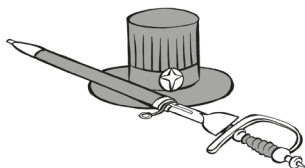


Jonna Salminen



## Matematiikan oppimisvaikeudet: riskin tunnistaminen ja varhaisen tuen vaste

Jonna Salmisen psykologian väitöskirja "Response to Computer-Assisted Intervention in Children Most at Risk for Mathematics Difficulties" tarkastettiin Jyväskylän yliopiston kasvatustieteellisessä tiedekunnassa 12. joulukuuta 2015. Vastaväittäjänä toimi akatemiaprofessori Erno Lehtinen Turun yliopistosta ja kustoksena professori Mikko Aro Jyväskylän yliopistosta.

Jonna Salmisen psykologian väitöskirja "Response to Computer-Assisted Intervention in Children Most at Risk for Mathematics Difficulties" tarkastettiin Jyväskylän yliopiston kasvatustieteellisessä tiedekunnassa 12. joulukuuta 2015. Vastaväittäjänä toimi akatemiaprofessori Erno Lehtinen Turun yliopistosta ja kustoksena professori Mikko Aro Jyväskylän yliopistosta.

Matematiikan oppimisvaikeus määritellään vaikeutena oppia perustaitoja kuten yhteen-, vähennys-, kerto- ja jakolaskuja riippumatta annetusta, tarkoituksenmukaisesta opetuksesta. Tyypillisesti vaikeudet

näkyvät selkeästi hitaana, epätarkkana ja jatkuvasti työläänä laskutehtävien suorittamisena (DSM-5 – APA, 2013; WHO, 2015, ICD-10).

Olemme jo jonkin aikaa tienneet, että lasten varhaiset numeeriset taidot ennustavat voimakkaasti myöhemmin opittavia matematiikan perustaitoja. Ero hyvien ja heikkojen osaajien välillä vain kasvaa siirtäessä esiopetuksesta kouluun (esim. Aunola, Leskinen, Lerkkanen & Nurmi, 2004). Lisäksi olemme tienneet, että vaikeudet matematiikan osaamisessa ovat suhteellisen pysyviä ja ne voivat vaikuttaa lapsen koko koulupolkuun, mikäli vaikeuksiin ei saada riittävää tukea. Matematiikan oppimisen vaikeuksien on myös osoitettu olevan yhteydessä riskiin jäädä ilman ammattiin johtavaa jatkokoulutusta, mikä puolestaan lisää riskiä syrjäytymiseen yhteiskunnasta. Lienee siis selvää, että matematiikan taitojen kehityksen ja oppimisen tukeminen sekä vaikeuksien ennaltaehkäiseminen ovat erittäin tärkeitä.

Matematiikan oppimisvaikeudet voivat johtua monista syistä, ja nämä syyt voivat vaihdella yksilöittäin (mm. Dehaene, 2011; Geary, 2004, 2011; Kaufmann ym., 2013; Moll, Snowling, Göbel & Hulme, 2015; Rubinsten & Henik, 2009). Taitojen kehitykseen ja oppimiseen vaikuttavat 1) biologiset tekijät eli geeniperimä ja neurokognitiiviset tekijät, 2) ympäristötekijät, kuten turvallinen ja kannustava kotiympäristö sekä varhainen kielellinen ja numeraalinen virikkeellisyys, sekä 3) yleiset kykytekijät kuten työmuistikapasiteetti ja sujuva asioiden prosessointikyky sekä oman toiminnan ohjaus eli se, kuinka lapsi itse ohjaa omaa toimintaansa oppimisprosessin aikana: kuinka hän muokkaa, korjaa ja muuttaa tekemiään valintoja ja käyttämiään ratkaisustrategioita. Myös 4) tarkkaavuuden säätely, motivaatio ja käsitkset omista kyvyistä vaikuttavat lapsen oppimiseen. Luonnollisesti lapsen 5) matemaattisten taitojen hallinnan taso sekä 6) oppimiskapasiteetti ovat keskeiset esi- ja alkuopetuksessa havainnoitavat ja tuettavat oppimiseen vaikuttavat tekijät.

