

MUSIIKILLISEN JA MATEMAATTISEN OSAAMISEN YHTEYDET MUSIIKKILUKIOSSA

Sonja Hurtta
Maisterintutkielma
Musiikkikasvatus
Musiikin, taiteen ja kulttuurin tutkimuksen laitos
Jyväskylän yliopisto
Kevät 2023

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO

Tiedekunta Humanistis-yhteiskuntatieteellinen tiedekunta	Laitos Musiikin, taiteen ja kulttuurin tutkimuksen laitos
Tekijä Sonja Hurtta	
Työn nimi Musiikillisen ja matemaattisen osaamisen yhteydet musiikkilukiossa	
Oppiaine Musiikkikasvatus	Työn laji Maisterintutkielma
Aika Kevät 2023	Sivumäärä 62 + 1 liite
Tiivistelmä <p>Musiikin harrastamisen on havaittu olevan yhteydessä kognitiivisiin kykyihin ja mahdollisesti parempaan suoriutumiseen matematiikan opinnoissa. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, onko musiikillisella ja matemaattisella osaamisella yhteyttä musiikkilukiolaisten keskuudessa. Millaiset musiikilliset ja matemaattiset taidot ovat yhteydessä toisiinsa, ja voiko musiikin harrastaminen parantaa suoriutumista matematiikan lukio-opinnoissa? Lisäksi kartoitettiin opiskelijoiden kokemuksia musiikin ja matematiikan oppimisen yhteyksistä. Hypoteesina oli positiivisten yhteyksien löytäminen musiikillisen osaamisen ja matemaattisen osaamisen välillä. Tutkimuskohteena oli eräs suomalainen musiikkilukio. Määrällistä ja laadullista aineistoa kerättiin Webropol-kyselylomakkeella. Kyselyyn vastasi 69 lukion opiskelijaa kaikilta vuosikursseilta linjasta riippumatta. Kyselyssä kerättiin tietoa muun muassa opiskelijan musiikkitaustasta, musiikkiharrastuksista, musiikillisesta ja matemaattisesta osaamisesta väittämällä sekä matematiikan kurssien keskiarvo. Avoimissa vastauksissa opiskelijat kuvasivat havaitsemiaan yhteyksiä musiikin ja matematiikan sekä musiikin ja matematiikan oppimisen välillä.</p> <p>Määrällinen aineisto analysoitiin SPSS Statistics 28.0 -ohjelmassa. Analyysissa käytettiin faktorianalyysia, korrelaatioiden tarkastelua, lineaarista regressioanalyysia ja Mann-Whitneyn U-testiä. Laadullisen aineiston analysoinnissa hyödynnettiin teemoittelua. Tutkimuksessa musiikillisen ja matemaattisen osaamisen välillä havaittiin olevan lievä positiivinen yhteys. Musiikillinen osaaminen oli lievästi yhteydessä myös pitkän matematiikan kurssien keskiarvoon. Tutkimus ei antanut näyttöä siitä, että tietyt musiikin harrastamisen muodot olisivat yhteydessä matematiikan kurssien keskiarvoihin. Tilastollisesti merkitseviä eroja ei ollut matemaattisessa osaamisessa tai matematiikan kurssien keskiarvoissa instituutiossa musiikin harrastamisen suhteen. Opiskelijat tunnistivat yhteyksiä musiikin ja matematiikan oppimisen välillä, ja teemoihin sisältyvät havainnot olivat linjassa määrällisen aineiston tutkimustulosten kanssa.</p>	
Asiasanat musiikki, matematiikka, musiikillinen osaaminen, matemaattinen osaaminen, musiikin harrastaminen, matemaattiset taidot, siirtovaikutus, musiikkilukio	
Säilytyspaikka Jyväskylän yliopisto	
Muita tietoja	

KUVIOT

KUVIO 1	Nuottien aika-arvojen ja murtolukujen välinen yhteys (Marjanen 2013, 24)	23
KUVIO 2	Ympyrädiagrammiesitys avoimista vastauksista nousseista teemoista	51

TAULUKOT

TAULUKKO 1	Soitto- tai laulutunneilla käymisen yhteys vanhemman (1) koulutukseen	36
TAULUKKO 2	Soitto- tai laulutunneilla käymisen yhteys vanhemman (2) koulutukseen	37
TAULUKKO 3	Matemaattisen osaamisen faktorille latautuneet väittämät....	38
TAULUKKO 4	Musiikillisen osaamisen faktorille latautuneet väittämät.....	38
TAULUKKO 5	Korrelaatiot summamuuttujien ja matematiikan keskiarvojen välillä	40
TAULUKKO 6	Väittämien välisiä korrelaatioita (N = 69)	41
TAULUKKO 7	Lineaarinen regressiomalli harrastusmuodoista.....	44
TAULUKKO 8	Arvosanojen keskiarvojen tarkastelu instituutiossa harrastamisen suhteen	45
TAULUKKO 9	Matematiikkaväittämien keskiarvot instituutiossa harrastamisen suhteen	46
TAULUKKO 10	Kvantifiointi teemoihin sisällytettyjen vastausten määrästä .	51

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	MUSIIKILLISET JA MATEMAATTISET TAIDOT	4
2.1	Lahjakkuutta ja älykkyyttä	4
2.2	Musiikillisten ja matemaattisten taitojen kehittyminen	7
2.3	Matematiikan opiskelu lukiossa	9
2.4	Musiikkilukion erityispiirteet.....	10
3	MUSIIKIN HARRASTAMISEN MONET YHTEYDET	12
3.1	Siirtovaikutus.....	12
3.2	Yhteys kognitiivisiin toimintoihin	14
3.2.1	Yhteydet tiedonkäsittelyyn	14
3.2.2	Yhteydet tarkkaavaisuuteen ja toiminnanohjaukseen	18
3.3	Yhteys matematiikkaan.....	20
3.3.1	Matematiikan opinnoissa pärjäämiseen.....	20
3.3.2	Onko musiikki matematiikkaa?	22
4	TUTKIMUSASETELMA	25
4.1	Tutkimuskysymykset	25
4.2	Tutkimusmenetelmä ja -aineisto	26
4.3	Aineiston analyysi.....	28
4.4	Tutkimusmenetelmän luotettavuuden arviointi ja tutkimuseettinen pohdinta	30
4.5	Tutkijan rooli.....	34
5	TUTKIMUSTULOKSET	35
5.1	Tutkittava joukko	35
5.2	Musiikillisen ja matemaattisen osaamisen yhteyksiä	37
5.2.1	Väittämien latautuminen faktoreille.....	37
5.2.2	Summamuuttujien yhteys toisiinsa ja matematiikan keskiarvoihin	39
5.2.3	Väittämien yhteyksiä	40
5.2.4	Musiikillisen osaamisen summamuuttuja matemaattisen osaamisen ja matematiikan arvosanojen selittäjänä.....	42
5.3	Musiikin harrastamisen muodot.....	43
5.3.1	Harrastusmuotojen yhteys matematiikan keskiarvoihin	43
5.3.2	Instituutiossa harrastaminen	44
5.3.2.1	Vertailu matematiikan keskiarvojen suhteen	44

5.3.2.2	Vertailu matemaattisen osaamisen väittämien suhteen.....	46
5.4	Opiskelijoiden kokemukset musiikin ja matematiikan yhteyksistä.....	47
6	POHDINTA.....	53
6.1	Tulosten tarkastelu.....	53
6.2	Tulosten luotettavuus.....	56
6.3	Jatkotutkimusaiheita.....	58
	LÄHTEET.....	60
	LIITTEET.....	63

1 JOHDANTO

Ovatko musiikin harrastajat hyviä matematiikassa tai ovatko matemaatikot musikaalisia? Keskustelimme aiheesta tutkija Mari Tervaniemen kanssa ja hän mainitsi, että usein ihmisiä tuntuu kiinnostavan kulkevatko musiikilliset ja matemaattiset taidot käsi kädessä. Tutkimuskentällä kysymykseen ei ole kuitenkaan saatu yksiselitteistä vastausta. Musiikin harrastamisella on osoitettu olevan positiivisia yhteyksiä muun muassa keskittymiseen, muistin toimintaan ja muihin kognitiivisiin toimintoihin, jotka voivat auttaa matemaatiikan tehtävissä suoriutumista. Lisäksi musiikkia voidaan ilmaista matemaattisesti, koska rytmit perustuvat aika-arvoihin ja melodioidat sävelten välisiin suhteisiin eli murtolukuihin. Nuottikirjoitus ja musiikin teoria on siis varsin matemaattista. Sekä musiikillisten että matemaattisten taitojen kehittämyminen pohjautuvat oppimisen kumulatiiviseen luonteeseen - uuden oppiminen etenee esimerkiksi helpommista kitarasoinnuista tai matematiikan tehtävistä vaikeampiin sointuihin tai tehtäviin oppijan kehittyessä.

Tämän maisterintutkielman tavoitteena oli selvittää musiikillisen osaamisen ja matemaattisen osaamisen yhteyttä musiikkilukiossa. Musiikillinen osaaminen voi sisältää esimerkiksi monipuolisesti musiikillisia taitoja, kuten musiikillista harrastuneisuutta, soittotaitoa tai muita musiikillisia kykyjä, kuten melodioiden ja rytmien muistamista tai musiikillista keksimistä. Matematiikan opinnoissa menestyminen on vain yksi tapa kuvata matemaattista osaamista. Matemaattinen osaaminen sisältää monipuolisesti erilaisia matemaattisia taitoja, kuten ongelmanratkaisu- ja päättelykykyä sekä matemaattisten symbolien ja merkintätapojen käyttöä. On kiinnostavaa pohtia sitä, millainen musiikillinen osaaminen on yhteydessä matemaattiseen osaamiseen. Löytyykö esimerkiksi tiettyjä musiikin harrastamisen muotoja, jotka ovat yhteydessä matemaattiseen osaamiseen?

Mielenkiinto aiheeseen kumpuaa omista kokemuksistani musiikin harrastamisen ja matematiikan oppimisen välillä. Lapsuudessa alkanut viulunsoittoharrastus vei mukanaan musiikin harrastamisen maailmaan. Matematiikan opinnoissa taas olen päässyt haastamaan ongelmanratkaisukykyä ja kehittämään laskurutiinia. Musiikkikasvatuksen opintojen lisäksi olen opiskellut valinnaisina opintoina matematiikan perus- ja aineopinnot. Kyseisen oppiaineyhdistelmän ansiosta minulla on valmiudet tarkastella ja pohtia aihetta asiantuntevasti.

Oman kokemukseni mukaan musiikin harrastaminen on opettanut kärsivällisyyttä ja pitkäjänteisyyttä, joita todella tarvitaan esimerkiksi lukion pitkän matematiikan opiskelussa. Lähipiirissäni on useita musiikin harrastajia, joille matematiikan opiskelu on ollut luontevaa ja helppoa. Toisaalta tiedän monia musiikkia harrastavia, joille matematiikka on ollut haastavaa. Näin ollen aihetta pohtiessa täytyy ottaa huomioon, että yhteydet voivat olla yksilöllisiä. On kuitenkin mielenkiintoista pohtia, onko musiikillisella osaamisella ja matemaattisella osaamisella yhteisiä piirteitä, ja onko niitä samoilla henkilöillä. Tutkimuksessani näihin pohdintoihin on selvitetty vastausta kyselyllä musiikkilukiolaisilta. Lisäksi lukiolaisten havainnot ja kokemukset musiikin ja matematiikan oppimisen yhteydestä tukevat tutkimuksen tavoitetta.

Tutkielma etsi vastauksia seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Onko musiikillisella osaamisella yhteys matemaattiseen osaamiseen ja matematiikan kurssien keskiarvoihin? Jos on, niin millaisella osaamisella?
2. Onko musiikin harrastamisella yhteys matemaattisiin taitoihin ja matematiikan kurssien keskiarvoihin?
 - a) Ovatko tietyt musiikin harrastamisen muodot yhteydessä matematiikan kurssien keskiarvoihin?
 - b) Onko instituutiossa musiikin harrastamisella yhteys matemaattiseen osaamiseen ja matematiikan kurssien keskiarvoihin?
3. Miten lukiolaiset kokevat musiikin ja matematiikan olevan yhteydessä toisiinsa, ja millaisia musiikin ja matematiikan oppimisen yhteyksiä he ovat kokeneet?

Kandidaatintutkielmassani selvitin musiikin ja matematiikan oppimiskäsitysten yhteyttä kirjallisuuskatsauksen muodossa. Katsauksesta kävi ilmi, että musillisten ja matemaattisten kykyjen kehittämisellä on paljon yhteyksiä, ja musiikkiin ja matematiikkaan liittyy samanlaisia hahmottamisen taitoja. Musiikin parissa toimiminen aktivoi kokonaisvaltaisesti aivoja ja osittain samoja aivoalueita, joita vaaditaan muun muassa matemaattisessa ongelmanratkaisussa. Musiikillinen osaaminen ja matemaattinen osaaminen voivat näin hyödyttää toinen toisiaan. Näin ollen maisterintutkielmani aihe on luontevaa jatkoa kandidaatintutkielmalleni.

Aikaisempi tutkimustieto osoittaa, että musiikin harrastaminen voi olla yhteydessä parempaan suoriutumiseen matematiikassa. Esimerkiksi instrumentin harjoittelu ja opiskelu voivat kehittää aivojen kykyä käsitellä matemaattisia ongelmia ja tehtäviä. Näin ollen tämän tutkimuksen hypoteesina oli positiivisten yhteyksien löytäminen musiikillisen osaamisen ja matemaattisen osaamisen välillä. Opiskelijoiden kokemuksia musiikin ja matematiikan yhteyksistä lähestyttiin tutkielmassa aineistolähtöisesti, koska aikaisempaa tutkimustietoa oli hyvin vähän. Hypoteesina oli, että opiskelijat tunnistavat ainakin joitakin yhteyksiä, joita voidaan havaita myös opiskelijoiden kokemuksissa.

2 MUSIIKILLISET JA MATEMAATTISET TAIDOT

2.1 Lahjakkuutta ja älykkyyttä

Taitava viulisti hurmaa yleisönsä upealla konserttielämyksellä, dj tanssittaa yökerhon väkeä pikkutunneille saakka, kuoro improvisoi yhdessä vocal painting -metodia hyödyntäen, ja sosiaalisen median alustat mahdollistavat yhteismusisoinnin päällekkäisäänityksillä eri puolilta maailmaa vain älypuhelimien välityksellä. Musiikillisia taitoja on selvästi useita, ja jokainen musiikkia harrastava voi toimia laajasti musiikin monipuolisella kentällä omia mielenkiinnonkohteitaan seuraten. Matematiikkaa taitava lukio-opiskelija taas kykenee derivoimaan haastavankin trigonometrisen funktion. Hänen aikaisemmat tietonsa derivoinnista ja trigonometrinen funktioiden ominaisuuksista auttavat ongelmanratkaisussa, joka perustuu johdonmukaisuuteen ja loogiseen päättelyyn. Hän kykenee avaruudelliseen hahmottamiseen ja mallintamaan sanallisen kuvauksen avulla halutun kappaleen Geogebra-ohjelmistoon.

Tämän tutkimuksen kannalta musiikillisen osaamisen ja matemaattisen osaamisen määrittäminen on keskeistä, jotta näiden taitojen mahdollisia yhteyksiä voidaan tarkastella ja ymmärtää. Kyseessä onkin kaksi sisällöltään varsin erilaista taitoa ja osaamisaluetta, kuten edellä esimerkkien avulla avasin. Kuitenkin musiikillisten ja matemaattisten taitojen oppimiseen liittyvissä prosesseissa on muun muassa havaittu yhteyksiä, joita avaan tarkemmin luvussa 3. Musiikillisten ja matemaattisten taitojen keskeisten elementtien määrittäminen on haastavaa, koska kyse on kummassakin tapauksessa niin moniulotteisista taidoista.

Guhn, Emerson ja Qouzouasis (2020) toteavat musiikin oppimisen (*engl. music learning*) olevan osa useita erilaisia musiikin harrastamisen muotoja. Näitä voivat olla muun muassa laulaminen, instrumentin soittaminen, säveltäminen ja musiikin

teorian opiskelu. (Guhn ym. 2020, 311.) Soittamista ja laulamista voi harjoitella itseksensä itse esimerkiksi opetusvideoiden avulla tai soittotunneilla käymällä. Motivoitunut musiikin harrastaja voi käyttää harrastamiseen viikossa useitakin tunteja oli kyse sitten kuorolaulusta, bändissä soittamisesta tai musiikin tuottamisesta. Perusopetuksessa musiikin opetuksen tehtävänä on luoda edellytykset monipuoliseen musiikilliseen toimintaan (POPS 2014, 422). Lukion opetussuunnitelman perusteissa korostuu se, että lukion musiikin opinnoissa opiskelija kehittää musiikillista osaamistaan osallistumalla aktiivisesti musiikilliseen toimintaan ja syventää myönteistä suhdettaan musiikkiin (LOPS 2019, 339–340).

Matemaattiset taidot koostuvat numeerisesta tiedosta, matemaattisten periaatteiden ja käsitteiden ymmärtämisestä, aritmeettisten yhdistelmien muistamisesta, menetelmätietoudesta ja ongelmanratkaisutaidoista. Numeerisella tiedolla tarkoitetaan numeroiden tuntemista ja kykyä asettaa lukuja järjestykseen, kun taas aritmeettisten yhdistelmien muistamisella viitataan matemaattisiin operaatioihin, kuten yhteen laskemiseen, vähentämiseen, kertomiseen ja jakamiseen. Menetelmätietouden avulla laskija kykenee valikoimaan useista laskustrategian tehtävään sopivan laskutavan. (Aunola & Nurmi 2018, 55.)

Musikaalisia ihmisiä pidetään usein musiikillisesti lahjakkaina tai älykkäinä ja vastaavasti matematiikkaa taitavat nähdään matemaattisesti lahjakkaina tai matemaattisesti älykkäinä. Paananen (2009) pitää musikaalisuuden käsitettä ongelmallisena, koska musikaalisuutta voidaan mitata erilaisissa konteksteissa ja siihen voidaan sisällyttää monenlaisia kykyjä. Näitä kykyjä voivat olla esimerkiksi nuotinlukutaito, korvakuulolta musiikillisten melodioiden, sointukiertojen tai komppien oppiminen, instrumenttispesifit taidot tai yhteismusisoinnin taidot. (Paananen 2009, 142.) Perinteisesti älykkyydeksi taas mielletään kyky ratkaista nimenomaan matemaattista ajattelua vaativia tehtäviä, pulmia tai ongelmia. Voisi ajatella, että älykäs henkilö varmasti ratkaisee pakohuonepelin ennätysajassa, koska pakohuonepeli vaatii ongelmanratkaisu- ja päättelykykyä erilaisten pulmien selvittämisessä. Psykologi ja tutkija Gardnerin 1980-luvun moniälykkyysteoria haastaakin perinteisen älykkyyden määritelmän.

Gardnerin (1983) moniälykkyysteorian mukaan yksilöt voivat olla älykkäitä monin eri tavoin. Hän esittää, että älykkyyden osa-alueita ovat 1) musiikillinen älykkyyys, 2) kehollis-kinesteettinen älykkyyys, 3) kielellinen älykkyyys, 4) spatiaalinen älykkyyys, 5) loogis-matemaattinen älykkyyys sekä 6) sosiaalinen interpersoonallinen älykkyyys ja 7) itseymmärryksellinen eli intrapersoonallinen älykkyyys. Gardner tutki erilaisia aivovauriotapauksia ja havaitsi, että vaikka jokin kognitiivinen kyky olisi menetetty, muut aivotoiminnot saattoivat säilyä ennallaan. Älykkyyden osa-alueet voivat koostua erilaisista kognitiivisista toiminnoista, jotka aktivoivat aivojen eri alueita monipuolisesti, joten yhtä aivoaluetta, jolle tietty älykkyyys sijoittuisi ei voida osoittaa. (Gardner 1983). Näin ollen väitän, että pakohuonetehtävästä nopeasti suoriutuvalla henkilöllä olisi varmasti loogis-matemaattista älykkyyttä ja spatiaalista älykkyyttä.

Musiikillisen älykkyyden keskeisiä elementtejä ovat sävelkorkeudet ja melodiat, rytmit ja sointivärit. Musiikillisesti älykäs henkilö hahmottaa musiikkia kuullessaan kappaleiden rakenteita, tunnistaa erilaisia asteikkoja ja kykenee erottamaan polyfonisesta materiaalista eri instrumenttien stemmoja. Älykkyyden muoto ilmenee kykynä soittaa tai laulaa ja luoda musiikkia, mutta myös kykynä arvioida musiikin merkityksiä. Loogis-matemaattinen älykkyyys kehittyy, kun lapsi tarkastelee leikin kautta esineiden lukumääriä ja kykenee vähitellen hahmottamaan joukkojen suuruuseroja, jolloin lukukäsite kehittyy. Älykkyyden muotoon liittyy kykyyn löytää syy-seuraussuhteita, käyttää ja testata hypoteeseja sekä käyttää symboleita esimerkiksi yhtälönratkaisussa. Johdonmukainen looginen päättelykyky sekä abstraktimpi ajattelutapa sisältyvät loogis-matemaattiseen älykkyyteen. (Gardner 1983, 111-114, 135-140.)

Tämän tutkimuksen kannalta on mielenkiintoista pohtia sitä, kuinka paljon musiikillinen älykkyyys ja loogis-matemaattinen älykkyyys jakavat yhteisiä piirteitä, ja onko näitä älykkyyden piirteitä samoilla henkilöillä. Paananen (2009, 139) toteaa, että musiikillisesti älykäs ihminen kykenee musiikin tietorakenteiden konstruointiin ja musiikillisten ongelmien ratkaisuun. Ainakin ongelmanratkaisutaito on yhteistä musiikilliselle ja loogis-matemaattiselle älykkyydelle, vaikka ratkaistavat ongelmat voivat olla hyvin erilaisia. Gardnerin (1983) määritelmien nojalla voidaan todeta, että

sekä musiikillisen että matemaattisen älykkyyden muodot pohjautuvat kykyyn havaita ja jäsentää käsitteitä – olivat ne sitten musiikillisia tai matemaattisia.

2.2 Musiikillisten ja matemaattisten taitojen kehittyminen

Vauva tai pieni lapsi hytkyy musiikin tahdissa ja osaa kuvakirjaa selatessa näyttää kummassa kuvassa on enemmän karkkeja, mikäli karkkien määrä eroaa selvästi. Mistä musiikilliset ja matemaattiset taidot ovat lähtöisin ja miten ne kehittyvät? Onko musiikillinen tai matemaattinen osaaminen synnynnäistä, perinnöllistä ympäristön vaikutuksen aikaansaamaa?

Jo sikiö kykenee havaitsemaan kohtuun kantautuvasta puheesta ja laulusta melodioita, rytmejä ja äänenvoimakkuuden vaihteluja. Tutkimukset ovat osoittaneet, että harmoniset sävelkulut ja konsonanssissa soivat intervallit ovat vauvojen mieleen. (Huotilainen 2009, 122–125). Altistumme siis musiikille jo ennen syntymäämme, jonka jälkeen varsinainen musiikillisten taitojen kehittäminen ja kartuttaminen alkaa.

