

OPETTAJAN OHJAUSTYYLIN YHTEYS MATEMATIIKAN OPPIMISEEN
PERUSKOULUN NELJÄNNELLÄ LUOKALLA

Heini Aatola

Luokanopettajakoulutus

Itä-Suomen yliopisto

Soveltavan kasvatustieteen osasto

Tiedekunta – Faculty Filosofinen tiedekunta		Osasto – School Kasvatustieteiden ja psykologian osasto	
Tekijät – Author Aatola, Heini			
Työn nimi – Title Opettajan ohjaustyylin yhteys matematiikan oppimiseen peruskoulun neljännellä luokalla			
Pääaine – Main subject Kasvatustiede	Työn laji – Level	Päivämäärä –Date 22.10.12	Sivumäärä – Number of pages 82
	Pro gradu -tutkielma	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Sivuainetutkielma	<input type="checkbox"/>	
	Kandidaatin tutkielma	<input type="checkbox"/>	
	Aineopintojen tutkielma	<input type="checkbox"/>	
Tiivistelmä – Abstract			
<p>Opettajan ohjaustyyllillä tarkoitetaan niitä vuorovaikutuksen, opetuksen, ajanhallinnan ja työskentelyn ulottuvuuksia, jotka vaikuttavat oppilaiden kehitykseen. Aiempien tutkimusten perusteella ohjaustyylin korkea laatu on yhteydessä oppilaiden parempiin matematiikan oppimistuloksiin. Ohjaustyyliä on toistaiseksi tutkittu enimmäkseen koulun aloitusvaiheessa. Suomessa ohjaustyyli tutkimusta on tehty vain vähän.</p> <p>Tässä tutkielmassa selvitettiin opettajan ohjaustyylin yhteyttä oppilaiden matematiikan oppimiseen peruskoulun neljännellä luokalla. Lisäksi tutkittiin, onko opettajan ohjaustyyli eri tavalla yhteydessä tyttöjen ja poikien matematiikan oppimiseen. Tutkielman teoreettinen lähtökohta oli matematiikan oppimisen ja opettamisen teoriat sekä opetuksen laatua kuvaavan opettajan ohjaustyyli teoria. Tutkielman tutkimusote oli kvantitatiivinen.</p> <p>Tutkielmassa analysoitiin ALKUPORTAAT – seurantatutkimuksen aineistoa. Aineisto koostui 177 oppilaan matematiikan testien tuloksista ja 12 opettajan havainnoinnista saadusta aineistosta. Aineisto oli kerätty Joensuun kouluissa keväällä 2011. Oppilaiden matematiikan taitoja oli testattu kolmiosaisella oppisaavutustestillä. Testi mittasi oppilaiden laskutaitoja, aritmeettisiä päättelytaitoja ja kertolaskutaitoja. Opettajia oli havainnoitu systemaattisella CLASS – havainnointimenetelmällä.</p> <p>Tulosten mukaan tutkitut opetusryhmät eivät eronneet toisistaan matematiikan osaamisen suhteen. Pojat osasivat matematiikkaa hieman paremmin kuin tytöt. Opettajan ohjaustyylin ja oppilaiden matematiikan taitojen välinen yhteys riippui matematiikan taitoalueesta. Ohjaustyyli oli positiivisessa yhteydessä oppilaiden aritmeettisiin päättelytaitoihin. Kertotaulu ja laskutaitoon opettajan ohjaustyyli ei ollut tilastollisesti merkitsevässä yhteydessä. Opettajan ohjaustyyli oli hieman voimakkaammin yhteydessä tyttöjen kuin poikien matematiikan taitoihin. Tyttöjen aritmeettisiin päättelytaitoihin positiivisessa yhteydessä olivat opettajan sensitiivisyys, käyttäytymisen säätely ja palautteen laatu. Poikien aritmeettisiin päättelytaitoihin positiivisessa yhteydessä olivat lasten näkökulmien huomiointi ja palautteen laatu. Opettajan ohjaustyyli oli negatiivisessa yhteydessä tyttöjen kertolaskutaitoihin.</p>			
Avainsanat – Keywords Opettajan ohjaustyyli, matematiikka, oppiminen, opetus, sukupuolierot			

ITÄ-SUOMEN YLIOPISTO – UNIVERSITY OF EASTERN FINLAND

Tiedekunta – Faculty Filosofinen tiedekunta		Osasto – School Kasvatustieteiden ja psykologian osasto	
Tekijät – Author Aatola, Heini			
Työn nimi – Title Classroom quality and children math achievement in the fourth class			
Pääaine – Main subject Kasvatustiede	Työn laji – Level	Päivämäärä –Date 22.10.12	Sivumäärä – Number of pages 82
	Pro gradu -tutkielma	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Sivuvainetutkielma	<input type="checkbox"/>	
	Kandidaatin tutkielma	<input type="checkbox"/>	
	Aineopintojen tutkielma	<input type="checkbox"/>	
Tiivistelmä – Abstract			
<p>Classroom quality is defined as classroom interaction and instruction, which have an impact on student's socioemotional and academic outcomes. Prior research has shown that high classroom quality has a positive impact on student's math achievement. Previous researches on classroom quality have often focused on elementary instruction and little research has been carried out in Finland.</p> <p>The purpose of this thesis was to examine association between classroom quality and student's math achievement in fourth class. Gender dependent association between classroom quality and math achievement was also examined. The theoretical framework of the thesis was theories of learning and teaching math and theory of classroom quality. This was quantitative study.</p> <p>The 177 children and their 12 teachers who were participants in the present study were subset of ALKUPOR-TAAT study. Data on children and teachers were collected through math tests and observations in Joensuu in the spring 2011. Mathematic test was composed of three parts, which were multiplication test, arithmetic reasoning test and numeracy test. Teachers were observed using a systematic observational tool called CLASS.</p> <p>According the results, there weren't classroom differences in children's math skills. Boys' math skills were little better than girls'. Association between classroom quality and math achievement was dependent on quality of math skill. Association between arithmetic reasoning and classroom quality was positive. There wasn't association between classroom quality and multiplication or numeracy. There was somewhat greater association between girls' math skills and classroom quality than between boys' math skills and classroom quality. Positive connection was found between girls' arithmetic skills and teacher sensitivity, behavior management and quality of feedback. Positive connection was also found between boys' arithmetic skills and quality of feedback and regard for student perspectives. There was negative association between girls' multiplication skills and classroom quality.</p>			
Avainsanat – Keywords Classroom quality, math, learning, instruction, gender differences			

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	1
2 MATEMATIIKAN OPPIMINEN	5
2.1 Matemaattinen ajattelu	5
2.2 Matematiikan tavoitteet perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa	9
2.3 Matemaattiset taidot	10
2.3.1 Lukujonotaidot	11
2.3.2 Aritmeettiset taidot	13
2.5 Tytöt ja pojat matematiikan oppijoina	15
3 MATEMATIIKAN OPETTAMINEN	19
3.1 Opetuksen yhteys matematiikan oppimiseen	21
3.2 Opettajan ohjaustyyli	24
3.3 Opettajan ohjaustyyliin liittyvät aiemmat tutkimukset	29
4 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT	34
5 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	35
5.1 Tutkimusjoukko	35
5.2 Kvantitatiivinen tutkimus	36
5.3 Aineistonkeruumenetelmät	36
5.4 Analyysimenetelmät	39
5.5 Aineiston ja mittareiden luotettavuus	41
6 TULOKSET	44
6.1 Matematiikan osaaminen neljännellä luokalla	44
6.2 Tyttöjen ja poikien matematiikan taitojen väliset erot	48
6.3 Opettajien ohjaustyyli neljännellä luokalla	50
6.4 Neljännen luokan opettajien ohjaustyylien pääulottuvuudet	55
6.5 Opettajan ohjaustyylin yhteys oppilaiden matematiikan taitoihin	58
6.6 Opettajan ohjaustyylin yhteys tyttöjen ja poikien matematiikan taitoihin	60
7 POHDINTA	65
7.1 Tulosten tarkastelu	65
7.2 Tutkielman luotettavuus	70
LÄHTEET	72
LIITTEET (1 kpl)	

1 JOHDANTO

Pienellä lapsella on luontaisia matemaattisia valmiuksia kuten pienten lukumäärien erottaminen toisistaan. Nämä biologiset valmiudet ovat hyvin rajallisia, joten ihmiset ovat vuosikymmenten kuluessa kehittäneet keinoja lukumäärien ja niiden suhteiden tarkempaan hahmottamiseen. (Aunio 2004, 199–201.) Matematiikka on ihmisten luoma järjestelmä, joka koostuu matemaattisista käsitteistä ja niiden välisistä yhteyksistä. Jotta ihmiset voisivat kommunikoida keskenään, on välttämätöntä, että kaikki ymmärtävät matemaattiset käsitteet samalla tavalla. (Yrjönsuuri, R. 2004, 112–113.) Koulun tehtävä on opettaa oppilaille havaintokyvyn rajat ylittäviä laskentakeinoja ja matemaattisten käsitteiden määritelmiä, jotka mahdollistavat matemaattisen kommunikoinnin. (Yrjönsuuri, R. 2004, 112–113.)