Perusopetuslain mukaan jokaisella lapsella on oikeus saada riittävää oppimisen ja koulunkäynnin tukea heti tuen tarpeen ilmetessä (pykälä 30). Tämän lisäksi lapsella on oikeus saada tukiopetusta tai osa-aikaista erityisopetusta, mikäli hän on tilapäisesti jäänyt jälkeen opinnoissaan (pykälä 16). Mikäli lapsi tarvitsee säännöllistä tukea, hänellä on oikeus tehostettuun tukeen (16a). Tuen tehostaminen tarkoittaa intensiivisyyden lisääntymistä ja tuen kohdentamista enemmän lapsen yksilöllisiin tarpeisiin. Mikäli lapsi tarvitsee täysin yksilöllistettyä oppimissuunnitelmaa tai henkilökohtaista opetuksen järjestämistä koskevaa suunnitelmaa (HOJKS), lapselle

tulee tarjota erityistä tukea (17). Tämä tarkoittaa sitä, että opetussuunnitelman ohjeellisista tavoitteista luovutaan ja lapselle suunnitellaan yksilöllinen oppimispolku joko yhdessä tai useammassa oppiaineessa tai sitten opetus järjestetään kokonaan toiminta-alueittain.

Nämä vuonna 2010 voimaan astuneet muutokset perusopetuslaissa ovat synnyttäneet tarpeen kehittää luotettavia välineitä varhaisen tuen tarpeen tunnistamiseen, taitojen kehityksen seurantaan sekä niiden tukemiseen. Opetus- ja kulttuuriministeriön rahoittaman LukiMat-hankkeen aikana on ollut tarkoitus vastata tähän haasteeseen ([www.lukimat.fi](http://www.lukimat.fi)). LukiMat on verkkopalvelu, jonne on koottu tutkimustietoa lukemisen ja matematiikan oppimisvaikeuksista. Palvelu tarjoaa tutkimusperustaisia välineitä näiden akateemisten perustaitojen arviointiin ja tukemiseen, jotta moninaistuvia ja päällekkäistyviä oppimisen vaikeuksia voitaisiin ennaltaehkäistä ja lieventää. LukiMat-verkkopalvelun materiaalit ovat ilmaiseksi tarjolla kaikkien esi- ja perusopetuksen ammattilaisten, vanhempien ja muiden lapsen oppimista tukevien ammattiryhmien käyttöön.

Nykytiedon mukaan näyttäisi siltä, että lähtötasotaidoiltaan heikot lapset kehittyvät tasaisesti, vaikkakin pysyvät heikkoina suhteessa tavanomaisesti osaaviin lapsiin. Sen sijaan lähtötasotaidoiltaan kaikkein heikoimmat lapset eroavat muista edellä mainituista taitotasoryhmistä: he näyttäisivät olevan suurimmassa riskissä jäädä yhä enemmän jälkeen ikätovereistaan koulupolun edetessä (Morgan, Farkas & Wu, 2009, 2011; Murphy, Mazzocco, Hanich & Early, 2007; Salaschek, Zeuch & Souvignier, 2014; Wong, Ho & Tang,

2015). Tähän saattavat vaikuttaa olennaisesti edellä mainitut tekijät – muun muassa taitotaso, oppimiskapasiteetti, jatkuvien ponnistelujen ja oppimisen vaikeuksien kohtaamisesta johtuva itsetunnon ja oppijaminäkuvan heikentyminen sekä motivaation puute. Jotta vaikeuksia voidaan ennaltaehkäistä ja lieventää, varhaisen tuen tarpeen tunnistamisen ja vaikuttavan tuen tarjoamisen tärkeys on ilmeinen jo ennen koulun alkua.

Laajan Alkuportaatt-hankkeen pitkäjäisaineiston perusteella on voitu osoittaa, että lukutaidon kehitystä ja kehitykseen vaikuttavia tekijöitä tunnetaan jo hyvin suomalaisessa esi- ja alkuopetuksessa ([www.jyu.fi/alkuportaatt](http://www.jyu.fi/alkuportaatt)). Mitä heikompia lasten lähtötason taidot ovat lukemisessa, sitä enemmän lapsille tarjotaan tukea lukutaidon oppimiseen. On havaittu, että taidoiltaan heikko lapsi hyötyy laadukkaasta opetuksesta, lapsilähtöisestä taitoharjoittelusta, luokatovereilta ja opettajilta saadusta emotionaalisesta tuesta sekä kodin ja koulun yhdessä asettamista tavoitteista lapsen lukutaidon parantamiseksi. Laadukas varhainen tuki näyttäisi olevan erittäin merkityksellisessä asemassa lasten myöhemmälle lukutaidon oppimiselle. Emme vielä tarkalleen tiedä, tunnistetaanko varhaiset taitopuutteet numeerisessa osaamisessa yhtä hyvin ja saavatko lapset laadukkaasta lapsikohtaista tukea numeerisiin taitoihinsa suomalaisessa esi- ja alkuopetuksessa.