Musiikillisten taitojen kehittyminen on yksilöllistä, mutta Paananen (2009) esittämät kehitysvaiheet antavat erään mallin musiikillisen kyvyn kehittymiselle. Nämä kehitysvaiheet ovat sensomotorinen (4–18 kk), relationaalinen (1,5–5 v.) ja dimensionaalinen (5–11 v.) vaihe, jotka voidaan jakaa myös spesifisimpiin osavaiheisiin. Sensomotorisessa on musiikillisen kehityksen perusta, kun vauva reagoi musiikkiin kokonaisvaltaisin elein ja ”laulaa” äännellen. Relationaalisessa vaiheessa lapsi kykenee toistamaan melodisen tai rytmisen kuvion, kun hän oppii hahmottamaan melodiaintervallin suunnan tai rytmin muutoksen. Dimensionaalisessa vaiheessa hierarkkisista suhteiden tietoverkko rakentuu entisestään. Lapsi hahmottaa tonaliteettia, kokeilee improvisaatiota ja kykenee lisäämään sointuja melodioihin. (Paananen 2009, 142–147.)

Varhaisten matemaattisten ajattelun taitojen perusta löytyy hermojärjestelmästä. Ympäristöstä löytyvien joukkojen kokojen vertailu on ensimmäisiä matemaattisia taitoja. Jotta lukukäsitys kehittyy lapselle, vaatii se aktiivista ja spontaania tarkkaavaisuuden suuntaamista lukumääriin. Spontaanissa huomion kiinnittämisessä lukumääriin tarkkaavaisuus voi suuntautua lukumäärään omaehtoisesti tai

ärsykelähtöisesti, mutta ei toisen henkilön ohjaamana. Kun numeerinen tieto ja taito pääsevät kehittymään, lapsi kykenee muodostamaan Fusonin (1988) mukaan luonnollisen luvun käsitteen, jonka ymmärtäminen ja kehittyminen edellyttää systemaattista harjoittelua. (Hannula-Sormunen, Mattinen, Räsänen, Ruusuvirta 2018, 158–160, 165.)

Ihminen on ikään kuin ohjelmoitu havaitsemaan lukumäärien olemassaolo, mutta matemaattisten taitojen kehittyminen vaatii huomion kiinnittämistä lukumääriin. Spontaanin tarkkaavaisuuden lisäksi vanhemmat saattavat usein lapsen kanssa kirjaa selatessaan – tietoisesti tai tiedostamattaan – kiinnittää lapsen huomion kuvassa näkyvien kissojen määrään ja lapsen osoittaessa sormella jokaista kissaa, vanhempi laskee ”yksi, kaksi, kolme, neljä kissaa”. Hannula-Sormunen ja kumppanit (2018, 164) esittävät, että ”lukusanojen oppiminen luo yhteyden hermostollisen edustuksen ja lukukäsitteiden välille”. Aunola ja Nurmi (2018, 58) taas tuovat esiin, että matemaattisten taitojen kehitystä ennustavana tekijänä voidaan pitää varhaisia lukujonotaitoja eli taitoja ja tietämystä päätellä tietyn säännön mukaan muodostuvan lukujonon seuraava jäsen. Lukujonotaitoja harjoitellaan läpi peruskoulun (POPS 2014, 129, 136, 375), ja lukion matematiikan tehtävissä niitä voidaan soveltaa muun muassa talouteen liittyvien ilmiöiden mallintamisessa (LOPS 2019, 228).

Musiikillinen lahjakkuus tai matemaattinen älykkyys mielletään usein perinnölliseksi. Paananen (2009) esittelee Karman (2007) ajatuksen, jonka mukaan ”perimä luo puitteet musikaalisuudelle, mutta ympäristö ratkaisee, tulevatko taipumukset esiin”. (Paananen 2009, 142). Ukkola-Vuotin (2013) väitöskirjatutkimuksen tulokset ovat samassa linjassa, kun selvitettiin musikaalisuuden perinnöllisyyttä musikaalisuustesteillä 92 perheen (yht. 412 perheenjäsentä) joukossa. Tulokset osoittivat, että perimänä vaikutus musikaalisuuteen on 44 % ja musiikilliseen luovuuteen 84 %. (Ukkola-Vuoti 2013.) Perimän ohella musiikillisen kyvyn kehittymiseen vaikuttavat kuitenkin Paananen (2009, 150) mukaan ikävaiheisiin kytkeytyvä taitojen harjoittelu, kiinnostus musiikkia kohtaan, osallistuminen musiikkia sisältäviin sosiaalisiin tilanteisiin, musiikilliset tehtävät ja ongelmanratkaisutilanteet.

Matematiikan osaamisen periytyvyydestä ei ole yksimielistä näkemystä, koska perimän selittävä osuus vaihtelee eri tutkimusten välillä. Perimä selittää

todennäköisesti noin 50 % matematiikan osaamisesta. Ympäristötekijöillä on osoitettu olevan myös merkittävä vaikutus matematiikan osaamiseen. (Power, Nagoshi ja DeFries 2017.) Musiikillisten ja matemaattisten taitojen kehittyminen on selvästi monivaiheinen ja moniulotteinen prosessi, jossa synnynnäisillä valmiuksilla, perimällä ja ympäristön vaikutuksilla on oma roolinsa. Pidän tärkeänä sitä, että kyseisten taitojen parissa kehittyminen on mahdollista jokaiselle perimästä riippumatta. Voimme havainnoida ympäristöä musiikillisen ja matemaattisen linssin läpi, ja kartuttaa osaamistamme harjoittelemalla.

2.3 Matematiikan opiskelu lukiossa

Lukio-opinnoissa matematiikan opiskelun tavoitteena on antaa opiskelijalle valmiudet ymmärtää, soveltaa ja tuottaa sekä arvioida matemaattisesti esitettyä tietoa. Opiskelussa perehdytään matematiikan peruskäsitteisiin, perusideoihin ja rakenteisiin ja matemaattista ilmaisuja harjoitellaan monipuolisesti. Laskeminen, luova ajattelu sekä ilmiöiden mallintaminen, ennustaminen ja ongelmanratkaisu ovat oppimisen keskiössä. Opiskelija oppii hyödyntämään digitaalisia tiedonlähteitä ja tietokoneohjelmistoja matematiikan oppimisessa, tutkimisessa ja ongelmanratkaisussa. Laaja-alaiset tavoitteet nivovat matematiikan arkielämään ja havainnollistavat matematiikan merkityksiä yhteiskunnassa. (LOPS 2019, 221–222.) Aunolan ja Nurmen (2018, 55) esittämät matemaattisten taitojen osa-alueet (ks. luku 2.1) sisältyvät matematiikan oppiaineen yleistä tehtävään ja kurssikohtaisiin sisältöihin ja tavoitteisiin (ks. LOPS 2019, 22 ja LOPS 2015).

Tämän tutkimuksen kohderyhmä sisältää opiskelijoita, jotka suorittavat matematiikan opintoja joko 2015 tai 2019 lukion opetussuunnitelman mukaisesti. 2019 lukion opetussuunnitelmassa oppimäärien ja niihin kuuluvien opintojen mitoituksen perusteena käytetään kurssien sijaan opintopisteitä. 2015 lukion opetussuunnitelman entinen kurssi vastaa laajuudeltaan kahta opintopistettä. Opinnot etenevät sekä 2015 että 2019 lukion opetussuunnitelman perusteissa siten, että ensin käydään matematiikan yhteinen opintokokonaisuus MAY1 Luvut ja yhtälöt (LOPS 2019) tai MAY1 Luvut ja

lukujonot (LOPS 2015). Tämän jälkeen opiskelija valitsee joko matematiikan pitkän tai lyhyen oppimäärän ja suorittaa siihen liittyvät opinnot kursseina tai opintopisteinä. Oppimäärää voidaan vaihtaa pitkästä lyhyeen hyväksi lukemalla pitkän oppimäärän kurssit lyhyen matematiikan oppimäärään. Mikäli lyhyemmästä oppimäärästä siirrytään pidempään, opiskelijalta voidaan edellyttää lisänäyttöjä ja arvosanaa harkita uudelleen. (LOPS 2015, 130–139, LOPS 2019, 9, 223–233.)

Oppilaan suoriutumista matematiikan opinnoissa arvioidaan monipuolisesti ja opettaja on vastuussa arvioinnista. Kannustava palaute tukee opiskelijan matemaattisen ajattelun ja itseluottamuksen kehittymistä sekä vahvistaa opiskelumotivaatiota. Arviointi on opiskelijälähtöistä siten, että sen tavoitteena on auttaa opiskelijaa tiedostamaan vahvuutensa, mutta myös löytämään kehityskohteita. Laskutaito, menetelmien valinta, matemaattisen ajattelun ja ongelmanratkaisun taidot, päätelmien perustelevinen ja analysoiminen sekä ohjelmistojen valinta ja käyttö ovat arvioinnin kohteena. (LOPS 2019, 222, LOPS 2015, 129.) Tässä tutkimuksessa matematiikan arvosanat ovat eräs matemaattisen osaamisen mittari, koska arviointi perustuu edellä mainittujen matemaattisten taitojen monipuoliseen tarkasteluun.

2.4 Musiikkilukion erityispiirteet

Aamu alkaa kuoroharjoituksilla, jonka jälkeen opiskelija suuntaa matematiikan tunnille. Ruokavälitunnilla on aikaa jamitella porukalla bändiluokassa sekä hioa esitystä koulun konserttiin. Iltapäivän biologian tunnin jälkeen on aikaa omalle sävellyshankkeille. Itse tehdyn biisin soinnut lokahtavat vihdoin paikoilleen, ja lyriikoita hiotaan porukalla. Musiikkilukiassa opiskelu mahdollistaa sen, että musiikin harrastaminen ja musiikin opiskelu voi olla osa lukiolaisen arkea päivittäin. Opiskelija voi valita musiikin kurseja mielenkiintonsa mukaan ja kehittää tietojaan ja taitojaan musiikin monipuolisilla osa-alueilla.

Erikoislukioiden ovat erityisen koulutustehtävän saaneita lukioita, joka tarjoaa yhden tai useamman koulutuslinjan, joiden oppilaat noudattavat valtakunnallisesta opetussuunnitelmasta poikkeavaa opetussuunnitelmaa. Tällaisia lukioita ovat muun

muassa taidelukiot, urheilulukiot, kielilukiot tai IB- lukiot. (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2014, 10–25.) Rinteen (2012) mukaan erikoislukioiden määrä on kasvanut 1990-luvun jälkeen. Niiden keskeisenä periaatteena on ollut turvata lahjakkaiden oppilaiden mahdollisuudet harjoittaa erikoisosaamistaan tilanteessa, jossa tuntijako, opetus-suunnitelma ja kurssit mahdollistavat sen. (Rinne 2012, 382–384.)

Erityistehtävän saaneen musiikkilukion musiikkilinjalla opiskelijat ovat oikeutettuja vähentämään valtioneuvoston asetuksessa säädetystä pakollisten kurssien määrästä kahdeksan kurssia tai 16 opintopistettä, mikäli he suorittavat koulutuksen järjestäjän hyväksymän vähintään 12 kurssin laajuisen kurssi- tai opintokokonaisuuden. Jokaisen pakollisen oppiaineen kurseista tai opintopisteistä tulee kuitenkin suorittaa vähintään puolet. (Valtioneuvosto 2014.) Halutessaan opiskelija voisi vähentää esimerkiksi matematiikan pitkän tai lyhyen oppimäärään pakollisista kurseista puolet.

Rinne (2012) esittelee Järvisen (2003) selvityksen erikoislukion opiskelijoiden vanhempien koulutuksesta, tuloista ja sosioekonomisesta taustasta vuosina 1985 ja 1995. Tulokset osoittavat, että molempina ajankohtina vanhempien koulutuksella, tuloilla ja sosioekonomisella taustalla oli merkittävä yhteys erikoislukioon valikoitumiseen. (Rinne 2012, 385–386.) Musiikkilukiossa opiskelevat tulevat siis keskimäärin korkeamman sosioekonomisen taustan perheistä.

3 MUSIIKIN HARRASTAMISEN MONET YHTEYDET

Luku sisältää kootusti aikaisempia tutkimustuloksia musiikin harrastamisen yhteyksistä kognitiivisiin toimintoihin, kuten aivojen tiedonkäsittelyyn ja muistitoimintoihin. Tutkimuskentällä selvästi noteerattu musiikin harrastamisen vaikutukset matematiikan oppimiseen ja opinnoissa pärjäämiseen, mutta myös avaruudelliseen hahmottamiseen ja päättelykykyyn. Voisiko musiikin matemaattisuus luoda sillan matematiikan ja musiikin oppimisen välille?

3.1 Siirtovaikutus

Perkins ja Salomon (1992, 3) esittävät, että oppimisen siirtovaikutuksella (*engl. transfer effect*) tarkoitetaan seuraavaa: yhdessä kontekstissa opittu asia tai taito vaikuttaa toisessa kontekstissa opittavaan asiaan. Siirtovaikutuksellisessa oppimisessa ollaan nimenomaan kiinnostuneita siitä, että kahden kontekstin välinen oppimisen yhteys ei sovellu suoraan perinteisen oppimisen käsitykseen, jossa aikaisemmin opittua sovelletaan ja siirretään uuteen opittavaan asiaan yhden oppimisen kontekstin sisällä. (Perkins & Salomon 1992, 3.) Tämä tutkimus tarkastelee sitä, miten kaksi eri oppimisen kontekstia, musiikillinen osaaminen ja matemaattinen osaaminen ovat yhteydessä toisiinsa.

Siirtovaikutus kahden opittavan asian välillä voi olla joko positiivista tai negatiivista. Positiivinen siirtovaikutus on kyseessä, kun yhdessä kontekstissa oppiminen parantaa suorituskykyä toisessa oppimisen kontekstissa. Negatiivinen siirtovaikutus taas viittaa siihen, että aiemmin opittu taito yhdessä kontekstissa estää hidastaa uuden taidon oppimista toisessa kontekstissa. (Perkins & Salomon 1992, 3–4.) Esimerkiksi viulunsoittoa harrastava voi hyödyntää aikaisemmin oppimiaan tietoja ja taitoja esimerkiksi nuotinluvusta ja intervalleista uuden instrumentin parissa, vaikka

soittotekniikka olisi erilainen. Negatiivinen siirtovaikutus voi vaikeuttaa manuaalivaihteisella autolla ajamaan oppinutta henkilöä automaattivaihteisen auton ajamisen oppimisessa. Hän saattaa hapuilla kytkintä tai vaihdekeppiä joitakin kertoja, mutta oppii harjoituskertojen aikana ajamaan myös automaattivaihteisella autolla.

Eerolan (2014, 57) mukaan musiikin opiskelun siirtovaikutuksilla tarkoitetaan pitkäaikaisen harrastamisen tai musiikin opiskelun ulkomusiikillisiä vaikutuksia. Tutkimuskirjallisuudessa puhutaan myös musiikinopiskelun hyödyistä. Olen samaa mieltä Eerolan (2014, 57) kanssa siitä, että siirtovaikutus-termin käyttö on perusteltua, kun ollaan tekemisissä oppimisen ja koulumaailman kanssa. Tämä tutkimus keskittyy tarkemmin juuri musiikin harrastamisen mahdollisiin siirtovaikutuksiin ja hyötyihin matematiikan oppimisessa, koska aikaisempaa tutkimustietoa siihen suuntaan olevasta siirtovaikutuksesta on enemmän. Ei voida kuitenkaan poissulkea sitä mahdollisuutta, etteikö siirtovaikutusta voisi tapahtua myös toiseen suuntaan.

Neurologinen selitysmalli ja siirtovaikutusteoria selittävät musiikin opiskelun ja musiikin harrastamisen vaikutuksia. Neurologinen selitysmallin mukaan musiikin käsittelyssä vaadittavat aivoalueet ovat samoja tai lähekkäisiä aivoalueita toisen kontekstin tehtävän kanssa. Kun musisoinnin myötä kyseiset aivoalueet harjaantuvat, parantuu suoriutuminen myös toisessa tehtävässä. Siirtovaikutusteorian mukaan taas musiikin opiskelu edellyttää taitoja, jotka ulottuvat monen eri lahjakkuuden alle. Tällöin näiden taitojen kehittäminen hyödyttää toisenlaisissakin tehtävissä selviytymistä tai suoriutumista. (Hetland 2000, 180–181)

Pöyhönen (2011) ehdottaa, että koska Gardnerin älykkyydet voivat koostua monista erilaisista moduuleista, on mahdollista, että joidenkin moduulien kohdalla eri älykkyydet jakavat enemmän yhteisiä piirteitä kuin muut älykkyydet. Näin ollen musiikin harrastaminen voi hyödyttää esimerkiksi matematiikan opiskelussa ja oppimisessa, ja musiikillinen ja matemaattinen älykkyys voivat jakaa yhteisiä piirteitä keskenään.

3.2 Yhteys kognitiivisiin toimintoihin

Jokainen musiikkia joskus harrastanut on varmasti havainnut sen, että instrumentin soittaminen ja haltuun ottaminen vaatii kärsivällisyyttä, toistoja sekä pitkäjänteistä harjoittelua. Kun teknistä sorminäppäryyttä vaativaa kitarasointua tai pianoluritutusta jaksaa ”hinkata” eli toistaa useita kertoja harjoitellen, sujuu se jo seuraavan päivänä paremmin ilman takkuilua. Kun harjoittelua jatkaa viikon verran, on kitarasointu tai pianoluritus vahvistunut niin hyvin hermoratoihimme, että se sujuu todella sulavasti. Vaikka oppiminen vaatii aikaa, saavat onnistumisen kokemukset meidät jatkamaan harjoittelua ja kehittymään entisestään musiikkiharrastuksen parissa, mutta musiikin harrastamisella on muitakin vaikutuksia. Usein kuuleekin puhuttavan niin kutsutuista ”muusikon aivoista”, eikä ihme, sillä Huotilainen (2016, 2) tiivistääkin, että tutkimustieto perustelee muusikon aivojen erityislaatuisuuden musiikin harrastamisen vaikutuksilla kognitiivisiin toimintoihin.

Lehtinen, Vauras ja Lerkkanen (2016, 52) tiivistävät, että kognitiolla tarkoitetaan tajunnan sisältöä ja tajunnan sisältöihin liittyviä tapahtumia nimitetään kognitiivisiksi prosesseiksi. Kognitiivisia toimintoja ovat oppiminen ja oppimisen eri strategiat, tiedon hankinta ja taltiointi eli muistin toimintaan liittyvät prosessit, tarkkaavaisuuden suuntaaminen sekä ongelmanratkaisuprosessit. Nykykäsitys oppimisesta perustuu juuri näiden kognitiivisten taitojen harjoittamiseen ja hyödyntämiseen, kun uusi opittu asia liitetään aikaisemmin opittuun. (Lehtinen ym. 2016, 52–53, 88–89.)

3.2.1 Yhteydet tiedonkäsittelyyn

Musiikin harrastamisen ja musiikillisten taitojen harjoittelun on havaittu vaikuttavan aivojen rakenteeseen ja plastisuuteen. Soittotaidon oppiminen on kompleksinen tehtävä, joka vaatii korkeamman asteen kognitiivisten toimintoja. Ajan kuluessa kognitiivisten taitojen harjoittaminen johtaa aivojen rakenteellisiin ja toiminnallisiin muutoksiin. (Herholz & Zatorre 2012, 486.) Neurotieteilijät epäilevät seuraavaa: Kun aivojen hermosolut aktivoituvat musiikillisen toiminnan seurauksena, saattaa näiden

hermosolujen aktivointi ja ärsytys vaikuttaa yksilön matemaattisiin kykyihin, avaruudelliseen ja loogiseen päättelykykyyn (Wenger & Wenger 1990, viitattu lähteessä Cheek & Smith 1999, 759).

Schlaug, Jäncke, Straiger ja Steinmet (1995) havaitsivat, että aivokurkiainen, joka yhdistää vasemman ja oikean aivopuoliskon toisiinsa, on laajempi ammattimuusikoilla kuin ei-muusikoilla. Laaja aivokurkiainen mahdollistaa sen, että informaation kulku aivopuoliskojen välillä on nopeaa. (Schlaug ym. 1995.) Eerolan (2014, 58) mukaan aivopuoliskojen välisen yhteyden vahvistamisella voi olla suurempi vaikutus eri konteksteissa tapahtuvissa tehtävissä selviämiseen, kuin yksittäisten aivoalueiden harjaannuttamisella. Musiikki ja erityisesti musisointi, kuten instrumentin soittaminen, aktivoi siis aivoja kokonaisvaltaisesti ja muovaa niiden hermokudoksia vaikuttaen musiikin harrastajan kognitiivisiin toimintoihin.

Työmuisti vastaa ihmisen sen hetkisestä ajattelusta ja tiedonkäsittelystä. Sen kapasiteetti on melko rajallinen, koska työmuistiin mahtuu vain noin seitsemän mieltämysyksikköä, eli esimerkiksi seitsemän numeron sarja. Aktiivisen tiedon muokkauksen, kuten valikoinnin, vertailun tai aikana työmuistin kapasiteetti on todellisuudessa vielä pienempi. (Lehtinen ym. 2016, 93–94.) Näin ollen esimerkiksi matematiikan tehtäviä tehdessä tai musiikillisen transponoinnin aikana työmuisti on se, joka aktivoituu. Musiikillisessa transponoinnissa säveliä tai sointuja muutetaan uuteen sävellajiin sopivaksi, ja muusikko tarvitseekin laskutoimituksia uusien sävelten tai sointujen etsimisessä.

Lu, Greenwald, Lin ja Bowyer selvittivät (2022) muusikoiden aivojen aktiivisuutta musiikillisissa ja matemaattisissa työmuistia kuormittavissa tehtävissä. Tutkimukseen osallistui 21 koehenkilöä, joiden pääinstrumentti oli jokin muu kuin transponointia vaativa instrumentti kuten klarinetti. Aivoaktiivisuutta vertailtiin aivokuvantamismenetelmistä magnetoenkefalografialla musiikillista transponointia vaativissa tehtävissä ja aritmeettisissa laskutoimituksissa. Tulokset osoittavat, että osa aktivoituneista aivoalueista oli samoja kummassakin tehtävätyypissä, mutta esimerkiksi oikean etuotsalohkon alue aktivoitui vain matematiikan tehtäviä tehdessä. (Lu ym. 2022.) Tulokset antavat tukea neurologiselle selitysmallille, koska osa aktivoituneista

aivoalueista oli samoja musiikillisissa ja matematiikan tehtävissä. Schalugn ym. (1995) ja Lun ym. (2022) tutkimukset osoittavat, että muusikoiden aivot toimivat todella poikkeuslaatuisesti.

