

Matemaattisen minäpystyvyyden lähteiden yhteys matematiikka-ahdistukseen 2.-5.-luokkalaisilla oppilaille

Henna-Riikka Taskinen & Milja Ilveskero

Erityispedagogiikan pro gradu -tutkielma

Kevätlukukausi 2022

Kasvatustieteiden laitos

Jyväskylän yliopisto

TIIVISTELMÄ

Taskinen, Henna-Riikka & Ilveskero, Milja. 2022. Matemaattisen minäpystyvyyden lähteiden yhteys matematiikka-ahdistukseen 2.-5.-luokkalaisilla oppilailla. Erityispedagogiikan pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden laitos. 43 sivua.

Tutkimuksessa selvitettiin miten ja missä määrin matemaattisen minäpystyvyyden lähteet ovat yhteydessä matematiikka-ahdistuksen kahteen ulottuvuuteen (matematiikan oppimistilanteisiin liittyvä ahdistus ja matematiikassa epäonnistumiseen liittyvä ahdistus). Banduran luoman sosiokognitiivisen teorian mukaan minäpystyvyys koostuu neljästä lähteestä, jotka ovat onnistumisen ja hallinnan kokemukset, vertaiskokemukset, sosiaalinen palaute sekä fysiologiset reaktiot.

Tutkimus toteutettiin osana vuosina 2013–2015 toteutettua Jyväskylän yliopiston ja Niilo Mäki Instituutin Minäpystyvyys ja oppimisvaikeusinterventiot – tutkimushanketta. Tutkimukseen osallistui yhteensä 1463 oppilasta 2.-5.-luokilta Keski- ja Itä-Suomesta. Tutkimusaineisto kerättiin hankkeen alkumittauksen yhteydessä osana laajempaa kyselytutkimusta. Aineisto analysoitiin lineaarisella regressioanalyysillä ja kovarianssianalyysillä.

Tulokset osoittavat, että matemaattisen minäpystyvyyden lähteet selittävät noin 10 % matematiikka-ahdistuksesta. Matemaattisen minäpystyvyyden lähteistä onnistumisen ja hallinnan kokemukset olivat kaikilla luokka-asteilla samansuuntaisesti yhteydessä matematiikka-ahdistukseen. Matematiikan oppimistilanteisiin liittyvään ahdistukseen oli yhteydessä vertaiskokemukset 2.-, 4.- ja 5.-luokkalaisilla sekä sosiaalinen palaute ainoastaan 5.-luokalla.

Tämä tutkimus lisäsi ymmärrystä siitä, miten yksittäiset matemaattisen minäpystyvyyden lähteet ovat yhteydessä matematiikka-ahdistukseen. Tutkimuksen tulokset ovat samansuuntaisia aikaisempien tutkimusten kanssa. Tulokset vahvistavat käsitystä, että onnistumisen ja hallinnan kokemukset ovat tärkeitä matematiikka-ahdistuksen selittäjiä.

Asiasanat: Matematiikka-ahdistus, matemaattisen minäpystyvyyden lähteet, onnistumisen ja hallinnan kokemukset, vertaiskokemukset, sosiaalinen palaute

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

1	JOHDANTO	4
	1.1 Matematiikka-ahdistus.....	5
	1.2 Minäpystyvyyys	12
	1.3 Matematiikka-ahdistuksen ja matemaattisen minäpystyvyyden välinen yhteys	19
	1.4 Tutkimuskysymykset	21
2	TUTKIMUSMENETELMÄT	23
	2.1 Tutkimukseen osallistujat	23
	2.2 Tutkimusaineiston keruu ja käytetyt muuttujat.....	23
	2.3 Aineiston analyysi.....	25
	2.4 Eettiset ratkaisut.....	26
3	TULOKSET	28
	3.1 Matemaattisen minäpystyvyyden lähteiden yhteys matematiikka-ahdistukseen	29
	3.2 Matemaattisen minäpystyvyyden lähteiden ja matematiikka-ahdistuksen yhteydet 2.-5.-luokkalaisilla	30
	3.3 Matemaattisen minäpystyvyyden lähteiden ja matematiikka-ahdistuksen välisten yhteyksien erot 2.-5.-luokkalaisilla.....	33
4	POHDINTA	36
	4.1 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset.....	36
	4.2 Tutkimuksen luotettavuus ja rajoitukset.....	41
	4.3 Jatkotutkimushaasteet	43
	LÄHTEET	45
	LIITTEET	55

1 JOHDANTO

Matematiikan taidot ovat keskeisimpiä koulussa harjoiteltavia taitoja, ja niiden oppiminen on yksi opetuksen tärkeimmistä tavoitteista (Opetushallitus, 2014). Matematiikan taidot ovat myös tärkeitä jokapäiväisessä arjessa. Osalle lapsista matematiikan oppiminen on haastavampaa ja vaikeampaa kuin toisille. Matematiikka ja numeroiden käsittely voivat aiheuttaa myös epämiellyttäviä negatiivisia tunteita (esim. Ashcraft, 2002), ja joillakin voi olla kielteisiä uskomuksia omasta osaamisestaan ja pystyvyydestään (esim. Bandura 1977). Osalle matematiikka voi aiheuttaa hyvinkin voimakkaita ahdistuksen tunteita (esim. Lee, 2009).

Matematiikka-ahdistus koostuu pelon ja ahdistuksen tunteista, jotka häiritsevät merkittävästi lukujen käsittelyä ja matemaattisten ongelmien ratkaisua (Ashcraft 2002; Richardson & Suinn, 1972). Sorvo kollegoineen (2017) on jakanut matematiikka-ahdistuksen kahteen eri ulottuvuuteen, jotka ovat matematiikassa epäonnistumiseen liittyvä ahdistus ja matematiikan oppimistilanteisiin liittyvä ahdistus. Matematiikassa epäonnistumiseen liittyvä ahdistus ilmenee tilanteissa, joissa oppilaalla on huoli omasta epäonnistumisestaan matematiikassa. Matematiikan oppimistilanteisiin liittyvällä ahdistuksella tarkoitetaan puolestaan ahdistuneisuutta, joka ilmenee kaikenlaisissa matematiikkaan oppimiseen liittyvissä tilanteissa, kuten oppitunneilla tehtäviä tehdessä tai opettajan kysymykseen vastatessa. Tässä tutkimuksessa matematiikka-ahdistuksen määrittelyssä käytetään näitä kahta matematiikka-ahdistuksen ulottuvuutta.

Käsitykset omasta pystyvyydestä sekä oppimisen herättämät tunteet heijastuvat toimintaan ja sitä kautta oppimistuloksiin ja saavutuksiin (Cook & Artino, 2016; Valiente ym., 2012;). Oppimisen herättämät tunteet ja käsitykset pystyvyydestä lukeutuvat osaksi oppimismotivaatiota, joka ilmenee esimerkiksi tehtävään tai toimintaan kohdistuvana kiinnostuksena, sitkeytenä ja muunlaisena tehtävän kannalta mielekkäänä toimintana (Salmela-Aro & Nurmi, 2017). Oppimismotivaatiota on pyritty selittämään monien eri teorioiden kautta (Cook & Artino,

2016). Yksi teorioista on Banduran (1986) luoma sosiokognitiivinen teoria. Banduran (1977) mukaan minäpystyvyys, eli ihmisen uskomus omasta pystyvyydestään ja kyvyistään, on olennaisesti yhteydessä motivaatioon. Minäpystyvyyden nähdään rakentuvan neljästä eri lähteestä, jotka ovat onnistumisen ja hallinnan kokemukset, vertaiskokemukset, sosiaalinen palaute ja fysiologiset reaktiot (Bandura, 1977).

On keskeistä huomata, että minäpystyvyys ja matematiikka-ahdistus ovat molemmat yhteydessä matematiikassa suoriutumiseen (Ribroso ym., 2018). Oppilaan heikon suoriutumisen taustalla ei ole ainoastaan taidollinen osaamattomuus, vaan minäpystyvyydellä (Pajares & Schunk, 2002) sekä matematiikka-ahdistuksella (Ashcraft & Moore, 2009) on havaittu olevan yhteys oppilaan osaamiseen. Tämän takia on tärkeää tulla tietoiseksi siitä, mitkä tekijät lisäävät epämiellyttävien tunteiden heräämistä oppimisessa.

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan matemaattisen minäpystyvyyden eri lähteiden yhteyttä matematiikka-ahdistuksen kahteen ulottuvuuteen. Lisäksi yhteyksien eroja tarkastellaan tarkemmin eri luokka-asteiden välillä. Jotta oppimisen haasteita ja oppimismotivaatiota voidaan ymmärtää paremmin, on tärkeää saada tietoa, miten näihin liittyvät seikat ovat yhteydessä toisiinsa.

1.1 Matematiikka-ahdistus

Matematiikka-ahdistus on ahdistuneisuutta, joka liittyy numeroiden käsittelyyn sekä matemaattisiin tilanteisiin (Commodari & La Rosa, 2021; Richardson & Suinn, 1972). Ahdistuneisuudella (eng. *anxiety*) tarkoitetaan huolestunutta tai pelokasta tunnetilaa, johon kuuluu nykyhetkeen tai tulevaisuuteen liittyvään tapahtumaan kohdistuva huoli tai pelko (Huttunen, 2018). Ahdistus voi ilmetä muun muassa levottomuutena, pelokkuutena tai keskittymiskyvyn puutteena (Ahdistuneisuushäiriöt: Käypä hoito -suositus, 2019). Ahdistuneisuuteen liittyy usein erilaisia somaattisia oireita, esimerkiksi hengenahdistusta, sydämentykytystä, hikoilua, vapinaa tai huimausta (Huttunen, 2018).

Kaikenlaiseen oppimiseen liittyvää ahdistuneisuutta voidaan kutsua yleiseksi oppimiseen liittyväksi ahdistuneisuudeksi (Commodari & La Rosa, 2021). Tällöin ahdistuneisuus ja muut negatiiviset tunteet eivät ole sidoksissa mihinkään tiettyyn oppiaineeseen (Commodari & La Rosa, 2021). Kansainvälisessä tutkimuskirjallisuudessa puhutaan usein termistä ”*academic anxiety*” (ks. mm. von der Embse ym., 2018; Carey ym. 2017). Tällainen ahdistuneisuus voi olla melko pysyvä ahdistuneisuudentila, jota ihmisellä on taipumusta kokea jopa päivittäin oppimiseen liittyvissä tilanteissa.

Matematiikka-ahdistus on erillinen oma ahdistuksen muoto ja erottuu yleisestä oppimiseen liittyvästä ahdistuneisuudesta (Commodari & La Rosa, 2021). Matematiikka-ahdistus (eng. *Math anxiety, mathematics anxiety*) määritellään jännityksen, pelon ja ahdistuksen tunteina, jotka häiritsevät lukujen käsittelyä ja matemaattisten ongelmien ratkaisua (Ashcraft 2002; Richardson & Suinn, 1972). Tärkeää on huomata, että esitetyn kaltainen määritelmä keskittyy matematiikka-ahdistuksen aiheuttamiin vaikutuksiin matematiikassa (Wood, 1988). Silti on hyvä erottaa, että matematiikka-ahdistus ja matemaattisten asioiden välttäminen eivät ole sama asia (Wood, 1988).

Testiahdistuksen tutkimuskenttä on luonut pohjaa matematiikka-ahdistuksen tutkimukselle. Testiahdistus on määritelty taipumukseksi kokea kaikenlaiset arviointiin ja testaamiseen liittyvät tilanteet uhkaaviksi (Zeidner, 1998, 17–19). Testiahdistukseen liittyvät huoli kokeiden tai testien epäonnistumisesta, negatiiviset fysiologiset reaktiot sekä välttämiskäyttäytyminen (Zeidner, 1998, 17–19). Matematiikka-ahdistukseen ja testiahdistukseen liittyy paljon samankaltaisia ja osin yhteisiä tekijöitä (Carey ym., 2017). Sekä matematiikka-ahdistus että testiahdistus perustuvat usein kokemuksiin koulusta ja erilaisista saavutuksista (Carey ym., 2017). Liebert ja Morris (1967) ovat esittäneet mallin, jossa testiahdistuksesta voidaan erottaa kaksi ulottuvuutta: kognitiivisen ulottuvuuden sekä affektiivisen ulottuvuuden (Morris & Liebert, 1970 mukaan). Nämä kaksi samaa ulottuvuutta on tunnistettu myöhemmin myös matematiikka-ahdistuksesta (Wigfield & Meece 1988).

Matematiikka-ahdistuksen kognitiivinen ulottuvuus koostuu huolesta matemaattista menestymistä kohtaan, negatiivisista odotuksista matematiikassa pärjäämistä kohtaan ja itseään heikentävistä ajatuksista matemaattisessa suorituskyyvyssä (Wigfield & Meece 1988). Lisäksi kognitiivisella tasolla matematiikka-ahdistuksen on havaittu vaikuttavan heikentävästi työmuistin toimintaan, joka puolestaan haittaa matemaattisten tehtävien suoritusta (Ashcraft & Krause, 2007; Miller & Bischel, 2004; Ramirez ym., 2013; Szczygieł, 2021). Affektiiviseen ulottuvuuteen kuuluu erilaisia epämiellyttäviä tunteita, kuten hermostuneisuutta, pelkoa ja jännitystä sekä näiden aiheuttamia fysiologisia reaktioita (Ho ym. 2000; Wigfield & Meece 1988). Nämä kaksi ulottuvuutta osin liittyvät vahvistikin toisiinsa, mutta ovat kuitenkin tunnistettu erillisiksi (Ho ym. 2000; Wigfield & Meece 1988). Tässä tutkimuksessa näitä ulottuvuuksia käsitellään omina erillisinä käsitteinä. Fysiologiset reaktiot voidaan nähdä myös omana ulottuvuutenaan, joihin kuuluu muun muassa kohonnut syke, nihkeät kädet, vatsavaivat ja huimaus (Luttenberger, 2018).

Lasten kokemasta matematiikka-ahdistuksesta on tunnistettu samat ulottuvuudet, kognitiivinen ja affektiivinen (emotionaalinen), kuin aikuistenkin kokemasta matematiikka-ahdistuksesta (Harari ym. 2013; Sorvo, 2017). Suomalaisessa tutkimuskontekstissa Sorvo (2017) kollegoineen ovat nimenneet nämä ulottuvuudet matematiikassa epäonnistumiseen liittyväksi ahdistukseksi (kognitiivinen ulottuvuus) sekä matematiikan oppimistilanteisiin liittyväksi ahdistukseksi (affektiivinen ulottuvuus). Tässä tutkimuksessa käytämme näitä Sorvon ja kollegoiden (2017) luomia nimityksiä matematiikka-ahdistuksen ulottuvuuksista.

Matematiikka-ahdistusta voi ilmetä kaikenlaisissa tilanteissa, joissa matematiikka ja luvut ovat läsnä (Richardson & Suinn, 1972). Usein matematiikka-ahdistusta ilmenee koulumaailmassa matematiikan oppitunneilla (Luttenberger, 2018; Richardson & Suinn, 1972). Luttenbergerin (2018) mukaan matematiikka-ahdistusta voidaan nähdä ilmenevän ainakin kolmenlaisissa matematiikkaan liittyvissä tilanteissa: koetilanteissa, luokkahuoneessa tapahtuvilla oppitunneilla sekä numeroiden käsittelyn aikana. Toisaalta matematiikka-ahdistus voi aiheuttaa jännitystä ja pelkoa myös jokapäiväisissä arkisissa tilanteissa, kuten kaupassa

käydessä, pankkitilejä tarkasteltaessa tai kelloa ja aikaa arvioidessa (Richardson & Suinn, 1972).

