keskihajonta. Taulukon muuttujat ovat luokka-asteittain standardoituja.

Lukusujuvuuden huomioiminen. Peruslaskutaidon sujuvuuden perusteella jaotellut ryhmät erosivat ANCOVAssa tilastollisesti merkitsevästi toisistaan myös silloin, kun lukusujuvuuden osuus oli huomioitu ($F(5, 369) = 6.52, p < .001, \eta^2 = .08$). Tehtävittäin tarkasteltuna heikot laskijat erosivat muista tutkittavista tilastollisesti merkitsevästi värien ($F(1, 373) = 7.50, p < .01, \eta^2 = .02$), esineiden ($F(1,$

373) = 14.86, $p < .001$, $\eta^2 = .04$), kirjaimien ($F(1, 373) = 7.02$, $p < .01$, $\eta^2 = .02$) ja lukumäärien nimeämistehtävän suoritusajoissa ($F(1, 373) = 21.39$, $p < .001$, $\eta^2 = .05$). Numeroiden nimeämistehtävän suoritusajoissa peruslaskusujuvuusryhmien välillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa ($F(1, 373) = .77$, $p = .38$), kun luku-sujuvuus oli kontrolloitu. Taulukossa 8 esitettyjen keskiarvojen perusteella voidaan havaita peruslaskutaidon perusteella luokiteltujen heikkojen lasten keskiarvojen olevan korkeampia verrattuna keskitasoisiin ja sujuviin laskijoihin. Heikot laskijat suoriutuivat nopean nimeämisen tehtävästä hitaammin kuin lapset, joiden peruslaskutaito oli keskitasoisista tai sujuvaa.

3.3 Nopea nimeäminen eritasoisten laskijoiden tunnistajana

Logistisen regressioanalyysin avulla selvitettiin, kuinka nopean nimeämisen tehtävyyppien ja lukumäärien nimeämisen suoritusajat kykenevät tunnistamaan heikkoja laskijoita. Muodostettu logistinen regressiomalli oli tilastollisesti merkitsevä ($X^2(2) = 53.53$, $p < .001$). Mallin selitysosuus vaihteli 13 prosentin (Cox ja Snell) ja 21 prosentin (Nagelkerke R square) välillä. Kokonaisuudessaan malli luokitteli oikein 83 prosenttia tutkittavista. Malliin sisällytettiin ainoastaan tilastollisesti merkitsevät lukumäärien ($p < .001$) ja esineiden ($p < .001$) osatehtävät.

Malliin sisällytettiin ensimmäisellä askelmalla lukumäärien nimeämistehtävä ($X^2(1) = 47.39$, $p < .001$). Ensimmäisen askelman selitysosuus vaihteli 11 prosentin (Cox & Snell) ja 18 prosentin (Nagelkerke) välillä. Toisella askelmalla malliin lisättiin esineiden nimeämistehtävä ($X^2(1) = 6.14$, $p < .05$). Voimakkain todennäköisyyskerroin oli lukumäärien osatehtävällä, joka vaihteli ensimmäisen askelman 2,5 ja toisen askelman 1,95 välillä. Tämä tarkoittaa sitä, että yhden keskihajonnan muutos nopean nimeämisen suoritusajassa kaksinkertaistaa lapsen riskin kuulua peruslaskutaidoltaan heikkojen ryhmään. Vastaavasti esineiden todennäköisyyskerroin oli 1,51.

Ensimmäisellä askeleella malli luokitteli oikein 97 prosenttia keskitasoisten tai hyvien laskijoiden ryhmästä ja 15 prosenttia heikkojen laskijoiden ryhmästä.

Toisella askelmalla vastaavat luvut olivat muiden laskijoiden osalta 98 prosenttia ja heikkojen laskijoiden 15 prosenttia. Näin ollen esineiden tehtävätyyppi ei parantanut mallin kykyä tunnistaa peruslaskusujuvuudeltaan heikkoja laskijoita. Mallin todennäköisyyden luokitusrajan (cut value) alentaminen ei merkittävästi muuttanut mallin herkkyyttä. Näin ollen perinteiset nimeämistehtävät tai lukumäärien nimeäminen eivät soveltuneet peruslaskusujuvuudeltaan eritasoisten laskijoiden tunnistamiseen. Muodostetun mallin herkkyyks ja tarkkuus olivat heikkoja.

4 POHDINTA

4.1 Tulosten tarkastelua

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää nopean nimeämisen eri tehtävätyyppien yhteyttä peruslaskutaidon sujuvuuteen. Ensimmäisenä tutkimuskysymyksenä selvitimme, kuinka nopean nimeämisen tehtävät, lukumäärien nimeämistehtävä ja peruslaskusujuvuus olivat yhteydessä toisiinsa. Toisena tutkimuskysymyksenä tarkastelimme perinteisten nopean nimeämisen tehtävien sekä lukumäärien nimeämistehtävän itsenäistä ja jaettua selitysosuutta peruslaskusujuvuuden vaihtelusta. Kolmantena tutkimuskysymyksenä havainnoimme nimeämistehtävien suoritusaikojen eroa peruslaskusujuvuudeltaan heikkojen ja muiden laskijoiden välillä. Neljäntenä tutkimuskysymyksenä tarkastelimme nopean nimeämisen tehtävätyyppien ja lukumäärien nimeämisen soveltuvuutta peruslaskusujuvuudeltaan heikkojen tutkittavien tunnistamiseen.

Nopean nimeämisen yhteydet peruslaskusujuvuuteen. Perinteisten nopean nimeämisen tehtävien ja peruslaskutaitojen sujuvuuden välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevät yhteydet. Vastaava tulos on esitetty aiemmissa tutkimuksissa, joissa eri nimeämistehtävät ovat olleet yhteydessä peruslaskutaidon kanssa (ks. esim. Cui ym., 2017; Waber ym. 2000; Koponen 2016; Georgiou ym., 2020). Tässä tutkimuksessa peruslaskusujuvuuden ja nimeämistehtävien suoritusaikojen välisten korrelaatioiden havaittiin olevan voimakkuudeltaan kohtalaisia. Korrelaatiot vastasivat voimakkuudeltaan aikaisempien tutkimusten tuloksia (Cui ym., 2017; Georgiou ym., 2020; Koponen ym., 2016). Tässä tutkimuksessa havaitut nopean nimeämisen ja matematiikan väliset yhteydet voivat selittyä sillä, kun matemaattista osaamista tarkasteltiin peruslaskusujuvuuden näkökulmasta. Peruslaskusujuvuus on Koposen ja kollegojen (2017) mukaan keskeisemmin yhteydessä nopeaan nimeämiseen kuin muut matematiikan taidon osa-alueet.