Mielenkiintoinen tarkastelukohde on musiikin harrastamisen ja avaruudellisen päättelykyvyn yhteys, johon tutkimukset ovat löytäneet positiivisia yhteyksiä. Spatiaalinen eli avaruudellinen älykkyys (*engl. spatial intelligence*) on yksi älykkyyden ulottuvuuksista Gardnerin (1983) moniälykkyysteoriassa. Sen avulla ihminen hahmottaa tilaa, suuntia sekä kolmiulotteisia kappaleita ja kaksiulotteisia kuvioita. Avaruudellista älykkyyttä esiintyy muun muassa lapsen tehdessä palapeliä tai rakennusleikeissä, erilaisissa suunnistustehtävissä (kartan avulla tai ilman) tai pesäpallopelissä tilan hahmottamisessa. (Gardner 1983, 34, 180–181.)

Avaruudellinen päättelykyky nähdään korkeatasoisena matemaattisena kykynä ja se saattaa olla silta matematiikan ja musiikin oppimisen välillä (Holmes & Hallam 2017, 425–426). Englanninkielisessä tutkimuskirjallisuudessa käytetään käsitteitä *spatial-temporal reasoning*, *spatial reasoning* tai *spatial skills*. Sana *spatial* viittaa avaruudelliseen ja *spatial-temporal* taas tila-ajalliseen. Käytän suomeksi käsitettä avaruudellinen päättelykyky, koska se kuvaa parhaiten käsitteen sisältöä.

Costa-Giomi (1999) selvitti pianonsoiton harrastamisen vaikutusta lasten kognitiiviseen kehitykseen. Koeryhmän (N = 43) lapset kävivät kolmen vuoden ajan pianotunneilla ja kontrolliryhmän (N = 35) lapset eivät. Kun ryhmien tuloksia standardisoiduissa kognitiivisissa testeissä verrattiin, pianonsoittoa harrastavilla lapsilla kognitiivisia kykyjä ja avaruudellista hahmottamista mittaavat testitulokset olivat korkeampia kuin kontrolliryhmällä, mutta vain kahden ensimmäisen vuoden ajalta. Kolmannen pianonsoittovuoden jälkeen eroja ryhmien välillä ei enää havaittu, jota selitetään lasten soittomotivaatiota tarkastelemalla. Kolmannen harrastusvuoden jälkeen suurempi soittomotivaatio oli yhteydessä hyviin kognitiivisiin kykyihin, mutta ensimmäisen kahden vuoden ajalta soittomotivaatiolla ei ollut merkitystä kognitiivisten kykyjen kehityksen kannalta. Soittoharjoitteluun käytetty aika ja soittotunneille osallistumisen määrä sen sijaan selittivät ryhmien eroja kolmannen vuoden jälkeen 22 %. Tulokset kahdelta vuodelta siis tukevat ajatusta siitä, että pianonsoitto parantaa

lapsen kognitiivisia kykyjä ja erityisesti avaruudellista päättelykykyä. (Costa-Giomi 1999, 207–210.)

Vastaavia tuloksia saivat Graziano, Peterson ja Shaw (1999) tutkimuksessa, jossa esikouluikäisille annettiin kosketinsoitintunteja ja lisäksi lapset pelasivat murtolukuja esittelevää tietokonepeliä. Verrokkiryhmä pelasi vain kyseistä tietokonepeliä, eivätkä he saaneet soitto-tunteja. Myös tämän tutkimuksen tuloksissa havaittiin, että piano-tunteja saanut ryhmä pärjäsi avaruudellisen hahmotustehtävissä paremmin, mutta muissa laskutehtävissä ryhmien erot eivät olleet yhtä selkeitä. (Graziano ym. 1999.) Vaughnin (2000) meta-analyysistä viidessä tutkimuksessa selvitettiin sitä, parantaako 4–24 kuukauden mittainen soittoharjoittelu (laulu tai muu instrumentti) oppilaiden osaamista matematiikan kokeissa. Tutkimuksissa löydettiin positiivinen yhteys erityisesti musiikin harrastamisen ja avaruudellista päättelykykyä mittaavien testisuorituksen välillä. (Vaughn 2000.) Nämä Costa-Giomin, Grazianon ja kumppaneiden sekä Vaughnin tulokset viittaavat siihen, että systemaattisempi instrumentin soittoharjoittelu olisi yhteydessä avaruudelliseen päättelykykyyn.

Holmes ja Hallamin (2017) toteuttivat tutkimuksen, jossa kolmekymmentä 4–7-vuotiasta lasta osallistui musiikillisia aktiviteetteja sisältävään ohjelmaan kahden vuoden ajan. Tavoitteena oli selvittää, miten ohjelmaan osallistuminen vaikutti heidän tuloksiinsa avaruudellisen hahmottamisen testeissä ja matematiikassa suhteessa kontrolliryhmään. Matematiikan testien osalta ryhmien välillä tilastollisesti merkittävä ero oli vain tutkimuksen nuorimmilla osallistujilla, mutta avaruudellisen hahmottamisen palapelitestissä musiikkiryhmä pärjäsi kontrolliryhmää paremmin. (Holmes & Hallam 2017, 425–434.)

Kiinnostavaa onkin tarkastella sitä, minkälaiset musiikin harrastamisen muodot tukevat kognitiivisten kykyjen ja avaruudellisen päättelykyvyn kehittymistä. Hetlandin (2000, 224) tutkimuksen mukaan avaruudellisen päättelykyvyn kehittyminen ei ole sidoksissa minkään tietyn instrumentin harjoitteluun, musiikkityyliin tai ohjattuun harjoitteluun. Tätä ajatusta tukee Holmesin ja Hallamin (2017) tutkimus, sillä musiikkiohjelma sisälsi viikoittaisia 30 minuutin musiikkituokioita, joissa toteutettiin rytmisiä harjoitteita, laulamista, musiikkinotaation lukemista ja musiikin luomista.

Harjoitteet sisälsivät tuttuja lastenlauluja, -loruja, joita toteutettiin kehoperkussiivisesti taputtaen ja tömistäen ryhmissä ja yksin, joista siirryttiin haastavampiin harjoitteisiin. (Holmes & Hallam 2017, 429.)

3.2.2 Yhteydet tarkkaavaisuuteen ja toiminnanohjaukseen

Musiikin harrastamisella on osoitettu olevan yhteyksiä tarkkaavaisuuteen ja toiminnanohjaukseen. Jotta tieto saavuttaa tietoisien mieleemme, tarvitsemme tarkkaavaisuutta (Huotilainen 2019, 81). Toiminnanohjauksen taitoja ovat kyky jäsentää tilanteita ja tehdä niihin sopivia suunnitelmia esimerkiksi tietyn tavoitteen saavuttamiseksi. Tällaisten opiskelu- ja työskentelytaitojen kehittyminen perustuu itsesäätelykyvyn kehitykselle. (Aro, Laakso, Närhi 2007, 11–12.)

Huotilaisen (2016, 2) mukaan soittoharrastus kehittää lasten keskittymiskykyä ja tarkkaavaisuutta eikä ihme, sillä soittoharjoittelu vaatii aktiivista tarkkaavaisuuden suuntaamista esimerkiksi nuottikuvaan tai opettajan antamiin ohjeisiin. Myös matematiikan tehtävien tekeminen vaatii keskittymistä ja tarkkaavaisuuden suuntaamista.

Shore (2010) esittää, että soitonopiskelussa vaadittava keskittymiskyvyn harjoittaminen tukee matematiikassa tai kielen oppimisessa käytettäviä kognitiivisia toimintoja. Lisäksi henkilökohtaiset soittotunnit näyttävät kehittävän lasten kykyä kiinnittää huomiota yksityiskohtiin ja tämä vaikutus saattaa siirtyä musiikillisen kontekstin ulkopuolelle. (Shore 2010, 59.) Instrumentin soittamisen harjoittelu soittotunneilla vaatii aktiivista tarkkaavaisuuden suuntaamista esimerkiksi nuottikuvaan tai opettajan antamiin ohjeisiin esimerkiksi soittoteknisestä seikasta, joten Shoren (2010) tulos on looginen. Soittotunneilla käyminen usein motivoi myös harjoittelemaan tuntien välissä, jolloin oppilaan täytyy muistella tunneilla käsiteltyjä asioita ja yksityiskohtia voidakseen hioa niitä entisestään.

Saarikiven (2022) pitkittäistutkimus selvitti 9–21-vuotiaiden musiikkia harrastavien toiminnanohjauksen eri osa-alueiden kehitystä kuuden vuoden aikana. Tutkimustietoa saatiin neuropsykologisilla testeillä ja aivokuvantamisella. Tutkimus osoittaa, että musiikin harrastamisella on yhteys useaan toiminnanohjauksen osa-alueeseen lapsuudessa ja nuoruudessa. Kuitenkaan varhaisaikuisuuden tai aikuisuuden

ikävaiheessa eroja musiikkia harrastavien ja muuta harrastavien välillä ei enää ollut toiminnanohjauksen testisuoriutumisessa. (Saarikivi 2022.) Nämä tutkimukset tukevat ajatusta siitä, että lapsuuden ikävaiheessa tapahtuvan musiikin harrastamisella on merkitys tarkkaavaisuuden ja toiminnanohjauksen kehitykselle.

Keskittymisen haasteissa musiikinkuuntelu voi tukea tarkkaavaisuuden suuntaamista haluttuun tehtävään. Keskittyminen saattaa onnistua paremmin kuulokkeet korvilla, kun on mahdollista kuunnella itselle mielekästä musiikkia ikään kuin ”omassa tilassa” ilman ulkopuolisia ärsykyksiä. Sanaton musiikki esimerkiksi kielenopiskelun yhteydessä voi toimia paremmin kuin lyriikkoja sisältävä musiikki, koska osa huomiosta suuntautuu lyriikoihin vaikeuttaen siten keskittymistä. Musiikinkuuntelun toimivuus keskittymiskyvyn parantamisessa on kuitenkin yksilöllistä ja tilanteesta riippuvaa, eikä se välttämättä palvele kaikkia. (Päivänsalo 2020, 166–168.)

Matematiikan tunnilla opettaja voi ohjeistaa, että halukkaat oppilaat voivat kuunnella musiikkia kuulokkeilla matematiikan tehtäviä tehdessään, jos he kokevat sen keskittymistä parantavana elementtinä. Musiikinkuuntelun tulee kuitenkin tapahtua vasta sen jälkeen, kun opettaja on esimerkiksi selittänyt uuden opittavan asian. Musiikinkuuntelu ei saa myöskään haitata oppilaan kynnystä pyytää apua tehtävissä.

Paananen (2009) esittää, että erilaisten kykyalueiden siirtovaikutusten tutkimuskentällä on vielä paljon löydettävää. Hän pitää todennäköisenä sitä, että varsinkin kykyalueiden, jotka vaativat tahdonalaista tarkkaavuutta ja korkean tason prosesseja, välillä tapahtuu moninaista siirtovaikutusta. (Paananen 2009, 141–142.) Koska esimerkiksi soittoharjoittelu ja matematiikan tehtävien ratkaiseminen vaatii tahdonalaista tarkkaavaisuutta, viittaisi Paananen (2009, 141–142) ajatus siihen, että musiikin harrastamisella ja matematiikan oppiminen voivat tukea toisiaan esimerkiksi juuri lukiossa.

Lukion matematiikanopetuksen yleisenä tavoitteena on se, että opiskelija ”tottuu pitkäjänteiseen työskentelyyn” (LOPS 2019, 222). Pitkäjänteinen työskentely vaatii tarkkaavaisuuden suuntaamista haluttuun tehtävään ja toiminnanohjauksen taitoja. Näin ollen musiikin harrastamisen siirtovaikutus voi tukea pitkäjänteisen työskentelyn tavoitteen saavuttamisessa.

3.3 Yhteys matematiikkaan

3.3.1 Matematiikan opinnoissa pärjäämiseen

Tutkimukseni kannalta kiinnostavaa on tarkastella sitä, ulottuvatko musiikin harrastamisen positiiviset kognitiiviset yhteydet myös matematiikan opiskeluun ja oppimiseen. Musiikin harrastamisen yhteyttä ja vaikutuksia suoraan matematiikan oppiaineen koulumenestykseen ja arvosanoihin on tutkittu sekä korrelaatioita mittaamalla että kokeellisin menetelmin. Kokeelliset tutkimukset, jossa esimerkiksi osa ryhmästä saa soittotunteja tietyn ajanjakson ajan, ja loput ryhmästä harrastavat jotakin muuta tai eivät mitään antavat perusteltua tietoa musiikin harrastamisen vaikutuksesta. Tällaisissa tutkimuksessa koeryhmän ja kontrolliryhmän ryhmän eroja matemaattista osaamista mittaavissa testeissä voidaan verrata keskenään.

Gardiner, Fox, Jeffrey ja Knowles (1996) havaitsivat, että seitsemän kuukauden täydentävään musiikki- ja taideopetussuunnitelman oppitunteihin osallistuneet 5–7-vuotiaat lapset saivat korkeampia tuloksia standardisoiduissa matematiikan testeissä kuin kontrolliryhmän lapset, jotka osallistuivat vain tavallisen opetussuunnitelman mukaiseen musiikki- ja taideopetukseen. Täydentävä musiikki- ja taideopetus sisälsi systemaattisesti jaksotettua musiikillisten taitojen kehittämistä. (Gardiner ym. 1996.)

Tutkimuksia, joissa jo valmiiksi musiikkia harrastavia verrataan ei musiikkia harrastaviin, voidaan selvittää musiikin harrastamisen yhteyttä matematiikan opinnoissa menestymiseen. Cheek ja Smith (1999) selvittivät sitä, millainen musiikin harrastaminen tukee matematiikan ITBS-testissä pärjäämistä 113 yläkoululaisen joukossa. Oppilaat, jotka kävivät soittotunneilla yli kahden vuoden ajan, suoriutuivat testeistä selvästi paremmin kuin oppilaat, jotka eivät käyneet soittotunneilla. Lisäksi havaittiin, että piano-opetukseen osallistuvilla oppilailla testisuoriutumisen oli korkeinta. (Cheek & Smith 1999, 760–761.)

Guhn ym. (2020) tutkimuksessa selvitettiin musiikin harrastamisen yhteyttä koulumenestykseen matematiikassa, tieteessä ja englannissa. Musiikkia harrastavat pärjäsivät paremmin koulussa kyseisten oppiaineiden parissa. Erityisesti instrumentin soittamisella havaittiin olevan positiivinen yhteys näissä oppiaineissa

menestymiseen. (Guhn ym. 2020.) Vaughnin (2000) meta-analyysi osoittaa, että kahdeksassa tutkimuksessa musiikin harrastamisella ja koulun matematiikan opinnoissa menestymisellä oli positiivinen yhteys. Myös Southgaten ja Roscignon (2009) selvityksessä lasten ja nuorten musiikinopiskelu ja harrastaminen sekä koulussa että koulun ulkopuolella korreloi vahvasti matematiikan ja lukutaidon koulusaavutuksissa.

Eerola (2014, 58) esittää, että tehdyillä korrelaatiotutkimuksilla ei voida kuitenkaan vahvistaa syy-yhteyksiä siitä, että juuri musiikkiharrastus edistää matematiikan koetehtävissä suoriutumista, koska vaikutus voi toimia toiseenkin suuntaan. Lisäksi korrelaatiotutkimusten haasteena tuloksissa mahdollisesti esiintyvä mittausvirhe, koska musiikkia harrastavat lapset ja nuoret tulevat usein keskimääräistä koulutetumista tai varakkaammista perheistä. Koeasetelmien luominen ja niin kutsuttujen näennäiskontrolloitujen kokeiden tekeminen mahdollistaa paremmin tämän mittausvirheen huomioimisen tulosten tarkastelussa. (Eerola 2014, 58.) Myös Vaughn (2000, 154) tunnistaa sosioekonomisen taustan huomioimisen korrelaatiotutkimusten haasteena ja muissakin tutkimuksissa (mm. Soutgate & Roscigno 2009) perheen sosioekonominen tausta on pyritty ottamaan huomioon.

Vaikka suuri osa aikaisemmasta tutkimustiedosta viittaa siihen, että musiikin harrastamisella on positiivinen yhteys matematiikan opinnoissa menestymiseen, kaikki tutkimukset eivät puolla kyseistä väitettä. Yang, Ma, Gong, Hu ja Yao (2014) kuvaavat musiikin harrastamisen olevan yhteydessä vain muihin musiikillisiin saavutuksiin ja kielen oppimiseen, mutta ei suoraan matemaattisiin taitoihin. Schellenbergin (2006) tutkimuksessa musiikkia harrastavat saivat vain hieman korkeampia älykkyystestien arvoja ja suoriutuivat hieman paremmin koulussa kuin musiikkia harrastamattomat.

Gardiner ym. (1996) kuitenkin esittävät, että matematiikan oppiminen vaatii ylipäätään ajattelun taitojen kehittymistä, jota musiikin oppiminen ja harrastaminen tukee, mikä selittää musiikin harrastamisen ja matematiikan opinnoissa menestymisen mahdollista yhteyttä. Millaisten musiikin harrastamisen muotojen on havaittu olevan yhteydessä matematiikan opinnoissa pärjäämiseen, ja minkä ikäisenä tapahtuva soittoharjoittelu tukee matematiikan opinnoissa pärjäämistä?

Shoren (2010, 58) mukaan yläkoulussa ja lukiossa koulun orkesteriin tai bändisoittoon osallistuneet oppilaat pärjäsivät paremmin matematiikan opinnoissa lukion viimeisen opiskeluvuoden aikana (senior year). Cheekin ja Smithin (1999) tulokset ovat linjassa Shoren (2010) kanssa, sillä yläkoululaisten kahden vuoden kestoisen instrumenttiharjoittelun jälkeen musiikkia harrastavat pärjäsivät paremmin matematiikassa kuin oppilaat, jotka eivät harrastaneet musiikkia. Gardinerin ym. (1996) selvityksessä lapsia tutkittaessa yli puolen vuoden kestoisen musiikin harjoittelu näkyi jo parempina tuloksina matematiikan testeissä.

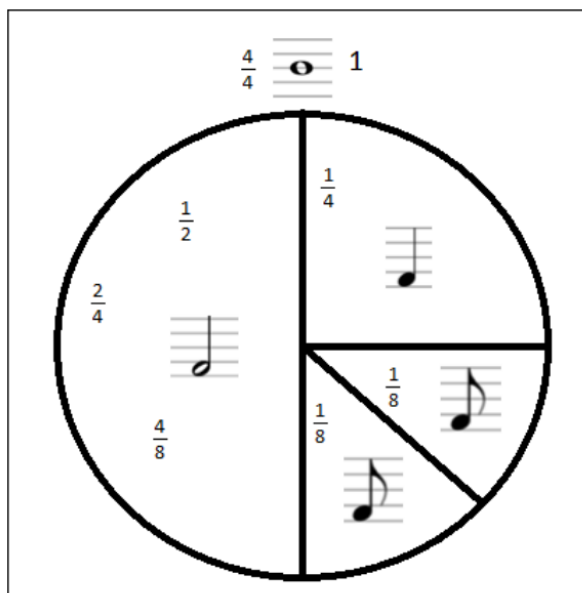
3.3.2 Onko musiikki matematiikkaa?

Vaikka musiikki ja matematiikka ovat sisällöiltään varsin erilaisia, löytyy niistä myös yhteyksiä, jotka osaltaan voivat selittää musiikillisen osaamisen ja matemaattisen osaamisen yhteyttä. Musiikin ja matematiikan yhteinen historia ulottuu varsin pitkälle. Antiikin Kreikassa musiikki nähtiin osana matematiikkaa, sillä matematiikan osa-alueiksi käsiteltiin lukuteoria, geometria, musiikki ja astronomia, toteaa matematiikan yliopistonlehtori Juha Lehrbäck Tiedeykkösen podcast-jaksossa *Musiikin ja matematiikan pitkä historia – Pythagoras kehitti intervallit ja Kepler tutki sfäärien harmoniaa* (2019). Pythagoras havaitsi, että säveliä tuottavien kielten pituudet ovat tietyssä suhteessa toisiinsa, joiden pohjalta tuntemamme asteikkojen eli sävelten väliset suhteet sekä intervallit määrittyivät (Wright 2009, 128–134).

Nuottien aika-arvot perustuvat murtolukuihin. Esimerkiksi neljäsosanuotteja mahtuu tahtilajiltaan 4/4-tahtiin täsmälleen neljä kappaletta ja kahdeksasosanuotteja kahdeksan. Aika-arvoltaan eri pituisia nuotteja ja taukoja yhdistämällä tahtilajin tahti täytetään siten, että kokonaisuuden tahtilaji säilyy haluttuna. Musiikin matemaattista hahmottamistapaa tukee Garderin (1983, 157) esitys siitä, että oikea aivopuolisko vastaa sekä lukusuhteiden että sävelsuhteisen käsittelystä.

Marjanen (2013) hyödynsi oivaltavasti musiikin matemaattisuutta oppiaineintegraatiokokeilussaan juuri murtolukujen ja nuottien aika-arvojen osalta maisterintutkimuksessaan (Kuvio 1). Opetuskokeilussa Marjanen opetti nuottien aika-arvoja ja murtolukuja yhdenaikaisesti 9–10-vuotiaille oppilaille. Oppilaiden tehtävänä oli suorittaa

laskutoimituksia murtoluvuilla sekä nuottien aika-arvoilla. Oppilaat ymmärsivät murtolukujen ja nuottien aika-arvojen yhteyden, ja oppiaineintegraatiota hyödyntävä opetuskokeilu oli onnistunut. (Marjanen 2013.)



KUVIO 1 Nuottien aika-arvojen ja murtolukujen välinen yhteys (Marjanen 2013, 24)

Musiikin harrastamisen ja matematiikan oppimisen yhteyttä on tutkittu aikaisemmin suurelta osin määrällisesti esimerkiksi aivokuvantamisella ja kokeellisilla menetelmillä. Cranmore ja Tunks (2015) selvittivät lukiolaisten näkemyksiä ja kokemuksia musiikin ja matematiikan yhteydestä. Heidän laadullisessa selvityksessään haastatettiin 24 lukiolaista. Tutkimuksessa oltiin kiinnostuneita siitä, miten lukiolaiset kokevat musiikin ja matematiikan olevan yhteydessä toisiinsa, ja mikä on mahdollisen yhteyden takana. Koehenkilöt jaettiin neljään ryhmään perustuen heidän musiikillisen aktiivisuutensa määrään ja matematiikan opinnoissa menestymiseen. Koehenkilöistä 14 ilmaisi kokeneensa yhteyksiä musiikin ja matematiikan välillä oppimisen välillä (oppilaita kaikista ryhmistä). Musiikin elementeistä rytmillä tunnistettiin olevan matemaattinen yhteys. Lisäksi useat pitivät matematiikkaa musiikillisen kyvyn perustana, mikä viittaa eri suuntaan kuin useat aikaisemmat tutkimukset, joissa nimenomaan musiikin harrastamisella on havaittu olevan vaikutusta kognitiivisiin toimintoihin ja

siten esimerkiksi matematiikan opiskelussa pärjäämiseen. (Cranmore & Tunks 2015, 55–69.)

