

**Matematiikka-ahdistuksen, matematiikan
minäpystyvyyssuskomusten ja matematiikan taitojen
yhteydet toisiinsa**

Ulla-Maija Leppänen

Erityispedagogiikan pro gradu -tutkielma

Kevätlukukausi 2018

Kasvatustieteiden laitos

Jyväskylän yliopisto

TIIVISTELMÄ

Leppänen, Ulla-Maija. 2018. Matematiikka-ahdistuksen, matematiikan minäpystyvyysuskomusten ja matematiikan taitojen yhteydet toisiinsa. Erityispedagogiikan pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden laitos. 36 sivua.

Tutkielman tavoitteena on tarkastella matematiikka-ahdistuksen ilmenemistä minäpystyvyysuskomusten ja matematiikan taitojen kautta. Matematiikan oppimisen pulmien taustalla voi toimia matematiikka-ahdistus, jonka liikkeelle panevana voimana voivat toimia oppilaan heikot laskemisen taidot sekä heikko uskomiin taitoihin oppia matematiikkaa eli heikko matemaattinen minäpystyvyys. Tutkimustehtävä jakautuu kolmeen osaan, joissa ensimmäisessä tarkastellaan matematiikka-ahdistuksen ja minäpystyvyysuskomusten välistä yhteyttä, toisessa osassa tarkastellaan matematiikan taitojen yhteyttä matematiikka-ahdistukseen ja kolmannessa osassa matematiikan taitojen yhteyttä minäpystyvyyteen, kun matematiikka-ahdistus on kontrolloitu.

Tutkimuksen aineisto on peräisin Suomen Akatemian rahoittamasta ja Jyväskylän Yliopiston ja Niilo Mäki -Instituutin vuosina 2013-2015 toteuttamasta Minäpystyvyys ja oppimisvaikeusinterventiot -tutkimushankkeesta. Tutkimusotosena tässä tutkielmassa ovat 4.- ja 5.-luokan oppilaat (n=678), joiden matemaattisia taitoja tutkittiin aikarajoitteisilla laskutehtävillä. Tutkittavat jaettiin matematiikan taitojen mukaan heikkoihin-, keskitasoisin- ja vahvoihin laskijoihin. Matematiikka-ahdistusta mitattiin kuudella Likert-asteikollisella kysymyksellä ja minäpystyvyyttä kahdeksalla Likert-asteikollisella kysymyksellä.

Pearsonin korrelaatiokertoimen mukaan heikot minäpystyvyysuskomukset ovat yhteydessä suurempaan matematiikka-ahdistuksen kokemiseen. MANCOVA:lla tarkasteltuna matematiikka-ahdistusta esiintyy tämän tutkielman mukaan eniten heikoilla laskijoilla. Sen sijaan keskitasoiset ja vahvat laskijat eivät eroa ahdistuksen kokemuksissa. Kun matematiikka-ahdistus kontrolloidaan, se

selittää monimuuttujaisella ANCOVA:lla tarkasteltuna edelleen koettua minäpystyvyyttä. Matematiikan taidot ovat vahvin minäpystyvyyssuskomuksia selittävä tekijä, niin että heikoilla laskijoilla on heikoimmat minäpystyvyyssuskomukset ja vahvoilla laskijoilla vahvimmat.

Tutkielman johtopäätöksenä voidaan todeta, että koulussa on tärkeää varmistaa jokaiselle oppilaalle mahdollisuus saada onnistumisen kokemuksia omalla taitotasollaan. Tällöin oppilaalla säilyy innostus matematiikkaa kohtaan ja matematiikka ei aiheuta ahdistuksen tunteita, jolloin oppiminen mahdollistuu parhaalla mahdollisella tavalla.

Asiasanat: minäpystyvyys, matematiikka-ahdistus, matematiikan taidot, matematiikan oppimisvaikeudet

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

JOHDANTO	5
Matematiikan minäpystyvyyssuskomukset	6
Matematiikka-ahdistus.....	8
Matematiikka-ahdistuksen, matematiikan minäpystyvyyssuskomusten ja matematiikan taitojen vuorovaikutus.....	10
Tutkimuskysymykset	16
TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN	17
Tutkimusmenetelmät	18
Aineiston analyysi.....	20
TULOKSET	21
Matematiikka-ahdistuksen yhteys minäpystyvyyteen	21
Matematiikan taitojen yhteys matematiikka-ahdistukseen.....	21
Matematiikan taitojen yhteys minäpystyvyyteen.....	22
POHDINTA	25
LÄHTEET	31

JOHDANTO

Matematiikalla on iso rooli jokapäiväisestä elämästä suoriutumisesta. Sitä tarvitaan asioiden järjestelyyn niin kotona, koulussa kuin työelämässä. On kuitenkin paljon ihmisiä, joille matematiikka syystä tai toisesta tuottaa hankaluuksia. Syyt voivat olla oppimisen pulmissa, mutta myös matematiikkaan liittyvissä uskomuksissa ja tuntemuksissa. Minäpystyvyysuskomusten on esitetty olevan yksi vahvimmin matematiikan suoriutumista selittävistä tekijöistä (mm. Pajares & Miller, 1994; Fast ym., 2010). Erityisesti onnistumisen ja epäonnistumisen kokemuksilla on suuri vaikutus minäpystyvyys uskomusten kehittymiseen (mm. Joët, Usher ja Bressoux, 2011; Jungert ja Anderson, 2013; Phan, 2012; Yurt, 2014).

Nykyään on tutkittu paljon myös matematiikka-ahdistuksen yhteyttä sekä matematiikan suorituksiin että matematiikan minäpystyvyysuskomuksiin. Erityisesti pikku oppilailla (6–8-vuotiailla) matematiikka-ahdistuksen ja suoriutumisen yhteyttä tutkivat tutkimukset ovat lisääntyneet (mm. Aarnos & Perkkilä, 2012; Sorvo ym., 2017). Aikaisemmin ajateltiin vahvasti matematiikka-ahdistusta esiintyvän vasta nuoruudessa ja aikuisuudessa (mm. Ashcraft, Krause & Hopko, 2007). Usein matematiikan opetus suunnitellaan vaikeutuu noin kuudennen luokan ja yläkoulun vaihteessa ja tästä voi seurata negatiivisia oppimiskokemuksia (Ashcraft ym., 2007). Matematiikka-ahdistus ei itsessään ole oppimisen vaikeus, mutta se toimii oppimisvaikeuden tavoin estäen matematiikassa suoriutumista (Ashcraft ym., 2007). Onkin tärkeää tunnistaa matematiikka-ahdistus ajoissa ja pyrkiä ehkäisemään sen kehittyminen, jotta se ei pääse vaikuttamaan matematiikan oppimisen tuloksiin.

Minäpystyvyysuskomusten ja matematiikka-ahdistuksen välillä on tutkimuksissa havaittu olevan yhteys (Griggs, Rimm-Kaufman, Merrit ja Patton, 2013) siten, että vahvan minäpystyvyyden oppilaat kestävät epäonnistumisen kokemuksia ja epävarmuutta omasta osaamisestaan (Usher, 2009). Näin yksittäiset epäonnistumiset eivät horjuta heidän minäpystyvyysuskomuksiaan (Bandura, 1997) ja synnytä matematiikka-ahdistusta (Jameson, 2014). Tämän tutkiel-

man tarkoituksena onkin tarkastella matematiikka-ahdistuksen yhteyttä matematiikan minäpystyvyysuskomuksiin ja matematiikan taitoihin, ja matematiikan taitojen yhteyttä minäpystyvyysuskomuksiin silloin, kun matematiikka-ahdistus on kontrolloitu.

Matematiikan minäpystyvyysuskomukset

Minäpystyvyys (self-efficacy) kuvaa uskomuksia, joita henkilöllä on itsestään ja omista kyvyistään suoriutua jostakin tietystä tehtävästä (Pajares ja Miller, 1994). Banduran mukaan (1994) minäpystyvyysuskomukset määrittelevät tunteita, ajatuksia, toimintaa ja motivaatiota erilaisissa tilanteissa. Nämä uskomukset ovat hyvin tilannekohtaisia ja auttavat henkilöä päättämään, kuinka paljon ja kuinka kauan hän yrittää ponnistella jonkin halutun asian saavuttamiseksi (Pajares ja Miller, 1994; Phan, 2012; Pajares, 1996). Minäpystyvyyteen kuuluu neljä eri ulottuvuutta, jotka ovat onnistumisen/epäonnistumisen kokemukset, sijaiskokemukset, kielellinen palaute ja tunteet (Bandura, 1997).

Minäpystyvyyttä ja sen ulottuvuuksia on tutkittu paljon liittyen erilaisiin akateemisiin taitoihin. Pajaresin ja Millerin (1994) mukaan minäpystyvyydellä on erityinen vaikutus matematiikan suoritukseen ja saavutuksiin (ks. myös Lee, 2009; Fast ym., 2010). Matematiikan minäpystyvyyttä tutkittaessa ovat erityisesti nousseet esille onnistumisen ja niille vastakohtana epäonnistumisen kokemukset sekä niiden merkitys (mm. Joët ym., 2011; Jungert ja Anderson, 2013; Phan, 2012; Yurt, 2014). Onnistumisen kokemukset muodostavat positiivisen kehityksen ympyrän, sillä ne ennustavat hyviä saavutuksia matematiikassa. Oppilas, joka luottaa matematiikan kykyihinsä, uskoo saavansa hyviä arvosanoja ja yleensä myös saa niitä (Pajares, 1996). Tämä vahvistaa oppilaan matemaattista minäpystyvyyttä (Yurt, 2014; Joët ym., 2011; Fast ym., 2010). Vahva minäpystyvyys luo siis uskoa omiin taitoihin ja lisää osallistumista, heikko minäpystyvyys puolestaan johtaa tehtävien välttelyyn (Schunk, 1990), jolloin taidotkaan eivät pääse kehittymään.

