

SYYT MATEMATIIKKA-AHDISTUKSEN  
KEHITTÄMISELLE

Ella Koskela

Pro gradu -tutkielma  
Helmikuu 2019

MATEMATIIKAN JA TILASTOTIETEEN LAITOS  
TURUN YLIOPISTO

Turun yliopiston laatu järjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

TURUN YLIOPISTO  
Matematiikan ja tilastotieteen laitos

KOSKELA, ELLA: Syyt matematiikka-ahdistuksen kehittymiselle  
Pro gradu -tutkielma, 30 s.  
Matematiikka  
Helmikuu 2019

---

Matematiikka-ahdistus on oma ahdistuneisuuden muotonsa, joka ilmenee ahdistuneisuutena matemaattisia toimia tehtäessä. Matematiikka-ahdistuksen voi laukaista matemaattisten laskujen tekeminen, arjen matematiikka tai vaikka jo matematiikan luokkaan astuminen. Matematiikka-ahdistus voi johtaa huonompaan koulumenestykseen matematiikassa joko vaikuttaen suoraan lamauttamalla oppijan toimintakyvyn tai välillisesti motivaation tai matematiikkamukavuuden heikkenemisen kautta.

Tämän kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on selvittää, mitkä asiat johtavat matematiikka-ahdistuksen kehittymiseen.

Kirjallisuuden perusteella matematiikka-ahdistus voi kehittyä huonoista matemaattisista taidoista, joiden syynä voivat olla dyskalkulia tai muut synnynnäiset sairaudet kuten ADHD. Lisäksi sukupuolen ja iän on tutkittu vaikuttavan matematiikka-ahdistuksen määrään. Henkilön alttiutta matematiikka-ahdistukselle lisää myös henkilön alttius ahdistukselle. Lisäksi henkilön itsetunto, persoonallisuuspiirteet ja matematiikkamotivaatio ovat seikkoja, jotka voivat vaikuttaa matematiikka-ahdistuksen kokemisen määrään.

Matematiikka-ahdistuksen kokemisen määrään vaikuttavat myös ulkoiset tekijät kuten opettaja, vanhempien asenteet ja paine. Myös tehtävätyyppi vaikuttaa. Opettajan tai vanhempien asenteet matematiikkaa kohtaan voivat periytyä lapselle. Kiiheen luoma paine saattaa lisätä matematiikka-ahdistusta. Tehtävätyypeistä ahdistavimmiksi koetaan kymmeniennilytykset, sekamurtoluvut, prosenttilaskut ja tehtävät, jotka sisältävät muuttujia ja tekijöitä.

Asiasanat: matematiikka-ahdistus, matematiikka-ahdistuksen kehittyminen, matematiikka-ahdistuksen syyt

# Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Matematiikka-ahdistus</b>	<b>3</b>
2.1	Matematiikka-ahdistuksen mittaaminen . . . . .	3
2.1.1	MARS-kysely . . . . .	3
2.1.2	AMAS-kysely . . . . .	4
2.1.3	R-MARS-kysely . . . . .	4
2.1.4	SEMA-kysely . . . . .	4
2.1.5	CMAQ-kysely . . . . .	5
2.1.6	MAI-kysely . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Määritelmiä</b>	<b>7</b>
3.1	Yleistynyt ahdistuneisuushäiriö . . . . .	7
3.1.1	RCMAS-2 . . . . .	7
3.2	Dyskalkulia . . . . .	7
3.3	ADHD . . . . .	8
3.4	Subitisaatio . . . . .	8
3.5	Persoonallisuuden määrittäminen MBTI:n avulla . . . . .	9
<b>4</b>	<b>Matematiikka-ahdistuksen kehittyminen</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Henkilön synnynnäiset ominaisuudet</b>	<b>11</b>
5.1	Sukupuolen vaikutus . . . . .	11
5.2	Dyskalkulian yhteys matematiikka-ahdistukseen . . . . .	13
5.3	ADHD ja matematiikka-ahdistus . . . . .	14
5.4	Alttius . . . . .	14
<b>6</b>	<b>Henkilön muut omat ominaisuudet</b>	<b>15</b>
6.1	Ikä . . . . .	15
6.2	Motivaatio . . . . .	16
6.2.1	Huono matematiikkamotivaatio . . . . .	16
6.2.2	Korkea saavutusmotivaatio . . . . .	16
6.3	Matematiikkamenestyksen vaikutus . . . . .	17
6.4	Yleistyneen ahdistuksen ja koeahdistuksen yhteys matematiikka-ahdistukseen . . . . .	18
6.5	Työmuistin vaikutus matematiikka-ahdistukseen . . . . .	19
6.6	Aivoalueiden aktivaatioeroja korkeasti ahdistuneiden ja matalasti ahdistuneiden välillä . . . . .	19
6.7	Itsetunto ja matematiikkaitsetunto . . . . .	20
6.8	Persoonallisuuspiirteiden vaikutus . . . . .	20

<b>7</b>	<b>Ympäristön ja tilanteiden vaikutus matematiikka-ahdistukseen</b>	<b>23</b>
7.1	Tehtävätyyppi . . . . .	23
7.1.1	Kymmenylitys . . . . .	23
7.1.2	Sekamurtoluvut ja prosentit ahdistavat . . . . .	23
7.2	Kiireen luoma paine . . . . .	24
<b>8</b>	<b>Muiden ihmisten vaikutus matematiikka-ahdistukseen</b>	<b>25</b>
8.1	Opettaja . . . . .	25
8.2	Vanhemmat . . . . .	25
<b>9</b>	<b>Johtopäätökset</b>	<b>27</b>
	<b>Kirjallisuutta</b>	<b>30</b>



# 1 Johdanto

Matematiikan osaaminen on tärkeä työkalu sekä koulunkäynnin että arkielämän kannalta. Suomalaisen opetussuunitelman mukaan lasten ja nuorten on opiskeltava matematiikkaa koko peruskoulun ajan [1]. Jo alakoulusta lähtien opetussuunitelman mukaan matematiikan opetuksen tehtävänä on kehittää oppilaiden loogista, täsmällistä ja luovaa matemaattista ajattelua. Opetuksen tulisi luoda pohja matemaattisten käsitteiden ja rakenteiden ymmärtämiselle sekä yleiselle laskutaidolle. Matematiikan kumulatiivisesta luonteesta johtuen opetus etenee systemaattisesti. [1] Mikäli matematiikka-ahdistus varjostaa matematiikan opiskelua jo alakoulussa, voi matematiikan opiskeluun olla vaikeaa päästä myöhemmin kiinni ilman ahdistuneisuutta.

Jo vuosiluokilla 1-2 on opetussuunitelman mukaan tarkoitus luoda oppilaille monipuolisia kokemuksia matemaattisten käsitteiden ja rakenteiden muodostumisen perustaksi. Opetuksessa tulisi hyödyntää eri aisteja. Opetuksen tulisi kehittää oppilaiden kykyä ilmaista matemaattista ajatteluaan konkreettisin välinein, suullisesti, kirjallisesti ja piirtäen sekä tulkiten kuvia. Matematiikan opetuksen tulisi luoda vahva pohja lukukäsitteen ja kymmenjärjestelmän ymmärtämiseksi sekä laskutaidolle. [1] Kymmenjärjestelmä ja kymmenien ylitys onkin eräs asia, jonka on erityisesti todettu tuottavan matematiikka-ahdistusta. [2]

Jotta matematiikka-ahdistuksen syntymistä voitaisiin ehkäistä, on opettajien kyettävä tunnistamaan kyseinen ilmiö, ja heillä olisi myös oltava jonkinlainen käsitys matematiikka-ahdistusta aiheuttavista tekijöistä.

Osa kokee matematiikka-ahdistusta nuoresta asti. Tämän pro gradu -tutkielman tarkoituksena on selvittää, onko olemassa tutkimusnäyttöä matematiikka-ahdistuksen syistä ja syntymekanismeista. Tämän pro gradu -tutkielman tavoitteena on lisäksi selvittää, mitkä asiat, piirteet ja ympäristötekijät ovat yhteydessä matematiikka-ahdistukseen. Lisäksi on tarkoitus selvittää, onko olemassa joitain henkilösidonnoisia piirteitä, jotka ilmenevät usein samaan aikaan matematiikka-ahdistuksen kanssa. Tutkimuksissa on vaikeampi tutkia kausaliteettia, eli olla varma että nimenomaan jokin tietty tekijä johtaa matematiikka-ahdistukseen, mutta korrelaatiotutkimuksia aiheesta löytyy runsaasti.

Tämän tutkielman tavoitteena on etsiä nimenomaan oppilaiden matematiikka-ahdistuksen syitä. Tämän tutkielma ei käsittele opettajien kokemaa matematiikka-ahdistusta opettaessa matematiikkaa. Matematiikka-ahdistusta tutkittaes-

sa usein keskitytään siihen, mihin matematiikka-ahdistus voi johtaa tai miten sitä pystytään lievittämään. Tämän tutkielman tarkoituksena ei kuitenkaan ole keskittyä matematiikka-ahdistuksen seurauksiin, vaan ilmiön tunnistamiseen ja syihin.

Tämän tutkielman tutkimuskysymyksen ovat:

Mistä matematiikka-ahdistus johtuu?

Mitä piirteitä tai ominaisuuksia matematiikka-ahdistuneilla on verrattuna ei-ahdistuneisiin?

Käytin aineistonkeräämisen tietokantoja EBSCO ja Google Scholar. Käytin hakusanoja "math anxiety" ja "mathematics anxiety". Rajasin hakuani käyttäen muun muassa termejä "development" ja "causes". Rajasin pois artikkelia, jotka sisälsivät sanan "alleviating", sillä matematiikka-ahdistuksen lievitysmetodeita käsitteleviä tutkimuksia löytyy paljon, mutta tämän tutkielman tarkoitus ei ole perehtyä varsinaisesti matematiikka-ahdistuksen lievitysmekanismiin. Lisäksi rajasin pois termeillä "mathematics teaching anxiety", sillä tutkielman tarkoituksena ei ole perehtyä opettamiseen liittyvään matematiikka-ahdistukseen tai opettajien matematiikka-ahdistukseen. Lisäksi löysin tutkielmani aiheesta artikkeleita, kun kävin jo löytämieni artikkeleiden viitteitä läpi.

