



Kraft Salla

Mikä matematiikassa ahdistaa? Matematiikka-ahdistuksen syitä ja seurauksia

Kandidaatin tutkielma

KASVATUSTIETEIDEN JA PSYKOLOGIAN TIEDEKUNTA

Opetus- ja kasvatusalan tutkinto-ohjelma

2023

Oulun yliopisto

Kasvatustieteiden ja psykologian tiedekunta

Mikä matematiikassa ahdistaa? Matematiikka-ahdistuksen syitä ja seurauksia (Salla Kraft)

Kandidaatin tutkielma, 33 sivua

Toukokuu, 2023

---

Matematiikka-ahdistuksella tarkoitetaan kielteistä tunnereaktiota matematiikkaa ja sitä vaativia tilanteita kohtaan, joka vaikeuttaa koulunkäynnin lisäksi jokapäiväistä arkielämää. Matematiikka-ahdistusta ilmenee kaikenikäisillä ihmisillä, eniten yläkoulun ja lukion aikana, jolloin myös matemaattinen minäkäsitys sekä matematiikka-asenteet heikkenevät. Matematiikka-ahdistukselle on useita eri syitä, kuten esimerkiksi negatiiviset kokemukset, epäonnistumiset, kielteinen asenne, itsensä vertailu muihin, muiden ihmisten reaktiot sekä etenkin näyttötilanteista aiheutuva aikapaine. Matematiikka-ahdistus heikentää oppimistuloksia, aiheuttaa matematiikan välttelyä, muuttaa minäkäsitystä ja asenteita kielteisemmäksi sekä aiheuttaa erilaisia fyysisiä ja psyykkisiä reaktioita kuten sydämen tykytystä, pahoinvointia, hermostuneisuutta ja jopa lamaantumista erilaisissa tilanteissa.

Tämän kandidaatintutkielman tavoitteena on luoda selkeä, ajankohtainen kokonaisuus matematiikka-ahdistuksesta, sen taustalla olevista tekijöistä ja siitä, miten se vaikuttaa matematiikan oppimiseen. Samalla pyritään pohtimaan, miten eri keinoin matematiikka-ahdistusta voisi estää. Näihin tavoitteisiin pyritään tutkimuksen kahden tutkimuskysymyksen avulla, jotka ovat seuraavanlaiset: 1) Mitkä tekijät aiheuttavat matematiikka-ahdistusta? ja 2) Mitä matematiikka-ahdistuksesta seuraa?

Tutkimus on toteutettu kuvailevana, narratiivisena kirjallisuuskatsauksena, jossa erilaisia aineistoja ja tutkimuksia lukemalla ja tutkimalla on pyritty etsimään mahdollisimman ajankohtaista tietoa matematiikka-ahdistuksesta, sen syistä ja seurauksista eli vastaamaan tutkimuksen tutkimuskysymyksiin. Tutkimuksessa on käytetty vertaisarvioituja ja mahdollisimman tuoreita, kansainvälisiä tutkimuslähteitä ajankohtaisuuden ja luotettavuuden varmistamiseksi.

Avainsanat: matemaattinen minäkäsitys, matematiikan oppimisvaikeudet, matematiikka-ahdistus, matematiikka-asenteet, matematiikkakuva

# Sisältö

<b>1. Johdanto</b> .....	<b>4</b>
<b>2. Tutkimuksen toteutus</b> .....	<b>7</b>
<b>3. Keskeiset käsitteet</b> .....	<b>8</b>
3.1 Matematiikka-ahdistus.....	8
3.2 Matematiikkakuva .....	9
3.3 Matemaattinen minäkäsitys .....	9
3.4 Matematiikka-asenteet.....	10
<b>4. Matematiikan oppiminen</b> .....	<b>11</b>
4.1 Matematiikka oppiaineena.....	12
4.2 Motivaatio matematiikan oppimisessa.....	13
4.3 Matemaattisen minäkäsityksen vaikutus oppimiseen .....	14
4.4 Matematiikka-asenteet.....	15
4.5 Matematiikan oppimisvaikeudet.....	16
<b>5. Matematiikka-ahdistus</b> .....	<b>18</b>
5.1 Matematiikka-ahdistuksen ilmeneminen .....	18
5.2 Matematiikka-ahdistuksen syitä.....	19
5.2.1 <i>Emotionaaliset tekijät</i> .....	20
5.2.2 <i>Opettajan ja koulun vaikutus</i> .....	21
5.2.3 <i>Perheen vaikutus</i> .....	22
5.2.4 <i>Kavereiden vaikutus</i> .....	23
5.2.5 <i>Muita syitä</i> .....	23
5.3 Matematiikka-ahdistuksen seurauksia .....	24
5.3.1 <i>Matematiikka-ahdistuksen vaikutus oppimiseen</i> .....	24
5.3.2 <i>Matematiikka-ahdistuksen vaikutus minäkäsitykseen ja matematiikka-asenteisiin</i> .....	26
5.3.3 <i>Muita seurauksia</i> .....	26
<b>6. Pohdinta</b> .....	<b>27</b>
6.1 Miten matematiikka-ahdistusta voisi ehkäistä? .....	27
6.2 Luotettavuuden arviointia .....	30
<b>Lähteet</b> .....	<b>31</b>

## 1. Johdanto

Matematiikka on oppiaine, joka herättää paljon erilaisia, voimakkaita tunteita, usein myös kielteisiä (Koponen ym., 2020; Linnanmäki, 2004). Kansainvälisesti verrattuna suomalaisoppilaat eivät pidä matematiikasta, eivät sitoudu matematiikan oppimiseen ja luottavat omiin taitoihinsa melko heikosti (Kupari & Hiltunen, 2018). Matematiikka ei kansainvälisesti verrattuna herätä suomalaisoppilaisissa juurikaan positiivisia tuntemuksia, innostusta ja kiinnostusta tai nautintoa (Hannula & Holm, 2018). Yleensä pienet lapset kokevat enemmän innostusta matematiikkaa kohtaan, mutta matematiikka-asenteet muuttuvat yhä negatiivisemmaksi edetessä koulupolkua pidemmälle (Hannula & Holm, 2018; Harari, Vukovic & Bailey, 2013). Yksi Perusopetuksen opetussuunnitelmaan (2016) kirjatusta matematiikan opetuksen tavoitteista on kehittää ja tukea oppilaan innostusta matematiikkaa kohtaan sekä tukea myönteisen minäkäsityksen kehittymistä (Opetushallitus, 2016).

Matematiikkaa tarvitaan jokapäiväisessä elämässä ja matemaattisten taitojen puute voi aiheuttaa monenlaisia ongelmia (Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Esimerkiksi kaupassa käynti, ajanhallinta sekä ruoan tekeminen ovat tilanteita, joissa tarvitaan matemaattista ajattelua. Jopa neljäsosalla aikuisista on puutteita sellaisissa matemaattisissa taidoissa, joita tarvitaan jokapäiväisessä elämässä (Korhonen ym., 2018). Heikoilla matemaattisilla taidoilla on suora, negatiivinen yhteys esimerkiksi koulutukseen, työllistymiseen sekä palkkaan (Korhonen ym., 2018). Sen takia matematiikan oppimista tulisi tukea mahdollisimman hyvin mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, jotta myöhemmiltä ongelmilta ja haasteilta voitaisiin välttyä. Se vaatii sen, että opettajien tulisi tietää mahdollisimman paljon erilaisista matematiikan oppimista vaikeuttavista tekijöistä, jotta niiden syntymistä osattaisiin välttää ja oppilaille osattaisiin antaa oikeanlaista tukea haasteidensa kanssa.

”Matematiikan opetus tukee oppilaiden myönteistä asennetta matematiikkaa kohtaan sekä positiivista minäkuvaa matematiikan oppijoina”, (Opetushallitus, 2016, s. 128, 234, 374). Vaikka tämä onkin kuvattu yhtenä matematiikan oppiaineen tehtävänä Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (2016), joillakin oppilaista matematiikka-asenne sekä matemaattinen minäkäsitys on enemmän negatiivinen, kuin positiivinen (Hannula & Holm, 2018). Osa oppilaista kärsii matematiikka-ahdistuksesta, joka on poikkeuksellisen voimakas, kielteinen tunnereaktio matematiikkaa ja matemaattista ajattelua vaativia tilanteita kohtaan (esim. Ashcraft, Krause &

Hopko, 2007; Koponen ym., 2020; Mononen ym., 2017). Matematiikka-ahdistusta voi olla monen tasoista, se voi johtua monesta eri tekijästä ja ilmenee eri tavoin haitaten koulunkäyntiä ja oppimista sekä jokapäiväistä arkielämää (Ashcraft ym., 2007; Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Matematiikka-ahdistus vaikuttaa yhteiskunnallisesti matematiikan oppimisvaikeuksista eniten matematiikan oppimiseen ja se on hyvin yleinen ilmiö ympäri maailmaa (Ashcraft ym., 2007; Luttenberger, Wimmer & Paechter, 2018). Sen takia matematiikka-ahdistusta on tärkeää käsitellä ja tutkia enemmän, jotta ilmiötä ymmärrettäisiin paremmin. Etenkin matematiikan opettajien olisi hyvä tietää erilaisista matematiikan oppimista vaikeuttavista tekijöistä, jotta niihin osattaisiin puuttua mahdollisimman varhaisessa vaiheessa ja oppilaita osattaisiin tukea parhaalla mahdollisella tavalla.

Matematiikka-ahdistuksella on suora, negatiivinen yhteys matematiikan oppimiseen ja oppimistuloksiin (Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Sen takia onkin tärkeä tutkia aihetta enemmän, jotta matematiikka-ahdistuksesta ja sen syistä tiedettäisiin enemmän ja pystyttäisiin vaikuttamaan siihen, että matematiikka-ahdistusta ilmenisi vähemmän ja opettajilla olisi riittävästi tietotaitoa tukea oppilaita, jotka kärsivät matematiikka-ahdistuksesta. Matematiikka-ahdistuksella on kauaskantoisia vaikutuksia ihmisen elämään (Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022), jonka takia matematiikka-ahdistuksesta olisi hyvä tietää enemmän, jotta sen syntymistä voitaisiin mahdollisimman hyvin ehkäistä ja siitä pystyttäisiin pääsemään eroon. Suomenkielisiä tutkimuksia suomalaiskouluissa ilmenevästä matematiikka-ahdistuksesta ei juurikaan ole saatavilla, mutta kansainvälisiä tutkimuksia on tehty enemmän. Vaikka kansainvälistä tutkimusta matematiikka-ahdistuksesta on tehty melko paljon, olisi tärkeää tutkia sitä enemmän myös Suomessa, sillä matematiikka-ahdistuksen esiintyvyyteen vaikuttaa osaamistason ja asenteiden lisäksi esimerkiksi kulttuuri ja yhteiskunnan odotukset (Foley ym., 2017), jotka poikkeavat eri alueilla toisistaan.

Tämän kandidaatintutkielman päätarkoituksena on selvittää, mitkä tekijät vaikuttavat siihen, että matematiikka alkaa ahdistamaan sekä mitä seurauksia matematiikka-ahdistuksella on.. Tavoitteena on löytää mahdollisimman ajantasaista tietoa matematiikka-ahdistuksesta ja siitä, miten matematiikka-ahdistuksen syntymistä voisi välttää. Tämän tutkimuksen tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

1. Mitkä tekijät aiheuttavat matematiikka-ahdistusta?
2. Mitä matematiikka-ahdistuksesta seuraa?

Tutkimuskysymykset on laadittu siten, että matematiikka-ahdistuksesta ilmiönä saataisiin mahdollisimman tarkka ymmärrys yleisellä tasolla. Tulevana luokan- ja matematiikan opettajana koen tärkeänä löytää vastauksia näihin kysymyksiin, joka tukee myös omaa ammatillista kehittymistäni. Pidän tärkeänä tietää matematiikka-ahdistusta aiheuttavista tekijöistä, jonka avulla osaan kiinnittää omaan toimintaani huomiota ja toimia siten, että se ei aiheuttaisi matematiikka-ahdistusta. Lisäksi kun tiedän, mitä matematiikka-ahdistuksesta seuraa, voin helpommin huomata matematiikka-ahdistuksesta kärsivän oppilaan ja antaa hänelle hänen tarvitsemaansa tukea.