Matematiikan minäpystyvyyssuskomukset eivät ole pysyviä ominaisuuksia, vaan ne vaihtelevat kouluvuosien aikana. Usein pienemmillä oppilailla on vahvat minäpystyvyyssuskomukset (mm. Metsämuuronen & Tuohilampi, 2014). Phan (2012) myös havaitsi oppilailla tapahtuvan minäpystyvyyden vahvistumista kolmannelta luokalta neljännelle siirryttäessä. Suomalaisia oppilaita tutkittaessa on kuitenkin havaittu, että minäpystyvyyssuskomukset kääntyisivät laskuun yläkouluun siirryttäessä (Tuohilampi, 2016). Tämä saattaa johtua siitä, että yläkouluun siirryttäessä matematiikan opiskelussa tapahtuu hyppäys abstraktimpaa ajattelua vaativiin tehtäviin. Samoihin aikoihin oppilaiden kehittyneempi kognitiivinen kyky mahdollistaa oppilaiden välisten erojen havaitsemisen (Tuohilampi, 2016). Toisin sanoen he kykenevät huomaamaan jonkin asian olevan itselleen vaikeampaa oppia kuin jollekin toiselle oppilaalle.

Vahvan minäpystyvyyden omaavat oppilaat eivät kuitenkaan lanustu vaikeistakaan tehtävistä. Vaikka tällainen oppilas olisi tottunut suoriutumaan matematiikan tehtävistä lyhyessä ajassa, hän ei luovuta helposti vaikeita tehtäviä kohdatessaan (Skaalvik, 2015). Minäpystyvyyssuskomukset vaikuttavatkin suoraan toimintaan, yrittämiseen ja sinnikkyuteen (Klassen & Usher, 2009). Vahvan minäpystyvyyden omaavien oppilaiden on todettu asettavan itselleen korkeampia tavoitteita, ratkaisevan ongelmia tehokkaammin ja suoriutuvan yleisesti ottaen paremmin kuin ne samatkin taidot, mutta heikommat minäpystyvyyssuskomukset omaavat oppilaat (Bouffard-Bouchard, 1990). On kuitenkin helposti ymmärrettävissä, että oppilaan minäpystyvyyssuskomukset saattavat horjua, jos hän joutuu jatkuvasti pinnistelemaan tehtäviä tehdessään annettujen tehtävien hahmottamis- ja ymmärtämisvaikeuksien tähden (Usher, 2009). Usein tällainen oppilas myös saa yrittämisestään huolimatta matalia arvosanoja, mikä on omiaan heikentämään minäpystyvyyssuskomuksia (Usher, 2009).

Onnistumisen kokemusten lisäksi on matematiikan minäpystyvyyssuskomusten yhtenä tärkeänä ulottuvuutena havaittu olevan myös tunteet (Phan, 2012; Yurt, 2014). Matematiikkaan liitetäänkin usein vahvoja tunteita ja emootioita kuten onnellisuus, mielialan vaihtelut, huoli, ahdistus, uupumus ja väsymys, jopa kiihottuminen (Phan, 2012; Usher, 2009).

Matematiikka-ahdistus

Matematiikka-ahdistuksen voidaan ajatella olevan jännitystä ja ahdistusta, joka häiritsee numeroiden käyttöä ja matemaattisten ongelmien ratkaisua jokapäiväisessä elämässä (Richardson & Suinn, 1972). Matematiikka-ahdistus herättää negatiivisia tunteita matematiikkaa kohtaan aiheuttaen samalla matemaattisten tilanteiden välttelyä (Ashcraft, 2002). Kokonaisuutena matematiikka-ahdistuksen nähdään olevan moniulotteinen rakennelma, johon sisältyvät ensinnäkin lapsen kielteiset reaktiot matematiikkaa kohtaan, toiseksi erityisesti laskemisen taidoissa näkyvä numeerinen varmuus ja kolmantena huoli (Harari, Vukovic ja Bailey, 2013). Keveimmillään ahdistus ilmenee huolena omasta osaamisesta, mutta pahimmillaan se on paniikkiin asti yltävä tunne, joka sulkee kaiken muun ulkopuolelle (Maloney ja Beilock, 2012).

Ahdistus aiheuttaa hyperaktiivisuutta aivojen oikealla puolella amygdalan alueella, jossa numeerinen prosessointi tapahtuu. Sama amygdalan alue on tärkeä negatiivisten tunteiden alue (Lyons ja Beilock, 2012). Kun huoli on suuri, se sitoo myös kognitiivisia voimavaroja (Maloney ja Beilock, 2012). Tämä prosessointi kuormittaa aivojen työmuistikapasiteettia, mikä vaikuttaa laskemisessa tarvittavien tekijöiden käsittelyyn ja sitä kautta matematiikan tehtävien tekemiseen (Ramirez, Gunderson, Levine ja Beilock, 2013). Erityisesti niillä oppilailta, joilla on hyvä työmuisti, matematiikka-ahdistus häiritsee työmuistikapasiteettia ja sitä kautta haittaa työmuistissa tapahtuvaa ratkaisustrategioiden toimintaa (Ramirez ym., 2013). Sitoessaan työmuistin kapasiteettia ahdistus vaikuttaa siihen, kuinka paljon oppilas kykenee hetkellisesti ylläpitämään, prosessoimaan ja käyttämään tietoa hyväksi meneillään olevassa kognitiivisia taitoja vaativassa toiminnassa (ks. esim. Lazar, 2017). Vukovicin, Kiefferin, Baileyin ja Hararin (2013) mukaan matematiikka-ahdistus häiritsee erityisesti laskemisen taitoja ja matemaattista soveltamista vaativia tehtäviä.

Matematiikka-ahdistusta on usein tutkittu vain vanhemmilla oppilailta ja aikuisilla, sillä on ajateltu sen kehittyvän ajan myötä. Ashcraft ym. (2007)

perustelevat matematiikka-ahdistuksen myöhäisempää kehittymistä noin kuudennen luokan aikaan sillä, että vasta silloin oppilaalla on riittävän kehittynyt taito sisäistää negatiivinen palaute, sekä kognitiivinen taito raportoida ahdistusta. Kuudennen luokan matematiikan opetussuunnitelma olisi heidän mukaansa myös riittävän monimutkainen herättämään voimakkaita tunteita (Ashcraft ym. 2007).

Kuitenkin huolta omasta osaamisesta esiintyy jo aivan pienillä oppilailla. Aarnos ja Perkkilä (2012) havaitsivat jo 6–8 -vuotiaiden oppilaiden tuntevan surua ja murhetta, jos he kokivat matematiikan vaikeaksi. Cargenluttin, Tomasetton ja Passolungin (2017) mukaan matematiikka-ahdistusta ilmenee jo toisella ja kolmannella luokalla. Myös Harari ym. (2013) huomasivat matematiikka-ahdistuksen tai sitä edeltäviä piirteitä olevan havaittavissa jo pienillä oppilailla. Mielenkiintoista onkin, että Sorvon ym. (2017) mukaan matematiikka-ahdistusta esiintyisi alakouluikäisillä enemmän juuri pikkuoppilailla (2.-luokkalaisilla) kuin jo yläluokille ehtineillä oppilailla (5.-luokkalaisilla). Onko ahdistuksen kokeminen siis hetken aikaa vähäisempää ja lisääntyy jälleen yläkouluun siirryttäessä?

Oppilaan heikot matemaattiset taidot ja heikko suoriutuminen matematiikan tunneilla ja kokeissa ovat selkeitä syitä matematiikka-ahdistukselle. Matematiikka-ahdistusta koetaan, kun ei osata yhteenlaskua (Harari ym., 2013), päässälaskua ja kotitehtäviä (Sorvo ym., 2017) tai kun täytyy tehdä jotain, joka liittyy matematiikkaan tai jossa tarvitaan laskentataitoja (Sorvo ym., 2017; Harari ym., 2013). Lisäksi tunnilla vastaaminen tai vastaamisen vaikeus voi herättää ahdistusta (Sorvo ym., 2017; Harari ym., 2013). Matemaattisissa tilanteissa ahdistus yhdistyy voimakkaammin aritmeettista sujuvuutta vaativiin tilanteisiin kuin että lapsi etukäteen pelkäisi mahdollista epäonnistumista vaikkapa matematiikan kotitehtävissä (Sorvo ym., 2017). Aina huolelle ei kuitenkaan ole selvää syytä tai se ei ole seurausta huonosta matematiikan osaamisesta (Harari ym., 2013).

Ahdistuksen tunne ja taso eivät Yurtin (2014) mukaan riipu yksilön taidoista, mutta voivat olla este matematiikan saavutuksille. Näin voi tapahtua erityisesti silloin, kun oppilas ahdistuksen seurauksena välttelee matemaattisia

tilanteita (Ashcraft, 2002). Ahdistus siis muuttaa yksilön asennetta ja motivaatiota opiskella matematiikkaa vähentäen siten matemaattista osaamista (Ramirez ym., 2013). Näin ollen matematiikka-ahdistus, huoli ja laskutaidot vaikuttavat kaikki toisiinsa ja matematiikka-ahdistuksesta tulee pahimmillaan itseään ruokkiva ympyrä. Juuri tämän lumipalloefektin takia Ramirez ym. (2013) painottavatkin matematiikka-ahdistuksen varhaisen tunnistamisen ja hoitamisen tärkeyttä.

Matematiikka-ahdistuksen, matematiikan minäpystyvyysuskomusten ja matematiikan taitojen vuorovaikutus

Matematiikan taidoilla ja suorituksilla on havaittu olevan yhteys matematiikan minäpystyvyysuskomuksiin (mm. Pajares & Miller, 1994; Lee, 2009; Fast ym., 2010). Taitojen ja minäpystyvyysuskomusten välistä yhteyttä on tutkittu tarkastelemalla matematiikan suoritusten yhteyttä minäpystyvyysuskomusten tasoon, mutta myös tarkastelemalla minäpystyvyysuskomusten yhteyttä matematiikassa suoriutumiseen. Erityisen selvä yhteys matematiikan suorituksista minäpystyvyysuskomuksiin on havaittavissa noin 15-vuotiailla (mm. Parker, Marsh, Ciarrochi, Marshall ja Abduljabbar, 2014; Lee, 2007). Yhteys on kuitenkin havaittavissa myös neljännen ja viidennen luokan oppilaille siten, että neljännen luokan matematiikan suoriutuminen on yhteydessä koettuihin minäpystyvyysuskomuksiin ja on sitä kautta yhteydessä viidennen luokan matematiikan suoriutumiseen (Jungert, Hesser ja Träff, 2014). Nuorempien oppilaiden minäpystyvyysuskomusten ja matematiikan suoriutumisen yhteyttä on kuitenkin tutkittu vielä varsin vähän verrattuna vanhempiin oppilaisiin (Phan, 2012).