Sekä musiikilla että matematiikalla on oma ainutlaatuinen kielensä eli symbolinen notaatitapa, joka tulee tutuksi musiikillisten ja matemaattisten taitojen karttuessa. Nuottikirjoituksen antama informaatio kertoo soittajalle tarpeellisen tiedon kappaleesta, kuten melodian, soinnut, sävellajin, tahtilajin ja rytmiset kuviot. Näiden tietojen avulla soittaja kykenee esittämään kappaleesta oman tulkintansa. Kun orkesterin jäsenet tulkitsevat partituurin nuottikirjoituksesta oman stemmasta, syntyy polyfoninen harmoninen kokonaisuus.

Musiikki on kuitenkin paljon muutakin kuin sävelten välisiä suhteita tai tahtilajeja. Musiikki on luova taiteenlaji, jossa musiikin tekijät ja mahdolliset kuulijat ovat vuorovaikutuksessa toistensa kanssa. Toki esimerkiksi jazz-improvisaatio voi sisältää paljonkin ennalta määrättyjä kaavoja ja sovittuja asteikkoja. Myös Schönbergin 1900-luvulla kehittämä 12-säveljärjestelmä mahdollistaa loogiseen järjestelmään pohjautuvan säveltämisen, jossa jokaista kahtatoista säveltä käytetään tasapuolisesti (ks. Cross 2003, 131). Modernistiset säveltäjät hyödyntävät musiikin matemaattisuutta edelleen sävellyksissään. Pianon ääressä säveltäessä harvemmin tulee kuitenkaan keskittyä Pythagoraan sävelten välisiä suhteisiin, vaan joku tunnetila saattaa inspiroida kappaleen syntymiseen ja melodia vain ”tulla mieleen”. Tällöin säveltämisellä ei ole juuriakaan tekemistä matematiikan kanssa. Sävellyksen nuotintamisessa taas ollaan intervallien ja rytmien maailmassa, jolloin matemaattinen ymmärrys voi tukea musiikillisen notaation prosessia.

4 TUTKIMUSASETELMA

4.1 Tutkimuskysymykset

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, onko musiikillisella ja matemaattisella osaamisella yhteyttä musiikkilukiassa. Löydetäänkö tutkimuksen kohderyhmän joukossa positiivisia yhteyksiä musiikillisten ja matemaattisten taitojen välillä? Lisäksi tarkasteltiin sitä, millaisia musiikin ja matematiikan yhteyksiä opiskelijat tunnistavat ja millaisia musiikin ja matematiikan oppimisen välisiä yhteyksiä he ovat kokeneet.

Tutkimus etsi vastauksia seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Onko musiikillisella osaamisella yhteys matemaattiseen osaamiseen ja matematiikan kurssien keskiarvoihin? Jos on, niin millaisella osaamisella?
2. Onko musiikin harrastamisella yhteys matemaattisiin taitoihin ja matematiikan kurssien keskiarvoihin?
 - a) Ovatko tietyt musiikin harrastamisen muodot yhteydessä matematiikan kurssien keskiarvoihin?
 - b) Onko instituutiossa musiikin harrastamisella yhteys matemaattiseen osaamiseen ja matematiikan kurssien keskiarvoihin?
3. Miten lukiolaiset kokevat musiikin ja matematiikan olevan yhteydessä toisiinsa, ja millaisia musiikin ja matematiikan oppimisen yhteyksiä he ovat kokeneet?

Edellisessä luvussa esitettyjen tutkimustulosten perusteella tiedetään, että musiikin harrastaminen voi olla yhteydessä parempaan matemaattiseen suorituskykyyn. Musiikin harjoittelu ja opiskelu voivat kehittää aivojen kykyä käsitellä matemaattisia ongelmia ja tehtäviä. Tämän tutkimuksen hypoteesina oli positiivisten yhteyksien löytäminen musiikillisen osaamisen ja matemaattisen osaamisen välillä musiikkilukiassa

opiskelevien joukossa. Opiskelijoiden kokemuksia musiikin ja matematiikan yhteyksistä lähestyttiin tutkielmassa aineistolähtöisesti, koska aikaisempaa tutkimustietoa kyseisestä näkökulmasta oli hyvin vähän. Hypoteesina oli, että opiskelijat tunnistavat ainakin joitakin yhteyksiä musiikin ja matematiikan sekä musiikin ja matematiikan oppimisen välillä. Lisäksi asetettiin hypoteesi siitä, että laadullisella ja määrällisellä tarkastelulla saadut tulokset tukevat toisiaan.

4.2 Tutkimusmenetelmä ja -aineisto

Tutkimuksessa käytettiin sekä määrällistä että laadullista tutkimusstrategiaa, jotta tutkittavaa ilmiötä voidaan ymmärtää kokonaisvaltaisesti. Menetelmät valikoituivat tutkimuksen tieteenfilosofisen suuntauksen perusteella. Positivistinen näkemys on läsnä tutkimuksessa, koska haluttiin tarkastella erilaisia määrällisiä muuttujia ja niiden yhteyksiä. Määrällisen aineiston tueksi kerättiin laadullista aineistoa, jolloin voidaan tarkastella tutkittavien kokemuksia. Tulosten tarkastelussa määrällisestä ja laadullista aineistosta nousevat tulokset yhdistyvät kokonaisuudeksi, jolloin voidaan ymmärtää musiikillisen ja matemaattisen osaamisen yhteyttä moniulotteisesti.

Aineisto kerättiin keväällä 2023 Webropol-kyselylomakkeella (Liite 1). Tutkimuksen kohteena olivat erään suomalaisen valtakunnallisen erityisen koulutustehtävän saaneen lukion opiskelijat. Koulun apulaisrehtori jakoi tutkimuskyselyn kaikille koulun opiskelijoille viestintäjärjestelmä Wilman kautta. Vastausaikaa oli kaksi viikkoa, ja kyselyä markkinoitiin myös koulun Instagram-tilillä. Vastaajista ei kerätty suoria tunnistetietoja heidän anonymiteettinsa säilyttämiseksi.

Koska tutkimuskysely oli suunnattu vain kyseisen lukion opiskelijoille eli tutkimuksen tarpeisiin soveltuville vastaajille, on tällöin Vehkalahden (2014, 46) mukaan kyseessä harkinnanvarainen näyte, sillä aineisto ei täytä otoksen kriteerejä. Tässä tapauksessa tutkimuksen tiedonantajiksi on valittu ne henkilöt, joilta oletetaan saavan parhaiten tietoa tutkittavasta ilmiöstä (Tuomi & Sarajärvi 2017, 182). Kohderyhmän valikoinnissa oletuksenani oli se, että musiikkilukiolaiset harrastavat musiikkia eri

tavoin ja he opiskelevat lukion matematiikan kursseja. Lisäksi arvioin, että lukioikäiset kykenevät pohtimaan musiikin ja matematiikan yhteyttä omalla kohdallaan.

Kyselylomake laadittiin tätä tutkimusta varten, koska aikaisemmin ei ole toteutettu vastaavanlaista tutkimusta, jossa kerättäisiin tietoja vastaajien musiikkiharrastuksista, matematiikan arvosanoista sekä vastaajien kokemuksia musiikin ja matematiikan oppimisen yhteydestä. Kysely soveltui parhaiten tiedonkeruumenetelmäksi, koska näin voitiin saada tietoa usealta vastaajalta, mikä palveli tutkimuksen tarkoitusta.

Kyselylomakkeella vastaajista kerättiin seuraavia taustatietoja: lukion opiskelulinja, lukion aloitusvuosi, sukupuoli ja vanhempien koulutustausta. Lisäksi kysyttiin, oliko opiskelija ollut musiikkiluokalla tai musiikkileikkikoulussa eli muskarissa. Opiskelija vastasi kysymyksiin myös soitto- tai laulutunneilla käymisestä ja musiikin harrastamisesta instituutiossa. Vastaaja ilmoitti instrumentit, joiden soittoa harrastaa tai on harrastanut sekä harrastamiseen käytetyt vuodet. Tietoa muista musiikin harrastamisen muodoista, kuten muun muassa orkesterisoittoon, kuorolauluun tai musiikin teorian opiskeluun osallistumisesta, kerättiin valmiiksi muotoilemalla harrastustaulukolla. Opiskelija valitsi taulukosta omalle kohdalleen sopivat harrastusmuodot asteikolla 1-3 (1 = *harrastan aktiivisesti*, 2 = *harrastan satunnaisesti*, 3 = *olen joskus harrastanut*). Halutessaan vastaaja sai täydentää tietoja musiikkiharrastuksista avoimeen vastauslaatikkoon.

Musiikillista ja matemaattista osaamista, kiinnostusta, taitotasoa mitattiin väittämällä, joihin tutkittavat vastasivat neliportaisella Likert-asteikolla (1 = *ei lainkaan*, 2 = *jonkin verran*, 3 = *melko hyvin* 4 = *täysin*). Musiikillista ja matemaattista osaamista mittaavat väittämät oli muodostettu nojaten Paanasen (2009) musiikillisen kyvyn määritelmän, Aunolan ja Nurmen (2018) matemaattisten taitojen määritelmän sekä Gardnerin (1983) moniälykkyysteorian matemaattisen ja musiikillisen älykkyyden määritelmien perusteella. Kyseisten määritelmien pohjalta muotoilin väittämät lukiolaisen käsitemaailmaan ja ymmärryksen tasolle sopiviksi ja samaistuttaviksi. Määritelmien lisäksi hyödynsin omaa asiantuntijuuttani ja kokemusmaailmani musiikin ja matematiikan oppimisesta väittämien muotoilussa. Esimerkiksi väittämä ”Minun on

helppo ymmärtää nuottikirjoitusta” on sovellettu Paanasen (2009) ja Gardnerin (1983) kuvauksista. Lisäksi esimerkiksi ”Ongelmanratkaisua ja loogista päättelykykyä vaativat tehtävät ovat mieleeni” pohjautuu Aunolan ja Nurmen (2018) ja Gardnerin (1983) määritelmiin. Muut väittämät on muodostettu vastaavasti.

Vastaajilta kerättiin tieto matematiikan oppimäärästä. Kolmannen ja neljännen vuosikurssin opiskelijoilta kerättiin kurssikohtaiset matematiikan arvosanatiedot, sillä he olivat käyneet eniten matematiikan kursseja lukio-opintojensa aikana. Lisäksi he arvioivat kolmiportaisella asteikolla sitä, onko saatu arvosana linjassa heidän osaamisensa kanssa kurssikohtaisesti. Ensimmäisen ja toisen vuosikurssin opiskelijoita pyydettiin ilmoittamaan käymiensä matematiikan kurssien keskiarvo laskemalla se itse. Lisäksi he ilmoittivat arvosanojensa moodin kahden numeron (esim. 7-8) tarkkuudella. Kyselyssä kerättiin myös tieto musiikin harrastamiseen ja matematiikan tehtävien tekemiseen käytetystä ajasta viikon aikana.

Tutkimuksen laadullinen aineisto koostui kahden avoimen kysymyksen vastauksista. Avoimet kysymykset muotoilussa apuna käytettiin Cranmoren ja Tunksin (2015, 58) tutkimuksen kolmannen haastattelun kysymyksiä, jossa tavoitteena oli selvittää lukiolaisten kokemuksia musiikin ja matematiikan oppimisen yhteydestä. Sekä määrällisten että laadullisten menetelmien käytön tavoitteena oli, että tulokset tukevat toisiaan ja muodostavat kattavamman kuvan tutkittavasta ilmiöstä.

4.3 Aineiston analyysi

Tutkimuksen määrällinen aineisto analysoitiin SPSS Statistics 28.0 -ohjelmalla. Määrällisen aineiston analyysissä käytettiin faktorianalyysia, korrelaatioiden tarkastelua, lineaarista regressioanalyysia ja Mann-Whitneyn U-testiä. Kuvailevien tunnuslukujen ja ristiintaulukoinnin avulla avattiin, millaisesta joukosta tutkittavat koostuvat. Laadullinen aineisto analysoitiin sisällönanalyysin menetelmistä teemoittelulla.

Faktorianalyysi mahdollistaa useiden muuttujien samanaikaisen yhteisvaihtelun tarkastelemisen, ja sen avulla voidaan selvittää, millä muuttujilla on keskenään samankaltaista vaihtelua (Nummenmaa 2009, 397). Faktorianalyysi soveltuu

musiikillisten ja matemaattisten väittämien tarkasteluun. Ekstrakointimenetelmäksi valittiin Generalized least squares -menettely, koska Nummenmaan (2009, 413) mukaan se sopii hyvin pienten aineistojen tarkasteluun. Väittämien latautuminen fakto-reille perustelee musiikillisen osaamisen summamuuttujan ja matemaattisen osaami-sen keskiarvosummamuuttujien käytön seuraavissa analyyseissa.

Korrelaatioiden tarkastelussa käytettiin Pearsonin ja Spearmanin korrelaatioker-toimia. Korrelaatioita tarkastellessa täytyy kuitenkin muistaa, että niiden perusteella ei voida raportoida syy-seuraussuhteita (Nummenmaa 2009, 295). Pearsonin korrelat-tiota voitiin käyttää, kun tarkasteltiin riittävän suuria ($N > 50$) aineistoja. Lyhyen ma-tematiikan opiskelijoita oli alle 50, joten käytettiin Spearmanin korrelaatiota.

Lineaarista regressioanalyysia voidaan käyttää silloin, kun halutaan selvittää, miten paljon valitut riippumattomat muuttujat selittävät riippuvan muuttujan saamia arvoja (Nummenmaa 2009, 309). Tutkimuksen regressioanalyyseissa riippumatto-miksi muuttujiksi on valittu erilaisia musiikkimuuttujia ja selvitetty niiden vaikutusta esimerkiksi matematiikan arvosanoihin tai kokemuksiin matemaattisesta osaamisesta.

Kun halutaan tarkastella kahden ryhmän eroja muuttujan keskiarvon suhteen, käytetään riippumattomien otosten T-testiä tai sen parametritonta vastinetta Mann-Whitneyn U-testiä (Nummenmaa 2009, 261). Tutkimuksessa käytettiin parametritonta versiota testistä, koska riippumattomien otosten T-testin oletukset ryhmien ko' oista ja normaalijakautuneisuudesta eivät toteutuneet. Testillä selvitettiin kahden ryhmän eroja matematiikan kurssien keskiarvojen ja matemaattisen osaamisen väittämien suhteen.

Kyselylomakkeen avoimet kysymykset kartoittivat opiskelijoiden kokemuksia musiikin ja matematiikan oppimisen yhteydestä. Avoimien vastauksien analysoin-nissa käytettiin laadullisen sisällönanalyysin menetelmistä teemoittelua, kun opiske-lijoilta kysyttiin heidän kokemuksiaan musiikin ja matematiikan oppimisen yhtey-destä. Teemoittelussa laadullinen aineisto ryhmitellään ja jaetaan eri aihepiirien alle (Tuomi & Sarajärvi 2018, 196). Vastauksista nousseet kokemukset ja havainnot mää-räytyivät luonnollisesti ensin alateemoihin, joista voitiin muodostaa pääteemoja. Tee-moittelun pohjalta tein kvantifioinnin, jossa laskettiin eri teemoihin kuuluvien

koodien lukumäärä. Kvantifiointi avaa tiivistetyksi numeerisessa muodossa opiskelijoiden kokemuksia.

Tulosten tarkastelu avaa, millaisen kokonaisuuden määrällisen ja laadullisen analyysin tutkimustulokset muodostavat. Deduktiivinen päättely ohjaa määrällisten tutkimustulosten pohdintaa suhteessa aikaisempiin tutkimustuloksiin. Opiskelijoiden kokemista yhteyksistä musiikin ja matematiikan oppimisen välillä ei kuitenkaan ole juurikaan aikaisempaa tutkimustietoa, joten laadullisen aineiston tulkinta on aineistolähtöistä.

4.4 Tutkimusmenetelmän luotettavuuden arviointi ja tutkimuseettinen pohdinta

Mittauksen luotettavuuden perustelevat validiteetti ja reliabiliteetti. Validiteetti on mittarin ja mitattavan ominaisuuden välisestä suhteesta käytettävä ilmaisu, ja se kertoo, mitataanko sitä, mitä oli tarkoituskin mitata. Reliabiliteetti kertoo mittauksen toistettavuuden lisäksi mittauksen tarkkuudesta, jota voidaan Cronbachin mitata alfakertoimella. Mittauksen luotettavuuden kannalta on keskeistä tarkastella ensin validiteettia, koska mikäli ei onnistuta mittamaan haluttua asiaa, ei reliabiliteetillä ole merkitystä. (Vehkalahti 2014, 40–42, 116, 120.)

Kyselylomake valikoitui aineistonkeruumenetelmäksi siksi, että sen avulla voidaan saada vastauksia suureltakin määrältä koehenkilöitä ja vastauksia on suoraviivaista analysoida määrällisin menetelmin. Vallin (2018) mukaan kyselylomake tulee laatia suunnitelmallisesta ja täsmällisesti, koska hyvin laaditut kysymykset luovat perustan tutkimuksen onnistumiselle. Jos kysymykset ovat tulkinnanvaraisia tai epätarkkoja, kasvaa riski tulosten virheellisyydelle, mikäli vastaaja ymmärtää kysymyksen eri tavalla kuin tutkija on sen ajatellut. Lisäksi kyselyä kannattaa testata esimerkiksi näyttämällä lomaketta tuttavalle, joka ei ole perehtynyt aikaisemmin tutkimuksen aiheeseen. Näin mahdolliset väärinymmärrykset voidaan korjata ennen kyselyn lähettämistä koehenkilöille. (Valli 2018, 192–200.) Kysymysten muotoilussa pyrin yksiselitteisyyteen ja huolellisuuteen, ja keräsin kyselyyni testivastauksia tuttaviltani,

jotka eivät olleet perehtyneet aiheeseen entuudestaan. Eräs testivastaja oli 17-vuotias lukiossa opiskeleva siskoni, joka varmisti, että kyselyssä käytetty kieli oli lukiolaisen ymmärryksen tasolla.

Koska tutkimus tarkastelee musiikillisen osaamisen ja matemaattisen osaamisen yhteyttä, täytyi määritellä, mitkä asiat kuvaavat näitä käsitteitä, ja millaisia muuttujia niistä voidaan muodostaa. Kyselylomaketta ja määrällistä analyysia varten käsitteet piti työstää ymmärrettävään ja mitattavaan muotoon, mistä tutkimuskielellä käytetään termiä operationalisointi (Vehkalahti 2014, 18). Tutkimuksessa tehty operationalisointi pohjautuu vankasti tutkimuksen teoreettiseen taustaan.

Musiikin harrastaminen on eräs musiikillisen osaamisen muoto. Vastaajien musiikkiharrastuksia kartoitettiin valmiilla kysymyksillä ja vastausvaihtoehdoilla muun muassa soittotunneilla käymisestä, harrastusvuosista ja muista musiikin harrastamisen muodoista, kuten musiikin teorian opiskelusta, kuorossa laulamista tai yhtyeessä soittamisesta. Kysely oli siis tehty helpoksi vastaajalle siten, että hän voi klikata häntä koskevat musiikin harrastamisen muodot valmiista vaihtoehdoista mutta halutessaan täydentää vastauksia. Toinen vaihtoehto olisi ollut kartoittaa lukiolaisten musiikillista harrastuneisuutta kokonaan avoimella kysymyksellä, jolloin opiskelijat olisivat kertoneet vapaasti musiikin harrastamisestaan. Valli (2018, 98) esittää, että avoimien kysymysten haasteena on se, että vastaajat voivat olla vastauksissaan epätarkkoja tai vastata suppeasti, jolloin vastaukset ovat hedelmättömiä tutkimusongelman kannalta. Tällöin opiskelija saattaisi unohtaa jonkin häntä koskevan musiikkiharrastuksen. Siksi päätin muotoilla valmiit vastausvaihtoehdot musiikin harrastamisen kartoittamiseen, mikä on myös tutkimuskysymysten kannalta järkevää.

Musiikillista ja matemaattista osaamista mittaavien väittämien reliabiliteettia arvioitiin Cronbachin alfa -kertoimella. Musiikillista osaamista mittaavien muuttujien väliseksi alfakertoimeksi saatiin .822. Matemaattista osaamista mittaavien muuttujien alfakertoimen oli .927. Näin ollen väittämät mittasivat samankaltaista musiikillista osaamista ja matemaattista osaamista.

Kolmannen ja neljännen vuosikurssin opiskelijoiden kohdalla matematiikan itsearviointiskaalaa käytettiin menetelmän luotettavuutta tukevana tietona. Opiskelija

vastasi kurssikohtaisesti siihen, onko hänen osaamisensa 1 = saatua arvosanaa parempi, 2 = sama kuin saatu arvosana tai 3 = saatua arvosanaa heikompi. Kuvailevia tunnuslukuja tarkastelemalla havaittiin, että pitkän matematiikan kurseista 11 (/14) itsearvioiden moodi oli 2. Muiden kurssien osalta moodi oli joko 1 tai 1 ja 2 oli raportoitu yhtä paljon. Lyhyen matematiikan itsearvioiden moodi oli viiden kurssin osalta 2, muiden kurssien osalta 1. Näin ollen opiskelijan kokemus kurssiosaamisestaan oli linjassa arvosanaan, joten arvosanoista laskettua keskiarvoa voitiin pitää luotettavana matemaattisen osaamisen mittarina kolmannen ja neljännen vuosikurssin opiskelijoiden joukossa.

Ensimmäisen ja toisen vuosikurssin opiskelijoiden ilmoittamia matematiikan keskiarvoja verrattiin kyselylomakkeella vastattuun kysymykseen "Mitä arvosanoja (4-10) sinulla on eniten matematiikan kurseista?" Pearsonin korrelaatio osoitti kurssiarvosanojen ja kysymyksen korrelaation olevan .951 ($p < .001$). Tarkastelun perusteella ensimmäisen ja toisen vuosikurssin opiskelijoiden ilmoittamia keskiarvoja voidaan pitää luotettavana matemaattisen osaamisen mittarina.

Tieto vanhempien koulutuksesta kerättiin, jotta se voitaisiin ottaa huomioon tulosten luotettavuuden arvioinnissa, vaikka analyysissä tietoa ei muuten käytetty. Käytetyt tilastolliset testit palvelevat tutkimuksen tarkoitusta. Nummenmaan (2009, 317) mukaan regressioanalyysiin valitaan ne muuttujat, joiden pitäisi ennustaa hyvin selittävää muuttujaa. Tutkijan määrittelemää lineaarisista regressioanalyysimallia käytettiin harrastusmuotojen tarkasteluun, koska niiden oletettiin olevan yhteydessä matematiikan keskiarvoihin. Askeltavaa lineaarista regressioanalyysia taas käytettiin, kun selittävinä muuttujina oli muunlaista musiikkitaustaa mittaavia muuttujia, jolloin selvää hypoteesia aikaisemman tutkimustiedon perusteella ei ollut.

Avoimet kysymykset soveltuivat hyvin lukiolaisten kokemusten kartoittamiseen musiikin ja matematiikan oppimisen yhteydestä. Sijoitin ne kyselyn loppuun, joten kaikki vastaajat eivät jaksaneet enää vastata perusteellisesti avoimiin kysymyksiin. Vastauksia tuli kuitenkin analyysiin kannalta riittävästi. Opiskelijoiden vastauksista pystyi muodostamaan jonkinlaisen kuvan siitä, millaisia yhteyksiä opiskelijat kokevat musiikin ja matematiikan oppimisen välillä.