## 2. Tutkimuksen toteutus

Tämä kandidaatintutkielma on toteutettu kuvailevana kirjallisuuskatsauksena, tarkemmin narratiivisena kirjallisuuskatsauksena, joka on kuvailevan kirjallisuuskatsauksen muoto. Salmisen (2011) mukaan kuvailevalla kirjallisuuskatsauksella ei ole tiukkoja ja tarkkoja sääntöjä ja tutkimuskysymykset voivat olla väljiä. Käytettävät aineistot voivat olla laajoja ja ne voi valita melko vapaasti. Narratiivisen kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on muodostaa laaja kuva ja käsitys valitusta aiheesta. Narratiivinen kirjallisuuskatsaus on prosessi, jossa tutkitaan aiemmin tehtyjen tutkimusten tuloksia ja tiivistetään aiemmin saatu tutkimustieto uudeksi tutkimukseksi. Narratiivinen tutkimustapa sopii hyvin tutkimukseen, jonka tavoitteena on löytää ajankohtaista tietoa. (Salminen, 2011). Tämän tutkimuksen keskeisimpänä tavoitteena onkin tutkia ja koota mahdollisimman ajankohtaista tietoa matematiikka-ahdistuksesta, jonka takia narratiivinen kirjallisuuskatsaus menetelmänä on tarkoituksenmukainen ja järkevä.

Tutkimuksessa käytetty lähdekirjallisuus on pääosin kansainvälistä, sillä suomenkielistä tutkimusta ja kirjallisuutta matematiikka-ahdistuksesta löytyy melko vähän. Tutkimuksessa on pyritty käyttämään mahdollisimman tuoreita lähteitä ajantasaisen tiedon saamiseksi, mutta joukosta löytyy myös joitakin hieman vanhempia lähteitä. Itse tuloksissa niitä ei kuitenkaan ole juurikaan käytetty, vaan vanhempia aineistoja on käytetty lähinnä teorian tukena. Tutkimuksessa käytettyjä suomenkielisiä lähteitä on etsitty lähinnä Oula Finnasta käyttäen erilaisia hakusanoja, kuten matematiikka-ahdistus, matematiikan oppiminen, matematiikan oppimisvaikeudet, matematiikkakuva sekä näistä muotoiltuja eri versioita. Kansainvälisten lähteiden hakemisessa on käytetty pääasiassa Oula Finna ja Ebsco Databases -tietokantoja, joissa on käytetty suomenkielisten hakusanojen englanninkielisiä versioita sekä lisäksi rajoitettu hakutuloksia englanninkielisillä hakusanoilla alakouluun ja lapsiin.

Tutkimuksen tekemisessä on pyritty noudattamaan Tutkimuseettisen neuvottelukunnan (2012) laatimia hyvän tieteellisen käytännön ohjeita. Tutkimusta tehdessä olen pyrkinyt työskentelemään ohjeistuksen mukaisesti huolellisesti, rehellisesti ja tarkasti sekä kunnioittaen muiden tutkijoiden työtä (Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2012). Olen pyrkinyt käsittelemään tutkimuksen aihetta mahdollisimman objektiivisesti ja valitsemani aihe mahdollistaa sen hyvin. Valitsemani aihe noudattaa Eskolan ja Suorannan (1998) antamaa ohjeistusta siitä, minkälainen on hyvä aihe: hyvä aihe on kiinnostava, mutta se on tarpeeksi kaukana omasta elämästä eli se ei ole liian tuttu, joka mahdollistaa sen, että aihetta voi tarkastella monipuolisesti ja objektiivisesti, eikä omat kokemukset tai mielipiteet vaikuta tarkasteluun (Eskola & Suoranta, 1998).

### 3. Keskeiset käsitteet

Tässä luvussa määritellään tutkimuksen kannalta keskeisimmät käsitteet, jotka ovat matematiikka-ahdistus, matematiikkakuva, matemaattinen minäkäsitys sekä matematiikka-asenteet.

#### 3.1 Matematiikka-ahdistus

Matematiikka-ahdistuksella tarkoitetaan voimakasta, negatiivista tunnereaktiota, joka liittyy vain matematiikkaan ja sellaisiin tilanteisiin, joissa vaaditaan matematiikkaa, matemaattista päättelyä tai ongelmanratkaisutaitoja (Ashcraft ym., 2007; Mononen ym., 2017). Matematiikka-ahdistus ei siis tarkoita yleistä ahdistuneisuutta, mutta joidenkin tutkimusten mukaan matematiikka-ahdistus koostuu ainakin osittain yleisestä ahdistuneisuudesta (Ashcraft ym., 2007; Mononen ym., 2017; Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Esimerkiksi älykkyydellä tai kielellisillä taidoilla ei ole merkittävää yhteyttä matematiikka-ahdistukseen (Ashcraft ym., 2007). Matematiikka-ahdistusta ei luokitella matemaattiseksi oppimisvaikeudeksi.

Usein matematiikka-ahdistus ilmenee jännityksen, ahdistuksen, hermostuneisuudet tai avuttomuuden tunteena sekä kovana stressinä matematiikkaa vaativissa tilanteissa (Anson, 2021; Ashcraft ym., 2007; Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Lievimmillään se ilmenee kielteisenä tunteena, asenteena ja suhtautumisena matematiikkaan, mutta voimakkaimmillaan se voi jopa lamaannuttaa ajatuksen, tyhjentää mielen kaikesta opitusta sekä herättää kauhun ja pelon tunteita ja sitä kautta myös häiritä oppimista ja normaalia elämää (Ashcraft ym., 2007; Huhtala & Laine, 2004; Koponen, Salminen & Sorvo, 2020; Mononen ym., 2017). Jotkut ovat väitelleet siitä, että matematiikka-ahdistus voisi täyttää jopa fobian kriteerit (Ashcraft ym., 2007). Fobialla tarkoitetaan tiettyyn kohteeseen tai tilanteeseen kohdistuvaa, huomattavaa ja tilanteeseen nähden liiallista pelkoa (Terveyskirjasto, 2018).

Matematiikka-ahdistusta voi ilmetä eri tilanteissa eikä jokainen koe samoja tilanteita yhtä ahdistavina (Anson, 2021; Sorvo ym., 2017). Matematiikka-ahdistuksesta voidaan erottaa useampi eri puoli (Sorvo ym., 2017; Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Kognitiivisesta matematiikka-ahdistuksesta kärsivä ahdistuu lähinnä matematiikassa suoriutumisen ja esimerkiksi erilaisista testeistä ja kokeista, jolloin puhutaan testiahdistuksesta (Mononen ym., 2017; Sorvo ym., 2017). Emotionaalinen matematiikka-ahdistus ilmenee etenkin silloin, kun oppilas opiskelee matematiikkaa ja ahdistuu esimerkiksi opettajan kysymyksistä, ja sitä voidaan kutsua myös laskenta-ahdistukseksi (Mononen ym., 2017; Sorvo ym., 2017). Yleensä kognitiivista



matematiikka-ahdistusta koetaan enemmän, kuin emotionaalista matematiikka-ahdistusta (Ashcraft ym., 2007; Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022; Sorvo ym., 2017). Lisäksi matematiikka-ahdistus voi olla sosiaalista ahdistusta, joka liittyy esimerkiksi luokkahuonetilanteisiin ja oman huonommuuden kokemiseen tai muiden ihmisten reaktioihin (Sorvo ym., 2017). Tässä tutkimuksessa matematiikka-ahdistuksen eri puolia ei eroteta toisistaan, vaan matematiikka-ahdistusta käsitellään yleisellä tasolla.

### **3.2 Matematiikkakuva**

Matematiikkakuvalla tarkoitetaan oppilaan pysyviä, tiedostamattomia tai tiedostettuja tunteita, uskomuksia ja asenteita matematiikkaa kohtaan sekä matematiikkaan liittyvää motivaatiota (Hannula & Holm, 2018). Matematiikkakuva muodostuu lähinnä oppilaan saamien matematiikkakokemusten, luokassa vallitsevan ilmapiirin sekä hänen saamansa palautteen perusteella (Aro & Nurmi, 2020; Hannula & Holm, 2018; Huhtala & Laine, 2004). Matematiikkakokemukset liittyvät usein sellaisiin tilanteisiin, jossa matematiikka on tuntunut vaikealta, ja kokemukset voivat olla useiden vuosien takaa (Huhtala & Laine, 2004). Uskomukset ja tunteet voivat liittyä esimerkiksi matematiikan luonteeseen, matematiikan oppimiseen sekä itseensä matematiikan oppijana (Hannula & Holm, 2018; Huhtala & Laine, 2004).

Matematiikkakuvan muodostumiseen vaikuttaa esimerkiksi erilaiset matematiikkakokemukset, luokan ilmapiiri, stereotypiat, erilaisissa tilanteissa koetut tunteet sekä opettajan ja vanhempien asenteet ja suhtautuminen matematiikkaan (Hannula & Holm, 2018). Onnistumisen kokemukset lisäävät uskoa itseensä ja myönteisiä tunteita, joka muokkaa matematiikkakuvaa positii-viseksi, kun taas negatiiviset kokemukset heikentävät niitä (Hannula & Holm, 2018). Matematiikkakuvan muuttaminen vaatii kokonaisvaltaista muutosta, joka vaatii motivaation, uskomusten ja asenteiden muutosta (Hannula & Holm, 2018).

### **3.3 Matemaattinen minäkäsitys**

Yleisesti minäkäsityksellä tarkoitetaan yksilön kokonaisvaltaista käsitystä itsestään, omista kyvyistään, taidoistaan, asenteistaan ja tunteistaan (Hannula & Holm, 2018; Linnanmäki, 2004). Matemaattisella minäkäsityksellä tarkoitetaan oppilaan käsitystä sekä uskomuksia itsestään matematiikan oppijana sekä hänen tunteistaan, asenteistaan ja taidoistaan matematiikkaa kohtaan (Dingman, 2019; Hannula & Holm, 2018).

Ympäristöllä ja oppilaan saamillaan kokemuksilla on suuri merkitys siihen, minkälainen minäkäsitys oppilaalle muodostuu (Dingman, 2019; Hannula & Holm, 2018; Huhtala & Laine, 2004; Linnanmäki, 2004). Etenkin kokemukset koulussa ja luokkahuoneessa sekä luokan ilmapiiri vaikuttavat voimakkaasti minäkäsityksen syntymiseen (Aro & Nurmi, 2020; Halinen ym., 2016; Linnanmäki, 2004; Opetushallitus, 2016). Kannustava ja matematiikasta kiinnostunut opettaja lisää myönteistä minäkäsitystä, kun taas kiirehtivä ja negatiivisesti suhtautuva opettaja vaikuttaa minäkäsitykseen negatiivisesti (Huhtala & Laine, 2004). Etenkin mitä nuorempi oppilas on, sitä enemmän opettajan toiminta vaikuttaa oppilaan käsitykseen itsestään (Halinen ym., 2016).

Lapsi ja nuori vertailee itseään ja omia taitojaan helposti muihin, joten sillä, minkälaisia hänen ympärillään olevat ihmiset ovat, on suuri vaikutus minäkäsityksen muodostumiseen (Halinen ym., 2016; Koivuhovi ym., 2021). Positiivinen, kannustava ja innostava ilmapiiri sekä onnistumisen kokemukset ja niistä iloitseminen lisäävät motivaatiota ja parantaa matematiikkakuvaa sekä minäkäsitystä (Aro & Nurmi, 2020; Hannula & Holm, 2018). Myös oppilaan suosiolla on yhteyttä minäkäsitykseen: suositun oppilaan minäkäsitys on yleensä vahvempi, kuin aran tai kiusaamiseen osallistuvan oppilaan (Linnanmäki, 2004). Lisäksi tunteilla on merkitystä: positiiviset tunteet vahvistavat ja kielteiset tunteet heikentävät minäkäsitystä (Aro & Nurmi, 2020).