Matematiikka on rakenteeltaan hierarkkinen eli uusi tieto tai taito pohjautuu aiemmin opittuihin tietoihin ja taitoihin. Niinpä syvälinen matematiikan oppiminen vaatii pohjakseen vahvoja perustaitoja. Tutkimustulokset vahvistavat, että hyvien peruslaskutaitojen ja myöhemmän matematiikan oppimisen välillä on positiivinen yhteys. (Aunola, Leskinen, Lerkkanen & Nurmi 2004). Peruslaskutaidon sujuvuudella on merkitystä myös soveltavien tehtävien ratkaisussa. Kun peruslaskutaidot automatisoituvat, huomion kiinnittäminen tehtävän muihin alueisiin helpottuu (Yrjönsuuri 2004).

Matematiikan oppimiseen koulunkäynnin alkupuolella pitäisi kiinnittää huomiota myös motivationaalisista syistä. Myönteiset matematiikka-asenteet ja hyvä matematiikan osaa-

minen ovat yhteydessä toisiinsa (Kupari & Törnroos 2005, 170). Valitettavasti suomalaislasten matematiikka-asetteet heikkenevät selvästi perusopetuksen kuluessa ja tyttöjen asenteet heikkenevät enemmän kuin poikien (Metsämuuronen, 2010, 101). Yksi syy asenteiden huononemiseen ovat oppilaiden kokemukset itsestä huonona matematiikan osaajana (Lepola, Niemi, Kuikka & Hannula 2005, 250).

Oppimiseen vaikuttavat useat tekijät, joista yksi tärkeimmistä on opetuksen laatu. Tutkimusten perusteella päättelytaitojen ja ymmärtävän oppimisen painottaminen opetuksessa on yhteydessä parempiin matematiikan oppimistuloksiin (Burchinal, Clarke-Stewart, Crosnoe, Friedman, Keating, Morrison & Pianta, 2010, 408, 414–416). Oppimiseen vaikuttavat myös tunteet ja motivaatio, kuten edellä on esitetty. Opettaja on luokassa merkittävä tunneilmapiirin luoja. Tämän takia opettaja-oppilassuhteen laatu vaikuttaa oppimiseen. Jos opettaja ja oppilas ovat läheisiä toisilleen ja heidän välillään on vain vähän konflikteja, oppilas oppii paremmin matematiikkaa. (Burchinal ym. 2010; Pianta & Stulman 2004.)

Oppimistuloksia parantavia pedagogisia keinoja on kartoitettu useissa laadullisissa haastattelu- ja havainnointitutkimuksissa. Laadullisen tutkimuksen lisäksi tarvitaan järjestelmällisempää ja yleistettävämpää tietoa opetusprosesseista. Tähän tarkoitukseen on viime aikoina kehitetty erilaisia standardoituja havainnointimenetelmiä, joiden validius ja reliabilisuus on asiaankuuluvasti testattu. (La Paro, Pianta & Stulman 2004, 411–412; Pianta & Hamre 2009, 109–110.)

Yksi viimeaikaisimmista opetuksen laadun järjestelmälliseen tutkimiseen kehitetyistä menetelmistä on CLASS (Classroom Assessment Scoring System) -havainnointimenetelmä (Pianta & Hamre 2008). Menetelmä perustuu useiden kasvatustieteen tutkijoiden ja teoreetikkojen tapoihin kuvata ja käsitteellistää ilmiötä, jotka liittyvät vuorovaikutukseen ja opetuksen laatuun luokassa (Hamre, Pianta, Downer & Stuhlman 2010, 2). Opetuksen laatua on käsitteellistetty käsitteellä opettajan ohjaustyyli. Opettajan ohjaustyyllillä (classroom quality) tarkoitetaan niitä luokassa esiintyviä opetuksen, vuorovaikutuksen, työskentelyn ja ajan hallinnan ulottuvuuksia, jotka vaikuttavat oppilaiden kehitykseen (La Paro ym. 2004, 412). Ohjaustyyli jakaantuu kolmeen osaan: tunnetukeen, ryhmän organisointiin ja ohjauk-

selliseen tukeen (Downer, Hamre & Sabol 2010, 703–704; La Paro ym. 2004, 413–414). Jokainen osa-alue jakautuu edelleen pienempiin osiin. Näin muodostuvat alaulottuvuudet voidaan opetusta havainnoidessa tunnistaa ja niiden laatua voidaan arvioida numeerisesti (Pianta & Hamre 2008, 112).

Ohjaustyyli kuvaa siis opettajan yleisiä pedagogisia valmiuksia. Opettajan ohjaustyyliä on tutkittu jonkin verran ulkomailla, erityisesti Yhdysvalloissa, mutta Suomessa hyvin vähän. Aiempien tutkimustulosten perusteella ohjaustyylin korkea laatu ja oppilaiden hyvä matematiikan osaaminen ovat yhteydessä toisiinsa (Downer, López, Grimm, Hamagami, Pianta & Howes 2012; Harme & Pianta 2005; Mashburn, Pianta, Hamre, Downer, Barbarin, Bryant, Burchinal, Early & Howes 2008). Ulkomaalaisten ohjaustyylitutkimusten tulokset voidaan jossain määrin yleistää koskemaan myös suomalaisia kouluja. Yhdessä maassa saadut tutkimustulokset eivät kuitenkaan välttämättä päde muissa maissa, koska eri maiden opetuksen sisällöt, pedagogiset käytännöt ja opettajien koulutus ovat erilaisia. On siis merkittävää tutkia ohjaustyyliä lisää suomalaisissa kouluissa ja näin selvittää, ovatko ohjaustyyli ja matematiikan oppiminen yhteydessä toisiinsa myös suomalaisissa kouluissa.

Tässä tutkielmassa selvitetään opettajan ohjaustyylin yhteyttä matematiikan taitojen oppimiseen peruskoulun neljännellä luokalla. Tutkielmassa käytetään ALKUPORTAAT-projektissa kerättyä aineistoa. ALKUPORTAAT-projektin tavoitteena on tutkia vuonna 2000 syntyneiden lasten oppimista ja motivaatiota esikoulusta neljännelle luokalle. Aineisto on kerätty vuosien 2007–2011 aikana Joensuun, Kuopion, Laukaan ja Turun kouluista. Tässä tutkielmassa keskitytään vuonna 2011 Joensuussa kootun aineiston analysointiin.

Matematiikan taitoja tutkittiin oppisaavutustesteillä. Testit mittasivat lasten osaamista laskutaidossa, aritmeettisessa päättelyssä sekä kertotaulussa. Tutkielmassa käytettiin seuranta-tutkimuksen aineistoa ja matematiikan testi tehtävien valintaan on vaikuttanut, että vastavia tehtäviä on voitu käyttää samojen oppilaiden osaamisen tutkimisessa alemmilla luokilla. Opettajan ohjaustyyliä tutkittiin havainnoimalla opettajien toimintaa CLASS-havainnointimenetelmällä.

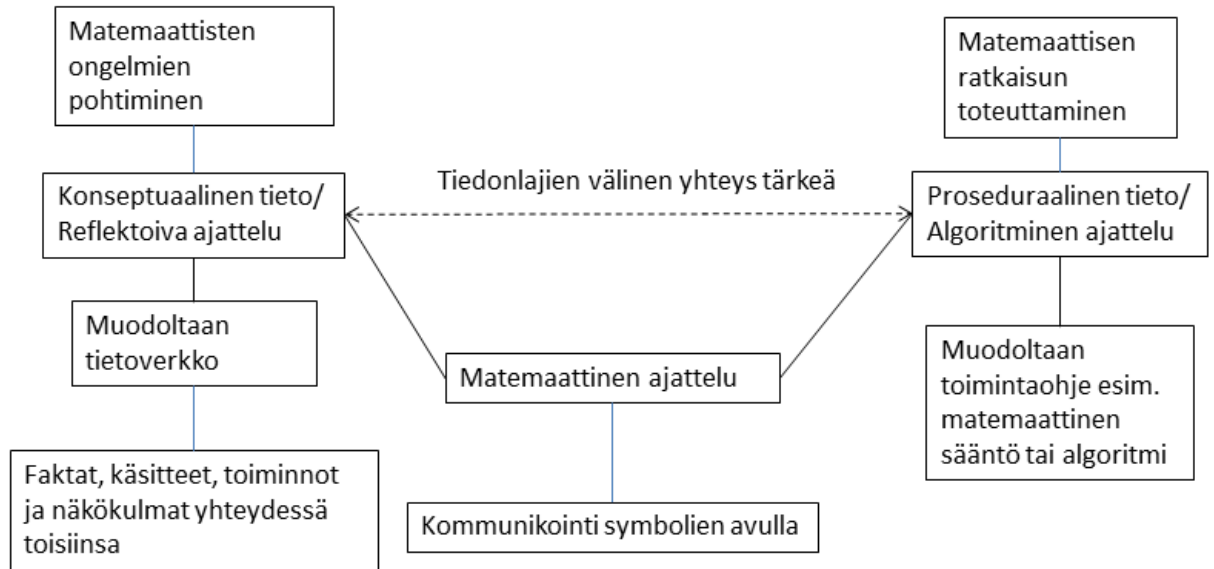
Tutkimuksen teoriaosassa käsitellään ensimmäisenä matematiikan luonnetta oppiaineena. Tämän jälkeen esitellään lapsen matemaattisen ajattelun ja laskustrategioiden kehittymistä. Matematiikan opettamiseen liittyvää teoriaa ja erityisesti opettajan ohjaustyylin yhteyttä oppilaiden oppimiseen esitellään teoriaosan loppupuolella.