Tässä tutkimuksessa voimakkain yhteys ilmeni lukumäärien nimeämisen suoritusajan ja peruslaskusujuvuuden välillä. Vastaavasti Pauly kollegoineen

(2011) havaitsivat lukumäärien nimeämistehtävän korreloivan muita nimeämistehtäviä voimakkaammin peruslaskutaitojen kanssa. Lisäksi sarjallisessa muodossa esitettynä lukumäärien nimeämistehtävä korreloi voimakkaasti sekä alfanumeeristen että ei-alfanumeeristen osatehtävien kanssa, minkä vuoksi lukumäärien nimeämistehtävä voidaan luokitella osaksi nimeämistehtäviä. Täten neljän perinteisen nimeämistehtävän ja lukumäärien nimeämisen voidaan olettaa jakavan samoja ominaisuuksia ja mittaavan saman luonteista ilmiötä.

Nimeämistehtävien jaettu ja itsenäinen selitysosuus laskusujuvuudesta.

Toisena tutkimuskysymyksenä tarkastelimme nopean nimeämisen eri tehtävyytyyppien, lukumäärien nimeämisen ja peruslaskusujuvuuden välistä yhteyttä viiden eri regressiomallin avulla. Nopean nimeämisen ja lukumäärien nimeämisen tehtävät selittivät yhteensä 25 prosenttia peruslaskusujuvuuden vaihtelusta. Selityssastetta tarkastellessa tulokset vastasivat Koposen ja kollegojen (2016) havaitsemaa 21 prosentin selityssastetta. Tulosten perusteella voidaan tulkita nopean nimeämisen ja peruslaskusujuvuuden jakavan osin samoja ominaisuuksia. Näin ollen voisi olla perusteltua arvioida laskusujuvuuden yhteydessä lapsen nopean nimeämisen taitoja ja varmistua siitä, liittyvätkö haasteet keskeisesti eri ärsykkeiden sujuvaan tunnistamiseen vai johonkin muuhun laskusujuvuutta selittävään tekijään.

Regressiomalleissa havaittiin lukumäärien, esineiden ja kirjaimien nimeämistehtävien itsenäiset selitysosuudet peruslaskusujuvuuden vaihtelun selittäjänä, kun muut perinteiset nimeämistehtävät oli lisätty malliin aiemmalla askeleella. Lukumäärien nimeämistehtävä kasvatti mallin selitysosuutta 7.5 prosenttia. Kuitenkin kirjainten ja esineiden tehtävien selitysosuudet olivat matalia ($R^2 = 1-3\%$). Edellä kuvatun perusteella kirjainten ja esineiden nimeämistehtävillä ei ole voimakasta itsenäistä selitysosuutta peruslaskusujuvuuden vaihtelun selittäjänä, kun muiden perinteisten nimeämistehtävien jaettu vaihtelu on kontrolloitu. Aiemmissa tutkimuksissa havaitut selityssasteet olivat tässä tutkimuksessa kuvattuja selityssasteita korkeampia (ks. esim. Cui ym. 2017; Wise ym., 2008). Tulokset kuitenkin vastaavat Georgioun ja kollegoiden (2020) havaintoja alfanumeeristen ja ei-alfanumeeristen tehtävien tuomasta heikosta selitysosuuden

lisäyksestä matemaattisen osaamisen selittäjänä, kun toinen tehtävätyyppi oli kontrolloitu mallin edellisellä askelmalla.

Tuloksista on tulkittavissa, että nopean nimeämisen tehtävät sisältävät paljon yhteistä vaihtelua ja niiden voidaan tulkita mittaavan suureksi osaksi samaa ilmiötä. Näin ollen nopean nimeämisen eri tehtävillä voidaan arvioida samantyyppistä osaamista ja yksittäisellä nimeämistehtävällä saadaan tietoa nimeämisen sujuvuudesta. Koponen ja kollegat (2016) ehdottavat nopean nimeämisen yhteyden laskusujuvuuteen olevan tehtävätyypistä riippumatonta. Heidän mukaansa sujuva nimeäminen vaatii sekä symbolien että fonologisten ilmaisujen prosessointia, jolloin faktojen tuottaminen on nopeaa ja tarkkaa.

Tässä tutkimuksessa lukumäärien nimeämisen yhteys peruslaskusujuvuuteen oli perinteisiä nimeämistehtäviä voimakkaampi. Lukumäärien sujuvan nimeämisen ja peruslaskusujuvuuden yhteyttä voi selittää pienten lukumäärien prosessointikyvyn merkitys matemaattiselle osaamiselle (ks. esim. Dehaene, 1992; Landerl ym., 2009). Lukumäärien yksittäinen nimeäminen luokitellaan tyyppillisesti lukumääräisyyden tajun alataidoksi, mikä on puolestaan yksi matemaattisen osaamisen ydinosoamisalueista (Aunio & Räsänen, 2016). Lukumäärien nopea ja tarkka prosessointi on siis yhteydessä peruslaskusujuvuuteen, mikä mahdollisesti selittyy molempien vaatimuksesta faktojen automatisoituneeseen eli nopeaan ja tarkkaan prosessointiin. Lukumäärien tunnistamisessa keskiössä on määrän tunnistaminen ja nimeäminen, ei numerosymboli ja siihen rinnastettu lukusana. Näin ollen lukumäärien nimeäminen sisältää numeroiden tehtävätyyppiä keskeisempiä matemaattisen prosessoinnin osatekijöitä.