Matematiikka-ahdistusta on havaittu esiintyvän pienistä lapsista aikuisiin asti (Barroso ym., 2021). Jo alakouluikäisillä oppilailla on havaittu olevan matematiikkaan liittyvää ahdistuneisuutta (esim. Barroso ym., 2021; Harari ym. 2013 Krinzinger ym., 2009; Sorvo ym., 2019). Suomalaisessa tutkimuksessa Sorvo ja kollegat (2017) ovat havainneet, että matematiikkaan liittyvä ahdistus oli yleisintä toisen luokan oppilailla ja vähiten yleisintä viidennellä luokalla, kun he tutkivat alakoulun 2.-5.-luokkalaisia oppilaita. Tämä tulos on ristiriitainen aikaisemman kansainvälisen tutkimuksen kanssa, jossa on saatu viitteitä siitä, että matematiikka-ahdistus lisääntyy iän myötä (ks. esim. Dowker ym., 2012; Harari ym., 2013; Krinzinger ym., 2009; Ramirez ym., 2013). Sorvo tutkimusryhmineen (2017) arvelevat tämän tuloksen johtuneen mahdollisesti siitä, että suomalaisten koulujen tukijärjestelmä ja matematiikan opetus (esimerkiksi osa-aikainen erityisopetus) ovat tasokkaita ja laajasti tarjottuja, mikä auttaa ja tukee siinä, ettei matematiikka-ahdistuksen tunteet pääsisi kumuloitumaan ja lisääntymään ajan myötä.

Matematiikka-ahdistus ja suoriutuminen matematiikassa. Barroson ja kollegoidensa (2021) laatiman kattavan meta-analyysiin mukaan matematiikan taitojen ja matematiikka-ahdistuksen välillä on kohtalainen negatiivinen yhteys ($r = -.28$). Matematiikka-ahdistuksen on havaittu siis olevan yhteydessä heikompaan suoriutumiseen matematiikassa. Myös Hembree (1990) on meta-analyysissään havainnut, että matematiikka-ahdistus on negatiivisesti yhteydessä matematiikassa suoriutumiseen. Tämä matematiikka-ahdistuksen ja matematiikan osaamisen välinen yhteys on löydetty jo pieniltä lapsilta ja sen on havaittu jatkuvan aikuisuuteen asti (Barroso ym., 2021). Devine ja kollegoineen (2018) havaitsivat tutkimuksessaan, että oppilaat, joilla oli matemaattisia oppimisvaikeuksia, olivat kaksi kertaa todennäköisemmin ahdistuneita matematiikasta kuin oppilaat, joilla oli ikätasoinen matematiikan osaaminen. Vielä on kuitenkin epäselvää, vaikuttaako matematiikka-ahdistus matematiikan osaamiseen vai toisin päin.

Tämän suhteen tutkimustulokset ovat olleet hyvin ristiriitaisia (Carey ym., 2016; Sorvo ym., 2019).

Carey kollegoineen (2016) ovat ehdottaneet kolmea erilaista vaihtoehtoista mallia, jotka selittäisivät matematiikkaan liittyvän ahdistuksen ja matematiikan osaamisen välistä, tutkimuksen valossa ristiriitaista, kehityksellistä suhdetta. Ensimmäisen (*The Debilitating Anxiety Model*) mallin mukaan matematiikka-ahdistus voi heikentää matematiikan osaamistasoa ja hankaloittaa oppimista (Carey ym., 2016). Muun muassa Ashcraft ja Moore (2009) ovat havainneet tutkimuksissaan tämän kaltaisen kausaalisuhteen matematiikka-ahdistuksen ja matematiikan osaamisen välillä. Matematiikasta ahdistuneiden henkilöiden suoritustaso voi laskea merkittävästi riippumatta henkilön pätevyydestä tai saavutuksista matematiikassa (Ashcraft & Moore, 2009).

Näyttöä on myös siitä, että matematiikka-ahdistus heikentää työmuistin toimintaa ja on yhteydessä sitä kautta matematiikassa suoriutumiseen (Ashcraft & Kirk, 2001; Ashcraft & Krause, 2007; Ashcraft & Ridley, 2004; Miller & Bischel, 2004; Szczygiel, 2021). Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että ahdistuneisuus vie ainakin osan työmuistin resursseista esimerkiksi huolehtimiseen ja muihin häiritseviin ajatuksiin (Ashcraft & Ridley, 2004). Yksilöt, jotka kokevat matematiikka-ahdistusta ja joilla on alhainen työmuistikapasiteetti, suoriutuvat heikommien matematiikasta kuin yksilöt, joilla on korkea työmuistikapasiteetti (Miller & Bischel, 2004). Tämä matematiikka-ahdistuksen ja työmuistin välisen yhteyden vaikutus matematiikassa suoriutumiseen on todettu näkyvän jo pienillä lapsilla ja jatkuvan aikuisuuteen asti (Szczygiel, 2021; Ramirez ym., 2013).

Careyn ja kollegoiden (2016) luoman toisen mallin mukaan heikot matemaattiset taidot ja vaikeudet oppia matematiikkaa aiheuttavatkin puolestaan matematiikka-ahdistusta (*The Deficit Theory*). Tätä mallia tukevat erityisesti eräät pitkittäistutkimukset sekä tutkimukset lapsista, joilla on matemaattisia oppimisvaikeuksia (Carey ym., 2016). Muun muassa Ma ja Xu (2004) ovat pitkittäistutkimuksissaan saaneet tätä toista mallia tukevia tuloksia. Tutkimuksen tulokset osoittavat, että alhainen matemaattinen suorituskky ennustaa myöhemmin kor-

keampaa matemaattista ahdistuneisuutta. Korkea matemaattinen ahdistuneisuus ei puolestaan ennustanut yhtä voimakkaasti myöhempiä heikompia saavutuksia matematiikassa. Myös Sorvon ja kollegoiden (2019) tutkimuksen tulokset viittaavat siihen, että heikko matematiikan osaaminen saa aikaan matemaattisen ahdistuksen.

Kolmas Careyn ja kollegoiden (2016) ehdottama malli tulkitsee matemaattikka-ahdistuksen ja matematiikan osaamisen kehityksellisen suhteen vastavuoroisena (*The Reciprocal Theory*). Kolmannessa mallissa matemaattinen ahdistuneisuus ja matematiikassa suoriutuminen vaikuttavat toisiinsa vastavuoroisesti. Luo kollegoineen (2014) ovat tutkimuksessaan löytäneet viitteitä siitä, että yksilön aikaisemmat saavutukset matematiikassa ennustavat sekä käsityksiä itsestä matematiikan osaajana että matematiikkaa kohtaan koettua ahdistuneisuutta, jotka puolestaan ennustavat edelleen matematiikan saavutuksia ja osaamista myöhemmin. On myös todennäköistä, että aihetta koskevien tutkimusten metodologiset rajoitukset aiheuttavat sen, ettei tutkimuksissa löydetä kuin vain toinen syy-seuraussuunnasta (Carey ym., 2016), joten tämän vuoksi tutkimusnäyttö tästä kolmannesta mallista on vähäistä.

Matematiikka-ahdistuksen kehittyminen ja sen seuraukset. Matemaattikka-ahdistusta selittäviä tekijöitä on tutkimuksissa havaittu olevan hyvin monia erilaisia. Sen on myös huomattu olevan yhteydessä useiden eri tekijöiden kanssa ja aiheuttavan erilaisia negatiivisia seurauksia (ks. esim. Ashcraft ym., 2007; Boaler, 2014; Douglas & LeFevre, 2018; Finlayson, 2014; Galla & Wood, 2012; Jameson, 2020; Jameson, 2010; Jameson & Fusco, 2014; Meece ym., 1990; Riboroso ym., 2018). Tämänhetkinen käsitys on, että matematiikka-ahdistus johdetaan aikaisemmista kumulatiivisesti kerääntyneistä negatiivisista kokemuksista matematiikassa (Gunderson ym., 2018). Ashcraftin ja kollegoiden (2007) mukaan matematiikka-ahdistuksen kehittyminen kytkeytyy etenkin yksilön matemaattisiin taitoihin sekä motivaatioon. Heidän mukaansa matematiikka-ahdistuksen syntymisen riskitekijöitä ovat alhainen matematiikan taito, riittämätön motivaatio ja heikentynyt työmuisti. Myös Gunderson kollegoineen (2018) ovat havain-

neet, että lapsilla, jotka aloittavat koulunkäynnin heikommilla matematiikan taidoilla, on suurempi riski kokea matematiikka-ahdistusta myöhemmin. On myös esitetty, että matematiikka-ahdistusta selittäisivät toimimattomat opetustyyli, tehottomat oppimistavat sekä opiskelijoiden sitoutumattomuus (Finlayson, 2014).

Negatiiviset kokemukset matematiikasta voivat ajan myötä vahvistaa käsitystä siitä, että matematiikka on epämiellyttävää ja aiheuttaa epämiellyttäviä tunteita (Ashcraft ym., 2007; Harari ym., 2013). Kun yksilö saa johdonmukaisesti negatiivista palautetta suoriutumistaan ja epäonnistuu toistuvasti, voi yksilö alkaa tuntemaan ahdistuneisuutta matematiikkaa kohtaan (Ashcraft ym., 2007). Tästä seuraa kierre, jonka johdosta matematiikka-ahdistuksen ja sen vaikutusten on havaittu pahenevan ajan myötä. (Ramirez ym., 2013). Ramirez kollegoineen (2018) ovat esittäneet teorian, jonka mukaan matematiikka-ahdistuksen kehittyminen määräytyy lopulta sen mukaan, kuinka yksilöt arvioivat ja tulkitsevat aikaisempia kokemuksiaan ja tuloksia matematiikassa. Heidän mukaansa matematiikka-ahdistus ei johdu pelkästään heikosta osaamisesta tai huolista matematiikkaa kohtaan, vaan siitä miten yksilöt itse tulkitsevat aikaisempia matematiikkaan liittyviä kokemuksia.

Lisääntynyt ahdistuneisuus johtaa ajan kanssa heikompaan suoriutumiseen, matematiikan välttämiseen ja negatiivisiin kokemuksiin matematiikasta (Ramirez ym., 2018). Matematiikasta ahdistuneet henkilöt alkavat usein välttää tilanteita ja asioita, esimerkiksi kursseja ja uravalintoja, joihin liittyy matematiikkaa (Ashcraft ym. 2007; Ashcraft & Moore, 2009; Hembree, 1990; Szczygieł, 2021). Matematiikasta ahdistuneet henkilöt nauttivat matematiikasta vähemmän, eivätkä ole motivoituneita opiskelemaan matematiikkaa tai koe sitä yhtä hyödyllisenä kuin muita oppiaineita (Hembree, 1990; Ma, 1999). Nämä matematiikka-ahdistukseen liittyvät seuraukset aiheuttavat usein negatiivisen kierteen, jossa matematiikasta ahdistuneet henkilöt pitävät yllä uskomustaan heikosta matematiikan osaamisesta välttämällä tilanteita ja asioita, joissa he joutuvat käyttämään matematiikkaa (Jameson, 2010). Välttelystä voi seurata yhä huonompaa suoriutumista matematiikassa, mikä taas vahvistaa entisestään heikkoja uskomuksia

omista kyvyistä (Jameson, 2010). Matematiikka-ahdistuksen kumulatiivisen luonteen ja siitä aiheutuvien seurauksien vuoksi matematiikka-ahdistuksen varhainen tunnistaminen ja tukeminen olisi tärkeää (Ramirez ym., 2013).

Käsitykset omista kyvyistä ovat yhteydessä ahdistuneisuuteen (Meece ym., 1990). Matematiikasta ahdistuneilla henkilöillä saattaa olla usein negatiivisia asenteita ja ajatuksia itsestään suhteessa matematiikkaan (Jameson, 2010). Motivaation, matemaattisen minäkuvan sekä itseluottamuksen on havaittu olevan negatiivisesti yhteydessä matematiikka-ahdistukseen (Ashcraft, 2002; Hembree 1990). Lisäksi matematiikasta ahdistuneilla yksilöillä on havaittu olevan matala minäpystyvyys (Akin & Kurbanoglu, 2011; Galla & Wood, 2012; McMullan ym., 2012; Kaskens ym., 2020). Tässä tutkimuksessa keskitytään erityisesti tarkastelemaan tarkemmin, missä määrin ja miten matemaattinen minäpystyvyys ja sen eri lähteet ovat yhteydessä matematiikka-ahdistukseen.

1.2 Minäpystyvyys

Ihmisen toiminnan ja suoriutumisen taustalla on useita eri tekijöitä. Banduran sosiokognitiivinen teoria (1986) korostaa minäuskomusten merkitystä ihmisen toiminnan ja motivaation taustalla. Motivaatio on eräänlainen energian lähde, joka ohjaa ja saa ihmisen toimimaan (Jang ym., 2015). Motivaatioon liittyy keskeisesti se, miten ihminen uskoo pystyvänsä vaikuttamaan omaan elämäänsä ja suoriutumaan erilaisista tilanteista (Jang ym., 2015). Näistä uskomuksista syntyy käsite minäpystyvyys. Minäpystyvyydellä (self-efficacy) tarkoitetaan yksilön uskomuksia siitä, miten hän tulee suoriutumaan ja selviytymään tietyistä tilanteista (Bandura, 1977). Minäpystyvyyden nähdään rakentuvan neljästä eri lähteestä, jotka ovat onnistumisen ja hallinnan kokemukset, vertaiskokemukset, sosiaalinen palaute ja fysiologiset reaktiot (Bandura, 1977).

Kirjallisuudessa esiintyy minäpystyvyydelle läheisiä käsitteitä, jotka on tärkeää erottaa toisistaan (D'amico & Cardaci, 2003). Tällaisia käsitteitä ovat esimerkiksi: minäkäsitys (self-concept) ja itsetunto (self-esteem). Minäpystyvyys on

enemmän tilannesidonnainen ja muuttuvampi käsite kuin minäkäsitys. Minäkäsitys tarkastelee yksilön käsityksiä itsestään, ja tulkinnat niistä nojautuvat enemmän menneisyyteen, kun taas minäpystyvyys keskittyy enemmän käsityksille yksilön omasta potentiaalista tulevaisuudessa (Bong & Skaavik, 2003). Minäkäsitys tarkastelee esimerkiksi sitä, miten hyvä yksilö kokee olevansa tietyssä oppiaineessa, kun taas minäpystyvyys kuvaa tarkemmin, miten hyvin yksilö uskoo suoriutuvansa juuri tietyssä oppiaineeseen liittyvässä tehtävässä (Zimmerman, 2000).

Itsetunto on myös hyvin läheinen käsite minäkäsityksen ja minäpystyvyyden kanssa. Itsetunto rakentuu ihmisen oman arvon käsityksistä ja itsensä arvostamisesta (D'Amico & Cardaci, 2003). Itsetunnon nähdäänkin koostuvan henkilökohtaisemmassa viitekehyksessä, kun taas minäpystyvyys rakentuu enemmän ulkopuolelta tulevien lähteiden kautta (D'Amico & Cardaci, 2003). Vaikka ihminen tuntisi vahvaa minäpystyvyyttä ja uskoisi suoriutuvansa eri tilanteista, hänellä ei välttämättä ole hyvä itsetunto (Bandura, 1977).

Minäpystyvyys ja oppiminen. Minäpystyvyys on merkittävä tekijä motivaation kannalta (Jang ym., 2015; Usher & Pajares, 2008) ja on yhteydessä oppimiseen (Jang ym., 2015; Väisänen & Ylönen, 2004). Opiskelijat, jotka arvioivat oman minäpystyvyytensä korkeammaksi, sinnittelevät ja ovat valmiita tekemään enemmän työtä oppiakseen (Bandura, 1977). He myös menestyvät opinnoissaan paremmin kuin minäpystyvyytensä alhaiseksi arvioivat yksilöt (Wigfield & Eccles, 2000; Usher & Pajares, 2008). Näillä opiskelijoilla on myös parempi vastoinikäymisten sietokyky (Bandura, 2000). Minäpystyvyyden rooli oppimisessa kasvaa, mitä pidemmälle oppimisessa mennään (Jungert & Andersson, 2013).