Näyttäisi siltä, että lasten välinen järjestys varhaisten matematiikan taitojen osaamisen suhteen vakiintuu Suomessa jo esiopetusiässä. Erot taitotasoryhmien välillä ovat selkeät (Salminen, Koponen & Tolvanen, arvioitavana). Varhaiset perustaidot kuten 1) numeroiden suuruusver-

tailu, 2) lukukäsitetaidot eli lukusanan, lukumäärän ja numerosymbolin vastaavuus sekä 3) lukujonotaidot eli se, kuinka joustavasti lapsi osaa luetella lukuja eteenpäin, taaksepäin tai annetun säännön mukaan, erottelevat lapset neljään eri taitoprofiiliin. Jotta voisimme taata taidoiltaan heikoille ja kaikkein heikoimmille lapsille mahdollisimman tasavertaiset lähtökohdat koulupolulle, meidän tulisi miettiä seuraavia asioita:

- miten tunnistamme ne esiopetuksessa olevat lapset, joilla on kohonnut riski matematiikan oppimisvaikeuksiin
- millaista huomiota meidän tulisi kiinnittää taidoiltaan heikkojen JA taidoiltaan kaikkein heikoimpien lasten taitojen kehitykseen
- mitä varhaisilla numeerisilla taidoilla ylipäätään tarkoitetaan
- miten näitä taitoja voidaan arvioida ja tukea
- mikä on riittävä tuen vaikuttavuus ja
- kuka ottaa vastuun tästä työstä?

Väitöskirjani keskittyy taidoiltaan kaikkein heikoimpiin esiopetuksessa oleviin lapsiin ja heidän varhaisten numeeristen taitojensa tukemiseen. Väitöskirjassa on kuvattu ensin lasten numeeristen taitojen tyypillinen kehityspolku, joka kulkee varhaisen lukumääräisyyden tajun, lukumäärän määrittämisen taitojen, lukujonotaitojen sekä lukusanan, lukumäärän ja numerosymbolien vastaavuuden ymmärtämisen taitojen kautta osa-kokonaisuuksien yhdistelemiseen ja kokonaisuuksien osiin jakamiseen, jotka kaikki ovat tärkeitä ei-symbolisen ja symbolitasoisen aritmetiikan oppimiselle.

Tämän jälkeen väitöskirjassa määritellään, mitä matematiikan oppimisvaikeuksilla tarkoitetaan ja miten varhainen riski vaikeuksiin voitaisiin tunnistaa jo esiopetuksessa.

Väitöskirjan empiirinen osa koostuu kolmesta vaikuttavuustutkimuksesta, joissa jokaisessa tutkittiin Ekapeli-Matikkanimisen interventiomenetelmän vaikuttavuutta erityisesti niiden esiopetuksessa olevien lasten taitoihin, joiden lähtötason taidot olivat kaikkein heikoimmat verrattuna ikätasoiseen osaamiseen. Väitöskirjan osatavoitteena onkin ollut kehittää Ekapeli-Matikka – kirjallisuuden ja näiden osatutkimusten perusteella – tutkimustietoon perustuva ja oppimiseen myönteisesti vaikuttava lisäharjoitusmenetelmä. Ekapeli-Matikka on yksi LukiMat-hankkeen aikana kehitetyistä tietokoneavusteisista tuen menetelmistä.

Väitöskirjan tärkein tavoite on ollut tuottaa uutta tietoa siihen, voidaanko taidoiltaan kaikkein heikoimpien esiopetuksessa olevien lasten taitoja ylipäättään tukea tietokoneavusteisin menetelmin, ja jos voi, millä tavalla potentiaalinen harjoitusvaikutus näkyy ja mitä taitoharjoittelun suunnittelussa ja toteutuksessa kannattaisi ottaa huomioon.