Tutkielma alkaa matematiikka-ahdistuksen määritelmällä ja matematiikka-ahdistuksen mittaamistekniikoiden esittelyllä. Luvussa 3 määritellään muita tutkielmassa esiin tulevia käsitteitä, esimerkiksi sairauksia, kuten dyskalkulia, ADHD ja muita tutkielmassa käytettyjä termejä. Luvut 4-8 käsittelevät matematiikka-ahdistuksen syntymisen syihin liittyviä tutkimustuloksia sekä tutkimustuloksia siitä, mitkä asiat korreloivat matematiikka-ahdistuksen kanssa. Matematiikka-ahdistuksen syntymisen syyt on tässä tutkielmassa jaoteltu henkilön synnynnäisiin ominaisuuksiin, henkilön muihin ominaisuuksiin, ympäristön ja tilanteen vaikutukseen sekä henkilöä ympäröivien ihmisten vaikutuksiin. Luvussa 5 on koottu synnynnäiset syyt, luvussa 6 henkilön muut omat ominaisuudet, luvussa 7 ympäristöön ja tilanteeseen sidonnaiset syyt ja luvussa 8 henkilön ympäröivien ihmisten vaikutus. Luvussa 9 ovat tutkimustuloksista saadut johtopäätökset.



## 2 Matematiikka-ahdistus

Matematiikka-ahdistuneelle matematiikan kirjan avaaminen tai pelkkä matematiikan luokkaan astuminen voi laukaista voimakkaan negatiivisen tunne-reaktion. [8] Matematiikka-ahdistus määritellään usein jännittyneisyytenä ja pelkona, joka häiritsee matemaattista suoritusta [2]. Ensimmäisen matematiikka-ahdistuksen mittarin kehittivät Richardson and Suinn vuonna 1972. He kehittivät mittarin nimeltään Mathematics Anxiety Rating Scale (MARS). MARS-testin kehittämisen jälkeen on kehitetty useita variaatioita tästä mittarista. Tämän MARS-testin jälkeen esimerkiksi Mark H. Ashcraft on käyttänyt matematiikka-ahdistuksesta arvioidessa metodia, jossa hän pyytää koehenkilöitä arvioimaan ahdistustaan asteikolla yhdestä kymmeneen sen mukaan, kuinka ahdistuneita he ovat esimerkiksi tehdessään jotain matemaattista tehtävää tai tarkastaessaan ravintolalaskua. [2]

Matematiikka-ahdistusta on monenlaista. Matematiikka-ahdistus on yleisesti jaoteltu koetilanteeseen liitettävään matematiikka-ahdistukseen ja oppimiseen liitettävään matematiikka-ahdistukseen. [5]

Ahdistuneisuuden on todettu olevan yksi merkittävimmistä matematiikkaan liittyvistä emotionaalisista ongelmista. Matematiikkaan liittyviä ongelmia on tutkittu intensiivisesti, mutta ei vielääkään olla täysin varmoja matematiikka-ahdistuksen luonteesta ja syistä. Matematiikka-ahdistukseen liittyviä syitä ja korrelaatioita on kuitenkin jaettu kolmeen eri kategoriaan; ympäristösidonnaisiin, tilannesidonnaisiin sekä henkilön luonteeseen, ominaisuuksiin ja taipumuksiin liittyviin. [20]

### 2.1 Matematiikka-ahdistuksen mittaaminen

Matematiikka-ahdistusta mitataan usein kyselytutkimuksilla. Yleisin käytössä oleva matematiikka-ahdistukseen liittyvä kysely on MARS-kysely. Kyselyitä on monia muitakin. Osa kyselyistä on pidempiä ja osa lyhyempiä. Osa on muunnoksia MARS-kyselystä esimerkiksi tietyn ikäiseen koeryhmään sopivaksi.

#### 2.1.1 MARS-kysely

MARS-kysely on yksi yleisimpiä matematiikka-ahdistuksen mittaamiseen käytetyistä menetelmistä. MARS-kyselyn ovat kehittäneet Richardson ja Suinn vuonna 1972. MARS-kysely on yksi yleisempiä mittareita, jota käytetään matematiikka-ahdistuksen mittaamiseen. [29]

MARS-kysely sisältää 98 kysymystä. Kyselyssä on likert-asteikko yhdestä viiteen, joista koehenkilön tulee vastauksensa valita. Luku kuvaa ahdistuneisuuden määrää. Kyselyssä tulee valita 5, mikäli henkilö on todella ahdistunut ja 1, mikäli henkilö ei koe yhtään ahdistusta kyseisestä aiheesta. Mitä suuremmat pisteet henkilö saa MARS-kyselystä, sitä enemmän hän kokee matematiikka-ahdistusta. Maksimipisteet MARS-kyselyssä on 490. [29]

### 2.1.2 AMAS-kysely

AMAS-kysely on eräs tapa mitata matematiikka-ahdistusta. Lyhenne tulee engalanninkielen sanoista The Abbreviated Math Anxiety Scale eli lyhennetty matematiikka-ahdistuksen mittari.

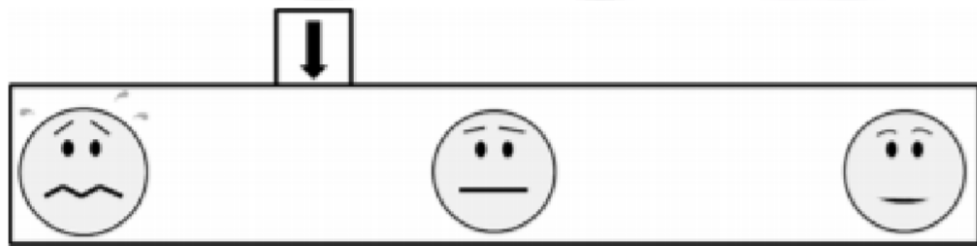
AMAS-kyselyssä koehenkilö vastaa yhdeksään kysymykseen kokemastaan matematiikka-ahdistuksesta. AMAS-kyselyssä käytetään likert-asteikkoa asteikolla yhdestä viiteen. Testiä tekevä henkilö valitsee ykkösen, jos hän ei koe ollenkaan matematiikka-ahdistusta kyseisestä aiheesta. Vastaavasti koehenkilö valitsee vitosen, mikäli hän kokee todella paljon ahdistusta kyseisestä kohdasta. AMAS-kyselystä voi saada pisteitä yhdeksästä 45 pisteeseen. Koehenkilö saa testistä yhdeksän pistettä, jos hän ei ole ollenkaan matematiikka-ahdistunut. 45 pistettä on testin suurin arvo, jonka saavat täydellisesti matematiikka-ahdistuneet koehenkilöt. AMAS-kysely on lyhin validi mittari matematiikka-ahdistuksen mittaamiseen. [4]

### 2.1.3 R-MARS-kysely

R-MARS on lyhenne englanninkielen sanoista The Revised Mathematics Anxiety Rating Scale. R-MARS on lyhennetty versio MARS-kyselystä. R-MARS sisältää 24 kysymystä. R-MARS on suunniteltu mittaamaan tehokkaasti matematiikkaan liittyvää ahdistusta sekä arviointi- että oppimistilanteissa. R-MARS kyselyssä vastausvaihtoehdoissa käytetään likert-asteikkoa yhdestä viiteen, samoin kuin MARS-kyselyssä. Vastausvaihtoehto 1 tarkoittaa, että vastaaja ei ole yhtään ahdistunut ja vastausvaihtoehto 5 tarkoittaa, että koehenkilö on erittäin ahdistunut. R-MARS kyselyssä maksimipistemäärä on 90. [22]

### 2.1.4 SEMA-kysely

SEMA on kysely, jolla voidaan mitata matematiikka-ahdistusta. Lyhenne SEMA tulee engalanninkielen sanoista Scale for Early Mathematics Anxiety eli aikaisen matematiikka-ahdistuksen arvo. SEMA-kysely on kehitetty



Kuva 1: CMAQ-kyselyn asteikko

MARS-kyselystä. SEMA-kysely on muokattu MARS-kyselystä sopimaan 7-9-vuotiaille eli noin kakkos-kolmosluokkalaisille. [21]

### 2.1.5 CMAQ-kysely

CMAQ on lapsille suunnattu kysely, jolla mitataan matematiikka-ahdistusta. Lyhenne tulee englannin kielen sanoista Child Math Anxiety Questionnaire eli lasten matematiikka-ahdistuksen kysely.

CMAQ-kysely on Ramirezin ja hänen työryhmänsä kehittänyt [9] mittari, joka on kehitetty käyttäen pohjana Suinin [29] Mathematics Anxiety Rating Scale for Elementary children -kyselyä. CMAQ on suunnattu spesifimmin. CMAQ on tarkoitettu neljäs-, viides- ja kuudesluokkalaisille.

CMAQ-kysely sisältää kahdeksan kysymystä matematiikasta. Lapsi antaa näihin vastauksensa hymiöin varustettua liukuasteikkoa käyttäen. (Katso Kuva 1). Lapsen tulee liukukytkimellä valita sopiva paikka. Oikealla liukuasteikolla on rauhallinen hymynaama, keskellä hieman hermostunut hymynaama ja liukuasteikolla vasemalla on hermostunut naama.

Testi sisältää muun muassa ikäryhmälle sopivia matematiikan tehtäviä, joihin lapsen tulee vastata hymynaamalla sen perusteella, miltä tehtävä tuntuu.

Liukuasteikolla on yhteensä 16 kohtaa, jonne nuolen voi osoittaa, joten tuloksia arvioidaan näiden kuudentoista kohdan perusteella. [9]

### 2.1.6 MAI-kysely

MAI eli Math Anxiety Interview on matematiikka-ahdistusta koskeva haastattelu. MAI-kyselyssä vastaukset annetaan väliltä 0-10 sen mukaan, kuinka ahdistunut on mistäkin kohdasta. 10 tarkoittaa todella ahdistunutta, ja 0

ei ollenkaan ahdistunutta. Kysely sisältää kahdentyyppisiä kysymyksiä; verbaalisti muotoiltuja ja kuvallisesti ilmaistuja. Kysely sopii lapsille.