Tulosten mukaan numeroiden tai värien nimeämistehtävän suoritusajojen ei havaittu selittävän peruslaskusujuvuutta, kun muiden perinteisten nimeämistehtävien osuus oli huomioitu. Willburger kollegoineen (2008) ehdottavat, ettei numeroiden nimeämistehtävä sovellu tunnistamaan matemaattiselta osaamiseltaan eritasoisia tutkittavia. Heidän mukaansa numeroiden nimeäminen ei keskeisesti vaadi suuruuden prosessointia ja he ehdottavat, että matematiikan osaamisen perusteella heikommat lapset kykenevät tehtävässä yhdistämään nume-

rosymbolin sitä vastaavaan numerosanaan ilman suuruuden prosessointia. Lukumäärien sujuvassa nimeämisessä ehdotetaan korostuvan lukumäärän tunnistaminen (Jansen ym., 2014) ja sen yhdistäminen sitä vastaavaan numerosanaan. Tässä tutkimuksessa numeroiden suuruuden prosessoinnin voidaan olettaa selittävän havaittuja selitysasteiden eroja lukumäärien ja numeroiden nimeämistehtävissä. Arvioimalla pienten lukumäärien nimeämistä voidaan mahdollisesti saada tietoa heikon laskusujuvuuden taustalla olevista määrien ja niihin rinnastuvien nimikkeiden prosessoinnin haasteista. Voi olla, että yksi matemaattisia haasteita selittävä tekijä on pienten lukumäärien epätarkka tai hidas prosessointi.

Eritasoisten laskijoiden erot nimeämistehtävien suoritusajoissa. Varianssianalyseissa havaittiin, että peruslaskutaidon perusteella jaetut ryhmät erosivat tilastollisesti merkitsevästi nimeämistehtävien suoritusajoissa. Peruslaskusujuvuudeltaan heikot tutkittavat suoriutuivat muita tutkittavia hitaammin kaikissa nopean nimeämisen tehtävissä. Aiemmissä tutkimuksissa matemaattisten haasteiden on havaittu olevan yhteydessä kontrolliryhmää heikompaan suoriutumiseen nimeämistehtävissä (Landerl ym., 2004; Willburger ym., 2008). Näin ollen tulokset tukevat aikaisempia tutkimuksia matematiikan osaamisen perusteella jaettujen lasten suoriutumisen eroista nopean nimeämisen tehtävissä.

Aiempien tutkimusten perusteella oletettiin, että peruslaskusujuvuuden haasteet ovat osin päällekkäisiä lukusujuvuuden haasteiden kanssa (ks. esim. Jonyer ym., 2020; Koponen ym., 2018). Tämä oli havaittavissa myös tämän tutkimuksen tuloksissa, sillä laskusujuvuusryhmien suoritusajojen välisten erojen efektiivisyys heikentyi, kun lukusujuvuuden osuus huomioitiin. Samanaikaisesti ilmenevien matemaattisten ja lukutaidon haasteiden on havaittu olevan yhteydessä muita tutkittavia heikompaan suoriutumiseen nopean nimeämisen tehtävissä (Donker ym., 2016; Landerl ym., 2004; Willburger ym., 2008). Tutkimuksen tulosten perusteella voidaan siis todeta, että lasku- ja lukusujuvuus jakavat yhteistä vaihtelua, mutta lukusujuvuuden kontrolloiminen ei poista nopean nimeämisen ja peruslaskusujuvuuden välisen yhteyden merkitsevyyttä.

Tutkimuksessa havaittiin, että luku- ja laskusujavuuden kontrolloimisen jälkeen numeroiden nimeämistehtävän suoritusajoissa ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa eri laskusujavuusryhmien välillä. Tätä havaintoa selittävät mahdollisesti alfanumeeristen osatehtävien voimakkaampi yhteys lukemiseen (ks. esim. Araujo ym., 2015). Vastaavasti Mazzoccon ja Grimmin (2013) mukaan lapset, joilla oppimisvaikeudet ovat päällekkäisiä sekä matematiikassa että lukemisessa, suoriutuivat kontrolliryhmää heikommin kirjainten ja esineiden nimeämistehtävissä, mutta eivät numeroiden nopeassa nimeämisessä.

Peruslaskutaidoiltaan heikkojen laskijoiden suoritusajat erosivat voimakkaimmin muista tutkittavista lukumäärien nimeämistehtävässä. Eron efektikoko oli perinteisiä nimeämistehtäviä voimakkaampi. Lukumäärien nimeämistehtävän on havaittu erottelevan matematiikan osaamisen perusteella jaoteltuja ryhmiä (van der Sluis ym., 2004; Willburger ym., 2008) ja matematiikan haasteiden on havaittu olevan yhteydessä heikompaan lukumäärien tunnistamiseen (Schleifer & Landerl, 2011; Willburger ym., 2008; van der Sluis ym., 2004). Lisäksi lukumäärien prosessointia on esitetty merkittäväksi selittäjäksi matemaattisille haasteille (Dehaene, 1992; Landerl ym., 2009). Edellä kuvatun perusteella numeroiden suuruuden prosessointiin keskittyvät haasteet voivat selittää tässä tutkimuksessa saatuja tuloksia lukumäärien nimeämisen muita nimeämistehtäviä vahvemman yhteydestä peruslaskusujavuuteen. Kuitenkin ryhmien välisiä tehtäväkohtaisia efektikokoja tarkastellessa voidaan havaita niiden olevan nopean nimeämisen tehtävien osalta kohtalaisia tai heikkoja.

Koponen ja kollegat (2016, 2020) ehdottavat, että luku- ja laskutaidon sujuvuus on rinnasteinen peräkkäisten ilmaisujen automatisoitumiseen. Laskusujavuus vaatii lukujen, lukumäärien ja yleisten laskutoimitusten sujuvaa mieleenpalauttamista. Aritmeettisten faktojen mieleenpalauttaminen on epätarkempaa lapsilla, joilla on haasteita sekä lukemisessa että matematiikassa verrattuna lapsiin, joilla haasteita on ainoastaan lukemisessa, matematiikassa tai ei kummassakaan osa-alueessa (Hanich ym., 2001). Vastaavasti Geary kollegoineen (2012) ha-

vaitsivat, että matemaattiset haasteet ovat yhteydessä faktojen epätarkkaan ja hitaampaan prosessointiin. Näin ollen nopean nimeämisen yhteys peruslaskusujuvuuteen on mahdollisesti linkittynyt sujuvaan faktojen mieleenpalauttamiseen.