Matematiikan minäpystyvyysuskomusten kokeminen näyttäisi tutkimusten mukaan vaihtelevan sen mukaan, onko oppilaalla matematiikan oppimisen vaikeus vai ei. Niillä oppilaille, joilla on diagnosoitu matematiikan oppimisen vaikeus, näyttää olevan heikommat minäpystyvyysuskomukset (Klassen, 2007). Tämä näkyy erityisesti luokassa suoritetuissa matematiikan tehtävissä (Hampton & Mason, 2003). Sen sijaan oppilaan hyvät matematiikan taidot ja

vahva akateeminen minäpystyvyys ovat tutkimusten mukaan yhteydessä vähäisempään tuen tarpeeseen matematiikan tehtäviä tehdessä (Mercer, Nellis, Martínez & Kirk, 2011). Samaan aikaan oppilaan matematiikan taidot kasvavat (Mercer ym., 2011).

Onkin pohdittu, mistä matematiikan oppimisvaikeusdiagnoosin saaneiden oppilaiden heikot minäpystyvyysuskomukset voivat johtua. Oppilaiden tausta ja yleinen heikko suoriutuminen matematiikassa sekä tästä tehdyt tulokset voivat olla yksi selitys (Jungert & Anderson, 2013). Toisaalta uskomuksia voi laskea myös heikosta suoriutumisesta johtuva kielteinen arviointi ja negatiivinen palaute (Jungert & Anderson, 2013).

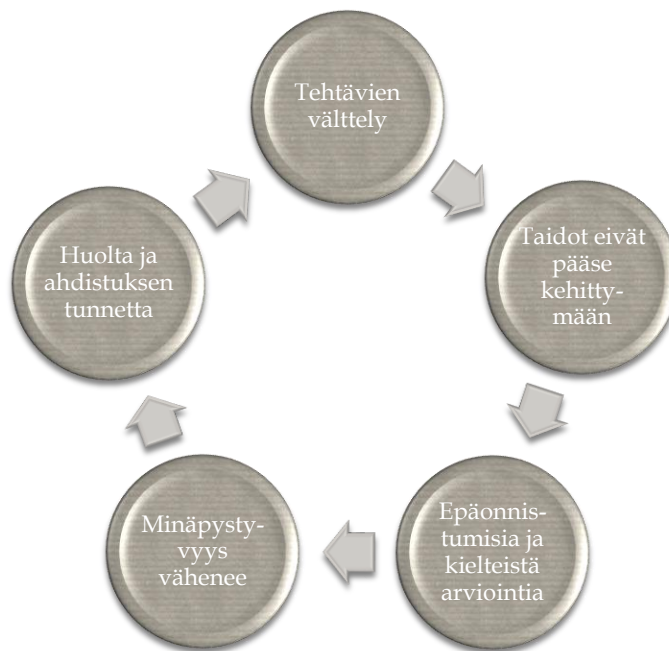
Toisten tutkimusten mukaan taas heikot minäpystyvyysuskomukset saattoivat aiheuttaa optimistisempää suhtautumista omaan suoriutumiseen (Klassen, 2007) eli oppimisvaikeudet eivät olleet selkeästi yhteydessä heikkoihin minäpystyvyysuskomuksiin. Näiden tutkimusten mukaan oppilas ei kyennyt tulkitsemaan omaa suoriutumistaan, jolloin hän helposti yliarvioi oman suoriutumisensa tason (Klassen, 2007). Samankaltaiseen tulokseen päätyivät myös Jungert ym. (2014), joiden mukaan matematiikkaan erityistä tukea saavilla oppilaille matematiikan minäpystyvyys ei näyttänyt olevan yhteydessä 4.- ja 5.-luokan matematiikan suoriutumiseen. Oppilaat eivät tutkijoiden pohdinnan mukaan kyenneet arvioimaan yhtä hyvin suoriutumistaan niissä tehtävissä, joissa heillä oli vaikeuksia (Jungert ym., 2014). Yhtenä yhdistävänä tekijä molempien tutkimusten mukaan saattoi toimia onnistumisen kokemusten vähyyys, jolloin oppilas ei kyennyt arvioimaan, milloin hän oli todella onnistunut matematiikan tehtävissä (mm. Jungert ym., 2014).

Minäpystyvyyden ja matematiikka-ahdistuksen on useissa tutkimuksissa todettu olevan yhteydessä toisiinsa. Koska minäpystyvyysuskomukset vaikuttavat toimintaan, yrittämiseen ja sinnikkyyteen, ne vaikuttavat myös toiminnan aikana heränneisiin emootioihin ja siten epäsuorasti ahdistukseen (Klassen & Usher, 2009). Onkin tutkittu, että niillä oppilaille, joilla on enemmän matematiikka-ahdistusta, on myös heikommät matematiikan minäpystyvyysuskomukset (Griggs ym., 2013). Taustalla näyttäivät vaikuttavan sekä tunteet ja niiden

hallinta että onnistumisen ja epäonnistumisen kokemukset matematiikassa (mm. Galla & Wood, 2011; Yurt, 2014).

Yleisesti ottaen ahdistuksen ja huolen kokeminen matematiikkaa opiskeltaessa ovat sellaisia tunteita, jotka laskevat lapsen matematiikkaa kohtaan kokemia minäpystyvyyssuskomuksia (Phan, 2012; Usher, 2009). Usherin (2009) mukaan matematiikka aiheuttaa joskus voimakkaita tunteita kaikille henkilöille, mutta vain heikon minäpystyvyyden omaavilla henkilöillä ilmenee avuttomuuden ja epäpätevyyden tunteita. Kun onnistumisen kokemukset muodostavat parhaimmillaan positiivisen kehityksen ympyrän, on negatiivisilla tunteilla mahdollisuus muodostaa negatiivisen kehityksen ympyrä (kuviot 1 & 2). Negatiiviset tunteet vaikeuttavat oppilaan menestymistä matematiikassa, koska ne vähentävät hänen uskoa matemaattisiin kykyihinsä (Yurt, 2014), mutta myös vähentävät työmuistin toimintakykyä (Ramirez, ym., 2013). Kun oppilas ei siis luota omiin kykyihinsä suoriutua matematiikan tehtävistä eli hänen minäpystyvyytensä on heikko, hän kokee helpommin ahdistuksen tunteita. Tämä voi johtaa matemaattisten tilanteiden välttelyyn, jolloin matematiikan taidot eivät pääse kehittymään ja syntyy negatiivisen kehityksen kehä (kuvio 1).

KUVIO 1: Minäpystyvyyssuskomusten ja matematiikka-ahdistuksen negatiivinen kehä



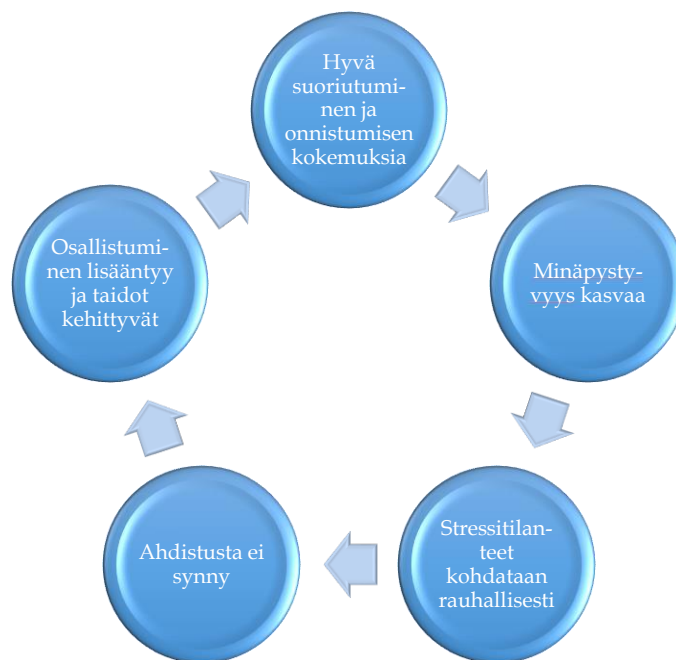
Leppänen, 2018 hahmotellut seuraavien tutkijoiden pohjalta: Jungert & Anderson, 2013; Griggs ym., 2013; Ramirez ym., 2013; Phan 2012; Usher, 2009 ja Schunk, 1990.

Ahdistusta koetaan erityisesti silloin, kun ei kyetä ennakoimaan tai kontrolloimaan pelottavaa tapahtumaa (Bandura, 1994). Tällöin ne henkilöt, joilla on kyky selviytyä negatiivisten tunteiden kanssa, ovat turvassa ahdistuspohjaisilta matematiikan häiriöiltä (Galla ja Wood, 2011). Tätä voidaan kutsua emotionaaliseksi minäpystyvyydeksi, jolloin henkilö kykenee mielikuvien avulla suuntaamaan huomionsa kohdetta tunteiden ja käyttäytymisen ongelmatilanteissa (Galla ja Wood, 2011). Pajarez ja Kranzler (1995) puhuvat puolestaan vakaudesta arvioida suoriutumistaan matemaattisissa tilanteissa. Vakaammilla oppilailta on heidän tutkimuksensa mukaan vahvemmat minäpystyvyyssuskomukset ja heidän matematiikka-ahdistuksensa on vähäisempää.

Vahva minäpystyvyys auttaa torjumaan matematiikka-ahdistusta, sietämään epäonnistumisia ja käsittelemään niitä. Tätä yhteyttä on tutkittu enemmän vanhemmilla noin 12–15-vuotiailla oppilailta (esim. Jain, Dowson, Lavasani, Hejazi ja Varzaneh, 2011). Jameson (2014) kuvaa matematiikka-ahdistuksen käynnistäjäksi oivallus-suoritus-ympyrän, jossa epäonnistuminen matemaattisissa tehtävissä käynnistää ahdistuksen. Vahva minäpystyvyys toimii

ikään kuin puskurina epäonnistumisen ja ahdistuksen välissä. Phan (2012) selittääkin vahvan minäpystyvyyden suojaavan ahdistukselta niin, että vahva minäpystyvyys auttaa kohtaamaan stressitilanteet tyynesti, kun taas heikon minäpystyvyyden omaava ajattelee asioiden olevan vaikeampia kuin ne todellisuudessa ovat. Vahvan minäpystyvyyden omaavat oppilaat kestävät siis epäonnistumisen kokemuksia ja epävarmuutta omasta osaamisestaan (Usher, 2009), jolloin yksittäiset epäonnistumiset eivät horjuta heidän minäpystyvyyssuskomuksiinsa (Bandura, 1997). Voidaankin puhua positiivisen kehityksen kehästä, jossa vahva minäpystyvyys auttaa oppilasta vaikeiden tehtävien kohdalla. Kun ahdistusta ei pääse syntymään, oppilaan matematiikan taidot voivat kehittyä ja hän saa onnistumisen kokemuksia sekä mahdollisesti myös hyviä suorituksia matematiikasta (Kuvio 2).