### **3.4 Matematiikka-asetteet**

Matematiikka-aseteilla tarkoitetaan oppilaan tunnesuhtautumista matematiikkaa ja sen opiskelua kohtaan (Anson, 2021; Hannula & Holm, 2018; Kupari & Hiltunen, 2018). Matematiikka-asetteiden muodostumiseen vaikuttaa esimerkiksi oppilaan saamat kokemukset, palaute ja matemaattinen minäkäsitys (Hannula & Holm, 2018). Onnistumisen kokemukset sekä uusien asioiden oppiminen tukevat myönteisiä tunteita ja lisäävät motivaatiota (Mononen ym., 2017). Matematiikka-asetteet alkavat muuttua kielteisemmäksi murrosiän myötä, jolloin myös opiskeluinto laskee ja minäkäsitys heikkenee (Hannula & Holm, 2018; Mononen ym., 2017). Suomalaisoppilailla on kansainvälisesti verrattuna erittäin kielteinen asenne ja suhtautuminen matematiikkaa kohtaan (Kupari & Hiltunen, 2018). Voimakkaimmillaan kielteiset matematiikka-asetteet ilmenevät matematiikka-ahdistuksena (Hannula & Holm, 2018).

## 4. Matematiikan oppiminen

Perusopetuksen opetussuunnitelman (2016) mukaan, jokaisen oppilaan tulisi saada hyvää opetusta ja onnistumisen kokemuksia, sillä oppimisen kautta oppilaan identiteetti ja oppimiskäsitys rakentuu sekä hänen itseluottamuksensa kehittyy. Jokaisella oppilaalla tulee olla samanvertainen mahdollisuus ja oikeus opetukseen, yksilölliseen ohjaukseen sekä tarvitsemaansa tukeen opiskeluun ja kehitykseen liittyen. Oppilaiden tulisi saada tukea ja motivaatiota myös esimerkiksi jatko-opintoihin ja tulevaisuuteen liittyen sekä kannustusta sinnikkääseen työskentelyyn ja opiskelun arvostamiseen. (Opetushallitus, 2016).

Oppimista tapahtuu koko ajan, eikä sitä tapahdu pelkästään tietoisesti opiskelemalla, vaan se voi olla myös tiedostamatonta (Halinen ym., 2016). Oppimisella tarkoitetaan sellaista yksilöllistä ja yhteisöllistä prosessia, jossa ihminen omaksuu uusia tietoa, taitoja ja tapoja ja muokkaa aiemmin opittua tietoa (Halinen ym., 2016). Oppiminen perustuu yleensä aiemmin opittuun tietoon eli se on kumulatiivista ja nämä opitut tiedot ja taidot muodostavat laajan kokonaisuuden (Koponen ym., 2020). Oppimisessa ja opiskelussa oleellista on, että yksilö haluaa oppia ja hänellä on motivaatiota opiskella ja oppia uusia asioita (Halinen ym., 2016; Opetushallitus, 2016). Opiskelu on sellaista tietoista toimintaa, jonka tavoitteena on oppia uusia asioita.

Matematiikan opetuksen tavoitteena ja tehtävänä on Perusopetuksen opetussuunnitelman (2016) mukaan jokaisella perusopetuksen luokka-asteella tukea ja ylläpitää oppilaiden myönteistä asennetta matematiikkaa kohtaan sekä kehittää oppilaan positiivista minäkuvaa ja itseluottamusta matematiikan oppijana. Yläkoulussa näiden lisäksi tavoitteena on myös ylläpitää oppilaiden motivaatiota ja kiinnostusta matematiikkaa kohtaan, sekä oppia hyödyntämään matematiikkaa omassa elämässään. Oppilaita rohkaistaan huomaamaan oma oppimisen ja osaamisen kehitys sekä löytämään omat vahvuudet ja ylläpitämään niitä. Myös oppimisen iloa on tärkeä ylläpitää. Matematiikan oppimisen tulisi olla tavoitteellista ja pitkäjänteistä ja vastuu opiskelusta on oppilailta itsellään. (Opetushallitus, 2016).

Jo heti ensimmäisinä kouluvuosina hankittu ja sitäkin aiemmin saatu matematiikan osaaminen, tiedot ja taidot ennustavat myöhempää matematiikan osaamista (Aarnos & Perkkilä, 2012; Koponen ym., 2020; Mononen ym., 2017). Matemaattinen ajattelu alkaa kehittymään jo vauvasta ja kehittyy koko ajan lisää (Koponen ym., 2020). Lapsi oppii ja hänen matemaattiset taidot

kehittyvät hyvin nopeasti alakoulun ensimmäisillä luokilla (Bellon ym., 2021). Oppilaan käsitys itsestään oppijana sekä ajattelu omasta oppimisestaan ennustaa sitä, minkälaisia eroja oppilaiden välille muodostuu myöhemmin (Bellon ym., 2021).

Myös työmuistivalmiudet vaikuttavat matematiikan oppimiseen ja matematiikassa suoriutumiseen (Kyttälä & Kanerva, 2018). Työmuisti on erittäin tärkeä tekijä matematiikan oppimisessa ja sillä tarkoitetaan sellaista aivokapasiteettia, joka mahdollistaa yhtäaikaisen tiedon käsittelyn ja varastoinnin (Mononen ym., 2017). Työmuistin kapasiteetti selittää matematiikan oppimista ja matematiikassa suoriutumista sekä matemaattisten taitojen kehitystä (Kyttälä & Kanerva, 2018). Oppilaat, joiden työmuisti on vahva, pystyvät käyttämään kehittyneempiä ja monimutkaisempia laskutapoja, kuin oppilaat, joiden työmuisti on heikompi (Kyttälä & Kanerva, 2018). Työmuistia tarvitaan etenkin sanallisissa tehtävissä, päässälaskussa tai allekkainlaskussa, sillä silloin oppilaan tulee muistaa tehtävänannossa esitetty ongelma, löytää ja käyttää oikeanlaisia laskutapoja, muistaa välivaiheiden ratkaisut sekä muodostaa haluttu lopputulos (Kyttälä & Kanerva, 2018; Mononen ym., 2017). Jos yksilö käyttää esimerkiksi sormiaan laskemisen tukena tai luettelee lukuja ääneen, on hänen työmuistinsa sekä matemaattiset todennäköisesti heikompia (Kyttälä & Kanerva, 2018; Räsänen & Ahonen, 2004). Lapset, jotka suoriutuvat hyvin erilaisista työmuistia vaativista tehtävistä, selviytyvät he todennäköisesti paremmin myös myöhemmin kuin ne, joiden työmuisti on ollut selvästi heikompi (Mononen ym., 2017).

#### **4.1 Matematiikka oppiaineena**

Matematiikka on luonteeltaan kumulatiivista, eli tieto kerääntyy aiemmin opitun tiedon päälle, jonka takia on tärkeää, että oppilas hallitsee perusasioiden lisäksi myös aiemmin opitut asiat (Opetushallitus, 2016). Jos oppilaalla on aukkoja pohjatiedoissa, tulee hänelle tarjota oikeanlaista tukea sekä riittävästi aikaa harjoitteluun (Opetushallitus, 2016), jotta uusien asioiden oppiminen on mahdollista. Kumulatiivisen luonteensa vuoksi matematiikkaa pidetään monesti vaikeana ja monimutkaisena oppiaineena ja jotkut saattavat ajatella, että matematiikka on tarkoitettu vain niille, joilla on siihen erityisiä kykyjä (Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Toisaalta matematiikkaa pidetään myös yhtenä loogisimmista oppiaineista (Hannula & Holm, 2018).

Perusopetuksen opetussuunnitelmassa (2016) todetaan, että alkuopetuksessa on tärkeää luoda oppilaille vahva pohja matematiikan perustaidoille, kuten lukukäsitteen ja kymmenjärjestelmän

ymmärtämiseen sekä tarjota monipuolisia kokemuksia matematiikasta. 3–6-luokilla varmennetaan ja laajennetaan lukukäsitteen ja kymmenjärjestelmän ymmärtämistä sekä kehitetään laskutaitoa. Yläkoulussa vahvistetaan oppilaiden matemaattisia taitoja ja ajattelua sekä syvennetään aiemmin opittuja asioita. Jokaisella ikäluokalla hyödynnetään toiminnallisuutta sekä linkitetään opeteltavat asiat oppilaiden omaan elämään ja kiinnostuksenkohteisiin, jonka avulla voidaan myös lisätä innostusta ja motivaatiota. (Opetushallitus, 2016).

Matematiikan arvioinnin tulee Perusopetuksen opetussuunnitelman (2016) mukaisesti olla monipuolista ja rakentavaa, joka tukee oppilaiden kehitystä sekä rohkaisee yrittämään uudestaan. Arvioinnissa on keskeistä ohjata oppilaita löytämään ja käyttämään omia vahvuuksiaan matematiikan oppijana sekä antaa oppilaalle tietoa siitä, mitä tietoja ja taitoja hänen tulisi vielä kehittää. Tärkeää on myös ohjata oppilaita huomaamaan oma asenteensa matematiikkaa kohtaan. Arvioinnilla ja kannustavalla palautteella pyritään tukemaan oppilaiden itseluottamusta, myönteistä minäkäsitystä sekä vahvistamaan motivaatiota. (Opetushallitus, 2016).

## **4.2 Motivaatio matematiikan oppimisessa**

Motivaatiolla, sinnikkyydellä, itseluottamuksella sekä onnistumisen kokemuksilla ja saavutuksilla on suuri merkitys oppimiseen ja siihen, miten oppilas toimii erilaisissa tilanteissa (Anson, 2021; Aro & Nurmi, 2020; Mononen ym. 2017). Motivaatiota voidaan tarkastella eri näkökulmista ja sen muodostumiseen vaikuttavat oppilaan matemaattinen minäkäsitys, matematiikka-kuva sekä oppilaan kiinnostus ja asenteet matematiikkaa kohtaan (Koivuhovi, Vainikainen & Kalalahti, 2021; Mononen ym., 2017). Myös se, mitä oppilas pitää tärkeänä ja minkälaisia valintoja hän tekee, sisältyy motivaatioon (Hannula & Holm, 2018). Mitä tärkeämpänä oppilas pitää matematiikkaa, sitä motivoituneempi hän usein on ja sitä sinnikkäämmin hän yrittää omaksua uusia matemaattisia tietoja (Aro & Nurmi, 2020; Hannula & Holm, 2018).

Tunteilla on suuri yhteys motivaatioon: myönteiset tunteet lisäävät ja kielteiset tunteet heikentävät motivaatiota (Aro & Nurmi, 2020). Myös läheiset ihmissuhteet ja aiemmat kokemukset vaikuttavat motivaation muodostumiseen (Aro & Nurmi, 2020). Monesti motivaatio matematiikkaan on korkealla silloin, kun oppilaan matemaattiset tiedot ja taidot ovat vahvoja, mutta on myös sellaisia oppilaita, jonka matemaattinen osaaminen on vahvaa, mutta hänellä ei silti ole motivaatiota tai hänen asenteet ovat kielteisiä (Mononen ym., 2017).

### 4.3 Matemaattisen minäkäsityksen vaikutus oppimiseen

Matematiikkakuvalla sekä minäkäsityksellä on merkittävä vaikutus siihen, miten oppilas oppii ja opiskelee matematiikkaa, miten hän suhtautuu matematiikkaan sekä minkälaisia valintoja hän tekee esimerkiksi koulutusvalintoihin liittyen (Dingman, 2019; Hannula & Holm, 2018). Myönteisen matematiikkakuvan omaavat oppilaat suhtautuvat uusiin asioihin innokkaammin ja opiskelevat sinnikkäämmin sekä siten myös onnistuvat todennäköisemmin kuin ne oppilaat, joiden matematiikkakuva on kielteinen (Hannula & Holm, 2018).