2 MATEMATIIKAN OPPIMINEN

2.1 Matemaattinen ajattelu

Matematiikka on käsitejärjestelmä, joka on syntynyt ihmisten ajattelun tuloksena. Käsitteellä tarkoitetaan esineiden, asioiden tai tapahtumien luokkaa, jolla yleensä on oma nimi. Jotta kaikki käsitettä käyttävät ymmärtäisivät käsitteen samalla tavalla, määritellään käsitettä ominaisuuksien ja alan avulla. Ominaisuudet tarkoittavat niitä piirteitä, jotka ovat tyypillisiä tietylle käsitteelle. Ala tarkoittaa tapauksia, jotka kuuluvat tietyn käsitteen piiriin. (Yrjönsuuri, R. 2004, 112–113.)

Matemaattisia käsitteitä ja niiden välisiä yhteyksiä merkitään yleensä symbolien avulla. Symbolien käyttö mahdollistaa asioiden ilmaisemisen tiiviimmin ja yksinkertaisemmin. Käsitteiden merkitykset ja symbolien käyttö perustuvat yleisiin sopimuksiin. Tärkeää on, että kaikki matemaattisia käsitteitä ja symboleja käyttävät ihmiset ymmärtäisivät ne samalla tavalla. Yksi matematiikan opetuksen tavoite on opettaa näitä yleisesti hyväksytyjä merkityksiä, jotka mahdollistavat ihmisten välisen matemaattisen kommunikoinnin. (Yrjönsuuri, R. 2004, 112–113.)



Kuvio 1. Matemaattisen tiedon rakenne

Matemaattisen ajattelun lähtökohtaa eli matemaattisen tiedon rakennetta ihmisen aivoissa on mallinnettu kuviossa 1. Matemaattisen tiedon rakenteelle on ominaista, että käsitteet eivät tallennu ihmisen mieleen toisistaan irrallisina. Hiebert ja Lefevre (1987, 3–4) kuvaavat käsitteiden muodostamaa rakennetta ihmisen aivoissa käsitteillä konseptuaalinen ja proseduraalinen tieto. Konseptuaaliselle tiedolle on ominaista, että jokaisella tiedonpalasella on oma paikkansa ja jokaisesta palasta kulkee suuri määrä yhteyksiä muihin tiedon palasiin. Ihmisen konseptuaalisen tiedon määrä lisääntyy, kun hänen aivoissaan syntyy uusia yhteyksiä, joko kahden jo olemassa olevan tiedonpalan välille tai vanhan ja uuden tiedonpalan välille.

Joskus jo olemassa olevat tietorakenteet voivat haitata uuden tiedon oppimista. Näin käy silloin, kun uusi tieto on ristiriidassa jo olemassa olevien tietojen kanssa. Erityisen vaikeaa on sellaisten tietojen omaksuminen, jotka ovat ristiriidassa yksilön vahvasti totena pitämien uskomusten kanssa. (Merenluoto & Lehtinen 2004, 304.) Vosniadou (1994, 47) käyttää tällaisista syvistä uskomuksista nimitystä kehysteoria tai naiivi fysiikka. Kehysteorialla tarkoitetaan yksilön arkikokemuksiensa pohjalta muodostamaa tieto- ja selitysjärjestelmää. Kehysteoria on tiedostamaton uskomusjärjestelmä, jonka kehittyminen alkaa jo vauvana. Yksilön näkökulmasta katsottuna kehysteoria toimii hyvin ja monet arkipäivän

havainnot vahvistavat sitä. Ongelmia kuitenkin tulee, kun uusi esimerkiksi koulussa opittu tieto on ristiriidassa jo olemassa olevien tietojen eli kehysteorian kanssa.

Jos vanha ja uusi tieto ovat ristiriidassa keskenään, uusi tieto joko muuttaa jo olemassa olevia tietorakennetta tai ristiriidoista ja syntyvän rakenteen epäloogisuudesta huolimatta yhdistyy entiseen rakenteeseen. Tieto saatetaan tallentaa mieleen myös irrallisena rakenteena, jota käytetään vain tietyissä tilanteissa. (Vosniadoun 1994, 49–50.) Ongelma on, että osaa matematiikan käsitteistä ei pysty ymmärtämään tällaisen ristiriitaisen ja arkikokemuksiin pohjautuvan tietorakenteen lähtökohdista. Esimerkiksi murtolukujen oppimisvaikeus voi johtua tällaisesta tiedollisesta ristiriidasta. Koska murtoluvut sijaitsevat lukujonossa tiheässä, kahden peräkkäisen luvun välistä voidaan löytää aina uusi luku. Tämä on ristiriidassa lapselle aiemmin muodostuneen ymmärryksen kanssa, minkä mukaan jokaisesta luvusta voidaan aina sanoa yksi suurempi eli seuraava luku. (Merenluoto & Lehtinen 2004, 309–310.)

Haapasalon (2004, 53) mukaan mielen tietoverkolle on ominaista, että tiedonpalaset, joista Haapasalo käyttää nimitystä verkon solmukohdat, ovat muutakin kuin faktatietoja. Ne voivat olla käsitteitä ja niiden määritelmiä, ihmisen omia konstruointeja, toimintoja, näkökulmia ja jopa ongelmia. Haapasalo korostaa ihmisen oman ajattelutoiminnan merkitystä tietoverkon rakentamisessa.

Konseptuaalisen tiedon käsitepari proseduraalinen tieto kuvaa matemaattisen tiedon toista jäsentymistapaa aivoissa. Proseduraalinen tieto on muodoltaan toimintaohje esimerkiksi algoritmi tai matemaattinen sääntö, jota voidaan hyödyntää matemaattisten tehtävien ratkaisemisessa. (Haapasalo 2004, 53; Hiebert & Lefevre 1987, 6.) Hiebertin ja Lefevren (1987, 6) mukaan algoritmeilla tarkoitetaan useista perättäisistä vaiheista koostuvaa toimintaohjetta, jota mekaanisesti seuraamalla saadaan jokin tehtävä ratkaistua. Proseduraaliset toimintaohjeet sopivat yleensä vain tietyn tehtävän tai ongelman ratkaisemiseen ja ovat huonosti siirrettävissä (Rittle – Johnson & Siegler 2011, 346).

Haapasalo (2004, 53) ei näe proseduraaliseen tietoon perustuvaa työskentelyä yhtä mekaanisena toimintana kuin Hiebert ja Lefevren. Haapasalon mukaan proseduraaliseen tietoon perustuvalla toiminnalla on jokin ennalta asetettu tavoite. Tavoitteen saavuttaminen edellyttää käytettyjen toimintatapojen ymmärtämistä. Toimintatapojen tietoinen ajattelu ei kuitenkaan ole välttämätöntä, jos toimintatavat ovat automatisoituneet. Liittäessään ymmärtämisen myös proseduraaliseen tietoon, Haapasalo (2004, 54) tuo konseptuaalisen ja proseduraalisen tiedon määritelmät lähemmäksi toisiaan.

Käsite proseduraalinen tieto on lähellä Yrjönsuuren (2004) käsitettä algoritminen ajattelu. Algoritminen ajattelu on tietoa matemaattisista kaavoista ja malleista eli algoritmeista sekä niiden soveltamisesta. Kun samaa laskualgoritmiä käyttää toistuvasti, sen käyttö automatisoituu vähitellen. Tällöin tietoisuus toiminnasta laskee ja ajattelun siirtäminen uuteen kohteeseen mahdollistuu. Algoritmisen ajattelun pari on refleктоiva ajattelu. Refleктоiva ajattelu on matemaattisten ilmiöiden pohdintaa, joka johtaa matemaattisten rakenteiden ymmärtämiseen. Refleктоivan ajattelun avulla ihminen tunnistaa matemaattisia ongelmia ja keksii ideoita niiden ratkaisemiseen. Algoritminen ajattelu puolestaan tarjoaa välineet, joilla ratkaisu voidaan toteuttaa.

Yhteys edellä kuvattujen matematiikan tiedonlajien välillä on tärkeä. Jos yhteys tiedonlajien väliltä puuttuu, oppilaalla voi olla tunne, että hän ymmärtää matematiikkaa, mutta ei kuitenkaan osaa ratkaista tehtäviä. Vaihtoehtoisesti oppilas voi osata ratkaista tehtäviä, mutta ei ymmärrä tekemäänsä. Oppilaiden pitäisi myös ymmärtää symbolisen kielen yhteys reaali maailman ilmiöihin. Esimerkiksi symboli + tarkoittaa asioiden yhdistämistä. (Hiebert ja Lefevrer 1987.)

Neljäsluokkalaisten desimaalilukujen oppimista koskevassa tutkimuksessaan Rittle-Johnson ja Siegler (2001, 357–359) osoittavat, että konseptuaalinen ja proseduraalinen tieto kehittyvät rinnakkain. Konseptuaalisen tiedon kehitys ennustaa proseduraalisen tiedon kehitystä ja toisinpäin. Konseptuaalinen tieto auttaa tehtävän ymmärtämisessä ja oikeiden ratkaisutapojen valinnassa, mikä johtaa proseduraalisen tiedon kehittymiseen. Toisaalta kun oppilas ratkaisee jotakin ongelmaa proseduraaliseen tiedon avulla, hän voi havain-

noida omaa toimintaansa ja kehittää käsitteellistä ymmärrystään eli konseptuaalista tietoaan asiasta. Tiedonlajien kehityksen välillä on niin tiivis yhteys, että on mahdotonta sanoa, kumpi tiedonlajeista on olemassa ensin.