Heikkojen laskijoiden tunnistaminen. Aiemmassa tutkimuksessa on havaittu, että nimeämistehtävissä suoriutuminen ennustaa tutkittavan myöhempää riskiä oppimisvaikeuksille (ks. Georgiou ym., 2011). Tässä tutkimuksessa ilmeni, että lukumäärien ja esineiden nimeämistehtävien suoritusajat eivät luokitelleet tutkittavia yksiselitteisesti peruslaskusujuvuudeltaan heikkojen tai muiden laskijoiden ryhmiin. Näin ollen eri nimeämistehtävien ja lukumäärien nimeämisen suoriutumisen perusteella ei voida luotettavasti tunnistaa heikkoja laskijoita. Tuloksista voidaan tulkita, että heikko suoriutuminen nimeämistehtävissä ei yksiselitteisesti kasvata tutkittavan riskiä olla peruslaskusujuvuudeltaan heikko. Toisin sanoen heikkojen nimeäjien joukossa on tutkittavia, joiden peruslaskusujuvuus on hyvää tai keskitasoista. Aikaisemmin kuvatun mukaisesti heikko laskusujuvuus on yhteydessä heikompaan suoriutumiseen nimeämistehtävissä, mutta nimeämistehtävissä suoriutumista ei voida käyttää heikkojen laskijoiden tunnistamisessa.

4.2 Tutkimuksen luotettavuus ja jatkotutkimusehdotukset

Tutkimuksen tavoitteena oli tarkastella nopean nimeämisen eri tehtävätyyppien ja lukumäärien nimeämisen välisiä korrelaatioita ja kyseisten nimeämistehtävien suoritusajojen yhteyksiä peruslaskutaidon sujuvuuteen. Tehtävätyyppieihin keskittyvää tarkastelua on tehty vähän ja tarkastelu on pääosin kiinnittynyt yhteen tai kahteen nimeämistehtävään. Samoin aiemmin toteutetut tutkimukset ovat keskittyneet alkuopetusikäisiin lapsiin. Lisäksi lukumäärien nimeämistehtävää on aiemmin käsitelty osana nopean nimeämisen tehtäviä vain muutamissa tutkimuksissa (Cui ym. 2017; Pauly ym. 2011; van der Sluis ym. 2004; Willburger ym. 2008).

Tutkimuksen luotettavuutta tukee aineiston suurehko otoskoko. Lisäksi tutkimuksen aineisto on valikoitu satunnaisotannalla, jolloin tutkittavat ovat eri

paikkakunnilta ja erilaisista taustoista. Kuitenkin tutkimukseen valikoituivat ainoastaan tutkimusluvan saaneet lapset, jolloin otanta on mahdollisesti osin valikoitunut. Aineistonkeruu toteutettiin kouluympäristössä, minkä vuoksi testitilanteissa on voinut ilmetä häiriöitä, kuten taustamelua. Arvioinnit toteutettiin koulun henkilöstön toimesta. Arviointien luotettavuuden parantamiseksi hankkeen työntekijät tarkistivat tehtävien pisteytyksen myöhemmin äänitallenteelta.

Aineiston analyysin näkökulmasta tutkimuksessa käytetyt mittarit ovat tutkimuskäyttöön suunniteltuja, mikä lisää niiden luotettavuutta. Muodostettujen summamuuttujien luotettavuutta kuvastivat niiden korkeat reliabiliteettikertoimet. Toisaalta analyysissämme käytetyt muuttujat eivät täysin noudattaneet normaalijakaumaa. Erityisesti varianssianalyysissä tuloksia oli tulkittava jakaumaoletuksen toteutumattomuus huomioiden. Tuloksien tarkastelussa hyödynsimme Pillai's Trace -testiä luotettavuuden parantamiseksi (ks. esim. Tabanich & Fidell, 2014).

Osatehtävittäin alfanumeeristen ja ei-alfanumeeristen tehtävätyyppejä on mahdollista tulkita multikollinearisiksi. Multikollinearisuuden rajaksi voidaan määrittää .7 ylittävät korrelaatiot (Meyers, Gamst & Guarino, 2016). Tässä tutkimuksessa osatehtävien tarkastelun tavoitteena oli nostaa esiin nimeämistehtävien eroja, minkä vuoksi voimakkaasti korreloivat nimeämistehtävät sisällytettiin samanaikaisesti analyysiin. On huomioitava, että regressioanalyysit ovat herkkiä selitettävien muuttujien välisille voimakkaille korrelaatioille (Metsämuuronen 2011). Regressioanalyysissä muuttujien välinen voimakas korrelaatio voi aiheuttaa muutoksia muuttujien regressiokertoimiin ja selittävyteen (Pedhazur, 1997, 295; Tabanich & Fidell, 2014).

Käytimme peruslaskusujuvuuden jaottelussa katkaisurajana yhden keskihajonnan eroavaisuutta luokka-asteen keskiarvosta. Tämä aiheuttaa ilmiön, jossa heikkojen ja muiden laskijoiden välinen raja on näennäinen ja mekaanisesti muodostettu. Metsämuurosen (2011) mukaan vertailuasetelman hyödyntäminen poikittaisaineistossa on teennäistä silloin, kun vertailtavat ryhmät muodostetaan alkuperäisestä joukosta. Logistisen regressioanalyysin näkökulmasta jatkuvan muuttujan luokittelu kaksiluokkaiseksi osittain rajaa muuttujan kuvaamaa

ilmiötä. Lisäksi peruslaskusujuvuusryhmien jaottelussa ei käytetty puskurialuetta, jolloin ryhmien välille olisi luotu selkeämpi erottelu. Kyseinen ryhmittely perustui ainoastaan peruslaskusujuvuuden mittariin, jolloin laajempaa matemaattisen osaamisen tarkastelua ei toteutettu.