Minäpystyvyys on koulutaitojen tärkeä ennustaja oppilailla, joilla on oppimisvaikeuksia (Klassen, 2002). On havaittu, että minäpystyvyys on matalampi ja akateeminen suoriutuminen on heikompaa oppilailla, joilla on oppimisen haasteita (Hampton & Masson, 2003). Hamptonin & Massonin (2003) mukaan oppilailla, joilla on oppimisen haasteita, on havaittu olevan vähemmän minäpystyvyyttä tukevia onnistumisen kokemuksia. Näiden oppilaiden on nähty saavan

myös enemmän negatiivista palautetta (Hampton & Mason, 2003). Oppilaat, joilla on oppimisen haasteita myös työskentelevät usein keskenään, jolloin minäpystyvyyttä tukevia vertaiskokemuksia on vähemmän (Jungert & Andersson, 2013). Heidän on myös haastavampi selittää onnistumisensa tai epäonnistumisensa syitä (Siegle & McCoach, 2007) ja vaikeuksia arvioida minäpystyvyyttään realistisesti (Klassen, 2002).

Tiedetään, että minäpystyvyys on hyvin tilanne- ja kontekstisidonnainen käsite (Bandura, 1977). Tässä tutkimuksessa keskitymme tarkastelemaan minäpystyvyyttä erityisesti matematiikan kontekstissa. Aiempien onnistumisen kokemusten on nähty olevan merkittävin tekijä minäpystyvyyden rakentumisessa, ja sama pätee myös matematiikan kohdalla (Butz & Usher, 2015). On myös tärkeää huomioida, että matematiikan oppiaineen sisällä minäpystyvyys vaihtelee eri osa-alueiden välillä (Riboroso ym., 2018).

Minäpystyvyys eri-ikäisillä oppilailta. Koettu minäpystyvyys vaihtelee eri ikäluokkien välillä (Butz & Usher, 2015; Usher & Pajares, 2008). Tutkimusten mukaan pienten lasten minäpystyvyyden on nähty olevan vahvempi kuin vanhempien lasten (Butz & Usher, 2015). On kuitenkin havaittu, että iän myötä oppilaat pystyvät paremmin ja luotettavammin arvioimaan itseään (Honstra ym., 2013) ja kognitiivinen kypsyys vaikuttaa oppilaiden kykyyn arvioida minäpystyvyyttä (Phan, 2012). Pienemillä lapsilla onkin taipumus arvioida omaa pystyvyyttään herkästi viimeisen kokemuksen perusteella, mikä vääristää minäpystyvyyden arvioinnin luotettavuutta (Usher & Pajares, 2008). Phan (2012) on saanut kuitenkin vastakkaisiakin tutkimustuloksia, joiden mukaan matemaattinen minäpystyvyys on parantunut iän myötä. Tutkimuksen mukaan minäpystyvyydessä tapahtui myönteistä muutosta kolmannelta luokka-asteelta neljännelle siirryessä. Butzin ja Usherin (2015) mukaan ikään liittyvistä eroista huolimatta ylä- ja ala-koulun oppilaat mainitsevat samanlaisia minäpystyvyyden taustatekijöitä arvioidessaan omaa suoritusta matematiikassa.

Minäpystyvyyden lähteet. Banduran sosiokognitiivisessa teroiasassa on esitelty neljä eri lähdettä, joiden on nähty olevan yhteydessä koettuun minäpysty-

vyyteen (Hampton & Mason, 2003; Usher & Pajares, 2008). Lähteet ovat, onnistumisen ja hallinnan kokemukset, vertaiskokemukset, sosiaalinen palaute ja fysiologiset reaktiot (Bandura, 1977). Nämä neljä eri lähdettä on nähty olevan ennustavina tekijöinä koetussa minäpystyvyydessä (Bandura, 1977; Usher & Pajares, 2008; Phan, 2012), ja eri tutkimuksissa on havaittu lähteiden merkitys akateemisessa oppimisessa ja suoriutumisessa (Butz ym., 2018; Pajares & Schunk, 2002; Phan, 2012). Kun oppilas saa lähteistä tulevaa informaatiota hän vahvistaa käsitteksiään omasta pystyydestään, joka on yhteydessä parempaan suoriutumiseen (Butz ym., 2018; Pajares & Schunk, 2002; Phan, 2012).

Minäpystyvyyden lähteiden ja minäpystyvyyden yhteys näkyy eri ihmisillä eri tavalla (Butz & Usher 2015; Phan, 2012a). Toisille opiskelijoille altistuminen erilaisille lähteille vaikuttaa enemmän minäpystyvyyden vaihteluun, kun taas toisille opiskelijoille yksikin lähde voi antaa merkittävän vaikutuksen (Butz & Usher, 2015). Bandura (1977) kuitenkin toteaa, että minäpystyvyys on sitä vahvempi, mitä enemmän lähteitä on saatavilla. On havaittu, että opiskelijat, jotka kokevat akateemista menestymistä, saavat myös enemmän sosiaalista palautetta ja onnistumisen kokemuksia (Usher & Pajares, 2008). Jotta pystytään tutkimaan luotettavasti minäpystyvyyden lähteitä, on tärkeä ymmärtää Banduran alkupe-
räinen näkemys eri lähteistä (Usher & Pajares, 2008).

Onnistumisen ja hallinnan kokemukset. Aiempien onnistumiskokemusten on havaittu vahvistavan minäpystyvyyssuskomuksia ja toistuvien epäonnistumisten heikentävän niitä (Bandura, 1977; Bong & Skaalvik, 2003; Jameson, 2020). Vahva minäpystyvyys tukee myös epäonnistumisen kokemusten käsitte-
lyä (Usher & Pajares, 2008). Onnistumisen ja hallinnan kokemusten on nähty olevan usein tehokkain lähde minäpystyvyyden selittäjänä eri ikäryhmissä, kun neljää eri lähdettä on tutkittu samanaikaisesti (Butz & Usher, 2015; Usher & Pajares, 2008). Tämä on tullut ilmi lähes jokaisessa tutkimuksessa, jota aiheeseen liittyen on tehty (Usher & Pajares, 2008).

Aiemmillä onnistumisen kokemuksilla on nähty olevan pysyviä vaikutuksia minäpystyvyyteen (Usher & Pajares, 2008). Tämä tulee näkyviin erityisesti, kun oppilas suoriutuu haastavista tehtävistä (Usher & Pajares, 2008). Kuitenkin

Morin ja Uchidan (2009) tutkimuksessa opiskelijat, jotka tekivät helpompia tehtäviä ja saivat niistä onnistumisen kokemuksia, paransivat suorituksiaan seuraavan kuuden kuukauden aikana toisin kuin vertaisryhmä, joka teki vaikeampia tehtäviä ja näin onnistumisen kokemuksia ei syntynyt yhtä paljon. Tämä tutkimus vahvistaa näkemystä siitä, että aiemmat onnistumisen kokemukset ovat hyvin merkityksellisiä tulevissa suorituksissa jopa silloin, kun tehtävät ovat helpoja ja ne eivät todellisuudessa vaadi suuria ponnisteluja.

Tarkasteltaessa onnistumisen ja hallinnan kokemusten yhteyttä minäpystyvyyteen on tärkeää huomioida sisäisten ja ulkoisten attribuutioiden merkitys. Weinerin (2018) mukaan ihminen tekee tulkintoja omasta suorituksestaan sekä antaa niille selityksiä sisäisten ja ulkoisten attribuutioiden avulla. Tulkinnat, jotka selittävät onnistumisia omien ponnisteluiden avulla saavutetuiksi, vahvistavat minäpystyvyyttä enemmän kuin ulkopuolisten tekijöiden avulla saavutetut onnistumiset (Bandura, 1977). Näin ollen myös epäonnistumiset, jotka selitetään omista heikoista kyvyistä lähtöisiksi, heikentävät enemmän minäpystyvyyttä kuin ulkoisten tekijöiden vuoksi syntyneet epäonnistumiset (Bandura, 1977). Opiskelijoiden omat tulkinnat tapahtumista voivat siis laajentaa tai rajoittaa käsityksiä omasta pystyydestä (Butz & Usher, 2015).

Vertaiskokemukset. Vertaiskokemukset ovat yksi minäpystyvyyden lähteistä, jonka on todettu olevan yhteydessä koettuun minäpystyvyyteen (Bandura, 1977; Butz & Usher, 2015). Kun oppilas huomaa vertaisensa selviytyvän tietystä tilanteesta hän samalla vahvistaa myös omaa minäpystyvyyttään (Bandura, 1977). Etenkin oppilailla, joilla on heikko minäpystyvyys, on taipumusta seurata vertaistensa toimintaa (Bandura & Schunk, 1981) varsinkin oppimisen alkuvaiheessa (Bandura, 1977). Vertaiskokemukset ovat tehokkaimpia silloin, kun vertaisilla on samankaltaisia ominaisuuksia ja he ovat taitotasoltaan samanlaisia tai vertainen on oppilasta hieman parempi (Usher & Pajares, 2008). On hyvä huomata, että samankaltaisuus syntyy oppilaan omasta arviosta, kuka on samalla taitotasolla riippumatta todellisesta taitotasosta (Usher, 2009). Usher ja Pajares (2008) ovat todenneet, että iällä ja sukupuolella sekä etnisyydellä on yhteys vertaiskokemusten vaikuttavuuteen, kun ne lisäävät samankaltaisuuden tunnetta.

Oppilailla on taipumus vertailla itseään muihin tehdessään tulkintoja omasta pystyvyydestään (Usher, 2009; Usher & Pajares, 2008). Oppilas tekee tulkintoja omasta pystyvyydestään osittain sen perusteella, miten hän suoriutuu tehtävistä suhteessa muihin (Usher, 2009; Usher & Pajares, 20089). Tällaista toimintaa tapahtuu erityisesti akateemisesti heikommilla oppilailla (Usher & Pajares 2008). Butz ja Usher (2015) ovat havainneet, että oppilaat, joilla on korkea minäpystyvyys, kokevat vertaiskokemukset useammin minäpystyvyyttä tukevaksi lähteeksi. Tällaiset oppilaat myös hyötyvät suoritusten vertailusta, jossa menestyvät muita paremmin (Usher & Pajares, 2008; Butz & Usher, 2015). Kudo ja Mori (2015) ovatkin saaneet tutkimustuloksia, joiden mukaan toiset opiskelijat jopa hyötyvät vertaistensa epäonnistumisesta ja kokevat näissä tilanteissa oman minäpystyvyytensä kohentuvan.

Sosiaalinen palaute. Sosiaalinen palaute on kolmas minäpystyvyyden lähde (Bandura, 1977; Bong & Skaalvik, 2003). Yksilö arvioi omaa pystyvyyttään vuorovaikutuksen yhteydessä saamansa palautteen välityksellä, (Herbert & Stipek, 2005), ja palaute on yhteydessä oppilaan omaan minäkuvaan (Väisänen & Ylönen, 2004). Erilaiset minäpystyvyyteen liittyvät uskomukset ovat osittain oppilaan ympärillä olevien ihmisten palautteista muodostuvia käsityksiä. Butzin ja Usherin (2015) tekemässä tutkimuksessa selvisi, että oppilaat kuvasivat vanhempien, opettajien ja ystävien kannustamisen merkitykselliseksi minäpystyvyyden kannalta, ja palaute mainittiin useasti tehokkaaksi minäpystyvyyttä tukevaksi tekijäksi.

Butzin ja Usherin (2015) mukaan useiden ihmisten positiiviset viestit yksilön kyvyistä voivat muokata pysyvästi minäpystyvyyttä ajan kuluessa. Palautteen antaminen nähdään nopeana ja helppona tapana pyrkiä vaikuttamaan ihmisen minäpystyvyyteen (Bandura, 1977). Kudon sekä Morin (2015) tekemä tutkimus vahvistaa Banduran aiempaa näkemystä. Siinä oppilaat muodostivat sekä positiivisia että negatiivisia käsityksiä minäpystyvyydestään saamansa palautteen avulla riippumatta heidän todellisesta osaamisestaan tai suoriutumisensa tasosta. Morin ja Uchidan (2009) tutkimus myös osoittaa, että luokkakavereilta

saatu arvostus onnistumisista vahvasti minäpystyvyyttä, vaikka kyseessä oli piilokoe, jossa oppilas ei todellisuudessa suoriutunut muihin nähden paremmin tai ylittänyt itseään.

Palautteella voi myös heikentää yksilön minäpystyvyyttä (Bandura, 1977). Bandura (1977) tuo esille sen, miten etenkin nuoret tarkkailevat huolellisesti ympäriltään saamaansa palautetta. Palautteen ja minäpystyvyyden yhteyteen vaikuttaakin vahvasti palautteen antajan uskottavuus ja palautteen realistisuus (Bandura, 1977). Palautteen antajan tulee antaa totuudenmukaista palautetta eikä liioitella tai vääristellä kokonaiskuvaa. Liun ym. (2018) tehdyn tutkimuksen mukaan myös odotukset, jotka ovat epäjohdonmukaisia, heikentävät niin oppilaan minäpystyvyyttä kuin aloitteellisuutta oppimiseen. On myös havaittu, että oppija ottaa palautetta vastaan hyvin eri tavalla riippuen hänen aiemmista kokemuksistaan ja henkilökohtaisista ominaisuuksistaan (Carless & Boud, 2018). Tämän vuoksi arvioijan tai palautteen antajan on tärkeää olla tietoinen siitä, miten paljon hänen antamansa palaute ja arvio voivat olla yhteydessä oppilaan omiin käsityksiin itsestään ja omasta pystyvyydestään.

Fysiologiset reaktiot ja tunteet. Neljäs lähde minäpystyvyyden tarkastelussa on fysiologiset reaktiot ja tunteet (Bandura, 1977; Bong & Skaalvik, 2003). Fysiologisia reaktioita ovat esimerkiksi hikoilu, väsymys, sydämen lyönnit ja mielialanmuutokset, joiden myötä ihminen rakentaa oman tulkintansa tilanteesta (Bandura, 1977; Bong & Skaalvik, 2003). Ihminen saattaa kokea signaalit minäpystyvyyttä heikentävänä, jolloin hän rakentaa tulkinnan, ettei selviä tilanteesta (Pajares & Schunk, 2002). Tulkinta saattaa kuitenkin olla pystyvyyden kannalta myös vahvistava ja saada haasteet näyttämään saavutettavina tavoitteina eikä uhkina (Pajares & Schunk, 2002). Henkilöillä, joilla on vahvemmat minäpystyvyyssuskomukset, on havaittu olevan myös parempi kyky hallita ikäviltä tuntuja fysiologisia reaktioita. On havaittu, että vahva minäpystyvyyks vähentää stressin ja ahdistuksen oireita (Pajares & Schunk, 2002). Tässä tutkimuksessa nämä fysiologiset reaktiot nähdään kuuluvan osaksi koettua matematiikka-ahdistusta. Tutkimuksessa keskitytään tarkastelemaan erityisesti matematiikkaan liittyviä fysiologisia reaktioita ja matematiikkaan liittyvää ahdistusta.

1.3 Matematiikka-ahdistuksen ja matemaattisen minäpystyvyyden välinen yhteys

Matematiikka-ahdistuksen ja minäpystyvyyden on havaittu olevan yhteydessä toisiinsa (Akin & Kurvanoglu, 2011; Galla & Wood, 2012; Jameson & Fusco, 2014; Meece ym. 1990; Riboroso ym., 2018; Kaskens ym., 2020). Henkilöt, jotka kokevat matematiikassa korkeaa ahdistuneisuutta omaavat yleensä myös heikon minäpystyvyyden eivätkä usko pärjäävänsä matematiikassa (Jameson & Fusco, 2014). Galla ja Wood (2012) ovat havainneet tutkimuksessaan, että korkea ahdistuneisuustaso ennusti heikkoa suoriutumista matematiikan testissä vain lapsilla, joilla oli matala minäpystyvyys. Voidaan siis sanoa, että oppilaat, joilla on hyvä minäpystyvyys, eivät koe matematiikka-ahdistuneisuudesta johtuvia ongelmia matematiikassa (Galla & Wood, 2012).