## 3 Määritelmiä

### 3.1 Yleistynyt ahdistuneisuushäiriö

Yleistynyt ahdistuneisuushäiriö on tautiluokituksessa yksi ahdistuneisuushäiriöistä. Yleistynyt ahdistuneisuushäiriö aiheuttaa jatkuvaa ja liiallista huolta, joka häiritsee päivittäistä toimintaa. Tämä jatkuva huoli ja jännitys voivat aiheuttaa fyysisiä oireita, kuten levottomuutta ja erilaisia tunteita. Tässä häiriössä ahdistuneisuus on pitkäaikaista, voimakkuudeltaan vaihtelevaa, eikä rajoitu mihinkään erityiseen tilanteeseen. Henkilö huolestuu ja murehtii korostuneesti erilaisista tavallisista elämään liittyvistä asioista. Oireisiin kuuluvat hermostuneisuus, vapina, lihasjännitys sekä muut tyypilliset ahdistusoireet. Potilas voi lisäksi väsyä helposti, hänellä voi olla keskittymisvaikeuksia, lihasjännityneisyyttä tai nukkumiseen liittyviä ongelmia. Usein huolet keskittyvät jokapäiväisiin asioihin, kuten työtehtäviin, perheen terveyteen tai vähäisiin asioihin, kuten askareisiin, autojen korjauksiin tai tapaamisiin. Kahdella prosentilla väestöstä on diagnosoitu yleistynyt ahdistuneisuushäiriö. [23]

#### 3.1.1 RCMAS-2

RCMAS-2 on lyhenne englanninkielien sanoista The Revised Children's Manifest Anxiety Scale ja numero kaksi tulee siitä, että tämä on toinen versio kyseisestä testistä. RCMAS-2 testiä käytetään mittaamaan 6-19 -vuotiaiden ahdistuneisuutta tai yleistä ahdistuneisuutta. RCMAS-2 on yksinkertainen testi, joka sisältää 49 kyllä/ei-kysymystä. Maksimipistemäärä kyselyssä on 40 pistettä. [25]

### 3.2 Dyskalkulia

Dyskalkulia, jota kutsutaan myös matematiikkahäiriöksi tai laskemiskyvyn häiriöksi, on synnynnäinen kehityksen aikana ilmenevä matemaattisen osaamisen ja oppimisen vaikeus. Tämä erityisesti laskutaitoihin liittyvä häiriö on erillinen muista oppimisvaikeuksista.

Dyskalkulia on DSM-V:n diagnostisissa kriteereissä määritelty laskennallinen häiriö. [23] Kriteerit täyttyvät mikäli potilaalla on

- (a) useita matemaattisia ongelmia enemmän kuin kuuden kuukauden ajan
- (b) huono menestys yhdessä tai useassa matematiikan taitoja mittaavassa testissä

(c) matemaattisia vaikeuksia, jotka ilmenevät jo alakoulussa

(d) matemaattiset vaikeudet eivät johdu älyllisistä ongelmista ( $\text{ÄO} > 70$ ), globaalista kehityshäiriöstä, kuulo- tai näköhäiriöistä eivätkä neurologisista tai motorisista häiriöistä.

### 3.3 ADHD

ADHD on tarkkaavaisuus-, keskittymis- ja ylivilkkaushäiriö. Lyhenne ADHD tulee englanninkielen termistä Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. ADHD on käyttäytymishäiriö, joka hankaloittaa jokapäiväistä elämää. ADHD-potilaan on vaikea keskittyä jokapäiväisissä haasteissa ja rutiineissa.

ADHD-potilailla on usein vaikeuksia pystyä organisoimaan asioita ja pysyä keskittyneenä. Heidän on lisäksi vaikea tehdä realistisia suunnitelmia, eivätkä he usein kykene ajattelemaan ennen toimimista. Lisäksi ADHD-potilaat saattavat olla äänekkäitä ja heillä on haasteita sopeutua uusiin tilanteisiin.

ADHD-lapset ovat usein haastavia lapsia. Heillä saattaa ilmetä sosiaalista epäasiallisuutta ja aggressiivisuutta. [23]

### 3.4 Subitisaatio

Subitisaatio on johdannekäsite englanninkielisestä sanasta subitizing. Subitisaatiolla tarkoitetaan pienten lukuarvojen tarkkaa ja nopeaa hahmottamista ilman laskemista. Useimmiten subitisaatio muuttuu laskemiseksi luvun neljä (4) kohdalla. Lukua neljä pienemmät luvut pystytään hahmottamaan käyttäen subitisaatiota, mutta neljän ja sitä suurempien lukujen hahmottaminen vaatii usein laskemista.

Kaufman, Lord, Reese ja Volkman [19] ovat alunperin kehittäneet määritelmän subitizing eli subitisaatio. Subitisaatio tulee latinan kielen sanasta subitus, joka tarkoittaa äkillistä. Sana subitisaatio kuvaa äkillistä pienten lukumäärien hahmottamista. Subitisaatiolla voidaan hahmottaa yhdestä kolmeen tai neljään kohdetta.

Arkielämässä subitisaatiota tapahtuu usein nopan silmäluvun lukemisessa. Nopan silmälukua luettaessa useimpien ei tarvitse varsinaisesti laskea nopan pisteitä vaan hahmotus tapahtuu subitisaation kautta hahmottamalla nopeasti nopan silmäluku.

### 3.5 Persoonallisuuden määrittäminen MBTI:n avulla

MBTI-jaottelu tunnetaan nimellä Myers-Briggsin persoonallisuustyypit. Persoonallisuuksien jaottelu sisältää yhteensä 16 erilaista persoonallisuustyyppiä. Persoonallisuustyypit koostuvat neljän kirjaimen jonosta. Jokaiseen neljään kohtaan voi tulla yksi kahdesta vaihtoehdosta. Ensimmäinen kirjain on E/I eli ekstrovertti/introvertti. Toinen kirjain on S/N eli tosiasiallinen/intuitiivinen. Kolmas kirjain on T/F eli ajatteleva/tunteva. Viimeinen neljäs kirjain on J/P eli harkitseva/spontaani. Kaikki 16 persoonallisuustyyppiä ovat siis ISTJ, ESTJ, ISFJ, ESFJ, ISTP, ESTP, ESFP, ISFP, ENTJ, INTJ, ENTP, INTP, ENFJ, INFJ, ENFP ja INFP.

Tämä persoonallisuuksien jaottelu on erittäin suosittu tapa, vaikka sen kehittäjillä Myersillä ja Briggsillä ei ollut psykologian alan koulutusta. MBTI:tä käytetään paljon yrityksissä ja organisaatioissa.

Riippumatta menetelmän suosiosta, sillä on kuitenkin rajoitteensa. Henkilöt, joilla on jotain vakavia puutteita, saattavat vastata kysymyksiin liian positivistisesti ja näin he yrittävät piilottaa puutteensa. Kuitenkin sen vahvuutena on, että se on helppo toteuttaa ja sitä on helppo käyttää. Testin tulokset eivät anna koehenkilön persoonallisuudesta kuvailevaa luonnetta vaan ainostaan persoonallisuusluokituksen, johon koehenkilö kuuluu. [26]

## 4 Matematiikka-ahdistuksen kehittyminen

Matematiikka-ahdistus voi lähteä kehittymään hyvin monella eri tavalla ja moni asia altistaa sille. Erittäin monet tekijät ovat tutkimusten mukaan seikkoja, jotka korreloivat matematiikka-ahdistuksen kanssa. Yleisesti matematiikka-ahdistuksen syyt jaotellaan kolmeen luokkaan; ympäristötekijöihin, tilannesidonnaisiin sekä henkilön omiin ominaisuuksiin liittyviin. Henkilön omiin ominaisuuksiin liittyvät syyt ovat asioita, joihin henkilö voi tai ei voi itse vaikuttaa. Henkilön omat ominaisuudet sisältävät esimerkiksi iän, sukupuolen sekä oman asenteen ja käytöksen. Osa matematiikka-ahdistuksen syistä ja seurauksista kulkee usein niin sanottua noidankehää, eli matematiikka-ahdistuksen seuraukset ovat niitä syitä, joista matematiikka-ahdistusta kehitetty. Esimerkiksi matematiikka-ahdistus johtaa huonoon matematiikka-menestykseen joka taas tutkimusten mukaan lisää matematiikka-ahdistusta.

Poiketen yleisestä kolmeen jaottelusta, tässä tutkielmassa on matematiikka-ahdistuksen kehittymisen syyt jaettu neljään ryhmään. Tässä tutkielmassa on eroteltu henkilön omat ominaisuudet vielä kahteen, eli synnynnäisiin ominaisuuksiin ja muihin henkilön ominaisuuksiin. Kaikenkaikkiaan matematiikka-ahdistuksen syntymisen syyt on jaoteltu henkilön synnynnäisiin ominaisuuksiin, henkilön muihin ominaisuuksiin, ympäristön ja tilanteen vaikutukseen sekä muiden ihmisten vaikutuksiin.



## 5 Henkilön synnynäiset ominaisuudet

Henkilöillä voi olla synnynäisiä ominaisuuksia, jotka altistavat matematiikka-ahdistuksen kehittymiselle. Näille ominaisuuksille henkilö ei itse voi mitään.

### 5.1 Sukupuolen vaikutus

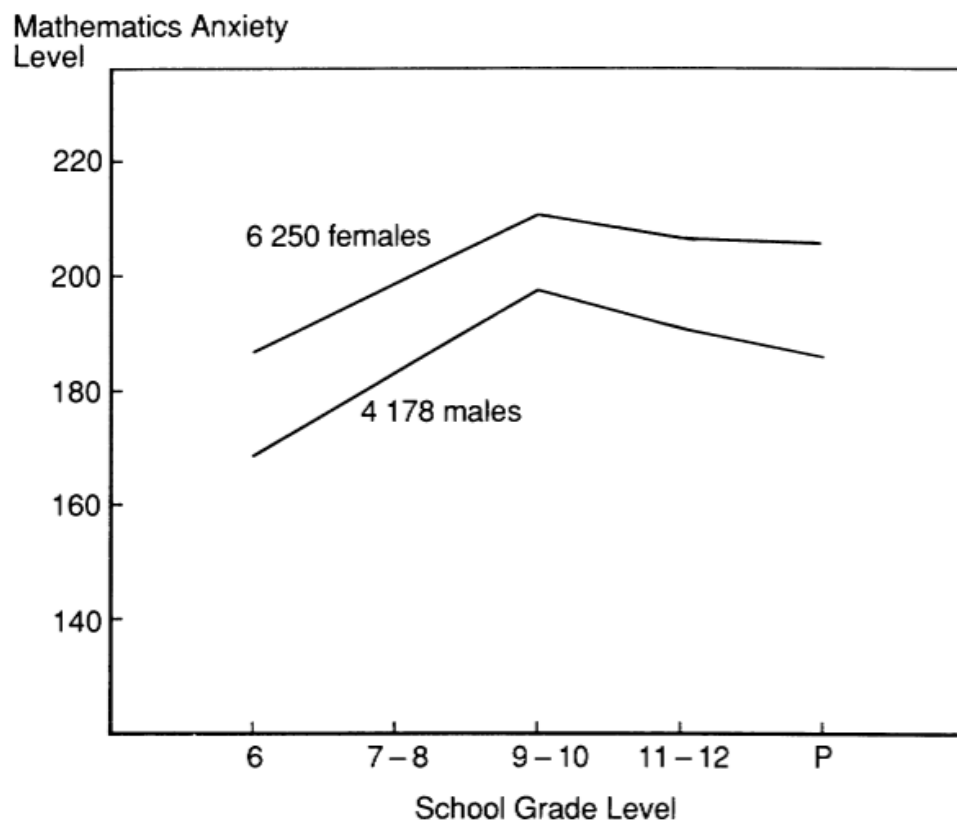
Osassa tutkimuksista on todettu, että sukupuoli ei vaikuta matematiikka-ahdistuksen kokemisen määrään. Ramirez työryhmineen sai tutkimustulokseen, että lapsilla sukupuoli ei vaikuttanut ahdistuksen määrään. [9] Ramirez käytti mittarina CMAQ-testiä mitattaessaan matematiikka-ahdistuksen määrää.