Jatkotutkimusehdotukset. Nopean nimeämisen suoritusajkoja tulkittaessa on syytä ottaa huomioon, etteivät nimeämistehtävien suoritusajat soveltuneet peruslaskusujuvuudeltaan heikkojen laskijoiden tunnistamiseen. Kyseistä ilmiötä olisi merkityksellistä tarkastella pitkittäisaineistolla, sillä aiemmissa tutkimuksissa on havaittu eri nimeämistehtävien soveltuvuus matemaattisen taitotason ennustamiseen (ks. esim. Georgiou ym., 2020; Koponen ym., 2016) ja lukutaidon vaihtelua (ks. esim. Georgiou ym., 2011).

Nopean nimeämisen ja peruslaskusujuvuuden yhteyksien näkökulmasta olisi merkityksellistä tarkastella näiden välisen yhteyden tarkempia taustatekijöitä. Aikaisemmassa tutkimuskirjallisuudessa yhteyden taustalle on ehdotettu erilaisia prosesseja. Kuitenkin näiden taustaprosessien kattavampi empirinen tarkastelu olisi perusteltua. Lisäksi tässä tutkimuksessa ei tarkasteltu muiden taustatekijöiden, kuten tarkkaavaisuuden osuutta. Aiemmassa tutkimuksessa on saatu viitteitä tarkkaavuuden roolista nimeämistehtävissä suoriutumiseen (ks. esim. de Jong & van den Boer, 2021). Jatkotutkimuksen näkökulmasta olisi merkityksellistä tarkastella tarkkaavuuden, nopean nimeämisen ja peruslaskusujuvuuden välisiä yhteyksiä.

Tämän tutkimuksen tulosten mukaan lukumäärien sujuvaa nimeämistä olisi perusteltua arvioida osana nopean nimeämisen tehtäviä. Lisäksi lukumäärien nimeämistehtävää tulisi tarkastella suhteessa numeroiden nimeämistehtävään ja selvittää kyseisten tehtävätyyppien eroja ja yhteneväisyyksiä eri ikävaiheissa. Lisäksi varhaisen lukumäärien nimeämisen yhteyttä myöhempään peruslaskusujuvuuteen olisi mielenkiintoista tarkastella pitkittäisasetelmalla.

LÄHTEET

- Ahonen, T., Tuovinen, S. & Leppäsaari, T. (1999). Nopean sarjallisen nimeämisen testi. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.
- Araújo, S., Reis, A., Petersson, K. M., & Faísca, L. (2015). Rapid automatized naming and reading performance: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 107(3), 868–883. <https://doi.org/10.1037/edu0000006>
- Ashkenazi, S., Mark-Zigdon, N., & Henik, A. (2013). Do subitizing deficits in developmental dyscalculia involve pattern recognition weakness? *Developmental Science*, 16(1), 35–46. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2012.01190.x>
- Aunio, P., & Räsänen, P. (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*, 24(5), 684–704. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2014.996424>
- Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M.-K., & Nurmi, J.-E. (2004). Developmental Dynamics of Math Performance From Preschool to Grade 2. *Journal of Educational Psychology*, 96(4), 699–713. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.96.4.699>
- Barrouillet, P., Mignon, M., & Thevenot, C. (2008). Strategies in subtraction problem solving in children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 99(4), 233–251. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2007.12.001>
- Benoit, L., Lehalle, H., & Jouen, F. (2004). Do young children acquire number words through subitizing or counting? *Cognitive Development*, 19(3), 291–307. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2004.03.005>
- Berg, S., Poutanen, M., Kangas, T., Peltomaa, K., Korkman, M., Lahti-Nuuttila, P., & Hokkanen, L. (2014). Eri nimeämistaitojen yhteys myöhempiin lukitaitoihin. *Psykologia* 49, 41–63. <http://elektra.helsinki.fi/se/p/0355-1067/49/1/erinimea.pdf>

- Bowey, J. A., McGuigan, M., & Ruschena, A. (2005). On the association between serial naming speed for letters and digits and word-reading skill: Towards a developmental account. *Journal of Research in Reading, 28*(4), 400–422.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-9817.2005.00278.x>
- Carr, M., & Alexeev, N. (2011). Fluency, accuracy, and gender predict developmental trajectories of arithmetic strategies. *Journal of Educational Psychology, 103*(3), 617–631. <https://doi.org/10.1037/a0023864>
- 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.
<https://doi.org/10.1080/87565640801982387>
- Cui, J., Georgiou, G. K., Zhang, Y., Li, Y., Shu, H., & Zhou, X. (2017). Examining the relationship between rapid automatized naming and arithmetic fluency in Chinese kindergarten children. *Journal of Experimental Child Psychology, 154*, 146–163. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.10.008>
- Cummine, J., Szepesvari, E., Chouinard, B., Hanif, W. & Georgiou, G. K. (2014). A functional investigation of RAN letters, digits, and objects: How similar are they? *Behavioural brain research, 275*, 157-165.
<https://doi.org/10.1016/j.bbr.2014.08.038>
- Dehaene, S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition, 44*(1), 1-42.
[https://doi.org/10.1016/0010-0277\(92\)90049-N](https://doi.org/10.1016/0010-0277(92)90049-N)
- de Jong, P. F., & van den Boer, M. (2021). The relation of visual attention span with serial and discrete rapid automatized naming and reading. *Journal of Experimental Child Psychology, 207*, Article 105093.
<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2021.105093>.
- Denckla, M. B. (1972). Performance on Color Tasks in Kindergarten Children. *Cortex, 8*(2), 177–190. [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(72\)80017-0](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(72)80017-0)
- Denckla, M. B., & Cutting, L. E. (1999). History and significance of rapid automatized naming. *Annals of Dyslexia, 49*(1), 29–42.
<https://doi.org/10.1007/s11881-999-0018-9>