Positiivisella minäkäsityksellä on positiivinen yhteys oppimiseen, oppimistuloksiin ja motivaatioon ja vastaavasti kielteisellä minäkäsityksellä negatiivinen yhteys (Aro & Nurmi, 2020; Hannula & Holm, 2018; Linnanmäki, 2004). Toisaalta myös hyvät oppimistulokset ennustavat positiivista minäkäsitystä ja heikot oppimistulokset kielteistä minäkäsitystä (Koivuhovi ym., 2021). Myönteisen minäkuvan omaavat oppilaat jaksavat sinnikkäämmin yrittää epäonnistumisista huolimatta, suhtautuvat rohkeammin uusiin tehtäviin ja todennäköisemmin he saavatkin enemmän onnistumisen kokemuksia ja positiivista palautetta, joka taas ruokkii positiivista minäkäsitystä (Aro & Nurmi, 2020; Halinen ym., 2016; Hannula & Holm, 2018; Koponen ym., 2020). Oppilas, jonka minäkäsitys on negatiivinen, luovuttaa nopeammin tehtävän tekemisen, jolloin se usein jää ratkaisematta ja oppilas saa negatiivista palautetta, hänen minäkäsityksensä heikentyy sekä hän voi kokea itsensä huonoksi tai tyhmäksi (Hannula & Holm, 2018; Huhtala & Laine, 2004). Myönteisistä kokemuksista syntyy positiivinen onnistumisten kierre, jolloin oppilas haluaa oppia lisää ja yrittää yhä uudelleen ja vastaavasti kielteisistä kokemuksista syntyy negatiivinen kierre, jolloin oppilas luovuttaa helpommin eikä panosta opiskeluun (Hannula & Holm, 2018).

Oppilaat, joiden minäkäsitys on positiivinen, selittävät usein onnistumisensa omilla, sisäisillä ominaisuuksillaan ja työskentelyllään ja epäonnistumisensa sattumalla tai huonolla tuurilla ja vastaavasti kielteisen minäkuvan omaavilla oppilailla toisin päin (Halinen ym., 2016; Linnanmäki, 2004). Jos oppilaan minäkäsitys on positiivinen, virheet nähdään usein oppimismahdollisuutena ja lisäävät kiinnostusta, mutta niille, joiden minäkäsitys on negatiivisempi, virheet näyttävät suurina epäonnistumisina ja yrittäminen ei enää kiinnosta (Halinen ym., 2016; Hannula & Holm, 2018). Oppilas, jonka matemaattinen minäkäsitys on heikko, uskoo, että hänellä ei ole riittäviä kykyjä ja taitoja oppia matematiikkaa ja jonka takia hän ei välttämättä edes yritä tai hän luovuttaa hyvin nopeasti (Anson, 2021; Aro & Nurmi, 2020). Oppilailla, joiden

matemaattinen minäkäsitys on positiivinen, ilmenee hyvin vähän pelkoa ja ahdistusta matemaatiikkaa kohtaan verrattuna niihin, joiden minäkäsitys on negatiivisempi (Linnanmäki, 2004).

Mitä vanhempi oppilas on, sitä suurempi vaikutus matemaattisella minäkäsityksellä on oppimistuloksiin ja vastaavasti oppimistuloksilla minäkäsitykseen (Linnanmäki, 2004). Koulun aloittavilla oppilailla minäkäsitys on yleensä positiivinen riippumatta todellisista taidoista, mutta alkaa muuttua melko nopeasti realistisempaan suuntaan, usein kielteisemmäksi (Koivuhovi ym., 2021; Mononen ym., 2017). Realistisen minäkäsityksen muodostumiseen vaikuttaa esimerkiksi oppimiskokemukset, oppilaan saama palaute oppimistuloksista ja niiden vertailu esimerkiksi aiempiin suorituksiin tai muihin oppilaisiin, oppilaan ja oppilasryhmän taitotaso sekä oppimisvaikeudet (Koivuhovi ym., 2021; Mononen ym., 2017). Oppilasryhmän taitotaso muovaa minäkäsitystä vahvasti: heikotasoisessa ryhmässä oppilaan minäkäsitys muodostuu positiivisemmäksi, kuin jos hän olisi hyvätasoisemmassa ryhmässä (Koivuhovi ym., 2021). Siihen voi vaikuttaa esimerkiksi se, että vertaillessaan itseään toisiin, oppilas huomaa olevansa parhaimpien joukossa, joka lisää minäpystyvyyden ja osaamisen tunnetta.

Nuori on herkimmillään yläkouluikäisenä, jolloin myös matemaattinen minäkäsitys muovautuu usein kielteisemmäksi esimerkiksi ympäristön ja toisten ihmisten sekä koulukokemusten vaikutuksesta (Dingman, 2019). Samoihin aikoihin myös matematiikka-ahdistus on yleensä voimakkaimmillaan (Mononen ym., 2017). Negatiivista matematiikkakuvaa ja minäkäsitystä on vaikea muuttaa negatiivisesta takaisin positiiviseksi, mutta toisinpäin se on helppoa (Hannula & Holm, 2018). Myös matematiikka-ahdistuksesta voi olla hyvin vaikea päästä irti (Anson, 2021).

#### **4.4 Matematiikka-asenteet**

Ihmiset suhtautuvat matematiikkaan hyvin eri tavoin. Matematiikka-asenteilla on suuri vaikutus siihen, miten sitoutuneesti matematiikkaa opiskellaan: kun matematiikkaa arvostetaan ja se nähdään merkityksellisenä oppiaineena, sen opiskeluun sitoudutaan paremmin ja innokkaammin ja siitä nautitaan enemmän (Anson, 2021). Oppilaat, joiden asenne on myönteinen, osaavat yleensä paremmin ja suhtautuvat innokkaammin opiskeluun, kun taas kielteisesti asennoituneet oppilaat eivät panosta opiskeluun (Kupari & Hiltunen, 2018). Oppilaiden matematiikka-asenteet sekä matemaattinen minäkuva muuttuvat kielteisemmiksi, tytöillä poikia aiemmin, edetessä peruskoulua ylemmille luokille, johon vaikuttaa pääasiassa erilaiset oppimiskokemukset ja epä-

onnistumiset (Hannula & Holm, 2018; Kupari & Hiltunen, 2018; Mononen ym., 2017). Yhtäläillä asenteiden vaikutus osaamiseen kasvaa siirryttäessä alakoulusta yläkouluun (Hannula & Holm, 2018). Koulua aloittaessa asenteet ja minäkäsitys ovat yleensä positiivisia, mutta ne heikentyvät merkittävästi realistisemmaksi viimeistään alakoulun puolivälissä (Hannula & Holm, 2018; Mononen ym., 2017).

Vaikka sukupuolten väliset erot matematiikan osaamisessa ei ole kovinkaan merkittäviä, tyttöjen ja poikien väliset asenteet matematiikkaa kohtaan sekä matemaattinen minäkuva eroavat toisistaan (Hannula & Holm, 2018; Korhonen ym., 2018; Linnanmäki, 2004). Poikien itseluottamus ja asenteet matematiikkaa kohtaan ovat tyttöjä parempia ja se näkyy etenkin jatko-opinnoissa ja työelämässä, sillä keskimäärin poikia kiinnostaa tyttöjä enemmän esimerkiksi lukion pitkä matematiikka tai matemaattiset ja tekniset alat (Hannula & Holm, 2018; Korhonen ym., 2018; Linnanmäki, 2004). Toisen asteen opinnoissa sukupuolieroja matematiikan osaamisessa on hieman enemmän, jolloin pojat suoriutuvat keskimäärin hieman tyttöjä paremmin (Korhonen ym., 2018).

#### **4.5 Matematiikan oppimisvaikeudet**

Aivojen ja oppimisen yhteyttä tutkimalla on selvitetty, että matematiikka on joillekin lapsille huomattavasti paljon vaikeampaa, kuin toisille riippumatta siitä, miten sinnikkäästi hän opiskelee ja minkälaista opetusta hän saa (Räsänen & Ahonen, 2004). Vaikka lapsella olisi hyväkin motivaatio ja asenne matematiikkaa kohtaan, matematiikka voi siitä huolimatta olla haastavaa ja sitä kautta pikkuhiljaa siitä tulee myös ikävämpää, jos onnistumisen kokemuksia ei tule (Hannula & Holm, 2018; Räsänen & Ahonen, 2004).

Matematiikan oppimista vaikeuttaa erilaiset oppimisvaikeudet, ilmeisimmin matematiikan oppimisvaikeudet sekä lukemisen ja kirjoittamisen oppimisvaikeudet (Korhonen ym., 2018). Matemaattisilla oppimisvaikeuksilla tarkoitetaan sitä, että oppilaalla on selvästi haastavampaa oppia, ymmärtää sekä hallita matemaattisia tietoja ja taitoja opetuksesta ja harjoittelusta huolimatta (Koponen ym., 2020; Mononen ym., 2017). Matematiikassa oppimisvaikeudet voivat ilmetä monessa eri tilanteessa ja eri tavoin, joten ei voida puhua vain yhdestä matematiikan oppimisvaikeudesta (Koponen ym., 2020). Noin 15–20 % lapsista on jonkinlaisia vaikeuksia matematiikan oppimisessa, jotka vaihtelevat heikoista hyvin vaikeisiin oppimisvaikeuksiin (Mononen ym., 2017). Myös monilla kognitiivisilla ongelmilla, kuten tarkkaamattomuudella tai motivaatio-ongelmilla on selvä yhteys matematiikan oppimiseen ja mitä laajempia ne ovat, sitä



suurempi vaikutus sillä on oppimiseen (Räsänen & Ahonen, 2004). Niillä oppilailla, joilla on haasteita matematiikan oppimisessa, ilmenee usein muitakin oppimisen haasteita (Räsänen & Ahonen, 2004). Lapsille, joiden kielitaito ei ole yhtä hyvä muihin verrattuna, matematiikka on huomattavasti vaikeampaa ja suoritukset ovat heikompia, joka johtuu siitä, että matematiikan opiskelu vaatii paljon myös luetunymmärtämistä (Harari ym., 2013; Koponen ym., 2020). Oppimisvaikeudet ovat selvästi yleisempiä pojilla (Linnanmäki, 2004).

Matematiikan oppimisvaikeuksista kärsivillä oppilailla on todennäköisesti jonkinlaisia häiriöitä kognitiivisissa ja neurologisissa toiminnoissa, jonka takia lukuihin liittyvän tiedon ymmärtäminen ja käsittely on vaikeampaa (Koponen ym., 2020; Mononen ym., 2017). Oppimisvaikeuksien taustalla ei ole kuitenkaan yleensä älykkyyteen tai puutteelliseen opetukseen liittyviä tekijöitä ja ne ovat usein hyvin monitaustaisia (Mononen ym., 2017; Räsänen & Ahonen, 2004).

Muista oppimisvaikeuksista etenkin lukemisen ja kirjoittamisen vaikeudet hankaloittavat matematiikan oppimista (Korhonen ym., 2018). Noin puolella oppilaista, jolla on matemaattisia oppimisvaikeuksia, on myös lukivaikeus (Mononen ym., 2017). Oppilaat, joilla on sekä lukivaikeus, että matemaattisia oppimisvaikeuksia, suoriutuvat matematiikassa heikommin, kuin oppilaat, joilla on vain toinen edellä mainituista oppimisvaikeuksista (Korhonen ym., 2018; Mononen ym., 2017). Tämä johtuu siitä, että etenkin sanallisten tehtävien ymmärtäminen ja niiden ratkaisemiseen tarvittavien laskutapojen hahmottaminen on vaikeampaa (Korhonen ym., 2018; Mononen ym., 2017). Myös työmuistikapasiteetti on heikompi laajoista oppimisvaikeuksista kärsivällä oppilaalla (Korhonen ym., 2018).

Dyskalkulialla tarkoitetaan erityisen vaikeaa kehityksellistä matematiikan oppimisvaikeutta, jotka ilmenee etenkin peruslaskutaitojen yhteydessä, kuten esimerkiksi lukumäärien erottamisessa sekä yhteen- ja vähennyslaskutaidoissa (Koponen ym., 2020; Mononen ym., 2017). Dyskalkuliasta kärsivällä yksilöllä vaikeudet ilmenevät nimenomaan peruslaskutoimituksissa: yhteen-, vähennys-, kerto- ja jakolaskuissa sekä yksinkertaisten aritmeettisten faktojen, kuten kertolaskujen muistamisessa (Koponen ym., 2020; Mononen ym., 2017). Dyskalkulia ei johdu älykkyyden puutteesta, laiskuudesta, tyhmyydestä tai heikosta opetuksesta, vaan häiriöstä erilaisissa kognitiivisissa toiminnoissa, joita tarvitaan laskemisessa, lukumäärien ymmärtämisessä ja niiden käsittelyssä sekä lukumäärien suuruuksien arvioinnissa (Mononen ym., 2017). Dyskalkuliasta puhutaan myös nimellä laskemiskyvyn häiriö ja sitä ilmenee noin 5–7 % ihmisistä (Mononen ym. 2017). Dyskalkulian lisäksi ikätasoa selvästi heikommat matemaattiset taidot on noin 10–15 prosentilla lapsista (Mononen ym. 2017).