Haapasalo (2004) yhtyy Rittle-Johnsonin ja Sieglerin käsitykseen konseptuaalinen ja proseduraalinen tiedon välisestä yhteydestä. Tiedonlajeja on monesti jopa vaikea erottaa toisistaan. Niinpä Haapasalo kyseenalaistaa edellisen kaltaiset tutkimukset, jotka pyrkivät mittaamaan erikseen konseptuaalisen ja proseduraalisen tiedon hallintaa. Haapasalon mielestä tiedonlajien erottelu kannattaa tehdä vain sillä perusteella, kuinka tietoisesti yksilö kykenee perustelemaan toimintaansa.

Haapasalon (2004) mukaan lapselle on luontaista tehdä asioita, ennen kuin hän täysin ymmärtää tekemäänsä. Tällä perusteella Haapasalo arvelee proseduraalisen tiedon hieman edeltävän konseptuaalista tietoa. Toisaalta on mahdollista oppia ensin konseptuaalista tietoa ja soveltaa sitä sitten toimintaan. Haapasalo kutsuu konseptuaalisesta tiedosta lähtevää tiedonrakentamista koulutukselliseksi lähestymistavaksi, koska järjestys on yleinen formaalissa opetuksessa.

2.2 Matematiikan tavoitteet perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (2004, 160) mukaan matematiikan opiskelun keskeisiä tavoitteita peruskoulun 3-5 luokalla ovat matemaattisen ajattelun kehittäminen, lukukäsitteen ja peruslaskutoimituksien varmentaminen sekä matematiikan käsitteiden ja rakenteiden omaksumista pohjustavien kokemusten hankkiminen. Lisäksi oppilaan pitäisi oppia havaitsemaan ilmiöiden säännönmukaisuuksia ja niiden välisiä yhtäläisyyksiä. Matemaattisten käsitteiden muodostamista ja käyttöä oppilaan pitäisi harjoitella tutkimalla ja havainnoimalla. Työskentelytaitojen tavoitteita ovat sääntöjen ja ohjeiden mukaan toimiminen sekä pitkäjänteiseen työskentelyyn keskittyminen (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004, 161).

Lukuihin, laskutoimituksiin ja algebraan liittyviä tavoitteita ovat kymmenjärjestelmän varmentaminen, lukujen luokittelu ja järjestäminen sekä lukujonon tulkitseminen ja kirjoittaminen. Lisäksi oppilas harjoittelee suhteiden, säännönmukaisuuksien ja riippuvuuksien ymmärtämistä. Oppilaan pitäisi oppia myös laskualgoritmien käyttöä ja päässälaskutaitoja sekä kerto- ja jakolaskuja. (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004, 161.)

2.3 Matemaattiset taidot

Matematiikan taito voidaan jakaa neljään osa-alueeseen: lukujono-, aritmetiikka-, algebra- ja geometriataitoon. Kukin näistä osa-alueesta muodostaa oman hierarkkisen rakenteensa. Hierarkkinen rakenne tarkoittaa, että jokainen uusi tieto tai taito perustuu aiempiin tietoihin ja taitoihin. Kunkin matematiikan osa-alueen rakentumisen vaiheet ovat ymmärtäminen, laskutoimitusten toteuttaminen ja soveltava matematiikan taito. (Taipale 2010, 20–21.) Tässä tutkielmassa keskitytään lukujono- ja aritmetiikkataitojen tutkimiseen. Näiden taitojen hierarkkinen rakenne on esitetty taulukossa 1. Lukujono- ja aritmetiikan taidot on esitetty taulukossa rinnakkain. Todellisuudessa osa-alueet sijoittuvat osittain päällekkäin, sillä lukukäsitteen ymmärtäminen ja lukujonotaidot luovat pohjan aritmetiikan taidolle (Taipale 2010, 24).

Matemaattisia taitoja voidaan luokitella jakamalla ne biologisesti primaareihin ja sekundaarisiin taitoihin. Biologisesti primaarit taidot kehittyvät lapselle arkielämän tilanteissa, sillä niiden kehitystä tukevat synnynnäiset valmiudet. Tutkijoiden välillä on eroa siinä, mitä taitoja he pitävät primaareina. Aunio (2004) mukaan primaareina voidaan pitää sellaisia taitoja, jotka kehittyvät lapselle hyvin varhain ja esiintyvät samanlaisina eri kulttuureissa. Tällä perusteella primaareja taitoja ovat pienten lukumäärien tarkka hahmottaminen, suurempien lukumäärien suhteellinen hahmottaminen ja yksi-yhteen vastaavuus. (Aunio 2004, 199–201.)

Primaarien taitojen perustalle ihmiset ovat vuosituhanten aikana kehittäneet sekundaarisia matematiikan taitoja, jotka mahdollistavat havainnointikyvyn rajat ylittävän laskemisen. Sekundaariset taidot riippuvat ympäröivästä kulttuurista, ja niiden oppiminen vaatii harjoittelua sekä usein järjestelmällistä opiskelua. Sekundaareista taidoista ensimmäisiä ovat lukujonotaidot, joilla on keskeinen asema lapsen matemaattisen ajattelun kehittämisessä. (Aunio 2004, 201, 203.)

SOVELTAVA MATEMATIIKAN TAITO	lukukäsitteen sovellukset	aritmetiikan sovellukset
LASKUTOIMITUSTEN TOTEUTTAMINEN	lukujonossa liikkuminen	luvuilla laskeminen
YMMÄRTÄMINEN	lukukäsite	aritmetiikan käsitteet
VARHAISET TAIDOT	LUVUT JA LUKUJONO- TAIDOT	ARITMETIIKAN TAITO

TAULUKKO 1. Matematiikan taitojen hierarkkinen rakentuminen (Taipale 2010, 21, mukaillen)

2.3.1 Lukujonotaidot

Lukujonotaidot luovat pohjan lukujen merkityksen ymmärtämiselle. Lukujen ymmärtäminen mahdollistaa matemaattisen vertailujen tekemisen, laskentamenetelmien ymmärtämisen, ratkaisujen kehittämisen matemaattisiin ongelmiin sekä saatujen tulosten tulkitsemisen ja mahdollisten virheiden tunnistamisen. (Berch 2005, 333.) Lukujonotaidot voidaan määritellä hyvin monella tavalla. Berch (emt, 333–334) on koonnut tutkimuskirjallisuudesta kymmeniä erilaisia tapoja määritellä lukujonotaitoja. Joidenkin määritelmien mukaan lukujonotaidot ovat harjoittelun kautta kehittyntä syvällistä ymmärrystä mate-

maattisista suhteista ja rakenteista. Toisten määritelmien mukaan lukujonotaidot ovat synnynäisiin valmiuksiin ja ympäristön havainnointiin perustuva kyky hahmottaa lukumääriä. Tässä tutkielmassa lukujonotaidoilla tarkoitetaan jälkimmäistä eli lukumäärien ja niiden suhteiden perustason hahmottamista.

Lukujonotaitojen kehittyminen alkaa varhain. Jo pienellä lapsella on luontainen kyky erottaa pieniä lukumääriä (1,2,3) toisistaan ”yhdellä silmäyksellä”, minkä kautta lapsi oppii ymmärtämään lukusanojen yksi, kaksi ja kolme merkityksen. Kun pienien lukumäärien hahmottaminen yhdistyy lapsen mielessä lukusanojen luetteluun, hän alkaa vähitellen ymmärtää, että lukusanajono kuvaa kasvavaa esinejoukkoa. (Aunio 2004, 20, 203; Sarama & Clements 2009, 73–74.)

Lukujonotaitojen ensimmäinen vaihe on lukujen luetteleminen oikeassa järjestyksessä. Lapsi oppii luettelemaan lukuja lorun kaltaisena listana, mutta ei vielä ymmärrä lukuja toisistaan erillisinä eikä niiden yhteyttä laskemiseen. Aikuisesta mallia ottaen lapsi vähitellen yhdistää lukujen luettelemisen esineiden osoitteluun. (Aunio 2004, 20, 203; Sarama & Clements 2009, 73–74.)

Esineiden osoittelu on aluksi epäsystemaattista. Osa esineistä saattaa tulla lasketuksi useita kertoja ja osa jäädä laskematta. Lukujonotaitojen kehityksessä keskeinen oivallus on yksi-yhteen vastaavuuden ymmärtäminen, mikä tarkoittaa, että lapsi huomaa yhden lukusanan vastaavan aina yhtä osoitettua esinettä tai asiaa. (Aunio 2004, 20, 203; Sarama & Clements 2009, 73–74.) Yksi-yhteen vastaavuuden lapsi ymmärtää noin kolmen vuoden iässä (Sarama & Clements 2009, 74).