Minäpystyvyyden ja matematiikka-ahdistuksen taustalla on havaittu olevan useita yhteneväisiä tekijöitä. Erityisesti aiempien epäonnistumisen kokemusten on nähty ennustavan sekä minäpystyvyyden heikkenemistä (Warwick, 2008) että koettua matematiikka-ahdistusta (Ashcraft ym., 2007). Kun opiskelija joutuu toistuvasti epäonnistumaan, hänelle alkaa syntyä kielteisiä näkemyksiä itsestään suhteessa matematiikkaan (Jameson, 2010). On myös havaittu, että opiskelijat, jotka saivat paljon negatiivista palautetta ympäriltään, kokivat ahdistusta matematiikassa (Ashcraft ym., 2007) ja heillä oli myös heikompi minäpystyvyys (Hampton & Masson, 2003).

Akin & Kurbanoglu (2011) esittivät mallin, jonka mukaan minäpystyvyys on yhteydessä matematiikka-ahdistukseen juuri matematiikkaa koskevien asenteiden kautta. Mitä korkeampi minäpystyvyys yksilöllä on, sitä positiivisempia asenteita hänellä on matematiikkaa kohtaan. Positiiviset asenteet puolestaan ovat yhteydessä vähäiseen matematiikka-ahdistuneisuuteen. Toisin sanoen mitä matalampi minäpystyvyys yksilöllä on, sitä negatiivisempia asenteita hänellä on matematiikasta, mikä on yhteydessä lisääntyneeseen ahdistuneisuuteen matematiikkaa kohtaan. Asenteiden on nähty lopulta olevan yhteydessä myös oppimisen kannalta tärkeään motivaatioon (Jang ym., 2015).

Yksi selitys sille, että heikko minäpystyvyys lisää matematiikka-ahdistusta voi löytyä motivaatiosta. Motivaation puutteen on oletettu olevan yksi riskitekijä matematiikka-ahdistuksen syntymiselle (Ashcraft, 2007) ja motivaation yksi keskeisistä tekijöistä on minäpystyvyys (Bandura, 1977; Jang ym., 2015). Epäonnistumisen kokemukset heikentävät minäpystyvyyttä (Warwick, 2008), jolloin myös negatiivisia asenteita syntyy enemmän ja motivaatio suoriutumiseen laskee. Motivaation laskeminen taas altistaa matematiikka-ahdistukselle (Ashcraft, 2007). Hyvä minäpystyvyys voi siis parhaimmillaan vahvistaa motivaatiota (Jang ym., 2015) sekä ehkäistä matematiikka-ahdistuksen syntyä, kun taas alhainen minäpystyvyys voi olla yhteydessä lisääntyneeseen matematiikka-ahdistukseen (Luttenberger ym., 2018) sekä motivaation puutteeseen (Jang ym., 2015). Keskeistä onkin huomata, että lopulta matemaattinen minäpystyvyys ja matematiikka-ahdistus ovat molemmat yhteydessä matematiikassa suoriutumiseen (Ribroso ym., 2018).

Heikko minäpystyvyys sekä matematiikka-ahdistus heikentävät matematiikassa suoriutumista. Oppilaan heikon suoriutumisen taustalla ei välttämättä ole ainoastaan taidollinen osaamattomuus, vaan minäpystyvyydellä (Pajares & Schunk, 2002) sekä matematiikka-ahdistuksella (esim. Ashcraft & Moore, 2009) on havaittu olevan siihen yhteyttä. Tämä näkyy myös esimerkiksi koe- ja testitilanteissa. Testiahdistusta kokevat henkilöt tuntevat olonsa epävarmemmaksi suorituksessa (Kudo & Mori, 2015) ja onkin havaittu, että heikolla minäpystyvyydellä on vahva negatiivinen yhteys testiahdistukseen (von der Embse ym., 2018). Tällöin testissä tai kokeessa suoriutuminen ei kerro enää vain todellisesta taitotasosta vaan tilanteessa syntynyt ahdistus heikentää suoritusta. Krispenzin ym. (2019) tutkimuksen tulokset osoittivat, että minäpystyvyyden parantamiseen keskittyvällä interventiolla voidaan vähentää myös opiskelijoiden kokemaa testiahdistuneisuutta. Tämän seurauksena voidaan luoda opiskelijoille myönteisempiä uusia kokemuksia, jotka Banduran (1977) mukaan lisäävät minäpystyvyyden tunnetta ja parantavat suoriutumista.

Matematiikka-ahdistuksen ja minäpystyvyyden välisestä yhteydestä löytyy jonkin verran tarkempaa tutkimusta. Usein tutkimuksissa on tutkittu matematiikka-ahdistuksen ja minäpystyvyyden välisen yhteyden lisäksi myös muita yhteyksiä, kuten matemaattisen minäkäsityksen (Lee, 2009; Jamseon & Fusco, 2014), matematiikassa suoriutumisen (Galla & Wood, 2012; Riboroso ym. 2018), matematiikkaa koskevien asenteiden, (Akin & Kurbanoglu, 2011) ja sukupuolen (Cooper & Robinson, 1991) välisiä yhteyksiä. Vaikka minäpystyvyyden ja matematiikka-ahdistuksen välistä yhteyttä on tutkittu jonkin verran aikaisemmin, niin tarkempaa tietoa yksittäisten lähteiden yhteydestä matematiikka-ahdistukseen ei juurikaan ole. Aikaisempaa tutkimusta näyttäisi olevan ainoastaan aikaisempien onnistumisen kokemusten yhteydestä matematiikka-ahdistukseen (Gunderson ym., 2018; Jameson, 2010; Luo ym., 2014; Ramirez ym., 2013). Useat negatiiviset kokemukset ja epäonnistumiset matematiikasta voivat ajan myötä vahvistaa käsityksiä ja tuntemuksia siitä, että matematiikka on epämiellyttävää (Ashcraft ym., 2007) Näiden epämiellyttävien kokemusten nähdään lisäävän matematiikkaa kohtaan koettua ahdistusta (Ramirez ym., 2013). Tämän tutkimuksen tarkoituksena onkin tutkia tarkemmin vielä muidenkin matemaattisen minäpystyvyyden eri lähteiden yhteyttä matematiikka-ahdistukseen.

1.4 Tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää matemaattisen minäpystyvyyden lähteiden yhteyttä matematiikka-ahdistukseen 2.-5.-luokkalaisilla oppilailla. Matematiikka-ahdistusta tarkastellaan kahden eri ulottuvuuden kautta. Nämä ulottuvuudet ovat matematiikan oppimistilanteisiin liittyvä ahdistus ja matematiikassa epäonnistumiseen liittyvä ahdistus. Minäpystyvyyden lähteistä tarkastellaan onnistumisen ja hallinnan kokemuksia, vertaiskokemuksia ja sosiaalista palautetta. Lisäksi selvitetään, onko yhteyksissä eroja 2.-5.-luokkalaisten oppilaiden välillä.

Tutkimuskysymykset ovat:

1. Miten ja missä määrin matemaattisen minäpystyvyyden lähteet ovat yhteydessä matematiikka-ahdistuksen kahteen ulottuvuuteen 2.-5.-luokkalaissa oppilailla?
 - 1.1. Miten ja missä määrin matemaattisen minäpystyvyyden lähteet ovat yhteydessä matematiikka-ahdistuksen kahteen ulottuvuuteen 2.-5.-luokkalaissa oppilailla luokka-asteita erikseen tarkasteltaessa?
 - 1.2. Miten matemaattisen minäpystyvyyden lähteiden ja matematiikka-ahdistuksen kahden ulottuvuuden väliset yhteydet eroavat peruskoulun 2.-5.-luokkalaisten oppilaiden välillä?

2 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimus on osa vuosina 2013–2015 toteutettua Jyväskylän yliopiston ja Niilo Mäki Instituutin Minäpystyvyys ja oppimisvaikeusinterventiot – tutkimushanketta. Tutkimushanke keskittyi tutkimaan lasten uskomuksia itsestään oppijoina sekä lukemisen ja matematiikan taitojen kehitystä. Hankkeen päärahoittajana toimi Suomen Akatemia. Tutkimushankkeen päätarkoitus oli kehittää ja arvioida oppimisvaikeuksiin liittyviä interventioita, jotka kohdistuvat ei pelkästään kognitiivisiin ja taitokohtaisiin oppimisvaikeuksien alueisiin, vaan nimenomaan myös tunteisiin ja motivaatioon sekä erityisesti minäpystyvyyteen. Tämä tutkimus on osa tutkimusaineistoa, joka on kerätty pitkittäistutkimuksen alussa ensimmäisellä mittauskerralla.

2.1 Tutkimukseen osallistujat

Tutkimukseen osallistui yhteensä 1463 oppilasta luokilta 2–5. Näistä lapsista 178 oli kakkosluokkalaisia, 471 oli kolmasluokkalaisia, 383 oli neljäsluokkalaisia ja 295 viidesluokkalaisia. Tutkimukseen osallistujista tyttöjä oli 48 % ja poikia 52 %. Täydelliset tiedot matemaattisen minäpystyvyyden lähteiden ja matematiikkaahdistuksen mittauksista oli saatavilla noin 86 % koko otoksesta. Puuttuvista tiedoista suurin prosenttiosuus koski matematiikka-ahdistus muuttujien kysymyksiä. Nämä puutteelliset tiedot johtuivat pääasiallisesti koulupoissaoloista. Yhteensä tutkimukseen osallistui 20 peruskoulua ja 75 luokkaa Keski- ja Itä-Suomesta. Tutkimukseen osallistuminen oli oppilaille vapaaehtoista.

2.2 Tutkimusaineiston keruu ja käytetyt muuttujat

Tutkimusaineisto on kerätty marraskuussa 2013. Tutkimusaineisto kerättiin kahden koulupäivän aikana osana tutkimushankkeen laajempaa kyselyä. Ryhmässä toteutetun kyselytutkimuksen osana mitattiin lasten matemaattisen minäpystyvyyden lähteitä sekä matematiikka-ahdistusta. Tutkimusaineiston keruun suorittivat tutkimushankkeen tutkimusavustajat, jotka olivat koulutettuja tehtävään.

Jotta kaikki oppilaat pystyivät vastaamaan kysymyksiin lukutaidosta riippumatta, kaikki kyselylomakkeen kohdat luettiin ääneen. Lapsia myös opastettiin ja perehdytettiin vastausasteikon käyttöön harjoituskysymysten avulla.

Matemaattisen minäpystyvyyden lähteet. Oppilaiden matemaattisen minäpystyvyyden lähteitä mitattiin 12 kysymyksen avulla, jotka perustuivat alun perin Usherin ja Pajaresin (2009) laatimaan kyselyyn matemaattisesta minäpystyvyydestä. Kysymykset käännettiin suomeksi. Jokaista matemaattisen minäpystyvyyden lähdeä (onnistumisen ja hallinnan kokemukset, vertaiskokemukset, sosiaalinen palaute ja fysiologiset ja emotionaaliset reaktiot) mitattiin kolmella kysymyksellä (ks. liite 1). Oppilaat vastasivat kysymyksiin 7-luokkaisella Likert-asteikolla. (1= "ei totta" ja 7= "totta"). Jokaisesta matemaattisen minäpystyvyyden lähteestä muodostettiin omat keskiarvosummamuuttujat. Summamuuttujien Cronbachin alfat ovat esitelty taulukossa 1. Kaikkien summamuuttujien reliabilitetit olivat hyviä.

TAULUKKO 1

Summamuuttujien Cronbachin alfat.

	Onnistumisen ja hallinnan kokemukset	Vertaiskokemukset	Sosiaalinen palaute	Matematiikan oppimistilanteisiin liittyvä ahdistus	Matematiikassa epäonnistumiseen liittyvä ahdistus
Cronbachin alfa	.899	.746	.772	.715	.816

Matematiikan oppimistilanteisiin liittyvä ahdistus. Matematiikan oppimistilanteisiin liittyvää ahdistusta arvioitiin kolmella väitteellä, jotka ovat alun perin suunniteltu mittaamaan matemaattisen minäpystyvyyden fysiologisia ja emotionaalisia reaktioita (ks. liite 1) Väittämien tulkittiin mittaavan kuitenkin tässä tutkimuksessa ahdistusta, joka kohdistui matematiikan oppimistilanteisiin. Kysymyksiä päätettiinkin käyttää matematiikan oppimistilanteisiin liittyvän ahdis-

tuksen mittaamiseen, kuten Sorvo kollegoineen (2017) ovat myös tehneet. Väittämistä muodostettiin keskiarvosummamuuttuja. Summamuuttujan reliabiliteetti oli hyvä. Taulukossa 1 on esitelty summamuuttujan Cronbachin alfa.

Matematiikassa epäonnistumiseen liittyvä ahdistus. Matematiikassa epäonnistumiseen liittyvää ahdistusta mitattiin kysymyksillä, jotka ovat peräisin Math Anxiety Questionnaire (MAQ) -mittarista (Thomas & Dowker, 2000). Kysymykset käännettiin suomeksi. Matematiikassa epäonnistumiseen liittyvää ahdistusta valittiin mittaamaan kolme kysymystä (ks. liite 1). Oppilaat vastasivat kysymyksiin 5-portaisella Likert-asteikolla, jossa käytettiin hymiöitä kuvaamaan tunnetiloja. Ensimmäinen hymiö kuvasi ”levollista” tunnetilaa ja viides hymiö kuvasi ”ahdistunutta” tunnetilaa. Väittämistä muodostettiin keskiarvosummamuuttuja. Summamuuttujan reliabiliteetti oli hyvä. Taulukossa 1 on esitelty summamuuttujan Cronbachin alfa.

2.3 Aineiston analyysi

Analyysit suoritettiin SPSS 26 - ohjelmistolla. Aineiston analysointiin käytettiin lineaarista regressioanalyysia sekä kovarianssianalyysia. Ennen analyysien suorittamista tarkastettiin toteutuvatko analyysien vaatimat taustaoletukset. Tutkimusaineiston koko oli riittävä ja lineaarisuusoletus toteutui. Kaikki muuttujat eivät olleet kuitenkaan täysin normaalisti jakautuneita, joka tulee ottaa huomioon tulosten tarkastelussa.

Ensimmäisen tutkimuskysymyksen analysoinnissa käytettiin lineaarista regressioanalyysia. Selitettävänä muuttujina tutkimuksessa olivat matematiikassa epäonnistumiseen liittyvä ahdistus sekä matematiikan oppimistilanteisiin liittyvä ahdistus. Selittävinä muuttujina olivat matemaattisen minäpystyvyyden kolme eri lähdettä, jotka olivat onnistumisen ja hallinnan kokemukset, vertaiskokemukset sekä sosiaalinen palaute. Analyysi suoritettiin kahdesti niin, että ensin tarkasteltiin selittävien muuttujien yhteyttä matematiikassa epäonnistumiseen liittyvään ahdistukseen, ja sitten matematiikan oppimistilanteisiin liittyvään ahdistukseen.

Toisessa tutkimuskysymyksessä tutkittiin, millaisia matemaattisen minäpystyvyyden lähteiden ja matematiikka-ahdistuksen väliset yhteydet olivat eri luokka-asteilla. Yhteyksiä tarkasteltiin erikseen jokaiselta luokka-asteelta lineaarisella regressioanalyysillä. Jokaisella luokka-asteella analyysi tehtiin kahteen kertaan. Ensin selitettävänä muuttujana oli matematiikassa epäonnistumiseen liittyvä ahdistus ja selittävinä muuttujina matemaattisen minäpystyvyyden kolme lähdeä. Toisella kerralla selitettävänä muuttujana oli matematiikan oppimistilanteisiin liittyvä ahdistus ja selittävät muuttujat pysyivät samana kuin ensimmäisellä kerralla.