## 5. Matematiikka-ahdistus

Matematiikka-ahdistus on kielteinen tunnereaktio matematiikkaa ja matemaattista ajattelua vaativia tilanteita kohtaan, joka lievimmillään ilmenee jännityksen ja hermostuneisuuden tunteina ja voimakkaimmillaan se voi herättää kauhun tunteita ja jopa lamaannuttaa ajatuksen (esim. Ashcraft ym., 2007; Mononen ym., 2017). Matematiikka-ahdistusta ilmenee monen ikäisillä ihmisillä ja se voi näkyä eri tavoin. Tässä luvussa käsitellään matematiikka-ahdistuksen ilmenemistä, sen syitä ja seurauksia.

### 5.1 Matematiikka-ahdistuksen ilmeneminen

Matematiikka-ahdistusta esiintyy kaikkialla maailmassa, kaikenikäisillä ihmisillä pienistä lapsista aikuisikään asti (Luttenberger ym., 2018). Suurin osa ihmisistä kokee jonkunlaista ahdistusta tai hermostuneisuutta matematiikkaa kohtaan jossain vaiheessa elämää, mutta voimakkaasta matematiikka-ahdistuksesta kärsii arvioiden mukaan noin 17 % maailman väestöstä (Ashcraft ym., 2007; Luttenberger ym., 2018). Maissa, joissa matematiikan osaamisen taso on heikompaa, matematiikka-ahdistusta ilmenee yleisesti enemmän (Foley ym., 2017). Matematiikka-ahdistuksen ilmenemiseen vaikuttaa myös kulttuuri, sillä esimerkiksi Japanissa tai Koreassa matematiikan osaaminen on huipputasolla, mutta siitä huolimatta matematiikka-ahdistusta ilmenee paljon (Foley ym., 2017). Se voi selittyä esimerkiksi yhteiskunnan asettamilla korkeilla suoritusvaatimuksilla ja odotuksilla sekä niistä aiheutuvilla paineilla (Foley ym., 2017). Suomessa matematiikka-ahdistusta ilmenee kansainvälisesti verrattuna melko vähän, vaikka suomalaisoppilaiden matematiikka-asenteet ja minäkäsitykset ovatkin maailman kielteisimpiä (Foley ym., 2017; Hannula & Holm, 2018; Kupari & Hiltunen, 2018; Sorvo ym., 2017).

Eri tutkimuksissa on saatu ristiriitaista tietoa siitä, minkä ikäisillä henkilöillä matematiikka-ahdistusta ilmenee. Monosen ja kollegoiden (2017) mukaan matematiikka-ahdistusta ilmenee kasvavissa määrin edetessä yläkouluun ja lukioon, mutta Sorvon ja kollegoiden (2017) tutkimuksessa havaittiin, että matematiikka-ahdistuksen piirteitä ilmenee toisluokkalaisilla enemmän, kuin viidesluokkalaisilla. Tämä voi johtua tosin esimerkiksi siitä, että viidennellä luokalla lapsilla on enemmän tietoja ja taitoja ratkaista monimutkaisempia tehtäviä, mutta toisella luokalla, koulupolun alussa, näitä taitoja ei vielä välttämättä ole (Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Murrosiässä matematiikka-ahdistuksen määrä usein kasvaa ja se vähenee vain vähän sen jälkeen (Ashcraft ym., 2007). Szczygiel ja Pieronkiewicz (2022) nostavat esille yhdysvaltalai-

sen tutkijan Ray Hembreen tutkimuksen vuodelta 1990, jossa ilmenee, että matematiikka-ahdistus kasvaa voimakkaammin, mitä korkeammalle koulupolulla edetään. Kaikista voimakaimmillaan se on yläkoulun ja lukion aikana ja pysyy tasaisena aikuisikään asti (viitattu lähteessä Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022).

Matematiikka-ahdistus ei ole ikään sidottu, sillä matematiikka-ahdistusta on havaittu kaikenikäisillä (Luttenberger ym., 2018). Jopa ensiluokkalaisilla on havaittu matematiikka-ahdistuksen piirteitä ja matematiikka-ahdistuksen ensimmäisiä merkkejä voidaan löytää myös alle kouluikäisistä lapsista (Mononen ym., 2017; Sorvo ym., 2017; Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Jo hyvin pieni lapsi voi kokea olevansa huono matematiikassa ja kielteinen minäkäsitys voi olla yksi varhaisimmista matematiikka-ahdistuksen merkeistä (Aarnos & Perkkilä, 2012). Pienillä lapsilla matematiikka-ahdistus ei kuitenkaan ilmene yhtä voimakkaasti, kuin vanhemmilla oppilailta (Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Matematiikka-ahdistuksesta kärsivien pienten lasten matematiikka-ahdistuksen voimakkuus on usein heikkoa tai kohtalaista, kun vanhemmilla oppilailta se on yleensä kohtalaista tai voimakasta (Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022).

Useammassa tutkimuksessa todetaan, että matematiikka-ahdistus on yleisempää tytöillä, kuin pojilla (esim. Ashcraft ym., 2007; Mononen ym., 2017; Sorvo ym., 2017), joka todennäköisesti johtuu sukupuoliin liitetystä stereotyyppioista matematiikan oppijoina (Luttenberger, 2018). Tytöt pitävät itseään heikompina matematiikan oppijoina ja suhtautuvat matematiikkaan poikia kielteisemmin, jonka seurauksena matemaattinen minäkäsitys sekä matematiikka-asenteet heikkenevät ja matematiikka-ahdistus voimistuu (Hannula & Holm, 2018; Luttenberger, 2018). Matematiikan oppimistuloksissa ei kuitenkaan ole merkittäviä eroja sukupuolten välillä (Hannula & Holm, 2018), joten sillä ei ole vaikutusta matematiikka-ahdistuksen sukupuolieroihin.

## **5.2 Matematiikka-ahdistuksen syitä**

Matematiikka-ahdistuksen taustalla on paljon erilaisia tekijöitä, eikä yksittäisiä, tiettyjä selittäviä tekijöitä matematiikka-ahdistukselle ole (Mononen ym., 2017). Eri taustaisilla henkilöillä on erilaisia kokemuksia matematiikasta ja sen opiskelusta, joten matematiikka-ahdistus voi syntyä hyvin erilaisten tekijöiden seurauksena (Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Joillakin on biologisesti suurempi taipumus ahdistuneisuuteen, kuin toisilla ja toiset ovat herkempiä ympäristön vaikutuksille (Harari ym., 2013; Luttenberger ym., 2018). Tässä kappaleessa nostetaan esille keskeisimpiä syitä matematiikka-ahdistukselle.

### 5.2.1 Emotionaaliset tekijät

Yksi matematiikka-ahdistuksen keskeisimmistä syistä on negatiiviset matematiikkakokemukset, virheen tekeminen ja epäonnistumiset sekä niiden pelko (Anson, 2021; Bellon, Fias & De Smedt, 2021; Mononen ym., 2017; Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Esimerkiksi jos iso osa oppilaan tekemistä tehtävistä on toistuvasti väärin, hän saa tekemästään negatiivista palautetta, joka aiheuttaa negatiivisia kokemuksia ja kielteisiä tunteita (Bellon ym., 2021; Mononen ym., 2017). Toistuvista epäonnistumisista seuraavaa jatkuvaa negatiivista palautetta pidetään yhtenä keskeisimpänä ja yleisimpänä matematiikka-ahdistusta aiheuttavista tekijöistä (Bellon ym., 2021; Harari ym., 2013). Epäonnistumiset johtavat myös motivaation heikentymiseen, jonka seurauksena oppilas ei enää panosta opiskeluun yhtä paljon ja jonka seurauksena hänen oppimistuloksensa heikentyvät (Aro & Nurmi, 2020). Lisäksi oppilas voi kokea pelkoa ja häpeää myös muiden reaktioista, jos hän epäonnistuu tai tekee virheen (Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022).

Aiemmat matematiikan kokemukset ovat merkittävässä roolissa matematiikka-ahdistuksen kehittymisessä (Bellon ym., 2021). Kielteiset kokemukset ja epäonnistumiset ruokkivat negatiivista minäkuvaa ja saavat oppilaan uskomaan, että hänellä ei ole riittäviä kykyjä matematiikan opiskeluun (Anson, 2021; Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Lisäksi, jos oppilasta rangaistaan tai nöyryytetään epäonnistumisen seurauksena, hän voi kokea avuttomuutta, epävarmuutta ja jopa pelkoa, joka toistuessaan vain vahvistaa näitä tunteita ja saa aikaan negatiivisemmän minäkäsityksen (Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). On suuri vaikutus, miten opettaja, vanhemmat tai esimerkiksi kaverit suhtautuvat onnistumisten lisäksi epäonnistumisiin, sillä tärkeiden ihmisten reaktioilla on suuri vaikutus lapsen tunteisiin ja kokemuksiin (Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022).

Se, miten oppilas kokee itsensä ja miten hän ajattelee oppimisestaan, on yhteydessä matematiikka-ahdistuksen kanssa (Bellon ym., 2021). Omien taitojen aliarviointi ja heikko minäkäsitys johtavat monesti matematiikka-ahdistuksen kehittymiseen (Anson, 2021; Bellon ym., 2021). Jos lapsi on kärsinyt hyvin pienestä asti matematiikka-ahdistuksesta, yleensä se ennustaa kielteistä matematiikkakuvaa myöhemmin, mutta varhainen kielteinen matematiikkakuva ei enusta suoraan matematiikka-ahdistuksen syntymistä (Bellon ym., 2021). Negatiivisilla matematiikka-asenteilla ja matemaattisella minäkäsityksellä on vahva yhteys matematiikka-ahdistuksen syntymiseen (Ashcraft ym., 2007; Hannula & Holm, 2018).

### 5.2.2 Opettajan ja koulun vaikutus

Opettajalla ja hänen opetustyyllillään on merkittävän suuri vaikutus siihen, miten oppilaat kokevat matematiikan ja suhtautuvat siihen (Aarnos & Perkkilä, 2012; Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Etenkin opettajan negatiivisella asenteella ja käyttäytymisellä on suuri vaikutus matematiikka-ahdistuksen kehittymiseen (Dingman, 2019). Jos opettaja on lämmin ja huomioi eritasoiset oppilaat tarpeeksi hyvin eikä esimerkiksi aseta tiukkoja aikatauluja, oppilaisiin ei kohdistu niin paljoa paineita ja odotuksia ja näin oppilaan minäkäsitys pysyy myönteisenä ja kehittyy pikkuhiljaa paremmaksi (Anson, 2021). Jos opettaja on tiukka, suhtautuu epäonnistumisiin negatiivisesti, vaatii aina oikeaa vastausta eikä anna tarvittavaa tukea tai puhuu liian pitkään tai monimutkaisesti, oppilas epäonnistuessaan ei välttämättä koe halua yrittää uudelleen ja alkaa vältellä opiskelua eikä esimerkiksi uskalla pyytää apua (Anson, 2021; Mononen ym., 2017; Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Oikeita vastauksia vaativien ja vain vähän tukeantavien opettajien tunneilla ilmenee paljon matematiikan välttelyä ja sen takia myös matematiikka-ahdistuksen ilmeneminen on todennäköisempää tällaisten opettajien luokassa (Ashcraft ym., 2007). Myös opettajan matematiikka-ahdistuksella on vaikutusta oppilaiden matematiikka-ahdistuksen syntymiseen (Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022).