Aluksi laskeminen ja lukumäärän ymmärtäminen ovat lapsen mielessä toisistaan erillisiä. Lapsi osaa laskea esineitä, mutta ei ymmärrä, että viimeinen laskiessa lausuttu luku kuvaa laskettujen esineiden määrää. Merkittävä kehitysaskel on, kun lapsi huomaa voivansa hyödyntää laskemista esineiden lukumäärän selvittämisessä. (Aunio 2004, 203.)

Saraman ja Clemensin (2009, 75–76) mukaan noin viisivuotias lapsi osaa kertoa, mikä luku on jostakin luvusta seuraava. Aluksi lapsi löytää vastauksen kysymykseen luettelemalla luvut ykkösestä kysytyyn lukuun asti (1,2,..6,7). Noin vuotta myöhemmin lapsi osaa vastata seuraavaa lukua koskevaan kysymykseen suoraan (6 jälkeen tulee 7). Lisäksi lapsi osaa luettelemalla liikkua useamman luvun askeleita lukujonossa esim. osaa vastata kysymykseen, mikä luku on kolme eteenpäin kuutosesta (lapsi laskee: 6,7,8,9). Lapsen ei välttämättä tarvitse enää aloittaa luettelemista ykkösestä, mutta sormien käyttäminen luettelemisen apuna on yleistä.

Samaan aikaan lapsi on oppinut luettelemaan lukuja myös takaperin. Lukualueen laajenemisen myötä lukutaidot edistyvät siten, että lapsi oppii luettelemaan luvut ykkösestä sataan osan luvuista yli hypäten. Lapsi hyödyntää lukuja luettellessaan esimerkiksi kymmeniä tai parillisia lukuja (10,20,30... tai 2,4,6...). Lapsi alkaa myös erottaa luvuista ykköset ja kymmenet ja ymmärtää, mihin kumpikin numero viittaa. (Sarama & Clements 2009, 75–76.)

Lukujonotaitojen edistyneimmässä vaiheessa lapsi ymmärtää, että luvut liittyvät merkityksellisesti toisiinsa ja suurempi luku saadaan pienempiä yhdistämällä. Tässä vaiheessa lapsi osaa liikkua lukujonossa eripituisia askelia molempiin suuntiin, mikä on suoraan yhteydessä yhteen- ja vähennyslaskutaitoihin. (Aunio 2004, 203.)

2.3.2 Aritmeettiset taidot

Aritmetiikalla tarkoitetaan luonnollisilla luvuilla tapahtuvia yhteen-, vähennys-, kerto- ja jako-, juuri- ja potenssilaskuja (Thompson & Martinson 1994, 34). Aritmetiikka on siis numeroilla laskemista. Aritmetiikan taito ei ole yksittäinen taito, vaan se koostuu useista

osataidoista, jotka kehittyvät rinnakkain. Aritmetiikan taito sisältää lukutietouden, aritmeettisten faktojen muistamisen, käsitteiden ymmärtämisen ja matemaattisten algoritmien suorittamisen. (Taipale 2004, 24.)

Aritmeettisen ymmärryksen kehityksen kannalta keskeisiä perustaitoja ovat määrän ilmaiseminen lukujen avulla, lukujen suuruuden vertailu, samansuuruisten joukkojen havaitseminen ja muodostaminen, paikka-arvon ymmärtäminen, yhteen- ja vähennyslaskutaito yksinumeroisilla luvuilla sekä osa-kokonaissuhteiden ymmärtäminen. Koulumatematiikan ymmärtäminen perustuu edellä lueteltujen perustaitojen hallintaan. (Baroody 2004, 176.)

Lapsen yhteen- ja vähennyslaskustrategiat kehittyvät vaiheittain. Aluksi lapsi laskee konkreettisia esineitä niitä laskeessaan osoitellen. Hän saattaa varmistaa laskemisensa järjestelmällisen sujumisen siirtämällä esineitä hieman, kun on laskenut ne. Seuraavassa vaiheessa lapsi käyttää sormia laskemisen tukena. Lapsi saattaa laskea laskun neljään lisätään viisi seuraavalla tavalla: Aluksi lapsi nostaa pystyyn neljä sormea (laskien samalla 1,2..4), sitten viisi sormea lisää (1,2...5) ja lopuksi hän laskee kaikki sormet (1,2...9). Kehittyneempi tapa laskea edellinen lasku on laskemisen aloittaminen ensimmäisestä yhteenlaskettavasta (4,5,6...9). (Sarama & Clements 2009, 125–126.)

Luettelemalla laskeminen vaihtuu myöhemmin verbaalisiin ja lopulta muistamiseen perustuviin laskustrategioihin. Verbaalista laskustrategiaa käyttävä lapsi laskee edellä olevan laskun esimerkiksi seuraavalla tavalla: ”**neljä**, viisi on yksi, kuusi on kaksi...yhdeksän on viisi, **yhdeksän**”. Muistamiseen perustuvat strategiat ovat erilaisten numeroyhdistelmien muistamista ja niiden hyödyntämistä. Esimerkiksi lapsi muistaa kymppi pareja kuten $3+7=10$ tai tupla lukuja kuten $7+7=14$. Tällöin hän voi laskea edellisen esimerkin seuraavasti: ” $4+4=8$, siis yksi lisää, $4+5=9$ ”. (Sarama & Clements 2009, 77, 127.)

Yksinkertaisen yhteen- tai vähennyslaskutehtävän vaikeuteen vaikuttaa huomattavasti se, mikä laskun numeroista on tuntematon. ”Summa tuntematon” laskut ($5+6=[]$) ovat helpoimpia. ”Ensimmäinen yhteenlaskettava tuntematon” laskut ($[]+6=11$) ovat vaikeimpia. ”Toinen yhteenlaskettava tuntematon” laskut ($5+[]=11$) ovat tältä väliltä. (Sarama & Clements 2009, 107–108.)

Yhteen- ja vähennyslaskujen korkeimmalle kehitystasolle edennyt lapsi osaa käyttää useita erilaisia strategioita lukujen kanssa työskennellessään. Lisäksi hän ymmärtää, että luvut voivat olla myös negatiivisia. (Nunes & Bryant 1989, 141.) Kertolaskun oppiminen perustuu yhteen- ja vähennyslaskun ymmärtämiseen, sillä kertolasku voidaan ymmärtää toistettuna yhteenlaskuna (Baroody 2004, 193, 209).

2.5 Tytöt ja pojat matematiikan oppijoina

Useiden tutkimusten perusteella peruskouluikäiset tytöt ja pojat osaavat keskimäärin yhtä hyvin matematiikka. Poikien matematiikan taidot saattavat olla hieman parempia kuin tyttöjen, mutta ei tilastollisesti merkitsevästi. (Hirvonen 2012, 45–49; Huisman 2006, 51, 53; Mattila 2005, 61; Niemi 2008, 65–67.) Vuosien 2003 ja 2006 PISA –tutkimuksissa pojat menestyivät tyttöjä paremmin matematiikassa, mutta vuoden 2009 tutkimuksessa sukupuolien välillä ei enää ollut osaamiseroa (Kupari 2012, 38–40). Toisaalta opetushallituksen vuoden 2000 kartoituksessa tyttöjen keskimääräinen osaaminen oli hieman parempaa kuin poikien, mutta ero oli vain tilastollisesti suuntaa antava (Niemi 2004, 134–135). Poikien matematiikan osaamisessa on hieman enemmän hajontaa kuin tyttöjen. Poikia on tyttöjä enemmän sekä keskimääräistä paremmin osaavien että keskimääräistä huonommin osaavien joukossa (Niemi 2008, 65–67).

Matematiikan osa-alue vaikuttaa jonkin verran osaamiseen. Opetushallituksen tutkimuksessa kuudesluokkalaiset pojat osasivat tyttöjä paremmin tehtäviä, jotka sijoittuivat alueille luvut, laskutoimitukset ja algebra sekä tietojenkäsittely, tilastot ja todennäköisyys. Työt menestyivät poikia paremmin geometriassa. (Niemi 2008, 65–67.) Toisaalta toisen opetushallituksen tutkimuksen mukaan kuudesluokkalaiset pojat olivat tyttöjä parempia geometriassa ja tytöt poikia parempia alueilla lukukäsite, laskutavat, yhtälöt ja soveltava matematiikka (Niemi 2004, 134–135). Yhdeksäsluokkalaiset pojat osasivat tyttöjä paremmin luvut ja laskutoimitukset alueen tehtäviä (Hirvonen 2012, 45–49).

Osaamiseen vaikuttaa myös tehtävätyyppi. Pojat osaavat tyttöjä paremmin päässälaskuja ja monivalintatehtäviä (Hirvonen 2012, 45–49; Mattila 2005, 61; Niemi 2008, 65–67). Tytöt puolestaan menestyvät tuottamistehtävissä (Niemi 2004, 134–135) ja ongelmanratkaisutehtävissä (Hirvonen 2012, 45–49; Niemi 2008, 65 – 67).

Kuudes- ja yhdeksäsluokkalaisten poikien matematiikka-asetteet ovat myönteisempiä kuin tyttöjen. Pojat pitävät matematiikasta enemmän kuin tytöt, ja poikien kokemus omasta matematiikan osaamisesta on myönteisempiä kuin tyttöjen. (Kupari & Törnroos 2005, 153, 159, 163; Niemi 2008, 45.) Kuudennella luokalla tytöt ja pojat arvioivat matematiikan yhtä hyödylliseksi oppiaineeksi (Niemi, 2008, 45). Kuitenkin yhdeksännellä luokalla pojat arvioivat matematiikan hyödyllisemmäksi oppiaineeksi kuin tytöt (Kupari & Törnroos 2005, 156).