KUVIO 2: Minäpystyvyyssuskomusten ja matematiikka-ahdistuksen positiivinen kehä



Leppänen, 2018 hahmotellut seuraavien tutkijoiden pohjalta: Yurt, 2014; Phan, 2012; Jöet ym., 2011; Fast ym., 2010; Usher, 2009 ja Pajares, 1996.

Matematiikan suoritusten ja matematiikka-ahdistuksen välisten tutkimustulosten yhteys on osittain ristiriitainen. Aikaisen matematiikka-ahdistuksen kokemisen on havaittu olevan yhteydessä matematiikan suorituksiin niin, että jo kouluikänsä alussa koettu ahdistus vaikuttaa matematiikassa suoriutumiseen (mm.

Aarnos & Perkkilä, 2012; Harari ym., 2013). Myös Cargnelutti, Tomasetto ja Passolunghi (2017) havaitsivat toisella luokalla raportoidun matematiikka-ahdistuksen vaikuttavan merkittävästi vaikkakin epäsuorasti kolmannen luokan matematiikan suorituksiin laskien lapsen uskoa omiin kykyihinsä. Sen sijaan Krinzing, Kaufman ja Willmes (2009) eivät löytäneet vastaavaa yhteyttä. Heidän mukaansa, vaikka heikkojen laskijoiden määrä kasvoi toiselta luokalta kolmannelle siirryttäessä, niin matematiikka-ahdistusta raportoivien osuus ei kasvanut. Tämän tähden he päättelivätkin, että heikko laskusuoritus ei automaattisesti tarkoittaisi matematiikka-ahdistuksen kehittymistä (Krinzing, ym., 2009).

Näiden tutkimustulosten erilaisuutta voi selittää Krinzingin ym. (2009) tutkimuksessa mukana olleiden oppilaiden matematiikan oppimisen vaikeus. Oppilaat eivät ehkä kyenneet arvioimaan suoriutumistaan matematiikassa, kuten esimerkiksi minäpystyvyystudkimuksissa oli oppimisvaikeusdiagnoosin saaneiden oppilaiden kohdalla arvioitu tapahtuneen (mm. Klassen, 2007; Jungert ym., 2014). On kuitenkin havaittu, että oppimisvaikeusdiagnoosin saaneilla oppilailta esiintyy heikkojen minäpystyvyyssuskomusten lisäksi enemmän matematiikka-ahdistusta kuin verrokeilla (Hampton & Mason, 2003).

Virheet matematiikan tunneilla ja heikko minäpystyvyys eivät välttämättä aina merkitse matematiikka-ahdistuksen syntymistä. Jameson (2014) pohtiikin, että jos matalan minäpystyvyyden omaavalla oppilaalla on vähän tilaisuuksia matemaattisiin aktiviteetteihin, hän ehkä kohtaa vähemmän tapoja epäonnistua matemaattisissa suorituksissa ja olisi tällöin suojassa matematiikka-ahdistukselta.

Minäpystyvyystudkimuksissa ja matematiikka-ahdistus tutkimuksissa on saatu samankaltaisia tuloksia koskien onnistumisen kokemuksia. Jo vähäisten onnistumisen kokemusten on todettu vähentävän ahdistusta sekä vahvistavat minäpystyvyyttä, vaikka samaan aikaan matematiikan saavutukset paraniivat vain vähän (Jansen ym., 2013). Lisäksi pehmeiden sovellusten käyttämisen matematiikan opetuksessa on todettu stimuloivat oppilaiden kiinnostusta ja uteliaisuutta sekä olevan hauskoja (Phan, 2012). Nämä ovat suojanneet oppilaita

matematiikka-ahdistuksen kokemuksilta ja minäpystyvyyssuskomusten heikkenemiseltä (Phan, 2012).

Tutkimuskysymykset

Tämän pro gradu -tutkielman tarkoituksena on selvittää matematiikka-ahdistukseen mahdollisesti yhteydessä olevia tekijöitä. Vaikka matematiikka-ahdistus ei itsessään olekaan oppimisen vaikeus, sen toimiessa oppimisvaikeuden tavoin, on tärkeää löytää siihen yhteydessä olevia tekijöitä. Tässä tutkielmassa selvitettiin matematiikka-ahdistuksen ja minäpystyvyyssuskomusten välistä yhteyttä. Sen jälkeen tarkasteltiin matematiikan taitojen ja matematiikka-ahdistuksen kokemusten välistä yhteyttä. Lopuksi tarkasteltiin vielä matematiikan taitojen ja minäpystyvyyden välistä yhteyttä. Tätä tarkastelua varten oppilaiden koetun matematiikka-ahdistuksen taso ja luokka-aste kontrolloitiin. Sukupuoli toimi kaikissa tutkimuskysymyksissä yhtenä muuttujana, vaikka sen yhteyttä ei erikseen tutkittukaan.

Tutkimuskysymykset ovat:

1. Onko matematiikka-ahdistus yhteydessä minäpystyvyyssuskomuksiin?
2. Kuinka matematiikan taidot ovat yhteydessä matematiikka-ahdistukseen?
3. Onko matematiikan taidoilla yhteyttä minäpystyvyyssuskomuksiin, kun matematiikka-ahdistus on kontrolloitu?

TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

Tutkimuksen aineisto on peräisin Suomen Akatemian rahoittamasta ja Niilo Mäki instituutin ja Jyväskylän yliopiston yhdessä toteuttamasta Minäpystyvyys ja oppimisinterventiot – tutkimushankkeesta, joka toteutettiin vuosina 2013-2015. Tutkimushankkeessa selvitettiin minäpystyvyysuskomuksien kehittymistä ja niiden yhteyttä oppilaiden akateemisiin taitoihin. Lisäksi tutkittiin oppilaiden kokemaa matematiikka-ahdistusta. Oppilaista ei kerätty oppimisvaikeuksia koskevia taustatietoja.

Tutkittavat

Alkuperäiseen tutkimukseen osallistui yhteensä 1344 oppilasta 20 eri Keski- ja Itä-Suomen alakoulusta. Tutkittavat olivat tutkimushetkellä 2.–5.-luokkalaisia. Tähän pro gradu -tutkielmaan valikoitui 4.– ja 5.-luokan oppilaat, jolloin tutkittavia oli 678. Heistä oli tyttöjä 313 ja poikia 365 (taulukko 1). Kaikki eivät olleet vastanneet jokaisen osion kysymyksiin johtuen esimerkiksi poissaolosta koulusta juuri tutkimushetkellä.

TAULUKKO 1 Tutkittavien lukumäärä sukupuolittain ja luokittain

Luokka		Tytöt	Pojat	Yhteensä
4. lk	N	176	207	383
	%	46	54	56,5
5. lk	N	137	158	295
	%	46,4	53,6	43,5
Yhteensä	N	313	365	678
	%	46,2	53,8	100

Tutkimusaineiston keräsivät tarkoitukseen koulutetut tutkimusavustajat kahden koulupäivän aikana. Tutkimus toteutettiin niin, että oppilaat vastasivat minäpystyvyyttä koskeviin kysymyksiin ennen matematiikan taitoja

mittaavia tehtäviä. Sen sijaan matematiikka-ahdistusta koskeviin kysymyksiin oppilaat vastasivat matematiikan taitoja mittaavan kyselyn jälkeen, mutta erillisellä tutkimuskerralla.

Tutkimukseen osallistuminen oli oppilaille vapaaehtoista ja tutkimuslupa pyydettiin kirjallisena tutkimukseen osallistuneiden oppilaiden huoltajilta. Lisäksi yliopiston eettinen toimikunta arvioi tutkimuksen menettelytavan eettisyyden.

Tutkimusmenetelmät

Oppilaiden matematiikan osaamista tutkittiin kolmella aikarajoitteisella tehtävällä, jotka koostuivat asteittain vaikeutuvista yhteenlasku- ja vähennyslaskutehtävistä sekä aritmeettisista tehtävistä. Molemmat kahden minuutin yhteenlasku- (Koponen & Mononen, 2010a) ja vähennyslaskutestit (Koponen & Mononen, 2010b) koostuivat 60 tehtävästä, joista yhteenlaskutehvässä yhteenlaskettavat luvut olivat pienempiä kuin 10 ja vähennyslaskujen erotukset vaihtelivat yhden ja yhdeksän välillä. Kolmen minuutin aritmeettisiä taitoja mitannut testi (Aunola & Räsänen, 2007) puolestaan koostui 30:stä yhteen-, vähennys-, jako- ja kertolaskutehtävästä. Kolmesta eri matematiikan taitoja mitanneesta testistä saadut pisteen standardoitiin luokka-asteen sisällä. Standardipisteiden perusteella oppilaat jaettiin heikkoihin, keksitasoisiin ja vahvoihin laskijoihin niin, että heikot laskijat olivat -1 keskihajonnan alapuolella ja taitavat laskijat 1 keskihajonnan yläpuolella keskiarvosta. Keskitasoisiin laskijoihin kuuluivat ne oppilaat, jotka sijoittuivat keskiarvon kummallakin puolella $1/2$ keskihajonnan päähän keskiarvosta.

Matematiikka-ahdistusta ja minäpystyvyyttä kuvaavina muuttujina käytettiin keskiarvomuuttujia.

Matematiikka-ahdistus. Matematiikka-ahdistusta mitattiin kuudella kysymyksellä, joista kolme ensimmäistä käsitteli matemaattisiin tilanteisiin liittyvää ahdistusta ja kolme muuta oppilaan kokemaa ahdistusta, joka liittyi mahdollisuuden epäonnistua matematiikan tehtävissä. Matemaattisiin tilanteisiin

liittyvää ahdistusta mittaavat kysymykset oli muokattu alun perin minäpystyvyyden mittaamisessa käytetystä fyysisten tunteiden mittarista, joka pohjautui läheisesti Usherin ja Pajaresin (2008) ajatuksiin. Mahdollisen epäonnistumisen aiheuttamaa ahdistusta puolestaan mitattiin suomennetulla Math Anxiety Questionnaire (MAQ)- mittarilla (Thomas & Dowker, 2000).