On kuitenkin runsaasti tutkimusnäyttöä siitä, että tytöillä/naisilla on enemmän matematiikka-ahdistusta kuin pojilla/miehillä, varsinkin yliopistoikäisillä [15], [20], [3], [26]. Hembree [15] on tehnyt meta-analyysin yhteensä 151 eri tutkimuksesta ja saanut sieltä tuloksen, että tytöt kokevat enemmän matematiikka-ahdistusta kuin pojat vaikka tytöt menestyivät yhtä hyvin matemaattisissa tehtävissä kuin pojat. Maloney ja muut ovat selvittäneet lisäksi mekanismin, miten matematiikka-ahdistusta kehittyy enemmän tytöillä kuin pojilla.[14] Maloney työryhmineen käytti tutkimuksessaan mittarina AMAS-kyselyä matematiikka-ahdistuksen mittaamiseen ja heillä oli koehenkilöinä 118 yliopisto-opiskelijaa. Spatiaalisen hahmotuskyvyn mittaamiseen Maloney ja muut käyttivät Object Spatial Imagery Questionnaire -kyselyä.

Maloney työryhmineen löysi yhteyden matematiikka-ahdistuksen, sukupuolen ja spatiaalisen eli avaruudellisen hahmotuksen väliltä. Tulos heidän mielestään selittää sitä, miksi niin monien tutkimusten mukaan tytöt/naiset kokevat enemmän matematiikka-ahdistusta kuin pojat/miehet. Heidän tutkimuksensa mukaan miehet paitsi kokivat vähemmän matematiikka-ahdistusta kuin naiset, he lisäksi olivat parempia hahmottamaan asioita spatiaalisesti. [14] He saivat tuloksen, että matematiikka-ahdistus ja spatiaalinen hahmotuskyky korreloivat negatiivisesti kertoimella -0.45. Epäsuora vaikutus sukupuolen ja matemaattisen ahdistuksen välillä (spatiaalisen prosessointikyvyn kautta), oli merkittävä bootstrap-testin betan arvolla -0.19.

Hembreen meta-analyysistä käy ilmi, että naiset kokevat enemmän matematiikka-ahdistusta iästä riippumatta (ks. kuva 2) MARS-kyselyllä mitatussa matematiikka-ahdistuksen määrässä. [15]

Hill työryhmineen [16] sai myös tutkimuksissaan tuloksen, että tytöillä esiintyi enemmän matematiikka-ahdistusta kuin pojilla. He käyttivät tutki-



Kuva 2: Matematiikka-ahdistuksen määrä eri ikävuosina

muksessaan matematiikka-ahdistuksen mittaamiseen AMAS-kyselyä. Tutkimus toteutettiin 1-2 –luokkalaisille. Näiden kyselyjen perusteella Hill työryhmineen sai tuloksen, että tytöt kokevat enemmän matematiikka-ahdistusta. Tytöt kokivat poikia enemmän matematiikka-ahdistusta sekä ensimmäisellä että toisella luokalla. Hill myös selvitti tutkimuksessaan koeryhmän aritmeettiset taidot. Hän sai tuloksen, että tyttöjen aritmaattiset taidot eivät olleet yhtään huonommat kuin poikien, joten tässä tutkimuksessa matematiikka-ahdistuksen syntymistä ei voida selittää matemaattisilla tai tarkemmin aritmeettisillä taidoilla.

Myös Smail on saanut tutkimuksessaan tuloksen, että naiset kokevat todennäköisemmin matematiikka-ahdistusta kuin miehet. Smail on tutkimuksessaan tutkinut 468 oppilasta U.S. institution of Jordanista. Mittarina Smail käytti AMAS-kyselyä. Tutkimustulokseksi hän sai, että naisoppilaat kokivat matematiikka-ahdistusta todennäköisyydellä 37 % ja miesoppilaat todennäköisyydellä 28 %, mikä oli selkeästi pienempi kuin naisilla.

Myös Escalera-Chaves työryhmineen sai tutkimuksessaan tuloksen, että naiset kokevat enemmän matematiikka-ahdistusta kuin miehet. [3]

On myös saatu sellaisia tuloksia, että matematiikka-ahdistuksen määrä ei eroa sukupuolten välillä. Young työryhmineen sai tutkimuksessaan tuloksen, että sekä pojat että tytöt kokivat saman verran matematiikka-ahdistusta. [21] Myös Haynes työryhmineen on tutkinut naisten ja miesten välistä eroa matematiikka-ahdistuksessa, eivätkä he löytäneet merkittävää eroa matematiikka-ahdistuksen määrässä naisten ja miesten välillä [31]

## 5.2 Dyskalkulian yhteys matematiikka-ahdistukseen

Edellä määriteltiin dyskalkulia. Dyskalkulia on siis laskennallinen häiriö. Tutkimukset osoittavat, että myös dyskalkulia voi altistaa matematiikka-ahdistuksen syntymiselle. Kucian työryhmineen on tutkimuksessaan käyttänyt koeryhmänään matematiikka-ahdistuneita oppilaita, sekä oppilaita, joille on diagnosoitu dyskalkulia eli laskennallinen kehityshäiriö. [18] He käyttivät tutkimuksessaan metodina MAI-kyselyä mittaamaan matematiikka-ahdistusta. Tutkimukseen osallistui 183 7-13 –vuotiasta lasta. Lapsista 76 täytti dyskalkulian kriteerit ja loput 96 lasta toimivat kontrolliryhmänä. Kucian työryhmineen sai tulokseksi, että dyskalkulia-ryhmän kokema keskimääräinen matematiikka-ahdistus oli 4.37. Kontrolliryhmällä keskiarvo oli 2.35. Matematiikka-ahdistuksen taustalla saattaa siis olla diagnosoitavissa oleva matematiikan oppimisvaikeus. [18]

### 5.3 ADHD ja matematiikka-ahdistus

On myös tutkittu, onko ADHD:lla ja matematiikka-ahdistuksella yhteys. Canu työryhmineen on tutkinut yliopisto-opiskelijoita, joilla on ADHD-oireita. Tutkimuksessa koehenkilöt jaettiin kolmeen ryhmään: oppilaisiin, jotka olivat saaneet ADHD-diagnoosin, oppilaisiin, joilla oli itse raportoituja ADHD-oireita sekä oppilaisiin, joilla ei ollut diagnosoitua ADHD:ta eikä ADHD-oireita. Canu työryhmineen sai tutkimuksessaan tuloksen, että oppilaat, joilla oli joko ADHD-piirteitä tai ADHD-diagnosi, kokivat enemmän matematiikka-ahdistusta kuin muut koehenkilöt. [22] He toteuttivat tutkimuksensa käyttäen R-MARS –kyselyä. Kyselytutkimukseen vastanneista koehenkilöistä ADHD-piirteitä tai -diagnoosin raportoineet vastasivat enemmän myönteisesti myös matematiikka-ahdistukseen liittyviin kysymyksiin.

Canun ja hänen työryhmänsä tutkimuksessa otettiin lisäksi huomioon, että tulokset mittaavat nimenomaan matematiikka-ahdistusta eikä esimerkiksi yleistä ahdistuneisuutta. He mittasivat tutkimuksessaan R-MARS –arvojen lisäksi koehenkilöiden Depression, anxiety and stress scale -arvon eli luvun, jolla mitataan masennusta, ahdistusta ja stressiä. Lisäksi he mittasivat Test Anxiety Rating Scale -arvon eli koeahdistuksen määrää kuvaavan arvon. Tutkimuksessa yhteys löydettiin nimenomaan matematiikka-ahdistuksen eli R-MARS –tuloksen ja ADHD:n väliltä. [22]

### 5.4 Alttius

Osalla oppilaista saattaa olla kognitiivinen taipumus matematiikka-ahdistuksen kokemiseen. Maloney työryhmineen ovat tutkineet matematiikka-ahdistusta aikuisilla. He saivat tuloksen, että aikuisilla matematiikka-ahdistus liittyy yhteen tai useampaan matematiikan perusrakenteeseen. Matematiikka-ahdistuneet aikuiset ovat heikompia matemaattisissa laskutoimituksissa kuin ei-ahdistuneet aikuiset. Matematiikka-ahdistuneet olivat heikompia muun muassa laskemaan objekteja, päättämään, mitkä numerot edustavat suuria määriä sekä hahmottamaan ja pyörittämään päässään 3D-objekteja. [13] Matematiikka-ahdistus vaikuttaa laskemiseen, mutta ei tehtäviin, joissa pitää ainoastaan tehdä nopeita visuaalisia "laskuarvioita" pienille objekteille, eli tehtäviin, joissa koehenkilö voi hyödyntää subitisaatiota laskemisen sijaan.

## 6 Henkilön muut omat ominaisuudet

Henkilöllä on myös muita ei-synnynnäisiä ominaisuuksia, joiden on todettu vaikuttavan matematiikka-ahdistukseen. Osa on asioita, joihin henkilö voi osittain itse vaikuttaa, kuten matematiikkamenestys ja motivaatio. Osa ominaisuuksista on kuitenkin sellaisia, joihin henkilö ei voi itse vaikuttaa, mutta ominaisuus muuttuu ajan myötä, kuten ikä.

### 6.1 Ikä

Tutkimukset osoittavat, että myös ikä vaikuttaa matematiikka-ahdistuksen kokemisen määrään. [20] Baloglu työryhmineen jaotteli koehenkilönsä kolmeen ryhmään iän perusteella, ja sai selville, että mitä vanhempia koehenkilöt olivat, sitä enemmän he kokivat matematiikka-ahdistusta. Baloglun koeryhmänä toimi 759 yliopisto-opiskelijaa, ja hän mittasi heidän matematiikka-ahdistustaan käyttäen R-MARS -kyselyä.