Kolmannessa tutkimuskysymyksessä selvitettiin, eroavatko matemaattisen minäpystyvyyden lähteiden ja matematiikka-ahdistuksen yhteydet eri luokka-asteilla. Analysoinnissa käytettiin kovarianssianalyysia (ANCOVA), jossa kovariaatteina olivat matemaattisen minäpystyvyyden kolme lähdeä sekä lähteistä ja luokka-asteesta muodostetut yhdysvaikutustermit. Selittävänä muuttujana oli luokka-aste. Kovarianssi analyysi suoritettiin kahdesti niin, että ensimmäisellä keralla selitettävänä muuttujana oli matematiikassa epäonnistumiseen liittyvä ahdistus. Toisella keralla analyysin selitettävänä muuttujana oli matematiikan oppimistilanteisiin liittyvä ahdistus, mutta muuten analyysi suoritettiin samoin kuin ensimmäisellä kerralla.

2.4 Eettiset ratkaisut

Tutkimukseen osallistuminen oli vapaaehtoista kaikille oppilaille, luokille ja kouluille. Ennen tutkimukseen suostumista tutkittavat saivat tietoa tutkimuksesta ja sen tarkoituksista. Tutkittaville kerrottiin, että heillä on oikeus keskeyttää tutkimukseen osallistuminen missä vaiheessa tahansa ilman seuraamuksia. Oppilaiden huoltajilta oli pyydetty myös kirjallinen suostumus tutkimukseen osallistumisesta. Oppilaiden anonymiteettiä on suojeltu. Tutkimusaineisto oli pseudonymisoitu, eli se ei sisältänyt tietoja, joiden perusteella yksittäisiä tutkittavia voisi tunnistaa aineistosta. Jyväskylän yliopiston eettiseltä toimikunnalta pyy-

dettiin lausunto tutkimussuunnitelmasta, jonka perusteella tutkimustapoja täsmennettiin toimikunnan suositusten mukaisesti. Tutkimushankkeen toteuttamisessa ja käsittelyssä noudatetaan Jyväskylän yliopiston asettamia henkilötietojen käsittelyyn annettuja ohjeita ja määräyksiä. Myös tämän tutkimuksen tekijät ovat sitoutuneet noudattamaan näitä määräyksiä ja toimimaan hyvän tieteellisen käytännön mukaisesti. Tutkimuksen päätyttyä aineisto hävitetään asianmukaisesti.

3 TULOKSET

Muuttujien keskiarvot, keskihajonnat ja muuttujien keskinäiset korrelaatiot on esitelty taulukossa 2. Koska kaikki muuttujat eivät olleet normaalisti jakautuneita, korrelaatioiden tarkasteluun käytettiin Spearmanin järjestyskorrelaatiokerrointa. Liitteessä 2 on esitelty muuttujien keskiarvot ja keskihajonnat luokka-asteittain.

TAULUKKO 2

Käytettyjen muuttujien keskiarvot (Ka), keskihajonnat (Kh) ja keskinäiset korrelaatiot (N=1257)

Muuttujat	1.	2.	3.	4.	5.
1. Onnistumisen ja hallinnan kokemukset	1				
2. Vertaiskokemukset	.31***	1			
3. Sosiaalinen palaute	.51***	.56***	1		
4. Matematiikan oppimistilanteisiin liittyvä ahdistus	-.31***	.05	-.09**	1	
5. Matematiikassa epäonnistumiseen liittyvä ahdistus	-.26***	-.12***	-.17***	.29***	1
Ka	5.40	4.76	4.85	2.09	3.02
Kh	1.46	1.69	1.70	1.40	0.99

*Huom. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.*

Matemaattisen minäpystyvyyden lähteistä sosiaalinen palaute oli voimakkaimmin yhteydessä kahteen muuhun lähteeseen. Kaikki matemaattisen minäpystyvyyden lähteet olivat tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä matematiikka-ahdistuksen ulottuvuuksiin lukuun ottamatta vertaiskokemuksia, jotka eivät korreloineet matematiikan oppimistilanteisiin liittyvän ahdistuksen kanssa.

3.1 Matemaattisen minäpystyvyyden lähteiden yhteys matemaatiikka-ahdistukseen

Ensimmäisenä tutkimusongelmana tarkasteltiin, kuinka matemaattisen minäpystyvyyden kolme lähdeä, eli onnistumisen ja hallinnan kokemukset, vertaiskokemukset sekä sosiaalinen palaute, selittivät matematiikassa epäonnistumiseen liittyvää ahdistuneisuutta ja matematiikan oppimistilanteisiin liittyvää ahdistuneisuutta. Tutkimusongelman tarkastelussa käytettiin lineaarista regressioanalyysia. Lineaarisen regressioanalyysin tulokset on esitetty taulukoissa 3 ja 4. Tulokset osoittivat, että matemaattisen minäpystyvyyden lähteet selittivät 7 % matematiikassa epäonnistumiseen liittyvää ahdistuneisuutta ($F(3,1189) = 31.16$, $p < 0.001$) sekä 11 % matematiikan oppimistilanteisiin liittyvää ahdistuneisuutta ($F(3,1218) = 47.42$, $p < 0.001$).

TAULUKKO 3

Lineaarisen regressioanalyysin tulokset matemaattisen minäpystyvyyden lähteiden yhteydestä matematiikassa epäonnistumiseen liittyvään ahdistuneisuuteen (N=1191)

Matemaattisen minäpystyvyyden lähteet	Matematiikassa epäonnistumiseen liittyvä ahdistus
	β
Onnistumisen ja hallinnan kokemukset	-.24***
Vertaiskokemukset	-.03
Sosiaalinen palaute	-.04
R^2	.07
Mallin sopivuus	$F(3,1189) = 31.16$, $p < 0.001$

*Huom. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$*

Matematiikassa epäonnistumiseen liittyvää ahdistuneisuutta tarkasteltaessa matemaattisen minäpystyvyyden lähteistä tilastollisesti merkitsevä omavaikutus oli onnistumisen ja hallinnan kokemuksilla. Mitä vähemmän oppilailta oli onnistumisen ja hallinnan kokemuksia matematiikassa, sitä enemmän he kokivat matematiikassa epäonnistumiseen liittyvää ahdistuneisuutta.

TAULUKKO 4

Lineaarisen regressioanalyysin tulokset matemaattisen minäpystyvyyden lähteiden yhteydestä matematiikan oppimistilanteisiin liittyvään ahdistuneisuuteen (N=1220)

Matemaattisen minäpystyvyyden lähteet	Matematiikan oppimistilanteisiin liittyvä ahdistus
	β
Onnistumisen ja hallinnan kokemukset	-.34***
Vertaiskokemukset	.18***
Sosiaalinen palaute	.03
R^2	.11
Mallin sopivuus	F (3,1218) = 47.42, p < 0.001

*Huom. *p < .05, **p < .01., ***p < .001*

Tarkasteltaessa matematiikan oppimistilanteisiin liittyvää ahdistuneisuutta, matemaattisen minäpystyvyyden lähteistä tilastollisesti merkitsevä omavaikutus oli onnistumisen ja hallinnan kokemuksilla sekä vertaiskokemuksilla. Mitä vähemmän oppilailla oli onnistumisen ja hallinnan kokemuksia matematiikassa, sitä enemmän he kokivat matematiikan oppimistilanteisiin liittyvää ahdistusta. Puolestaan mitä enemmän oppilaat näkivät vertaistensa onnistuvan, sitä enemmän he kokivat ahdistusta matematiikkaan liittyvissä tilanteissa.

3.2 Matemaattisen minäpystyvyyden lähteiden ja matematiikka-ahdistuksen yhteydet 2.-5.-luokkalaisilla

Toisessa tutkimuskysymyksessä tarkasteltiin matemaattisen minäpystyvyyden lähteiden ja matematiikka-ahdistuksen yhteyksiä 2.-5.-luokkalaisilla oppilailla luokka-asteittain. Seuraavaksi esitellään tuloksia luokka-asteittain. Tulokset on esitelty taulukoissa 5 ja 6.

TAULUKKO 5

Lineaarisen regressioanalyysin tulokset matemaattisen minäpystyvyyden lähteiden yhteyksistä matematiikassa epäonnistumiseen liittyvään ahdistuneisuuteen 2.-5.-luokkalaisilla.

Matemaattisen minäpystyvyyden lähteet	Matematiikassa epäonnistumiseen liittyvä ahdistus			
	β			
	2 lk. (N=160)	3 lk. (N=428)	4 lk. (N=331)	5 lk. (N=272)
Onnistumisen ja hallinnan kokemukset	-.29***	-.13*	-.32***	-.25***
Vertaiskokemukset	-.09	.004	-.07	.01
Sosiaalinen palaute	.05	-.11	-.03	-.03
R^2	.09	.05	.13	.07
Mallin sopivuus	F(3,157) = 5.22, p<.05	F(3,425) = 6.61, p<.001	F(3,327) = 16.40, p<.001	F(3,268) = 6.95, p<0.001

Huom. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

TAULUKKO 6

Lineaarisen regressioanalyysin tulokset matemaattisen minäpystyvyyden lähteiden yhteyksistä matematiikan oppimistilanteisiin liittyvään ahdistuneisuuteen 2.-5.-luokkalaisilla.

Matemaattisen minäpystyvyyden lähteet	Matematiikan oppimistilanteisiin liittyvä ahdistus			
	β			
	2 lk. (N=162)	3 lk. (N=439)	4 lk. (N=338)	5 lk. (N=281)
Onnistumisen ja hallinnan kokemukset	-.35***	-.30***	-.39***	-.31***
Vertaiskokemukset	.26**	.09	.19***	.17**
Sosiaalinen palaute	.13	.10	-.03	-.19**
R^2	.15	.07	.16	.16
Mallin sopivuus	F(3,159) = 9.44, p<0.001	F(3,436) = 10.49, p<0.001	F(3,334) = 20.43, p<0.01	F(3,277) = 17.12, p<0.001

Huom. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

2.-luokkalaiset oppilaat. 2.-luokkalaisilla oppilailla matemaattisen minäpystyvyyden lähteet selittivät 9 % matematiikassa epäonnistumiseen liittyvää ahdistuneisuutta ($F(3,157) = 5.22$ $p = .002$) ja 15 % matematiikan oppimistilanteisiin liittyvää ahdistusta ($F(3,159) = 9.44$ $p = <0.001$). Matemaattisista minäpystyvyyden lähteistä tilastollisesti merkitsevä omavaikutus oli onnistumisen ja hallinnan kokemuksilla, kun tarkasteltiin matematiikan oppimistilanteisiin sekä matematiikassa epäonnistumiseen liittyvää ahdistusta. Vertaiskokemukset olivat puolestaan yhteydessä vain matematiikan oppimistilanteisiin liittyvään ahdistukseen. Toisin sanoen mitä vähemmän 2.-luokkalaisilla oppilailla oli onnistumisen ja hallinnan kokemuksia, sitä enemmän he kokivat matematiikka-ahdistusta. Lisäksi mitä enemmän 2.-luokkalaiset näkivät vertaistensa onnistuvan, sitä enemmän he kokivat ahdistusta matematiikan oppimistilanteisiin liittyen.

3.-luokkalaiset oppilaat. 3.-luokkalaisilla oppilailla matemaattisen minäpystyvyyden lähteet selittivät 5 % matematiikassa epäonnistumiseen liittyvää ahdistuneisuutta ($F(3, 425) = 6.61$ $p < 0.001$) ja 7 % matematiikan oppimistilanteisiin liittyvää ahdistusta ($F(3, 436) = 10.49$ $p = <0.001$). Matemaattisista minäpystyvyyden lähteistä tilastollisesti merkitsevä omavaikutus oli onnistumisen ja hallinnan kokemuksilla, kun tarkasteltiin matematiikan oppimistilanteisiin sekä matematiikassa epäonnistumiseen liittyvää ahdistusta. Toisin sanoen mitä vähemmän 3.-luokkalaisilla oppilailla oli onnistumisen ja hallinnan kokemuksia, sitä enemmän he kokivat ahdistusta matematiikassa.

4.-luokkalaiset oppilaat. 4.-luokkalaisilla oppilailla matemaattisen minäpystyvyyden lähteet selittivät 13 % matematiikassa epäonnistumiseen liittyvää ahdistuneisuutta ($F(3, 327) = 16.40$ $p < 0.001$) ja 16 % matematiikan oppimistilanteisiin liittyvää ahdistusta ($F(3, 334) = 20.43$ $p = <0.001$). Matemaattisista minäpystyvyyden lähteistä tilastollisesti merkitsevä omavaikutus oli onnistumisen ja hallinnan kokemuksilla, kun tarkasteltiin matematiikan oppimistilanteisiin sekä matematiikassa epäonnistumiseen liittyvää ahdistusta. Vertaiskokemukset olivat yhteydessä vain matematiikan oppimistilanteisiin liittyvään ahdistukseen. Näin ollen, mitä vähemmän 4.-luokkalaisilla oppilailla oli onnistumisen ja hallinnan kokemuksia, sitä enemmän he kokivat ahdistusta matematiikkaa kohtaan.

Kun 4.-luokkalaiset näkivät vertaistensa onnistuvan, he kokivat enemmän ahdistusta matematiikan oppimistilanteisiin liittyen.

5.-luokkalaiset oppilaat. 5.-luokkalaisilla oppilailta matemaattisen minäpystyvyyden lähteet selittivät 7 % matematiikassa epäonnistumiseen liittyvää ahdistuneisuutta ($F(3, 268) = 6.95, p < 0.001$) ja 16 % matematiikan oppimistilanteisiin liittyvää ahdistusta ($F(3, 277) = 17.12, p = <0.001$). Matemaattisista minäpystyvyyden lähteistä tilastollisesti merkitsevä omavaikutus oli onnistumisen ja hallinnan kokemuksilla, kun tarkasteltiin matematiikan oppimistilanteisiin sekä matematiikassa epäonnistumiseen liittyvää ahdistusta. Puolestaan vertaiskokemukset ja sosiaalinen palaute olivat myös yhteydessä matematiikan oppimistilanteisiin liittyvään ahdistukseen. Toisin sanoen mitä vähemmän 5.-luokkalaisilla oppilailta oli onnistumisen ja hallinnan kokemuksia, sitä enemmän he kokivat matematiikka-ahdistusta. Kun 5.-luokkalaiset näkivät vertaistensa onnistuvan, he kokivat enemmän ahdistusta matematiikan oppimistilanteisiin liittyen. 5.-luokkalaiset kokivat vähemmän matematiikan oppimistilanteisiin liittyvää ahdistusta, kun he saivat sosiaalista palautetta.

3.3 Matemaattisen minäpystyvyyden lähteiden ja matematiikka-ahdistuksen välisten yhteyksien erot 2.-5.-luokkalaisilla

Kolmannessa tutkimuskysymyksessä selvitettiin ovatko regressiomalleissa luokka-asteittain tarkastellut yhteydet tilastollisesti merkitsevästi erilaisia eri luokka-asteilla.

Matematiikassa epäonnistumiseen liittyvä ahdistus. Kovarianssianalyysin tuloksista havaittiin, että matemaattisen minäpystyvyyden lähteistä ja luokka-astemuuttujasta muodostetut yhdysvaikutustermit eivät olleet tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä matematiikassa epäonnistumiseen liittyvään ahdistukseen (taulukko 7). Linearisessa regressioanalyysissä havaitut tilastollisesti merkitsevät yhteydet matemaattisten minäpystyvyyden lähteiden ja matematiikassa epäonnistumiseen liittyvän ahdistuksen välillä ovat siis samanlaisia luokka-asteesta riippumatta.