Lapsi on hyvin herkkä ympäristössä esiintyville matematiikkaan liittyville stereotyyppioille (Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Monella opettajalla on sellainen käsitys, että matematiikka vaatii erityisosaamista, pojat ovat tyttöjä lahjakkaampia matematiikassa tai että tyttöjen menestys riippuu lahjakkuuden sijaan vain ahkeruudesta (Hannula & Holm, 2018; Mononen ym., 2017; Sorvo ym., 2017; Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Tämä uskomus on kuitenkin virheellinen, sillä tyttöjen ja poikien matematiikan osaamisessa ei ole juurikaan eroja (Hannula & Holm, 2018; Mononen ym., 2017). Tällainen ajattelutapa on haitaksi opiskelulle ja se voi vaikuttaa matematiikkakuvaan sekä matemaattiseen minäkäsitykseen kielteisesti (Hannula & Holm, 2018). Opettajan uskomukset ja stereotyyppiat välittyvät herkästi lapsille ja lapset alkavat uskomaan niihin sekä toimimaan niiden mukaisesti (Luttenberger ym., 2018; Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Jos lapsi ei täyty hänelle asetettuja odotuksia, hän voi kokea epäonnistuneensa, joka herättää kielteisiä tunteita ja se voi alkaa ahdistamaan.

Moni oppilas voi kokea, että opettaja tarkkailee ja arvostelee luokan edessä oppilaitaan (Anson, 2021). Yhtenä ahdistavana tekijänä koetaan olevan myös opettajan esittämät kysymykset matematiikan tunneilla ja pelko siitä, että joutuu itse vastaamaan (Anson, 2021). Osa oppilaista pelkää kysymysten lisäksi sitä, että joutuu itse taululle tekemään jonkun tehtävän tai kertomaan

tehtävän ratkaisun (Anson, 2021). Toisaalta osa oppilaista pelkää tuntemattomuutta eli sitä, että ei tarkalleen tiedä, mitä matematiikan tunnilla tapahtuu tai minkälaisiin tilanteisiin hän tunnin aikana tulee päätymään (Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022).

Yksi merkittävä matematiikka-ahdistusta aiheuttavista tekijöistä on aika ja kiireen tuntu esimerkiksi matematiikan tehtävissä tai kokeissa, jolloin ahdistus voi ilmetä hyvin paljon normaalia voimakkaampana (Huhtala & Laine, 2004; Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Kun oppilas tietää, että hänen tulisi olla valmis tehtävän tai kokeen kanssa tietyssä ajassa, se aiheuttaa ahdistusta ja paineita ja sellaisessa tilanteessa ajatus voi jopa lamaantua (Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Oppilas voi esimerkiksi kokea, että ei ehdi tekemään kaikkea ajoissa tai hänellä ei jää aikaa muuhun (Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Olisikin tärkeää antaa oppilaan tehdä tehtävät ja kokeet rauhassa ilman aikarajoituksia, sekä antaa esimerkiksi kotitehtäviä sopiva määrä, sillä sen avulla voidaan parhaimmillaan jopa ehkäistä matematiikka-ahdistuksen syntymistä ja sen voimistumista (Luttenberger ym., 2018; Mononen ym., 2017).

### 5.2.3 Perheen vaikutus

Myös vanhempien suhtautuminen matematiikkaan heijastuu suoraan lasten matematiikkakuvaan ja vanhempien negatiiviset ajatukset voivat altistaa matematiikka-ahdistukselle (Aarnos & Perkkilä, 2012; Hannula & Holm, 2018). Jos oppilaan vanhemmat pitävät matematiikkaa tärkeänä, on usein myös oppilaan matematiikkakuva ja matematiikkaan suhtautuminen myönteisempää (Mononen ym., 2017). Myös vanhempien matematiikka-ahdistuksella on vahva yhteys lastensa matematiikka-ahdistukseen (Foley ym., 2017; Mononen ym., 2017; Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Se ei kuitenkaan vaikuta yhtä merkittävästi, kuin opettajan matematiikka-ahdistus, sillä vanhempien matematiikka-ahdistus vaikuttaa lapseen lähinnä silloin, kun he auttavat lasta matematiikan tehtävien kanssa (Foley ym., 2017; Mononen ym., 2017). Vanhempien matematiikka-ahdistus voi näkyä esimerkiksi turhautumisena tai ärtymisenä, joka vaikuttaa myös lapsen tunteisiin ja toimintaan (Mononen ym., 2017).

Jo ennen, kuin lapsi aloittaa koulun, hänelle on usein muodostunut tietty kuva matematiikasta esimerkiksi vanhempien, isosisaruksien, kavereiden tai isovanhempien myötä (Harari ym., 2013; Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Jos lapselle läheiset ihmiset suhtautuvat matematiikkaan negatiivisesti ja ahdistuen, lapselle muodostuu kielteinen kuva matematiikasta ja hän ajattelee sen olevan jotain pelottavaa ja epämurkavaa jopa ennen, kuin hän on itse aloittanut matematiikan opiskelun (Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Tällainen negatiivinen puhe altistaa

lapsen matematiikka-ahdistukselle ja etenkin sille, että lapsella on negatiivinen käsitys matematiikasta jo ennen, kuin hän on itse sitä edes opiskellut (Harari ym., 2013).

#### 5.2.4 Kavereiden vaikutus

Moni on tottunut siihen, että koulussa vertaillaan itseä ja omia suorituksia muihin. Etenkin matematiikan tunneilla on helppo verrata itseään muihin ja yleensä juuri matematiikan tunneilla oppilaat kärsivät paljon vertailusta (Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Osa vertailee itseään myös esimerkiksi isosisaruksiin. Etenkin matematiikan tunneilla oppilaiden väliset taitotasot korostuvat ja se voi aiheuttaa ahdistusta varsinkin silloin, jos oppilas suoriutuu muita heikommin (Halinen ym., 2016; Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Erityisesti heikommat matematiikan oppijat saattavat kokea huonommuuden tunteita suurten taitoerojen takia, joka voi luoda paineita oppilaalle ja alkaa ahdistamaan (Bellon ym., 2021).

Osa oppilaista pelkää epäonnistuvansa omien luokkakavereidensa edessä eikä sen takia välttämättä edes yritä tosissaan esimerkiksi silloin, jos opettaja kysyy kysymyksen tai hänen täytyisi tehdä jokin tehtävä (Anson, 2021). Epäonnistumisen ja tyhmäksi leimaamisen pelko aiheuttaa myös sen, että oppilas ei välttämättä uskalla kysyä opettajalta apua (Anson, 2021). Sen seurauksena oppilas ei välttämättä ymmärrä opetettavaa asiaa sekä saa negatiivisia kokemuksia ja palautetta, joka heikentää minäkäsitystä ja lisää ahdistusta (Anson, 2021). Tämän seurauksena oppilaan osaamiseen jää aukkoja ja uusien asioiden oppiminen on haastavampaa (Anson, 2021). Myös muiden ihmisten reaktiot esimerkiksi epäonnistumiseen koetaan ahdistavana (Anson, 2021; Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Osa oppilaista päättää mieluummin irrottautua matematiikasta ja sen opiskelusta kokonaan, kuin ottaa sen riskin, että epäonnistuu esimerkiksi luokkakavereidensa edessä ja aiheuttaa opettajalle tai vanhemmille pettymyksen (Anson, 2021).

#### 5.2.5 Muita syitä

Matematiikan kumulatiivinen luonne, sen haastavuus ja monimutkaisuus on yksi syy sille, että matematiikka alkaa ahdistamaan (Huhtala & Laine, 2004; Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Monimutkaisempien ja haastavampien tehtävien kanssa koetaan enemmän ahdistusta, kuin yksinkertaisempia tehtäviä tehdessä, joka perustuu siihen, että monimutkaisempien tehtävien kohdalla aiemmin opittuja taitoja joutuu soveltamaan (Ashcraft ym., 2007; Mononen ym., 2017). Heikot matemaattiset taidot sekä matala työmuistin kapasiteetti voivat olla matematiikka-ah-

distusta laukaisevia tekijöitä (Ashcraft ym., 2007; Harari ym., 2013). Lapset, joiden matemaattiset taidot ovat heikompia ja joille matematiikka tuntuu vaikealta jo pienenä, kokevat todennäköisesti enemmän ahdistusta myöhemmin, kuin taitavammat lapset (Bellon ym., 2021; Foley ym., 2017; Hannula & Holm, 2018). Myös matematiikan oppimisvaikeudet lisäävät matematiikka-ahdistuksen riskiä (Aro & Nurmi, 2020; Koponen ym., 2020).

Etenkin pienillä oppilailla matematiikka-ahdistus voi johtua muustakin, kuin matematiikkaan liittyvistä tekijöistä (Sorvo ym., 2017; Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Jotkut lapset stressaavat tai jännittävät koulun alkua, eivätkä välttämättä tiedä, mitä odottaa koulusta (Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Lisäksi lapset voivat olla melko herkkiä uusille asioille, joita koulussa ilmenee eivätkä he välttämättä ole vielä oppineet tarvittavia keinoja haastavammista tilanteista selviämiseen (Sorvo ym., 2017; Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Tämä voi olla yksi syy sille, miksi useammassa tutkimuksessa pienempien koululaisten matematiikka-ahdistus on korkeammalla, kuin hieman myöhemmin (Sorvo ym., 2017; Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Lisäksi tätä voi selittää se, että ensiluokan alussa lasten matemaattinen taitotaso ei ole kovin korkealla ja lapset omaksuvat uusia tietoja eri tahtiin (Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Pienillä lapsilla matematiikka-ahdistus ilmenee etenkin negatiivisina tunteina ja huolena laskemiseen liittyen (Sorvo ym., 2017). Pienillä lapsilla huoli ja ahdistus ei liity niinkään lopputulokseen, vaan etenkin laskemistaitoon, toisin kuin vanhemmilla lapsilla (Harari ym., 2013).

### **5.3 Matematiikka-ahdistuksen seurauksia**

Matematiikka-ahdistus häiritsee lukujen käsittelyn taitoa sekä matemaattisten ongelmien ratkaisemista eri tavoin niin koulussa, kuin arkipäiväisissä tilanteissa (Ashcraft ym., 2007, Bellon ym., 2021). Yleensä matematiikka-ahdistuksen seuraukset näkyvät juuri koulussa tai matematiikan oppimistilanteissa ja etenkin silloin, kun henkilön ympärillä on muita ihmisiä (Ashcraft ym., 2007; Huhtala & Laine, 2004; Koponen ym., 2020). Tässä kappaleessa perehdytään keskeisimpiin matematiikka-ahdistuksen seurauksiin.

#### **5.3.1 Matematiikka-ahdistuksen vaikutus oppimiseen**

Matematiikka-ahdistus korreloi negatiivisesti sekä matematiikan oppimisen, että matematiikan oppimistuloksien kanssa ja johtaa alisuoriutumiseen (Ashcraft ym., 2007; Koponen ym., 2020; Mononen ym., 2017; Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Heikko opintomenestys ja alisuoriutuminen heikentää matemaattista minäkäsitystä, joka puolestaan lisää ahdistusta (Aro & Nurmi,



2020). Matematiikka-ahdistuksesta kärsivä oppilas ei yleensä opi kaikkia tarvittavia asioita, joka johtaa siihen, että hänellä on aukkoja pohjatiedoissa, kun opiskellaan seuraavia asioita ja sen myötä oppilas saa negatiivisia kokemuksia (Anson, 2021). Näin ollen oppilas ajautuu negatiiviseen ahdistuskierteeseen. Matematiikka-ahdistus aiheuttaa sen, että oppilas kiirehtii tai tekee huolimattomasti hänelle annetut tehtävät ja lopettaa opiskelun tai tehtävien tekemisen liian aikaisin, esimerkiksi yrittämättä kunnolla (Bellon ym., 2021). Matematiikka-ahdistus aiheuttaa myös sen, että oppilas tarkastaa tehtävänsä ja niiden vastaukset liiallisen monta kertaa varmistaakseen oikean lopputuloksen (Bellon ym., 2021).