Baloglun ja hänen työryhmänsä saamat tulokset eivät kuitenkaan olleet aivan yksinkertaiset. Esimerkiksi matemaattisessa kurssiahdistuksessa ja koeahdistuksessa, vanhemmat oppilaat saivat suuremmat pisteet eli olivat enemmän ahdistuneita kuin nuoret. Kuitenkin, kun mitattiin numeerisen tehtävän ahdistusta, vanhimmat koehenkilöt kokivat vähiten matematiikka-ahdistusta, vähemmän kuin nuoret. Nuoret siis kokivat suurempaa ahdistusta ihan tavallisesta tehtävänlaskutilanteesta, ja vanhemmat koehenkilöt kokivat enemmän koe- ja kurssiahdistusta. [20]

Suuret ikäerot vaikuttavat, mutta pienet ikäerot näyttäisivät tuottavan vaihtelevuutta tutkimustuloksissa. Hill työryhmineen ei löytänyt eroavaisuutta ahdistuneisuuden määrässä yksittäisten luokka-asteiden väliltä. Hill työryhmineen jakoi koehenkilöt ensimmäisellä ja toisella luokalla oleviin oppilaisiin eikä saanut tutkimuksessaan merkittävää eroa matematiikka-ahdistuksen kokemisen määrässä näiden koeryhmien välillä. [16]

Sorvo työryhmineen kuitenkin löysi matematiikka-ahdistuksen määrässä eroavaisuutta ala-asteikäisillä oppilaila. Sorvo työryhmineen sai tutkimuksessaan vuosiluokittain eroja matematiikka-ahdistuksen määrässä. Heillä oli koehenkilöinä 1327 2-5 luokkalaista oppilasta. He saivat tuloksen, että matematiikka-ahdistus on yleisintä 2-luokkalaisilla ja vähiten ahdistusta ilmeni 5-luokkalaisilla. [28]

## 6.2 Motivaatio

### 6.2.1 Huono matematiikkamotivaatio

Erittäin yleistä ja valitettavaa on se, että matematiikka-ahdistuneet välttelevät matematiikkaa. Tämä taas johtaa siihen, että matematiikka-ahdistuneet käyvät vähemmän matematiikan tunneilla, mikä taas johtaa huonompiin matematiikan arvosanoihin, mikä taas entisestään lisää matematiikka-ahdistusta. Esimerkiksi tällä tavalla matematiikka-ahdistuneet saattavat joutua ikävään noidankehään. Voimakkaasti matematiikka-ahdistuneet omaksuvat negatiivisen asenteen matematiikkaa kohtaan ja ylläpitävät negatiivista minäkuvaa matematiikan taidoistaan.

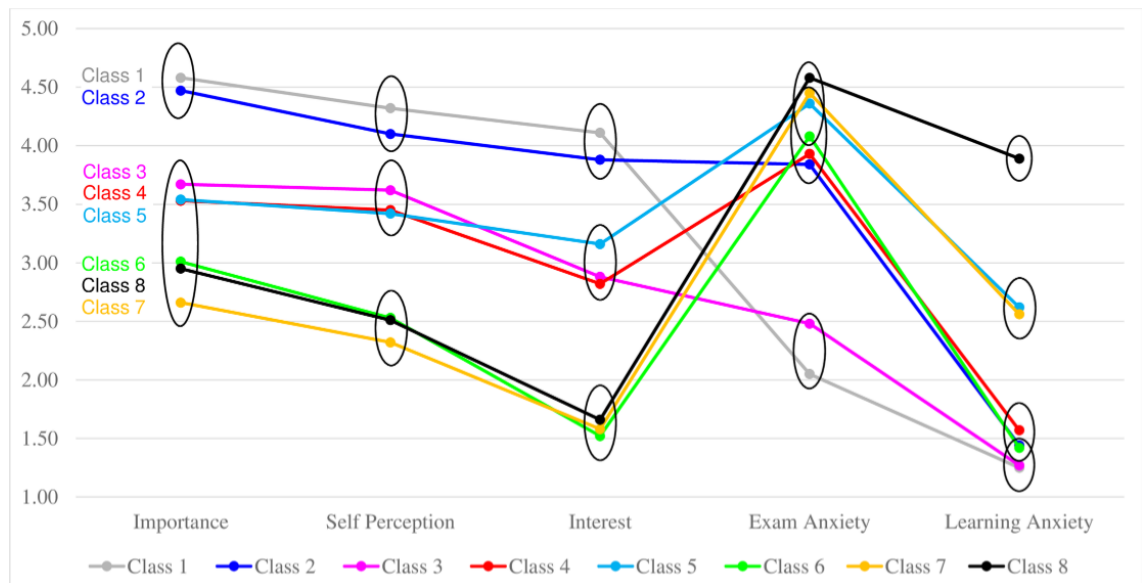
Matematiikka-ahdistus korreloi voimakkaan negatiivisesti motivaation ja matematiikkaitsetunnon kanssa. Ashcraft on julkaisussaan koonnut tutkimustuloksia useasta eri lähteestä. Hänen mukaansa motivaatio korreloi matematiikka-ahdistuksen kanssa korrelaatiokertoimilla väliltä  $-0.47$  ja  $-0.82$ . [2]

Wang [5] työryhmineen löysi tutkimuksessaan selkeän yhteyden matematiikka-ahdistuksen ja matematiikkamotivaation väliltä. Wang jakoi tutkimuksessaan koehenkilöt kahdeksaan eri ryhmään matematiikkamotivaation perusteella. Ryhmiin 1 ja 2 kuuluivat oppilaat, joilla oli korkea matematiikkamotivaatio, ryhmiin 3-5 keskiverto matematiikkamotivaatio ja ryhmiin 6-8 alhainen matematiikkamotivaatio. Koehenkilöitä oli yhteensä 927. Koehenkilöiden ikä oli 13-21 vuotta. He käyttivät mittarina AMAS-mittaria.

Tulokseksi Wang koeryhmineen sai, että alhaisesti motivoituneilla koehenkilöillä, eli ryhmillä 6-8 (katso Kuva 2) oli erityisen korkea matematiikka-ahdistus. Heillä oli korkea sekä kokeisiin että oppimiseen liittyvä matematiikka-ahdistus. Muilla koeryhmillä, eli keskimotivoituneilla ja korkeasti motivoituneilla oli oppimiseen liittyvää matematiikka-ahdistusta huomattavasti vähemmän. Tutkimuksen mukaan siis alhaisesti motivoituneet oppilaat ovat ainoita, jotka kokevat matematiikka-ahdistusta myös matematiikkaa opiskeltaessa. Koeahdistusta kokivat kaikki ryhmät aika paljon, paitsi ryhmät 3 ja 1. Ryhmä 1 kuuluu korkeasti motivoituneisiin ja ryhmä 3 keskimotivoituneisiin.

### 6.2.2 Korkea saavutusmotivaatio

Aina ei kuitenkaan ole niin päin, että huonosti motivoituneet olisivat enemmän ahdistuneita matematiikasta. On näyttöä myös siitä, että korkeasti motivoituneet kokevat enemmän matematiikka-ahdistusta kuin matematiikkaan



Kuva 3: Piirteiden määrät koehenkilöluokkien välillä

motivoitumattomat. [6]

Kesini työryhmineen on tutkimuksessaan todennut, että matematiikka-ahdistusta kokevat huomattavasti enemmän ne oppilaat, jotka kokevat suurta saavutusmotivaatiota matematiikkaa kohtaan verrattain oppilaisiin, joilla ei ole niin suurta motivaatiota matematiikkaa kohtaan. [6] Kesini työryhmineen tutki yläasteikäisiä oppilaita kvantitatiivisella tutkimusotteella. Tulokseksi saatiin positiivinen korrelaatio saavutusmotivaation ja matematiikka-ahdistuksen välillä. [6]

### 6.3 Matematiikkamenestyksen vaikutus

Ramirez työryhmineen [9] löysi tutkimuksessaan huonon matematiikkamenestyksen ja matematiikka-ahdistuksen välisen yhteyden. Ramirez työryhmineen käytti tutkimuksessaan koehenkilöinä ensimmäisen ja toisen luokan oppilaita. Ensimmäisen luokan oppilaita oli yhteensä 88, 42 poikaa ja 46 tyttöä. Toisen luokan oppilaita oli yhteensä 66, 27 poikaa ja 39 tyttöä. Koeryhmän keski-ikä oli 7,1. Tutkimuksessaan he käyttivät mittarina CMAQ-kyselyä eli lapsille suunnattua matematiikka-ahdistus -kyselyä.

On tutkimusnäyttöä siitä, että huonolla matematiikkamenestyksellä ja matematiikka-ahdistuksella on yhteys. Niillä on positiivinen korrelaatio. Toki ei voida var-

maksi todeta kausaalisuutta näiden kahden muuttujan välillä. Ei siis voida sanoa, johtuuko matematiikka-ahdistus huonosta matematiikkamenestyksestä vai huono matematiikkamenestys matematiikka-ahdistuksesta. Tutkimustuloksista on kuitenkin paljon tulkintaa siitä, että kausaliteetti on molemminsuuntinen. Matematiikka-ahdistuksen ajatellaan johtavan huonoon matematiikkamenestykseen sekä huonon matematiikkamenestyksen ajatellaan johtavan matematiikka-ahdistukseen. Useat käyttävätkin sanaa noidankehä.

## 6.4 Yleistyneen ahdistuksen ja koeahdistuksen yhteys matematiikka-ahdistukseen

Matematiikka-ahdistus on erotettu yleisestä ahdistuksesta omaksi käsitteekseen. Yleisesti tutkimuksissa on havaittu, että yleinen ahdistus ja matematiikka-ahdistus korreloivat positiivisesti. Matematiikka-ahdistuksella ja yleisellä ahdistuksella on siis jonkinlainen yhteys. [15]

Hembree on tutkimuksessaan todennut, että yleistynyt ahdistuneisuus on yhteydessä matematiikka-ahdistukseen korrelaatiokertoimella 0.80. [15]. Hän sai lisäksi tuloksen, että kaikki kolme, matematiikka-ahdistus, koeahdistus ja yleinen ahdistuneisuus liittyvät toisiinsa. Kuten koeahdistuskin, matematiikka-ahdistus näyttäisi Hembreen mukaan olevan opittu tapa. Hembree sai tulokseksi, että matematiikka-ahdistus ja koeahdistus korreloivat korrelaatiokertoimella 0.78. Hembree huomauttaa kuitenkin, että matematiikka-ahdistus on muutakin kuin koeahdistusta. Se on enemmänkin matematiikan pelkoa, joka liittyy niin kokeisiin, oppitunteihin kuin kotitehtäviinkin matematiikkaan liittyen.