- Denckla, M. B., & Rudel, R. (1974). Rapid "Automatized" Naming of Pictured Objects, Colors, Letters and Numbers by Normal Children. *Cortex*, 10(2), 186-202. [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(74\)80009-2](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(74)80009-2)
- Denckla, M. B., & Rudel, R. G. (1976). Rapid 'automatized' naming (R.A.N.): Dyslexia differentiated from other learning disabilities. *Neuropsychologia*, 14(4), 471-479. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(76\)90075-0](https://doi.org/10.1016/0028-3932(76)90075-0)
- Donker, M., Kroesbergen, E., Slot, E., Van Viersen, S., & De Bree, E. (2016). Alphanumeric and non-alphanumeric Rapid Automatized Naming in children with reading and/or spelling difficulties and mathematical difficulties. *Learning and Individual Differences*, 47, 80-87. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2015.12.011>
- Egeth, H. E., Leonard, C. J., & Palomares, M. (2008). The role of attention in subitizing: Is the magical number 1? *Visual Cognition*, 16(4), 463-473. <https://doi.org/10.1080/13506280801937939>
- Escobar, J.-P., Porflitt, F., & Ceric, F. (2021). Evaluating the rapid automatized naming and arithmetical fluency relationship in Chilean first grade students. *Educational Psychology*, 41(6), 730-747. <https://doi.org/10.1080/01443410.2021.1900545>
- Fuchs, L. S., Compton, D. L., Fuchs, D., Paulsen, K., Bryant, J. D., & Hamlett, C. L. (2005). The Prevention, Identification, and Cognitive Determinants of Math Difficulty. *Journal of Educational Psychology*, 97(3), 493-513. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.97.3.493>
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Compton, D. L., Powell, S. R., Seethaler, P. M., Capizzi, A. M., Schatschneider, C., & Fletcher, J. M. (2006). The cognitive correlates of third-grade skill in arithmetic, algorithmic computation, and arithmetic word problems. *Journal of Educational Psychology*, 98(1), 29-43. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.98.1.29>
- Geary, D. C. (2000). From infancy to adulthood: The development of numerical abilities. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 9(2), S11-S16. <https://doi.org/10.1007/s007870070004>

- Geary, D. C. (2011). Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: A 5-year longitudinal study. *Developmental Psychology, 47*(6), 1539–1552. <https://doi.org/10.1037/a0025510>
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Nugent, L., & Bailey, D. H. (2012). Mathematical cognition deficits in children with learning disabilities and persistent low achievement: A five-year prospective study. *Journal of Educational Psychology, 104*(1), 206–223. <https://doi.org/10.1037/a0025398>
- Georgiou, G. K., Ghazyani, R., & Parrila, R. (2018). Are RAN deficits in university students with dyslexia due to defective lexical access, impaired anchoring, or slow articulation? *Annals of Dyslexia, 68*(2), 85–103. <https://doi.org/10.1007/s11881-018-0156-z>
- Georgiou, G. K., Parrila, R., Manolitsis, G., & Kirby, J. R. (2011). Examining the Importance of Assessing Rapid Automated Naming (RAN) for the Identification of Children with Reading Difficulties. *Learning Disabilities, 9*(2), 5–26.
- Georgiou, G. K., Tziraki, N., Manolitsis, 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*(3), 481–496. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2013.01.004>
- Georgiou, G. K., Wei, W., Inoue, T., & Deng, C. (2020). Are the relations of rapid automatized naming with reading and mathematics accuracy and fluency bidirectional? Evidence from a 5-year longitudinal study with Chinese children. *Journal of Educational Psychology, 112*(8), 1506–1520. <https://doi.org/10.1037/edu0000452>
- Gogate, L. J., Bolzani, L. H., & Betancourt, E. A. (2006). Attention to Maternal Multimodal Naming by 6- to 8-Month-Old Infants and Learning of Word-Object Relations. *Infancy, 9*(3), 259–288. https://doi.org/10.1207/s15327078in0903_1

- Hanich, L. B., Jordan, N. C., Kaplan, D., & Dick, J. (2001). Performance across different areas of mathematical cognition in children with learning difficulties. *Journal of Educational Psychology, 93*(3), 615–626.
<https://doi.org/10.1037/0022-0663.93.3.615>
- 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 Longitudinal Study from Second to Fifth Grades. *Journal of Experimental Child Psychology, 79*(2), 192–227. <https://doi.org/10.1006/jecp.2000.2586>
- Heikkilä, R., Torppa, M., Aro, M., Närhi, V., & Ahonen, T. (2015). Double-Deficit Hypothesis in a Clinical Sample: Extension Beyond Reading. *Journal of Learning Disabilities, 49*(5), 546-560. <https://doi.org/10.1177/0022219415572895>
- Heikkilä, R., Korpivaara, P., Kettunen, A., Salmi, P., Nivala, A.-B., & Richardsson, U. (valmisteilla). AKI - Luku- ja kirjoitustaidon arviointimenetelmä luokille 3-6. Yksilöarviointi ja kehittymisen seuranta. Niilo Mäki Instituutti.
- Heikkilä, R., Salmi, P., Korpivaara, P., Torppa, M., Aro, M., & Ahonen, T. (valmisteilla). Nopean nimeämisen testi - RAN. Niilo Mäki Instituutti.
- Jansen, B. R. J., Hofman, A. D., Straatemeier, M., van Bers, B. M. C. W., Raijmakers, M. E. J. & van der Maas, H. L. J. (2014). The role of pattern recognition in children's exact enumeration of small numbers. *British journal of developmental psychology, 32*(2), 178-194.
<https://doi.org/10.1111/bjdp.12032>
- Joyner, R. E., & Wagner, R. K. (2020). Co-Occurrence of Reading Disabilities and Math Disabilities: A Meta-Analysis. *Scientific Studies of Reading, 24*(1), 14–22. <https://doi.org/10.1080/10888438.2019.1593420>
- Katzin, N., Cohen, Z. Z., & Henik, A. (2019). If it looks, sounds, or feels like subitizing, is it subitizing? A modulated definition of subitizing. *Psychonomic Bulletin & Review, 26*(3), 790–797.
<https://doi.org/10.3758/s13423-018-1556-0>