TAULUKKO 7

Yhdysvaikutustermien yhteydet matematiikka-ahdistuksen kahteen ulottuvuuteen.

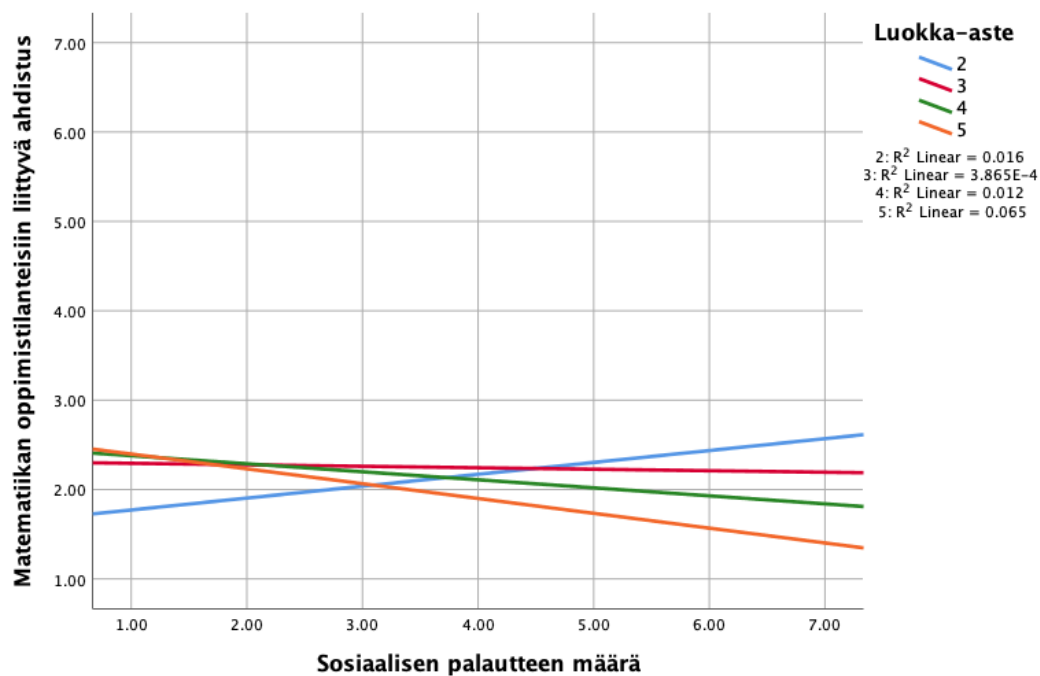
Matematiikassa epäonnistumiseen liittyvä ahdistus

Onnistumisen ja hallinnan kokemukset * luokka-aste	$F(3, 1175) = 2.20, p = .086$
Vertaiskokemukset * luokka-aste	$F(3, 1175) = 0.59, p = .620$
Sosiaalinen palaute * luokka-aste	$F(3, 1175) = 0.75, p = .520$

Matematiikan oppimistilanteisiin liittyvä ahdistus

Onnistumisen ja hallinnan kokemukset * luokka-aste	$F(3, 1204) = .946, p = .42$
Vertaiskokemukset * luokka-aste	$F(3, 1204) = 1.97, p = .12$
Sosiaalinen palaute * luokka-aste	$F(3, 1204) = 3.31, p = .02$

Matematiikan oppimistilanteisiin liittyvä ahdistus. Sosiaalisesta palautteesta ja luokka-asteesta muodostettu yhdysvaikutustermi oli tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä matematiikan oppimistilanteisiin liittyvään ahdistukseen (taulukko 7). Muut malliin luodut yhdysvaikutustermit eivät olleet tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä matematiikan oppimistilanteisiin liittyvään ahdistukseen. Sosiaalisen palautteen ja matematiikan oppimistilanteisiin liittyvän ahdistuksen välinen yhteys on erilainen eri luokka-asteilla. Yhteyden suuntien muutokset ovat havaittavissa regressiokertoimista (ks. luku 3.2) sekä kuviosta 1.



KUVIO 1. Matematiikan oppimistilanteisiin liittyvän ahdistuksen ja sosiaalisen palautteen välinen yhteys 2.-5.-luokilla.

Sosiaalisen palautteen ja matematiikan oppimistilanteisiin liittyvän ahdistuksen välisen yhteyden suunta siis muuttuu 2.-luokan ja 5.-luokan välillä. Keskeisimmät havainnot ovat, että 2.-luokkalaisilla oppilailla yhteys on positiivinen, kun taas 4.- ja 5.-luokkalaisilla yhteys on negatiivinen.

4 POHDINTA

Tässä tutkimuksessa tutkittiin, missä määrin ja miten matemaattisen minäpystyvyyden lähteet ovat yhteydessä matematiikan oppimistilanteisiin liittyvään ahdistukseen sekä matematiikassa epäonnistumiseen liittyvään ahdistukseen 2.-5.-luokkalaisilla oppilailla. Lisäksi yhteyksien eroja tarkasteltiin eri luokka-asteiden välillä. Tässä tutkimuksessa matematiikan oppimistilanteisiin liittyvällä ahdistuksella tarkoitetaan ahdistuneisuutta, joka ilmenee kaikenlaisissa matematiikan oppimiseen liittyvissä tilanteissa. Matematiikassa epäonnistumiseen liittyvä ahdistuneisuus taas ilmenee tilanteissa, joissa oppilas kokee huolta omasta epäonnistumisestaan matematiikassa.

4.1 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu, että minäpystyvyys ja matematiikka-ahdistus ovat yhteydessä toisiinsa (Akin & Kurvanoglu, 2011; Galla & Wood, 2012; Jameson & Fusco, 2014; Meece ym., 1990; Riboroso ym., 2018; Kaskens ym., 2020). Tässä tutkimuksessa saatiin tarkempaa tietoa siitä, miten yksittäiset minäpystyvyyden lähteet ovat yhteydessä matematiikka-ahdistukseen. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että matemaattisen minäpystyvyyden lähteet selittivät 7 % matematiikassa epäonnistumiseen liittyvästä ahdistuksesta sekä 11 % matematiikan oppimistilanteisiin liittyvästä ahdistuksesta koko aineistossa. Tarkasteltaessa koko aineistoa matemaattisen minäpystyvyyden lähteistä onnistumisen ja hallinnan kokemukset olivat yhteydessä molempiin matematiikka-ahdistuksen ulottuvuuksiin. Vertaiskokemukset taas olivat yhteydessä matematiikan oppimistilanteisiin liittyvään ahdistukseen. Sosiaalinen palaute ei ollut yhteydessä matematiikka-ahdistuksen kumpaakaan ulottuvuuteen.

Kun luokkatasoja tarkasteltiin erikseen, huomattiin että matemaattisen minäpystyvyyden lähteet olivat myös eri tavoin yhteyksissä matematiikka-ahdistukseen eri ikäisillä oppilailla. Luokkatasot erosivat toisistaan sen suhteen, mitkä

minäpystyvyyden lähteet olivat yhteydessä matematiikka-ahdistukseen. Esimerkiksi ainoastaan 5.-luokkalaisilla kaikki minäpystyvyyden kolme lähettä olivat yhteydessä matematiikan oppimistilanteisiin liittyvään ahdistukseen. Onkin syytä pohtia, miksi matemaattiset minäpystyvyyden lähteet ovat eniten yhteydessä juuri 5. luokalla matematiikka-ahdistukseen.

Tutkimusten mukaan alkuopetuksessa uskomukset omasta pystyvyydestä ovat vahvemmat ja ne voivat olla hyvin epärealistiset (Butz & Usher, 2015). Kun kognitiiviset kyvyt kehittyvät oppilas osaa luotettavammin arvioida itseään (Phan, 2012). Voidaankin pohtia, ovatko 5.-luokkalaiset siinä kehityksen vaiheessa, että heidän epärealistiset korkeat uskomuksensa itsestä ovat hiipumassa ja samaan aikaan he ovat vielä epävarmoja omasta osaamisestaan. Tiedetään, että vanhemmat oppilaat ovat myös herkkiä keräämään ympäriltään saatua informaatiota, joiden perusteella muodostavat käsityksiä itsestään (Bandura, 1977). Voi siis olla, että minäpystyvyyden lähteiden tapaiset ulkopuolelta rakentuvat informaatiot ovat eniten yhteydessä matematiikka-ahdistukseen juuri tämän tutkimuksen vanhimmilla osallistujilla.

Tässä tutkimuksessa onnistumisen ja hallinnan kokemukset olivat yhteydessä kaikilla luokka-asteilla sekä matematiikassa epäonnistumiseen että matematiikan oppimistilanteisiin liittyvään ahdistukseen. Yhteydet olivat samanlaisia ja samansuuntaisia luokka-asteesta riippumatta. Myös Ramirez kollegoineen (2018) on esittänyt, että matematiikka-ahdistuksen muodostumiseen olisi yhteydessä nimenomaan se, minkälaisia tulkintoja yksilöt tekevät aikaisemmista kokemuksistaan matematiikan parissa. Tämän ja aikaisempien tutkimusten mukaan oppilaat, joilla on vähemmän aikaisempia onnistumisen ja hallinnan kokemuksia matematiikassa, saattavat kokea enemmän matematiikka-ahdistusta (esim. Gunderson ym., 2018). Aiemmat onnistumisen kokemukset ovat myös olleet eniten yhteydessä minäpystyvyyteen, kun eri lähteitä on tutkittu samanaikaisesti (Butz & Usher, 2015; Usher & Pajares, 2008).

Matematiikka-ahdistuksen ajatellaan johtuvan aikaisemmin koetuista epäonnistumisista matematiikassa, jotka toistuessaan aiheuttavat epämiellyttäviä tunteita matematiikkaa kohtaan (Harari ym., 2013; Jameson, 2010; Ramirez ym.,

2013). Lisäksi matematiikasta ahdistuneet henkilöt ovat harvemmin motivoituneita matematiikasta eivätkä koe sitä hyödylliseksi (Hembree, 1990). Tämä johtaa usein matematiikan välttämiseen (Ramirez ym., 2018) ja heikompiin matematiikan taitoihin (esim. Barroso ym., 2021). Matematiikka-ahdistus voi siis aiheuttaa itseään toistavan kierteen, jossa ahdistus johtaa heikompaan suoriutumiseen matematiikassa ja toistuvat epäonnistumisen kokemukset puolestaan lisäävät ahdistuneisuuden tunteita (Luo ym., 2014). Lisäksi nämä epäonnistumisen kokemukset taas heikentävät minäpystyvyyttä (Butz & Usher, 2015; Usher & Pajares, 2008). Tämä jatkuvista epäonnistumisista aiheutuva negatiivinen kierre voi lisätä myös yksilön heikkoja uskomuksia itsestään.

Tämän tutkimuksen tulokset osoittivat vertaiskokemusten olevan negatiivisesti yhteydessä matematiikan oppimistilanteisiin liittyvään ahdistukseen 2., 4. ja 5.-luokkalaisilla oppilailla. Oppilaat kokivat siis enemmän matematiikan oppimistilanteisiin liittyvää ahdistusta, kun he näkivät vertaistensa onnistuvan. Yhteydet olivat samanlaisia ja samansuuntaisia kaikilla luokka-asteilla. Banduran sosiokognitiivisen teorian mukaan vertaiskokemusten on nähty juuri vahvistavan minäpystyvyyttä ja suoriutumista (Bandura, 1977). Tässä tutkimuksessa vertaiskokemukset kuitenkin lisäsivät matematiikkaan liittyvää ahdistusta, mikä on hieman ristiriidassa Banduran alkuperäisen näkemyksen kanssa. On kuitenkin tutkimustietoa siitä, että oppilaat tekevät tulkintoja pystyvyydestään myös sen perusteella, miten he suoriutuvat suhteessa muihin (Usher & Pajares, 2008; Usher, 2009). Tämä näkyy erityisesti akateemisesti heikommin suoriutuvilla oppilailla (Usher & Pajares 2008). On myös esitetty, että kilpailuasetelma luokassa lisää ahdistusta matematiikkaa kohtaan (Finlaysson, 2014). Tärkeää onkin tulla tietoiseksi siitä, miten oppilaat kokevat toisten onnistumiset. Lisäävätkö ne luokassa vertailua ja ahdistuneisuutta vai tarjoavatko ne oppilaille uskoa myös omasta pystyvyydestään.

Tässä tutkimuksessa luokka-asteita erikseen tarkasteltaessa sosiaalinen palaute oli ainoastaan yhteydessä viidennellä luokalla matematiikan oppimistilanteisiin liittyvään ahdistukseen. Mitä enemmän 5.-luokkalaiset saivat positiivista palautetta edistymisestään ja taidoistaan, sitä vähemmän he kokivat ahdistusta

matematiikan oppimistilanteisiin liittyen. Tarkemmassa analyysissä luokkataso huomioitiin yhteyden tarkastelussa, jolloin sosiaalisen palautteen havaittiin olevan yhteydessä matematiikka-ahdistukseen eritavoin eri luokka-asteilla. Sosiaalisen palautteen yhteyden suunta muuttui 2.-luokan ja 5.-luokan välillä. Tutkimuksen vanhimmillä oppilailla sosiaalinen palaute, vähensi ahdistuksen tunteita matemaattisia tilanteita kohtaan, kun taas näyttäisi siltä, että 2. -luokkalaiset kokivat sosiaalisen palautteen lisäävän ahdistuksen tunteita matematiikassa.

Aikaisemmissa tutkimuksissa on huomattu, että aikuisten sanomisilla, kommentteilla ja asenteilla voi olla yhteys oppilaan kokemaan matematiikka-ahdistukseen ja matematiikassa suoriutumiseen (Szczygieł, 2020). Kun oppilas ei osaa vielä tehdä tarkkoja arviointeja omista kyvyistään hän on myös usein riippuvainen ympäriltä saamastaan palautteesta (Ellen, Usher & Pajares, 2008). On havaintoja siitä, että vanhemmat oppilaat ovat herkempiä vastaanottamaan palautetta ympäriltään ja rakentavat sen perusteella käsityksiä itsestään (Bandura, 1977). Tämän tutkimuksen tulokset vahvistavat myös näitä näkemyksiä. Tässä tutkimuksessa huomion arvoista on, että pienemmillä oppilailla sosiaalinen palaute mahdollisesti lisää ahdistuksen tunteita matematiikassa. Voidaankin pohdita, voivatko pienet oppilaat kokea kehumisen ja positiivisen palautteen lisäävän ahdistusta ja paineita menestyä koulussa. Palautteen antajan tulee olla myös uskottava ja palautteen on oltava realistista, jotta se tukee minäpystyvyyttä (Bandura, 1977). Onkin syytä kyseenalaistaa, annetaanko pienille lapsille enemmän epärealistisia kehuja, jotka mahdollisesti jopa lisäävät ahdistusta.

Se miten ihminen tulkitsee oman epäonnistumisensa tai onnistumisensa, on yhteydessä siihen, millaisen käsityksen hän itsestään rakentaa (Weiner, 2018). Nämä käsitykset eli attribuutiot ovat merkityksellisiä sen suhteen, millaisen kokonaiskuvan aiemmat kokemukset antavat (Weiner, 2018). Epäonnistumisen kokemus on erillään riippuen siitä, tulkitseeko epäonnistumisen omana osaamattomuutena vai ulkopuolisen tekijän aiheuttamana. Myös Ramirez ja kollegat (2018) ovat esittäneet, että tulkinnat aikaisemmista kokemuksista matematiikassa ovat yhteydessä matematiikka-ahdistuksen muodostumiseen. Tässä tutkimuksessa tehdyn regressioanalyysin mukaan, sosiaalisella palautteella ei ollut

merkittävää yhteyttä matematiikka-ahdistukseen 2.–4.-luokkalaisilla. Voidaan kuitenkin pohtia, voiko sosiaalinen palaute olla attribuutioiden kautta yhteydessä onnistumisen kokemuksiin. Eli ympäriltä tullut palaute saattaisi olla yhteydessä siihen, millaisen tulkinnan oppilas tekee omasta onnistumisestaan tai epäonnistumisestaan. Tässä tapauksessa palaute saattaa olla yhteydessä myös minäpystyvyyden ja matematiikka-ahdistuksen väliseen yhteyteen onnistumisten ja hallinnan kokemusten kautta.