Hill työryhmineen on myös löytänyt yhteyden yleistyneen ahdistuneisuuden ja matematiikka-ahdistuksen väliltä. Heidän tutkimukseensa osallistui 981 oppilasta. 639 olivat keski-ikältään 9-vuotiaita, ja loput 342 12-vuotiaita. He saivat tuloksen, että AMAS ja RSMAS-2 -testeissä saadut pisteet korreloivat positiivisesti, eli oppilaat, jotka vastasivat AMAS-kyselyssä olevan matematiikka-ahdistuneita, vastasivat olevansa ahdistuneita myös muilla osaluilla eli RSMAS-2 -kyselyssä. [16]

On myös tutkimuksia, joissa on saatu tulos, että matematiikka-ahdistus ei korreloi yleisen ahdistuneisuuden kanssa. Young työryhmineen sai tämän tuloksen tutkimuksessaan. [21] He käyttivät tutkimuksessaan SEMA-asteikkoa mittaamaan matematiikka-ahdistuksen määrää.



## 6.5 Työmuistin vaikutus matematiikka-ahdistukseen

Ramirez työryhmineen on tutkinut työmuistin vaikutusta matematiikka-ahdistukseen. [9] Heidän tutkimukseensa osallistui yhteensä 154 kakkosluokkalaista oppilasta. Matematiikka-ahdistuksen mittaamiseen he käyttivät CMAQ-kyselyä. He löysivät tutkimuksessaan matemaattisten saavutusten ja matematiikka-ahdistuksen välisen negatiivisen korrelaation. He kuitenkin löysivät myös sen, että tämä edellämainittu negatiivinen korrelaatio matematiikka-ahdistuksen ja matemaattisten saavutusten välillä oli voimakkaampi niillä oppilailla, joilla oli lisäksi hyvä työmuisti. Heillä, joilla oli huono työmuisti, ei ollut niin vahvaa yhteyttä matemaattisten saavutusten ja matematiikka-ahdistuksen välillä. Ramirez selittää tätä tulosta sillä, että he, joilla on hyvä työmuisti, turvautuvat usein ulkooppettelua vaativiin opiskelumetodeihin.

Young työryhmineen sai tutkimuksessaan tuloksen, joka on hieman ristiriidassa Ramirezin tutkimustuloksen kanssa. Youngin ja hänen työryhmänsä aivokuvantamistutkimuksessa on verrattu matematiikka-ahdistuneita ja ei-ahdistuneita oppilaita. Aivokuvantamistutkimuksessa on todettu, että matematiikka-ahdistuneiden oppilaiden oikean puoleisessa amygdalassa oli enemmän aktiivaatiota, kuin ei-ahdistuneiden oikean puoleisessa amygdalassa. Tästä lisätyneestä amygdala-aktiivisuudesta seuraa pienempi aktiivisuus aivojen niillä alueilla, joiden tiedetään tukevan työmuistia ja numeerista käsittelyä. [21] Eli korkeasti matematiikka-ahdistuneilla, ei myöskään työmuistin käytölle jää niin paljon kapasiteettia.

Muutenkin on esitetty, että huono työmuisti johtaisi matematiikka-ahdistukseen. Ashcraft löysi tutkimuksessaan, että matematiikka-ahdistuneet koehenkilöt eivät kyenneet yhtä hyvin ja nopeasti suoriutumaan tehtävistä, joissa työmuisti kuormittuu. [2] Ashcraftin tutkimuksen mukaan näyttäisi siltä, että ahdistuneisuus vaikuttaa vain työmuistia kuormittaviin tehtäviin, mutta ei muihin, mikä tukee Youngin tutkimustulosta.

## 6.6 Aivoalueiden aktivaatioeroja korkeasti ahdistuneiden ja matalasti ahdistuneiden välillä

Young työryhmineen on tutkinut aivoalueiden aktiivaatiota matematiikan tehtävien tekemisen aikana 7-9 -vuotiailla oppilailla. He käyttivät tutkimuksessaan fMRI-kuvantamista aivoaktivaation määrittämisessä. Matematiikka-ahdistuksen mittaamiseen Young työryhmineen käytti SEMA-kyselyä. He mittasivat fMRI-käyriä, kun koehenkilöt ratkaisivat matemaattisia ongelmia. Young [21] jakoi koehenkilöt kahteen ryhmään, korkean ja matalan

matematiikka-ahdistuneisuuden ryhmään. Koeryhmien koehenkilöt eivät eronneet älykkyydosamäärässä, työmuistissa, lukemisessa tai matemaattisissa taidoissa.

Korkean ahdistuneisuuden ryhmällä oli enemmän aktivaatiota aivojen kortikaalisilla ja subkortikaalisilla alueilla, mukaanlukien päälakilohkon väliuurre, päälakilohkon yläosa, oikeanpuoleinen dorsolateraalinen otsalohkon aivokuori sekä etuotsalohkon aivokuori.

Korkean ahdistuneisuuden ryhmällä oli enemmän aktivaatiota tunteiden säätelyyn vaikuttavilla aivoalueilla, kuten ventromediaalisen otsalohkon aivokuoren alueilla verrattaen matalan ahdistuneisuuden ryhmään. Nämä tulokset osoittavat, että matematiikka-ahdistus 7-9-vuotiailla lapsilla on enemmän aktivaatiota aivoalueilla, jotka säätelevät mielialaa ja kognitiivista tiedonkäsittelyä. Korkeasti ahdistuneilla siis aktivoituu eri aivoalueita matemaattisia tehtäviä tehdessä, kuin matalasti matematiikka-ahdistuneilla. [21]

## 6.7 Itsetunto ja matematiikkaitsetunto

Oppilaan itsetunto on merkittävässä asemassa matematiikka-ahdistuksen kehittymiselle ja kokemiselle. Kesini työryhmineen on tutkinut kahdeksaluokkalaisia oppilaita. Yhteensä heidän tutkimukseensa osallistui 156 oppilasta. He käyttivät matematiikka-ahdistuksen mittaamiseen MARS-kyselyä. Kesini työryhmineen sai tutkimuksessaan tuloksen, että oppilaat, joilla oli huono itsetunto, kokivat merkittävästi enemmän matematiikka-ahdistusta kuin oppilaat, joilla oli hyvä itsetunto. Negatiivisen itsetunnon raportoivat 63 oppilasta ja heidän keskiarvonsa MARS-kyselyssä oli 207,20 pistettä. Positiivisen itsetunnon ryhmään kuului 93 oppilasta ja heidän keskiarvonsa MARS-kyselyssä oli 175,16 pistettä. [6]

Escalera-Chavez työryhmineen löysi yhteyden matematiikkaan liittyvän itsetunnon ja matematiikka-ahdistuksen välillä. Oppilaat, jotka kokivat enemmän matematiikka-ahdistusta, vastasivat kyselytutkimuksessa myös, että he kokevat huonoa itsetuntoa tehdessään matematiikan tehtäviä. [3]

## 6.8 Persoonallisuuspiirteiden vaikutus

Erilaiset persoonallisuuspiirteet saattavat osaltaan olla selittäviä tekijöitä matematiikka-ahdistuksen kokemisen määrässä. Smail on tutkimuksessaan saanut selville persoonallisuuksien ja matematiikka-ahdistuksen yhteyksiä. Hän käytti tutkimuksessaan AMAS-mittaria matematiikka-ahdistuksen mit-

Personality type	P(Math anxiety = Yes   Personality type)
ESFJ	0.368421
ESTJ	0.265306
ISTP	0.06667
ISTJ	0.16129
INTJ	0.545455
ENTP	0.5
INFP	0.3
ESTP	0.285714
INTP	0.428571
ISFJ	0.66667
ENTJ	0.307692
ESFP	0.285714
ENFJ	0.25
INFJ	0.25
ISFP	0.444444

Kuva 4: Eri persoonallisuuksien vaikutus matematiikka-ahdistukseen

taamisessa. [26]

Kuten kuvasta 4 käy ilmi, ISFJ- ja INTJ -persoonilla on tutkimuksen mukaan eniten matematiikka-ahdistusta. ISFJ-persoonallisuutta kuvataan usein termillä suojelija, ja INTJ-persoonallisuutta termillä tutkija.

Toisaalta ISTP- ja ISTJ -persoonallisuudet eivät tutkimuksen mukaan koe juuri lainkaan matematiikka-ahdistusta. ISTP-persoonallisuutta kuvataan usein termillä taiteilija ja ISTJ-persoonallisuutta termillä tunnollinen.

## 7 Ympäristön ja tilanteiden vaikutus matematiikka-ahdistukseen

### 7.1 Tehtävätyyppi

Tutkimukset osoittavat, että on tietyt tehtävätyypit, jotka erityisesti johtavat matematiikka-ahdistukseen.