Väitöskirjan ensimmäisen osatutkimuksen tavoitteena oli selvittää, hyötyvätkö taidoiltaan kaikkein heikoimmat esiopetuksessa olevat lapset ylipäättään lyhyestä ja intensiivisestä tietokoneavusteisesta Ekapeli-Matikka-harjoittelusta. Tutkimustulokset antoivat aihetta jatkaa niin varhaisten taitojen ja taitopuutteiden tunnistamisen kuin tietokoneavusteisten menetelmien kehittämistä (Salminen, Koponen, Räsänen & Aro, 2015).

Toisen osatutkimuksen tavoitteena oli selvittää sisällöltään ja esitystavoiltaan

uudistetun Ekapeli-Matikan välitöntä vaikutusta lasten taitoihin. Lisäksi tavoitteena oli seurata harjoitusvaikutusten pysyvyyttä (Salminen, Koponen, Leskinen, Poikeus & Aro, 2015). Tutkimuksen tulokset osoittivat, että ne lapset, jotka edistyivät sujuvasti Ekapeli-Matikka-harjoittelussaan, paransivat taitojaan eniten ja heidän harjoitusvasteensa myös säilyivät yhdeksän viikon seurantajakson ajan. Toisaalta ne lapset, jotka eivät edistyneet pelaamisessa eli ikään kuin juutuivat harjoittelemaan varhaisia perustaitoja heti Ekapeli-Matikan alkutasoilla, eivät edistyneet taidoissaan välittömästi harjoitusjakson jälkeen eivätkä myöskään seurantajakson aikana. Osa näistä hitaasti edistyneistä lapsista paransi osaamistaan niissä perustavissa numerotaidoissa, joita Ekapeli-Matikan ensimmäiset taitoalueharjoitteet tukivat.

Näiden havaintojen perusteella voitiin ajatella, että pelin adaptaatio eli sisällön muokkautuminen ja palautejärjestelmä tarvitsisivat erityistä kehitystyötä, jotta ne voisivat paremmin tukea lähtötasotaidoiltaan kaikkein heikoimpia lapsia. Tutkimuksen tulokset vahvistivat käsityksiä siitä, että kyseisen kohderyhmän lasten harjoitusvasteet voivat olla hyvinkin yksilöllisiä. Tällä tarkoitetaan sitä, että vaikka taidoiltaan kaikkein heikoimmat lapset olisivat lähtötason numeerisilta taidoiltaan samankaltaisia, he eivät välttämättä hyödy tietynlaisesta harjoittelusta samalla tavalla. Tähän vaikuttanee oppimisvaikeuksien moninaisuus ja mahdollinen päällekkäisyys sekä yksilölliset erot vaikeuksien syytaustoissa.

Ekapeli-Matikan sisältöjä, esitystapoja, adaptaatiota ja palautejärjestelmää muokattiin ennen kolmatta interventiotutkimusta. Lisäksi peliin sisällytettiin enem-

män pedagogisia animaatioita ja ohjeistuksia, jotta kulloinkin harjoiteltavan osataidon vaatima käsitteistö tulisi tutuksi jo ennen varsinaista taidon harjoittelua. Perustavat numeeriset taidot jaettiin kolmeen pelisältöalueeseen: lukukäsitetaitoihin, lukujuonotaitoihin ja yhteenlaskutaitoihin.

Kolmannen osatutkimuksen ensimmäisellä harjoitusjaksolla lapset harjoittelivat joko lukukäsitetaitoja tai lukujuonotaitoja. Tulokset osoittivat, että ne lapset, joiden osaamisen taso oli heikkoa, paransivat osaamistaan samankaltaisesti riippumatta harjoittelusta sisällöstä. Sen sijaan kaikkein heikoimpien lasten kohdalla harjoittelulla sisällöllä oli merkitystä: lapset paransivat osaamistaan juuri niissä taidoissa, joita harjoiteltiin. Kolmas osatutkimus sisälsi myös toisen harjoitusjakson, jonka aikana kaikki lapset harjoittelivat yhteenlaskutaitoja. Toisen interventiojakson jälkeen havaittiin, että taidoiltaan heikot lapset hyötyivät harjoittelusta edelleen samalla tavalla. Sen sijaan yhteenlaskuharjoittelusta näyttivät hyötävän enemmän ne taidoiltaan kaikkein heikoimmat lapset, jotka olivat harjoitelleet ensimmäisen jakson aikana lukukäsitetaitoja (Salminen, Koponen, Sorvo, Peura & Aro, arvioitavana). Tulos tukee aikaisempia havaintoja siitä, että ne lapset, joilla on vaikeuksia numeeristen taitojen oppimisessa, saattaisivat hyötyä tämänkaltaisesta harjoittelusta, koska he näyttäisivät erityisen heikosti ymmärtävän numerosymboleiden sisältämää lukumääräisyyttä (esim. De Smedt & Gilmore, 2011).