Vaikka heikoimmin matematiikkaa osaavien oppilaiden joukossa on lähes yhtä paljon tyttöjä ja poikia, niin itsensä heikoksi matematiikan osaajaksi arvioi huomattavasti useampi tyttö kuin poika. Lisäksi tytöt kokevat selkeästi poikia enemmän matematiikka-ahdistusta. (Kupari & Törnroos 2005, 159, 163; Räsänen, Närhi, Aunio 2010, 194.) Opetushallituksen seurantatutkimuksen perusteella oppilaiden matematiikka-asetteet huononevat huomattavasti peruskouluaikana. Tyttöjen asenteet heikkenevät hieman enemmän kuin poikien. Eriyisesti tyttöjen kokemus itsestään matematiikan osaajana huononee enemmän kuin poikien, vaikka sukupuolien välisessä osaamisessa ei ole eroa. (Metsämuuronen, 2010, 101, 120.)

Matematiikka-aseteilla on merkitystä, sillä ne ovat yhteydessä matematiikan osaamiseen. Eriyisesti kokemus itsestä matematiikan osaajana on voimakkaasti yhteydessä matematiikan osaamiseen. Matematiikasta pitäminen ja matematiikan hyödylliseksi kokeminen ovat myös selkeästi yhteydessä osaamiseen, mutta yhteys ei ole yhtä voimakas kuin edellinen. Matematiikan kokeminen ahdistavana ja pelottavana puolestaan heikentää selvästi matematiikan osaamista. (Kupari & Törnroos 2005, 170.) Edellä esitellyt yhteydet eivät ilmaise syy-seuraussuuntaa, mutta voisi olettaa, että yhteys on kaksisuuntainen. Esimerkiksi heik-

ko matematiikan osaaminen aiheuttaa helposti ahdistuksen kokemuksia. Ahdistuneisuus puolestaan saa välttelemään tehtäviä, mikä edelleen heikentää osaamista.

Tyttöjen kielteisiin kokemuksiin omasta matematiikan osaamisesta voivat olla syynä ympäristön asenteet. Ajatus, että tytöt osaavat poikia huonommin matematiikka, on melko yleinen. Jos opettajalla on tällainen asenne, hän saattaa huomaamattakin kohdella tyttöjä eri tavalla kuin poikia. Oppilaat huomaavat tämän eron kohtelussa ja alkavat vähitellen itsekin uskoa, että tytöt ovat poikia huonompia matematiikassa. (Geist & King 2008, 44–45.)

Vaikka tytöt ja pojat osaavat matematiikkaa yhtä hyvin, he ovat oppijoina erilaisia. Geist ja King (2008, 45–49) ovat artikkelissaan koonneet tutkimushavaintoja tyttöjen ja poikien oppimisesta. Heidän mukaansa tytöt oppivat poikia paremmin lukemalla, kirjoittamalla ja kuulemalla. Pojat taas oppivat tekemällä ja näköaistia hyödyntäen. Pojat ovat parempia visuaalista hahmottamista ja abstraktia ajattelua vaativissa tehtävissä. Tytöt puolestaan menestyvät sanallisissa tehtävissä ja osaavat poikia paremmin esittää ajatuksiaan ja ratkaisujaan kielellisesti.

Pojat ovat kilpailuhaluisempia ja keksivät tyttöjä nopeammin ratkaisun selvä piirteisiin tehtäviin. Tytöt pohtivat enemmän erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja. Pojat ovat enemmän yksilö työskentelijöitä ja tytöt ryhmässä tekijöitä. Poikien keskittymiskyky on usein heikompi kuin tyttöjen, ja he tarvitsevat enemmän aktiivointia jaksakseen keskittyä. Pojat myös tylsistyvät tyttöjä helpommin rutiininomaisissa harjoituksissa. (Geist & King 2008, 45–49.)

Tyttöjen ja poikien välistä eroa ei pitäisi kuitenkaan liikaa korostaa. Lahelma (2009, 139, 146) kritisoi artikkelissaan liiallisen huomion kiinnittämistä sukupuoleen. Hänen mukaansa tyttöjen ja poikien osaamisessa havaitaan kyllä eroja, jos niitä lähdetään etsimään. Helposti unohdetaan, että sukupuoliryhmien sisäiset erot ovat suurempia kuin niiden väliset erot. Kyseenalainen on myös perinteinen tapa tulkita poikien huono koulumenestys kiinnostuksen puutteeksi ja koulun soveltumattomuudeksi poikien luonteelle. Tyttöjen huonoa kou-

lumenestystä selitetään lahjattomuudella. Vastaavasti poikien hyvä koulumenestys selitetään lahjakkuudella ja tyttöjen menestys ahkeruudella sekä opettajan miellyttämisellä.

3 MATEMATIIKAN OPETTAMINEN

Matematiikan oppiminen koostuu kahdesta vaiheesta, jotka ovat matemaattiset kokemukset ja niiden reflektointi (Yrjönsuuri, R & Yrjönsuuri, Y. 2004, 124). Matemaattisia kokemuksia yksilö saa työskentelemällä itse tai seuraamalla toisen henkilön työskentelyä matemaattisen ongelman parissa (Rittle – Johnson 2001, 347). Kokemusten hankkiminen ja erityisesti niiden reflektointi vaatii opiskelijalta tavoitteellista toimintaa. Tällä tarkoitetaan sitä, että oppiakseen matematiikka yksilön on tietoisesti tavoiteltava oppimista ja tehtävä sellaisia tekoja, jotka edistävät oppimista. Jotta tavoitteellista opiskelua tapahtuisi, opiskeltavan asiaan on oltava opiskelijalle merkityksellisen. Tavoitteellinen opiskelukaan ei aina takaa oppimista, sillä opiskelija ei välttämättä tiedä, millaiset kokemukset ja millainen reflektio auttavat häntä oppimisessa. Toisaalta oppimista voi tapahtua jonkin verran myös ilman tietoista pyrkimystä, mutta tällöin oppiminen on hajanaista. (Yrjönsuuri, R & Yrjönsuuri, Y. 2004, 124–126.)

Yrjönsuuri R. ja Yrjönsuuri Y. (2004, 128–130) määrittelevät opetuksen sellaiseksi kahden henkilön yhteiseksi toiminnaksi, jossa ensimmäisen tavoitteena on oppia jokin asia ja toisen tavoitteena tukea ensimmäisen oppimista. Tämän määritelmän mukaan opetusta tapahtuu vain silloin, kun opetuksen molemmat osapuolet ovat toiminnassa tavoitteellisesti mukana. Opettajan sama teko voi antaa eri oppilaille erilaisia kokemuksia. Jotkut oppilaat ovat kiinnostuneita opettajan toiminnasta, jolloin opettajalla on heihin opetussuhde. Jotkut oppilaat taas ajattelevat jotain muuta, eivätkä he siis ole opetussuhteessa.

Koska opiskeltavan asian merkityksellisyys vaikuttaa vahvasti oppimiseen, matematiikan opetuksen lähtökohtana pitäisi olla lapsen luontainen kiinnostus ympäristöönsä. Lapsi on luonnostaan utelias, mistä seuraa lapsen halu oppia uutta. Lasta ohjaavien aikuisten tavoitteena tulisi olla lapsen uteliaisuuden rohkaiseminen ja leikinomaisten sekä lapsen taitotasoon mukaisten oppimistapojen löytäminen. Lapsen taitotason mukainen opetus tarkoittaa muun muassa sitä, ettei lapsen taitoja pitäisi aliarvioida. Lapsen kiinnostusta johonkin matemaattista ongelmaan ei pitäisi tyrmätä sillä perustelulla, että näitä asioita opiskellaan myöhemmin. (Malaty 1999, 61, 88.)

Fuson (2004, 111 – 112) esittelee kaksi erilaista tapaa opettaa matematiikkaa. Perinteisessä tavassa opettaja esittelee ensin uuden aiheen oppilaiden seurattuna passiivisesti, minkä jälkeen seuraa oppilaiden itsenäistä työskentelyä. Tehokkaampi opetustapa koostuu kolmesta vaiheesta, jotka ovat orientoitumisvaihe, tuetun oppimisen vaihe ja pitkäkestoisen muistin vaihe. Orientoitumisvaiheessa keskustellaan opettajan johdolla uudesta aiheesta, ja opettaja pyrkii kysymyksillä vetämään esiin oppilaiden aiemmat tiedot asiasta. Tuetun oppimisen vaiheen aikana siirrytään vähitellen opettajan ohjaamasta opiskelusta itseohjautuvaan opiskeluun. Tämän vaiheen aikana opettaja auttaa oppilaita havainnollistamalla tehtäviä visuaalisesti tai konkreettisten esineiden avulla. Opettaja antaa korjaavaa palautetta ja rohkaisee oppilaita keskinäiseen yhteistyöhön. Vähitellen opettaja vetäytyy sivuun ja antaa enemmän tilaa oppilaiden omalle ongelman ratkaisulle. Pitkäkestoisen muistin vaiheessa oppilaat harjoittelevat itsenäisesti soveltavien tehtävien ratkaisemista. Soveltavien tehtävien jakautuminen pitemmälle aikavälille helpottaa muistiin painamista. Vaikka opiskelussa olisi menty eteenpäin, on välillä hyvä tehdä yksittäisiä tehtäviä, jotka edellyttävät jo opitun muistelu. (Fuson 2004, 111–112.)

Kuten matemaattisen tiedon rakennetta esittelevässä luvussa todettiin, numerot ja symbolinen matematiikan kieli ovat reaali maailman ilmiöitä kuvaavia abstraktioita. Ymmärtävän oppimisen kannalta on tärkeää, että lapsella on mahdollisuus havaita matemaattisen operaation taustalla oleva konkreettinen ilmiö. Konkretisointi voi tapahtua piirtämällä tai erilaisia havaintovälineitä käyttäen. Matemaattisen ilmiön esittämistä symbolien lisäksi konkreettisilla välineillä on hyvä jatkaa niin kauan, kuin lapsi hyötyy siitä. Vähitellen tarve konkreettisten esineiden tukeen vähenee, kun symboli ja konkreettinen tapahtuma yhdisty-

vät lapsen mielessä. Useiden oppikirjojen ongelma on, että laskutoimitusten konkretisointi loppuu liian pian, jolloin symbolikielen ja reaali maailman ilmiön välinen yhteys ei muodostu riittävän vahvaksi. (Fuson 2004, 112–121.)

Matematiikan oppimisessa kielen käyttämisellä on merkittävä rooli, sillä kieli on ajattelun, tiedonhankinnan ja tiedon välittämisen väline. On tärkeää, että oppilas saa ilmaista ajatuksiaan matemaattisista käsitteistä valitsemallaan tavalla kuten omin sanoin tai piirtämällä. Näin opettaja pääsee huomaamaan, miten oppilas on käsitteen ymmärtänyt ja voi ohjata oppilasta edelleen syventämään ymmärrystään. Oppilaalle käsitteen kielellinen ilmaisu eli kielentäminen on osa käsitteen rakennusprosessia. Ilmaistessaan ajatuksiaan kielellisesti oppilas joutuu pohtimaan, mitkä ovat käsitteen keskeiset piirteet ja miten käsite sijoittuu muuhun matematiikan rakenteeseen. Lisäksi matematiikan käsitteiden kielentäminen antaa oppilaille tilaisuuden verrata omaa ymmärrystään muiden ymmärrykseen. Matemaattisten keskustelujen kautta oppilaat pääsevät kehittämään omaa ja toistensa matemaattista ymmärrystä. (Joutsenlahti 2003, 190–192.)

Matemaattisen tiedon ymmärtävä oppiminen on merkityksellistä, koska ymmärtäminen helpottaa tiedon soveltamista ja muistamista. Muistamisen helpottuminen johtuu siitä, että ymmärretystä tiedosta tulee osa mielen tietoverkkoa. Tällöin mieleen palauttaessa käytössä on useita reittejä, joiden kautta tallentunut tieto voidaan löytää. Ulkoa opiskellessa mielessä syntyy paljon vähemmän tietoverkkoyhteyksiä. (Hiebert & Lefevre 1987, 10–11.)

3.1 Opetuksen yhteys matematiikan oppimiseen

Tutkimuksissa on todettu, että opettajaan liittyvät tekijät vaikuttavat oppilaiden oppimiseen. Tällaisia tekijöitä ovat opettajan koulutus, työssä oppimisesta seuraava ammatillinen kasvu ja opettajan työskentelystään saama arvioiva palaute. Oppilaiden oppimiseen vaikuttavat myös materiaaliset resurssit kuten opetusvälineet. Opetusresurssien ja oppimisen väliin sijoittuu opetus. Opettajan sosiaalinen ja opetuksellinen vuorovaikutus oppilaiden

kanssa on se tekijä, joka muuntaa materiaaliset ja opettajan taidolliset resurssit oppilaiden oppimiseksi. (Hamre ym. 2010, 2.)

Oppilaiden matemaattisissa taidoissa on eroja koulunkäynnin alkaessa ja eroilla on taipumus kasvaa koulunkäynnin myötä (Aunola ym. 2004, Burchinal ym. 2010). Suomalaisten oppilaiden matemaattista osaamista esikoulusta toiselle luokkalle seuranneessa tutkimuksessa havaittiin, että lähtötaidoiltaan vahvat oppilaat edistyivät enemmän kuin lähtötaidoiltaan heikot oppilaat. Hyvät peruslaskutaidot ennustivat siis matematiikkataitojen myönteistä kehitystä. Huonot visuaalisen havainnoinnin taidot ennustivat vaikeuksia matematiikassa. Hyvillä metakognitiivisilla taidoilla ja kuullun ymmärtämisellä oli positiivinen yhteys matematiikan taitojen tasoon, mutta kumpikaan näistä tekijöistä ei ennustanut matematiikkataitojen myöhempää kehitystä. Sukupuoli ei vaikuttanut matematiikan taitotasoon, mutta poikien matematiikan taidot kehittyivät tutkimusaikana hieman enemmän kuin tyttöjen. (Aunola ym. 2004, 708–710.)

Osan matematiikan taitoerojen kasvusta voisi selittää se, että alkutaidoiltaan heikommille oppilaille tarjotaan enemmän perustaitojen varmistamiseen tähtäävää opetusta. Alkutaidoiltaan vahvoille oppilaille puolestaan tarjotaan haastavampaa ja enemmän päättelykykyä kehittävää opetusta. Yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa osoitettiin, että matematiikan alkutaidoiltaan heikkojen oppilaiden oppimistulokset olivat parempia luokissa, jotka painottivat enemmän päättelytaitojen oppimista kuin luokissa, jotka keskittyivät ensisijaisesti perustaitojen opettamiseen. (Burchinal ym. 2010, 408, 414–416.)

Matematiikan taitoerojen kasvua voi selittää sekin, että oppiminen koulun alkuvaiheessa vaikuttaa oppilaan motivaatioon. Ongelmat matematiikan oppimisessa ja kokemus vaatimuksien liian korkeasta tasosta saavat oppilaan turvautumaan sosiaaliseen riippuvuuden selviytymisstrategiaan. Sosiaalisen riippuvuuden strategiaan liittyy avuttomuus sekä voimakas tukeutuminen opettajan tai luokkatovereiden apuun ja hyväksyntään pienissäkin ongelmissa. Oppimisen vaikeudet aiheuttavat myös tehtäväorientaation heikkenemistä. Heikkoon tehtäväorientaatioon ja sosiaaliseen riippuvuuteen perustuva motivaatio on hai-

tallinen monimutkaisempaa matematiikkaa opiskellessa, joten alkuvaiheen ongelmat aiheuttavat helposti ongelmien kasautumisen kierteen. (Lepola ym. 2005, 250.)

Opettaja-oppilassuhteen hyvä laatu vaikuttaa positiivisesti oppilaiden sosiaaliin ja tiedollisiin taitoihin (Sabol & Pianta 2012, 220; Split, Wu, Hughes & Kwok 2012, 1190). Erityisen tärkeä hyvä opettajasuhde on niille oppilaille, joilla on vaikeuksia oppimisessa. Hyvä opettajasuhde edistää oppimisvaikeuksista kärsivän oppilaan asiallista käyttäytymistä ja ehkäisee sosioemotionaalisia ongelmia sekä rikollisuuteen ajautumista. (Sabol & Pianta 2012, 220–221.)

Opettaja-oppilassuhteen muotoutuminen riippuu sekä opettajan että oppilaan luonteenpiirteistä. Oppilaan sukupuoli vaikuttaa siten, että poikien suhde opettajaan on keskimäärin konfliktisempi ja vähemmän lämmin kuin tyttöjen suhde. (Spilt ym. 2012, 1189–1190.) Lisäksi opettaja-oppilassuhteeseen vaikuttavat oppilaan aikaisemmat kiintymyssuhteet. Jos oppilaan suhteet vanhempiin tai aiempiin opettajiin ovat etäisiä ja hankalia, oppilaan on vaikea luoda hyvä suhde uuteen opettajaan. Kuitenkin jos opettaja on tarpeeksi huomavaainen oppilasta kohtaan, voi suhde muodostua hyväksi ja jopa kompensoida aiempien heikkojen kiintymyssuhteiden aiheuttamia haittoja. (Sabol & Pianta 2012, 217–218.)

Opettaja-oppilassuhde on yleensä melko pysyvä ja säilyy samansuuntaisena jopa vuosien ajan (Maldonado-Carreño & Votruba-Drzal 2011, 609, Pianta & Sthulman 2004, 451, 451). Yleensä opettaja-oppilassuhteen lämpimyys kuitenkin hieman vähenee ja konfliktitaso kasvaa koulunkäynnin edetessä. Syitä tähän voi olla opetuksen vaatimustason nousu ja opettajan vähenevä pyrkimys sosiaalisten siteiden luomiseen. (Split ym. 2012, 1189–1190.)