Onnistumisen sekä hallinnan kokemusten tarjoaminen näyttäisi olevan tärkeää matematiikka-ahdistuksen ehkäisyssä (Ashcraft ym., 2007) ja matemaattisen minäpystyvyyden tukemisessa (Warwick, 2008). Tämän tutkimuksen tulokset olivat yhdensuuntaisia näiden näkemysten kanssa. Usher & Pajares (2008) toteavat, että vahvin hyöty onnistumisen kokemuksesta syntyy sen seurauksena, että oppilas on joutunut ponnistelemaan suorituksen eteen ja tuntee ylittäneensä itsensä. Mori ja Uchidan (2009) kuitenkin myös toteavat, että pienetkin onnistumiset, joissa ei ole suuria ponnisteluja vahvistavat uskomuksia omasta pystyvyydestä. Opettajan onkin tärkeää tunnistaa oppilaan taitotaso, jotta hän pystyy eriyttämään opetustaan niin, että onnistumisen kokemuksia tapahtuu. Lisäksi on tärkeää, että onnistumiset tehdään näkyviksi, jotta oppilas itse huomaa oman onnistumisensa.

Tiedetään, että matematiikka-ahdistuksella on yhteys motivaatioon ja heikompaan suoriutumiseen matematiikassa. Tämän takia opettajien on tärkeää tulla tietoisiksi siitä, miten matematiikka-ahdistus ilmenee ja millaiset tekijät sen taustalla ovat. Onkin ajateltu, että esimerkiksi varhaisella puuttumisella voitaisiin ehkäistä matematiikka-ahdistuksen kehittymistä (Ramirez ym., 2013). Tämän tutkimuksen keskeisimmät havainnot koskivat vertaiskokemusten ja onnistumisen kokemusten suhdetta matematiikka-ahdistukseen. Oppilaiden lisääntyvä ahdistuminen vertaistensa onnistumisista on uusi tärkeä havainto. Opettajan olisi näin ollen hyvä tiedostaa, miten oppilaat kokevat toistensa onnistumiset. Tämän tutkimuksen tulokset vahvistavat myös käsitystä siitä, että aikaisemmat onnistumisen ja hallinnan kokemukset ovat merkittäviä matematiikka-ahdistuksen selittäjiä. Tässä tutkimuksessa sosiaalinen palaute ei ollut yhtä merkittävä

matematiikka-ahdistuksen selittäjä kuin aikaisemmat kokemukset. Tämän havainnon perusteella voidaan ajatella, että sosiaalisen palautteen sijaan onnistumisen näkyväksi tekeminen ja huomioiminen ovat tärkeämpiä keinoja matematiikka-ahdistuksen ehkäisyssä.

4.2 Tutkimuksen luotettavuus ja rajoitukset

Banduran teoria antaa hyvän viitekehyksen minäpystyvyyden lähteiden tarkasteluun, mutta Butz ja Usher (2015) huomauttavat, että minäpystyvyyden yksilölliset erot voivat olla suuria. Heidän tutkimuksensa mukaan joka neljäs mainitsi Banduran esittelemien lähteiden ulkopuolisia tekijöitä, jotka olivat yhteydessä heidän koettuun minäpystyvyyteensä (Butz & Usher, 2015). Tällaisia tekijöitä olivat muun muassa opetustyyli ja avun saaminen opettajalta.

Vaikka minäpystyvyyden lähteiden havaittiin tässä tutkimuksessa olevan yhteydessä matematiikka-ahdistukseen, selittivät ne kuitenkin vain noin 10 % koko matematiikka-ahdistuksen ilmiöstä. On siis hyvä huomioida, että matematiikka-ahdistukseen on yhteydessä myös monet muut tekijät minäpystyvyyden lisäksi. Tutkimusten mukaan esimerkiksi sukupuoli ja geneettinen perimä (Ramirez ym., 2018) sekä kognitiiviset tekijät kuten oppimisvaikeudet ja työmuisti (Ashcraft & Kirk, 2001; Devine ym., 2018), ovat yhteydessä koettuun matematiikka-ahdistukseen. Lisäksi on tärkeää huomioida, että matematiikka-ahdistukseen on havaittu olevan yhteydessä myös erilaisia ulkoisia tekijöitä kuten lähipiirin asenteet ja tuki sekä yhteiskunnassa vaikuttavat stereotypiat (Beilock ym., 2010; Luttenberg ym., 2018; Jackson and Leffingwell, 1999). Oppilaiden kokemaa matematiikka-ahdistusta voivat selittää myös opettajan rooli, asenteet, toiminta ja hänen omat matematiikan taitonsa (Finlayson, 2014).

Tämän tutkimuksen luotettavuuden arvioinnissa on hyvä ottaa huomioon, etteivät kaikki muuttujat olleet normaalisti jakautuneita. Lineaarinen regressioanalyysi ei oletta aineiston normaali jakautuneisuutta yhtä vahvasti kuin kovarianssianalyysi, jota käytettiin kolmannen tutkimuskysymyksen selvittämisessä.

Tämä on syytä ottaa huomioon etenkin kolmannen tutkimuskysymyksen tulosten luotettavuuden tarkastelussa. Normaalijakautuneisuus ei toteutunut matematiikan oppimistilanteisiin liittyvä ahdistus -muuttujassa. Yksilöt, jotka eivät kokeneet ahdistusta ollenkaan, olivat huomattava enemmistö tässä aineistossa. Tämän voidaan kuitenkin ajatella olevan melko luonnollinen ilmiö, sillä usein henkilöt joko kokevat olevansa ahdistuneita tai eivät. Ei voida siis välttämättä olettaa, että ahdistuneisuuden kokemukset ja tunteet noudattaisivat koko väestössä normaalijakautuneisuutta.

Tämän tutkimuksen rajoitteet koskevat myös käytettyjä mittareita. Matematiikan oppimistilanteisiin liittyvää ahdistusta mitattiin kolmella kysymyksellä, jotka olivat alun perin suunniteltu mittaamaan matemaattisen minäpystyvyyden fysiologisia reaktioita (Usher & Pajares, 2009). Fysiologisia reaktioita koskevat kysymykset liittyivät kuitenkin selkeästi ahdistuksen tunteisiin, ja niitä päätettiin siten hyödyntää matematiikka-ahdistuksen mittarina. Tämä kuitenkin hankaloittaa tutkimuksen tulosten luotettavaa arviointia, sillä mittari ei varsinaisesti ole alun perin mitannut matematiikka-ahdistusta.

Matematiikassa epäonnistumiseen liittyvää ahdistuneisuutta mitattiin puolestaan Math Anxiety Questionnaire (MAQ) -mittarista (Thomas & Dowker, 2000) poimituilla kolmella kysymyksellä. Mittarin rajoitukset liittyvät näiden kolmen kysymyksen muotoiluun (ks. liite 1) Kysymyksissä mitattiin oppilaiden ajatuksia ja tuntemuksia siitä, miltä heistä tuntuisi, jos he epäonnistuisivat jossain matematiikkaan liittyvässä tehtävässä. Tällainen kysymyksenasettelu voi lähemmin tarkasteltuna mitata myös sitä, aiheuttaako pelkkä ajatus mahdollisesta epäonnistumisesta oppilaassa ahdistusta eikä niinkään itse tilanne, jossa epäonnistuminen tapahtuu. Näin ollen käytetty mittari voi osoittaa myös, että matematiikassa hyvinkin pärjäävät oppilaat voivat ahdistua siitä ajatuksesta, että he mahdollisesti epäonnistuvat.

Minäpystyvyyden lähteet ovat usein hyvin subjektiivisia kokemuksia, joita on haastavaa mitata luotettavasti (Usher & Pajares, 2008). Minäpystyvyyden lähteistä tehdyt tutkimukset ovat myös usein Likert-asteikollisia, jolloin vastauksen konteksti ja tarkempi kuvaus jää saavuttamatta (Butz & Usher, 2015). Myös nämä

havainnot ovat tärkeitä ottaa huomioon tämän tutkimuksen luotettavuuden kannalta.

4.3 Jatkotutkimushaasteet

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin matematiikka-ahdistusta minäpystyvyyden lähteiden näkökulmasta poikkileikkausasetelmalla ja tarkastelussa olivat alakouluikäiset oppilaat. Tutkimuksessa saatiin viitteitä siitä, mitkä tekijät mahdollisesti selittävät matematiikka-ahdistusta. Jotta voitaisiin lisätä ymmärrystä matematiikka-ahdistuksen kehityksestä, tarvittaisiin pitkittäisasetelma, jossa seurattaisiin oppilaita usean vuoden ajan. Tämä tutkimus osoitti, että aikaisemmat onnistumisen ja hallinnan kokemukset olivat negatiivisesti yhteydessä matematiikka-ahdistukseen. Jatkotutkimuksessa pitkäisasetelmalla voitaisiin vielä tarkemmin selvittää, miten ja minkälaiset aikaisemmat juuri negatiiviset epäonnistumisen kokemukset ovat yhteydessä koettuun matematiikka-ahdistukseen.

On esitetty, että varhaiset heikommat taidot matematiikassa voivat lisätä myöhempää matematiikka-ahdistusta (Gunderson ym., 2018). Tämän tutkimuksen mukaan erityisesti onnistumisen ja hallinnan kokemukset selittivät matematiikka-ahdistusta kaikilla ikäluokilla. Tulevaisuuden tutkimuksessa olisikin tärkeää selvittää keinoja puuttua jo varhaisessa vaiheessa matematiikka-ahdistuksen muodostumiseen. Interventiotutkimuksella voitaisiin vielä selvittää, voidaanko matematiikka-ahdistuksen ehkäisyä tukea lisäämällä esimerkiksi onnistumisen ja hallinnan kokemuksia jo alkuopetuksessa.

Tämän tutkimuksen tulokset viittaavat siihen, että nuoremmat oppilaat saattavat kokea sosiaalisen palauteen matematiikka-ahdistusta lisäävänä tekijänä. Jatkotutkimuksella olisi tärkeää ja kiinnostavaa selvittää löytyykö tälle ilmiölle lisää vahvistusta, ja mistä tällainen ilmiö mahdollisesti johtuu. Tutkimuksessa saatiin myös tuloksia siitä, että oppilaat kokivat vertaisten onnistumisten lisäävän ahdistuksen tunteita matematiikassa. Olisikin tärkeä tutkia sitä, millaiset vertaiskokemukset vähentäisivät ahdistuksen tunteita. Lisäksi olisi kiinnos-

tava selvittää, voiko opettaja omalla toiminnallaan ohjata näitä vertaiskokemuksia niin, etteivät ne lisää ahdistuksen tunteita, vaan vahvistaisivat uskomuksia omasta pystyvyydestä.

Tutkimukset oppimiseen liittyvistä tunteista ja uskomuksista omasta pystyvyydestä ovat tärkeitä, sillä ne lisäävät tietoa oppimisen taustalla olevista tekijöistä. Tässä tutkimuksessa tutkitut matematiikka-ahdistus ja matemaattisen miinäpystyvyyden lähteet ovat molemmat osa oppimismotivaatiota. Nurmen (2013) mukaan oppimisen tukeminen on tehokasta ja vaikuttavaa vain silloin, kun oppilas on itse motivoitunut tekemään tehtäviä ja oppimaan. Oppimisen tehokkaan tukemisen kannalta onkin erittäin tärkeää tunnistaa ja tietää, mitkä tekijät todellisuudessa ovat suoriutumisen taustalla.

LÄHTEET

- Ahdistuneisuushäiriöt. Käypä hoito -suositus. (2019).Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Psykiatriyhdistys ry:n ja Suomen Nuorisopsykiatrisen yhdistyksen asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. (viitattu 10.03.2022). Saatavilla internetissä: www.kaypahoito.fi
- Akin, A. & Kurbanoglu, I. N. (2011). The relationships between math anxiety, math attitudes, and self-efficacy: a structural equation model. *Studia Psychologica*, 53(3), 263-273.
- Ashcraft, M. H. (2002). Math Anxiety: Personal, Educational, and Cognitive Consequences. *Current Directions in Psychological Science : a Journal of the American Psychological Society*, 11(5), 181-185.
<https://doi.org/10.1111/1467-8721.00196>
- Ashcraft, M. H. & Kirk, E. P. (2001). The relationships among working memory, math anxiety, and performance. *Journal of Experimental Psychology. General*, 130(2), 224-237. <https://doi.org/10.1037//0096-3445.130.2.224>
- Ashcraft, M. H. & Krause, J. A. (2007). Working memory, math performance, and math anxiety. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14(2), 243-248.
<https://doi.org/10.3758/BF03194059>
- Ashcraft, M. H. & Moore, A. M. (2009). Mathematics Anxiety and the Affective Drop in Performance. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 27(3), 197-205. <https://doi.org/10.1177/0734282908330580>
- Ashcraft, M. H. & Ridley, K. S. (2004) Math Anxiety and Its Cognitive Consequences. Teoksessa J. I. Campbell (toim.), *Handbook of Mathematical Cognition* (s. 315-327). Taylor & Francis Group.
<https://doi.org/10.4324/9780203998045-27>
- Ashcraft, M., Krause, J. & Hopko, D. (2007). Is Math Anxiety a Mathematical Learning Disability?. Teoksessa D. B. Berch & M. M. M. Mazzocco (toim.). *Why is Math so Hard for Some Children?: The Nature and Origins of Mathematical Learning Difficulties and Disabilities*. Paul H. Brookes Pub. Co.

- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191–215.
- Bandura, A. (1986). Social foundations of thought and action: A Social cognitivetheory. *Prentice-Hall*.
- Bandura, A. (2000). Exercise of Human Agency through Collective Efficacy. *Current Directions in Psychological Science : a Journal of the American Psychological Society*, 9(3), 75-78. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00064>
- Bandura, A. & Schunk, D. (1981). Cultivating competence, self-efficacy, and intrinsic interest through proximal self-motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 41, 586–598.
- Barroso, C., Ganley, C. M., McGraw, A. L., Geer, E. A., Hart, S. A. & Daucourt, M. C. (2021). A meta-analysis of the relation between math anxiety and math achievement. *Psychological Bulletin*, 147(2), 134-168. <https://doi.org/10.1037/bul0000307>
- Beilock, S. L., Gunderson, E. A., Ramirez, G. & Levine, S. C. (2010). Female Teachers' Math Anxiety Affects Girls' Math Achievement. *Proceedings of the National Academy of Sciences - PNAS*, 107(5), 1860-1863. <https://doi.org/10.1073/pnas.0910967107>
- Boaler, J. (2014). Research Suggests that Timed Tests Cause Math Anxiety. *Teaching Children Mathematics*, 20(8), 469-474. <https://doi.org/10.5951/teachilmath.20.8.0469>
- Bong, M. Skaalvik, E. (2003). Academic self-concept and self-efficacy: how different are they really? *Educational Psychology Review*, 15(1).
- Butz, A. Li, C. Rojas, J. & Usher, E. (2018). Perseverant grit and selfefficacy: Are both essential for children's academic success? *Journal of Educational Psychology*, 110, 1049–120.
- Butz, A. R., & Usher, E. L. (2015). Salient sources of early adolescents' selfefficacy in two domains. *Contemporary Educational Psychology*, 42, 49–61.