Väitöskirjan tulosten perusteella Ekapeli-Matikka osoittautui lupaavaksi keinoksi tukea heikkoja varhaisia numeerisia taitoja. Pelin käyttöä voi soveltaa esiopetukseen ja mahdollisesti myös alkuopetuk-

seen eriyttävänä tehostetun ja erityisen tuen menetelmänä.

Väitöskirja vahvistaa myös tietoa siitä, kuinka haasteellista numeerisilta taidoiltaan kaikkein heikoimpien lasten taitojen arvioiminen ja tukeminen ovat. Varhaisen tuen tarpeen tunnistaminen sekä tuen suunnittelu, toteuttaminen ja mahdollinen muokkaaminen näyttäisivät vaativan erityistä pedagogista herkkyyttä, koska taitopuutteissa on yksilöiden välisiä eroja ja oppimisen vaikeudet ovat moninaisia, päällekkäistyviä sekä ylipäättään luonteeltaan hyvin sitkeitä. Näin ollen tehostetun tai erityisen tuen tarvetta ja niiden vaikutavuutta tulisikin arvioida mahdollisimman monipuolisin menetelmin, jotta yksilölliset vahvuudet ja heikkoudet sekä mahdollinen harjoitusvaikutus saataisiin näkyviin. Näin voitaisiin myös tehdä luotettavammin päätelmiä siitä, onko valittu tuen menetelmä sopiva ja tehokas, ovatko harjoitteluun käytettävä kokonaisuus ja tuen intensiteetti riittäviä vai onko perusteita vaihtaa ja muokata valittua tuen muotoa ja sen yksilöllisyyden astetta.

Väitöskirjan sisältämät osatutkimukset antavat viitteitä siitä, että harjoittelulla sisällöllä on merkitystä ja että sillä on merkitystä erityisesti kaikkein heikoimpien lasten tukemisessa. Lisäksi näyttäisi siltä, että näiden lasten harjoittelussa tulisi korostua seuraavat seikat: täsmälliset ohjeet, vaiheittainen lapsen taitotasoinen eteneminen ja käsitteellisen perustan vahvistaminen (katso myös Fuchs ym., 2008).

Tietokoneavusteiset menetelmät tuovat merkityksellistä lisäarvoa tuen yksilöllistämiseen ja tehostamiseen. Menetelmät voidaan ohjelmoida sisällöltään ja esitystavoiltaan yksilöllisesti mukautuviksi ja perustaitojen harjoittelun määrää sekä

siitä saatua palautetta voidaan lisätä huomattavasti. Tietokoneavusteinen harjoittelu tarjoaa myös mahdollisuuden yrittää ja erehtyä ilman ison lapsiryhmän painetta. Motivoiva harjoitteluympäristö ja jatkuva palaute ovat hyvin keskeisiä myös sen vuoksi, että lapsi saadaan kiinnostumaan ja sitoutumaan usein jo varhaisessa vaiheessa vaikeaksi koettujen perustaitojen harjoitteluun. Tämän vuoksi erityistä huomiota kannattaisi kiinnittää myös siihen, millaista palautetta mikäkin menetelmä antaa ja millainen palaute auttaa lasta etenemään harjoittelussaan.

Yleisenä johtopäätöksenä voidaan todeta, että numeerisilta taidoiltaan kaikkein heikoimpien esiopetuksessa olevien lasten taitoja tulisi arvioida ja tukea systemaattisesti koko esiopetusvuoden ajan. Monipuolisen arvioinnin tavoitteena on suunnitella tarkoituksenmukaista varhaista tukea sitä tarvitseville (katso myös

Dowker, 2009). Mahdollisen lisäharjoittelun tulisi kohdentua ensin niihin taitohierarkian varhaisimpiin osataitoihin, joissa lapsella ilmenee puutteita. Olennaista on, että ensin täytyy ymmärtää, mitä ja millaisia taitoja pitäisi opettaa ja kenelle. Tämän jälkeen tulisi miettiä, miten oppimista tuetaan ja millaisia opetusmenetelmiä käytetään. Jokin ohjelma, menetelmä tai laite itsessään ei ole tehokas – täytyy siis tietää, mitä se sisältää, miten se pyrkii vaikuttamaan oppimiseen ja miksi se vaikuttaisi oppimiseen ja kenen oppimiseen se siten vaikuttaa myönteisesti. Mikään ohjelma, menetelmä tai laite ei korvaa opettajan, luokkatoverin ja vanhempien antamaa tukea.