- Kaufman, E. L., Lord, M. W., Reese, T. W., & Volkman, J. (1949). The Discrimination of Visual Number. *The American Journal of Psychology*, 62(4), 498. <https://doi.org/10.2307/1418556>
- Kleemans, T., Segers, E., & Verhoeven, L. (2012). Naming speed as a clinical marker in predicting basic calculation skills in children with specific language impairment. *Research in Developmental Disabilities*, 33(3), 882–889. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.12.007>
- Knudsen, B., Fischer, M. H., Henning, A., & Aschersleben, G. (2015). The Development of Arabic Digit Knowledge in 4- to 7-Year-Old Children. *Journal of Numerical Cognition*, 1(1), 21-37. <https://doi.org/10.5964/jnc.v1i1.4>
- Koponen, T., Aro, M., Poikkeus, A.-M., Niemi, P., Lerkkanen, M.-K., Ahonen, T., & Nurmi, J.-E. (2018). Comorbid Fluency Difficulties in Reading and Math: Longitudinal Stability Across Early Grades. *Exceptional Children*, 84(3), 298–311. <https://doi.org/10.1177/0014402918756269>
- 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), 220–241. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2007.03.001>
- Koponen, T., Eklund, K., Heikkilä, R., Salminen, J., Fuchs, L., Fuchs, D., & Aro, M. (2020). Cognitive Correlates of the Covariance in Reading and Arithmetic Fluency: Importance of Serial Retrieval Fluency. *Child Development*, 91(4), 1063–1080. <https://doi.org/10.1111/cdev.13287>
- Koponen, T., Georgiou, G., Salmi, P., Leskinen, M., & Aro, M. (2017). A meta-analysis of the relation between RAN and mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 109(7), 977–992. <https://doi.org/10.1037/edu0000182>
- Koponen, T., & Mononen, R. 2010a. The 2-minute addition fluency test. Julkaisematon testimateriaali. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.
- Koponen, T., & Mononen, R. 2010b. The 2-minute subtraction fluency test. Julkaisematon testimateriaali. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.

- 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. <https://doi.org/10.1037/a0029285>
- 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, 44–45*, 83–94. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2016.02.004>
- Korpiää, H., Moll, K., Aunola, K., Tolvanen, A., Koponen, T., Aro, M., & Lerkkanen, M.-K. (2020). Early Cognitive Profiles Predicting Reading and Arithmetic Skills in Grades 1 and 7. *Contemporary Educational Psychology, 60*, Article 101830. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101830>
- Landerl, K., Bevan, A., & Butterworth, B. (2004). Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: A study of 8–9-year-old students. *Cognition, 93*(2), 99–125. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2003.11.004>
- 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*(3), 309–324. <https://doi.org/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. <https://doi.org/10.1177/0022219408321126>
- 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. <https://doi.org/10.1177/0022219413477475>
- Metsämuuronen, J. (2011). Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä, E-kirja. International Methelp, Booky.

- Meyer, M. L., Salimpoor, V. N., Wu, S. S., Geary, D. C., & Menon, V. (2010). Differential contribution of specific working memory components to mathematics achievement in 2nd and 3rd graders. *Learning and Individual Differences, 20*(2), 101–109. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.08.004>
- Moll, K., Göbel, S. M., & Snowling, M. J. (2015). Basic number processing in children with specific learning disorders: Comorbidity of reading and mathematics disorders. *Child Neuropsychology, 21*(3), 399–417. <https://doi.org/10.1080/09297049.2014.899570>
- Narhi, V., Ahonen, T., Aro, M., Leppasaari, T., Korhonen, T., Tolvanen, A., & Lyytinen, H. (2005). Rapid serial naming: Relations between different stimuli and neuropsychological factors. *Brain and Language, 92*(1), 45–57. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2004.05.004>
- Navarro, J. I., Aguilar, M., Alcalde, C., Ruiz, G., Marchena, E., & Menacho, I. (2011). Inhibitory Processes, Working Memory, Phonological Awareness, Naming Speed, and Early Arithmetic Achievement. *The Spanish Journal of Psychology, 14*(2), 580–588. https://doi.org/10.5209/rev_SJOP.2011.v14.n2.6
- O'Brien R. M. (2007). A Caution Regarding Rules of Thumb for Variance Inflation Factors. *Quality & Quantity, 41*, 673–690.
- Parrila, R., Kirby, J. R., & McQuarrie, L. (2004). Articulation Rate, Naming Speed, Verbal Short-Term Memory, and Phonological Awareness: Longitudinal Predictors of Early Reading Development? *Scientific Studies of Reading, 8*(1), 3–26. https://doi.org/10.1207/s1532799xssr0801_2
- Pauly, H., Linkersdörfer, J., Lindberg, S., Woerner, W., Hasselhorn, M., & Lonnemann, J. (2011). Domain-specific Rapid Automated Naming deficits in children at risk for learning disabilities. *Journal of Neurolinguistics, 24*(5), 602–610. <https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2011.02.002>
- Pedhazur, E. J. (1997). Multiple regression in behavioral research: Explanation and prediction (3rd edition.). Harcourt Brace College Publishers.

- Purpura, D. J., Baroody, A. J., & Lonigan, C. J. (2013). The transition from informal to formal mathematical knowledge: Mediation by numeral knowledge. *Journal of Educational Psychology, 105*(2), 453–464.
<https://doi.org/10.1037/a0031753>
- Railo, H., Koivisto, M., Revonsuo, A., & Hannula, M. M. (2008). The role of attention in subitizing. *Cognition, 107*(1), 82–104.
<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2007.08.004>
- Ryan, M., Jacobson, L. A., Hague, C., Bellows, A., Denckla, M. B., & Mahone, E. M. (2017). Rapid automatized naming (RAN) in children with ADHD: An ex-Gaussian analysis. *Child Neuropsychology, 23*(5), 571–587.
<https://doi.org/10.1080/09297049.2016.1172560>
- Salmi, P. (2008). *Nimeäminen ja lukemisoaikeus. Kehityksen ja kuntoutuksen näkökulma*. Jyväskylä Studies in Education, Psychology and Social Research 345. Väitöskirja. Psykologian laitos, Jyväskylän yliopisto.
- Schleifer, P., & Landerl, K. (2011). Subitizing and counting in typical and atypical development: Subitizing and counting. *Developmental Science, 14*(2), 280–291. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2010.00976.x>
- Siegler, R. S., Duncan, G. J., Davis-Kean, P. E., Duckworth, K., Claessens, A., Engel, M., Susperreguy, M. I., & Chen, M. (2012). Early Predictors of High School Mathematics Achievement. *Psychological Science, 23*(7), 691–697.
<https://doi.org/10.1177/0956797612440101>
- Smedt, B. D., & Boets, B. (2010). Phonological processing and arithmetic fact retrieval: Evidence from developmental dyslexia. *Neuropsychologia, 48*(14), 3973–3981. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.10.018>
- Song, S., Georgiou, G. K., Su, M., & Hua, S. (2016). How Well Do Phonological Awareness and Rapid Automatized Naming Correlate With Chinese Reading Accuracy and Fluency? A Meta-Analysis. *Scientific Studies of Reading, 20*(2), 99–123. <https://doi.org/10.1080/10888438.2015.1088543>

- Swanson, H. L., Trainin, G., Necochea, D. M., & Hammill, D. D. (2003). Rapid Naming, Phonological Awareness, and Reading: A Meta-Analysis of the Correlation Evidence. *Review of Educational Research*, 73(4), 407–440.
<https://doi.org/10.3102/00346543073004407>
- Swanson, H. L. (2011). Working memory, attention, and mathematical problem solving: A longitudinal study of elementary school children. *Journal of Educational Psychology*, 103(4), 821–837. <https://doi.org/10.1037/a0025114>
- Tabachnick, B., & Fidell, L. (2014). *Using Multivariate Statistics* (6th edition), E-kirja. Pearson New International Edition. Pearson Education.
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. (2012). Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje 2012. Helsinki: Tutkimuseettinen neuvottelukunta.
https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf
- Träff, U., Olsson, L., Skagerlund, K., & Östergren, R. (2018). Cognitive mechanisms underlying third graders' arithmetic skills: Expanding the pathways to mathematics model. *Journal of Experimental Child Psychology*, 167, 369–387. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.11.010>
- van den bos, K. P., Zijlstra, B. J. H., & lutje Spelberg, H. C. (2002). Life-Span Data on Continuous-Naming Speeds of Numbers, Letters, Colors, and Pictured Objects, and Word-Reading Speed. *Scientific Studies of Reading*, 6(1), 25–49. https://doi.org/10.1207/S1532799XSSR0601_02
- van der Sluis, S., de Jong, P. F., & Leij, A. van der. (2004). Inhibition and shifting in children with learning deficits in arithmetic and reading. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87(3), 239–266.
<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2003.12.002>
- Vanbinst, K., Ceulemans, E., Ghesquière, P., & De Smedt, B. (2015). Profiles of children's arithmetic fact development: A model-based clustering approach. *Journal of Experimental Child Psychology*, 133, 29–46.
<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.01.003>

- von Aster, M. G., & Shalev, R. S. (2007). Number development and developmental dyscalculia. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49(11), 868–873. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.00868.x>
- Vukovic, R. K., & Siegel, L. S. (2010). Academic and Cognitive Characteristics of Persistent Mathematics Difficulty from First Through Fourth Grade. *Learning Disabilities Research & Practice*, 25(1), 25–38. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5826.2009.00298.x>
- 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(4), 251–261. <https://doi.org/10.1076/chin.6.4.251.3137>
- Willburger, E., Fussenegger, B., Moll, K., Wood, G., & Landerl, K. (2008). Naming speed in dyslexia and dyscalculia. *Learning and Individual Differences*, 18(2), 224–236. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2008.01.003>
- Willcutt, E. G., Petrill, S. A., Wu, S., Boada, R., DeFries, J. C., Olson, R. K., & Pennington, B. F. (2013). Comorbidity Between Reading Disability and Math Disability: Concurrent Psychopathology, Functional Impairment, and Neuropsychological Functioning. *Journal of Learning Disabilities*, 46(6), 500–516. <https://doi.org/10.1177/0022219413477476>
- Wise, J. C., Pae, H. K., Wolfe, C. B., Sevcik, R. A., Morris, R. D., Lovett, M., & Wolf, M. (2008). Phonological Awareness and Rapid Naming Skills of Children with Reading Disabilities and Children with Reading Disabilities Who Are At Risk for Mathematics Difficulties. *Learning Disabilities Research & Practice*, 23(3), 125–136. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5826.2008.00270.x>
- Wolf, M. (1986). Rapid alternating stimulus naming in the developmental dyslexias. *Brain and Language*, 27(2), 360–379. [https://doi.org/10.1016/0093-934X\(86\)90025-8](https://doi.org/10.1016/0093-934X(86)90025-8)

- Wolf, M., Bowers, P. G., & Biddle, K. (2000). Naming-Speed Processes, Timing, and Reading: A Conceptual Review. *Journal of Learning Disabilities, 33*(4), 387–407. <https://doi.org/10.1177/002221940003300409>
- Xu, C., & LeFevre, J. (2021). Children's Knowledge of Symbolic Number in Grades 1 and 2: Integration of Associations. *Child Development, 92*(3), 1099–1117. <https://doi.org/10.1111/cdev.13473>
- Zhang, X., Räsänen, P., Koponen, T., Aunola, K., Lerkkanen, M., & Nurmi, J. (2020). Early Cognitive Precursors of Children's Mathematics Learning Disability and Persistent Low Achievement: A 5-Year Longitudinal Study. *Child Development, 91*(1), 7–27. <https://doi.org/10.1111/cdev.13123>
- Zhang, X., Räsänen, P., Koponen, T., Aunola, K., Lerkkanen, M.-K., & Nurmi, J.-E. (2017). Knowing, applying, and reasoning about arithmetic: Roles of domain-general and numerical skills in multiple domains of arithmetic learning. *Developmental Psychology, 53*(12), 2304–2318. <https://doi.org/10.1037/dev0000432>
- Åvall, M., Wolff, U., & Gustafsson, J. (2019). Rapid automatized naming in a developmental perspective between ages 4 and 10. *Dyslexia, 25*(4), 360–373. <https://doi.org/10.1002/dys.1631>