Matematiikka-ahdistus kuormittaa runsaasti työmuistia ja heikentää muita kognitiivisia prosesseja sekä ongelmanratkaisukykyjä (Anson, 2021; Mononen ym., 2017; Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Sen seurauksena matematiikan oppimiselle ei jää niin paljoa tilaa, sillä osa aivojen resursseista menee siihen, että oppilas keskittyy liikaa tunteisiinsa, huolii ja ahdistuu epäonnistumisesta tai epäilee osaamistaan (Anson, 2021; Bellon ym., 2021; Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Matematiikka-ahdistuksesta kärsivän on myös vaikea löytää työmuististaan jo aiemmin oppimia tietoja ja taitoja (Anson, 2021). Myös virheitä sattuu helpommin ja työskentely on hitaampaa, sillä työmuistissa on häiriöitä (Ashcraft ym., 2007). Etenkin aikapaine rasittaa paljon työmuistia (Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022).

Matematiikka-ahdistus johtaa usein matemaattisten tilanteiden välttelemiseen, jonka seurauksena matematiikan oppimistulokset heikentyvät (Anson, 2021; Ashcraft ym., 2007; Huhtala & Laine, 2004; Mononen ym., 2017). Vältteleminen johtuu siitä, että matematiikka-ahdistus saa esimerkiksi motivaation ja työmuistin heikentymään sekä aiheuttaa aiemmin opittujen tietojen puutteellisuutta (Anson, 2021; Ashcraft ym., 2007; Szczygiel & Pieronkiewicz, 2022). Välttely näkyy esimerkiksi siten, että oppilas keksii muuta tekemistä matematiikan tehtävien sijaan, kuten piirtelee vihkoonsa, vaeltelee luokassa, unohtelee tavaroitaan tai myöhästelee oppitunneilta, ei pyydä apua tai välttelee katsekontaktia opettajan kanssa (Anson, 2021; Aro & Nurmi, 2020; Ashcraft ym., 2007). Välttelemisen seurauksena oppilas todennäköisesti suoriutuu matematiikassa heikommin, kuin hänen omat taitonsa todellisuudessa onkaan (Aro & Nurmi, 2020). Jatko-opiskeluvaiheessa matematiikka-ahdistuksesta kärsivä valitsee mahdollisimman vähän matematiikkaa esimerkiksi lukiossa ja voi perustaa ammatinvalintansakin sille, miten paljon alalla tarvitaan matematiikkaa (Hannula & Holm, 2018; Harari ym., 2013).

### 5.3.2 Matematiikka-ahdistuksen vaikutus minäkäsitykseen ja matematiikka-asenteisiin

Matematiikka-ahdistuksella on negatiivinen yhteys myös matemaattisen minäkäsitykseen sekä matematiikka-asenteisiin, eikä oppilas enää koe samanlaista iloa tai intoa matematiikan opiskelua kohtaan (Anson, 2021; Ashcraft ym., 2007; Harari ym., 2013; Szyzygiel & Pieronkiewicz, 2022). Myös oppilaan itsetunto heikkenee ja matematiikkaan suhtautuminen on kielteisempää (Anson, 2021; Bellon ym., 2021). Matematiikka-ahdistuksen seurauksena matematiikasta nauttiminen on vähäisempää ja matematiikkaa ei arvosteta eikä siitä pidetä (Harari ym., 2013). Matematiikka-ahdistus ja siitä seuraava negatiivinen matemaattinen minäkäsitys saa myös motivaation muuttumaan kielteisemmäksi ja sen seurauksena oppilas alkaa säätelemään omaa opiskeluaan (Bellon ym., 2021; Koponen ym., 2020). Matematiikka-ahdistus aiheuttaa myös sen, että oppilaan itsearviointikyky ja oman oppimisen arviointi heikentyvät (Bellon ym., 2021).

Matematiikka-ahdistus vaikuttaa negatiivisesti matematiikka-asenteisiin ja matematiikkakuvaan, mutta toisaalta negatiivinen matematiikka-asenne ja kielteinen matematiikkakuva aiheuttavat matematiikka-ahdistusta (Anson, 2021; Szyzygiel & Pieronkiewicz, 2022). Myös matematiikka-ahdistuksella ja matematiikan suorituksilla on samanlainen yhteys: vähäisen matematiikka-ahdistuksen seurauksena oppimistulokset ovat parempia ja korkea matematiikka-ahdistus johtaa heikkoihin oppimistuloksiin (Ashcraft ym., 2007; Koponen ym., 2020).

### 5.3.3 Muita seurauksia

Matematiikka-ahdistus ei ole pelkkä tunne, vaan se voi aiheuttaa myös erilaisia fyysisiä ja psyykkisiä reaktioita, sillä ihmisen keho ja aivot reagoivat matematiikka-ahdistukseen eri tavoin (Anson, 2021; Hannula & Holm, 2018). Matematiikka-ahdistus voi aiheuttaa fyysisiä kipureaktioita, esimerkiksi vatsakipua, sydämen tykytystä, hikoilua, pahoinvointia tai näkökyvyn häiriöitä (Anson, 2021; Hannula & Holm, 2018; Luttenberger ym., 2018). Fyysisten reaktioiden lisäksi matematiikka-ahdistus aiheuttaa erilaisia kognitiivisia reaktioita, kuten huolestuneisuutta, jännittyneitä ilmeitä tai eleitä, itkemistä sekä työmuistikapasiteetin heikkenemistä (Hannula & Holm, 2018; Harari ym., 2013).

## 6. Pohdinta

Matematiikka-ahdistus on kansainvälisesti hyvin yleinen ilmiö, joka voi vaikuttaa yksilön elämään koko hänen elämänsä ajan. Tässä tutkimuksessa pyrittiin kahden tutkimuskysymyksen avulla selvittämään matematiikka-ahdistuksen syitä ja seurauksia. Matematiikka-ahdistuksen taustalla voi olla monta eri tekijää, eikä kaikki ihmiset koe samoja tilanteita tai asioita yhtä ahdistavana. Matematiikka-ahdistusta aiheuttavia tekijöitä on esimerkiksi negatiiviset kokemukset, epäonnistumiset ja niiden pelko, ympäristössä vallitsevat stereotypiat ja odotukset sekä niistä aiheutuvat paineet, itsensä vertailu toisiin sekä erilaisista näyttötilanteista aiheutuva aikapaine. Matematiikka-ahdistus johtaa oppimistulosten heikentymisen lisäksi opiskelun välttelyyn, alisuoriutumiseen, minäkäsitysten heikkenemiseen sekä aiheuttaa esimerkiksi pahoinvointia. Matematiikka-ahdistusta ilmenee kaikenikäisillä ihmisillä eri tavoin.

Jokaisen opettajan, etenkin matematiikan opettajan, olisi hyvä tietää matematiikka-ahdistuksesta ja muista matematiikan oppimiseen vaikuttavista tekijöistä, jotta opettaja osaisi tukea oppilaitaan parhaalla mahdollisella tavalla ja parhaimmillaan ehkäistä erilaisia matematiikan oppimista hankaloittavien tekijöiden kehittymistä. Olisikin tärkeää tukea matematiikka-ahdistuksesta kärsivää oppilasta mahdollisimman varhaisessa vaiheessa heti, kun ongelma ilmenee, jotta ahdistus ei pääsisi voimistumaan ja siitä seuraavat ongelmat suurenemaan. Tässä pohdinnassa tuon esille ajatuksia erilaisista mahdollisista keinoista matematiikka-ahdistuksen välttämiseen.

### 6.1 Miten matematiikka-ahdistusta voisi ehkäistä?

Koululla ja etenkin oppilaan saamalla palautteella on merkittävän suuri vaikutus oppilaan minäkäsityksen muodostumiseen. Onkin hyvin merkittävää, minkälaista palautetta oppilas saa niin opettajalta, vanhemmilta, kavereilta ja muilta lähteisiltä ihmisiltä. Etenkin onnistumisen kokemukset ja niistä saatu myönteinen palaute vahvistavat minäkäsitystä ja kannustavat opiskelemaan lisää. Tehtäviin tai kokeisiin, etenkin epäonnistuneisiin, liittyvä palaute vaikuttaa hyvin paljon siihen, mihin suuntaan oppilaan itseluottamus ja minäkäsitys lähtee rakentumaan. Hyvä palaute on kannustavaa ja rakentavaa, jonka avulla oppilas saa realistista tietoa omasta oppimisestaan (Opetushallitus, 2016). Kaikenikäisten oppilaiden on hyvin tärkeää saada myönteistä ja kannustavaa palautetta sekä on tärkeä korostaa sitä, että onnistumiseen voi olla monia eri mahdollisuuksia, eikä vain yhtä oikeaa tapaa (Opetushallitus, 2016). Onnistumisten lisäksi opettajan on tärkeä muistuttaa ja pitää esillä epäonnistumisten ja virheiden mahdollisuus sekä luvallisuus ja niiden tärkeä vaikutus oppimiseen.

Monella oppilaalla voi olla sellainen käsitys, että epäonnistumiset ja virheet kertovat huonoudesta ja niitä tulisi hävetä. Onkin tärkeää normalisoida epäonnistumiset ja virheet niin koulussa, kuin kotonakin, sekä korostaa epäonnistumisten tärkeää vaikutusta oppimiseen. Oppilaiden on tärkeää huomata ja tietää, että epäonnistumisissa ei ole mitään väärää tai hävettävää. Opettajan olisi tärkeää tehdä kaikkensa jo ensimmäiseltä luokalta lähtien, jotta epäonnistumisiin ei suhtauduttaisi niin kielteisesti. Jos opettaja onnistuu luomaan oppilaidensa kanssa luokkaan sellaisen ilmapiirin, että epäonnistumiset ja virheet eivät haittaa ja että niiden kautta oppii, voitaisiinko matematiikka-ahdistuksen syntymistä ainakin tämän tekijän osalta estää? On tärkeää, että myös vanhemmat suhtautuvat esimerkiksi epäonnistuneeseen kokeeseen ymmärtäen ja syyttämättä. Moittimisen tai syyllistämisen kautta oppilaalle muodostuu helposti käsitys siitä, että hän ei ole täyttänyt odotuksia, hän on epäonnistunut pahasti tai aiheuttanut pettymyksen.

Oppilaiden tulisi saada rohkaisua ja kannustusta luottamaan itseensä ja omiin taitoihinsa sekä oppimisen ja oivaltamisen iloa yksin ja yhdessä (Opetushallitus, 2016). Mitä enemmän oppilas saa onnistumisia ja muita positiivisia kokemuksia koulussa, sitä myönteisemmin hän suhtautuu koulunkäyntiin ja sitä innokkaammin hän opiskelee, joka näkyy suoraan esimerkiksi oppimistuloksissa. Myönteiset kokemukset ja onnistumiset vahvistavat itseluottamusta ja minäkäsitystä, sekä lisäävät innostusta ja motivaatiota opiskelua kohtaan. Kannustava ja tukeva ilmapiiri rohkaisee yrittämään ja antaa tilaa myös epäonnistumisille. Jos epäonnistumisiin suhtaudutaan kielteisesti tai sitä pidetään esimerkiksi nolona, oppilaat alkavat pelkäämään epäonnistumista ja se voi pahimmillaan vaikuttaa myös koko koulunkäyntiin negatiivisesti. Jos yksi oppiaine ahdistaa, se voi helposti johtaa myös siihen, että koko koulu alkaa ahdistamaan.

Matematiikan oppimisvaikeudet lisäävät matematiikka-ahdistuksen riskiä, sillä ne tekevät matematiikan oppimisesta haastavampaa, eikä onnistumisen kokemuksia välttämättä saa yhtä paljon. Matematiikka ilmenee hankalana oppiaineena ja konkreettinen osaamisen näyttäminen ja positiivinen palaute voi jäädä vähemmälle, jos oppiminen on vaikeaa. Tämä voi altistaa sille, että oppilas suhtautuu yhä kielteisemmin matematiikkaan, ja voi pikkuhiljaa kehittyä ahdistukseksi. Oppilas, joka kärsii oppimisvaikeuksista tai muista oppimiseen liittyvistä haasteista, on hänen saatava tarvitsemaansa tukea ja hänelle on tarjottava onnistumisen kokemuksia haasteista huolimatta (Opetushallitus, 2016). Onnistumisen kokemukset ovat merkittävässä osassa minäkäsityksen muodostumisesta, jonka takia positiivisten kokemusten saaminen on hyvin tärkeää oppimisvaikeuksista riippumatta. Olisi tärkeä puuttua oppimisen haasteisiin, niin oppimisvaikeuksiin, mutta myös esimerkiksi asenne- ja motivaatio-ongelmiin, mahdollisimman varhai-

sessä vaiheessa, kun asioista ei vielä ole kasautunut niin isoa ongelmaa. Matematiikan oppimisen haasteista kärsivää oppilasta tulisi tukea mahdollisimman aikaisin, jonka myötä jatkuvaa negatiivisten kokemusten saamista voidaan ehkäistä ja luoda enemmän onnistumisenkokemuksia. Myös kielteiseen matematiikka-asenteeseen ja matemaattiseen minäkäsitykseen tulisi saada tukea hyvissä ajoin, jonka avulla matematiikka-ahdistuksen kehittymistä voitaisiin jopa estää.