Matemaattisia tilanteita olivat muun muassa matematiikan tunnilla vastaaminen ja matematiikan tehtävien tekeminen. Kysymyksiin vastattiin Likert-tyyppisellä asteikolla 1-7, joista 1 tarkoitti, että vastaus ei ole totta ja 7, että vastaus on totta. Sorvon ym. (2017) tutkimusta mukailleen, muuttujat muutettiin ensin kolmiluokkaisiksi niin, että 1=1, 2=2-4, 3=5-7. Tämä sen tähden, että useimmat oppilaat olivat vastanneet 1=ei ole totta, että he kokevat ahdistusta matemaattisissa tilanteissa (noin 50% vastanneista). Näin saadut vastaukset jakautuivat tasaisemmin kuvaamaan koetun ahdistuksen tasoa. Matemaattisiin tilanteisiin liittyvän ahdistuksen keskiarvomuuttujan Cronbachin alfa -kerroin oli 0,70. *Mahdollisen epäonnistumisen aiheuttamaa ahdistusta* selvitettiin esimerkiksi kotitehtävien tekemiseen tai päässälaskujen laskemiseen liittyen. Kysymyksiin vastattiin Likert -tyyppisellä asteikolla 1-5 niin, että hymynaama kuvaa asteittain lisääntyvää ahdistusta (1= "hymynaama" levollinen ja 5="hymynaama" ahdistunut). Mahdolliseen epäonnistumiseen matematiikassa liittyvän ahdistuksen keskiarvomuuttujan Cronbachin alfa oli 0,83.

Matematiikan minäpystyvyyys. Minäpystyvyyttä mittaavat kysymykset laadittiin Banduran (2006) kyselylomakkeen pohjalta. Oppilaiden kokemaa matematiikan minäpystyvyyttä kysyttiin kahdeksalla väittämällä. Kysymykset käsitelivät oppilaan kokemaa varmuutta laskea erilaisia matematiikan tehtäviä nopeasti. Lisäksi kysyttiin oppilaan varmuutta laskea yhteenlaskuja nopeasti ja suoriutumismvarmuutta matematiikan tehtävissä. Vastausvaihtoehdot olivat Likert -tyyppisellä asteikolla 1-7, jossa 1=täysin varma, että en pysty ja 7=täysin varma, että pystyn. Matematiikan minäpystyvyyttä käsittelevistä väittämistä muodostetun keskiarvomuuttujan Cronbachin alfa -kerroin oli 0,888.

Aineiston analyysi

Matematiikka-ahdistuksen yhteyttä minäpystyvyyteen tarkasteltiin Pearsonin ja Spearmanin tulomomenttikorrelaatiokertoimien avulla, koska matemaattisiin tilanteisiin liittyvän ahdistuksen jakauma ei ollut normaalisti jakautunut. Koska korrelaatioiden erot olivat hyvin pieniä (enintään 0,020), päädyttiin käyttämään Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokerrointa.

Matematiikan taitojen yhteyttä minäpystyvyyssuhteen tutkimiseksi tutkittiin monisuuntaisella kovarianssianalyysillä eli ANCOVA:lla. Tässä menetelmässä kontrolloituina muuttujina olivat matematiikka-ahdistus ja luokka-aste, sillä haluttiin saada mahdollisimman tarkkaa tietoa nimenomaan taitojen vaikutuksesta minäpystyvyyssuhteen. Muuttujista matemaattisiin tilanteisiin liittyvän ahdistusmuuttujan normaalisuusoletus ei täyty, eikä Levenen testi mene läpi ($p < 0.001$). Testi on kuitenkin melko vakaa oletusten rikkoutumisen suhteen ja lisäksi jäännösten jakaumaa tarkastellessa havaittiin niiden olevan melko normaalisti jakautuneita. Saatuihin tuloksiin voidaan siis luottaa melko turvallisesti (Metsämuuronen, 2008).

Matematiikan taitojen ja matematiikka-ahdistuksen välistä yhteyttä tarkasteltiin monimuuttujaisen kovarianssianalyysin MANCOVAN avulla. Muuttujista tutkittavien luokka-aste kontrolloitiin. Vaikka ahdistusmuuttujista matemaattisiin tilanteisiin liittyvä muuttuja ei ole riittävän normaalisti jakautunut, testi voitiin suorittaa, koska testi on melko vakaa poikkeavien havaintojen suhteen. Lisäksi Boxin M -testin perusteella kovarianssien yhtäsuuruusoletus jää voimaan. Myös jäännösten jakauma oli melko normaali, jolloin tuloksiin voidaan luottaa melko turvallisesti (Metsämuuronen, 2008). Ryhmien väliset parivertailut toteutettiin Bonferroni-testillä.

Kaikkien osioiden analyysit suoritettiin SPSS 24 -ohjelmistolla.

TULOKSET

Matematiikka-ahdistuksen yhteys minäpystyvyyteen

Matematiikka-ahdistuksella näyttäisi olevan yhteys minäpystyvyyssuhteen (taulukko 2). Korrelaatioiden perusteella huomataan, että vahvat minäpystyvyyssuhteet ovat yhteydessä vähäiseen matematiikka-ahdistukseen. Yhteydet ovat samansuuntaisia kumpaankin ahdistusmuuttujaan. Matemaattisiin tilanteisiin liittyvä ahdistus näyttäisi olevan voimakkaammin yhteydessä matematiikan minäpystyvyyssuhteen kuin mahdollisen epäonnistumisen aiheuttama ahdistus.

TAULUKKO 2 Muuttujien väliset korrelaatiot

	1.	2.	3.	4.
1. Matematiikan minäpystyvyyssuhteet	—			
2. Laskutaidot	.416**	—		
3. Ahdistus matematiikkaan liittyvissä tilanteissa	-.330**	-.193**	—	
4. Ahdistus mahdollisesta epäonnistumisesta	-.192**	-.215**	.328**	—

Huom. $p < .01$ **

Matematiikan taitojen yhteys matematiikka-ahdistukseen

Tutkittaessa matematiikan taitojen yhteyttä minäpystyvyyteen kontrolloitiin luokka-asteen vaikutus. Ryhmittelevinä muuttujina olivat oppilaiden matematiikan taidot ja sukupuoli. Monimuuttujaisen kovarianssianalyysin perusteella havaitaan, että kovariaattina toimineella luokka-asteella ei ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä matematiikka-ahdistukseen ($p > .05$).

Tuloksia tarkasteltaessa havaittiin, että matematiikan taitoryhmät erosivat toisistaan matematiikka-ahdistuksen kokemisessa [$F(4,808)=9,960$, $p < .001$] siten, että heikoimmat laskijat erosivat keskitasoisista ja taitavista laskijoista matematiikka-ahdistuksen kokemisessa ($p < .01$). Sen sijaan keskitasoiset ja taitavat laskijat eivät eronneet toisistaan matematiikka-ahdistuksen kokemisen suhteen. Matematiikan taidot selittäisivät tämän tutkielman mukaan noin viisi

prosenttia koetusta ahdistuksesta ($\eta^2=0,047$). Ahdistusta esiintyisi eniten heikoilla laskijoilla, mikä on nähtävissä taulukon 4 keskiarvoista.

TAULUKKO 4 Matematiikan taitoryhmien matematiikka-ahdistuksen keskiarvot ja keskihajonnat

	Heikot laskijat		Keskitasoiset laskijat		Taitavat laskijat	
	<i>ka</i>	<i>kh</i>	<i>ka</i>	<i>kh</i>	<i>ka</i>	<i>kh</i>
Ahdistus matemaattisissa tilanteissa	1,65	0,568	1,42	0,475	1,35	0,456
Ahdistus mahdollisesta epäonnistumisesta	3,59	0,979	2,94	0,919	2,92	0,908

Huom. *ka* = keskiarvo, *kh* = keskihajonta.

Kuvitteellisen tilanteen, jossa oppilas epäonnistuisi matematiikassa selittää koetua matematiikka ahdistusta enemmän ($\eta^2=0,068$) kuin todellisessa matemaattisessa tilanteessa koettu ahdistus ($\eta^2=0,04$): ahdistus matemaattisissa tilanteissa [$F(2,402)=8,269$, $p<.001$, $\eta^2=0,04$] ja ahdistus mahdollisesta epäonnistumisesta [$F(2,403)=14,707$, $p<.001$, $\eta^2=0,068$]. Sukupuolella ei näyttäisi olevan tilastollisesti merkitsevää yhteyttä kummassakaan ahdistusmuuttujassa ($p>.05$).

Matematiikan taitojen yhteys minäpystyvyyteen

Tutkittaessa matematiikan taitojen yhteyttä minäpystyvyyteen kontrolloitiin matematiikka-ahdistuksen ja luokka-asteen vaikutus. Ryhmittelevinä muuttujina olivat oppilaiden matematiikan taidot ja sukupuoli. Monisuuntaisen kovariansianalyysin perusteella havaitaan, että kovariaattina toimineella matemaattisissa tilanteissa koetulla matematiikka-ahdistuksella näyttäisi olevan tilastollisesti merkitsevä yhteys matematiikan minäpystyvyyssuskomuksien kokemiseen [$F(1,394)=15,426$, $p<.001$]. Osittaisen neliön mukaan matemaattisten tilanteiden ahdistus selittäisi noin 4% koetusta matematiikanminäpystyvyyssuskomuksista

($\eta^2=0,04$). Sen sijaan muuttujalla, joka käsitti kuvitteellisen tilanteen, että oppilas epäonnistuisi matematiikan tehtävissä, ei ole tilastollisesti merkitsevää yhteyttä matematiikan minäpystyvyyteen. Myöskään oppilaan luokka-aste ei ole tilastollisesti merkitsevä.

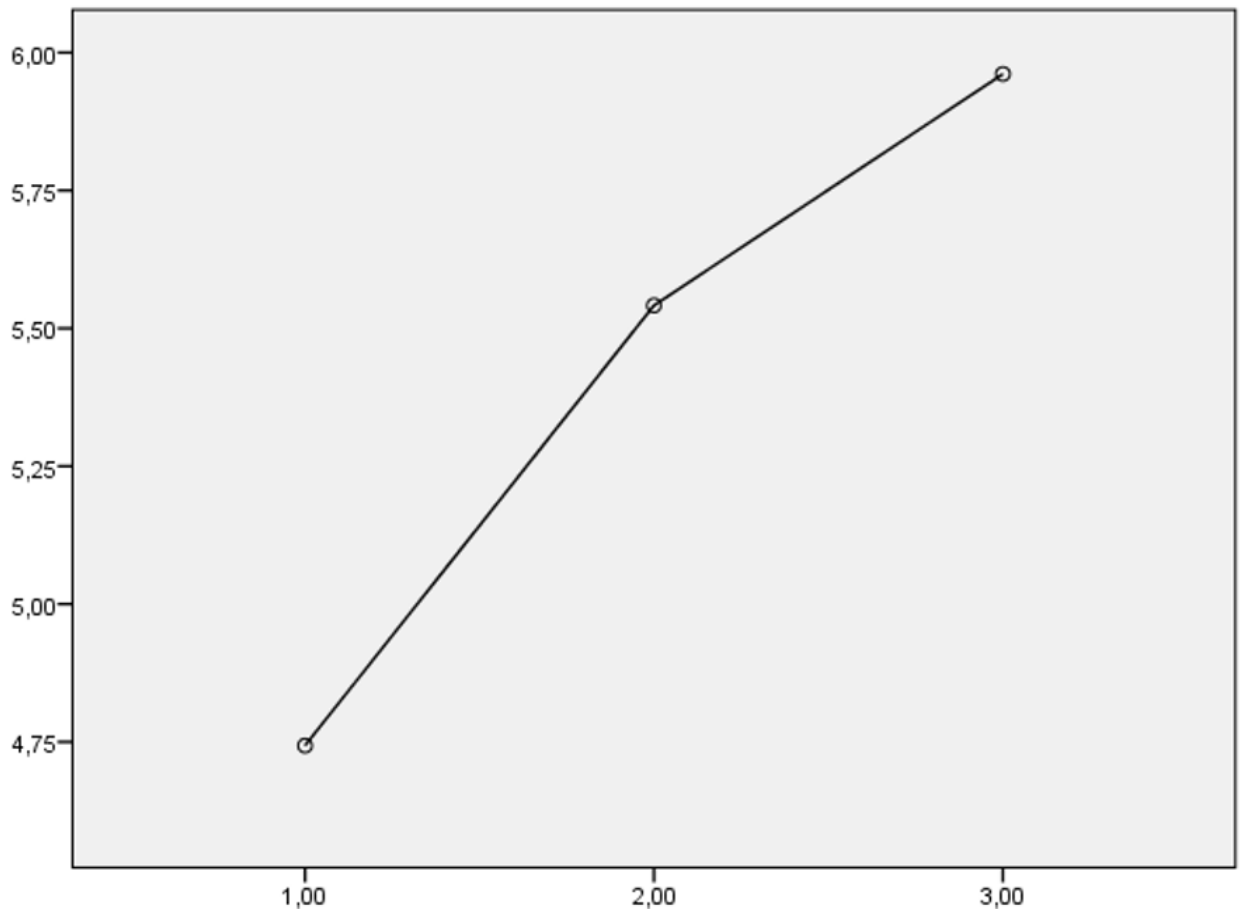
Lisäksi havaittiin, että matematiikan eri taitoryhmiin kuuluvat oppilaat erosivat toisistaan minäpystyvyyssuhteiden suhteen [$F(2,396)=28,91$, $p<.001$]. Matematiikan taidot selittäisivät noin 12% oppilaiden minäpystyvyyssuhteista ($\eta^2=0,119$). Niillä oppilailla, jotka suoriutuvat matematiikan taitotestissä heikoimmin, oli heikoimmat minäpystyvyyssuhteet. Jokaisen kolmen taitoryhmän minäpystyvyyssuhteet erosivat toisistaan tilastollisesti erittäin merkitsevästi (taulukko 3 ja kuvio 3).

TAULUKKO 3 Minäpystyvyyssuhteiden keskiarvot ja keskihajonnat matematiikan taitotason mukaan

	<i>ka</i>	<i>kh</i>	<i>N</i>
heikot laskemisen taidot	4,78	1,08	76
keskitasoiset laskemisen taidot	5,54	0,81	249
taitavat laskemisen taidot	6	0,69	78

Huom. *ka*=keskiarvo, *kh*=keskihajonta

KUVIO 3. Minäpystyvyyssuoritusasteet matematiikan taitoryhmittäin



Huom. y-akselilla minäpystyvyyssuoritusasteen taso, jossa 1=heikko ja 7=erittäin vahva, x-akselilla oppilaiden taitoryhmät: 1=heikot laskijat, 2= keskitasoiset laskijat ja 3=taitavat laskijat.

Ryhmittelevistä muuttujista sukupuoli näyttää olevan pieni omavaikutus [$F(1,394)=4,457$, $p<.035$] siten, että tyttöjen minäpystyvyyssuoritusasteet ovat poikien heikommät etenkin taitavien laskijoiden ryhmässä. Sukupuoli selittää kuitenkin vain 1% koetusta minäpystyvyydestä ($\eta^2=0,01$). Matematiikan taitoryhmitteilyllä ja sukupuolella ei ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä.

POHDINTA

Tutkielman tavoitteena oli tarkastella minäpystyvyyssuskomusten ja matematiikan taitojen mahdollista yhteyttä matematiikka-ahdistukseen. Tutkimuksen kohteena olivat 4.- ja 5. -luokan oppilaat Minäpystyvyys ja oppimisvaikeusinterventiot -tutkimushankkeesta.

Saatujen tulosten mukaan matemaattisiin tilanteisiin liittyvä ahdistus oli yhteydessä oppilaan kokemiin minäpystyvyyssuskomuksiin. Uskomukset näkyivät niin, että mitä vahvemmat minäpystyvyyssuskomukset oppilaalla oli matematiikasta suoriutumista kohtaan, sitä vähemmän hänellä oli matematiikka-ahdistusta. Matematiikka-ahdistus oli yhteydessä matematiikan taitoihin siten, että heikoilla laskijoilla esiintyi eniten matematiikka-ahdistusta. Sen sijaan keskitasoiset ja taitavat laskijat eivät eronneet toisistaan matematiikka-ahdistuksen kokemuksissa. Taitotasoin eriteltyinä vahvimmat minäpystyvyyssuskomukset olivat taitavimmilla laskijoilla ja heikoimmat uskomukset heikoimmilla laskijoilla. Kun matematiikka-ahdistus oli kontrolloitu, matematiikan taidot selittivät tämän tutkielman mukaan eniten oppilaiden kokemia minäpystyvyyssuskomuksia. Sukupuolen mukaan tarkasteltuna pojilla oli tyttöjä vahvemmat minäpystyvyyssuskomukset. Sen sijaan laskemisen taidot ja sukupuoli eivät yhdessä selittäneet koettua minäpystyvyyttä.

Matematiikka-ahdistuksen ja heikkojen minäpystyvyyssuskomusten esiintyminen juuri heikkojen laskijoiden ryhmässä on havaittu myös aikaisemmin tehdyissä tutkimuksissa (Hampton & Mason, 2014). He tosin vertasivat matematiikan oppimisvaikeusdiagnoosin saaneiden ja verrokkien välisiä eroja matematiikka-ahdistuksen kokemuksista sekä minäpystyvyyssuskomuksista. Tämän tutkielman tapa jaotella oppilaat taitoryhmiin sekä näiden välinen vertailu on jonkin verran erilainen lähestymistapa tarkastella matematiikassa suoriutumista. Muualta maailmasta löytyy tutkimustietoa lähinnä matematiikan oppimisvaikeusdiagnoosin saaneiden oppilaiden minäpystyvyyssuskomusten ja ahdistuskokemusten vertaamisesta vertaisiin (mm. Jungert ym., 2014). Samoin on tutkittu

matematiikka-ahdistuksen ja minäpystyvyyden yhteyttä matematiikassa suoriutumiseen (mm. Pajares & Miller, 1994; Parker ym., 2014). Tämä jaottelu taitotasoin sopii mielestäni kuitenkin Suomessa tehtävään matematiikan oppimisen pulmia käsittelevään tutkimukseen hyvin, sillä täällä oppilas ei tarvitse erillistä diagnoosia saadakseen tukea oppimisvaikeuksiinsa (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014). Tämän lisäksi voidaan olettaa heikkojen laskijoiden ryhmässä olevan juuri matematiikan oppimisen pulmien kanssa kamppailevia oppilaita, sillä heitä on arvioitu olevan noin 5–7% jokaisessa ikäluokassa (Räsänen, 2012).

Aikaisemmin on arvioitu, että matematiikan oppimisen pulmista kärsivät eivät kykene arvioimaan realistisesti omaa suoriutumistaan ja minäpystyvyytensä (mm. Jungert ym., 2014). Jos siis heikot laskijat helposti yliarvioivat matematiikan minäpystyvyytensä, minkälaiset heidän todelliset pystyvyytensä olisivatkaan, jos he kykenisivät ne arvioimaan oikein? Minäpystyvyytensä välinen ero eri taitoryhmien välillä voi todellisuudessa olla vielä tämän tutkielman tulosta suurempi. Yksittäisen matematiikan oppimisen pulmien kanssa kamppailevalle oppilaalle voi olla kuitenkin hyvä, ettei hän kykene arvioimaan taitojensa todellista tasoa. Tämä taitojen yliarvioiminen saattaa omalla tavallaan suojata oppilasta esimerkiksi matematiikka-ahdistukselta, kun hänellä on mielikuva edes kohtalaisesta suoriutumisesta matematiikassa. On kuitenkin huomioitava, että tämän tutkielman mukaan heikon taitotason oppilailla esiintyy myös matematiikka-ahdistusta, jolloin voidaan olettaa heidän osanneen arvioida ainakin lähes realistisesti omat minäpystyvyytensä.

Tarkasteltaessa, kuinka voimakkaasti minäpystyvyytensä ja matematiikka-ahdistus ovat yhteydessä matematiikan taitoihin on saatu myös tästä tutkielmasta poikkeavia tuloksia. Pisa 2003 tutkimuksen mukaan matematiikka-ahdistus oli näistä kahdesta tekijästä vahvemmin yhteydessä matematiikassa suoriutumiseen 15-vuotiailla oppilailla (Lee, 2009). Saamani tuloksen erilaisuutta voi selittää tutkittavien eri ikäisyys ja se, että Suomen koululaiset raportoivat yleisesti ottaen vähän matematiikka-ahdistusta (Lee, 2009). Matematiikka-

ahdistusta voidaan myös olettaa Sorvon ym. (2017) tutkimukseen viitaten esiintyvän vähän juuri 4.- ja 5.-luokan oppilaille. Tutkimusten mukaan matematiikkaahdistusta esiintyy enemmän sekä koulun ensi luokilla (Sorvo ym. 2017) että jo opinnoissaan pidemmälle ehtineillä oppilaille (mm. Ascraft, 2002). 4.- ja 5.-luokan oppilaiden minäpystyvyyssuskomuksetkin ovat vielä vahvat (Tuohilampi, 2016), mikä voi osaltaan olla nostamassa tämän tutkielman tulosten minäpystyvyyssuskomusten tasoa.