Tutkimuksen kyselylomaketta voidaan näin ollen pitää onnistuneena validiteetin näkökulmasta, koska se mittasi sitä, mitä haluttiinkin. Jos toteuttaisin kyselyn uudestaan, pyrkisin karsimaan sitä niin, että kyselystä tulisi lyhyempi, jotta vielä useampi jaksaisi vastata siihen. Kerätyt muuttujat olivat osittain samoja kuin aikaisemmin tehdyissä tutkimuksissa, mikä lisää tutkimuksen reliaabeliutta. Esimerkiksi Guhn ym. (2020) huomioivat tutkimuksessaan erilaisia musiikin harrastamisen muotoja, ja Cheek ja Smith (1999) osoittivat yli kahden vuoden soittoharjoittelun parantavan matematiikassa suoriutumista. Näin ollen oli perusteltua kerätä instrumentin soittoharjoitteluun käytetty aika vuosina ja tiedot musiikin harrastamisen muodoista.

Useiden analyysimenetelmien, teorioiden ja näkökulmien käyttäminen tukee tutkimuksen luotettavuutta, ja siitä käytetään nimitystä triangulaatio (Hirsjärvi, Remes & Sarjavaara 2009, 232). Koska tutkimuksessa on sekä määrällistä että laadullista aineistoa ja erilaisia analyysimenetelmiä, voidaan tutkimuksen kohdalla puhua triangulaatiosta. Määrällisellä analyysillä saatiin tietoa vastaajien musiikin harrastamisesta ja tarkasteltiin sen yhteyttä matematiikan opinnoissa pärjäämiseen. Laadullinen analyysi taas toi uuden ulottuvuuden tutkittavien kokemusten tarkasteluun. Näin kahta menetelmää yhdistelemällä saatiin pätevää ja luotettavaa tietoa tutkimusongelmasta.

Tutkimus noudattaa hyvän tieteellisen käytännön kriteerejä (ks. TENK 2019). Vastaajien suostumus tutkimukseen osallistumisesta kerättiin kyselyyn vastaamisen yhteydessä. Kaikki kyselyyn vastaajat olivat yli 15-vuotiaita, jolloin Tutkimuseettisen neuvottelukunnan (TENK 2019, 9) mukaan tutkittavien oma suostumus tutkimukseen osallistumiseen riittää. Kyselyn alussa ilmaistiin selvästi, että vastaaja on osallistumassa tieteelliseen tutkimukseen ja on velvoitettu lukemaan Wilma-viestin liitteenä lähetetyt dokumentit, joita olivat tiedote tutkimuksesta ja tietosuojailmoitus. Dokumenteissa kerrottiin tiivistetysti tutkimuksen tavoitteesta ja tarkoituksesta sekä henkilötietojen käsittelystä. Tutkimuksessa ei kerätty suorita tunnistetietoja.

Kysely jaettiin vain kyseisen lukion opiskelijoille heidän käyttämänsä viestintäjärjestelmä Wilman kautta, jolloin kysely on tavoittanut halutun kohderyhmän. Pidän epätodennäköisenä sitä, että lukiolaiset olisivat levittäneet kyselyä henkilöille, jotka eivät kuulu tutkimuksen kohderyhmään. Tutkijana minun täytyy luottaa siihen, että

vastaajat ovat vastanneet rehellisesti lomakkeen kysymyksiin. En näe arvosanatietojen kohdalla valehtelua todennäköisenä.

4.5 Tutkijan rooli

Olen harrastanut musiikkia pienestä pitäen, ja perheessämme on aina musisoitu. Olen myös osoittanut kiinnostusta matematiikkaa kohtaan lapsesta asti sekä pärjännyt hyvin matematiikan opinnoissa läpi kouluaiikani. Kiinnostus on kantanut musiikkikasvatukseen ja matematiikan yliopisto-opintoihin. Voin siis toimia sekä musiikin että matematiikan opettajana koulussa, ja haluaisinkin työllistyä molempien oppiaineiden opetuksen pariin. Kandidaatintutkielmassani olin jo kiinnostunut matematiikan oppimiskäsityksien yhteyksistä, ja tässä maisterintutkielmassa keskityn tarkemmin musiikillisen ja matemaattisen osaamisen yhteyksiin musiikkilukiolaisten joukossa.

Ainutlaatuisen oppiaineyhdistelmän ansiosta koen ymmärtäväni perustavanlaatuisesti musiikin ja matematiikan oppimista. Asiantuntijuuteni musiikista ja matematiikasta mahdollistaa yhteyksien laajan tarkastelemisen. Matematiikan yliopisto-opinnoissa tehtävien ratkaisu on painottunut perusteluun esimerkiksi todistamisen vaiheita ja matematiikan "lauseita" hyödyntämällä. Opinnot eroavat selvästi lukio-opinnoista, kun olen päässyt uudella tavalla haastamaan matemaattista ajatteluani esimerkiksi matemaattisen analyysin kursseilla.

Ajatus siitä, että musiikin ja matematiikan oppiminen voivat olla yhteydessä toisiinsa, kumpuaa aikaisemmista tutkimuksista sekä omista kokemuksistani musiikin ja matematiikan oppimisen välillä. Näen tärkeänä testata yhteyttä tilastollisesti. Tutkimuksessa tarkastelen mahdollisimman objektiivisesti sitä, antaako aineisto tukea yhteydelle vai eikö. Tutkimukseni on rikastuttanut omaa käsitystäni musiikillisen osaamisen ja matemaattisen osaamisen yhteyksistä, kun olen sukeltanut syvälle aikaisempiin tutkimuksiin aiheesta sekä analysoinut itse kerättyä aineistoa suhteessa teoreettiseen viitekehykseen. Uskon, että tällainen ymmärrys on varmasti eduksi sekä musiikin että matematiikan opetuksessa.

5 TUTKIMUSTULOKSET

5.1 Tutkittava joukko

Tutkittavaksi joukoksi valikoitui erään suomalaisen valtakunnallisen erityisen koulutustehtävän saanut musiikkilukio. Kysely lähetettiin kaikille kyseisen lukion opiskelijoille (noin 500 opiskelijaa), ja kyselyyn vastasi 69 opiskelijaa (N = 69). Ristiintaulukoinnilla tarkasteltiin sitä, millaisesta joukosta kyselyyn vastanneet koostuvat. Kyselyssä vastaajaa pyydettiin ilmoittamaan opiskelulinjansa kaikista koulun linjojen vaihtoehdoista. Analyysia varten muuttuja luokiteltiin uudelleen kaksiluokkaiseksi: 1 = musiikkilinja ja 2 = muut linjat. Opiskelija vastasi soittotunneilla käymisestä jonkin seuraavista vaihtoehdoista: ”Käyn soitto- tai laulutunneilla”, ”Olen joskus käynyt soitto- tai laulutunneilla”, ”En käy soitto- tai laulutunneilla”. Musiikkilinjalla opiskeli 55 vastaajaa ja muilla linjoilla 16 vastaajaa. 48 musiikkilinjan opiskelijaa kävi kyseisellä hetkellä soitto- tai laulutunneilla. Muilla linjoilla opiskeli 7 soitto- tai laulutunneilla käyvää. Joskus soitto- tai laulutunneilla käyvistä 4 opiskeli musiikkilinjalla ja 7 muilla linjoilla. Musiikkilinjalla oli 1 vastaaja, joka ei käynyt soitto- tai laulutunneilla ja muilla linjoilla oli 2 vastaajaa, jotka eivät käyneet soitto- tai laulutunneilla. Tarkastelu osoittaa, että suurin osa soittotunneilla käyvistä opiskeli koulun musiikkilinjalla.

Vastaajista lukion ensimmäisellä ja toisella vuosikurssilla opiskeli 55 opiskelijaa, ja he suorittivat matematiikan opintoja Lukion opetussuunnitelman perusteiden 2019 (LOPS 2019) mukaan. Kolmannen ja neljännen vuosikurssin opiskelijoita oli 14 ja he suorittivat matematiikan opintoja Lukion opetussuunnitelman perusteiden 2015 mukaan (LOPS 2015). Matematiikan pitkää oppimäärää opiskeli 54 vastaajaa ja lyhyttä oppimäärää 15 vastaajaa, joista viisi oli vaihtanut pitkästä oppimäärästä lyhyeen

jossakin vaiheessa opintojaan. Suurin osa kyselyyn vastaajista opiskeli pitkää matematiikkaa. Koska vastaajat opiskelivat eri vuosikursseilla, he olivat käyneet myös eri määrän matematiikan kursseja vastaushetkellä.

Kolmannen ja neljännen vuosikurssin pitkän matematiikan opiskelijoita oli 11, joista kymmenen antoi kurssikohtaiset arvosanatiedot kyselylomakkeella. Annetuista arvosanatiedoista laskettiin opiskelijalle käytyjen matematiikan kurssien keskiarvo. Ensimmäisen ja toisen vuosikurssin opiskelijat ilmoittivat itse matematiikan keskiarvonsa, jonka laskemiseen kyselylomakkeessa annettiin esimerkki. Yksi vastaaja ilmoitti kuitenkin mahdottoman keskiarvon, joten kyseistä arvoa ei ole otettu huomioon analyyseissa, joissa käytettiin matematiikan keskiarvoja.

Opiskelijan oli mahdollista ilmoittaa kyselylomakkeella 1–4 vanhemman koulutustausta (vaihtoehtoina: peruskoulu, lukio, ammattikoulu, ammattikorkeakoulu, yliopisto, en tiedä). 65 vastaajaa ilmoitti kahden vanhemman koulutuksen. Yliopistokoulutettujen oli ensimmäisen vanhemman osalta 65.2 % ja toisen vanhemman osalta 50.7 %. Ammattikorkeakoulutettujen osuus oli ensimmäisen vanhemman osalta 23.2 % ja toisen vanhemman osalta 20.3 %. Ristiintaulukoinnilla selvitettiin vastaajien jakautumista joukkoihin soitto- tai laulutunneilla käymisen ja vanhemman koulutuksen perusteella. Tarkastelu tehtiin erikseen opiskelijan ilmoittamille vanhempien 1 ja 2 koulutuksille. Taulukoista 1 ja 2 nähdään, että soitto- tai laulutunneilla käyvien opiskelijoiden vanhemmista suurella osalla on ylempi korkeakoulututkinto. Havainto vahvistaa, että vastaajien joukossa musiikkia soitto- tai laulutunneilla harrastavat tulevat korkeamman koulutustaustan perheistä.

TAULUKKO 1 Soitto- tai laulutunneilla käymisen yhteys vanhemman (1) koulutukseen

	Käyn soitto- tai laulutunneilla	Olen joskus käynyt soitto- tai laulutunneilla	En käy soitto- tai laulutunneilla	Yhteensä
Peruskoulu	1	0	0	1
Lukio	1	2	0	3
Ammattikoulu	4	0	0	4
Ammattikorkeakoulu	13	3	0	16
Yliopisto	36	6	3	45
Yhteensä	55	11	3	69

TAULUKKO 2 Soitto- tai laulutunneilla käymisen yhteys vanhemman (2) koulutukseen

	Käyn soitto- tai laulutunneilla	Olen joskus käynyt soitto- tai laulutunneilla	En käy soitto- tai laulutunneilla	Yhteensä
Peruskoulu	1	0	0	1
Lukio	2	0	0	2
Ammattikoulu	9	4	0	13
Ammattikorkeakoulu	10	3	1	14
Yliopisto	29	4	2	35
Yhteensä	51	11	3	65

5.2 Musiikillisen ja matemaattisen osaamisen yhteyksiä

Luvussa esitellään tulokset ensimmäiseen tutkimuskysymykseen, kun selvitettiin musiikillisen osaamisen yhteyttä matemaattisiin taitoihin ja matematiikan arvosanoihin eli matemaattiseen osaamiseen. Määrällisessä analyysissä hyödynnettiin faktorianaalyysejä, korrelaatiotarkastelua ja regressioanalyysejä.

5.2.1 Väittämien latautuminen faktoreille

Faktorianaalyyseillä selvitettiin kyselylomakkeen kysymyksen 5 (Liite 1) musiikillisia ja matemaattisia ominaisuuksia mittaavien väittämien ryhmittymistä kahdelle faktorille. Väittämät perustuivat aikaisempiin teorioihin musiikillisesta ja matemaattisesta kyvystä ja osaamisesta, joten käytettiin konfirmatorista faktorianaalyysejä. Hypoteesina oli, että musiikillista osaamista mittaavat väittämät kimputtuvat yhdeksi faktoriksi ja matemaattista osaamista mittaavat väittämät toiseksi faktoriksi. Väittämille suoritettiin faktorianaalyysejä käyttäen yleistettyjen pienempien neliösummien ekstrakointimenetelmää (generalized least squares) ja suorakulmaista Varimax-rotatiota, koska väittämät oletettiin toisistaan riippumattomiksi. Oletusten mukaisesti saatiin ekstrakoitua kaksi faktoria, joiden selitysosuudet olivat 30,18 % (faktori 1) ja 21,74 % (faktori 2). Faktorimalli sopi aineistoon hyvin ($\chi^2(118) = 125.381, p > .05$), eli mallin avulla tuotettu korrelaatiomatriisi ei eroa havaittujen muuttujien korrelaatiomatriisista tilastollisesti merkitsevästi.

Taulukoissa 3 ja 4 esitetyt väittämien faktorilataukset viittaavat siihen, että väittämistä voidaan erottaa kaksi ulottuvuutta. Faktorille 1 latautuivat matemaattista kykyä ja osaamista mittaavat väittämät, ja se nimettiin matemaattiseksi osaamiseksi (taulukko 3). Faktorille 2 latautuivat musiikillista kykyä ja osaamista mittaavat väittämät, ja se nimettiin musiikilliseksi osaamiseksi (taulukko 4).

TAULUKKO 3 Matemaattisen osaamisen faktorille latautuneet väittämät

Matemaattinen osaaminen	Faktorilataus
Matematiikan opiskelu on minulle helppoa ja innostavaa	.892
Pidän matematiikan opiskelusta	.873
Jaksan laskea matematiikkaa pitkäjänteisesti	.863
Ongelmanratkaisua ja loogista päättelykykyä vaativat matematiikan tehtävät ovat mieleeni	.861
Minun on helppo käyttää ja ymmärtää matematiikassa tarvittavia merkintätapoja ja symboleita	.770
Olen osoittanut kiinnostusta matematiikkaa kohtaan lapsesta asti	.730
Jos haastava matematiikan tehtävä ei ratkea heti yrittämisen jälkeen, niin yleensä keksin siihen ratkaisun seuravana päivänä	.719
Päässä laskeminen on vahvuusalueeni	.667

TAULUKKO 4 Musiikillisen osaamisen faktorille latautuneet väittämät

Musiikillinen osaaminen	Faktorilataus
Pidän musiikin harrastamisesta	.856
Luovuuteni pääsee esiin musiikkiharrastusten parissa	.796
Olen osoittanut kiinnostusta musiikkia kohtaan lapsesta asti	.778
Jaksan harrastaa musiikkia pitkäjänteisesti	.713
Minun on helppo ymmärtää nuottikirjoitusta	.699
Musiikillinen transponointi on helppoa	.524
Kappaleiden melodiat jäävät helposti mieleeni	.475
Jos teknisesti vaikeaa soittokohtaa jaksaa ”hinkata”, se sujuu seuraavana päivänä yleensä paremmin	.468
<i>Minulla on hyvä rytmitaju ja omaksun nopeasti vaikeitakin rytmejä</i>	.323
<i>Musiikkia soittaessa tai kuunnellessa kiinnitän usein huomiota kappaleiden rakenteisiin</i>	.197

Faktorilatausten perusteella muodostettiin keskiarvosummamuuttujat matemaattisesta ja musiikillisesta osaamisesta. Muuttujista jätettiin pois väittämät, joiden faktorilataus oli pienempää kuin 0.4. Kahta väittämää musiikillisesta osaamisesta (*kursi-voidut*) ei siis otettu mukaan keskiarvosummamuuttujaan, jotta saatiin muodostettua samankaltaista musiikillista osaamista kuvaava keskiarvosummamuuttuja. Matemaattisen osaamisen keskiarvosummamuuttujan Cronbachin alfakertoimen oli .927, ja musiikillisen osaamisen keskiarvosummamuuttujan Cronbachin alfa-kertoimeksi saatiin .846 (vrt. s. 33 $\alpha = .822$) Tehty faktorianalyysi perustelee kyseisten musiikillisen osaamisen ja matemaattisen osaamisen summamuuttujien käytön seuraavissa korrelaatiotarkasteluissa.

5.2.2 Summamuuttujien yhteys toisiinsa ja matematiikan keskiarvoihin

Pearsonin korrelaatiolla tarkasteltiin sitä, onko edellä muodostettujen matemaattisen osaamisen ja musiikillisen osaamisen summamuuttujien välillä yhteyttä. Tulokset osoittavat, että musiikillisen ja matemaattisen osaamisen summamuuttujilla on tilastollisesti merkitsevä positiivinen yhteys, joka on kuitenkin heikko ($r = .251$, $p = .038 < .05$, $N = 69$). Selitysaste jäi kuitenkin vaatimattomaksi ($r^2 = .063$).

Tämän jälkeen tarkasteltiin summamuuttujien ja matematiikan arvosanojen keskiarvojen välistä korrelaatiota. Pitkän matematiikan opiskelijoiden joukossa ($N = 53$) käytettiin Pearsonin korrelaatiota ja lyhyen matematiikan opiskelijoiden joukossa ($N = 14$) Spearmanin korrelaatiota. Tulokset osoittavat, että musiikillisella osaamisella ja pitkän matematiikan keskiarvoilla on positiivinen ja tilastollisesti merkitsevä yhteys, joka on kuitenkin heikko ($r = .283$, $p = .040 < 0,05$, $r^2 = .080$). Musiikillisen osaamisen ja lyhyen matematiikan keskiarvojen välillä taas oli negatiivinen yhteys, joka ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($r = .067$, $p = .821 > 0,05$). Matemaattinen osaaminen puolestaan korreloi voimakkaasti sekä pitkän että lyhyen matematiikan keskiarvojen kanssa tilastollisesti merkitsevästi.

Taulukossa 5 on esitetty edellä mainitut korrelaatiot ja niiden tilastollinen merkitsevyys. Voidaan pitää melko itsestään selvänä sitä, että matematiikan osaamisen summamuuttuja korreloi melko vahvasti myös matematiikan keskiarvojen kanssa

pitkän ja lyhyen matematiikan osalta. Mielenkiintoista on, että tulokset puoltavat sitä, että lievä yhteys musiikillisen osaamisen summamuuttujan ja matematiikan osaamisen summamuuttujan välillä on. Lisäksi musiikillisen osaamisen summamuuttujalla ja pitkän matematiikan keskiarvojen välillä on tulosten perusteella lievä yhteys toisiinsa.

TAULUKKO 5 Korrelaatiot summamuuttujien ja matematiikan keskiarvojen välillä

	1	2	3	4
1 Matemaattinen osaaminen	-	-	-	-
2 Musiikillinen osaaminen	.251**	-	-	-
3 Pitkä matematiikka (Pearson)	.675***	.283**	-	-
4 Lyhyt matematiikka (Spearman)	.596**	-.067	-	-

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

5.2.3 Väittämien yhteyksiä

Musiikillisen ja matemaattisen osaamisen summamuuttujat ovat edellisen korrelaatiotarkastelun perusteella yhteydessä. Seuraavan korrelaatiotarkastelun tavoitteena oli selvittää, millainen yhteys yksittäisillä musiikkiväittämällä on yksittäisiin matematiikkaväittämiin. Pearsonin korrelaatiolla selvitettiin kaikkien kyselylomakkeen kysymyksen viisi musiikkia koskevien yksittäisten väittämien yhteydet matematiikan väittämiin. Korrelaatiotarkastelun tarkoituksena oli kuvata aineistolähtöisesti musiikillisen ja matemaattisen osaamisen yhteyttä, joten tarkempia hypoteeseja ei asetettu väittämien korrelaatioille. Näin ollen hyväksyttiin testissä saadut korrelaatiot ja niiden p-arvot eikä suoritettu merkitsevyystasojen korjausta.

Taulukossa 6 on esitetty tilastollisesti merkitseviä p-arvoja saaneet väittämien korrelaatiot musiikkiväittämien ja matematiikkaväittämien välillä. Tilastollisesti merkitseviä heikkoja ja kohtalaisia yhteyksiä saatiin kolmen musiikillisen väittämän ja kuuden matematiikan väittämän välillä. Musiikkiväittämät "Jos teknisesti vaikeaa soittokohtaa jaksaa 'hinkata', se sujuu seuraavana päivänä yleensä paremmin" ja "Minun on helppo ymmärtää nuottikirjoitusta" olivat yhteydessä kuuteen matematiikkaväittämään. Väittämä "Musiikillinen transponointi on helppoa" oli tilastollisesti merkitsevässä yhteydessä kahteen matematiikkaväittämään.

Taulukossa 6 ei ole esitetty kahta matematiikkaväittämää, joihin kolme taulukossa esitettyä musiikkiväittämää tai muut musiikkiväittämät eivät olleet tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä. Nämä matematiikkaväittämät olivat seuraavat: "Päässä laskeminen on vahvuusalueeni" ja "Jaksan laskea matematiikkaa pitkäjänteisesti". Myös loput musiikkiväittämät on jätetty taulukkoesityksen ulkopuolelle.

TAULUKKO 6 Väittämien välisiä korrelaatioita (N = 69)

väittämät	Pidän matematiikan opiskelusta	Matematiikan opiskelu on minulle helppoa ja innostavaa	Olen osoittanut kiinnostusta matematiikkaa kohtaan lapsesta asti	Ongelmanratkaisua ja loogista päättelyä vaativat matematiikan tehtävät ovat mieleeni	Jos haastava matematiikan tehtävä ei ratkea heti yrittämisen jälkeen, niin yleensä keksin siihen ratkaisun seuraavana päivänä	Minun on helppo käyttää matematiikassa tarvittavia merkintätapoja ja symboleita
Jos teknisesti vaikeaa soittokohtaa jaksoa "hinkkaa", se sujuu seuraavana päivänä yleensä paremmin	.270** <i>p</i> = .025	.330** <i>p</i> = .006	.408*** <i>p</i> < .001	.277** <i>p</i> = .021	.333** <i>p</i> = .005	.403*** <i>p</i> < .001
Minun on helppo ymmärtää nuottikirjoitusta	.264** <i>p</i> = .028	.274** <i>p</i> = .023	.432*** <i>p</i> < .001	.357** <i>p</i> = .003	.410*** <i>p</i> < .001	.458*** <i>p</i> < .001
Musiikillinen transponointi on helppoa	.124 <i>p</i> = .308	.210 <i>p</i> = .084	.312** <i>p</i> = .009	.204 <i>p</i> = .092	.160 <i>p</i> = .190	.279** <i>p</i> = .020

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

Korrelaatiotarkastelu osoittaa, että musiikillista ja matemaattista osaamista mittaavilla väittämillä on tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä. Vahvin korrelaatio oli väittämien "Minun on helppo ymmärtää nuottikirjoitusta" ja "Minun on helppo käyttää matematiikassa tarvittavia merkintätapoja ja symboleita" välillä. Nuottikirjoituksen ymmärtäminen on tarkastelun perusteella yhteydessä kohtalaisesti myös kiinnostukseen matematiikkaa kohtaan ja sinnikkääseen tehtävien ratkomiseen. Soittokohdan "hinkkaaminen" taas oli kohtalaisesti yhteydessä kiinnostukseen matematiikkaa kohtaan ja matematiikan merkintätapojen ja symbolien käyttöön. Muut taulukossa 6

esitetty korrelaatiot väittämien välillä olivat heikkoja. Mielenkiintoista on, että kaksi musiikkiväittämää on kuitenkin yhteydessä heikosti tai kohtalaisesti useampaan matematiikkaväittämään, mikä antaa viitteitä siitä, että musiikillisen ja matemaattisen osaamisen välillä on yhteyksiä.

5.2.4 Musiikillisen osaamisen summamuuttuja matemaattisen osaamisen ja matematiikan arvosanojen selittäjänä

Lineaarilla regressioanalyysillä selvitettiin musiikillisten muuttujien yhteyttä matematiikan arvosanoihin ja matemaattisen osaamisen summamuuttujaan. Mallin selittäviksi muuttujiksi valittiin erilaisia musiikkitaustaa, aktiivisuutta ja musiikillista osaamista kuvaavia muuttujia. Muskariin osallistumisesta tehtiin dummy-muuttuja ("kävin lapsena tai vauvana muskarissa" / "en käynyt lapsena tai vauvana muskarissa"). Lisäksi selittäjiksi valittiin musiikin harrastamiseen käytetty aika päivässä tunteina sekä perheen musiikillista aktiivisuutta mittaava muuttuja, jota mitattiin asteikolla 1–10. Harrastusvuosista tehtiin muuttuja, johon yhdistettiin vastaajien ilmoittamat harrastusvuodet yksösinstrumentin soiton osalta kyseisellä hetkellä tai aikaisemmin, mikäli vastaaja ei harrastanut minkään instrumentin soittoa kyseisellä hetkellä. Selittäväksi muuttujaksi lisättiin myös aikaisemmin muodostettu musiikillisen osaamisen summamuuttuja (ks. taulukko 4).

Näille selittäville muuttujille ajettiin kaksi lineaarista regressioanalyysia siten, että ensin selitettävä muuttuja oli matematiikan arvosanojen keskiarvo ja sen jälkeen matemaattisen osaamisen summamuuttuja. Keskiarvotarkastelu tehtiin vain pitkän matematiikan opiskelijoille, koska regressioanalyysi ei sovellu lyhyen matematiikan opiskelijoiden pienen aineiston ($N = 14$) tarkasteluun. Matemaattisen osaamisen summamuuttujan suhteen tarkastelu tehtiin kaikille vastaajille.

Askeltavan lineaarisen regressioanalyysin tuloksena ainoaksi matematiikan keskiarvoja selittäväksi muuttujaksi nousi musiikillisen osaamisen summamuuttuja ($B = .283$, $p = .040$, $N = 53$). Selitysaste jäi kuitenkin vaatimattomaksi ($r^2 = .062$). Myös matemaattisen osaamisen summamuuttujan ainoaksi selittäväksi muuttujaksi vastaavalla analyysillä saatiin vain musiikillisen osaamisen summamuuttuja ($B = .251$, $p = .038$, $N = 69$). Myös tässä tarkastelussa selitysaste jäi vaatimattomaksi ($r^2 = .049$).

5.3 Musiikin harrastamisen muodot

Luvussa esitetään tulokset toiseen tutkimuskysymykseen ja sen alakysymyksiin. Tavoitteena oli selvittää musiikin harrastamisen yhteyttä matemaattisiin taitoihin ja matematiikan arvosanoihin. Tarkasteluissa hyödynnettiin regressioanalyysia ja Mann-Whitneyn U-testiä.

5.3.1 Harrastusmuotojen yhteys matematiikan keskiarvoihin

Lineaarilla regressioanalyysillä selvitettiin musiikin harrastamisen muotojen yhteyttä matematiikan kurssien keskiarvoon. Analyysi toteutettiin vain pitkän matematiikan opiskelijoille, koska regressioanalyysi ei olisi soveltunut lyhyen matematiikan pienen aineiston tarkasteluun.

Tarkasteluun valittiin riippumattomiksi muuttujiksi kyselyssä kysytyjä musiikin harrastamisen muotoja (Liite 1, kysymys 14). Muuttujien saamat arvot käännettiin, jotta saatiin vastausvaihtoehto "harrastan aktiivisesti" vastaamaan suurinta arvoa eli arvoa 3. Kevyen musiikin bändistä, kansanmusiikkiyhtyeestä ja muusta yhteissoitosta tehtiin yksi yhteismusisointia kuvaava muuttuja, jotta muuttujien määrää saatiin tyypistettyä. Kyseisen muuttujan saama arvo määräytyi edellä ilmoittamieni muuttujien saamasta korkeimmasta arvosta (1-3). Vastaava yhdistelmämuuttuja tehtiin säveltämisestä ja sovittamisesta mittaaville muuttujille. Säveltämisen ja sovittamisen muuttujien välinen Pearsonin korrelaatio oli vahva ($r = .612$, $p < .001$), ja Cronbachin alfa -kertoimiksi saatiin $\alpha = .758$, joten yhdistelmämuuttujan tekeminen oli perusteltua.

Klassisen musiikin orkesterisoiton muuttuja pidettiin omana muuttujanaan analyysissa. Kuoron ja lauluyhtyeen muuttujista analyysiin valikoitui vain kuoro, sillä kaikki lauluyhtyeessä laulaneet lauloivat myös kuorossa. Lisäksi analyysiin otettiin soittotunneilla käymistä kuvaavat dummy-muuttujat. Koska vastausvaihtoehtoja oli kolme ("Käyn soitto- tai laulutunneilla", "Olen joskus käynyt soitto- tai laulutunneilla", "En käy soitto- tai laulutunneilla"), analyysiin sisällytettiin näistä kaksi ensimmäistä (Nummenmaa 2004, 326). Musiikkiteatterin harrastaminen jätettiin pois analyysistä, koska harrastajia oli niin vähän.

Matematiikan kurssien keskiarvoa ennustettiin lineaarisella regressiolla suoralla muuttujien lisäyksellä siten, että riippumattomina muuttujina olivat edellä esitellyt musiikin harrastamisen muodot. Oletuksena oli, että malliin valitut muuttujat selittäisivät pitkän matematiikan kurssien keskiarvoja. Tulokset osoittivat kuitenkin, että mikään muuttujista eli kyseisistä musiikin harrastamisen muodoista ei selittänyt tilastollisesti merkitsevästi pitkän matematiikan keskiarvoja ($p = .826$, $N = 53$).

TAULUKKO 7 Lineaarinen regressiomalli harrastusmuodoista

Malli	B (standard)	p
(Constant)	7.664	< .001
Orkesteri	.264	.138
Muu yhteismusisointi	-.229	.244
Itsenäinen soittimen opiskelu	-.021	.896
Musiikin tuottaminen	.066	.706
Säveltäminen tai sovittaminen	.034	.875
Musiikin teoria	-.114	.572
Käyn soitto- tai laulutunneilla	.255	.491
Olen joskus käynyt soitto- tai laulutunneilla	.216	.503

5.3.2 Instituutiossa harrastaminen

Seuraavissa tarkasteluissa verrataan kahden ryhmän välisiä eroja matematiikan arvosanojen keskiarvojen ja matemaattista osaamista mittaavien väittämien suhteen. Jako ryhmiin on tehty kyselylomakkeen kysymyksen yhdeksän perusteella. Ensimmäiseen ryhmään kuuluvat musiikkia kyseisellä hetkellä jossakin instituutiossa, kuten esimerkiksi musiikkiopistossa tai konservatoriossa harrastavat. Toinen ryhmä sisältää ne vastaajat, jotka ovat harrastaneet musiikkia jossakin instituutiossa aikaisemmin ja lisäksi ne vastaajat, jotka eivät ole harrastaneet musiikkia instituutiossa lainkaan. Tätä jakoa käytettiin, jotta saatiin muodostettua mahdollisimman suuret ryhmät tutkittavista.

5.3.2.1 Vertailu matematiikan keskiarvojen suhteen

Mann-Whitneyn *U*-testillä tarkasteltiin edellä mainittujen ryhmien eroja matematiikan arvosanojen keskiarvojen suhteen. Tarkastelu tehtiin erikseen lyhyen ja pitkän

matematiikan opiskelijoille. Yksi pitkän matematiikan ja yksi lyhyen matematiikan opiskelija eivät antaneet arvosanatietojaan, joten tarkastelussa on otettu huomioon 53 pitkän matematiikan ja 14 lyhyen matematiikan opiskelijan ilmoittamat arvosanat.

Pitkän matematiikan opiskelijoista 38 harrasti musiikkia jossakin instituutiossa kyseisellä hetkellä ja 15 vastaajaa oli harrastanut musiikkia instituutiossa joskus ($N=10$) tai ei lainkaan ($N=5$). Testin tulokset osoittavat, että tilastollisesti merkitsevää eroa musiikkia tällä hetkellä instituutiossa ja aikaisemmin instituutiossa harrastavien välillä ei ollut pitkän matematiikan opiskelijoiden joukossa ($U=235.000, p=.323 > .05$).

Vastaava Mann-Whitney U-testi tehtiin myös lyhyen matematiikan opiskelijoille. Instituutiossa kyseisellä hetkellä harrastavia oli 10. Aikaisemmin instituutiossa harrastaneita oli kolme, ja ei lainkaan instituutiossa harrastaneita oli yksi. Nämä vastaajat muodostivat toisen ryhmän ($N=4$). Tulosten perusteella tilastollisesti merkitsevää eroa lyhyen matematiikan opiskelijoiden joukossa ei ollut ryhmien välillä matematiikan arvosanojen suhteen ($U=14.000, p=.394 > .05$).

Taulukosta 8 voidaan havaita, että ryhmien välillä on kuitenkin eroja pitkän ja lyhyen matematiikan keskiarvoissa ja keskihajonnoissa, vaikka erot eivät ole tilastollisesti merkitseviä. Taulukossa 8 $N(P)$ kuvaa pitkän matematiikan ja $N(L)$ lyhyen matematiikan opiskelijoiden osuutta joukosta. Kyselyyn vastanneista pitkän matematiikan opiskelijoista musiikkia kyseisellä hetkellä instituutiossa harrastavilla matematiikan arvosanojen keskiarvojen keskiarvo oli selvästi korkeampi kuin toisella ryhmällä. Lyhyen matematiikan osalta taas kyseisellä hetkellä instituutiossa musiikkia harrastavien matematiikan keskiarvojen keskiarvo oli reilusti matalampi verrattaessa toiseen ryhmään. Arvosanatiedot antaneita lyhyen matematiikan vastaajia oli vain 14.

TAULUKKO 8 Arvosanojen keskiarvojen tarkastelu instituutiossa harrastamisen suhteen

	Musiikkia instituutiossa tällä hetkellä harrastavat $N(P) 38, N(L) = 10$		Aikaisemmin tai ei lainkaan instituutiossa harrastaneet $N(P) = 15, N(L) = 4$	
	ka	kh	ka	kh
Pitkä matematiikka	8.42	1.05	7.88	1.54
Lyhyt matematiikka	6.88	1.50	8.02	2.03

5.3.2.2 Vertailu matemaattisen osaamisen väittämien suhteen

Mann-Whitneyn *U*-testillä selvitettiin kahden ryhmän välisiä eroja matemaattisen osaamisen väittämien suhteen. Toiseen ryhmään kuuluivat musiikkia vastaushetkellä instituutiossa harrastavat ja toiseen ryhmään vastaajat, jotka ovat harrastaneet aikaisemmin musiikkia instituutiossa tai eivät ole lainkaan harrastaneet musiikkia instituutiossa. Tarkastelu tehtiin kaikille kyselylomakkeen kysymyksen 5 matematiikkaväittämille. Instituutiossa musiikkia harrasti kaikista vastaajista 50 (taulukon 9 instituutiosarakkeessa ”kyllä”). Vastaajat, jotka eivät harrastaneet musiikkia instituutiossa tällä hetkellä ($N = 19$), koostuivat henkilöistä, jotka olivat aikaisemmin harrastaneet musiikkia instituutiossa ($N = 13$) tai eivät olleet harrastaneet musiikkia instituutiossa lainkaan ($N = 6$) (taulukon 9 instituutiosarakkeessa ”aikaisemmin/ei”).

TAULUKKO 9 Matematiikkaväittämien keskiarvot instituutiossa harrastamisen suhteen

Matematiikkaväittämät	Instituutiossa	Ka	Kh	U
Pidän matematiikan opiskelusta	Kyllä	2.70	.95	450.000
	Aikaisemmin/ei	2.58	1.07	
Matematiikan opiskelu on minulle helppoa ja kivaa	Kyllä	2.66	.94	449.000
	Aikaisemmin/ei	2.53	1.12	
Olen osoittanut kiinnostusta matematiikkaa kohtaan lapsesta asti	Kyllä	2.74	1.16	398.500
	Aikaisemmin/ei	2.42	1.12	
Ongelmanratkaisua ja loogista päättelyä vaativat tehtävät ovat mieleeni	Kyllä	2.96	1.04	401.500
	Aikaisemmin/ei	2.63	1.21	
Päässä laskeminen on vahvuuteni	Kyllä	2.34	1.02	378.000
	Aikaisemmin/ei	2.00	1.16	
Jos haastava matematiikan tehtävä ei ratkea heti yrittämisen jälkeen, niin yleensä keksin siihen ratkaisun seuraavana päivänä	Kyllä	2.44	1.05	393.000
	Aikaisemmin/ei	2.11	.94	
Minun on helppo ymmärtää ja käyttää matematiikassa tarvittavia merkintätapoja	Kyllä	3.14	.93	344.500
	Aikaisemmin/ei	2.63	1.07	
Jaksan laskea matematiikkaa pitkäjänteisesti	Kyllä	2.48	1.17	442.000
	Aikaisemmin/ei	2.63	1.17	

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

Musiikkia instituutiossa kyseisellä hetkellä harrastavat saivat keskimäärin hieman korkeampia keskiarvoja lähes kaikissa väittämissä. Mann Whitneyyn mukaan erot instituutiossa tällä hetkellä harrastavien ja instituutiossa aikaisemmin tai ei lainkaan harrastavien välillä eivät ole tilastollisesti merkitseviä, koska testin tuloksena saadut p-arvot olivat jokaisen väittämän kohdalla merkitsevyytasoltaan yli 5 %. Ryhmien välisten keskiarvojen erojen tarkasteleminen kuitenkin osoittaa, että tutkittavien joukossa instituutiossa kyseisellä hetkellä harrastavat arvioivat osaamistaan matematiikan väittämien kohdalla hieman korkeammaksi kuin instituutiossa aikaisemmin harrastaneet tai eivät lainkaan harrastaneet. Yhden väittämän kohdalla "aikaisemmin / ei" -vastanneiden keskiarvo oli korkeampi ("Jaksan laskea matematiikkaa pitkäjänteisesti"), mutta ero oli varsin pieni. Suurin ero keskiarvoissa oli "Minun on helppo ymmärtää ja käyttää matematiikassa tarvittavia merkintätapoja" -väittämän kohdalla (.51).

5.4 Opiskelijoiden kokemukset musiikin ja matematiikan yhteyksistä

Kolmannen tutkimuskysymyksen tavoitteena oli selvittää opiskelijoiden kokemuksia musiikin ja matematiikan oppimisen yhteyksistä. Kyselylomakkeelle kysymykset oli muotoiltu seuraavasti: 1. "Onko musiikin harrastamisella ja matematiikan oppimisella mielestäsi jotain yhteistä?" ja 2. "Oletko kokenut musiikin harrastamisen hyödyttäneen sinua matematiikan opiskelussa tai matematiikan opiskelun vaikuttaneen tapaasi oppia tai hahmottaa musiikkia? Jos olet, niin miten?" (*kyselylomakkeen kysymykset 28. ja 29.*) Opiskelija sai halutessaan vastata avoimeen vastauslaatikkoon, mutta kysymykset oli mahdollista myös ohittaa vastaamatta. Kolmannen tutkimuskysymyksen kannalta oli mielenkiintoista tarkastella sisällöltään merkityksellisiä avoimia vastauksia. Näin ollen analyysissä huomioitiin sellaiset vastaukset, jotka todella vastaavat perustellen positiivista siirtovaikutusta kartoitaviin kysymyksiin. Kyseisellä rajauksella teemoittelussa huomioitiin 1. kysymyksen osalta 33 vastausta ja 2. kysymyksen osalta 21 vastausta. Vastauksia oli molempiin siirtovaikutuksen suuntiin eli

opiskelijat kertoivat kokemuksiaan siitä, että musiikin oli havaittu vaikuttavan matematiikan opiskeluun ja oppimiseen ja päinvastoin.

Opiskelijoiden vastauksista nousi selkeästi esiin kummankin kysymyksen osalta viisi pääteemaa, jotka olivat: 1. *Työskentelyn taidot*, 2. *Musiikin teorian yhteys matematiikkaan*, 3. *Musiikin matemaattisuus*, 4. *Laskeminen*, 5. *Kognitiiviset toiminnot*. Näiden lisäksi molempien kysymyksen osalta vastaajat raportoivat muita havaitsemiaan yhteyksiä musiikin ja matematiikan oppimisen välillä. Tämä kuudes teema sai nimen *muut yhteydet*. Yhden henkilön vastaus saattoi luokittua useampaan teemaan, mikäli se sisälsi useamman teeman piirteitä. Teemat 2, 3 ja 4 ovat sisällöllisesti melko samankaltaisia teemojen kuvauksiltaan, mutta päätin erottaa ne omiksi teemoikseen, jotta niiden eroavaisuudet pääsevät paremmin esiin. Teemaan 2 sisältyvät ne havainnot, joissa vastaaja on maininnut itse musiikin teoriasta ja vastaavasti teemaan 4 sisältyvät ne havainnot, joissa vastaaja on maininnut jotain laskemisesta. Jokaisen teeman kohdalla on esitetty jokin teemaa kuvaava vastaus. 1) viittaa siihen, että vastaus on 1. kysymykseen ja 2) siihen, että vastaus on 2. kysymykseen. Vastauksissa ilmeni havaintoja kumpaankin siirtovaikutuksen suuntaan.

1. Työskentelyn taidot

Työskentelyn taidoissa nousivat esiin havainnot siitä, että sekä musiikin että matematiikan oppiminen vaatii pitkäjänteistä ja sinnikästä työskentelyä. Sekä musiikin että matematiikan oppimisen luonnetta kuvattiin niin sanotusti tekemällä oppimiseksi ja aikaa vaativaksi. Keskittymiskyky koettiin hyväksi ominaisuudeksi kummankin taidon oppimisessa. Lisäksi musiikin harrastamisen ajateltiin parantavan keskittymiskykyä ja itsekuria. Nämä alateemat yhteen kokoamalla muodostui teema työskentelyn taidoista.

1) "Molemmat vaativat pitkäjänteistä opiskelua ja mielenkiintoa."

2) "Musiikin opiskelu on parantanut keskittymiskykyäni, joten oletan että jaksan keskittyä paremmin matematiikan parissa myös."

2. Musiikin teorian yhteys matematiikkaan

Teema muodostui sillä perusteella, että vastauksissa mainittiin suoraan musiikin teoria. Musiikin teorian yhteys matematiikkaan tunnistettiin varsinkin 1. kysymyksen vastauksissa. Vastauksista nousivat havainnot siitä, kuinka musiikin teorian hahmottaminen vaatii myös matematiikan hahmottamista ja kumpikin toimii tietyllä logiikalla. Moni vastaaja mainitsi musiikin teorian ja matematiikan yhteydestä, mutta ei osannut tarkemmin eritellä, mistä yhteys johtui.

1) "Matematiikka ja musiikinteoria muistuttavat joskus paljonkin toisiaan."

3. Musiikin matemaattisuus

Opiskelijat tunnistivat musiikin matemaattisia piirteitä runsaasti. Eniten mainintoja oli siitä, että melodia ja rytmi perustuvat lukuihin sekä siitä, että musiikissa ja matematiikassa käsitellään lukusuhteita. Lisäksi mainittiin Fibonaccin kultaisen leikkauksen esiintyminen musiikissa ja matematiikassa. Vastauksissa esiintyi myös eräs mielenkiintoinen pohdinta siitä, että vaikka musiikkia voi opiskella ja tutkia matemaattisesti, se ei ole pakollista.

1) "Asioiden suhteilla musiikissa (mm. intervallit, soinnut, rytmitys, tahdit) on ehkä helpompaa hahmottaa, kun osaa hahmottaa ylipäättänsä matemaattisia suhteita."

2) "Musiikki ja matematiikka varmasti tukevat toisiaan, sillä musiikissa on matemaattisia piirteitä."

4. Laskeminen

Teema muodostui sillä perusteella, että vastauksissa mainittiin jollakin tavalla sana *laskeminen*. Opiskelijat kokivat, että sekä musiikin että matematiikan parissa toimiminen vaatii usein laskemista. Musiikissa lasketaan rytmisiä elementtejä, kuten nuottien aika-arvoja ja taukoja. Myös esimerkiksi transponointitehtävät vaativat laskemista.

1) "Soitinvalinnan takia orkesterissa tulee laskettua paljon taukoja. Myös intervallien laskeminen ja transponointi perustuvat laskemiseen."

2) "Pienempänä hahmotin helposti musiikin teoriaa laskuilla ja esimerkiksi nuotinlukua auttoi laskeminen."

5. Kognitiiviset toiminnot

Aivojen toimintaan, muistamiseen ja hahmottamiseen liittyvät vastaukset yhdistin kognitiivisten toimintojen teemaksi. Päädyin tähän ryhmittelyyn kognition

määritelmän nojalla. Aivojen toiminta mainittiin useammassakin kommentissa, mutta kaikissa vastauksissa ei kuitenkaan perusteltu, miten aivojen toiminta on yhteydessä musiikin ja matematiikan oppimiseen. Hahmottamiseen liittyvissä vastauksissa nousi esiin, että musiikissa ja matematiikassa tarvitaan hyvää hahmotuskykyä, ja niihin liittyy samankaltaista hahmottamista vaativia tehtäviä. Mainintoja oli kuvioiden, rakenteiden, musiikin teorian, rytmien, intervallien ja sointujen hahmottamisen yhteydestä matematiikan hahmottamiseen. Eräässä vastauksessa nousi esiin, että logiikkaa tarvitaan sekä musiikin että matematiikan oppimisessa.

1) "Joo luulisin, että (*matematiikan oppiminen on*) yleensä helpompaa musiikkia harrastaville, kun aivopuoliskojen välillä on enemmän yhteyksiä."

2) "Kyllä. Matematiikka voi auttaa hahmottamaan musiikin rakenteita ja melodioita tms. Koen, että musiikki on auttanut minua matematiikan opiskelussa."

6. Muut yhteydet

Opiskelijat kuvasivat myös sellaisia muita yhteyksiä musiikin ja matematiikan oppimisessa, jotka eivät sopineet muihin teemoihin. 2. kysymyksessä oli muutama maininta siitä, että musiikin kuuntelu auttaa matematiikan opiskelussa ja parantaa keskittymistä. Muutama opiskelija kertoi, että tunnistaa omien vahvuuksiensa löytyvän musiikista ja matematiikasta. Eräs opiskelija muisteli, että musiikkiluokalla heidän koulumenestyksensä oli parempaa muihin luokkiin verrattuna. Lisäksi oli mainintoja muun muassa musiikin ja matematiikan oppiaineintegraatiosta sekä siitä, että musiikki ja matematiikka tasapainottavat hyvin toisiaan.

1) "Mielestäni samanhenkiset ihmiset tykkäävät harrastaa kumpaakin. Täten korrelaatio, mutta ei kausaatio."

2) "Musiikin kuuntelu auttaa erittäin vahvasti matematiikan opiskelussa."

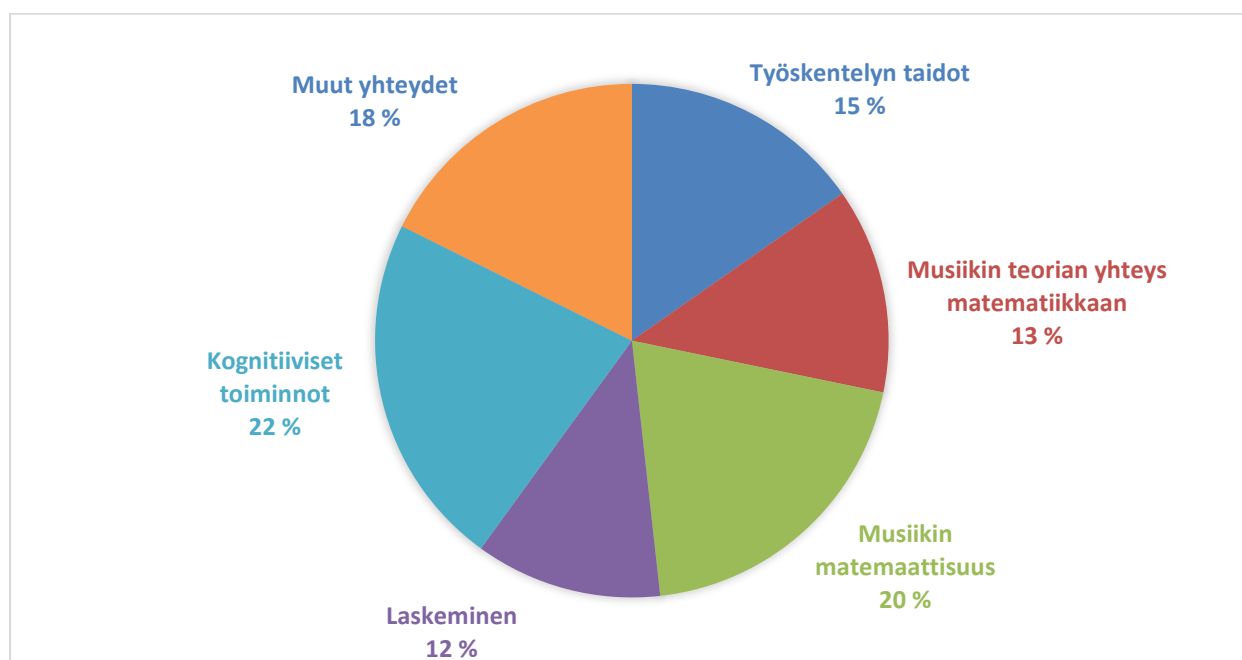
Muutamia mainintoja oli myös siitä, että matematiikan ja musiikin oppimisen välillä ei koettu yhteyksiä esimerkiksi suoraan pitkän matematiikan sisältöjen kanssa. Eräs opiskelija vastasi seuraavasti: "*En koe, että monilla pitkän matematiikan aihealueilla, kuten derivoimisella tai vektoreilla, olisi kuitenkaan kovin suurta yhteyttä musiikin harrastamiseen*". Tällaiset vastaukset viittaavat siihen, että musiikin harrastaminen ja matematiikan opiskelu ovat luonteeltaan hyvin erilaisia eivätkä esimerkiksi pitkän matematiikan

asiasisällöt välttämättä kytkeydy lainkaan musiikkiin. Vaikka asiasisällöissä ei olisi suoraan yhtäläisyyksiä, analyysissa esiin nousseet teemat selittävät joitakin yhteyksiä musiikin ja matematiikan sekä musiikin ja matematiikan oppimisen välillä.

Taulukko 10 ja kuvio 2 tiivistävät teemojen yleisyyden vastauksissa. Taulukkoon 10 vastaushavainnot on kerätty 54 avoimesta vastauksesta. Nämä teemoihin sisältyvien vastaukset on jaoteltu 1. ja 2. kysymyksen kohdalla esiintyvyyden perusteella. *Yhteensä*-sarakkeeseen vastauskohtaiset tiedot on yhdistetty kunkin teeman kohdalla, ja kuvio 2 havainnollistaa tätä saraketta prosentiosuuksin.

TAULUKKO 10 Kvantifiointi teemoihin sisällytettyjen vastausten määrästä

Pääteemat	1. Kysymys	2. Kysymys	Yhteensä
Työskentelyn taidot	11	2	13
Musiikin teorian yhteys matematiikkaan	8	3	11
Musiikin matemaattisuus	9	8	17
Laskeminen	5	5	10
Kognitiiviset toiminnot	11	8	19
Muut yhteydet (sis. musiikin kuuntelu)	5	10	15
Yhteensä	49	36	85



KUVIO 2 Ympyrädiagrammiesitys avoimista vastauksista nousseista teemoista

Kuvion 2 perusteella näyttäisi siltä, että jokainen teema esiintyy avointen vastausten joukossa melko tasaisesti. Kuitenkin taulukon 10 perusteella eroja teemojen yleisyydessä on havaittavissa 1. ja 2. kysymyksen kohdalla. Eniten mainintoja oli 1. kysymyksen osalta työskentelyn taitojen ja kognitiivisten toimintojen teemoista. Kokonaisuudessaan kognitiivisten toimintojen teema oli suurin (22 %) ja musiikin matemaattisuuden teema toiseksi suurin (20 %). Kun tarkastellaan teemojen *laskeminen, musiikin matemaattisuus ja musiikin teorian yhteys matematiikkaan* prosenttiosuuksien summaa (kuvio 2), saadaan prosenttiosuudeksi 45 %. Kyseisille teemoille on yhteistä se, että ne kuvaavat jo itsessään hyvin musiikin ja matematiikan yhteyttä verrattuna muihin teemoihin. Matematiikan tehtävissä ja nuotinluvussa tarvitaan laskemista, musiikin teoria perustuu matematiikkaan ja musiikkia voidaan hahmottaa matemaattisesti. Lähes puolet avoimien vastauksien havainnoista sisältyivät johonkin edellä mainituista teemoista.

6 POHDINTA

6.1 Tulosten tarkastelu

Tässä luvussa avaan tutkimuksen tuloksia tuoden yhteen havaintoja ja johtopäätöksiä sekä määrällisen että laadullisen tutkimusaineiston tuloksista. Tiivistän ja tarkastelen tuloksia suhteessa aikaisempaan tutkimustietoon aiheesta. Laadullisesta aineistosta esiin nousseet tutkimustulokset tukevat suurelta osin määrällisiä tuloksia, joten pohdinta perustuu deduktiiviselle päättelylle, koska tutkimus oli aikaisempaa teoriaa testaavaa. Aikaisemmista tutkimuksista suurin osa on selvittänyt musiikin harrastamisen vaikutuksia matematiikan oppimiseen, joten tässäkin tutkimuksissa esimerkiksi regressioanalyysin selittäjinä oli musiikkimuuttujia. Laadullisen aineiston avoimissa vastauksissa nousi kuitenkin opiskelijoiden havaintoja kumpaankin siirtovaikutuksen suuntaan. Tutkimuksessa löydettiin positiivisia yhteyksiä musiikillisen ja matemaattisen osaamisen välillä. Tutkimuksen perusteella ei voida kuitenkaan nimetä tiettyjä musiikin harrastamisen muotoja, jotka olisivat yhteydessä lukion matematiikan opinnoissa menestymiseen.

Faktoreille latautuminen osoittaa, että tutkittavat vastasivat keskimäärin samalla tavalla musiikillista ja matemaattista osaamista mittaaviin väittämiin. Näillä perusteiden muodostettiin matemaattista osaamista mittaava summamuuttuja ja musiikillista osaamista mittaava summamuuttuja. Korrelaatiotarkastelulla havaittiin, että musiikillisen ja matemaattisen osaamisen summamuuttujien välillä oli lievä positiivinen yhteys. Lisäksi löydettiin pieni positiivinen korrelaatio musiikillisen osaamisen summamuuttujan ja pitkän matematiikan keskiarvojen välillä. Seuraavat tarkastelut pyrkivät selvittämään musiikillisen ja matemaattisen osaamisen yhteyttä yksityiskohtaisemalla tasolla.

Väittämien korrelaatiotarkastelun perusteella (Taulukko 6) löydetyt musiikin ja matematiikan yhteydet ovat linjassa aikaisemman tutkimustiedot kanssa. Väittämien korrelaatioista havaitaan, että tahdonalaista tarkkaavaisuutta vaativat väittämät olivat yhteydessä toisiinsa. Esimerkiksi korrelaatio nuottikirjoituksen ymmärtämisen ja matematiikan merkintätapojen ja symboleiden käytön välillä oli vahvin. Myös transponointi oli yhteydessä matematiikan merkintätapojen ja symbolien käyttöön. Lisäksi vaikean soittokohdan ”hinkkaaminen” ja matematiikan tehtävien pitkäjänteinen pohdinta olivat yhteydessä. Väittämien yhteydet puoltavat Paanasen (2009, 141–142) ajatusta siitä, että tahdonalaista tarkkaavaisuutta vaativien kykyalueiden välillä tapahtuu siirtovaikutusta.

Laadullisesta aineistosta nousevat tutkimustulokset tukevat erityisesti korrelaatiotarkastelun tuloksia. Esimerkiksi väittämän ”Minun on helppo ymmärtää nuottikirjoitusta” voisi sisällyttää useampaan laadullisesta aineistosta nousevaan teemaan. Nuottikirjoituksen ymmärtäminen liittyy vahvasti musiikin matemaattisuuteen ja musiikin teoriaan, koska nuottikirjoitus perustuu tiettyyn logiikkaan sekä sävelten ja aika-arvojen välisiin suhteisiin. Nuotin lukeminen vaatii useimmiten laskemista, mikä nousi esiin myös avoimista vastauksista. Lisäksi kognitiivisten toimintojen teema sisälsi havaintoja siitä, että musiikin ja matematiikan hahmottamisen taidot voivat tukea toisiaan.

Musiikkitaustaa mittaavista muuttujista vain musiikillisen osaamisen summamuuttuja nousi matemaattisen osaamisen ja matematiikan arvosanojen selittäjäksi, vaikkakin lievästi ja heikolla selitysasteella. Musiikillisen osaamisen summamuuttujien väittämien tarkastelu avaa sitä, millainen musiikillinen osaaminen oli yhteydessä matemaattiseen osaamiseen ja opinnoissa menestymiseen matematiikan kurssien keskiarvoina mitattuna. Tulosten perusteella vaikuttaisi siltä, että jonkinlainen yleinen musiikillinen osaaminen voi selittää matematiikan arvosanoja ja matemaattista osaamista hieman.

Tutkimuksen perusteella mikään tietty musiikin harrastamisen muoto (*orkesteri, yhteissoitto, kuoro, soittimen itsenäinen opiskelu, sävellys & sovitus, musiikin teoria, soittonunneilla käyminen*) ei selittänyt tilastollisesti merkitsevästi pitkän matematiikan

opiskelijoiden matematiikan keskiarvoja. Aikaisemmissa tutkimuksissa muun muassa instrumentin soitolla sekä orkesterissa tai bändissä soittamisella on ollut yhteyksiä matematiikan opinnoissa pärjäämiseen. Regressioanalyysi ei kuitenkaan löytänyt musiikkiharrastuksista selittäjää matematiikan keskiarvoille. Voidaankin pohtia sitä, oliko tämän harkinnanvaraisen otoksen koko analyysille kuitenkin riittävä. Olisiko jokin harrastusmuoto selittänyt matematiikan keskiarvoja, mikäli vastaajia olisi ollut enemmän?

Tutkimuksen harkinnanvaraisen näytteen joukossa matematiikkaväittämien keskiarvot olivat hieman korkeampia jossakin instituutiossa musiikkia kyseisellä hetkellä harrastavilla. Suurin ero keskiarvoissa ryhmien välillä oli väittämän ”Minun on helppo ymmärtää ja käyttää matematiikassa tarvittavia merkintätapoja” kohdalla. Kyseisellä hetkellä musiikkia jossakin instituutiossa harrastavat todennäköisesti lukevat nuotteja päivittäin ja harjoittelevat pitkäjänteisesti instrumentin soittoa. Tulos on siten linjassa tutkimuksen korrelaatiotarkastelun kanssa. Lisäksi viitteitä on siihen suuntaan, että instrumentin soittaminen kyseisellä hetkellä olisi yhteydessä korkeampaan väittämällä mitattuun matemaattiseen osaamiseen. Toisaalta toinen ryhmä sisälsi paljon vastaajia, jotka olivat aikaisemmin harrastaneet musiikkia jossakin instituutiossa. Tämä voisi selittää sitä, että väittämän ”Jaksan laskea matematiikkaa pitkäjänteisesti” kohdalla ryhmien keskiarvot olivat hyvin lähellä toisiaan.

Lyhyen matematiikan opiskelijoiden tarkastelun osalta tutkimus jäi vajaaksi, sillä vastaajia oli liian vähän samojen tilastollisten analyysien ajamiseksi. Uskon, että vastaajien vähäisyys selittää myös sitä, että musiikillisen osaamisen ja matematiikan kurssien keskiarvojen korrelaatio oli negatiivinen, eikä myöskään tilastollisesti merkitsevä. Lyhyen matematiikan opiskelijat olivat kuitenkin mukana korrelaatiotarkasteluissa, joissa musiikillisen ja matemaattisen osaamisen välillä löydettiin yhteyksiä.

Musiikillisen ja matemaattisen osaamisen siirtovaikutusta voidaan selittää neurologisella selitysmallilla, joka perustuu siihen, että musiikin harjoittaminen voi kehittää aivoalueita, jotka ovat tärkeitä myös matemaattiselle ajattelulle (Hetland 2000). Löydetyt yhteydet musiikillisen ja matemaattisen osaamisen välillä voisivatkin saada tukea neurologiselta selitysmallilta. Esimerkiksi nuottikirjoituksen ymmärtäminen ja

harjoittaminen kehittää siihen tarvittavia aivoalueita, mikä voi parantaa suoriutumista toisessa tehtävässä, kuten joissakin matemaattista osaamista vaativissa tehtävissä. Myös avoimissa vastauksissa opiskelijat tiedostivat sen, että musiikin ja matematiikan oppimisella voi olla kognitiivisia yhteyksiä. Opiskelijoiden vastausten nojalla musiikillisen ja matemaattisen osaamisen yhteyden kokeminen on kuitenkin yksilöllistä, vaikka vastauksista voidaankin teemoittelulla löytää yhtäläisyyksiä.

Vaikka aineisto ei antanut tilastollisesti merkitsevää tukea toisen tutkimuskysymysten hypoteeseille, ensimmäisen ja kolmannen tutkimuskysymyksen tulosten perusteella musiikillinen ja matemaattinen osaaminen voivat olla yhteydessä toisiinsa. Tutkimus on kuitenkin vain pintaraapaisu musiikillisen ja matemaattisen osaamisen yhteyden tarkastelun kentällä. Tutkimuksen perusteella musiikilliseen ja matemaattiseen osaamiseen voi liittyä samanlaisia hahmottamisen taipumuksia. Sekä soittotaidon kehittyminen että matematiikan oppiminen vaativat systemaattista harjoittelua.

6.2 Tulosten luotettavuus

Tutkimuksen aineiston koko soveltui määrällisen tutkimuksen tarpeisiin, mutta koska tutkittavat valittiin harkinnanvaraisesti, tuloksia ei voida yleistää koskemaan laajempaa joukkoa. Tulokset ovat luotettavia tutkimuksen kohdejoukossa ja triangulaatio vahvistaa luotettavuutta. Yhden lukion opiskelijoilta aineiston kerääminen mahdollisti sen, että mahdollisia taustalla vaikuttavia muuttujia on vähemmän. Koulun matematiikanopettajat ovat samoja, joten opiskelijat saavat samankaltaista opetusta. Näin ollen matematiikan kurssien arvosanat ja niistä muodostetut keskiarvot ovat tällä harkinnanvaraisella näytteellä keskenään vertailukelpoisia.

Määrällisiä analyysejä tehdessä otettiin huomioon testien vaatimat taustaoletukset ja niiden soveltuvuus tutkittavaan ilmiöön. Näin ollen tilastollisilla testeillä saadut tulokset ovat luotettavia tutkittavien koehenkilöiden joukossa. Tutkijana jouduin kuitenkin tekemään valintoja siitä, mitkä muuttujat parhaiten sopivat analyysiin. Esimerkiksi harrastusvuosista kerätty tieto selvitettiin kyselyssä vain instrumenttikohtaisesti kyseisellä hetkellä ja aikaisemmin. Näin ollen harrastusvuosia mittaavan muuttujan

analyysissä on tieto vain yhden instrumentin osalta. Näin jälkikäteen keräisin kyselyssä tiedon opiskelijalta siitä, minkä ikäisenä hän on aloittanut musiikin harrastamisen ja montako vuotta hän on harrastanut musiikkia. Tällöin harrastamisen mittaaminen vuosina koskisi laajemmin kaikkea vastaajan elämän aikana tapahtunutta musiikin harrastamista. Nyt esimerkiksi askeltavassa lineaarisessa regressioanalyysissä yksösinstrumentin soittoon käytetyt harrastusvuodet eivät selittäneet matematiikan keskiarvoja. Olisi mielenkiintoista nähdä, saataisiinko sama tulos, mikäli harrastusvuosia mittaava muuttuja olisi muodostettu eri tavalla.

Tämän tutkimuksen haasteena oli se, että kyselyyn vastanneiden joukossa oli paljon joko musiikkia aikaisemmin harrastaneita tai kyseisellä hetkellä musiikkia aktiivisesti harrastavia. Ryhmien väliset erot voisivat tulla herkemmin esiin, mikäli otos sisältäisi henkilöitä, jotka eivät harrasta musiikkia lainkaan. Uskoisin, että laajemmalla aineistolla olisi saatu tilastollisesti merkitseviä tuloksia esimerkiksi Mann-Whitneyn U-testillä saatuihin ryhmien välisiin eroihin matematiikan arvosanojen keskiarvoissa. Vastaajien jakaminen kolmeen ryhmään (*nyt harrastavat, aikaisemmin harrastaneet, ei harrastavat*) mahdollistaisi erojen tarkastelun esimerkiksi varianssianalyysillä, mikä tässä tutkimuksessa ei ollut mahdollista, koska ei harrastavien -ryhmä oli liian pieni.

Tulosten luotettavuuden kannalta on keskeistä huomioida se, että matematiikan arvosanojen keskiarvojen muuttuja sisälsi tiedot kaikilta tutkimukseen osallistuneilta jokaiselta vuosikurssilta. Pitkän ja lyhyen matematiikan arvosanojen keskiarvot oli eroteltu omiksi muuttujikseen. Näin ollen vastaajien käymissä kurssimäärissä on hajontaa, eikä esimerkiksi 1. ja 2. vuosikurssin vastaajilta kysytty, montako matematiikan kurssia he ovat käyneet. Tilastollisissa testeissä ei otettu huomioon eroja suoritettujen kurssimäärien suhteen. Tulokset voisivat olla erilaisia, mikäli vastaajat olisivat käyneet saman määrän matematiikan kursseja. Myöskään opiskelijan perheen sosioekonomista taustaa ei näitä analyysimenetelmiä käytettäessä voitu ottaa huomioon. Tulosten luotettavuutta varmasti parantaisi sellaisten menetelmien käyttö, joissa vanhempien koulutustaustan vaikutusta tuloksiin voitaisiin arvioida.

6.3 Jatkotutkimusaiheita

Laajemmalle ulottuvalle selvitykselle musiikin harrastamisen ja matematiikan oppimisen yhteydestä on tutkimuskentällä tilaa, koska sellaista Suomessa ei ole tehty. Vastaavan tutkimuksen tekeminen otoksen kriteerit täyttävälle joukolle mahdollistaisi tulosten laajemman yleistämisen. Tutkimusta voitaisiin toteuttaa ottamalla mukaan lukiota ympäri Suomea niin, että mukana olisi kaikenlaisia lukiota. Analyysissa voitaisiin käyttää useampisuuntaista varianssianalyysia, jolloin Nummenmaan (2009, 212) mukaan saadaan tietoa useamman muuttujan vaikutuksista riippuvaan muuttujaan eli esimerkiksi matematiikan arvosanoihin. Olisi mielenkiintoista nähdä, löydetäänkö isommalla otoksella tiettyjä musiikin harrastamisen muotoja, jotka ovat yhteydessä matematiikan keskiarvoihin tai matemaattiseen osaamiseen muuten.

Tämä tutkimus tarkasteli korrelaatioiden lisäksi musiikin ja matematiikan yhteyttä siten, että selitettävänä muuttujina oli matematiikan muuttujia, kuten matematiikan keskiarvoja tai matemaattisen osaamisen väittämistä muodostettu summa-muuttuja. Tutkimus pyrki siten löytämään musiikin muuttujista selittäjiä valituille matematiikan muuttujille. Tarkastelua olisi tulevaisuudessa hedelmällistä tehdä myös toisin päin.

Mikäli tässä tutkimuksessa 3. ja 4. vuosikurssin vastaajia olisi ollut enemmän, olisi ollut mielenkiintoista selvittää, onko tietyyntyyppinen musiikin harrastaminen yhteydessä tietyissä matematiikan kurseissa pärjäämiseen. Tällainen tarkastelu olisi varmasti mahdollista laajemman tutkittavan joukon kattavassa tutkimuksessa. Toisaalta olisi mielenkiintoista vertailla kahden tai useamman harrastusmuodon yhteyksiä matematiikan opinnoissa pärjäämiseen ja matematiikan oppimiseen. Näin voitaisiin paremmin tarkastella sitä, mitkä yhteydet pätevät nimenomaan musiikin tai muun harrastuksen ja matematiikan oppimisen yhteyteen.

Kokeellinen tutkimus mahdollistaisi täsmällisemmän ja kontrolloidumman tutkimuksen toteuttamisen. Aikaisemmissa kokeellisissa tutkimuksissa lapsista koostuva koeryhmä on käynyt esimerkiksi pianotunneilla ja kontrolliryhmä ei. Tällaisissa tutkimuksissa musiikin harrastaminen oli yhteydessä matematiikan testeissä

pärjäämiseen. Vastaavia selvityksiä voisi tehdä myös lukioikäisten keskuudessa ja tutkia, vaikuttaako esimerkiksi lukion alussa aloitettu soittoharrastus matematiikan opinnoissa pärjäämiseen. Saarikiven (2022) pitkittäistutkimuksen tulosten nojalla erot toiminnanohjauksen osa-alueilla suoriutumisessa hälvenevät musiikkia ja muuta harrastavien välillä varhaisaikuisuuden jälkeen. Olisi mielenkiintoista suunnata vastaava tarkastelu suoraan matematiikan oppimiseen ja opinnoissa pärjäämiseen ja selvittää, tukeeko musiikin harrastaminen matematiikan opinnoissa pärjäämistä vielä varhaisaikuisuuden jälkeenkin.

Tarkempi laadullinen selvitys musiikin ja matematiikan oppimisen ja oppimisen kokemusten kartoittamisesta olisi paikallaan. Tämä tutkimus antaa viitteitä siihen, että kyseisessä musiikkilukiossa opiskelevat tunnistavat yhteyksiä musiikin oppimisen ja matematiikan oppimisen välillä. Cranmoren ja Tunksin (2015) tapainen haastattelututkimus varmasti tarkentaisi musiikin ja matematiikan oppimisen välisten yhteyksiä. Haastateltavana voisivat olla lukiolaiset tai mahdollisesti musiikin tai matematiikan korkeakouluopiskelijat. Toteutukseen voisi yhdistää määrällistä tarkastelua siitä, kuinka monet musiikkia harrastavat kokevat yhteyksiä musiikin oppimisen ja matematiikan oppimisen välillä, jolloin saataisiin tietoa kokemuksen yleisyydestä.

LÄHTEET

- Aro, T., Laakso, M-L., Närhi, V. (2007). TOMERA - Toiminnanohjauksen ja itsensäätelyn kehityksen tukeminen päivähoitossa. *NMI-bulletin*, 17(2). Niilo Mäki -säätiö. 11-19.
- Aunola, K. & Nurmi, J-E. (2018). Matemaattisten taitojen kehitys kouluikässä. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg, P. Räsänen (toim.). *Matematiikan opetus ja oppiminen*. Porvoo: Niilo Mäki Instituutti. 54-68.
- Cheek, J. M., & Smith, L. R. (1999). Music training and mathematics achievement. *Adolescence*, 34(136), 759-761.
- Costa-Giomi, E. (1999). The Effects of Three Years of Piano Instruction on Children's Cognitive Development. *Journal of Research in Music Education*, 47(3). 198-212.
- Cranmore, J., & Tunks, J. (2015). High School Students' Perceptions of the Relationship between Music and Math. *Mid-Western Educational Researcher*, 27(1). 51-69.
- Cross, J. (2003). Composing with numbers: sets, rows and magic squares. Teoksessa J. Fauvel, R. Flood & R. Wilson. *Music and mathematics. From Pythagoras to Fractals*. New York: Oxford University Press Inc. 131-146.
- Eerola, P.-S. (2014). *Musiikin opiskelun siirtovaikutuksia: Katsaus empiirisiin tutkimuksiin*. Musiikin, taiteen ja kulttuurin tutkimuksen laitos, & Department of Music, A. and C. S. Sibelius-akatemia.
- Gardiner, M., Fox, A., Knowles, F., & Jeffrey, D. (1996). Learning improved by arts training. *Nature*, 381, 284.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind. The theory of multiple intelligences* (kymmenennen juhlavuoden painos). New York, NY: Basic Books.
- Graziano, A. B., Peterson, M., & Shaw, G. L. (1999). Enhanced learning of proportional math through music training and spatial-temporal training. *Neurological Research (New York)*, 21(2), 139-152.
- Guhn, M., Emerson, S. D., & Gouzouasis, P. (2020). A population-level analysis of associations between school music participation and academic achievement. *Journal of Educational Psychology*, 112(2), 308-328.
- Hannula-Sormunen, M., Mattinen, A., Räsänen, P. & Ruusuvirta, T. (2018). Varhaisten matemaattisten taitojen perusta: synnynnäiset valmiudet, tietoinen toiminta ja vuorovaikutus. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg, P. Räsänen (toim.). *Matematiikan opetus ja oppiminen*. Porvoo: Niilo Mäki Instituutti. 158-183.
- Herholz, S. C., & Zatorre, R. J. (2012). Musical Training as a Framework for Brain Plasticity: Behavior, Function, and Structure. *Neuron*, 76(3), 486-502.
- Hetland, L. (2000). Learning to make music enhances spatial reasoning. *Journal of Aesthetic Education*, 34(3/4), 179-307.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. (2009). Tutki ja kirjoita. 15. painos. Tammi.
- Holmes, S., & Hallam, S. (2017). The impact of participation in music on learning mathematics. *London Review of Education*, 15(3), 425-438.

- Huotilainen, M. (2009) Musiikillinen vuorovaikutus ja oppiminen sikiö- ja vauva-aikana. Teoksessa J. Louhivuori, P. Paananen & L. Väkevä (toim.). *Musiikkikasvatus: näkökulmia kasvatukseen, opetukseen ja tutkimukseen*. Jyväskylä: Suomen musiikkikasvatusseura – Fisme ry. 121–129.
- Huotilainen, M. (2016). *Aivotutkijan vinkkejä matematiikan opiskeluun taito- ja taideaineiden maailmasta*. 2.
- Huotilainen, M. (2019). *Näin aivot oppivat*. PS-kustannus.
- Kaipainen, M. (tuottaja) Tiedeykkönen (2019). *Musiikin ja matematiikan pitkä historia – Pythagoras kehitti intervallit ja Kepler tutki sfäärien harmoniaa*. Toimittaja Mari Heikkilä. Yle. 11.1.2019. Podcast kuunneltu 1.12.2022 osoitteessa <https://areena.yle.fi/podcastit/1-4606056>
- Lehtinen, E., Vauras, M., & Lerkkanen, M.-K. (2016). *Kasvatuspsykologia* (3., uudistettu painos). PS-kustannus.
- Lu, C.-I., Greenwald, M., Lin, Y.-Y., & Bowyer, S. M. (2022). Music, Math, and Working Memory: Magnetoencephalography Mapping of Brain Activation in Musicians. *Frontiers in Human Neuroscience*, 16.
- Lukion opetussuunnitelman perusteet. (2015). Helsinki: Opetushallitus. Luettu 16.1.2023 osoitteessa https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/172124_lukion_opetussuunnitelman_perusteet_2015.pdf
- Lukion opetussuunnitelman perusteet. (2019). Helsinki: Opetushallitus. Luettu 16.1.2023 osoitteessa https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/lukion_opetussuunnitelman_perusteet_2019.pdf
- Marjanen, J. (2013). *”Ope, miks me lauletaan, vaikka meillä on matikan tunti?”: Musiikin ja matematiikan oppisisältöjen integrointi*. Jyväskylän yliopisto. Musiikin laitos. Musiikkikasvatus. Maisterintutkielma.
- Nummenmaa, L. (2004). *Käyttätymistieteiden tilastolliset menetelmät*. Turun yliopiston psykologian laitos. Helsinki: Tammi.
- Paananen, P. (2009). Musiikillinen kyky, kehitysvaiheet ja yksilöllisyys. Teoksessa J. Louhivuori, P. Paananen & L. Väkevä (toim.). *Musiikkikasvatus: näkökulmia kasvatukseen, opetukseen ja tutkimukseen*. Jyväskylä: Suomen musiikkikasvatusseura – Fisme ry. 139–155.
- Perkins, D., & Salomon, G. (1992). *Transfer Of Learning*. 11. International Encyclopedia of Education, Second Edition Oxford, England: Pergamon Press.
- Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (POPS). (2014). Helsinki: Opetushallitus. Luettu 5.2.2023 osoitteessa https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf
- Power, R. A., Nagoshi, C. T., & DeFries, J.C. (2017). Intellectual disability and the nature of the g factor. *Intellectual and Developmental Disabilities*, 55(6), 421–431.
- Päivänsalo, T.-M. (2020). *Oppimiskoodi: Kuinka oppiminen onnistuu*. PS-kustannus.

- Pöyhönen, M. O. (2011). *Muusikon tietämisen tavat. Moniälykyys, hiljainen tieto ja musiikin esittämisen taito korkeakoulun instrumenttituntien näkökulmasta*. Jyväskylän yliopisto. Musiikin laitos. Väitöskirja.
- Rinne, R. (2012). Koulutetun eliitin erottautuminen. Teoksessa P, Kettunen, H, Simola (toim.). *Tiedon ja osaamisen Suomi. Kasvatus ja koulutus Suomessa 1960-luvulta 2000-luvulle*. Helsinki : Suomalaisen Kirjallisuuden seura. 367-404.
- Saarikivi, K. (2022). *Augmented maturation of executive functions in musically trained children and adolescents*. University of Helsinki. Learning and Communication Department of Psychology and Logopedics. Väitöskirja.
- Schellenberg, E. G. (2006). Long-term positive associations between music lessons and IQ. *Journal of Educational Psychology*, 98(2), 457-468.
- Schlaug, G., Jäncke, L., Huang, Y., Staiger, J., & Steinmetz, H. (1995). Increased corpus callosum size in musicians. *Neuropsychologia*, 33, 1047-1055.
- Shore, R. (2010). Music and cognitive development: From notes to neural networks. *NHSA Dialog*, 13(1), 53-65.
- Southgate, D., & Roscigno, V. J. (2009). The Impact of Music on Childhood and Adolescent Achievement. *Social Science Quarterly*, 90(1), 4-21.
- Tuomi, J., & Sarajärvi, A. (2018). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi: Uudistettu laitos*. Helsinki: Tammi.
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta (TENK). (2019). Ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettiset periaatteet ja ihmistieteiden eettinen ennakoarviointi Suomessa. I. Kohonen, A. Kuula-Luumi & S-K. Spoo (toim.). Tutkimuseettisen neuvottelukunnan julkaisuja 3/2019.
- Ukkola-Vuoti, L. (2013). *Search for Genetic Variants Underlying Musical Aptitude and Related Traits*. Helsingin yliopisto. Lääketieteellinen tiedekunta. Väitöskirja.
- Valli, R. (2018). Aineistonkeruu kyselylomakkeella. Teoksessa Aaltola J. & Valli R. (toim.). (2010). *Ikkunoita tutkimusmetodeihin. 1, metodin valinta ja aineiston keruu : Virikkeitä aloittelevalle tutkijalle* (5. uud. ja täyd. painos). Jyväskylä: PS-kustannus. E-kirja.
- Valtioneuvosto (2014). Valtioneuvoston 13.11.2014 antaman asetuksen 12 §:n muuttaminen: Tuntijaosta poikkeaminen koulutuksen järjestäjän päätöksellä.
- Vaughn, K. (2000). Music and Mathematics: Modest Support for the Oft-Claimed Relationship. *The Journal of Aesthetic Education*, 34(3/4), 149-166.
- Vehkalahti, K. (2014). *Kyselytutkimuksen mittarit ja menetelmät*. Helsinki: Tammi.
- Wright, D. (2009.) *Mathematics and Music*. Washington University in St. Louis. Department of Mathematics.
- Yang, H., Ma, W., Gong, D., Hu, J., & Yao, D. (2014). A Longitudinal Study on Children's Music Training Experience and Academic Development. *Scientific Reports*, 4(5854), 1-7.

LIITTEET

LIITE 1 KYSELY

SUOSTUMUS TIETEELLISEEN TUTKIMUKSEEN OSALLISTUMISESTA

Olet osallistumassa tieteelliseen tutkimukseen, jossa tutkitaan musiikin harrastamisen ja matemaattisen osaamisen yhteyttä. Tutkimuksessa ei kerätä suoria henkilötietoja. Kyselyyn vastanneiden anonymiteetistä pidetään huolta läpi tutkimusprosessin ja tutkittavia ei voida tunnistaa tutkimuksen julkaisusta.

Painamalla SEURAAVA-painikkeesta vakuutan, että olen lukenut ja ymmärtänyt Wilma-viestin liitteenä tulleet dokumentit:

1. Tiedote tutkimuksesta
2. Tietosuojailmoitus

1. Millä linjalla opiskelet?

Vaihtoehtoina lukion opiskelulinjat.

2. Milloin olet aloittanut lukion? *

- vuonna 2022 (1. vuosikurssi)
 vuonna 2021 (2. vuosikurssi)
 vuonna 2020 (3. vuosikurssi)
 vuonna 2019 (4. vuosikurssi)
 ennen vuotta 2019

3. Mikä on sukupuolesi? *

- nainen
 mies
 muu
 en halua kertoa

4. Millainen koulutus vanhemmillasi on? Voit lisätä tiedon 0-4 vanhemmasta

	peruskoulu	lukio	ammattikoulu	ammattikorkeakoulu	yliopisto	en tiedä
vanhempi 1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
vanhempi 2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
vanhempi 3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
vanhempi 4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Kuinka hyvin seuraavat väittämät pätevät kohdallasi

- 1 = ei lainkaan**
2 = jonkin verran
3 = melko hyvin
4 = täysin *

	1	2	3	4
Pidän musiikin harrastamisesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pidän matematiikan opiskelusta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kappaleiden melodiat jäävät helposti mieleeni	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Matematiikan opiskelu on minulle helppoa ja innostavaa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Olen osoittanut kiinnostusta musiikkia kohtaan lapsesta asti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Olen osoittanut kiinnostusta matematiikkaa kohtaan lapsesta asti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Minulla on hyvä rytmitaju ja omaksun nopeasti vaikeitakin rytmejä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ongelmanratkaisua ja loogista päättelyä vaativat matematiikan tehtävät ovat mieleeni	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Luovuuteni pääsee esiin musiikkiharrastusten parissa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Musiikkia kuunnellessa tai soittaessa kiinnitän usein huomiota kappaleiden rakenteisiin	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Päässä lakseminen on vahvuusalueeni	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Musiikillinen transponointi on helppoa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jos haastava matematiikan tehtävä ei ratkea heti yrittämisen jälkeen, niin yleensä keksin siihen ratkaisun seuraavana päivänä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jos teknisesti vaikeaa soittokohtaa jaksaa "hinkata", se sujuu seuraavana päivänä yleensä paremmin	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Minun on helppo ymmärtää nuottikirjoitusta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Minun on helppo ymmärtää ja käyttää matematiikassa tarvittavia merkintätapoja ja symboleita	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jaksan harrastaa musiikkia pitkäjänteisesti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jaksan laskea matematiikkaa pitkäjänteisesti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Kuinka musiikillisesti aktiiviseksi kuvailisit perhettäsi seuraavalla asteikolla? *

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Musiikki ei ole läsnä perheeni arjessa lainkaan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Musiikki on läsnä perheeni arjessa päivittäin

7. Kävitkö vauvana/lapsena muskarissa? *

- Kyllä
 En

8. Oletko ollut musiikkiluokalla? *

- Kyllä
 En

9. Opiskeletko tai harrastatko musiikkia tällä hetkellä musiikkiopistossa, konservatoriossa tai muussa instituutiossa, mutta et enää? Jos kyllä, niin täytä tyhjään osioon instituutio(t) ja siellä vietettyjen vuosien määrä esim. musiikkiopisto 5 vuotta. *

- Kyllä _____
 Ei

10. Oletko joskus opiskellut tai harrastanut musiikkia musiikkiopistossa, konservatoriossa tai muussa instituutiossa? Jos kyllä, niin täytä tyhjään osioon instituutio(t) ja siellä vietettyjen vuosien määrä esim. musiikkiopisto 5 vuotta.

- Kyllä _____
 En

11. Käytkö soitto- tai laulutunneilla? *

- Käyn soitto- tai laulutunneilla
 Olen joskus käynyt soitto- tai laulutunneilla
 En käy soitto- tai laulutunneilla

12. Millä soitto- tai laulutunneilla käyt tällä hetkellä ja olet mahdollisesti käynyt aikaisemmin? Täydennä taulukkoon se soitin/ne soittimet ja arvioi harrastusvuosien määrä.

esim.

instrumentti 1 viulu 8

13. Millä soitto- tai laulutunneilla olet käynyt, mutta et käy enää? Täydennä taulukkoon se soitin/ne soittimet ja harrastusvuosien määrä.

12. ja 13 vastaukset taulukkoon

	Mikä instrumentti?	Harrastusvuosien määrä
instrumentti 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
instrumentti 2	<input type="text"/>	<input type="text"/>
instrumentti 3	<input type="text"/>	<input type="text"/>
instrumentti 4	<input type="text"/>	<input type="text"/>
instrumentti 5	<input type="text"/>	<input type="text"/>

14. Valitse taulukosta musiikkiharrastuksen muodot joita harrastat aktiivisesti, satunnaisesti tai olet joskus harrastanut. Arvioi oikeaan sarakkeeseen harrastusvuosien määrä. Jos kyseinen harrastusmuoto ei koske sinuaa/et harrasta sitä lainkaan, jätä kohta tyhjäksi.

	harrastan aktiivisesti	harrastan satunnaisesti	olen harrastanut joskus
klassisen musiikin orkesteri/yhtye	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
kevyen musiikin yhtye/bändi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
kansanmusiikkiyhtye	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
muu yhteissoitto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
kuoro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
lauluyhtye	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
itsenäinen soittimen opettelu esim. youtuben avulla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
musiikin tuottaminen esim. studiotyöskentely/ äänittäminen/miksaaminen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
säveltäminen (biisinkirjoitus tms.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
sovittaminen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
musiikin kuuntelu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
musiikin teorian opiskelu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
musiikkiteatteri	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. Onko sinulla muita musiikkiharrastuksia? Voit kertoa niistä vapaasti tässä.

16. Kuinka usein harrastat musiikkia? (poislukien musiikin kuuntelu) *

- joka päivä
- viisi tai kuusi kertaa viikossa
- kolme tai neljä kertaa viikossa
- kerran tai kaksi kertaa viikossa
- muutaman kerran kuukaudessa
- en koskaan

17. Muistele koko tähänastista lukioaikaasi ja arvio, montako tuntia keskimäärin päivän aikana olet käyttänyt musiikin harrastamiseen. Tuntimäärä sisältää kaiken päivän aikana tapahtuvan musiikin harrastamisen: oman harjoittelun, ohjatut soitto- ja laulutunnit, koulussa tapahtuvan musisoinnin ym. (poislukien musiikin kuuntelu). *

- 0
- 1-2 tuntia
- 3-4 tuntia
- 5-6 tuntia
- yli 7 tuntia

18. Minkä oppimäärän mukaan opiskelet matematiikkaa? *

- Matematiikan pitkä oppimäärä
- Matematiikan lyhyt oppimäärä
- Olen vaihtanut pitkästä oppimäärästä matematiikan lyhyeen oppimäärään
- Olen vaihtanut lyhyestä oppimäärästä matematiikan pitkään oppimäärään

LOPS (2015) opintoja suorittavat vastaavat seuraaviin kysymyksiin:

19. Pitkä matematiikka: Minkä arvosanan olet saanut kustakin matematiikan kurssista? Katso tieto Wilmasta ja täydennä taulukkoon.

Täydennä oikeanpuoleiseen sarakkeeseen, vastaako saatu kurssiarvosana tämänhetkistä osaamistasi kyseisestä matematiikan aihealueesta.

Jos et ole käynyt jotakin kurssia, jätä rivi tyhjäksi.

Jos olet vaihtanut matematiikan lyhyestä oppimäärästä pitkään, voit merkitä lyhyen matematiikan kurssit sovituin korvaavuuksin ja tarvittaessa antaa lisätietoja kysymyksessä 20.

	kurssiarvosana Wilmasta	Osaamiseni on		
		arvosanaa parempi	sama kuin saatu arvosana	arvosanaa heikompi
MAY1 Luvut ja yhtälöt	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MAA2 Polynomifunktiot ja - yhtälöt	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MAA3 Geometria	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MAA4 Vektorit	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MAA5 Analyttinen geometria	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MAA6 Derivaatta	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MAA7 Trigonometriset funktiot	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MAA8 Juuri- ja logaritmifunktiot	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MAA9 Integraalilaskenta	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MAA10 Todennäköisyys ja tilastot	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MAA11 Lukuteoria ja todistaminen	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MAA12 Algoritmit matematiikassa	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MAA13 Differentiaali- ja integraalilaskennan jatkokurssi	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MAA14 Projektikurssi	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MAA15 Kertauskurssi	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MAA16 Funktiot matemaattisina malleina	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MAA17 Talousmatematiikan ja tilastotieteen jatkokurssi	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MAA18 Geometrian syventävä jatkokurssi	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MAA19 Tasokäyriä ja kompleksilukuja	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MAA20 Kertauskurssi 2	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

20. Jos olet käynyt lisäksi muita matematiikan kursseja, lisää ne tähän sekä kurssista saatu arvosana.

21. Vastaava kysymys lyhyestä matematiikasta

LOPS (2019) opintoja suorittavat vastaavat seuraaviin kysymyksiin:

24. Mitä arvosanoja (4-10) sinulla on eniten matematiikan kursseista? *

- 4 tai 5
- 5 tai 6
- 7 tai 8
- 8 tai 9
- 9 tai 10

25. Laske tähän mennessä käymiesi matematiikan kurssien keskiarvo.

Keskiarvo lasketaan seuraavasti:

Laske yhteen kaikkien käymiesi matematiikan kurssien arvosanat ja jaa summa käytyjen kurssien määrällä. Pyöristä tulos yhden desimaalin tarkkuuteen.

Jos Esimerkki Eelis on käynyt 4 kurssia matematiikkaa ja hän on saanut niistä arvosanat 7, 8, 6, 9, niin keskiarvo saadaan laskemalla

$$(7+7+6+9)/4=7,25\approx 7,3$$

Ilmoita vastaukseen vain pyöristetty keskiarvo. *

Kysymykset kaikille:

26. Muistele koko tähänastista lukioaikaasi ja arvioi, montako tuntia keskimäärin olet käyttänyt viikottain matematiikan tehtävien tekemiseen (kotitehtävät, kokeeseen harjoittelu ym.) oppituntien ulkopuolella? *

- 0 tuntia
- 1-2 tuntia
- 3-4 tuntia
- 5-6 tuntia
- 7-8 tuntia
- 9-10 tuntia
- yli 10 tuntia

27. Onko sinulla matematiikkaan liittyviä harrastuksia? Jos on on, niin millaisia? (esim. shakki, sudoku, erilaiset logiikkapelit)

28. Onko musiikin harrastamisella ja matematiikan oppimisella mielestäsi jotain yhteistä?

29. Oletko kokenut musiikin harrastamisen hyödyttäneen sinua matematiikan opiskelussa tai matematiikan opiskelun vaikuttaneen tapaasi oppia tai hahmottaa musiikkia? Jos olet, niin miten?