- Byras-Winston, A. Diestelmann, J. Savoy, N & Hoyt, W. (2017). Unique effects and moderators of effects of sources on self-efficacy: a model-based meta-analysis. *Journal of Counseling Psychology*, 64(6), 645-658.
- Carey, E., Devine, A., Hill, F. & Szűcs, D. (2017). Differentiating anxiety forms and their role in academic performance from primary to secondary school. *PloS one*, 12(3), e0174418.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174418>
- Carey, E., Hill, F., Devine, A. & Szűcs, D. (2016). The Chicken or the Egg? The Direction of the Relationship Between Mathematics Anxiety and Mathematics Performance. *Frontiers in Psychology*, 6, 1987.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01987>
- Carless, D. & Boud, D. (2018). The development of student feedback literacy: Enabling uptake of feedback. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 43(8), 1315-1325.
<https://doi.org/10.1080/02602938.2018.1463354>
- Commodari, E. & La Rosa, V. L. (2021). General academic anxiety and math anxiety in primary school. The impact of math anxiety on calculation skills. *Acta Psychologica*, 220, 103413.
<https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2021.103413>
- Cook, D. & Artino, A. (2016). Motivation to learn: an overview of contemporary theories. *Medical Education*, 50: 997-1014
- D'Amico, A. & Cardaci, M. (2003). Relations among Perceived Self-Efficacy, Self-Esteem, and School Achievement. *Psychological reports*, 92(3), 745-754. <https://doi.org/10.2466/pr0.2003.92.3.745>
- Devine, A., Hill, F., Carey, E. & Szűcs, D. (2018). Cognitive and Emotional Math Problems Largely Dissociate: Prevalence of Developmental Dyscalculia and Mathematics Anxiety. *Journal of Educational Psychology*, 110(3), 431-444.
<https://doi.org/10.1037/edu0000222>
- Douglas, H. P. & LeFevre, J. (2018). Exploring the influence of basic cognitive skills on the relation between math performance and math anxiety. *Journal of Numerical Cognition*, 3(3), 642-666. <https://doi.org/10.5964/jnc.v3i3.113>

- Dowker, A., Bennett, K. & Smith, L. (2012). Attitudes to Mathematics in Primary School Children. *Child Development Research*, 1-8.
<https://doi.org/10.1155/2012/124939>
- von der Embse, N., Jester, D., Roy, D. & Post, J. (2018). Test anxiety effects, predictors, and correlates: A 30-year meta-analytic review. *Journal of Affective Disorders*, 227, 483-493. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2017.11.048>
- Finlayson, M. (2014). Addressing math anxiety in the classroom. *Improving Schools*, 17(1), 99-115. <https://doi.org/10.1177/1365480214521457>
- Galla, B. M. & Wood, J. J. (2012). Emotional self-efficacy moderates anxiety-related impairments in math performance in elementary school-age youth. *Personality and Individual Differences*, 52(2), 118-122.
<https://doi.org/10.1016/j.paid.2011.09.01>
- Gunderson, E. A., Park, D., Maloney, E. A., Beilock, S. L. & Levine, S. C. (2018). Reciprocal relations among motivational frameworks, math anxiety, and math achievement in early elementary school. *Journal of Cognition and Development*, 19(1), 21-46. <https://doi.org/10.1080/15248372.2017.1421538>
- 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(2), 101-112.
[https://doi.org/10.1016/S0022-4405\(03\)00028-1](https://doi.org/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. <https://doi.org/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.
<https://doi.org/10.2307/749455>
- Herbert, J. & Stipek, D. (2005). The emergence of gender differences in children's perceptions of their academic competence. *Applied Developmental Psychology*, 26, 276-295.
- Ho, H., Senturk, D., Lam, A. G., Zimmer, J. M., Hong, S., Okamoto, Y., Wang, C. (2000). The Affective and Cognitive Dimensions of Math Anxiety: A Cross-

- National Study. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(3), 362-379. <https://doi.org/10.2307/749811>
- Hornstra, L., van der Veen, I., Peetsma, T. & Volman, M. (2013). Developments in motivation and achievement during primary school: A longitudinal study on group-specific differences. *Learning and Individual Differences*, 23, 195-204. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.09.004>
- Huttunen M. (2018). Ahdistuneisuus. *www.terveyskirjasto.fi. Lääkärikirja Duodecim. Kustannus Oy Duodecim*. 12.11.2021
<https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00188/ahdistuneisuus>
- Jackson, C. D. & Leffingwell, R. (1999). The Role of Instructors in Creating Math Anxiety in Students from Kindergarten through College. *The Mathematics Teacher*, 92(7), 583-586.
- Jameson, M. M. (2010). Math anxiety: Theoretical perspectives on potential influences and outcomes. Teoksessa J. C. Cassady (toim.), *Anxiety in Schools: The Causes, Consequences and Solutions for Academic Anxieties* (s. 45-58).
- Jameson, M. M. (2020). Time, Time, Time: Perceptions of the Causes of Mathematics Anxiety in Highly Maths Anxious Female Adult Learners. *Adult Education Quarterly (American Association for Adult and Continuing Education)*, 70(3), 223-239.
<https://doi.org/10.1177/0741713619896324>
- Jameson, M. M. & Fusco, B. R. (2014). Math anxiety, math self-Concept, and math self-efficacy in adult learners compared to traditional undergraduate students. *Adult Education Quarterly*, 64(4), 306-322.
<https://doi.org/10.1177/0741713614541461>
- Jang, B. G., Conradi, K., McKenna, M. C. & Jones, J. S. (2015). Motivation. *The Reading Teacher*, 69(2), 239-247. <https://doi.org/10.1002/trtr.1365>
- 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*, 57 (1), 1-15.

- Kaskens, J., Segers, E., Goei, S. L., van Luit, J. E. & Verhoeven, L. (2020). Impact of Children's math self-concept, math self-efficacy, math anxiety, and teacher competencies on math development. *Teaching and Teacher Education*, 94, 103096. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103096>
- Klassen, R. (2002). A question of calibration. A review of the self-efficacy beliefs of students with learning disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 25, 88-102.
- Krinzinger, H., Kaufmann, L. & Willmes, K. (2009). Math Anxiety and Math Ability in Early Primary School Years. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 27(3), 206-225. <https://doi.org/10.1177/0734282908330583>
- Kudo, H. & Mori, K. (2015). A Preliminary Study of Increasing Self-Efficacy in Junior High School Students: Induced Success and a Vicarious Experience. *Psychological Reports*, 117(2), 631-642. <https://doi.org/10.2466/11.07.PR0.117c22z4>
- 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(3), 355-365. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2008.10.009>
- Liu, R-D., Zhen, R., Ding, Y., Liu, Y., Wang, J., Jiang, R. & Xu, L. (2018). Teacher support and math engagement: roles of academic self-efficacy and positive emotions. *Educational Psychology*, 38(1), 3-16.
- Luttenberger, S., Wimmer, S. & Paechter, M. (2018). Spotlight on math anxiety. *Psychology Research and Behavior Management*, 11, 311-322. <https://doi.org/10.2147/PRBM.S141421>
- Ma, X. (1999). A Meta-Analysis of the Relationship between Anxiety toward Mathematics and Achievement in Mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30(5), 520-540. <https://doi.org/10.2307/749772>
- Ma, X. & Xu, J. (2004). The causal ordering of mathematics anxiety and mathematics achievement: A longitudinal panel analysis. *Journal of Adolescence (London, England.)*, 27(2), 165-179. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2003.11.003>

- McMullan, M., Jones, R. & Lea, S. (2012). Math anxiety, self-efficacy, and ability in British undergraduate nursing students. *Research in Nursing & Health*, 35(2), 178-186. <https://doi.org/10.1002/nur.21460>
- Meece, J. L., Wigfield, A. & Eccles, J. S. (1990). Predictors of Math Anxiety and Its Influence on Young Adolescents' Course Enrollment Intentions and Performance in Mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 60-70. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.1.60>
- Miller, H. & Bichsel, J. (2004). Anxiety, working memory, gender, and math performance. *Personality and Individual Differences*, 37(3), 591-606. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2003.09.029>
- Mori, K. & Uchida, A. (2009). Can Contrived Success Affect Self-Efficacy among Junior High School Students? *Research in Education (Manchester)*, 82(1), 60-68. <https://doi.org/10.7227/RIE.82.5>
- Morris, L. W. & Liebert, R. M. (1970). Relationship of cognitive and emotional components of test anxiety to physiological arousal and academic performance. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 35(3), 332-337. <https://doi.org/10.1037/h0030132>
- Opetushallitus 2014. *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014*. Helsinki: Opetushallitus. Viitattu 1.4.2022. https://www.oph.fi/download/163777_perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf
- Pajares, F. Schunk, D. (2002). Self and self-belief in psychology and education: an historical perspective. Teoksessa J. Aronson (toim.) *Improving Academic Achievement – Impact of Psychological Factors on Education* (s. 5-25). Academic Press.
- Phan, H. P. (2012). The development of English and mathematics self-efficacy: A latent growth curve analysis. *The Journal of Educational Research*, 105(3), 196-209
- 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. <https://doi.org/10.1080/15248372.2012.664593>

- Ramirez, G., Shaw, S. T. & Maloney, E. A. (2018). Math Anxiety: Past Research, Promising Interventions, and a New Interpretation Framework. *Educational Psychologist*, 53(3), 145-164.
<https://doi.org/10.1080/00461520.2018.1447384>
- Riboroso, A. Llagas, R. & Taan, J. 2018. Mathematics Self Efficacy and Anxiety and Mathematics Performance of Elementary Education Students. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Volume 9, Issue 11, November-2018 671 ISSN 2229-5518
- Richardson, F. C. & Suinn, R. M. (1972). The Mathematics Anxiety Rating Scale: Psychometric data. *Journal of Counseling Psychology*, 19(6), 551-554.
<https://doi.org/10.1037/h0033456>
- Salmela-Aro, K. & Nurmi, J. (2017). *Mikä meitä liikuttaa: Motivaatiopsykologian Perusteet*. PS-Kustannus.
- Schunk, D. H. (1990). Goal Setting and Self-Efficacy During Self-Regulated Learning. *Educational psychologist*, 25(1), 71-86.
https://doi.org/10.1207/s15326985ep2501_6
- Siegle, D. & McCoach, D. B. (2007). Increasing Student Mathematics Self-Efficacy Through Teacher Training. *Journal of Advanced Academics*, 18(2), 278-312. <https://doi.org/10.4219/jaa-2007-353>
- Sorvo, R., Koponen, T., Viholainen, H., Aro, T., Räikkönen, E., Peura, P., Dowker, A. & Aro, M. (2017). Math anxiety and its relationship with basic arithmetic skills among primary school children. *British Journal of Educational Psychology*, 87(3), 309-327. <https://doi.org/10.1111/bjep.12151>
- Sorvo, R., Koponen, T., Viholainen, H., Aro, T., Räikkönen, E., Peura, P., Tolvanen, A. & Aro, M. (2019). Development of math anxiety and its longitudinal relationships with arithmetic achievement among primary school children. *Learning and Individual Differences*, 69, 173-181.
<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.12.005>
- Szczygiel, M. (2021). The relationship between math anxiety and math achievement in young children is mediated through working memory, not

- by number sense, and it is not direct. *Contemporary Educational Psychology*, 65, 101949. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2021.101949>
- Szczygiel, M. (2020). When does math anxiety in parents and teachers predict math anxiety and math achievement in elementary school children? The role of gender and grade year. *Social Psychology of Education*, 23(4), 1023-1054. <https://doi.org/10.1007/s11218-020-09570-2>
- Thomas, G., and Dowker, A. (2000). Mathematics anxiety and related factors in young children. *Paper Presented at British Psychological Society Developmental Section Conference*, Bristol.
- 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(4), 751-796.
- Usher, E. L. & Pajares, F. (2009). Sources of self-efficacy in mathematics: A validation study. *Contemporary Educational Psychology*, 34(1), 89-101. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2008.09.002>
- 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
- Valiente, C., Swanson, J. & Eisenberg, N. (2012). Linking Students' Emotions and Academic Achievement: When and Why Emotions Matter. *Child Development Perspectives*, 6(2), 129-135. <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2011.00192.x>
- Väisänen, P. & Ylönen, S. (2004). Matemaattiset taidot ja matemaattinen minäkäsitys tilastollisten menetelmien oppimisessa. *Kasvatus 4*.
- Warwick, J. (2008). Mathematical self-efficacy and student engagement in the mathematics classroom. *MSOR Connections*, 8(3), 31-37.
- Weiner, B. (2018). The legacy of an attribution approach to motivation and emotion: a no-crisis zone. *Motivation Science*, 4(1), 4-14.
- Wigfield, A. & Eccles, J. S. (2000). Expectancy-Value Theory of Achievement Motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 68-81. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1015>

Wigfield, A. & Meece, J. L. (1988). Math Anxiety in Elementary and Secondary School Students. *Journal of Educational Psychology, 80*(2), 210-216.

<https://doi.org/10.1037/0022-0663.80.2.210>

Wood, E. F. (1988). Math Anxiety and Elementary Teachers: What Does Research Tell Us? *For the Learning of Mathematics, 8*(1), 8-13

Zeidner, M. (1998). Test Anxiety: The State of the Art. *Kluwer Academic Publisher.*

Zimmerman, B. J. (2000). Self-Efficacy: An Essential Motive to Learn. *Contemporary Educational Psychology, 25*(1), 82-91.

<https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1016>

LIITTEET

LIITE 1

Käytetyt muuttujat ja niitä mittaavat kysymykset

Matemaattinen minäpystyvyys	Onnistumisen ja hallinnan kokemukset	Olen aina ollut hyvä matematiikassa. Osaan hyvin matematiikkaa. Osaan laskea hyvin vaikeitakin matematiikan tehtäviä.
	Vertaiskokemukset	Kun näen toisten lasten pärjäävän matematiikassa, se saa minutkin harjoittelemaan matematiikkaa. Ajattelen usein, että jonain päivänä olen taitava laskija. Ihailen aikuisia, jotka ovat hyviä matematiikassa.
	Sosiaalinen palaute	Opettajani on usein kehunut siitä, että matematiikan taitoni on parantunut. Matematiikan taitojani on usein kehitetty. Luokkakaverit ovat sanoneet, että olen hyvä matematiikassa.
Matematiikka-ahdistus	Matemaatiisiin tilanteisiin liittyvä ahdistus.	Ahdistun, kun joudun vastaamaan matematiikan tunnilla. Ahdistun, kun alan tehdä matematiikan tehtäviä. Tunnen kehossani jännitystä, kun minun pitää tehdä matematiikan tehtäviä.
	Matematiikassa epäonnistumiseen liittyvä ahdistus.	Kuinka levollinen tai ahdistunut olisit, jos et osaisi tehdä jotain matematiikassa? Kuinka levollinen tai ahdistunut olisit, jos et osaisi tehdä päässälaskua? Kuinka levollinen tai ahdistunut olisit, jos et osaisi tehdä matematiikan kotitehtävää?

LIITE 2

Muuttujien keskiarvot (ka) ja keskihajonnat (kh) luokka-asteittain.

Matemaattisen minäpystyvyyden lähteet		Ka	Kh
Onnistumisen ja hallinnan kokemukset	2. luokka	5.64	1.45
	3. luokka	5.36	1.48
	4. luokka	5.37	1.48
	5. luokka	5.34	1.38
Vertaiskokemukset	2. luokka	5.27	1.61
	3. luokka	4.89	1.70
	4. luokka	4.62	1.67
	5. luokka	4.39	1.66
Sosiaalinen palaute	2. luokka	5.30	1.65
	3. luokka	4.89	1.75
	4. luokka	4.87	1.62
	5. luokka	4.46	1.65
Matematiikka-ahdistus			
Matematiikan oppimistilanteisiin liittyvä ahdistus	2. luokka	2.35	1.70
	3. luokka	2.22	1.48
	4. luokka	2.03	1.34
	5. luokka	1.83	1.07
Matematiikassa epäonnistumiseen liittyvä ahdistus	2. luokka	3.01	1.14
	3. luokka	3.01	0.99
	4. luokka	3.09	1.02
	5. luokka	2.94	0.88