Onnistumisen ja epäonnistumisen kokemusten on tutkimusten mukaan todettu olevan vahvimmin yhteydessä minäpystyvyyssuskomuksiin (mm. Joët ym., 2011; Jungert ja Anderson, 2013; Phan, 2012). Tällöin hyvä suoriutuminen ja kyky ratkaista tehtäviä vahvistavat oppilaan uskoa omiin taitoihin suoriutua annetuista tehtävistä (mm. Schunk, 1990). Epäonnistumiset tunneilla ja kokeissa sekä jatkuva ponnistelu tehtävistä suoriutuakseen sekä heikentävät oppilaan minäpystyvyyssuskomuksia (mm. Schunk, 1990; Usher, 2009) että käynnistävät matematiikka-ahdistuksen (mm. Jameson, 2014). Ahdistuksen kokemisen on myös havaittu laskevan minäpystyvyyssuskomuksia (mm. Griggs ym., 2013). Nämä kokemukset yhdessä voisivat selittää heikkojen ja vahvojen laskijoiden eroavaisuuden myös tässä tutkielmassa. Koska erityisesti heikot laskijat kokivat eniten ahdistusta matematiikkaa opiskellessaan, olisikin tärkeä pohtia, kuinka oppilaiden matematiikan taitoja voitaisiin parhaiten vahvistaa. Onnistumisen kokemusten lisääminen ja niiden saamisen varmistaminen erityisesti heikon taitoryhmän laskijoille on opettajille tärkeä tehtävä. Oppilaat pitäisi saada nostettua omalla taitotasollaan epäonnistumisen kehältä onnistumisia sisältävälle kehälle, sillä onnistumiset matematiikassa lisäävät innokkuutta opiskella ja harjoitella enemmän. Kun oppilas alkaa luottamaan kykyihinsä selviytyä matematiikan tehtävistä ja hänen minäpystyvyyssuskomuksensa vahvistuvat, hän samalla rohkautuu käyttämään matematiikkaa enemmän ja taidotkin vahvistuvat.

Taitojen vahvistamisen ohella olisi tärkeä vahvistaa myös oppilaiden minäpystyvyyssuskomuksia sekä tehdä matematiikan opiskelusta mielenkiintoista ja mukavaa. Luokan arkisen työn lomassa ei ehkä ole aina helppoa

havainnoida yksittäisen oppilaan minäpystyvyyssuskomusten tasoa, mutta minäpystyvyyssuskomusten vahvistamista voidaan tehdä koko luokan kesken. Tällaisia keinoja ovat Bonne ja Johnstonin (2016) mukaan muun muassa oppimistavoitteiden jakaminen oppilaiden kanssa niin, että oppilaat tietävät ne itse sekä palautteen antaminen jo saavutetuista tavoitteista. Yksittäisen oppilaan minäpystyvyyttä voidaan puolestaan vahvistaa kiinnittämällä oppilaan huomio niihin taitoihin, jotka hän on jo kyennyt saavuttamaan (Bonne & Johnston, 2016). Myös Yurt (2014) kehottaa opettajia huomioimaan oppilaiden yksilölliset erot opetuksessa ja kehittämään oppimisympäristöt näiden erojen pohjalta.

Minäpystyvyyssuskomusten vahvistamisen lisäksi voidaan samalla auttaa oppiaita käsittelemään epäonnistumisen kokemuksia. Oppilaille voidaan tarjota selviytymiskeinoja, jotka auttavat heitä käsittelemään epäonnistumisen kokemuksia ja virheitä (Bonne & Johnston, 2016). Tällaiset keinot voisivat toimia suojaavina keinoina myös matematiikka-ahdistusta vastaan. Ne olisivat hyödyllisiä kaiken tasoisille laskijoille, jotta oppilaalle ei pääsisi kehittymään ahdistuksen hallitsemaa ”apua -oloa”. Tällaisessa olotilassa matematiikka-ahdistus keskittää oppilaan huomion omiin tunteisiin, ja matemaattinen ajattelu ja toiminta häiriintyvät ja oppiminen estyy. Myös näissä tapauksissa positiiviselle kehälle pääseminen on tärkeää.

Tämän tutkielman mukaan erityisesti matemaattisiin tilanteisiin liittyvä ahdistus on vahvasti yhteydessä minäpystyvyyssuskomuksiin ja niiden koettuun tasoon. Sekä minäpystyvyyssuskomukset että ahdistuksen kokeminen matemaattisissa tilanteissa kuvaavat molemmat todellisia juuri nyt käsillä olevia tilanteita. Tämä voisi selittää, miksi ahdistus, jota koetaan mahdollisuudesta epäonnistua matematiikan tehtävissä, ei noussut tässä tutkielmassa minäpystyvyyssuskomusten selittäjäksi tarkasteltaessa taitojen ja minäpystyvyyssuskomusten välistä yhteyttä. Matematiikan tehtäviä tehdessään oppilaan täytyy aivan kuin joka kerta uuden tehtävän edessä punnita uskomuksensa siitä, kykeneekö hän laskemaan juuri tämän tehtävän. Samalla tavalla ahdistus voi hiipiä ajatuksiin sillä hetkellä, kun oppilas näkee edessään olevan tehtävän ja mahdollisesti toteaa sen vaikeaksi tai haastavaksi tehdä. Vahvan minäpystyvyyden laskijat ovat suojassa

tältä ahdistuksen kokemukselta, koska he mahdollisesti osaavat ohjata ajatuksiinsa ja tunteitaan haasteita kohdatessaan (Usher, 2009; Galla & Wood, 2011).

Tutkielman rajoituksina haluaisin nostaa esille muutamia kohtia. Ensinnäkin matematiikka-ahdistusta matemaattisissa tilanteissa kuvaava muuttuja ei ole normaalisti jakautunut. Vaikka tämä soveltuu käytettyihin menetelmiin, voidaan pohtia, minkälaisia tuloksia saataisiin normaalisti jakautuneilla muuttujilla. Olisiko silloin eroa myös keskitasoisten ja taitavien laskijoiden matematiikka-ahdistuksen kokemisessa? Tai eroaisivatko heikot laskijat vielä enemmän kahdesta taitavammin suoriutuvien ryhmistä?

Matematiikan oppimisen haasteita kuvaavien käsitteiden kirjo on varsin laaja, ja erityisesti pienet oppilaat voivat ymmärtää ne hyvinkin eri tavoin kuin tutkijat. Erityisesti matematiikka-ahdistuksen mittaamiseen liittyy toinen tutkielmaani mielestäni kuuluva rajoitus. Matematiikka-ahdistuksesta on erotettavissa erilaisia ahdistuksen muotoja. Näitä ovat matematiikka-ahdistuksen lisäksi yleinen ahdistus ja testitilanteisiin liittyvä ahdistus (mm. Hembree, 1990; Cargnelutti ym., 2017). Mielestäni voidaan pohtia, kuinka paljon matematiikka-ahdistusta raportoivan oppilaan suoriutumiseen matematiikan taitoja mittaavaan tutkimusosioon vaikutti mahdollisesti oppilaan kokema matematiikka-ahdistus tai matematiikan testiahdistus. Toki tätä pyrittiin ehkäisemään jättämällä ahdistusmuuttujien kysymyksiin vastaaminen viimeiseksi osioksi (Sorvo ym., 2017).

Jatkossa on mielestäni tarpeellista tehdä vertailevaa tutkimusta matematiikka-ahdistuksen vaiheista. Näin saataisiin selville, vaihteleeko ahdistuksen kokeminen oppilaan luokka-asteen mukaan kuten minäpystyvyyssuskomukset näyttävät tekevän (Tuohilampi, 2016). Tutkimusta voidaan tehdä sekä poikittais- että pitkittäistutkimuksena. Mielestäni on kuitenkin tärkeintä, että mukana ovat kaikki perusopetuksen vuosiluokat, jotta saadaan mahdollisimman kattava kuva oppilaiden matematiikka-ahdistuksen kehittymisen vaiheista. Myös matematiikan oppimisen pulmista kärsivien oppilaiden ja verrokkien minäpystyvyyssuskomusten ja matematiikka-ahdistusten kokemuksista olisi tarpeellista

tehdä vertailevaa tutkimusta. Tällä tavoin voitaisiin mahdollisesti löytää opettajille keinoja tunnistaa luokastaan ne oppilaat, joiden minäpystyvyyssuskomukset ovat heikot, tai joille matematiikka syystä tai toisesta aiheuttaa ahdistusta. Laadullisen tutkimuksen keinoin voitaisiin myös selvittää oppilaiden omia kokemuksia matematiikan oppimisen pulmista, matematiikka-ahdistuksen kokemuksista sekä oppilaiden käsityksiä itsestään oppijana. Tämä mahdollistaisi oikeanlaisen tuen kohdentamisen niille oppilaille, joille on riski kehittyä matematiikan oppimisen vaikeus vain sen tähden, että oppilas ei luota omiin kykyihinsä suoriutua matematiikasta ja matematiikka-ahdistus pääsee sen tähden vaikeuttamaan laskemisen taitojen kehittymistä.

LÄHTEET

- Aarnos, E. & Perkkilä, P. (2012). Early signs of mathematics anxiety? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 1495 - 1499.
DOI:10.1016/j.sbspro.2012.05.328
- Ashcraft, M. H. (2002). Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences. *Current Directions in Psychological Science*, 11, 181-185.
doi:10.1111/1467-8721.00196
- Ashcraft, M.H., Krause, J.A. & Hopko, D.R. (2007). Is Math Anxiety a Mathematical Learning Disability? Teoksessa Berch, D.B. & Mazzocco, M.M.M. (toim.) *Why Is Math So Hard for Some Children? The Nature and Origins of Mathematical Learning Difficulties and Disabilities*. (2007) 329-348. Paul H. Brookes Pub. Co.
- Aunola, K., & Reunanen, P. (2007). The 3-minute basic arithmetic test. Unpublished manuscript.
- Bandura, A. (1994). Self-efficacy. In V. S. Ramachaudran (Ed.), *Encyclopedia of human behavior* (Vol. 4, pp. 71-81). New York: Academic Press. (Reprinted in H. Friedman [Ed.], *Encyclopedia of mental health*. San Diego: Academic Press, 1998). <https://www.uky.edu/~eushe2/Bandura/BanEncy.html>
Viitattu 27.4.2018.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Bandura, A. (2006). Guide for constructing self-efficacy scales. Teoksessa Pajares, F. & Urdan, T. (toim.) *Adolescence and education*. Greenwich, CT: Information Age.
- Bouffard-Bouchard, T. (1990). Influence of Self-Efficacy on Performance in a Cognitive Task. *The Journal of Social Psychology*, 130 (3), 353-363.
- Cargnelutti, E., Tomasetto, C., & Passolunghi, M.C. (2017). How is anxiety related to math performance in young students? A longitudinal study of

- garde 2 to grade 3 children. *Cognition and emotion*, Vol. 31, No. 4, 755–764.
DOI: 10.1080/02699931.2016.1147421
- Fast, L. A., Lewis, J. L., Bryant, M. J., Bocian, K. A., Cardullo R. A., Rettig, M., & Hammond, K. A. (2010). Does Math Self-Efficacy Mediate the Effect of the Perceived Classroom Environment on Standardized Math Test Performance? *Journal of Educational Psychology*, Vol. 102, No. 3, 729–740.
DOI: 10.1037/a0018863
- Galla, B. M. & Wood, J. J. (2011). Emotional Self-Efficacy moderates anxiety-related impairments in math performance in elementary school-age youth. *Personality and Individual Differences*, 52, 118–122.
DOI:10.1016/j.paid.2011.09.012
- Griggs, M. S., Rimm-Kaufman, S. E., Merritt, E. G. & Patton C. L. (2013) The Respective Classroom Approach and Fifth Grade Student's Math and Science Anxiety and Self-Efficacy. *School Psychology Quarterly*, Vol. 28, No. 4, 360-373. DOI: 10.1037/spq0000026
- Hampton, N. Z. & Mason, E. (2003). Learning Disabilities, Gender, Sources of Efficacy, Self-Efficacy Beliefs, and Academic Achievement in High School Students. *Journal of School Psychology* 41, 101– 112. DOI:10.1016/S0022-4405(03)00028-1
- Harari, R.R., Vukovic, R.K. & Bailey, S.P. (2013) Mathematics Anxiety in Young Children: An Exploratory Study, *The Journal of Experimental Education*, 81:4,538-555. DOI: 10.1080/00220973.2012.727888
- Hembree, R. (1990). The nature, effects, and relief of mathematics anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(1), 33–46.
DOI:10.2307/749455
- Jain, S. & Dowson, M. (2009). Mathematics anxiety as a function of multidimensional self-regulation and self-efficacy. *Contemporary Educational Psychology*, 34 (2009) 240–249.
DOI:10.1016/j.cedpsych.2009.05.004
- Jameson, M.M. (2014) Contextual Factors Related to Math Anxiety in Second-Grade Children, *The Journal of Experimental Education*, 82:4, 518-536.

DOI:10.1080/00220973.2013.813367

- Joët, G., Usher, E. L. & Bressoux, P. (2011) Sources of Self-Efficacy: An Investigation of Elementary School Students in France. *Journal of Educational Psychology*, Vol. 103, No. 3, 649–663. DOI: 10.1037/a0024048
- Jungert, T. & Andersson, U. (2013). Self-efficacy Beliefs in Mathematics, Native Language Literacy and Foreign Language Amongst Boys and Girls with and without Mathematic Difficulties. *Scandinavian Journal of Educational Research*, Vol. 57, No. 1, 1–15. DOI:10.1080/00313831.2011.621140
- Jungert, T., Hesser, H. & Träff, U. (2014). Contrasting two models of academic self-efficacy – domain-specific versus cross-domain – in children receiving and not receiving special instruction in mathematics. *Scandinavian Journal of Psychology*, 55, 440–447. DOI: 10.1111/sjop.12139
- Klassen, R. M. (2007). Using predictions to learn about the self-efficacy of early adolescents with and without learning disabilities. *Contemporary Educational Psychology* 32, 173–187. DOI:10.1016/j.cedpsych.2006.10.001
- Klassen, R.M. & Usher, E. L. (2009) Self-Efficacy in Educational Settings: Recent Research and Emerging Directions. Teoksessa Karabenick, S.A. & Urdan, T.C. (2010) *The Decade Ahead: Theoretical Perspectives on Motivation and Achievement*. Emerald.
- Koponen, T., & Mononen, R. (2010a). The 2-minute addition fluency test. Unpublished manuscript.
- Koponen, T., & Mononen, R. (2010b). The 2-minute subtraction fluency test. Unpublished manuscript.
- Krinzinger, H., Kaufman, L., & Willmes, K. (2009). Math Anxiety and Math Ability in Early Primary School Years. *Journal of Psychoeducational Assessment*, Vol. 27 No. 3, 206-225.
- Lazar, M. (2017). Working memory: How important is white matter? *The Neuroscientist*, Vol. 23(2) 197 –210. DOI: 10.1177/1073858416634298
- Lee, J. (2009). Universals and specifics of math self-concept, math self-efficacy, and math anxiety across 41 PISA 2003 participating countries. *Learning and Individual Differences*, 19, 355–365. DOI:10.1016/j.lindif.2008.10.009

- Lyons, I.M. & Beilock, S. L. (2012). Mathematics Anxiety: Separating the Math from the Anxiety. *Cerebral Cortex* September, 22, 2102- 2110.
DOI:10.1093/cercor/bhr289
- Maloney, E. A. ja Beilock, S. L. (2012). Math anxiety: who has it, why it develops, and how to guard against it. *Trends in cognitive sciences*, vol. 16, No. 8. <https://doi-org.ezproxy.jyu.fi/10.1016/j.tics.2012.08.011>
- Mercer, S. H., Nellis, L. M., Martínez, R. S. & Kirk, M. (2011). Supporting the students most in need: Academic self-efficacy and perceived teacher support in relation to within-year academic growth. *Journal of School Psychology* 49, 323–338. DOI:10.1016/j.jsp.2011.03.006
- Metsämuuronen, J. (2008). Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. *International Methelp* 2006 2. laitos, 3. uud. p.
- Metsämuuronen, J. & Tuohilampi, L. (2014). Changes in Achievement in and Attitude toward Mathematics of the Finnish Children from Grade 0 to 9 – A Longitudinal Study. *Journal of Educational and Developmental Psychology*; Vol. 4, No. 2; DOI:10.5539/jedp.v4n2p145
- Pajares, F. (1996). Self-Efficacy Beliefs in Academic Settings. Review of Educational Research. Vol. 66, No. 4, 543-578.
- Pajares, F. & Kranzler, J. (1995) Self-Efficacy Beliefs and General Mental Ability in Mathematical Problem-Solving. A Path Analysis. *Contemporary Educational Psychology*, Vol.20(4), pp.426-443.
- Pajares, F. & Miller, M.D. (1994). Role of Self-Efficacy and Self-Concept Beliefs in Mathematical Problem Solving: A Path Analysis. *Journal of Educational Psychology*, Vol. 86, No. 2, 193-203.
- Peusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014.
http://www.oph.fi/download/163777_perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf. Lainattu 7.5.2018.
- Phan, H. P. (2012) The Development of English and Mathematics Self-Efficacy: A Latent Growth Curve Analysis. *The Journal of Educational Research*, 105, 196-209. DOI: 10.1080/00220671.2011.552132

- Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine S.C. & Beilock S. L. (2013) Math Anxiety, Working Memory, and Math Achievement in Early Elementary School, *Journal of Cognition and Development*, 14:2, 187-202. DOI: 10.1080/15248372.2012.664593
- Richardson, F. C., & Suinn, R. M. (1972). The Mathematics Anxiety Rating Scale: Psychometric data. *Journal of Counseling Psychology*, 19, 551. DOI:10.1037/h0033456
- Räsänen, P. (2012) Laskemiskyvyn häiriö eli dyskalkulia. *Duodecim*, 128: 11, 1168-1177.
- Schunk, D.H. (1990) Goal Setting and Self-Efficacy During Self-Regulated Learning. *Educational Psychologist*, Vol. 25. No. 1, 71-86.
- Skaalivik, E.M., Federici, R.A. & Klassen, R.M. (2015). Mathematics achievement and self-efficacy: Relations with motivation for mathematics. *International Journal of Educational Research* 72 (2015) 129-136. DOI: 10.1016/j.ijer.2015.06.008
- Sorvo, R., Koponen, T., Viholainen H., Aro, T., Räikkönen, E., Peura, P., Dowker A. ja Aro, M. (2017). Math anxiety and its relationship with basic arithmetic skills among primary school children. *British Journal of Educational Psychology*. Vol.87(3), 309-327. DOI: 10.1111/bjep.12151
- Thomas, G., & Dowker, A. (2000). Mathematics anxiety and related factors in young children. In *British Psychological Society Developmental Section Conference*.
- Tuohilampi, L. (2016) Contextualizing Mathematics Related Affect: Significance of Students' Individual and Social Level Affect in Finland and Chile. *REDIMAT*, 5(1), 7-27. DOI: 10.4471/redimat.2016.1823
- Usher, E.L. (2009). Sources of Middle School Students' Self-Efficacy in Mathematics: A Qualitative Investigation. *American Educational Research Journal*, Vol. 46. No. 1., 275-314. DOI: 10.3102/0002831208324517
- Usher, E. L. & Pajares, F. (2006). Sources of academic and self-regulatory efficacy beliefs of entering middle school students. *Contemporary Educational Psychology*, 31, 125-141. DOI:10.1016/j.cedpsych.2008.09.002

- Usher, E. L., & Pajares, F. (2008). Sources of self-efficacy in school: Critical review of the literature and future directions. *Review of Educational Research*, 78, 751-796. DOI:10.3102/0034654308321456
- Vukovic, R. K., Kieffer, M. J., Bailey, S. P. & Harari, R. R. (2013). Mathematics anxiety in young children: Concurrent and longitudinal associations with mathematical performance. *Contemporary Educational Psychology* 38, 1-10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cedpsych.2012.09.001>
- Yurt, E. (2014). The Predictive Power of Self- Efficacy Sources for Mathematics Achievement. *Education and Science*, Vol. 39, No. 176, 159-169. DOI: 10.15390/EB.2014.3443