#### 7.1.1 Kymmenylitys

Ashcraft sai tutkimuksessaan tuloksen, että erityisesti yhteenlaskutehtävissä kymmenienylitys tuotti vaikeuksia koehenkilöille, jotka kokivat voimakasta matematiikka-ahdistusta. Korkeasti matematiikka-ahdistuneilla meni kolme kertaa enemmän aikaa laskea tehtävä (753 ms), jossa piti käyttää kymmenylitystä verrattuna koehenkilöihin, joilla oli matala matematiikka-ahdistuneisuus (253 ms). Kymmenylitys kuormittaa enemmän työmuistia kuin muu aritmeettinen tehtävä. Tämä osoittaa, että matematiikka-ahdistus on sidoksissa työmuistin voimavaroihin. [2]

#### 7.1.2 Sekamurtoluvut ja prosentit ahdistavat

Ashcraft työryhmineen havaitsi tutkimuksessaan mielenkiintoisen huomion, että matemaattisen tehtävän sisältö tai tyyppi vaikutti matematiikka-ahdistuksen kokemisen määrään. He huomasivat tutkimuksissaan, että koehenkilöt kokivat matematiikka-ahdistusta ainoastaan tehtävistä, jotka sisälsivät sekamurtolukuja, (kuten  $10\frac{3}{5}$ ,  $7\frac{1}{2}$ ), prosentteja, yhtälöitä, muuttujia sekä tehtävistä, jotka sisälsivät tekijöitä. [17]

Näiden tehtävien osalta on voimakas negatiivinen korrelaatio tehtävien vastauksien tarkkuuden ja matematiikka-ahdistuksen välillä. Tehtävien vastauksien tarkkuus siis heikkenee, kun matematiikka-ahdistuksen määrä kasvaa. Eli henkilöt, joilla on korkea matematiikka-ahdistus pärjäävät yhtä hyvin matemaattisissa kokonaisulukujissa sisältävissä aritmeettisissä tehtävissä. Korkeamman tason aritmeettiset ongelmat kuitenkin tuottivat ahdistuneille enemmän vaikeuksia. [17]

## 7.2 Kiireen luoma paine

Faust ja Achcraft [17] ovat tutkimuksessaan löytäneet, että samoja matematiikan numeerisia laskuja laskettaessa oli eroa ahdistuneisuuden kokemisen määrällä siinä, millä koehenkilöt matematiikan tehtäviä tekivät. He huomasivat koehenkilöiden olleen enemmän ahdistuneita, kun he tekivät matematiikan tehtävää tietokoneella verrattuna siihen, että he tekivät sitä paperilla ja kynällä. Tietokoneella tehtäviä tehdessä koehenkilöillä oli aikaraja, eli kello näkyvässä, josta aika kuluu. Faust ja Ashcraft käyttivät tutkimuksessaan mittarina MARS-kyselyä matematiikka-ahdistuksen mittaamiseen.

## 8 Muiden ihmisten vaikutus matematiikka-ahdistukseen

### 8.1 Opettaja

Oppilailla usein kehittyy matematiikka-ahdistus koulussa. Opettaja on tässä merkittävässä roolissa. Usein matematiikka-ahdistus tulee opettajalta siinä, jos opettaja kokee itse matematiikan epämiellyttäväksi ja vaikeaksi. Jos opettajalla ei ole mukavaa opettaessaan matematiikkaa, epämukavuus siirtyy herkästi myös oppilaille. [30] Opettajan ja vanhempien asenteet saattavat tarttua lapseen tai oppilaaseen. Matematiikka-ahdistus voi siis välillisesti periytyä. [10] Vanhempi tutkimusaineisto kertoo kuitenkin, että opettajalla ja opetusmetodeilla ei olisi vaikutusta matematiikka-ahdistuksen kokemiseen. [11]

Myös Jackson ja Leffingwell löysivät tutkimuksessaan opettajan vaikutuksen matematiikka-ahdistuksen kehittymiseen oppilailla. Opettajan käytöksen todettiin edistävän matematiikka-ahdistuksen kehittymistä. Matematiikka-ahdistus lisääntyy, kun opettaja opetuksessaan painottaa lähinnä oikean tuloksen saamista ymmärtämisen sijaan. Tämä johtaa helposti siihen, että oppilas alkaa suosimaan ulkoaopettelua. [24]

Stereotypisen ajattelun on todettu vaikuttavan matematiikka-ahdistukseen. Stereotypian, että "pojat ovat parempia matematiikassa kuin tytöt", on todettu olevan yhteydessä matematiikka-ahdistuksen määrään. Tämä yhteys löydettiin kuitenkin vain tietyillä oppilailla. Beilock työryhmineen [7] huomasi tutkimuksessaan, että naispuoliset oppilaat, joilla oli matematiikka-ahdistunut naisopettaja, kokivat, että pojat ovat parempia matematiikassa kuin tytöt. Beilockin tutkimukseen osallistui 117 ykkös- ja kakkosluokkalaista oppilasta sekä 17 opettajaa.

### 8.2 Vanhemmat

On löydetty yhteys matematiikka-ahdistuksen kokemisen määrällä ja äidin koulutustaustalla. Jos oppilaan äiti ei ole korkeasti kouluttautunut, oppilas kokee todennäköisemmin matematiikka-ahdistusta opinnoissaan kuin korkeammin kouluttautuneiden äitien lapset. Tämän tuloksen sai tutkimuksessaan Ölmez ja Cohen tutkiessaan 244 13-14 vuotiasta oppilasta ja heidän äitejään. [32]

Soni ja Kumari ovat myös tutkineet matematiikka-asennetta ja matematiikka-ahdistusta lapsilla ja heidän vanhemmillaan. He käyttivät tutkimuksessaan 595 oppilasta ja jokaista oppilasta kohden yhtä heidän vanhemmastaan. Lap-

set olivat 10-15 –vuotiaita. Mittarina Soni ja Kumari käyttivät MARS-mittaria matematiikka-ahdistuksen mittaamiseen. [27] Sekä matematiikka-asenne ja matematiikka-ahdistus olivat samaa luokkaa lapsien ja vanhempien väliltä. Vanhemman matematiikka-ahdistus korreloi positiivisesti lapsen matematiikka-ahdistuksen kanssa korrelaatiokertoimella 0.91. [27] Vanhemman matematiikka-ahdistus siis periytyy lapselle todennäköisyydellä 0.91.

Sonin ja Kumarin tutkimuksessa kävi myös ilmi, että vanhempien asenne matematiikkaa kohtaan vaikuttaa lapsen matematiikka-ahdistukseen. Vanhempien matematiikka-asenne korreloi negatiivisesti lapsen matematiikka-ahdistuksen kanssa korrelaatiokertoimella -0.78. [27]



## 9 Johtopäätökset

On saatu paljon tutkimusnäyttöä siitä, että tytöt kokevat enemmän matematiikka-ahdistusta kuin pojat. Tätä on yritetty selittää useilla eri selityksillä. Eräs selitys on esimerkiksi Hembreen selitys eli se, että tytöt myöntävät ahdistuneisuutensa helpommin. [15] Tämä varmasti voi selittää ainakin osan tutkimustuloksista. Miksi tyttöjen ahdistuneisuus ei sitten näy koetuloksissa vaikka matematiikka-ahdistuksen on todettu johtavan huonompiin tuloksiin matematiikassa? Tutkimuksista on kuitenkin käynyt ilmi, että tytöt menestyvät matematiikassa yhtä hyvin kuin pojat ahdistuneisuudestaan huolimatta. Hembree on myös pohtinut, että tytöt saattavat vain osata käsitellä ahdistustaan paremmin kuin pojat ja vain selviytyvät ahdistuksensa kanssa paremmin. Toki näin voi olla. Ehkä tytöt vain puhuvat ahdistuneisuudestaan enemmän, mikä jo sinänsä lievittää ahdistuneisuutta.

Tutkimukset ovat osoittaneet, että tyttöjen aritmeettiset kyvyt eivät ole yhtään huonommat kuin poikienkaan [16], eli huono menestys ei ole selityksenä sukupuolten välisissä matematiikka-ahdistuksen kokemisen eroissa. Hill [16] pohtii tutkimustuloksistaan, että vaikka näyttöä onkin geneettisten tekijöiden vaikutuksesta matematiikka-ahdistuksen kokemisen määrään, hän kuitenkin ajattelee ympäristön ja sosialisatian tehneen tässä tehtävänsä. Se, että matematiikka on leimattu "miesten alaksi" vaikuttaa Hillin mielestä siihen, että tytöt kokevat näinkin merkittävästi enemmän matematiikka-ahdistusta kuin pojat.

Voisiko Maloneyn [14] ja hänen työryhmänsä tutkimustulos olla selitys naisten ja miesten välisiin eroavaisuuksiin? Maloney ja hänen työryhmänsä sai tuloksissaan yhteyden matematiikka-ahdistuksen ja spatiaalisen hahmotuskyvyn väliltä. He saivat tuloksen, että miespuoliset koehenkilöt kokivat vähemmän matematiikka-ahdistusta ja heillä oli myös parempi avaruudellinen hahmotuskyky kuin naisilla. Toki voi olla, että hahmotuskyvyn puute aiheuttaa matematiikka-ahdistusta. Eli jos ihminen olisi parempi hahmottamaan avaruudellisia asioita, hän myös osaisi paremmin matematiikkaa, mikä taas johtaisi siihen, että henkilö kokee vähemmän matematiikka-ahdistusta. Voi toki olla näin. Kriittisesti ajateltuna yhteys voi olla myös vain sattumaa. Miehet ovat siis tutkitusti parempia hahmottamaan avaruudellisia asioita, ja kokevat vähemmän matematiikka-ahdistusta, mutta kausaliteetista ei ole varmuutta. Voihan olla, että miehet vain sattumoisin ovat parempia myös avaruudellisessa hahmottamisessa, mutta naiset ovat avoimempia tunteistaan, ja vain siksi näyttäisi siltä, että naiset kokevat enemmän matematiikka-ahdistusta, kuten Hembreekin tulkitse. [15]

Tutkimustuloksissa kävi ilmi, että huono matematiikkamenestys voi aiheuttaa matematiikka-ahdistusta, mutta se voi tapahtua myös välillisesti esimerkiksi dyskalkulian eli henkilön diagnosoitavan laskennallisen häiriön kautta. Dyskalkulia luonnollisesti johtaa huonoon matematiikka-menestykseen, joka taas johtaa usein matematiikka-ahdistukseen. Dyskalkulia varmasti lisää henkilön huonoja kokemuksia matematiikasta, mikä luonnollisesti saa matematiikan aiheuttamaan negatiivisia tunteita. Huonon koulumenestyksen ja jopa tiettyjen tehtävätyyppien on todettu aiheuttavan matematiikka-ahdistusta. Opettajan tulisi olla tietoinen näistä seikoista opettaessaan matematiikkaa, jotta hän voi varmistaa oppilailleen myös positiivisia kokemuksia matematiikasta.

Huono menestys matematiikassa johtaa siis matematiikka-ahdistukseen. On myös löydetty, että matematiikka-ahdistuneet pystyvät yhtä hyvin tehtäviin, jotka sisältävät laskemisen sijaan subitisaatiota. Eräs tapa lievittää matematiikka-ahdistusta voisi siis olla helppojen tehtävien muuttaminen subitisaatiolla ratkaistavaan muotoon. Kun oppilas huomaa ymmärtävänsä tehtävän visuaaliseen muotoon muuttamisen kautta, saattaisi oppilaan matematiikka-ahdistus lievittyä.

Korkean saavutusmotivaation on myös todettu lisäävät matematiikka-ahdistusta. Tämäkin saattaisi osaltaan selittää sukupuolten välisiä eroja. Jos esimerkiksi Hill työryhmineen olisi oppilaille teettänyt myös kyselytutkimuksen heidän matematiikkamotivaatiostaan, voi olla että tytöt olisivat raportoineet suurempaa saavutusmotivaatiota kuin pojat. Voihan siis olla, että naisten ja miesten välisissä eroissa matematiikka-ahdistuneisuuden kokemisen määrässä onkin kyse eri suuruisista saavutusmotivaatioista. Ehkä tytöillä on koulussa korkeammat tavoitteet kuin pojilla, mikä tutkitusti lisää matematiikka-ahdistusta.

Tutkimukset osoittavat, että vanhemmilla henkilöillä on enemmän matematiikka-ahdistusta kuin nuorilla. Voi olla, että ihminen vanhetessaan ja varttuessaan oppii helpommin kielentämään omia tuntemuksiaan. Toisaalta tuloksia voisi selittää se, että aikuiset ovat usein tunnollisempia kuin nuoret ja korkean saavutusmotivaation seurauksena vanhemmat ihmiset kokisivat matematiikan enemmän ahdistavana. Matematiikka onkin varmasti ala, josta liika stressaaminen aiheuttaa ahdistusta.

Amygdalan on todettu olevan merkittävässä roolissa matematiikka-ahdistuneilla. Amygdalassa on enemmän aktivaatiota, silloin kun ihminen on korkeasti

matematiikka-ahdistunut verrattaen matalasti ahdistuneisiin. Amygdala on myös merkittävä tunteiden kokemisessa. Voisi siis olla, että toisilla vain on sellainen aivojen valmius, että kokee helpommin pelkoa ja siten kokisi myös matematiikka-ahdistusta helpommin.

Tietokoneella tehtäviä tehdessä koehenkilöillä oli aikaraja, eli kello näkyvässä, josta aika kuluu. Ihan ymmärrettävääkin, että näin tehtynä tehtävä on ahdistavampi kuin tehtäessä omaan tahtiin kynällä paperille. Täytyy kuitenkin myös ottaa huomioon, että tämä tutkimus on tehty vuonna 1994, jolloin teknologia ei vielä ollut niin paljon läsnä ihmisten arjessa kuin nykypäivänä. Nykyään samalla menetelmällä tehty tutkimus ei välttämättä toisi täysin samoja tuloksia. [17]

Ramirez on löytänyt tutkimuksessaan matematiikka-ahdistuksen ja matemaattisten saavutusten negatiivisen korrelaation nimenomaan niillä oppilailta, joilla on hyvä työmuisti. Ramirez tulkitseekin asiaa niin, että henkilöt, joilla on hyvä työmuisti saattavat matemaattisissa tehtävissä turvautua työmuistinsa varaan. Kun matematiikka-ahdistus kasvaa, työmuistin kapasiteetti heikkenee siten, että henkilö ei enää selviä samalla tavalla matemaattisista tehtävistä. [9]

Itsetunto on Sahinin tutkimuksen mukaan merkittävässä roolissa matematiikka-ahdistuksen kokemisen kanssa. Olisi siis erittäin tärkeää matematiikan opettajan luoda oppilailleen hyvää itsetuntoa, jotta vältettäisiin matematiikka-ahdistusta. Varmasti hyvä ilmapiiri luokassa toisi rohkeutta kaikille oppilaille yrittää, ja näin he saisivat onnistumisen kokemuksia ja siten lisääntyisi oppilaiden itsetunto ja sitä kautta matematiikka-ahdistus vähenisi.

Matematiikka-ahdistuksen ja matematiikkamotivaation yhteyttä kuvattiin Wangin tutkimuksessa Kuvalla 3. Tutkimuksessa löydettiin voimakas negatiivinen korrelaatio matematiikkamotivaation ja oppimiseen liittyvän matematiikkamotivaation väliltä. Tutkimustuloksesta ei siis selviä asioiden välistä kausaalisuutta, ja kausaalisuudesta voidaan vain arvailla. Ei voida olla varmoja johtaako huono motivaatio matematiikka-ahdistukseen vai matematiikka-ahdistus huonoon motivaatioon.

Smail työryhmineen tutki eri persoonallisuuksien vaikutusta matematiikka-ahdistukseen. Kuten kuvasta 4 nähdään, IJ-tyyppiyhdistelmällä oli usein enemmän matematiikka-ahdistusta kuin muilla. I tulee lyhenteestä introvertti, mikä tarkoittaa sitä että henkilö on sisäänpäinsuuntautunut. J tarkoittaa sitä, että henkilö on tunteikas. Tämä siis käy järkeen, että IJ-tyyppi kokee-

kin enemmän matematiikka-ahdistusta, kun ajattelee että henkilö sulkeutuu herkästi omaan maailmaansa ja on lisäksi tunteikas. Tässäkin kohtaa opettajan olisi hyvä olla sensitiivinen oppilaistaan, ja huomata kenellä menee helpommin tunteisiin. E-tyypit eli ektovertit kokevat yleisesti vähemmän matematiikka-ahdistusta kuin introvertit eli I-tyypit eli voidaankin todeta, että matematiikan tehtävistä ja ongelmista ääneen puhuminen saattaa lievittää matematiikka-ahdistusta. [26] Perusopetuksen opetussuunitelmassa-kin sanotaan matematiikan kohdalla, että matematiikan opetuksen tulisi tukea oppilaiden myönteistä asennetta matematiikkaa kohtaan ja positiivista minäkuvaa matematiikan oppijoina, mihin jokaisen opettajan olisikin hyvä pyrkiä. [1]

## Kirjallisuutta

- [1] Opetushallitus: *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet*, 2014
- [2] M. H. Ashcraft: *Math Anxiety: Personal, Educational, and Cognitive Consequences*. Department of Psychology, Cleveland State University, Cleveland, Ohio, 2002.
- [3] M. E. Escalera-Chávez, E. Moreno-García, A. García-Santillán ja C. A. Rojas-Kramer: *Factors That Promote Anxiety toward Math on High School Students*, 2016
- [4] D. R. Hopko, R. Mahadevan, R. L. Bare ja M. K. Hunt: *The Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS), Construction, Validity, and Reliability*, 2003
- [5] Z. Wang, N. Shakeshaft, K. Schofield ja M. Malanchini: *Anxiety is not enough to drive me away: A latent profile analysis on math anxiety and math motivation*, 2018
- [6] Sahin Kesici, Ahmet Erdogan: *Mathematics Anxiety According To Middle School Student's Achievement Motivation And Social Comparison*, 2010
- [7] Sian L. Beilock, Elizabeth A. Gunderson, Gerardo Ramirez, ja Susan C. Levine: *Female teachers' math anxiety affects girls' math achievement*, 2010
- [8] Erin A. Maloney ja Sian L. Beilock, *Math anxiety: who has it, why it develops, and how to guard against it*, 2012
- [9] Gerardo Ramirez , Elizabeth A. Gunderson , Susan C. Levine ja Sian L. Beilock: *Math Anxiety, Working Memory, and Math Achievement in Early Elementary School*, 2013
- [10] L. Kutner, *Teachers and parents who are afraid of math can pass that anxiety to the next generation*, New York Times, 13. elokuuta 1992
- [11] White, Pamela Joy: *The Effects of Teaching Techniques and Teacher Attitudes on Math Anxiety in Secondary Level Students*, 1997
- [12] Gohar Marikyan: *Notes on Math Anxiety Among Students: Cause-and-Effect, Pro-and-Con*, 2009

- [13] Erin A. Maloney, Evan F. Risko, Daniel Ansari ja Jonathan Fugelsang: *Mathematics anxiety affects counting but not subitizing during visual enumeration*, 2010
- [14] Erin A. Maloney, Stephanie Waecher, Evan F. Risko ja Jonathan Fugelsang: *Reducing the sex difference in math anxiety: The role of spatial processing ability*, 2012
- [15] R. Hembree: *The nature, effects and relief of mathematics anxiety*, 1990
- [16] F. Hill, I. C. Mammarella, A. Devine, S. Caviola, M. C. Passolunghi ja D. Szucs: *Maths anxiety in primary and secondary school students: Gender differences, developmental changes and anxiety specificity*, 2016
- [17] M. H. Ashcraft ja M. W. Faust: *Mathematics anxiety and mental arithmetic performance: An exploratory investigation. Cognition and Emotion*, 1994
- [18] K. Kucian, I. Zuber, J. Kohn, N. Poltz, A. Wyschkon, G. Esser ja M. von Aster: *Relation Between Mathematical Performance, Math Anxiety, and Affective Priming in Children With and Without Developmental Dyscalculia*, 2018
- [19] E. L. Kaufman, M. W. Lord, T. W. Reese and J. Volkman: *The Discrimination of Visual Number*, The American Journal of Psychology, Vol. 62, No. 4 (Oct., 1949), pp. 498-525
- [20] M. Baloglu ja R. Kocak: *A multivariate investigation of the differences in mathematics anxiety*, 2006
- [21] C. B. Young, S. S. Wu ja V. Menon: *The Neurodevelopmental Basis of Math Anxiety*, 2012
- [22] W. H. Canu, M. Elizondo, J. J. Broman-Fulks: *History of ADHD traits related to general test and specific math anxiety in college students*, 2017
- [23] American Psychiatric Association, APA, 2013
- [24] Jackson, CD. ja Leffingwell, R.J.: *The role of instructor in creating math anxiety in students from kindergarten through college. Mathematics Teacher*, 1999, The mathematics teacher, 583-586
- [25] Reynolds, C. R. ja Richmond, B. O. : *The revised children's manifest anxiety scale*, 2008

- [26] L. Smail: *Using Bayesian Networks to understand Relationships Among Math Anxiety, Genders, Personality Types, and Study Habits at a University in Jordan*, Journal of Mathematics Education, 2017
- [27] Soni, A. ja Kumari, S.: *The Role of Parental Math Anxiety and Math Attitude in Their Children's Math Achievement*, 2017
- [28] R. Sorvo, T. Koponen, H. Viholainen, T. Aro, E. Räikkönen, P. Peura, A. Dowker ja M. Aro: *Math anxiety and its relationship with basic arithmetic skills among primary school children*, 2017
- [29] Richardson, F. C. ja Suinn, R. M.: *The Mathematics Anxiety Rating Scale: Psychometric data. Journal of Counseling Psychology*, 19(6), 551-554, 1972
- [30] V. B. Stuart: *Math curse or math anxiety?*, Teaching Children Mathematics, 2000
- [31] A. F. Haynes, A. G. Mullins ja B. S. Stein: *Differential models for math anxiety in male and female college students*, 2004
- [32] I. B. Ölmez ja A. S. Cohen: *Detecting Math Anxiety with a Mixture Partial Credit Model*, 2017