Voisiko matematiikka-ahdistuksen jopa luokitella matemaattiseksi oppimisvaikeudeksi, sillä se hankaloittaa matemaattisten taitojen oppimista, ymmärtämistä sekä hallitsemista. Toisaalta matematiikan oppimisvaikeudet ilmenevät opetuksesta ja harjoittelusta huolimatta, kun taas matematiikka-ahdistuksesta aiheutuvat vaikeudet johtuvat ainakin osin harjoittelun puutteesta ja opiskelun välttelmisestä. Matematiikka-ahdistus ei välttämättä kuitenkaan toteuttaisi matematiikan oppimisvaikeuksien määritelmää, mutta selvää on, että matematiikka-ahdistus voidaan ainakin määritellä oppimista vaikeuttavaksi tekijäksi.

Osa oppilaista kokee suurta ahdistusta erilaisista näyttötilanteista, kuten matematiikan kokeista tai kotitehtävistä. Se voi aiheuttaa esimerkiksi alisuoriutumista tai opiskelun välttelyä, joka näkyy oppimistuloksissa todellisuutta heikompana. Jokaisen oppilaan kohdalla tulisi huomioida erityistarpeet, kuten oppimisvaikeudet tai muut haasteet, jotta oppilas voi näyttää todellisen osaamisensa vaikeuksista tai muista oppimiseen liittyvistä haasteista huolimatta (Opetushallitus, 2016). Olisi siis hyvin tärkeää järjestää esimerkiksi matematiikan koetilanteet siten, että oppilaalle ei tulisi kiireen tuntua tai aikapainetta, vaan hän saisi tehdä hänelle annetut tehtävät rauhassa ja käyttää siihen tarvitsemansa ajan. Myös kotitehtävien määrää olisi hyvä miettiä: kotitehtävien tekemiseen ei tulisi joutua käyttämään liikaa aikaa. Kotitehtäviä, kuten myös kokeita, voi eriyttää sekä ylös-, että alaspäin eikä jokaiselle oppilaalle ole välttämättä pakko antaa samoja kotitehtäviä. Myös se voisi lisätä motivaatiota, että oppilaat saisivat matematiikan tunteilla valita itse, mitä tehtäviä tekee. Jos oppilas joutuu tekemään vain perustehtäviä, eikä ikinä pääse mielenkiintoisempiin, soveltaviin- tai ”lisätehtäviin”, voi hänen motivaationsa ja mielenkiintonsa laskea hyvinkin nopeasti ja matematiikka alkaa tuntumaan tylsältä tai epämukavalta.

Perusopetuksen opetussuunnitelmassa (2016) mainitaan joustavan perusopetuksen mahdollisuudesta, joka on tarkoitettu yläkoulun oppilaille, joiden motivaatio on heikko, jotka alisuoriutuvat ja ovat vaarassa syrjäytyä jatkokoulutuksesta tai työelämästä. Joustavan perusopetuksen tarkoituksena on tukea oppilasta motivaation ja opiskeluvalmiuksien parantamisessa sekä tukea jatko-opintoihin liittyvissä asioissa. Joustava perusopetus tarttuu yksittäisen oppilaan tilanteeseen ja opetus suunnitellaan vastaamaan oppilaan tarpeisiin (Opetushallitus, 2016). Vaikeasta

ja pitkäaikaisesta matematiikka-ahdistuksesta kärsivä oppilas voisi hyötyä joustavasta perusopetuksesta, sillä parhaimmillaan joustavan perusopetuksen avulla oppilaan minäkäsitystä voidaan parantaa ja hänen opiskeluintonsa sekä motivaationsa palauttaa.

## 6.2 Luotettavuuden arviointia

Tutkimusta tehdessä olen pyrkinyt olemaan mahdollisimman tarkka ja noudattamaan hyvää tieteellistä käytäntöä. Olen pyrkinyt olemaan mahdollisimman huolellinen ja objektiivinen sekä kunnioittamaan muiden tutkijoiden työtä käyttäen asianmukaisia viitteitä. Koska tutkimus on tehty valmiiden aineistojen ja aiempien tutkimusten perusteella, tutkimuksessa käytetyillä lähteillä on suuri vaikutus tutkimuksen luotettavuuteen. Tutkimuksessa käytetyt lähteet onkin valittu pääasiassa luotettavuuden perusteella, joten tutkimuksen aineistot ovat vertaisarvioituja. Matematiikka-ahdistuksesta löytyy paljon kansainvälistä aineistoa, jonka takia tähän tutkimukseen valitut aineistot ovat mahdollisimman tuoreita. Sillä on pyritty varmistamaan luotettavuuden lisäksi se, että matematiikka-ahdistuksesta saataisiin mahdollisimman ajankohtaista tietoa. Kyseiset tutkimukset on myös toteutettu melko suurilla otoskoilla, joka lisää luotettavuutta. Tutkimuksia ja niiden tuloksia on myös vertailtu keskenään luotettavuuden varmistamiseksi. Tutkimuksessa on kuitenkin käytetty joitakin vanhempia lähteitä, joten niistä saatu tieto voi olla osin vanhentunutta. Matematiikka-ahdistusta koskevat tutkimukset on kuitenkin pyritty valitsemaan siten, että tieto olisi mahdollisimman ajankohtaista.

## Lähteet

- Aarnos, E., & Perkkilä, P. (2012). Early Signs of Mathematics Anxiety? *Procedia, social and behavioral sciences*, 46, 1495–1499. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.328>
- Anson, K. (2021). Recognising mathematics anxiety to reduce disengagement in mathematics classrooms. *Australian Mathematics Education Journal*, 3(2), 12–16. <https://doi.org/10.3316/INFORMIT.135139272972042>
- Aro, T. & Nurmi, J.-E. (2020). Motivaatio, tunteet ja oppiminen. Teoksessa T. Ahonen, M. Aro, T. Aro, M.-K. Lerkkanen & T. Siiskonen (toim.), *Oppimisen vaikeudet* (2. p.), 128–147. Niilo Mäki Instituutti.
- Ashcraft, M. H., Krause, J. A. & Hopko, D. R. (2007). Is Math Anxiety a Mathematical Learning Disability? Teoksessa D. B. Berch & M. M. M. Mazzocco, *Why Is Math So Hard for Some Children? The Nature and Origins of Mathematical Learning Difficulties and Disabilities*, 329–348. Paul H. Brookes Publishing Co.
- Bellon, E., Fias, W., & De Smedt, B. (2021). Too anxious to be confident? A panel longitudinal study into the interplay of mathematics anxiety and metacognitive monitoring in arithmetic achievement. *Journal of educational psychology*, 113(8), 1550–1564. <https://doi.org/10.1037/edu0000704>
- Dingman, S. W. (2019). *The language of mathematics education: An expanded glossary of key terms and concepts in mathematics teaching and learning*. Brill | Sense. <https://doi.org/10.1163/9789004412651>
- Eskola, J. & Suoranta, J. (1998). *Johdatus laadulliseen tutkimukseen*. Vastapaino.
- Foley, A. E., Herts, J. B., Borgonovi, F., Guerriero, S., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2017). The Math Anxiety-Performance Link: A Global Phenomenon. *Current directions in psychological science : a journal of the American Psychological Society*, 26(1), 52–58. <https://doi.org/10.1177/0963721416672463>
- Halinen, I., Hotulainen, R., Kauppinen, E., Nilivaara, P., Raami, A., & Vainikainen, M. (2016). *Ajattelun taidot ja oppiminen*. PS-Kustannus.
- Hannula, M. & Holm, M. (2018). Oppilaan matematiikkakuva oppimistuloksena ja oppimisen taustatekijänä. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg & P. Räsänen (toim.), *Matematiikan opetus ja oppiminen* (2. uud. p.), 132–154. Niilo Mäki Instituutti.
- 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/10.1080/00220973.2012.7278>

- Huhtala, S. & Laine, A. (2004). ”Matikka ei ole mun juttu” – Matematiikkavaikeuksien syntyminen ja niihin vaikuttaminen. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.), *Matematiikka – näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen* (2. uud. p.), 320–346. Niilo Mäki Instituutti.
- Koivuhovi, S., Vainikainen, M., & Kalalahti, M. (2021). Oppilaiden matemaattisten ajattelutaitojen ja matemaattisen minäkäsityksen kehitys painotetun opetuksen ja yleisopetuksen luokilla neljänneltä luokalta kuudennelle. *Kasvatus*, 52(1), 22–36. <https://doi.org/10.33348/kvt.107962>
- Koponen, T., Salminen, J. & Sorvo, R. (2020). Matematiikan perustaitojen oppimisvaikeudet. Teoksessa T. Ahonen, M. Aro, T. Aro, M.-K. Lerkkanen & T. Siiskonen (toim.), *Oppimisen vaikeudet* (2. p.), 324–349. Niilo Mäki Instituutti.
- Korhonen, J., Hakkarainen, A., Holopainen, L., Linnanmäki, K., Savolainen, H. & Taipale, A. (2018). Matematiikan vaikeudet ja nuorten koulutuspolut. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg & P. Räsänen (toim.), *Matematiikan opetus ja oppiminen* (2. uud. p.), 258–275. Niilo Mäki Instituutti.
- Kupari, P. & Hiltunen, J. (2018). Matemaattiset taidot kansainvälisten arviointitutkimusten valossa. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg & P. Räsänen (toim.), *Matematiikan opetus ja oppiminen* (2. uud. p.), 16–52. Niilo Mäki Instituutti.
- Kyttälä, M. & Kanerva, K. (2018). Työmuisti ja matemaattiset taidot. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg & P. Räsänen (toim.), *Matematiikan opetus ja oppiminen* (2. uud. p.), 220–239. Niilo Mäki Instituutti.
- Linnanmäki, K. (2004). Minäkäsitys ja matematiikan oppiminen. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.), *Matematiikka – näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen* (2. uud. p.), 241–254. Niilo Mäki Instituutti.
- 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>
- Mononen, R., Aunio, P., Väisänen, E., Korhonen, J. & Tapola, A. (2017). *Matemaattiset oppimisvaikeudet*. PS-kustannus.
- Opetushallitus. (2016). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014* (4. p.). Määräykset ja ohjeet 2014:96. Haettu osoitteesta [https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen\\_opetussuunnitelman\\_perusteet\\_2014.pdf](https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf)



- Räsänen, P. & Ahonen, T. (2004). Oppimisvaikeudet matematiikassa – neuropsykologinen näkökulma. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.), *Matematiikka – näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen* (2. uud. p.), 274–300. Niilo Mäki Instituutti.
- Saarinen, A. (2011). *Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin*. Vaasan yliopisto.
- Szczygiel, M., & Pieronkiewicz, B. (2022). Exploring the nature of math anxiety in young children: Intensity, prevalence, reasons. *Mathematical thinking and learning*, 24(3), 248–266. <https://doi.org/10.1080/10986065.2021.1882363>
- 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 education psychology*, 87(3), 309–327. <https://doi.org/10.1111/bjep.12151>
- Terveyskirjasto. (30.11.2018). Määräkohteinen pelko (fobia). Haettu 17.3.2023 osoitteesta <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00394>
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. (2012). *Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa*. Haettu 20.1.2023 osoitteesta [https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK\\_ohje\\_2012.pdf](https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf)