

OPETTAJAN KEINOT PUUTTUA
MATEMATIIKKA-AHDISTUKSEEN

Hanna Lammasniemi

Pro gradu –tutkielma

Joulukuu 2019

MATEMATIIKAN JA TILASTOTIETEEN LAITOS
TURUN YLIOPISTO

*Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu
Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.*

TURUN YLIOPISTO
Matematiikan ja tilastotieteen laitos

LAMMASNIEMI, HANNA
Pro gradu -tutkielma, 36 sivua,
Matematiikka
Joulukuu 2019

Matematiikka-ahdistus määritellään negatiivisina tunteina ja epämukavana tilana, joka häiritsee matemaattisten ongelmien ratkaisemista. Matematiikka-ahdistus ilmenee oppilaalla usein matematiikan välttelemisenä ja heikkoina matemaattisina taitoina. Koulussa matematiikan luokka itsessään saattaa herättää oppilaassa ahdistuksen tunteen. Matematiikan välttely ja osaamattomuus voivat seurata oppilaan valintoja jatko-opinnoissa, joten matematiikan opetuksessa on tärkeä puuttua oppilaassa ilmenevään matematiikka-ahdistukseen hyvissä ajoin.

Tässä tutkielmassa esitellään kirjallisuudessa esille tulleita keinoja, joilla opettaja pystyy puuttumaan oppilaan matematiikka-ahdistukseen. Lisäksi perehdytään siihen, miten opettaja voi vaikuttaa oppilaan matematiikka-ahdistuksen kehittymiseen. Tutkielma on tyypiltään kirjallisuuskatsaus.

Tutkielman perusteella matematiikka-ahdistusta lieventäviä keinoja matematiikan opetuksessa ovat oppilaan riittävien matemaattisten perustaitojen takaaminen, monipuolisten opetus- ja arviointitapojen käyttö, yhteistoiminnallisen oppimisen hyödyntäminen sekä myönteisen ja kannustavan oppimisympäristön luominen oppilaille. Oppilas voi yrittää päästä eroon ahdistuksestaan kirjoittamalla matematiikka-ahdistuksen tuomista negatiivisista tunteista. Opettaja voi puuttua oppilaan matematiikka-ahdistuksen kehittymiseen korostamalla matematiikan opetuksessa ymmärrystä ja matemaattisia perustaitoja sekä käyttämällä oppilaslähtöistä opetustapaa.

Koska matematiikka-ahdistuksella on suuri vaikutus oppilaan matematiikan opiskeluun, olisi opettajien syytä tiedostaa keinot, joilla matematiikka-ahdistusta voidaan ehkäistä ja lieventää. Matematiikka-ahdistusta ehkäisevät ja vähentävät keinot saattavat parantaa monen oppilaan matematiikan oppimista koulussa.

Avainsanat: matematiikka-ahdistus, matematiikan opetus, opettajan keinot

Sisällys

1 Johdanto	1
2 Matematiikka-ahdistus	4
2.1 Matematiikka-ahdistuksen kehittyminen.....	5
2.2 Vaikutukset matemaattiseen suorituskyykyyn	7
2.3 Yhteys työmuistiin	9
2.4 Todentaminen.....	10
3 Käsitukset ja uskomukset matematiikasta	12
3.1 Suhtautuminen matematiikkaan	13
3.2 Opettajan asenteet ja käsitykset.....	13
4 Negatiivisista ajatuksista luopuminen	17
4.1 Kasvun ajattelutapa	17
4.2 Oppilaan itseluottamuksen kasvattaminen	18
4.3 Strawdermanin positiivinen kierre	20
4.4 Konstruktivistinen oppiminen	21
5. Matematiikka-ahdistuksen vähentäminen matematiikan opetuksessa.....	23
5.1 Riittävät perustaidot matematiikassa.....	24
5.2 Matematiikan liittäminen reaalielämään	25
5.3 Yhteistoiminnallinen oppiminen	27

5.4 Monipuolinen arviointikulttuuri opetuksessa	27
5.5 Virheitä salliva oppimisympäristö.....	28
5.6 Kokeeseen valmistautuminen.....	30
6 Johtopäätökset	31
Lähteet.....	34

1 Johdanto

Tutkijoiden kiinnostus matematiikka-ahdistukseen käynnistyi toden teolla 1950-luvulla, kun aiheesta julkaistiin kaksi tieteellistä tutkimusraporttia. Ensimmäinen raportti ilmestyi vuonna 1954, kun opettaja Gough havaitsi oppilaillaan tunneperäisiä vaikeuksia matematiikassa. Vuonna 1957 tutkijat Dreger ja Aiken julkaisivat artikkelin numeroihin liittyvästä ahdistuksesta. He ennustivat artikkelissaan, että matematiikka-ahdistus tulisi eroamaan yleisestä ahdistuksesta ja että matematiikka-ahdistusta ei voitaisi liittää yleiseen älykkyyteen. (Ashcraft & Moore, 2009). Nämä ennusteet ovat myöhemmissä tutkimuksissa todettu paikkansapitäviksi (Hembree, 1990). Matematiikka-ahdistuksen tutkimisen saralla koettiin merkittävä saavutus vuonna 1972, kun Richardson ja Suinn kehittivät mittarin, jolla matematiikka-ahdistus voidaan objektiivisesti todentaa (Richardson & Suinn, 1972).

Nykyisin matematiikka-ahdistus voidaan määritellä kielteisinä tunteina ja epämukavana tilana, joka häiritsee matemaattisten ongelmien ratkaisemista (Blazer, 2011). Matematiikka-ahdistus ilmenee eri tavoin eri henkilöillä. Se voi näyttäytyä vähäisenä turhautumisena tai ylivoimaisena tunnehäiriönä matematiikkaa kohtaan (Ashcraft & Moore, 2009). Matematiikka-ahdistus ei rajoitu vain tiettyyn vähemmistöön tai yhteen valtioon. Kansainväliset lukiovertailut ovat osoittaneet, että jokaisessa maassa on oppilaita, jotka ovat ahdistuneita matematiikasta. (Beilock & Willingham, 2014). On arvioitu, että 93% amerikkalaisista kärsii matematiikka-ahdistuksesta jossakin määrin (Blazer, 2011). Jos katsanto kohdistuu pelkästään oppilaisiin, useimmat oppilaat Yhdysvalloissa kertovat, että heillä on ainakin yksi kielteinen kokemus matematiikasta jossakin kohtaa elämäänsä (Beilock & Willingham, 2014). Suomessa matematiikka-ahdistuksen esiintyvyyttä on tutkittu melko vähän, mutta matematiikka-ahdistuksen on todettu olevan vähäistä peruskoulun 9. luokkalaisilla (Lee, 2009).

Matematiikka-ahdistusta voi esiintyä missä tahansa vaiheessa opiskelua, mutta ahdistuminen saattaa kehittyä jo melko varhaisessa vaiheessa ihmisen elämää (Cargnelutti; Passolunghi; & Pellizzoni, 2019). Lapsi saa ensikosketuksen matematiikan loogisuuteen, täsmällisyyteen ja ongelmanratkaisuun jo alakoulussa. Opetussuunnitelmassa jo vuosiluokista 1-2 lähtien opetuksen tavoitteena on tukea ja vahvistaa oppilaan kiinnostusta matematiikka kohtaan sekä myönteistä minäkuvaa ja itseluottamusta matematiikan oppijana (Opetushallitus, 2014). Matematiikan kumulatiivisen luonteen vuoksi matematiikkaa opetetaan systemaattisesti (Opetushallitus, 2014). Oppilaalle on tärkeää luoda riittävät matemaattiset taidot jo hyvin varhain, jotta uuden oppiminen on mahdollista. Mikäli lapsi kokee ahdistusta jo näin varhaisessa vaiheessa koulutaivalta,

voi ahdistus vaikeuttaa matematiikan opiskelua ja jättää varjon lapsen matematiikkakuvaan pitkäksi aikaa, jopa aikuisuuteen asti.

Koska matematiikka-ahdistus voi vaikuttaa merkittävästi lapsen menestymiseen koulussa ja sitä kautta myös uravalintoihin, on tärkeää pohtia keinoja, joilla opettaja voi oppilaan matematiikka-ahdistusta lieventää. Valitsin aiheen, sillä opettajien tulee tunnistaa kyseinen ilmiö, jotta he voivat puuttua siihen tarvittavilla toimenpiteillä. Tämän pro gradu –tutkielman tarkoituksena onkin etsiä ratkaisukeinoja, joilla opettaja voi puuttua hyvissä ajoin oppilaidensa matematiikka-ahdistukseen. Tutkimuskysymykset muotoituivat seuraaviksi:

- Millä keinoilla opettaja pystyy puuttumaan oppilaan matematiikka-ahdistukseen matematiikan opetuksessa?
- Miten opettaja voi vaikuttaa oppilaan matematiikka-ahdistuksen kehittymiseen ennaltaehkäisevästi?

Tässä tutkielmassa esittelen lyhyesti matematiikka-ahdistusta ilmiönä, sen vaikutuksia oppimiseen ja miten se todennetaan. En paneudu matematiikka-ahdistuksen kehittymiseen johtaviin syihin, mutta kerron asioista, jotka vaikuttavat matematiikka-ahdistuksen kehittymiseen. En myöskään syvenny aikuisten kokemaan matematiikka-ahdistukseen. Tutkielman pääpaino on keinoissa, joilla matematiikka-ahdistukseen voidaan puuttua matematiikan opetuksessa. Kerron myös opettajan merkityksestä matematiikka-ahdistuksen kehittymisessä ja esittelen keinoja, joilla opettaja voi puuttua oppilaan matematiikka-ahdistuksen kehittymiseen. Rajasin aiheen myös siten, että kerron vain oppilaiden kokemasta matematiikka-ahdistuksesta, en opettajien.

Tutkielma on tyypiltään kirjallisuuskatsaus, jossa esittelen kirjallisuudessa esille tulleita keinoja vähentää matematiikka-ahdistusta. Käytin aineistonkeruussa kasvatustieteellistä tietokantaa ERIC ja hakukonetta Google Scholar. Keräsin aineistoa hakusanoilla ”math* anxiety”, ”fear of math*” ja ”math* phobia”. Käytin sanan ”math” perässä asteriskia, jolloin hakutuloksessa esiintyi kaikki ”math”-alkuiset sanat, kuten ”math” tai ”mathematics”. Rajasin hakutuloksia hakusanoilla ”strategies”, ”reduce”, ”minimize” ja ”prevent”, sillä tavoitteeni oli löytää keinoja vähentää, lieventää tai ehkäistä matematiikka-ahdistusta matematiikan opetuksessa. Rajasin pois artikkelit, jotka käsitelivät opettajien kokemaa matematiikka-ahdistusta. Lisäksi löysin muutamia artikkeleita jo löytämieni lähteiden kirjallisuusviitteistä. Valitsin tutkielmaan pääasiassa artikkeleita, joissa tutkittiin matematiikka-ahdistuksen ja siihen liittyvien tekijöiden vaikutusta toisiinsa sekä artikkeleita, joissa oli tutkimukseen perustuvia toimintasuosituksia matematiikka-ahdistuksen vähentämiseksi.

Tutkielma alkaa matematiikka-ahdistuksen määrittelynä luvussa 2. Luvussa 2 kerrotaan myös lyhyesti, milloin matematiikka-ahdistus kehittyy, mitkä asiat vaikuttavat sen kehittymiseen ja miten matematiikka-ahdistus vaikuttaa matemaattiseen suorituskyykyyn ja työmuistiin. Lisäksi esitellään matematiikka-ahdistuksen todentamiskeinoja. Luvussa 3 puhutaan erilaisista käsityksistä ja uskomuksista, joita oppilaalla, oppilaan vanhemmilla ja opettajalla voi matematiikasta olla. Luvussa 4 tarkastellaan opettajan keinoja muuttaa oppilaan asennetta matematiikkaa kohtaan aiempaa myönteisemmäksi ja kasvattaa oppilaan itseluottamusta matematiikan oppijana. Lisäksi kerrotaan konstruktivisesta oppimisesta, joka voi ennaltaehkäistä matematiikka-ahdistuksen syntymistä. Luvussa 5 esitellään keinoja, joilla opettaja voi vähentää matematiikka-ahdistusta matematiikan opetuksessa. Näitä keinoja ovat matematiikan perustaitojen takaaminen, matematiikan konkretisoiminen, yhteistoiminnallisen oppimisen käyttö opetuksessa, monipuolinen arvioiminen, virheiden salliminen ja kokeeseen valmistautuminen. Tutkielma päättyy tutkimustuloksista saatuihin johtopäätöksiin, jotka löytyvät luvusta 6.

2 Matematiikka-ahdistus

Nyky-yhteiskunnassa matemaattiset taidot nähdään tärkeinä ja jopa välttämättöminä, jotta ihminen pärjää työelämässä ja arkielämässä. Siksi Suomessa matematiikkaa opiskellaan jokaisella luokka-asteella. Matematiikkaa tarvitaan monella alalla, ja sen osaamista painotetaan monelle alalle hakeuduttaessa. Arjessa matematiikkaan ja numeroihin törmää esimerkiksi laskuja maksaessa ja kaupan alennushinnoissa. Joillekin tällaiset tavalliset päivän askareet saattavat kuitenkin aiheuttaa hermostumista ja nostaa hien pintaan. Siksi on tärkeää, että matematiikka-ahdistuksen olemassaolo tiedostetaan ja että siihen osataan puuttua tarkoituksenmukaisesti jo koulussa.

Matematiikka-ahdistus (engl. math anxiety tai mathematics anxiety) määritellään henkilön negatiivisena tunnereaktiona matematiikkaa kohtaan (Ashcraft, 2002). Richardson ja Suinn (1972) kuvaavat sitä jännityksen, ahdistuksen ja pelon tunteeksi, joka häiritsee numeroiden käsittelyä ja matemaattisten ongelmien ratkaisemista. Matematiikka-ahdistusta voi esiintyä niin arkielämässä kuin akateemisissa asiayhteyksissä. Arkielämässä matematiikasta ahdistunut henkilö saattaa olla ahdistunut vaikkapa rahan käsittelystä (Richardson & Suinn, 1972). Matematiikka-ahdistus saattaa estää oppilaan läpikäymisen matematiikan peruskursseilta tai oppilasta jatkamasta matematiikan tai luonnontieteiden syventäville kursseille (Hembree, 1990). Tobiaksen (1993) mukaan matematiikka-ahdistus on opittu tunneperäinen reaktio tilanteisiin, joissa henkilö

- osallistuu matematiikan oppitunnille,
- kuuntelee matematiikan opetusta,
- työskentelee matemaattisen ongelman parissa tai
- keskustele matematiikasta.

Koulussa matematiikan luokka itsessään saattaa herättää oppilaassa ahdistuksen tunteen. Matematiikka-ahdistukseen taipuvaisen oppilaan ahdistus herää kuitenkin viimeistään siinä vaiheessa, kun oppilasta pyydetään matematiikan oppitunnilla vastaamaan johonkin kysymykseen tai ratkaisemaan jokin matemaattinen ongelma. (Ashcraft & Moore, 2009). Ashcraftin ja Mooren (2009) tutkimuksen mukaan joka kerta, kun matematiikka-ahdistuksesta kärsivää henkilöä pyydettiin suorittamaan matematiikkaa aikapaineessa, henkilön matematiikka-ahdistus heräsi ja aiheutti merkittävän suorituskyvyn laskun (engl. affective drop). Matematiikka-ahdistuksen on todettu olevan luonteeltaan enemmänkin opittua käyttäytymistä kuin kognitiivista (Hembree, 1990). Jos henkilö tiedostaa matematiikka-ahdistuksensa, hänen ahdistuksensa on

luonteeltaan kognitiivista (Hembree, 1990). Matematiikka-ahdistus voi näkyä fyysisinä oireina, kuten kiihtyneenä sydämen sykkeenä, hikoiluna, pahoinvointina ja kipuna (Blazer, 2011).

Seuraavaksi käsitellään matematiikka-ahdistuksen kehittymistä ja siihen vaikuttavia tekijöitä.

2.1 Matematiikka-ahdistuksen kehittyminen

Joillakin oppilailla on korkeampi alttius kokea julkista häpeää, joka saattaa yhdistyä matematiikka-ahdistukseen. Useat yliopisto-opiskelijat kertovat tilanteista, joissa he ovat joutuneet kosketuksiin häpeän tunteen kanssa. Usein tilanne, jossa opiskelija kirjoittaa luokan liitutaululle vaikeaa matematiikan tehtävää opettajan ja muiden opiskelijoiden katsoessa, saa hänet tuntemaan julkista häpeää. (Ashcraft & Moore, 2009). Tilanne voi olla tuttu kenelle tahansa, mutta tämä ei vielä tarkoita sitä, että se johtaisi matematiikka-ahdistuksen kehittymiseen.

Lapsen ensimmäiset vuodet alakoulussa ovat merkityksellisiä matematiikan perustaitojen oppimiseksi (Beilock & Maloney, 2012). Tutkijoilla on silti epäselvyyttä siitä, missä iässä matematiikka-ahdistus kehittyy. Osa tutkijoista on sitä mieltä, että vasta alakoulun neljännellä tai viidennellä luokalla lapsi voi osoittaa merkkejä pelosta matematiikkaa kohtaan ja vasta yläkoulussa matematiikka-ahdistus voidaan todentaa (Ashcraft & Moore, 2009). Viimeaikaiset tutkimukset kuitenkin osoittavat, että lapsi voi osoittaa matematiikka-ahdistuksen merkkejä jo alakoulun ensimmäisellä luokalla. Näin varhaisessa vaiheessa havaittava ahdistus liittyy usein aivojen hermotoiminnan erilaiseen käyttäytymiseen alueilla, jotka liittyvät negatiiviisiin tunteisiin ja laskutehtäviin. Tällöin matematiikka-ahdistuneet lapset osoittavat hyperaktiivista käytöstä laskiessaan matematiikan laskuja. (Beilock & Maloney, 2012). Alakouluikäisellä lapsella havaittu matematiikka-ahdistus saattaa olla vain opittua käytöstä, johon vanhempien asenteet vaikuttavat voimakkaasti. Oppilaan suhtautuminen matematiikkaan saattaa vielä muuttua, kun lapsi kasvaa.

Matematiikka-ahdistus on monitahoinen ilmiö, johon vaikuttavat kognitiiviset ja biologiset tekijät, kulttuurilliset stereotypiat sekä ympäristö (Mitchell, 2018). Matematiikka-ahdistuksen on havaittu olevan yhteydessä ihmisen spatiaaliseen kykyyn (Beilock & Maloney, 2012). Spatiaalinen kyky eli avaruudellinen hahmotuskyky tarkoittaa kykyä muuttaa symbolista tietoa ja havaita tilasuhteita kappaleiden välillä ja avaruudessa (Mitchell, 2018). Matematiikka-ahdistunut henkilö saattaa ahdistua erityisesti tehtävissä, jotka sisältävät lukukäsitteen ymmärtämistä ja spatiaalista hahmotuskykyä. Tällaiset tehtävät ovat usein matematiikassa perustehtäviä. Jos henkilöllä on vaikeuksia tämänkaltaisissa perustehtävissä, hänelle todennäköisesti kehittyy matematiikka-ahdistus. (Beilock & Maloney, 2012). Henkilön biologinen taipumus saattaa olla

myös edistävä tekijä matematiikka-ahdistuksen kehittymiselle (Mitchell, 2018). Biologisia tekijöitä matematiikka-ahdistuksen kehittymisessä ovat erilaiset käyttäytymiseen liittyvät tekijät, kuten alhainen itsetunto, kyvyttömyys käsitellä turhautumista, minäpystyvyys ja ujous (Blazer, 2011).

Kulttuurillisilla stereotyyppioilla tarkoitetaan kulttuurissa vallitsevia stereotyyppioita, jotka voivat liittyä esimerkiksi sukupuoleen ja matematiikkaan (Mitchell, 2018). Eräs keskeinen sukupuolistereotyyppiä on, että pojat ovat hyviä matematiikassa ja tytöt ovat hyviä lukemaan (Beilock & Maloney, 2012). Beilock ja kumppanit havaitsivat, että opettaja saattaa välittää omia negatiivisia asenteita ja uskomuksia oppilailleen. Uskomuksia käsitellään tarkemmin luvussa 3. Luokahuoneen ilmapiiri vaikuttaa myös keskeisesti ahdistuksen kokemiseen. Opettaja, muut luokan oppilaat sekä myös vanhemmat ovat sosiaalisia tekijöitä, jotka voivat edistää yksilön matematiikka-ahdistuksen kehittymistä (Mitchell, 2018). Ympäristötekijöitä ovat myös muun muassa huonosti kirjoitetut matematiikan oppikirjat, tehottomat opetusmenetelmät ja aikapaineissa tehtävät testit (Blazer, 2011).

Sukupuolen tiedetään vaikuttavan matematiikka-ahdistukselle altistumiseen (Hembree, 1990). Tyttöillä havaitaan matematiikka-ahdistusta poikia enemmän ja heillä mitataan yleensä korkeampia tasoja matematiikka-ahdistusta kuin pojilla. Tämä ei kuitenkaan näytä aiheuttavan tyttöillä suurta suorituskyvyn lamaanusta tai matematiikan välttelyä samalla tavalla kuin pojilla. Hembree kertoo tälle ristiriitaisuudelle kaksi syytä. Tytöt myöntävät ahdistuksensa useammin kuin pojat, jolloin opettaja pystyy vaikuttamaan tyttöjen matematiikka-ahdistukseen. Lisäksi he saattavat selviytyä ahdistuksestaan poikia paremmin. Matematiikka-ahdistuksen kokemisessa olevat sukupuolierot luultavasti vaikuttavat aikuisuuden uravalintoihin asti.

Beilock ja kumppanit (2010) havaitsivat, että lapset ovat todennäköisempiä jäljittelemään samaa sukupuolta olevia oppilaita. Koska monet alakoulun opettajat ovat naisia, tutkijoiden johtopäätöksen mukaan tytöt saavat poikia todennäköisemmin vaikutteita opettajien negatiivisista asenteista matematiikkaa kohtaan. On myös havaittu, että luokanopettajilla on eniten matematiikka-ahdistusta vertailtaessa eri yliopistoaloja keskenään matematiikka-ahdistuksen kokemisen osalta (Hembree, 1990). Tutkimukset korostavat, että opettajankoulutuksessa on suuri tarve kehittää kouluttajien matemaattisia taitoja ja positiivisia asenteita matematiikkaa kohtaan (Beilock; Gunderson; Levine; & Ramirez, 2010).

Suomessakin opettajankoulutuksen sukupuolijakauma on hyvin naispainotteinen. Matematiikka-ahdistusta on tutkittu kohtalaisen vähän yliopistoaloittain Suomessa, mutta kuulostaisi hyvin huolestuttavalta, jos opettajaopiskelijoilla havaittaisiin eniten matematiikka-ahdistusta.

Silloin olisi syytä pohtia, olisiko ehkä tarpeen järjestää alakoulun matematiikan opetus siten, että aineenopettajat opettaisivat alakoulussakin matematiikkaa.

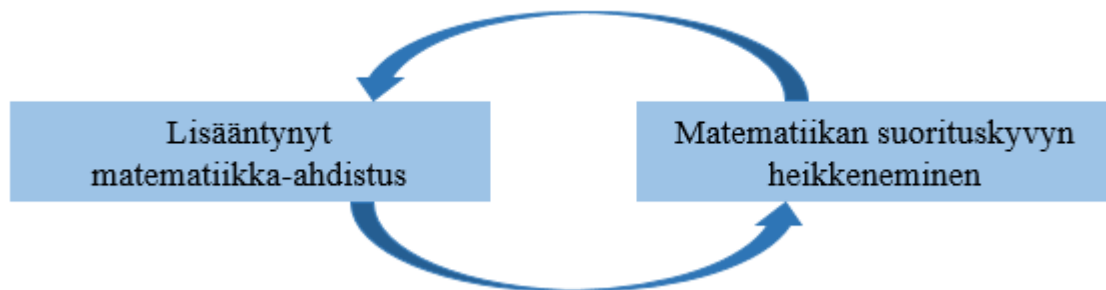
Matematiikka-ahdistuksen riskitekijöitä voivat olla myös heikot matemaattiset taidot ja kyvyt, puutteellinen motivaatio tai riittämätön työmuisti, joista kerrotaan tarkemmin seuraavissa alaluvuissa. Tämän luvun viimeisessä alaluvussa esitellään matematiikka-ahdistuksen todentamistapoja.

2.2 Vaikutukset matemaattiseen suorituskyykyyn

Koska matematiikka-ahdistusta esiintyy eri ihmisillä eri tasoissa (Ashcraft & Moore, 2009), myös vaikutukset oppimiseen näkyvät eri ihmisillä eri tavoin. Lievää, ohimenevää matematiikka-ahdistusta voi esiintyä kenellä tahansa, esimerkiksi jos yksittäinen matematiikan tehtävä aiheuttaa päänvaivaa. Kun henkilön matematiikka-ahdistuksen taso on korkea, häneltä puuttuu sinnikkyyttä, ja ahdistus on pitkäkestoista. Vaikeasti matematiikka-ahdistuneelle on ominaista usein matematiikan välttäminen (Ashcraft, 2002). Tällöin oppilas saattaa vältellä matematiikan oppitunnin seuraamista ja jopa siihen osallistumista, vähentää matematiikan opiskeluun käytettävää aikaa sekä jättää kotitehtäviään tekemättä (Ashcraft & Moore, 2009). Henkilöt, joiden matematiikka-ahdistus on voimakasta, välttelevät ottamasta valinnaisia matematiikan kursseja lukiossa ja yliopistossa. Matematiikan välttäminen saattaa mennä niin pitkälle, että se vaikuttaa jatko-opintoihin ja uravalintoihin asti. (Hembree, 1990). Välttämiskäyttäytymisellä saattaa siis olla kauaskantoiset seuraukset henkilön tulevaisuuteen.

Vaikea matematiikka-ahdistus yhdistetään usein heikkoihin matematiikan taitoihin. Maissa, jossa matematiikan PISA-tulokset ovat heikkoja, esiintyy korkeat tasot matematiikka-ahdistusta (Beilock & Willingham, 2014). Onkin esitetty, että heikot matemaattiset taidot johtavat ennen pitkää matematiikka-ahdistuksen kehittymiseen. Tällaista matematiikka-ahdistuksen syntymekanismia kutsutaan englanniksi nimellä *Deficit Theory*, sillä vajaavaisuudet (engl. deficit) matematiikan suorituksissa johtavat matematiikka-ahdistukseen. Yhdysvalloissa tehdyssä pitkittäistutkimuksissa on saatu merkittäviä viitteitä siitä, että matemaattisella suorituskyyvyllä on yhteys matematiikka-ahdistukseen (Mitchell, 2018). Jos henkilöllä on ollut jonakin lukuvuonna heikot matemaattiset taidot koulussa, seuraavana lukuvuonna kyseisellä henkilöllä on havaittu matematiikka-ahdistusta. (Mitchell, 2018). Aiemmin on tultu siihen johtopäätökseen, että ei ole vakuuttavia todisteita siitä, että heikot matematiikan suoritukset aiheuttaisivat matematiikka-ahdistusta (Hembree, 1990). Vaikuttaisi siltä, että Hembreen tutkimustulos on nykypäivän valossa vanhentunutta tietoa.

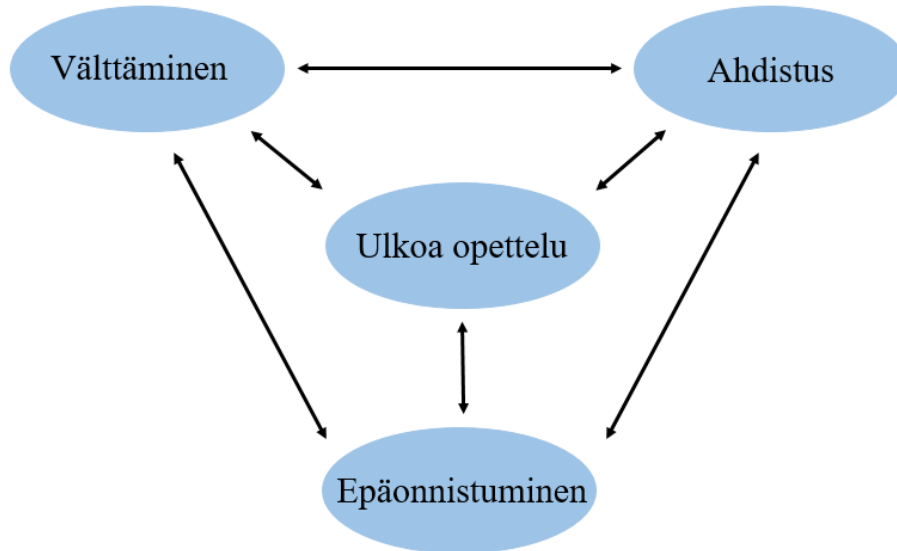
Matematiikka-ahdistus korreloi negatiivisesti matematiikan oppimistuloksien kanssa korrelaatiokertoimella $-0,34$ (Ashcraft & Kirk, 2001). Korrelaatio ei ole kuitenkaan merkittävä. Matematiikka-ahdistus johtaa usein välttämiskäyttäytymiseen, kuten edellä on todettu (Ashcraft, 2002). Matematiikan välttämisestä seuraa, että henkilön matematiikan osaaminen heikentyy (Mitchell, 2018). Tutkimukset (Hembree, 1990) osoittavat, että vaikeasti matematiikka-ahdistuneet suoriutuvat heikommin matematiikan kokeista kuin muut. Mitä suurempi matematiikka-ahdistuksen taso on, sitä heikompia tuloksia oppilas saa matematiikan testeissä, mikä johtaa myös heikompiin matematiikan arvosanoihin (Ashcraft & Moore, 2009). Matematiikan suoriutuskyvyn lasku johtaa matematiikka-ahdistuksen lisääntymiseen entisestään. Tällöin oppilas joutuu kierteeseen, joka on kuvattuna kuvassa 1.



Kuva 1. Matematiikka-ahdistuksen ja matematiikan suorituksen välinen yhteys (University of Cambridge, 2017).

Strawderman (2017) kuvaa matematiikan välttämiskäyttäytymisen, matematiikka-ahdistuksen ja epäonnistumisen muodostamaa negatiivista kierrettä mallilla, joka on esitetty kuvassa 2. Tässä mallissa jokainen osatekijä on riippuvainen toisistaan. Epäonnistumisen nähdään olevan matematiikka-ahdistuksen ja matematiikan välttämisen taustalla. Jokainen osaa varmasti samaistua tilanteeseen, jossa epäonnistumisen pelko ajaa ihmisen välttämään kyseistä asiaa ja saa hänet ahdistumaan. Matematiikka-ahdistuksen on todettu aiheuttavan merkittävää suoriutuskyvyn laskua matematiikassa (Ashcraft & Moore, 2009) ja saavan henkilön välttämään matematiikkaa (Ashcraft, 2002). Matematiikan välttäminen aiheuttaa epäonnistumisia, sillä kun henkilö onnistuu välttämään matematiikkaa hän saattaa menettää tärkeitä matematiikan taitoja ja tietoja, joita hän tarvitsisi pärjätäkseen. Tällaiset matematiikan opiskelussa koetut tilanteet, joissa henkilö huomaa, ettei hänellä ole onnistumisen kokemukseen vaadittavaa osaamista, tuntuvat ahdistavilta. Matematiikan välttäminen ei silti suoraan johda epäonnistumiseen ja ahdistukseen, mikäli henkilö onnistuu jatkamaan matematiikan välttelyä niin kauan, ettei joudu tällaisiin tilanteisiin. Matematiikan välttäminen, siitä ahdistuminen ja epäonnistumisen kokemuk-

set saattavat johtaa ulkoa opetteluun, koska se mahdollistaa hetkellisen ulospääsyn ahdistuksesta. (Strawderman, 2017). Tällöin opiskeluprosessista jää uupumaan ymmärrys, joka mahdollistaisi oppimisen.



Kuva 2. Negatiivinen kierre, joka ruokkii matematiikka-ahdistusta (Strawderman, 2017).

Matematiikka-ahdistuksella on todettu olevan heikentäviä vaikutuksia matematiikan suorituksiin (Hembree, 1990). Oppilas, joka kärsii matematiikka-ahdistuksesta, oppii jossain määrin vähemmän matematiikkaa kuin oppilas, joka ei ahdistu matematiikasta. Tämä johtuu voimakkaasta suorituskyvyn laskusta, josta Ashcraft ja Moore (2009) käyttävät termiä *affective drop*. Tutkimuksen mukaan joka kerta, kun matematiikka-ahdistukseen taipuvaista henkilöä pyydetään ratkaisemaan matematiikan tehtäviä tietyssä ajassa, henkilön matematiikka-ahdistus herää ja aiheuttaa merkittävän suorituskyvyn laskun. (Ashcraft & Moore, 2009). Mikä tahansa matematiikan testi saattaa herättää ahdistuksen. Matematiikka-ahdistuksesta puhutaankin välillä testiahdistuksena. (Hopko, 2003).

2.3 Yhteys työmuistiin

Matematiikka-ahdistus vaikuttaa suoraan kognitiivisiin prosesseihin kuormittamalla työmuistia (Ashcraft, 2002). Työmuistilla tarkoitetaan aivojen muistijärjestelmää, joka mahdollistaa asioiden mielessä pitämisen ja samanaikaisen ajattelun. Vaikeasta matematiikka-ahdistuksesta kärsivillä on todettu olevan muita pienempi työmuistin kapasiteetti, erityisesti käsiteltäessä laskuoperaatioita. Tällöin laskuihin käytettävä aika ja virheet lisääntyvät henkilöillä, jotka kärsivät matematiikka-ahdistuksesta. (Ashcraft & Kirk, 2001).

Eräissä tutkimuksissa Ashcraft ja Kirk (2001) osoittivat, että laskuoperaatiot kaksinumeroisilla luvuilla tuottivat kahdenlaisia vaikutuksia osallistujissa, jotka olivat ahdistuneita matematiikasta. Ensinnäkin vaikeasta matematiikka-ahdistuksesta kärsivät vastasivat kyseisiin laskuihin nopeasti, mikä kertoo matematiikka-ahdistukseen kuuluvasta välttämiskäyttäytymisestä. Kii-rehtimällä he pyrkivät minimoimaan laskuihin käytetyn ajan. Tutkimukseen osallistujat joutuivat laskemaan allekkain kahden luvun yhteenlaskuja, joista osa sisälsi kymmenenylityksiä (esimerkiksi $49+15$) ja osa ei (esimerkiksi $50+15$). Toinen huomionarvoinen seikka oli se, että vaikeasta matematiikka-ahdistuksesta kärsivillä kesti kolme kertaa kauemmin laskuissa, jotka sisälsivät kymmenenylityksiä, kuin lievää ahdistusta potevilla. Lisäksi virheet lisääntyivät vaikeasti matematiikka-ahdistuneilla olennaisesti enemmän kuin heillä, joilla matematiikka-ahdistus oli lievä. Tulokseksi saatiin, että laskuprosessiin kuuluvat vaiheet, kuten kymmenenylitykset, saattavat vaatia paljon työmuistin kapasiteettia.

Matematiikka-ahdistuneen henkilön mieltä häiritsevät ajatukset matematiikasta rajoittavat työmuistin toimintaa ja siten häiritsevät myös matemaattisen laskuoperaation suorittamisen. Tällöin matematiikka-ahdistus heikentää henkilön matematiikan suorituksia. Henkilön kognitiivinen suoriutuminen heikkenee murto-osaan siitä, mitä suoritus onnistuessaan edellyttäisi työmuistilta. Kun henkilö laskee rutiininomaisia laskuoperaatioita, matematiikka-ahdistus näyttäisi olevan vähäistä, sillä tällaiset laskuoperaatiot vaativat vain vähän työmuistilta. (Ashcraft, 2002). On selvää, että rutiininomaiset laskut sujuvat oppilailta helposti, sillä oppilailta on vaadittava osaaminen kyseisiin laskuihin.

2.4 Todentaminen

Matematiikka-ahdistus voidaan yleisesti todentaa Richardsonin ja Suinnin (1972) kehittämällä MARS-testillä (engl. the Mathematics Anxiety Rating Scale). Kyseinen testi sisältää 98 kohtaa, joihin vastaaja vastaa viisiportaisella Likert-asteikolla, kuinka ahdistunut matematiikasta vastaaja kokee olevansa vastausvaihtoehdosta *ei lainkaan* vaihtoehtoon *todella paljon*. Testin kohdat sisältävät tilanteita, joissa henkilö joutuu olemaan tekemisissä matematiikan parissa, kuten ravintolassa laskun maksaminen. Vastaukset pisteytetään nolasta neljään pisteeseen siten, että vaihtoehdosta *ei lainkaan* saa nolla pistettä ja vaihtoehdosta *todella paljon* neljä pistettä. Jokaisen kohdan pisteet lasketaan yhteen ja saatu pistemäärä kertoo yksilön matematiikka-ahdistuksen tason siten, että korkea pistemäärä kertoo yksilön kärsivän korkeasta matematiikka-ahdistuksesta. MARS-testin objektiivisuus, hyvä saatavuus ja mukana tuleva psykometrinen data matematiikka-ahdistuksen tasosta tekevät testistä hyvän mittarin, jolla matematiikka-ahdistus voidaan diagnosoida tutkimus- tai arviointitarkoitukseen (Ashcraft & Moore, 2009).

Koska 98-kohtainen MARS-testi vie paljon aikaa vastaajalle ja on arvioijalle hankala pisteyttää, on nykyään saatavilla lyhyempiä matematiikka-ahdistuksen mittareita. Alexander ja Martray julkaisivat vuonna 1989 MARS-testistä 25-kohtaisen version, jota kutsutaan nimellä sMARS (engl. shortened MARS). Kyseisen testin etuihin kuuluu helppo täytettävyyys, ahdistuksen tason nopea arviointi ja maksuton saatavuus. Lisäksi sMARS-testi korreloi merkittävästi MARS-testin kanssa korrelaatiokertoimella 0,97, joten sMARS-testi on varsin kelpo mittari matematiikka-ahdistuksen todentamiseen. (Ashcraft & Moore, 2009).

Matematiikka-ahdistuksen kartoittamiseen on muitakin keinoja. Ashcraft ja Moore (2009) kysyivät yliopisto-opiskelijoilta suoraan, kuinka ahdistuneita matematiikasta he ovat asteikolla 1-10, jossa luku 10 merkitsee suurinta mahdollista ahdistusta. Tulokset tähän kysymykseen korreloivat vaihtelevasti välillä 0,48-0,85 sMARS-testin kanssa. Tällainen suora kysymys, johon on helppo vastata, on käyttökelpoinen alustavana näyttönä matematiikka-ahdistuksen esiintymisestä. Lisäksi nuorille vastaajille on kehitetty iälleen sopivia muunnoksia MARS-testistä, kuten nuorille tarkoitettu testi MARS-A (engl. MARS-adolescents) tai peruskouluikäisille tarkoitettu testi MARS-E (engl. MARS-elementary school students).

Suomessa tuskin MARS- tai sMARS-testi ovat yleisesti käytössä, ainakaan matematiikan opetuksessa. Opettajan tärkein työkalu oppilaidensa matematiikka-ahdistuksen havaitsemiseen on oppilaiden havainnointi oppitunneilla ja monipuolinen matematiikan osaamisen arviointi. Tällöin opettajan tulee tuntea oppilaansa hyvin.

Seuraavassa luvussa kerrotaan erilaisista käsityksistä ja uskomuksista, joita oppilaalla, oppilaan vanhemmilla ja opettajalla voi matematiikasta olla.

3 Käsitykset ja uskomukset matematiikasta

Oppilaiden uskomukset matematiikasta ja itsestä matematiikan oppijana voivat olla esteenä matematiikan oppimiselle. Matematiikan ajatellaan olevan luontaisesti vaikeaa, matemaattisia kykyjä pidetään tärkeämpinä kuin ahkeraa ponnistelua ja ajatellaan, että on merkityksetöntä olla hyvä matematiikassa (Mitchell, 2018). Lisäksi korkeakoulutason matematiikkaa pidetään liian vaikeana jopa älykkäille oppilaille (Tobias, 1990). Nämä ovat tavanomaisia esimerkkejä siitä, millaisia uskomuksia oppilaalla voi olla. Matematiikan ajatellaan olevan ala, jossa oppilas joko on lahjakas tai sitten ei ole, eikä oppilas pysty tätä asiaa muuttamaan (Givvin;MacGyvers;Salmon;& Stipek, 2001).

Matematiikka-ahdistuneella henkilöllä saattaa olla täysin vääristynyt kuva omista matematiikan taidoistaan ja kyvyistään oppia matematiikkaa. Tällöin henkilö saattaa pitää omia matematiikan saavutuksiaan huomattavasti heikompina kuin mitä ne todellisuudessa ovat (Ashcraft, 2002). Edellisessä luvussa kerrotaan henkilön matematiikan suorituskyvyn laskusta, joka seuraa aina, kun matematiikka-ahdistunutta henkilöä pyydetään laskemaan matematiikkaa tietystä ajassa. Tällaisia tilanteita esiintyy yleensä matematiikan kokeissa, joissa henkilön odotetaan hallitsevan laajoja kokonaisuuksia ja joissa on tärkeää näyttää oma osaamisensa. Hopkon (2003) mukaan mikä tahansa matematiikan testi voi kuitenkin herättää matematiikka-ahdistuksen ahdistukseen taipuvaisella henkilöllä. Tällöin testin antamat tulokset eivät vastaa kattavasti vastaajan matemaattisia kykyjä ja saavutuksia, joita hänellä todellisuudessa on. Tämä tarkoittaa yleensä henkilön alisuoriutumista testeissä. Kyse saattaa olla siitä, että henkilöllä on itsellään vahvat uskomukset siitä, millainen hän on matematiikassa. Henkilön heikko luottamus omiin taitoihinsa vaikuttaa usein negatiivisesti menestymiseen koetilanteessa. Sen sijaan vahva usko omaan osaamiseen valaa uskoa myös onnistumisesta.

Vanhemmat voivat toimia lapsilleen stereotyyppien välittäjänä. He voivat ylläpitää ja pahimmillaan vahvistaa sukupuolittuneita käsityksiä matematiikasta. Vanhemmat voivat ylläpitää stereotyyppiä, että pojilla on vahvempi matemaattinen kyky kuin tyttärillä (Tobias, 1990). Tämän seurauksena vanhemmat saattavat odottaa tyttäriensä suoriutuvan matematiikasta heikommin kuin poikiensa, mikä voi johtaa tytöillä matematiikka-ahdistuksen kehittymiseen. (Beilock;Gunderson;Levine;& Ramirez, 2010). Vanhemmat saattavat joskus puhua lapsilleen niin kutsutusta matematiikkageenistä, jolla viitataan siihen, että matematiikan taidot olisivat riippuvaisia perimästä. Vaikka opettaja yrittäisi puuttua oppilaan matematiikka-ahdistukseen, oppilaan mennessä kotiin vanhemmat saattavat estää matematiikka-ahdistuksen selättämistä stereotyyppioillaan ja omalla matematiikka-ahdistuksellaan. (Mitchell, 2018). Vanhemmilla on

siis erityinen merkitys lasten matematiikka-ahdistuksen kehittämisessä. Vaikeasti matematiikka-ahdistuneiden oppilaiden mukaan vanhemmilla ja opettajilla on kielteinen asenne matematiikkaa kohtaan (Hembree, 1990). Vaikeasti matematiikka-ahdistuneiden henkilöiden suhtautumisesta matematiikkaan kerrotaan seuraavassa alaluvussa.

3.1 Suhtautuminen matematiikkaan

Henkilöt, jotka kärsivät vaikeasta matematiikka-ahdistuksesta, suhtautuvat matematiikkaan negatiivisesti ja pitävät yllä negatiivista minäkuvaa matematiikan kyvyistään (Ashcraft, 2002). Korrelaatiot matematiikka-ahdistuksen ja useiden matematiikan asenteiden kanssa ovat usein negatiivisia ja melko voimakkaita. Esimerkiksi innostus matematiikkaa kohtaan korreloi negatiivisesti matematiikka-ahdistuksen kanssa korrelaatiokertoimella $-0,75$, joka on merkittävä. (Hembree, 1990). Silloin henkilön innostus matematiikkaa kohtaan on yhteydessä vähäiseen matematiikka-ahdistuksen kokemiseen tai vastaavasti kielteinen suhtautuminen matematiikkaan liittyy lisääntyneeseen matematiikka-ahdistuksen kokemiseen. Hembree havaitsi myös, että matematiikka-ahdistuksella on vähäinen yhteys haluun menestyä matematiikassa ja näkemykseen, jonka mukaan matematiikka on miesten ala (Hembree, 1990).

Henkilön asenne matematiikkaa kohtaan johtuu aikaisemmista, usein negatiivisista, kokemuksista (Geist, 2010). Usein henkilön heikkoja matemaattisia taitoja ei ratkota henkilön potentiaalini tai kykyjen avulla, vaan mahdollisuudella lieventää matematiikka-ahdistusta ja negatiivista suhtautumista matematiikkaan (Hopko, 2003). Esimerkiksi voimakasta stressiä aiheuttavien kokeiden varhainen käyttö voi johtaa ahdistuneisuuteen. Tällaisten kokeiden sijaan opetuksessa tulisi käyttää vuorovaikutteisia lähestymistapoja. (Geist, 2010). Opettajan onkin tärkeää pohtia, millaiset arviointitavat sopivat juuri hänen oppilailleen, jotta arviointitapa olisi tarkoituksenmukaisesti valittu. Arvioinnin on tarkoitus olla kaikille oikeudenmukaista.

Seuraavaksi tarkastellaan opettajan asenteita ja käsityksiä, jotka koskevat matematiikkaa, sen oppimista ja opetusta sekä matematiikan perimmäistä luonnetta.

3.2 Opettajan asenteet ja käsitykset

Opettajien käytännöt voivat vaikuttaa luokkahuoneessa oppilaiden innostukseen (Givvin;MacGyvers;Salmon;& Stipek, 2001). On selvää, että opettajan oma asenne vaikuttaa oppilaisiin. Kaikilla on varmasti kokemuksia omasta alastaan innoissaan olevista opettajista, joista huokuu positiivisuus ja tiedonjano. Tällöin heidän intonsa aihetta kohtaan saattaa tarttua oppilaisiin ja viedä heidät mukanaan. Vastaavasti jos opettajan suhtautuminen oppiainetta kohtaan on asenteellinen ja epämieluisa, oppilaille voi välittyä samankaltaisia tuntemuksia kuin

opettajalle. Opettajan uskomukset ja arvot opetuksesta ja oppimisesta vaikuttavat hänen tapoihinsa opettaa (Givvin;MacGyvers;Salmon;& Stipek, 2001). Onkin havaittu, että yksi ensisijaisista tekijöistä matematiikka-ahdistuksen kehittymisessä on opettajan käyttäytyminen (Geist, 2010).

Jos opettajalla on tietty uskomus matematiikan oppimisesta, tämä uskomus näkyy usein myös hänen opetuksessaan. Esimerkiksi perinteiset uskomukset näkyvät myös perinteisinä opetuskäytäntöinä. Perinteisiä uskomuksia matematiikasta ovat esimerkiksi:

- Matematiikka on joukko operaatioita, jotka pitää osata.
- Oppilaiden tavoitteena on saada oikeat ratkaisut.
- Opettajan on kontrolloitava matematiikan oppituntia.
- Matematiikan kyky on muuttumaton ja stabiili.
- Ulkoiset palkinnot ja arvosanat ovat tehokkaita strategioita oppilaiden motivoimiseksi matematiikkaan. (Givvin;MacGyvers;Salmon;& Stipek, 2001).

Opettaja saattaa ajatella, että matematiikassa tärkeintä on löytää ongelmiin oikea vastaus. Tähän päätymiseen käytetään erilaisia menetelmiä ja sääntöjä, joiden taitava käyttö on matematiikassa tavoiteltavaa. Taitava matematiikan suorittaminen johtaa siihen, että oppilas ei välttämättä edes ymmärrä, mitä nämä matematiikan menetelmät ja säännöt tarkoittavat. (Thompson, 1992). Mitä korkeammalle opettaja arvostaa perinteisiä uskomuksia matematiikasta, sitä enemmän hän todennäköisesti korostaa suorituskyvyn ja nopeuden tärkeyttä luokassaan mieluummin kuin oppimista ja ymmärrystä. Suorituskyvillä tarkoitetaan esimerkiksi oppilaiden oikeiden vastausten antamista ja hyvien arvosanojen tavoittelua. Perinteisiä uskomuksia ylläpitävät opettajat antavat oppilailleen suhteellisen vähän autonomiaa, ja luokassa vallitsee ilmapiiri, jossa virheitä ei hyväksytä. (Givvin;MacGyvers;Salmon;& Stipek, 2001).

Uskomusten on todettu olevan suhteellisen pysyviä (Givvin;MacGyvers;Salmon;& Stipek, 2001), minkä vuoksi niitä on vaikea muuttaa. Opettajan omat uskomukset vaikuttavat uusien opetustapojen käyttöönottoon. Opetusta ei pystytä uudistamaan, ellei opettajien usko matematiikkaan, sen opetukseen ja oppimiseen muutu (Ernest, 1989). Jotta matematiikka-ahdistuksen kehittyminen pystytään selättämään, opettajien tulisi tarkastella omia opetustapojaan (Geist, 2010). Korkeamman tason ajattelu antaa opettajille mahdollisuuden pohtia uskomusten ja käytännön välistä kuilua ja mahdollisesti kaventaa sitä (Ernest, 1989). Korkeamman tason ajatteluun kuuluvat tiedon analysointi ja arviointi sekä uuden tiedon luominen. Matemaattista tekstiä,

kuten mitä tahansa tekstiä, tulisi arvioida kriittisesti uskomusten määrittämiseksi (Ernest, 1989).

3.2.1 Käsitteet matematiikan luonteesta

Opettajan käsitys matematiikan luonteesta voidaan nähdä opettajan tietoisena ja tiedostamattomina uskomuksina, käsitteinä, merkityksinä, sääntöinä ja ajatusmalleina koskien matematiikkaa oppiaineena (Thompson, 1992). Opettajat välittävät opetuksensa yhteydessä omia käsityksiään matematiikasta joko tarkoituksella tai tietämättään (Ernest, 1989), joten opettajien on hyvä olla tietoisia erilaisista matematiikan luonnetta koskevista käsityksistä. Ernest (1989) esittelee matematiikan luonteesta kolme näkemystä, joita ovat instrumentaalinen, platonistinen ja ongelmanratkaisua painottava näkemys. Instrumentaalinen näkemys matematiikasta tarkoittaa, että matematiikka nähdään kokoelmana erilaisia sääntöjä, kaavoja ja laskumenetelmiä. Platonistisessa näkemyksessä matematiikka nähdään staattisena aksiomaattisena järjestelmänä, joka koostuu yhteen liitettävistä rakenteista ja totuuksista. Matematiikan väitteitä pidetään joko toisina tai epätosina, ja niiden totuudenmukaisuuden nähdään olevan ihmisestä riippumatonta. Matemaattista tietoa ei voi luoda eikä matemaattinen tieto ole empiiristä, koska se ei pohjautu aistillisiin kokemuksiin. Matemaattinen tieto löydetään. Ongelmanratkaisua painottavan näkemyksen mukaan matematiikka ei ole valmis tuote. Siinä matematiikka nähdään dynaamisena, jatkuvasti laajenevana alana, jonka tulokset ja havainnot ovat aina avoimia tarkasteltavaksi.

Ernestin (1989) mukaan opettajan käsitys matematiikan luonteesta näkyy kolmella eri tavalla käytännössä. Jos opettajan mielestä matematiikassa korostetaan instrumentaalista käsitystä, opettajan rooli luokassa on olla ohjaaja, jonka opetuksen tavoitteena on oppilaiden matemaattiset taidot ja niiden oikeanlainen hallinta. Opettajan korostaessa platonistista matematiikanäkemyksiä opettaja toimii selittäjänä, joka painottaa matematiikassa käsitteellistä ymmärrystä kokonaisvaltaisella tietämyksellä. Kun opettaja pitää matematiikassa tärkeimpänä ongelmanratkaisua, hän toimii fasilitaattorina, joka tarkoittaa asioiden mahdollistajaa ja edistäjää. Tällöin opetuksen tavoitteena on itsevarma ongelmien esittäminen ja ratkaiseminen.

Asikainen ja kumppanit (2014) esittelevät neljä matematiikkaorientaatiota, joita ovat skeema-, formalismi-, prosessi- ja sovellusorientaatio. Näistä skeema-, formalismi- ja prosessorientaatio vastaavat Ernestin instrumentaalista, platonistista ja ongelmanratkaisua painottavaa näkemystä. Sovellusorientaatioissa matematiikka näyttäytyy menetelmänä, jolla voidaan mallintaa reaali maailman ilmiöitä. Matematiikkaorientaatiot vaikuttavat siihen, mitä asioita opettaja haluaa opetuksessaan painottaa ja arvottaa. Vaikka kahdella matematiikan opettajalla olisi samanlainen tietämys matematiikasta, he voivat opettaa silti eri tavoin (Ernest, 1989). Toinen saattaa

opettaa ongelmanratkaisuorientaation mukaisesti ja toinen voi painottaa didaktista lähestymistapaa (Geist, 2010).

Formalismiorientaatioissa opetuksen tarkoitus on oppia tietämään ja ymmärtämään matematiikan rakennetta. Matemaattisia käsitteitä, lauseita ja merkintätapoja pidetään etukäteen määriteltävinä, ja ne tulisi omaksua oppimisprosessissa. Opettaja, joka opettaa matematiikkaa formalismiorientaation mukaisesti, korostaa yksityiskohtia ja täsmällisiä merkintätapoja. Skeemaorientaatioissa taas opetuksen tavoitteena on osata käyttää erilaisia sääntöjä, kaavoja ja laskumenetelmiä taitavasti. Tässä lähestymistavassa ei korosteta kaavojen ja laskumenetelmien alkuperää tai sitä, miten ne johdetaan. Jos taas opettaja lähestyy matematiikkaa prosessorientaation näkökulmasta, hänen opetuksensa keskeiset tavoitteet ovat todennäköisesti perustelemisen taito ja uusien käsitteiden rakentaminen. Tällöin myös luovuus kuuluu olennaisesti matematiikkaan. Prosessorientaatioissa korostetaan suuria ideoita ja kokonaisvaltaista ymmärtämistä yksityiskohtien sijaan. Sovellusorientaatio näkyy matematiikan opetuksessa siten, että matematiikan oppimisessa on tärkeää ymmärtää matemaattisten käsitteiden ja ilmiöiden väliset suhteet, joiden kautta niitä hyödynnetään ja mallinnetaan eri yhteyksissä. Sovellusorientaatioissa saattaa olla kuitenkin vaikeaa vetää rajaa matematiikan ja sen ulkopuolisen maailman väliltä. (Asikainen;Hirvonen;& Viholainen, 2014).

Seuraavassa luvussa keskitytään asioihin, jotka omalta osaltaan ennaltaehkäisevät matematiikka-ahdistuksen kehittymistä. Luvussa esitellään opettajan keinoja muuttaa oppilaan asennetta matematiikkaa kohtaan aiempaa myönteisemmäksi ja kasvattaa oppilaan itseluottamusta matematiikan oppijana. Lisäksi esitellään eräänlainen malli ja oppimiskäsitys, jotka edistävät matematiikan oppimista ja ehkäisevät matematiikka-ahdistusta.

4 Negatiivisista ajatuksista luopuminen

Matematiikka-ahdistus saattaa näkyä matematiikan oppitunnilla turhautumisena, matematiikkapelkona ja sulkeutumisena, kun oppilas yrittää ratkoa matemaattisia ongelmia. Opettajien täytyy tuntea oppilaansa, jotta he havaitsevat matematiikka-ahdistuksen kehittymisen hyvissä ajoin. Opettajan ja oppilaan välistä pedagogista suhdetta ei voi turhaan korostaa tässä yhteydessä. Kun opettaja tuntee oppilaansa, opettaja pystyy säilyttämään onnistuneesti parhaiksi kokemansa käytänteet ja tekemään tarvittavia muutoksia opetusmenetelmissä. (Mitchell, 2018).

Oppilaan asennetta matematiikkaa kohtaan on alettava kehittää myönteiseksi jo varhaisessa vaiheessa. Tässä tehtävässä opettajilla ja vanhemmilla on kriittinen rooli. Matematiikka-ahdistuneen oppilaan kanssa voi olla hyvä puhua hänen historiastaan matematiikan opiskelussa, mikä voi vapauttaa negatiivisia tunteita, joita matematiikkaan saattaa liittyä. Tällöin oppilas ymmärtää, että hänen ahdistuksensa on opittua käyttäytymistä ja että hän ei ole syntynyt tämän tunteen kanssa. (Furner, 2017). Kun oppilas on vapautunut tunnereaktioistaan, hänelle on tärkeää tuoda esiin positiivisia kokemuksia matematiikasta. Seuraavaksi esittelen keinoja, joiden avulla oppilas voi luopua omista matematiikkaan liittyvistä negatiivisista tunteistaan. Kun oppilas oppii tuntemaan itselle hyväksi koettuja opiskelutapoja, oppilas tulee taitavaksi löytämään puutteita omassa ajattelussaan (Tobias, 1990).

4.1 Kasvun ajattelutapa

Mitchell (2018) kertoo kahdesta ajattelutavasta, jotka kertovat siitä, miten oppilas suhtautuu matemaattisten taitojen ja lahjakkuuden alkuperään. Ajattelutapaa, jonka mukaan henkilön ominaisuudet ovat pohjimmiltaan synnynnäisiä tai pysyviä, kutsutaan muuttumattomaksi ajattelutavaksi (engl. fixed mindset). Sen sijaan kasvun ajattelutavan (engl. growth mindset) mukaan oppilas voi saavuttaa ymmärryksen siitä, että kyvyt ja älykkyys eivät ole muuttumattomia, vaan ne voivat kehittyä. Jotta oppilas voi päästä eroon matematiikka-ahdistuksestaan, tulee opettajan saada muutettua oppilaan ajattelutapaa kasvun ajattelutavan mukaiseksi. Opettajan tulee luoda luokkahuoneeseen myönteinen ilmapiiri, jossa virheet ovat sallittuja ja jopa suotavia. Mitchellin mukaan oppilaat, joiden ajattelu edustaa kasvun ajattelutapaa, pystyvät sinnittelemään pidempään haastavien matematiikan ongelmien parissa kuin muut. Oppilaat, jotka ylläpitävät muuttumatonta ajattelutapaa, kamppailevat muita useammin matematiikassa.

Opettaja pystyy vähentämään oppilaiden matematiikka-ahdistusta, kun opettaja oppii tuntemaan oppilaat hyvin ja muuttamaan heidän ajattelutapaansa kasvun ajattelutapaa kohti. Aikuisten ajattelutapa taatusti vaikuttaa oppilaiden ajattelutapaan. Opettajat voivat edistää kasvun

ajattelutapaa rohkaisemalla oppilaita virheisiin ja pysymään lujana haastavien ongelmien parissa. Kun opettaja tuntee oppilaidensa oppimisen ja tietää, mikä heitä motivoi, miten he kommunikoivat, mistä he pitävät, mistä he eivät pidä sekä mikä heidän intohimonsa on, opettaja pystyy parhaiten vastaamaan oppilaiden tarpeisiin ja kannustamaan heitä. (Mitchell, 2018).

4.2 Oppilaan itseluottamuksen kasvattaminen

Oppilas voi kohottaa itseluottamustaan matematiikan opinnoissa kirjoittamalla oppimispäiväkirjaa. Päiväkirjan kirjoittaminen on monille oppilaille tapa ilmaista ymmärrystään matematiikan käsitteistä. Oppilaat voivat myös kirjoittaa päiväkirjaan matematiikan herättämistä tunteista ja kokemuksista matematiikassa. Oppilailta kysytään harvoin, miltä heistä tuntuu oppia erilaisia matematiikan käsitteitä ja aloja. Siksi on tärkeää, että opettajat saavat samalla paremman käsityksen oppilaiden turhautumisesta. Päiväkirjan kirjoittamiselle on myös vaihtoehtoisia tapoja, kuten keskustelu oppilasryhmissä. Oppilaat voivat päiväkirjassa tai oppilasryhmässä esimerkiksi kuvailla, miltä matematiikan luokassa tuntuu tai pohtia, miltä matematiikan käyttäminen tuntuu joko koulussa tai koulun ulkopuolella. Oppilaat voivat myös kuvailla matematiikkaa sitä heidän mielestään kuvaavilla sanoilla tai lauseilla ja kertoa, kokevatko he pärjäävänsä matematiikassa hyvin vai eivät sekä pohtia tähän syitä. (Furner, 2017).

Kirjoittaminen ennen matematiikan koetta auttaa tutkitusti vähentämään suorituskyvyn laskua, jota matematiikka-ahdistus aiheuttaa oppilaissa (Beilock & Maloney, 2012). Tunteista kirjoittaminen saattaa lieventää oppilaan työmuistin kuormaa, jota negatiiviset tunteet aiheuttavat. Oppilaan kannattaa kokeilla kirjoittaa vapaasti tunteistaan ennen lähestyvää koetta, mikä voi auttaa tehostamaan koesuoritusta. Tällä tavalla oppilas saa tilaisuuden arvioida kokemuksen stressaavuutta ennalta, mikä voi parhaimmassa tapauksessa johtaa siihen, että oppilas myöntää itselleen, että hän tulee selviytymään kokeesta. Kirjoittamisharjoitus voidaan tehdä luokassa siten, että kirjoitusta ei tarvitse näyttää kenellekään, jotta oppilaat kirjoittavat vapaasti tunteistaan eikä kenenkään tarvitse pelätä muiden reaktioita. Kirjoittamisesta ei välttämättä ole apua kaikkein pienimmille lapsille, sillä matematiikka-ahdistusta saattaa esiintyä jopa alle kouluikäisillä lapsilla. (Beilock & Willingham, 2014).

Matematiikasta ahdistuneella oppilaalla saattaa usein koetilanteessa olla vaikeaa saada koepaperille mitään aikaiseksi, koska usein tällaisen oppilaan osaaminen on heikkoa matematiikassa. Sheila Tobias (1990) esittelee keinon, jossa oppilas jakaa koevastauksensa kahteen osaan. Hän kutsuu tätä jaetuksi sivuksi (engl. divided-page). Oppilas voi purkaa ahdistusta aiheuttavia asioita kyseisessä tehtävässä kirjoittamalla vasemmalle puolelle sivua ajatuksiaan ja tunteitaan ja

oikealle puolelle itse matematiikkaa. Tobias perustelee tämän niin kutsutun jaetun sivun toimivuutta ajattelun tärkeydellä. Kun oppilas kirjoittaa paperille edes jotakin, hän joutuu ajattelemaan, ja kun hän joutuu ajattelemaan, hän ei luovuta heti kyseisen tehtävän suhteen. Kirjoittamalla ajatuksiaan ylös oppilas analysoi samalla ongelmiaan ja pystyy vapautumaan jännityksestä tilastaan.

On tärkeää luoda oppilaalle positiivisia kokemuksia matematiikasta. Eräessä tutkimuksessa todettiin, että vastaajista vain 7 %:lla oli positiivisia kokemuksia matematiikassa koko kouluransan aikana, päiväkodista yliopistoon (Furner, 2017). Esimerkiksi opettaja voi antaa heikoille oppilaille ongelmanratkaisutehtäviä, jotka heidän pitäisi pystyä ratkaisemaan (Williams, 1988). Kun oppilas kykenee ratkaisemaan tällaisen tehtävän, hän saa onnistumisen kokemuksen, joka auttaa kasvattamaan itseluottamusta matematiikkaa kohtaan. Opettajan on tunnettava oppilaan vahvuudet ja heikkoudet matematiikassa sekä asenteet matematiikkaa kohtaan (Williams, 1988), jotta kyseinen menetelmä oppilaan itseluottamuksen nostamiseksi toimii.

Furner (2017) pohtii itsekkin, että onko mahdollista, että vain 7 %:lla amerikkalaisista on positiivisia kokemuksia matematiikasta tarhaikäisestä yliopisto-opiskelijaksi asti. Kyse on isosta ajanjaksosta ihmisen elämässä. Tämähän tarkoittaisi sitä, että 93 %:lla matematiikkaa opiskelevista ei ole ollut positiivisia kokemuksia matematiikasta lapsena, teini-ikäisenä tai nuorena aikuisena. Tutkimuksen aineistona on ollut 157 opiskelijaa, jotka opiskelevat alakoulun opettajiksi (Jackson & Leffingwell, 1999). Tutkimustulos ehkä pätee kyseiselle joukolle, mutta ei ole välttämättä laajennettavissa käsittämään koko kohdejoukkoa. Huomionarvoista on myös se, että kyse on Yhdysvaltaisesta omiin kokemuksiin perustuvasta tutkimuksesta, joka ei mielestäni ole käyttökelpoinen Suomessa. Suomessa varmasti on ihmisiä, joilla ei ole ollut kouluaikoinaan positiivisia kokemuksia matematiikan opiskelusta ja oppimisesta, mutta uskoisin heidän olevan silti vähemmistö. Suomen kouluissa on tarjolla nykypäivänä laadukasta matematiikan opetusta, jota opettajat pyrkivät kehittämään koko ajan paremmaksi.

Eräs keino oppilaan itseluottamuksen kasvattamiseen on ns. Mathitude-kysely, joka voidaan tehdä aina lukuvuoden alussa. Kyselyssä oppilas täyttää seuraavat puuttuvat kohdat:

- Kun kuulen sanan matematiikka, ...
- Suosikkiasiani matematiikassa on ...
- Pidän vähiten matematiikassa ...
- Jos voisin pyytää yhtä asiaa matematiikassa, se olisi ...
- Suosikkiopettajani matematiikassa on ..., koska ... (Furner, 2017).

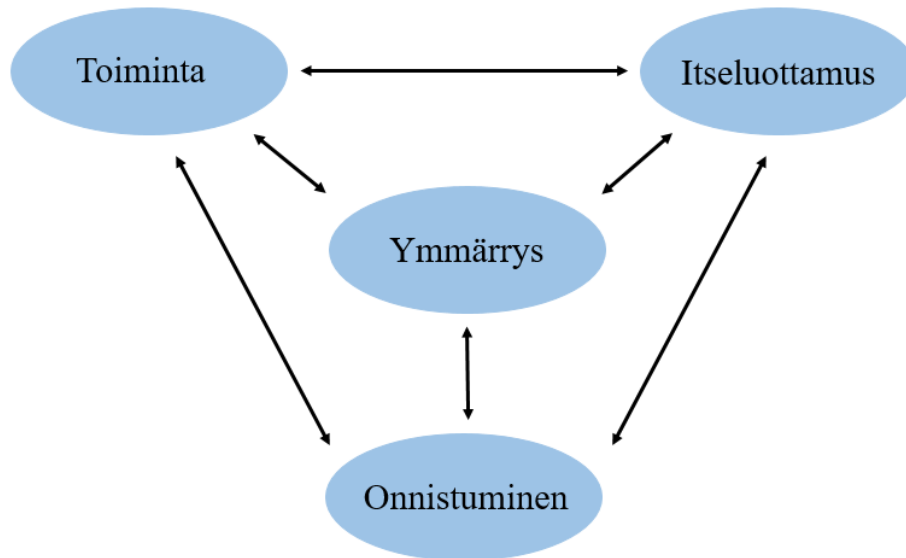
Suomessa matematiikan opetukseen, kuten muuhunkin opetukseen käytettävät resurssit ovat usein rajalliset. Tällöin oppitunneilla ei välttämättä ole aikaa oppilaiden kirjoittamisharjoitukseen tai päiväkirjan kirjoittamiseen. Myös kansainvälisissä tutkimuksissa opettajat ovat kertoneet, ettei heillä ole aikaa toteuttaa monipuolisia opetustapoja (Mitchell, 2018). Opettaja joutuukin puntaroimaan, mihin hän näkee parhaimmaksi käyttää rajallisen opetusaikansa, jotta välttämättömimmät sisällöt tulee kuitenkin käytyä läpi. Opettaja voi silti pohtia erilaisia tapoja opettaa matematiikkaa. Opetuksessa voi esimerkiksi käyttää pelejä (Harrington & Powell, 2011), sillä oppimispelit vaativat omaperäistä ajattelua, intuitiota ja kasvattavat itseluottamusta (Williams, 1988). Oppimispelien avulla oppilaat oppivat matematiikkaa ja samalla heillä on hauskaa. Pelit tuovat yleensä opetukseen monipuolisuutta.

4.3 Strawdermanin positiivinen kierre

Strawderman (2017) esittelee mallin (ks. kuva 3), jolla matematiikka-ahdistusta voidaan ehkäistä. Strawderman kutsuu tätä mallia positiiviseksi kierteeksi. Mallissa matematiikan ymmärryksen syntyyn vaikuttavat tekijät ovat henkilön toiminta, itseluottamus ja onnistumisen kokemukset. Jos henkilö on menestynyt matematiikan opiskelussa, hänellä on muita parempi itseluottamus matematiikkaan käyttöä ja opiskelua koskevissa tilanteissa, ja hän todennäköisemmin myös tavoittelee toiminnallaan matematiikan käyttöä ja opiskelua. Teoreettisesti samankaltainen suhde on myös itseluottamuksella ja toiminnalla, sillä henkilön opiskellessa matematiikkaa hänen itseluottamuksensa kasvaa matematiikan opiskelijana. Samalla hän myös menestyy aiempaa paremmin matematiikassa, mikä on myös loogista. Jos henkilö ei jatka matematiikan opiskelua, hän ei varmastikaan kykene menestymään matematiikassa. Tutkimukset osoittavat, että mitä suurempi henkilön itseluottamus matematiikassa on, sitä todennäköisemmin hän on aikaisemmin onnistunut matematiikan tehtävissä. Lisäksi mitä suurempi itseluottamus yksilöllä on matematiikan suorituksissa ja opiskelussa, sitä luultavammin hän tavoittelee matematiikan opintoja.

Matematiikan ymmärryksen ja toiminnan välillä oletetaan olevan toisiaan vahvistava suhde. Oppilas, joka ymmärtää matematiikkaa, luultavasti jatkaa matematiikan opintojaan. Tämä saattaa selittyä sillä, että tällöin oppilas on tietoinen matematiikan hyödyllisyydestä ja voimasta. On järkevää olettaa, että matematiikan harjoittaminen johtaa ymmärryksen syntyyn. On myös selvää, että ymmärrys edesauttaa menestymistä matematiikassa ja antaa lisää itseluottamusta. Itseluottamus, joka johtuu matemaattisten käsitteiden ja prosessien ymmärtämisestä, tuo lisää ymmärrystä. Hyvä itseluottamus ei kuitenkaan välttämättä johda matematiikan ymmärrykseen,

sillä itseluottamus saattaa perustua henkilön ilmeisen hyvään muistikykyyn. Samoin hyvä itseluottamus ei välttämättä edistä menestymistä matematiikassa, mikäli henkilön menestys perustuu hyvään muistiin eikä ymmärrykseen. (Strawderman, 2017).



Kuva 3. Toiminta, onnistuminen ja itseluottamus aiheuttavat positiivisen kierteen, joka edistää matematiikan oppimista (Strawderman, 2017).

4.4 Konstruktivistinen oppiminen

Perinteisessä opetuksessa opettaja opettaa luennoimalla ja oppilas vastaanottaa tiedon pääosin passiivisesti kuuntelemalla. Opetus on opettajajohtoista, ja opettajalla on luokassa tiukka autoritativinen rooli. Lisäksi tiedon ajatellaan olevan muuttumatonta, ja opetussuunnitelma sanelee tiukasta sen, mitä tulee opettaa ja miten. (Furner, 2017). Tällaiset opetusmenetelmät voivat kuitenkin aiheuttaa ja myös lisätä oppilaan matematiikka-ahdistusta luokassa (Finlayson, 2014). Kun oppilaille opetetaan harjoituksen ja mekaanisen toiston avulla matematiikan kaavoja ja sääntöjä, heidän ymmärryksensä matematiikasta jää vajaaksi. Sen sijaan opettajien tulisi esitellä matematiikkaa ajattelun ja päätöksenteon työkaluna ja kannustaa oppilaita kriittiseen ajatteluun. (Blazer, 2011). Opettajien tulee tutkia ja pohtia uudelleen perinteisiä opetusmenetelmiä, jotka usein eivät vastaa oppilaiden opiskelutyyliä eivätkä -taitoja, joita tarvitaan nyky-yhteiskunnassa (Rossnan, 2006).

Tutkimusten mukaan oppilaat oppivat parhaiten, kun he ovat aktiivisia oppijoita (Blazer, 2011). Konstruktivistinen opetus pohjautuu uskomukseen, että oppimista tapahtuu, kunhan oppijat osallistuvat aktiivisesti merkityksien ja tiedon rakentamisprosessiin passiivisen tiedon vastaanottamisen sijaan. Konstruktivistinen luokka sisältää havainnollistavaa opetusmateriaalia, sillä

matematiikasta tulee tehdä konkreettista. Opetuksessa tulisi korostaa enemmän oppimisprosessia kuin lopputulosta, tai prosessi on vähintäänkin yhtä tärkeä kuin lopputulos. Tiedon ajatellaan olevan rakenteeltaan dynaamista, jolloin tieto muuttuu kokemusten kautta. (Finlayson, 2014).

Konstruktivistisessa opetuksessa opetuksen sisältö tulisi opettaa ensin aloittamalla kokonaisuudesta ja laajentamalla se sitten osiin. Oppiminen on vuorovaikutteista ja rakentuu sen varaan, mitä oppilaat tietävät jo. (Blazer, 2011). Tietoa omaksutaan käyttämällä aikaisemmin opittua. Sosiaalisella vuorovaikutuksella on merkittävä rooli opetuksessa, sillä opettaja on koko ajan vuorovaikutuksessa oppilaidensa kanssa (Blazer, 2011). Opetuksessa voidaan käyttää erilaisia oppilastyöryhmiä, joissa oppilaat yhdessä keskustelevat sisällöistä ja tekevät yhdessä erilaisia projekteja (Finlayson, 2014). Tällä tavalla oppilaat pääsevät aktiivisiksi tiedon jakajiksi opetuksessa.

Seuraavassa luvussa esitellään keinoja, joilla opettaja pystyy opetuksessaan vähentämään matematiikka-ahdistusta. Kukin keino esitellään omana alalukunaan.

5. Matematiikka-ahdistuksen vähentäminen matematiikan opetuksessa

Keinot, jotka pyrkivät matematiikka-ahdistuksen vähentämiseen ja ehkäisemiseen, ovat tärkeitä, sillä keinojen uskotaan edistävän monen oppilaan matematiikan oppimista (Blazer, 2011). Opettajalla on voimakas vaikutus oppilaiden matematiikka-ahdistukseen (Geist, 2010). Opettajan tulee varmistaa, että oppilaat arvostavat omia matematiikan kykyjään ja tuntevat olonsa varmoiksi (Furner, 2017).

Matematiikka-ahdistuksen juuret ovat usein opettajissa ja matematiikan opetuksessa (Williams, 1988). Opettajien on todettu olevan paljon suurempi riskitekijä lapsen matematiikka-ahdistuksen kehittymisessä kuin vanhempien, koska opettajat saattavat aliarvioida matematiikka-ahdistuksen vaikutuksen oppimisprosessissa. Opettaja saattaa vähätellä oppilaan matematiikka-ahdistusta sanomalla, että oppilaan tarvitsee vain elää asian kanssa tai päästä asian yli. (Hembree, 1990). Opettaja saattaa pitää oppilaan matematiikka-ahdistusta itsestään ohimenevänä tilana tai hän saattaa ajatella, että oppilaan on otettava itseään niskasta kiinni. Opettajan toiminnalla on keskeinen merkitys matematiikka-ahdistukseen puuttumisessa.

Vaikka opettajalla on iso rooli matematiikka-ahdistukseen puuttumisessa, ei vanhempien roolia tule väheksyä. Opettajan ja vanhempien yhteistyö on tärkeä osa matematiikka-ahdistukseen puuttumisessa. Opettajan on työskenneltävä yhdessä vanhempien kanssa lisätäkseen oppilaan itseluottamusta, tarjotakseen hänelle yksilöllistä tukea, hyödyntääkseen reaali maailman lähestymistapoja matematiikkaan sekä hälventääkseen kaikkia ennakkoluuloja, joita matematiikassa on (Rossnan, 2006). Opettajilla ja vanhemmilla voi olla kriittinen rooli lapsen asenteiden kehittämisessä positiivista matematiikkakuvaa kohti (Furner, 2017). Vanhempien tulisi ylläpitää aktiivista roolia rohkaisemalla lastaan sisällyttämään matematiikkaa päivittäisiin rutiineihinsa (Rossnan, 2006). Esimerkiksi kaupassa vanhemmat voivat laskea lapsen kanssa yhdessä alennetun tuotteen hinnan tai lapsi voi arvioida, kuinka paljon rahaa hänellä on käytettävissä ostoksiin. Opettaja toimii oppilailleen myös kasvattajana. On välttämätöntä, että opettaja tekee yhteistyötä vanhempien kanssa vakuuttaakseen, että jokainen oppilas oppii huomaamaan, kuinka merkityksellistä matematiikka on, jotta he voivat oppia tarvittavat matematiikan taidot (Rossnan, 2006).

Ensimmäinen askel matematiikka-ahdistuksen vähentämisessä on huomata, että matematiikka on luonteeltaan prosessi, joka on kehittynyt aikojen saatossa (vrt. luku 3.2.1). Kenenkään ei oleteta ratkaisevan matemaattisia ongelmia välittömästi, vaan ongelmien ratkaiseminen vaatii aikaa. Tämä askel johtaa ymmärtämiseen, että henkilö ei ole yksin, vaan on muitakin, jotka kärsivät matematiikka-ahdistuksesta. (Plaisance, 2007). Kun henkilö kohtaa todellisuuden ja

ymmärtää kärsivänsä matematiikka-ahdistuksesta, hänen tulisi saada apua vähentääkseen ahdistustaan (Tobias, 1978). Kun henkilölle tehdään testejä matematiikka-ahdistuksen mittaamiseksi ja toteamiseksi, on havaittu, että jo nämä toimenpiteet saavat matematiikka-ahdistuksen tasoja laskemaan (Hembree, 1990).

Paras strategia matematiikka-ahdistukseen puuttumiseen on sen ehkäiseminen, ja toiseksi paras on sen ajoissa aloitettu vähentäminen (Plaisance, 2007). Matematiikka-ahdistukselle alttiina olevien oppilaiden tunnistaminen saattaa ehkäistä matematiikka-ahdistuksen kehittymistä nuorilla lapsilla (Beilock & Willingham, 2014). Laadukkaalla matematiikan opetuksella on yhteys matematiikka-ahdistuksen vähenemiseen kouluissa (Furner, 2017). Kun oppilas ymmärtää matematiikkaa, hän ei todennäköisesti ahdistu matematiikasta. Jos kyseinen oppilas tulevaisuudessa suuntautuu työelämässä matematiikan opettajan työn pariin, hän on omalta osaltaan varmistamassa, että seuraavien sukupolvien oppilaat eivät ahdistuisi matematiikasta. (Williams, 1988).

5.1 Riittävät perustaidot matematiikassa

Oppilaiden perustavanlaatuiset numeeriset ja spatiaaliset taidot saattavat auttaa oppilasta suojautumaan matematiikka-ahdistuksen kehittymiseltä (Beilock & Willingham, 2014). Luvussa 2.2 todettiin, että heikoilla matematiikan taidoilla on yhteys matematiikka-ahdistukseen, joten on luontevaa, että hyvät matematiikan perustaidot saattavat estää matematiikka-ahdistuksen kehittymisen oppilaalta. Matematiikan kumulatiivisen luonteen vuoksi on muutenkin tärkeää, että oppilaalla on hallussa perustaidot matematiikasta. Siksi perusasioiden opetteluun on järkevää panostaa matematiikan opetuksessa. Matematiikassa rutiinioppiminen on välttämätöntä matematiikan suorituksille, koska monet korkeamman tason käsitteet perustuvat matematiikan perustaitojen muistamiseen ja toistamiseen (Mitchell, 2018).

Opettajan kannattaa myös varmistaa, että kaikilla oppilailla on riittävät edellytykset siirtyä aihepiireissä eteenpäin sen jälkeen, kun perusasiat ovat oppilailla hallussa. Jos oppilaat eivät hallitse aiempaa keskeistä matematiikan sisältöä riittävästi, tulisi heillä olla mahdollisuus saada opetusta niistä (Opetushallitus, 2014). Kun opettaja valitsee opetukseen sopivia työtapoja, tulisi kiinnittää huomiota opetuksen eriyttämiseen. Eriyttäminen on kaiken opetuksen pedagoginen lähtökohta. Siinä huomioidaan jokaisen oppilaan osaaminen sekä oppilaiden väliset yksilölliset ja kehitykselliset erot. Eriyttämisen myötä oppilaille annetaan mahdollisuus kokea onnistumisia. (Opetushallitus, 2014). Eriyttämisen keinoihin kuuluvat esimerkiksi apuopettajien hyödyntäminen, oppilaan henkilökohtainen ohjaus, ohjaus pienryhmissä ja teknologian käyttö opetuksessa (Mitchell, 2018).

Opettajan kannattaa rohkaista vanhempia pitämään yllä pienten lasten mielenkiintoa matematiikkaa kohtaan ja varmistaa, että lapsilla on riittävät matematiikan perustaidot, mikä auttaa ehkäisemään matematiikka-ahdistusta (Beilock & Willingham, 2014). Vanhemmat toimivat yleensä lastensa roolimalleina, joten on tärkeää luoda lapselle positiivinen kuva matematiikan opiskelusta ja ylipäättään puhua matematiikan tärkeydestä myös kotona. Oppilaan koulumenestys saattaa parantua, jos vanhemmat tukevat myönteisesti lapsensa koulunkäyntiä (Mitchell, 2018). Vanhemmat voivat myös opettaa lapselleen matematiikan taitoja, joita tarvitaan arkielämässä ja olla tukena lapsen matematiikan opiskelussa. Tutkimukset osoittavat, että vanhempien numeerisen ja spatiaalisen keskustelun taso kotona on yhteydessä lasten matematiikan taitoihin (Beilock & Willingham, 2014).

Opettaja voi myös yrittää parantaa oppilaidensa perustaitoja kohdennetuilla harjoituksilla. Kohdennettujen harjoitusten tarkoituksena on parantaa matematiikka-ahdistukselle alttiina olevien oppilaiden matematiikan perustaitoja ja säännellä heidän mahdollista ahdistustaan, mikä saattaa ehkäistä matematiikka-ahdistuksen kehittymistä (Beilock & Willingham, 2014). Opettajan on hyvä käyttää erilaisia kohdennettuja harjoituksia esimerkiksi oppikirjan harjoitusten lisänä. Nämä voivat olla esimerkiksi perustason tehtäviä, jos oppikirjan tehtävät eivät ole riittäviä joillekin oppilaille perustaitojen harjoitteluun.

5.2 Matematiikan liittäminen reaalielämään

Opettajan on autettava oppilasta luomaan yhteys konkreetin ja abstraktin välille, mikä edistää oppimista ja lievittää matematiikka-ahdistusta (Plaisance, 2007). Matematiikka tulisi opetuksessa liittää reaalielämään, jotta opettaja saa oppilaat ymmärtämään, että matematiikka on tärkeä ja hyödyllinen työkalu (Blazer, 2011). Matematiikasta tulisi tehdä opetuksessa merkityksellistä (Williams, 1988) ja luoda yhteyksiä arkipäivän sovelluksiin (Blazer, 2011). Uutta asiaa opettaessaan opettaja voi tuoda esille erilaisia käytännön sovelluksia, joissa kyseistä asiaa tarvitaan. Tämä voi saada oppilaat motivoitumaan aiheesta.

Opettaja voi ottaa oppilaiden matematiikka-ahdistuksen huomioon käyttämällä monipuolisia opetustapoja ja muokkaamalla opetuskäytänteitä varmistaakseen, että kaikki oppilaat kokevat matematiikassa onnistumisia (Blazer, 2011). Uudet matematiikan käsitteet voidaan opettaa muullakin tavalla kuin opettajajohtoisesti. Opettaja voi päästää oppilaat itse tutkimaan, ajattelemaan, harjoittelemaan ja etsimään lisää tietoa (Blazer, 2011). Ongelmanratkaisutehtävät ovat helppo tapa tuoda esille matematiikan merkityksellisyyttä opetuksessa ja ne sopivat muokattuina lähes kaiken ikäisille oppilaille (Williams, 1988). Matematiikan käsitteet voidaan opettaa visuaalisia apuvälineitä hyödyntämällä, keskustelemalla, roolileikillä, käytännön aktiviteeteilla

ja teknologian avulla. Tutkijat ehdottavat, että opettajat suosisivat pelejä ja aktiviteetteja matematiikan tunnilla, jotta oppilaat voivat kokea matematiikkaa käytännössä. (Blazer, 2011).

Matematiikasta voi tehdä konkreettista käyttämällä havainnollistamisvälineitä (engl. manipulatives), jotka havainnollistavat matematiikan käsitteitä ja ilmiöitä. Tällaisia havainnollistamisvälineitä voivat olla esimerkiksi geometriset kappaleet ja kuviot, murtokakut (engl. fraction circles), Multilink –kuutiot (engl. Multilink cubes) sekä laskusauvat (engl. Cuisenaire rods). Kun opettajat käyttävät opetuksessaan konkreettisia materiaaleja, kuten havainnollistamisvälineitä, monet alakoululaiset osoittavat suurempaa kiinnostusta matematiikkaa kohtaan ja hallitsevat paremmin matemaattisia käsitteitä ja taitoja sen sijaan, että opetus ei olisi kosketuksissa reaalielämään millään tavalla (Blazer, 2011). Havainnollistamisvälineiden käytön ajatellaan lisäävän matematiikan käsitteiden ymmärtämistä useilla oppilailta, mikä osaltaan vähentää matematiikka-ahdistusta (Williams, 1988). Vaikka oppilaalla ei olisikaan suoranaista matematiikka-ahdistusta, matemaattisten havainnollistamisvälineiden käyttö opetuksessa voi tehostaa ymmärtämistä ja sitä kautta oppimista kenen tahansa oppilaan kohdalla.

Tutkimukset ovat osoittaneet, että teknologiaa voidaan käyttää hyödyllisenä apuvälineenä matematiikka-ahdistuksen vähentämisessä kaikilla luokka-asteilla (Blazer, 2011). Teknologian avulla opettaja voi havainnoida matematiikkaa esimerkiksi erilaisilla simulaattoreilla ja tietokoneohjelmilla. Teknologiasta on monenlaista hyötyä matematiikan opiskelussa, sillä tietokonepohjaiset koulutehtävät antavat oppilaiden työskennellä omassa tahdissaan ja oppilaat saavat tehtävistään välittömän palautteen. Tietokoneet mahdollistavat myös nopean pääsyn erilaisiin tietolähteisiin, ja oppilaat voivat opiskella matematiikkaa yhteistoiminnallisesti verkon kautta. (Blazer, 2011). Yhteistoiminnallista oppimista tarkastellaan tarkemmin seuraavassa luvussa. Opettajat kertovat, että keinot, jotka ajavat pois perinteisistä opetustavoista, ovat parhaita keinoja vähentää matematiikka-ahdistusta (Mitchell, 2018).

Teknologian hyödyllisyys opetuksessa jakaa mielipiteitä. Opettajan tulee tiedostaa se riski, että oppilaat saattavat käyttää oppitunneilla teknologiaa viihdemielessä oppimistarkoituksen sijaan. Siksi on syytä huomioida itse opetuksen merkitys. Teknologian hyödyntäminen oppimisen apuvälineenä on hyvä lisä matematiikan opiskelussa, mutta se ei saa syrjäyttää laadukasta opetusta. Opettajan kannattaakin pohtia, onko tietotekniikan käyttö opetuksessa aina tarpeellista. Teknologia on kuitenkin jo nyt kietoutunut osaksi matematiikan opetusta ja opiskelua Suomessa, joten teknologian ja tietotekniikan osaamiseen on syytä panostaa tulevaisuuden kannalta.

5.3 Yhteistoiminnallinen oppiminen

Matematiikka-ahdistus liitetään usein opetusmenetelmiin, joissa korostetaan oppilaiden välistä kilpailua, ja joissa oppilaita vaaditaan opiskelemaan eristyksissä muista. Matematiikka-ahdistuksen vähentämiseksi opetuksessa suositellaan käyttämään yhteistoiminnallisuutta (Blazer, 2011). Yhteistoiminnallisessa oppimisessa oppilaat työskentelevät pienryhmissä, joissa oppiminen tapahtuu yhteistyössä ja vuorovaikutuksessa muiden ryhmän jäsenten kanssa. Yhteistoiminnallinen oppiminen eroaa perinteisestä ryhmätyöstä siten, että yhteistoiminnallisessa oppimisessa oppilaat todella tarvitsevat toisiaan saavuttaakseen ryhmän yhteisen tavoitteen. Tällöin ryhmässä ei esiinny perinteiselle ryhmätyölle ominaisia vapaamatkustajia, jotka hyötyvät ryhmän tavoitteeseen pääsystä ilman omaa panosta. Ryhmän jäsenet ovat vastuussa omasta oppimisestaan, mutta jäsenet ovat osaltaan vastuussa myös ryhmän tuloksesta. Yhteistoiminnallisen oppimisen lähtökohtana on edistää kaikkien oppilaiden oppimista paremmin kuin mihin he pystyivät itsekseen. (Hellström;Johnson;& Leppilampi, 2015).

Yhteistoiminnallinen oppiminen on osa konstruktivistista oppimisfilosofiaa (ks. luku 4.4), jossa tarkoituksena on tehdä opetuksesta oppilaslähtöistä. Yhteistoiminnalliset ryhmät tarjoavat oppilaille mahdollisuuden vaihtaa ideoita, kysyä vapaasti kysymyksiä, ilmaista ajatuksiaan, perustella omia vastauksiaan ja keskustella oppimisprosessista. (Blazer, 2011). Kun oppilaat keskusteleivat yhdessä matematiikasta, he samalla joutuvat perustelemaan näkemyksiään. Opettajan kannattaakin ottaa oppilaiden väliset keskustelut käyttöön osaksi matematiikan opetustaan. Oppilaat ovat todennäköisesti myös kiinnostuneempia opiskelemaan matematiikkaa osallistavamman opetustyylin takia, joka saa heidät työskentelemään ahkerasti. (Furner, 2017). Samalla oppilaat oppivat jakamaan keskenään ryhmän onnistumiset ja saavutukset, joista oppilaat saavat kokonaisvaltaisen positiivisen tunteen tehdystä työstä. Opettajan vastuulla on edistää ryhmien menestymistä kehumalla pienimmistäkin saavutuksista. (Rossnan, 2006).

5.4 Monipuolinen arviointikulttuuri opetuksessa

Tutkijat ehdottavat, että opettajat voisivat ehkäistä tai vähentää matematiikka-ahdistusta käyttämällä opetuksessaan monipuolisia arviointitapoja (Blazer, 2011). Monipuoliset arviointitavat lisäävät perinteisille arviointitavoille vaihtoehtoisia tapoja testata oppilaan osaamista. Perinteisessä opetuksessa on yleensä keskeistä, että osaamisen testaaminen ja arvioiminen tapahtuvat opetusjakson päättyessä. Tällöin oppilaan on omaksuttava suuri määrä tietoa paineistetussa tilanteessa, jossa matematiikan suoritukset tulisi tehdä jossakin tietyssä ajassa. Oppilaan tietojen ja taitojen arvioiminen jää yhden kokeen varaan, jolloin oppilaalla on yksi ainoa tilaisuus näyttää osaamisensa opetusjakson aikana. Tällöin opetuksessa korostuu ulkoa opettelun ja muistamisen tärkeys, mikä saattaa vain pahentaa oppilaan matematiikka-ahdistusta (Blazer, 2011).

Tutkijat ovat osoittaneet, että matematiikka-ahdistus on voimakkaammin yhdistetty heikkoihin suorituksiin, kun oppilaat tekevät ajastettua testiä (Beilock & Willingham, 2014).

Oppilaan arvioiminen ei saisi koskaan perustua yhteen näyttöön, vaan arvioimisen tulisi olla jatkuvaa. Opetuksessa tulee korostaa enemmän oppimisprosessia kuin lopputulosta (Finlayson, 2014). Perusopetuksen opetussuunnitelmaa 2014 lainaten:

Pääosa opintojen aikaisesta arvioinnista on luonteeltaan formatiivista. Tällöin arviointi ja siihen perustuva palautteen antaminen toteutetaan lukuvuoden aikana osana päivittäistä opetusta ja työskentelyä. Se edellyttää opettajilta oppimisprosessiin liittyvää havainnointia ja vuorovaikutusta oppilaiden kanssa. (Opetushallitus, 2014, s. 50).

Monipuolisia arviointitapoja voi olla esimerkiksi opettajan suullinen kysely, opettajan luokassa tekemä päivittäinen havainnointi, oppilaiden demonstraatiot tai opettajan ja oppilaan väliset arviointikeskustelut. Erilaiset projektit, esiintymistehtävät ja portfoliot ovat myös tehokkaita arviointityökaluja. (Blazer, 2011). Opettajan on myös hyvä harkita aikapaineen poistamista matematiikan suorituksista ja antaa oppilaille aikaa ja tilaa työskennellä vastauksiensa saamiseksi. Tällöin opettaja vähentää matematiikka-ahdistuneen oppilaan huolia siten, ettei oppilaan tarvitse lopettaa vastaamistaan jossakin tietyssä ajassa. (Beilock & Maloney, 2012).

Oppilaan monipuolinen arviointi on keskeinen keino tukea jokaisen oppilaan oppimista ja kehitystä (Opetushallitus, 2014). Tällöin arviointi on myös kaikille oikeudenmukaista.

5.5 Virheitä salliva oppimisympäristö

Oppilailla on usein virhekäsityksiä, joiden mukaan on vain yksi oikea keino ratkaista matemaattisia ongelmia ja että kaikki matemaatikot ratkaisevat ongelmat nopeasti päässä laskien (Blazer, 2011). Tämä voi johtaa siihen, että oppilaat saattavat luokassa välttää vastaamista matematiikan tehtäviin väärän vastauksen pelossa. Opettaja saattaa myös tahtomattaan luoda illuusion, jossa jotkut ihmiset laskevat matematiikkaa nopeasti ja jotkut eivät, jos hän itse näyttää oppilailleen aina valmiina laskemaan matematiikkaa ja laskeminen tapahtuu helposti (Tobias, 1978). Näistä sangen yleisistä virhekäsityksistä pitäisi päästä matematiikan opetuksessa eroon.

Onnistumisen kokemukset kannustavat oppilasta oppimaan lisää, mutta epäonnistumiset tai virheelliset ratkaisut kuuluvat myös oppimisprosessiin (Opetushallitus, 2014). Opettajan tulisi korostaa matematiikan opetuksessa, että kaikki tekevät matematiikassa virheitä (Plaisance, 2007) ja välttää sitomasta itsetuntoa matematiikassa menestymiseen (Blazer, 2011). Opettajan kan-

nattaisi lisätä oppilaiden tietoisuutta siitä, että yksikin pieni virhe laskuvaiheissa johtaa useimmiten väärään vastaukseen (Blazer, 2011), joten virhe lopputuloksessa ei ole välttämättä vakava asia. Opettajankaan ei tulisi pelätä omia virheitään. Opettajalle virheiden tekeminen olisi jopa suotavaa, jotta oppilas oppii huomaamaan, että virheitä sattuu kaikille ja niistä ei tarvitse olla huolissaan.

Matematiikka-ahdistus liitetään myös sellaisiin opetusmetodeihin, joissa korostetaan nopeutta saada oikea vastaus. Tutkijat suosittelevat, että matematiikan opetus keskittyisi ratkaisuprosessiin oikeiden vastauksien sijaan. Opettajan tulisi matematiikan tehtäviä tarkastaessaan keskittyä oppilaan ajatteluprosessiin eikä pelkästään siihen, onko oppilaan vastaus oikein. (Blazer, 2011). Oppilaille kannattaa valita sellaisia matematiikan tehtäviä, joissa jopa opettajan pitää käydä läpi monta välivaihetta ja yrittää montaa eri ratkaisumenetelmää ennen kuin hän saa ratkaistua tehtävän (Tobias, 1978). Tällöin oppilaille syntyy matematiikasta kuva, jossa ponnistelu ja sinnikkyys ovat osa oppimisprosessia.

Opettajan kannattaa havainnoida luokkansa ilmapiiriä selvittääkseen, kysyvätkö oppilaat luokassa vapaasti kysymyksiä. Luokka voi esimerkiksi olla niin jännittynyt tai kilpailuhenkinen, etteivät oppilaat halua osallistua yhteiseen keskusteluun. (Williams, 1988). Kilpailua tulisikin käyttää opetusmetodina varoen sekä välttää tilanteita, joissa matematiikka-ahdistuneiden oppilaiden täytyy suoriutua ison ryhmän edessä, jotta ilmapiiri pysyisi vapaana (Rossnan, 2006). Opettajan tulisi luoda luokkaan ilmapiiri, jossa oppilaat eivät tuntisi oloaan toisten edessä kiusaantuneiksi tai uhatuiksi, kun heitä pyydetään antamaan suullisia vastauksia. Heikosti suoriutuvaa oppilasta ei pitäisi milloinkaan pakottaa tekemään tehtävää taululle tai vastaamaan kysymykseen, jos hän ei halua. (Blazer, 2011). Opettajan on hyvä miettiä vaihtoehtoisia tapoja osallistua opetukseen tällaisille oppilaille, jotta heidän itseluottamuksensa kasvaisi.

Opettajan kannattaa havainnoida sekä opettajan omaa että muiden oppilaiden suhtautumista oppilaan antamaan väärään vastaukseen. Negatiiviset reaktiot voivat vähentää oppilaan halua osallistua keskusteluun. (Williams, 1988). Opettajan kielteinen käyttäytyminen saattaa olla lisäksi vahingollista oppilaan matematiikan opiskelulle (Furner, 2017) ja aiheuttaa vain lisää ahdistusta matematiikassa. Opettajan onkin syytä osoittaa empatiaa enemmän kuin arvostella oppilasta (Williams, 1988) ja pohtia omia reaktioitaan tällaisissa tilanteissa jo valmiiksi. Jos opettaja osoittaa empatiaa oppilasta kohtaan oppilaan epäonnistuessa, oppilas saattaa pitää oppiaineesta ihan vain jo sen takia, että hän pitää opettajastaan. Tämä johtuu usein siitä, että opettaja osaa luoda oppimisympäristön, joka edesauttaa oppimista ja tavoittaa opetuksessa kaikki oppilaat. (Furner, 2017). Oppimisympäristön tulisi olla sellainen tila, joka rohkaisee jokaisen yksilön vahvuuksia ja onnistumisia (Rossnan, 2006).

Kun oppilas kamppailee matematiikan kanssa, opettajan pitää miettiä tarkkaan sanojaan, joilla lohduttaa oppilasta, jotta oppilas ei ymmärtäisi opettajan sanomaa väärin. Esimerkiksi opettajan hyvää tarkoittavalla toteamuksella: ”On ihan ok, että kaikki eivät voi olla hyviä tällaisissa tehtävissä” opettaja lähettää väärän viestin. Oppilas ymmärtää asian siten, että ”Olet epäonnistunut, ja tämä matematiikan tehtävä on sinulle ylitsepääsemättömän vaikea”. Lohdutus lähettää hienoisen viestin, joka vahvistaa oppilaan näkemyksiä siitä, että hän ei ole hyvä matematiikassa. Sen sijaan opettajan tulisi sanoa: ”Kyllä, tämä tehtävä on haasteellinen, mutta tiedän, että ahkeralla työllä voit saada sen tehtyä”. Tällöin opettaja ilmaisee, että oppilaalla on potentiaalia ratkaista tehtävä, mutta se vaatii ponnisteluja. (Beilock & Willingham, 2014). Kaikilla on mahdollisuus töitä tekemällä menestyä matematiikassa. Opettajan tehtävä on auttaa oppilasta ymmärtämään tämä ja tarjota oppilaille eväitä oppimisen tueksi.

5.6 Kokeeseen valmistautuminen

Useimmalle matematiikasta ahdistuneelle oppilaalle matematiikan koe on ahdistusta laukaiseva tekijä, sillä mikä tahansa testi voi laukaista matematiikka-ahdistuksen (Hopko, 2003). Siksi opettajan tulisi valmistella oppilaita sopeutumaan työskentelemään paineen alla säännöllisillä testeillä (Blazer, 2011). Säännölliset testit ovat myös osa jatkuvaa arviointia, jota matematiikan opetuksessa tulisi käyttää.

Kokeisiin olisi hyvä harjoitella yhdessä. Opettajan kannattaa laatia koetta varten yksityiskohdainen opiskeluopas, joka käydään läpi tiivistetysti luokassa esimerkiksi koetta edeltävällä opitunnilla. Opettaja voi myös antaa oppilaille esimerkkeinä kysymystyyppejä, joita kyseiseen matematiikan kokeeseen tulee. Oppilaille voi myös antaa kaava-arkin ennen koetta, jotta oppilaat näkevät, millaisia kaavoja heidän odotetaan osaavan. (Harrington & Powell, 2011). Oppilaille pitää tehdä selväksi, mitä heiltä kokeessa vaaditaan. Tämä kannattaa tehdä jo kurssin alussa, mutta viimeistään kuitenkin vähän ennen koetta. Tällöin oppilaille ei tule kokeessa yllätyksenä, mitä heidän tulisi osata.

Seuraavassa luvussa esitetään tutkielman keskeisimmistä tutkimustuloksista vedetyt johtopäätökset.

6 Johtopäätökset

Nykypäivänä yhteiskunnan tarve matematiikan osaamiselle on kasvanut. Siksi on tärkeää puuttua matematiikka-ahdistukseen. Tutkijat uskovat, että matematiikka-ahdistusta ehkäisevät ja vähentävät keinot saattavat parantaa monen oppilaan matematiikan oppimista koulussa (Blazer, 2011), sillä matematiikasta enemmän ahdistunut oppilas oppii todennäköisesti vähemmän kuin matematiikasta vähemmän ahdistunut henkilö (Ashcraft & Moore, 2009). Matematiikan opettajan on hyvä pohtia suhtautumistaan matematiikka-ahdistuksesta kärsiviin oppilaisiin ja omiin käsityksiinsä matematiikasta. Matematiikka-ahdistus saattaa vaikuttaa oppilaan tulevaisuuteen urahaaveiden kautta, jolloin kyse on myös yhteiskunnallisesti tärkeästä asiasta.

Koska matematiikka-ahdistuksella on suuri vaikutus oppilaan matematiikan opiskeluun ja oppimiseen, olisi opettajien syytä tiedostaa keinot, joilla matematiikka-ahdistusta voidaan ehkäistä ja lieventää. Opettajankoulutuksessa olisi hyvä tuoda ilmi matematiikka-ahdistus muista matematiikkavaikeuksista puhuttaessa. Opettajilla tulisi olla mahdollisuus oppia, kuinka oppilaan matematiikka-ahdistus havaitaan, mikä matematiikka-ahdistusta voi aiheuttaa, ja miten siihen tulisi puuttua. Opettajankoulutuksessa tulisi myös keskittyä siihen, miten matematiikkaa opetetaan eikä vain siihen, että mitä asioita matematiikassa opetetaan.

Matematiikka-ahdistus on käsitteenä hyvin voimakas. Jos oppilaalla esiintyy ohimenevää ahdistusta matematiikan tehtävien kanssa, tuntuu hassulta puhua vielä matematiikka-ahdistuksesta, vaikka se olisikin lievää sellaista. Uskon, että matematiikka-ahdistuksessa on pohjimmiltaan kyse heikoista matematiikan perustaidoista ja negatiivisesta suhtautumisesta matematiikkaa kohtaan, joka voi olla myös aikuisilta opittua käytöstä. Aikuiset, jotka ovat oppilaiden kanssa tekemisissä päivittäin, levittävät omia uskomuksiaan ja stereotypioitaan niin tahallisesti kuin tahtomattaankin lapsille. Lapset ottavat useimmiten vaikutteita omilta vanhemmiltaan ja opettajiltaan, mutta myös ikätovereiltaan. Opettajan on siksi myös hyvä pohtia omia matematiikkaan liittyviä asenteita ja uskomuksia.

Perinteisessä matematiikan opetuksessa korostetaan ulkoa oppimista ja opettajajohtoista opetustyyliä, jossa oppilailla ei ole mahdollisuutta vaikuttaa opetukseen (Furner, 2017). Matematiikka-ahdistuksen vähentämiskeinoihin kuuluvat monipuoliset opetustavat (Blazer, 2011), jotka kuuluvat nykyisen opetussuunnitelman mukaiseen koulutyöhön (Opetushallitus, 2014). Mielestäni perinteistä matematiikan opetusta ei tulisi kuitenkaan kokonaan hylätä, sillä joillekin opetusryhmille tämä voi olla paras tapas opiskella ja oppia matematiikkaa. Perinteinen mate-

matematiikan opetus korostaa usein myös perustaitojen oppimista, jonka on todettu olevan yksi matematiikka-ahdistuksen vähentämisen keino (Beilock & Willingham, 2014). Opettajan pitää itse pohtia, mitkä keinot ovat hänen mielestään hänen oppilailleen parhaita.

Tämän tutkielman tarkoituksena oli etsiä keinoja, joilla opettaja voi puuttua oppilaan matematiikka-ahdistukseen. Kirjallisuuden perusteella opettajan kannattaa varmistaa oppilaan riittävät matemaattiset perustaidot, käyttää opetuksessaan monipuolisia opetus- ja arviointitapoja, hyödyntää yhteistoiminnallista oppimista sekä luoda oppilaille kannustava ja virheitä salliva ilmapiiri, jotta oppilaan matematiikka-ahdistus lievenee. Opettaja voi myös kannustaa oppilasta kirjoittamaan ahdistuksen tunteistaan. Lisäksi tutkielman tarkoituksena oli löytää keinoja, joilla opettaja voi vaikuttaa oppilaan matematiikka-ahdistuksen kehittymiseen. Opettaja voi yrittää ennaltaehkäistä oppilaan matematiikka-ahdistuksen kehittymistä yrittämällä muuttaa oppilaan ajattelutapaa matematiikasta aiempaa myönteisemmäksi, korostamalla matematiikan opetuksessa ymmärrystä ja käyttämällä oppilaslähtöistä opetustapaa. Lisäksi oppilaan matemaattisten perustaitojen varmistaminen on keino ehkäistä matematiikka-ahdistuksen kehittymistä.

Tämän tutkielman tulokset saattavat auttaa matematiikan opettajia, joiden oppilailla esiintyy matematiikka-ahdistusta. Tutkielmassa on esitetty keinoja, joilla matematiikka-ahdistukseen pyritään puuttumaan mielellään jo varhaisessa vaiheessa, jotta ahdistuksesta voi helpommin päästä eroon. Tutkielmassa esiintyviä harjoituksia ja strategioita voi yrittää sisällyttää omaan opetukseensa parhaaksi näkemällään tavalla. Opetuksessa on hyvä korostaa sinnikkyyttä ja ahkeruutta eikä niinkään arvosanojen tärkeyttä. Opettajien kannattaa suhtautua oppilaiden virheisiin rohkaisevasti ja myötätuntoisesti, jotta oppilailla olisi matala kynnyks osallistua luokan keskusteluun.

Yksittäinen opettaja pystyy jakamaan tietoa matematiikka-ahdistuksesta oppilaiden vanhemmille ja muille opettajille. Vanhempien kannattaa olla lapsensa tukena matematiikan opiskelussa, erityisesti silloin, kun puhutaan lapsen matematiikka-ahdistuksesta. Vanhempien on syytä muistaa olla lapsensa seurassa positiivisia matematiikkaan kohtaan, vaikka heillä itsellään olisikin negatiivisia muistoja matematiikasta omilta kouluajoiltaan. Tällöin lapselle ei pääse muodostumaan ikäviä ennakkoasenteita, joihin matematiikan opettajan saattaa olla vaikea pureutua.

Suomessa aineenopettajat opettavat matematiikkaa yläkoulussa ja lukiossa. Yksittäisellä matematiikan opettajalla saattaa olla viikoittain satoja oppilaita, joten opettajalla saattaa olla haasteita huomata oppilaan matematiikka-ahdistus. Tällöin korostuu kommunikoinnin ja havain-

noinnin merkitys. Kun opettaja tuntee oppilaansa hyvin, hänen on helppo tukea oppilaansa oppimista parhaalla mahdollisella tavalla. Opettajan kannattaa hyödyntää eriyttämisen keinoja, joilla pyritään turvaamaan jokaisen oppilaan oppimisen tukeminen. Tässä yhteydessä on syytä korostaa myös reflektoinnin tärkeys. Kun opettaja kokeilee uusia opetusmenetelmiä ja keinoja vähentää matematiikka-ahdistusta, on hyvä pohtia niiden toimivuutta oppitunnin jälkeen. Opettajan kannattaa pohtia, mitkä keinot ja harjoitukset toimivat ja mitkä eivät. Lisäksi on hyvä pohtia, ymmärtävätkö oppilaat keskeiset matematiikan käsitteet ja jos eivät, miten opettaja voisi saada ne heidät ymmärtämään.

Kansainvälisissä artikkeleissa matematiikka-ahdistus näyttäytyy varsin yleisenä ilmiönä. Esimerkiksi eräässä artikkelissa arvioidaan, että 93 % amerikkalaisista olisi kohdannut elämässään matematiikka-ahdistusta (Blazer, 2011). Luku kuulostaa varsin korkealta, vaikka mukaan olisi laskettu myös lievää matematiikka-ahdistusta kokeneet henkilöt. Suomessa matematiikka-ahdistusta on tutkittu melko vähän, mutta epäilen, ettei Suomessa matematiikka-ahdistusta esiintyisi niin yleisesti. On myös vaikea sanoa, miten tässä tutkielmassa esiintyvät tulokset toimivat Suomen kouluissa. Tutkijoilla lienee oma näkemyksensä keinoista, joilla matematiikka-ahdistukseen voidaan puuttua, mutta keinojen käytännön toimivuudesta on aika vähän tietoa.

Lähteet

- Ashcraft, M. H. (2002). Math anxiety: personal, educational and cognitive consequences. *American Psychological Society, 11*(5), 181-185.
- Ashcraft, M. H.;& Kirk, E. P. (2001). The relationships among working memory, math anxiety and performance. *Journal of Experimental Psychology, 130*(2), 224-237.
- Ashcraft, M. H.;& Moore, A. M. (2009). Mathematics anxiety and the affective drop in performance. *Journal of Psychoeducational Assessment, 27*(3), 197-205.
- Asikainen, M.;Hirvonen, P. E.;& Viholainen, A. (2014). Mathematics student teachers' epistemological beliefs about the nature of mathematics and the goals of mathematics teaching and learning in the beginning of their studies. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 10*(2), 159-171.
- Beilock, S. L.;& Maloney, E. A. (2012). Math anxiety: who has it, why it develops and how to guard against it. *Trends in Cognitive Sciences, 16*(10), 404-406.
- Beilock, S. L.;& Willingham, D. T. (2014). Math anxiety: Can teachers help students reduce it? Ask the cognitive scientist. *American Educator, 38*(2), 28-32.
- Beilock, S. L.;Gunderson, E. A.;Levine, S. C.;& Ramirez, G. (2010). Female teachers' math anxiety affects girls' math achievement. *PNAS, 107*(5), 1860-1863.
- Blazer, C. (2011). *Strategies for reducing math anxiety*. Miami: Research Services.
- Cargnelutti, E.;Passolunghi, M. C.;& Pellizzoni, S. (2019). The relationship between cognitive and emotional factors and arithmetic problem-solving. *Educational Studies in Mathematics, 100*(3), 271-290.
- Ernest, P. (Toim.). (1989). The impact of beliefs on the teaching of mathematics. *Mathematics Teaching: The State of the Art, 249-254*.

- Finlayson, M. (2014). Addressing math anxiety in the classroom. *Improving Schools*, 17(1), 99-115.
- Furner, J. M. (2017). Teachers and counselors: building math confidence in schools. *European Journal of STEM Education*, 2(2), 1-10.
- Geist, E. (2010). The anti-anxiety curriculum combating math anxiety in the classroom. *Journal of Instructional Psychology*, 37(1), 24-31.
- Givvin, K. B.;MacGyvers, V. L.;Salmon, J. M.;& Stipek, D. J. (2001). Teachers' beliefs and practices related to mathematics instruction. *Teaching and Teacher Education*, 17(2), 213-226.
- Harrington, J.;& Powell, M. A. (2011). Effective teaching circles: support for math anxious students. *NADE Digest*, 5(2), 24-33.
- Hellström, M.;Johnson, P.;& Leppilampi, A. (2015). *Yhdessä oppiminen. Yhteistoiminnallisuuden käytäntö ja periaatteet*. Into Kustannus.
- Hembree, R. (1990). The nature, effects and relief of mathematics anxiety. *National Council of Teachers of Mathematics*, 21(1), 33-46.
- Hopko, D. R. (2003). Confirmatory factor analysis of the math anxiety rating scale-revised. *Educational and Psychological Measurement*, 63(2), 336-351.
- Jackson, C. D.;& Leffingwell, R. J. (1999). The role of instructions in creating math anxiety in students from kindergarten through college. *Mathematics Teacher*, 92(7), 583-586.
- Lee, J. (2009). Universals and specifics of math self-concept, math self-efficacy and math anxiety across 41 PISA 2003 participating countries. *Learning and Individual Differences*, 19(3), 355-365.
- Mitchell, K. M. (2018). *Best practices to reduce math anxiety*. Pepperdine university: ProQuest dissertations publishing.

- Opetushallitus. (2014). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet*. Haettu 6. 6. 2019 osoitteesta https://www.oph.fi/download/163777_perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf
- Plaisance, D. V. (2007). *Identification of factors that reduce mathematics anxiety or preservice elementary teachers in mathematics content courses*. Baton Rouge: Southern University and A & M College.
- Richardson, F. C.;& Suinn, R. M. (1972). The mathematics anxiety rating scale: psychometric data. *Journal of Counseling Psychology, 19*(6), 551-554.
- Rossnan, S. (2006). Overcoming math anxiety. *Mathitudes, 1*(1), 1-4.
- Strawderman, V. W. (2017). Math anxiety model. Haettu 11. 6. 2019 osoitteesta https://www.mathgoodies.com/articles/math_anxiety_model
- Thompson, A. G. (1992). *Teachers' beliefs and conceptions: a synthesis of the research*. New York: Macmillan.
- Tobias, S. (1978). *Overcoming math anxiety*. Boston, Massachusetts: Houghton Mifflin Company.
- Tobias, S. (1990). Math anxiety: an update. *NACADA Journal, 10*(1), 47-50.
- Tobias, S. (1993). *Overcoming math anxiety tarkistettuna ja laajennettuna*. New York, New York: W.W: Norton & Company.
- University of Cambridge. (2017). The relationship between maths anxiety and maths performance. Haettu 12. 6. 2019 osoitteesta <https://www.cne.psychol.cam.ac.uk/the-relationship-between-maths-anxiety-and-maths-performance>
- Williams, W. V. (1988). Answers to questions about math anxiety. *School Science and Mathematics, 88*(2), 95-104.