**Kirjoittajatiedot:**

Jonna Salminen toimii tutkijatohtorina erityispedagogiikan laitoksella, Jyväskylän yliopistossa.

## LÄHTEET

- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (5th ed.; DSM-5). Arlington, VA: American Psychiatric Association.
- Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M.-K., & Nurmi, J.-E. (2004). Developmental dynamics of math performance from preschool to grade 2. *Journal of Educational Psychology*, 96(4), 699–713. doi: 10.1037/0022-0663.96.4.699
- Dehaene, S. (2011). *The number sense: How the mind creates mathematics*. Oxford, UK: University Press.
- De Smedt, B., & Gilmore C. K. (2011). Defective number module or impaired access? Numerical magnitude processing in first graders with mathematical difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108, 278–292. doi:10.1016/j.jecp.2010.09.003
- Dowker, A. (2009). What works for children with mathematical difficulties? The effectiveness of intervention schemes. London: DCSF Publications.
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Powell, S. R., Seethaler, P. M., Cirino, P. T., & Fletcher, J. M. (2008). Intensive intervention for students with mathematics disabilities: Seven principles of effective practice. *Learning Disability Quarterly*, 31(2), 79–92. doi: 10.2307/20528819
- Geary, D. C. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 37(1), 4–15. doi: 10.1177/00222194040370010201
- Geary, D. C. (2011). Consequences, characteristics, and causes of mathematical learning disabilities and persistent low achievement in mathematics. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, 32(3), 250–263. doi:10.1097/DBP.0b013e318209edef
- Kaufmann, L., Mazzocco, M. M., Dowker, A., von Aster, M., Göbel, S. M., & Grabner, R. H., ... Nuerk, H.-C. (2013). Dyscalculia from a developmental and differential perspective. *Frontiers in Psychology*, 4(516), 1–5. doi: 10.3389/fpsyg.2013.00516
- Moll, K., Snowling, M. J., Göbel, S. M., & Hulme, C. (2015). Early language and executive skills predict variations in number and arithmetic skills in children at family-risk of dyslexia and typically developing controls. *Learning and Instruction*, 38, 53–62. doi: 10.1016/j.learninstruc.2015.03.004
- Morgan, P. L., Farkas, G., & Wu, Q. (2009). Five-year growth trajectories of kindergarten children with learning difficulties in mathematics. *Journal of Learning Disabilities*, 42(4), 306–321. doi: 10.1177/0022219408331037
- Morgan, P.L., Farkas, G., & Wu, Q. (2011). Kindergarten children's growth trajectories in reading and mathematics: who falls increasingly behind? *Journal of Learning Disabilities*, 44(5), 472–488. doi: 10.1177/0022219411414010
- Murphy, M. M., Mazzocco, M. M. M., Hanich, L. B., & Early, M. C. (2007). Cognitive characteristics of children with mathematics learning disability (MLD) vary as a function of the cutoff criterion used to define MLD. *Journal of Learning Disabilities*, 40(5), 458–478. doi: 10.1177/00222194070400050901
- Rubinsten, O., & Henik, A. (2009). Developmental dyscalculia: Heterogeneity may not mean different mechanisms. *Trends in Cognitive Science*, 13(2), 92–99. doi: 10.1016/j.tics.2008.11.002
- Salaschek, M., Zeuch, N., & Souvignier, E. (2014). Mathematics growth trajectories in first grade: Cumulative vs. compensatory patterns and the role of number sense. *Learning and Individual Differences*, 35, 103–112. doi: 10-1016/j.lindif.2014.06.009
- WHO (World Health Organization). (2015). *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems* (10th Revision; ICD-10). Chapter V: Mental and behavioural disorders, Disorders of psychological development, F81.2 Specific disorder of arithmetical skills.
- Wong, T. T.-Y., Ho, C. S.-H., & Tang, J. (2015). Defective number sense of impaired access? Differential impairments in different subgroups of children with mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities*. doi: 10.1177/0022219415588851