Opettaja voi kuitenkin vaikuttaa opettaja-oppilassuhteen muutoksen suuntaan. Opettaja-oppilassuhteen on huomattu paranevan, kun opettajaa on opetettu kiinnittämään enemmän huomiota luokan vuorovaikutussuhteisiin. Opettajan vuorovaikutustaitojen kehittämiskeinoja ovat olleet muun muassa aiheeseen liittyvän kirjallisuuden lukeminen, vuorovaikutus-

tilanteiden katseleminen videolta ja tilanteista keskustelu sekä palautteen antaminen opettajalle hänen toiminnastaan vuorovaikutustilanteissa. (Sabol & Pianta 2012, 223–224.)

Opettaja-oppilassuhteessa vuorovaikutuksen laatu on tutkimusten mukaa yhteydessä matematiikan oppimiseen (Burchinal ym. 2010; Pianta ja Sthulman 2004). Vuorovaikutuksen osa-alueista opettajan ja oppilaan välisten konfliktien vähäisyys sekä opettajan ja oppilaan läheisyys ovat myönteisessä yhteydessä oppilaiden matematiikan taitoihin (Burchinal ym. 2010, 408, 414–416). Erityisesti konfliktien vähäisyys vaikuttaa sellaisten oppilaiden oppimiseen, joiden alkutaidot ovat heikkoja ja jotka opiskelevat päättelytaitoja painottavissa luokissa. Syy saattaa olla se, että alkutaidoiltaan heikko oppilas kokee helposti ahdistusta ja turhautumista, jos hän opiskelee korkeatasoiseen oppimiseen tähtäävässä luokassa. Myös opettaja voi turhautua tällaista oppilasta opettaessaan. Niinpä opettajan tulisi opetella laadukkaan opettamisen lisäksi konfliktien hallintataitoja. (Burchinal ym. 2010, 415.)

Vuorovaikutuksen ja matematiikan osaamisen väliset yhteydet opettaja-oppilassuhteessa ovat kuitenkin osittain ristiriitaisia. Maldonado-Carreño ja Votruba-Drzal (2011, 606, 609, 611) eivät havainneet esikoulusta viidennelle luokalle jatkuneessa seuranta tutkimuksessaan yhteyttä opettajan arvioiman opettaja-oppilasvuorovaikutussuhteen laadun ja oppilaiden testeillä mitatun tiedollisen osaamisen välillä. Kuitenkin opettajat arvioivat paremmaksi sellaisten oppilaiden osaamisen, joihin heillä oli hyvä vuorovaikutussuhde.

3.2 Opettajan ohjaustyyli

Edellä esiteltyjen tutkimustulosten perusteella opettajan opetustavat (Burchinal ym. 2010) ja opettaja-oppilasvuorovaikutuksen laatu (Burchinal ym. 2010; Maldonado-Carreño & Votruba-Drzal 2011; Pianta & Sthulman 2004; Sabol & Pianta 2012) ovat yhteydessä oppilaiden matematiikan oppimiseen. Opettajan opetustapoja ja oppilasvuorovaikutuksen laatua kuvataan erilaisilla käsitteillä kuten opetuksen laatu (classroom quality) (La Paro ym. 2004, 409) ja tehokas opetus (effective teaching). Tässä tutkielmassa käytetään käsitet-

tä opettajan ohjaustyyli edellä esitettyjen käsitteiden suomenkielisenä vastineena. La Paro ym. (2004, 412) mukaan ohjaustyyllillä (classroom quality) tarkoitetaan niitä luokassa esiintyviä opetuksen, vuorovaikutuksen, työskentelyn ja ajan hallinnan ulottuvuuksia, jotka vaikuttavat positiivisesti oppilaiden sosiaaliseen ja tiedolliseen kehitykseen.

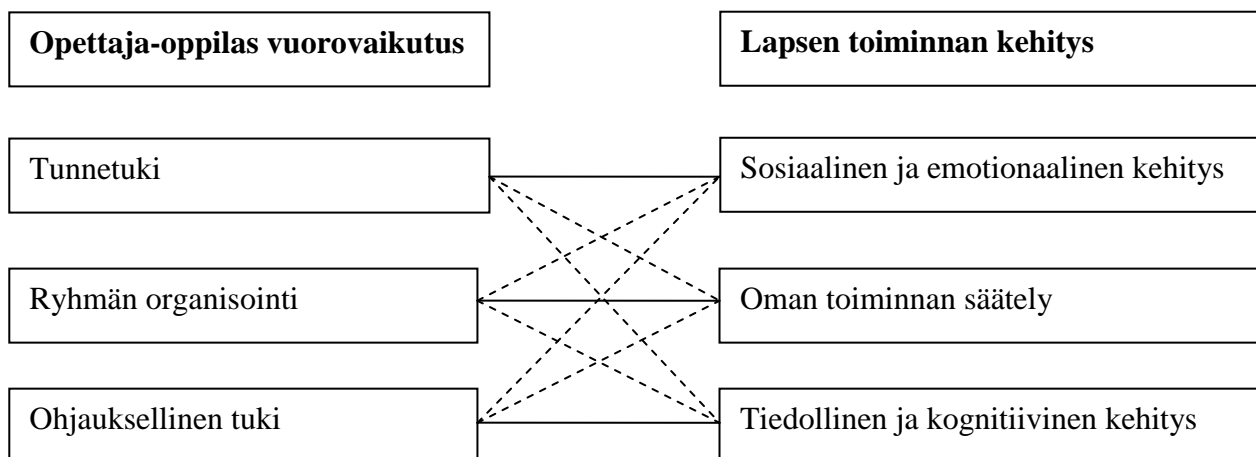
Ohjaustyylin tutkiminen on merkittävää, koska jos ymmärretään, mistä tekijöistä laadukas opetus muodostuu, voidaan opetusta kehittää (Downer, Hamre, Mashburn & Pianta 2007). Opetuksen laatua arvioidessa ei pitäisi tyytyä pelkästään mittaamaan oppimistuloksia ajatellen, että opettaja opettaa laadukkaasti, jos oppilaat saavat hyviä tuloksia testeissä. Vaikka testit antavat paljon tietoa oppimisesta, ne eivät pysty selittämään prosesseja, jotka johtavat oppilaiden oppimiseen ja myönteiseen sosiaaliseen kehitykseen. (La Paro ym. 2004, 412; Pianta & Hamre 2009, 109–110.)

Luokkahuoneprosesseihin liittyen on tehty paljon laadullista havainnointitutkimusta, joka antaa tärkeää tietoa opetuksesta ja oppimisesta luokassa. Laadullisen tutkimuksen lisäksi tarvitaan järjestelmällisempää ja yleistettävämpää tietoa opetusprosesseista. Tähän tarkoitukseen on viime aikoina kehitetty erilaisia standardoituja havainnointimenetelmiä, joiden validius ja reliabelius on asiaan kuuluvasti testattu. (La Paro ym. 2004, 411–412; Pianta & Hamre 2009, 109–110.)

Yksi viimeaikaisimmista ohjaustyylin järjestelmälliseen tutkimiseen kehitetyistä menetelmistä on CLASS (Classroom Assessment Scoring System) -havainnointimenetelmä. CLASS-menetelmä pohjautuu laajaan empiiriseen ja teoreettiseen tutkimukseen psykologiassa ja kasvatustieteessä. CLASS-teorian mukaan ohjaustyyli luokassa jakaantuu kolmeen osaan: tunnetukeen, ryhmän organisointiin ja ohjaukselliseen tukeen. (Downer, Hamre & Sabol 2010, 703–704; La Paro ym. 2004, 413–414.) Jokainen osa-alue jakautuu edelleen pienempiin osiin, jotka voidaan opetusta havainnoidessa tunnistaa ja joiden laatua voidaan arvioida numeerisesti. Ohjaustyyli voi olla laadultaan matala, keskimääräinen tai korkea. (Pianta & Hamre 2008, 112.)

CLASS-havainnointimenetelmän validius on todettu laajassa Yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa, johon osallistui yli 4 000 oppilasta. Tutkimusaineiston analysointiin käytetty faktori-analyysi vahvisti teoreettisen oletuksen, että luokkavuorovaikutuksen tekijöiden jakaminen kolmeen osaan on perusteltu ratkaisu. Kolmen osa-alueen malli toimi tutkimuksen perusteella paremmin kuin kahden osa-alueen malli. (Downer ym. 2007.) CLASS-menetelmän validius on osoitettu myös Suomessa (Pakarinen, Lerkkanen, Poikkeus, Kiuru, Siekkinen, Rasku-Puttonen, & Nurmi 2007).

Kuviossa 2 on kootusti esitetty opettajan ohjaustyyliin liittyvät kolme vuorovaikutuksen osa-aluetta. Lisäksi kuviossa 2 on esitetty, miten vuorovaikutuksen eri osa-alueet ovat yhteydessä lapsen toiminnan kehitykseen. Downer ym. (2010, 709–713) havaitsivat ohjaustyyliin liittyviä tutkimuksia analysoidessaan, että tunnetuki on voimakkaimmin yhteydessä lapsen sosiaaliseen ja emotionaaliseen kehitykseen. Ryhmän organisointi on yhteydessä lapsen oman toiminnan säätelykykyyn. Ohjauksellinen tuki on yhteydessä lapsen tiedolliseen ja kognitiiviseen kehitykseen. Lisäksi edellä mainitussa tutkimuksessa ilmeni, että kukin ohjaustyylin osa-alue on yhteydessä myös kahteen muuhun kuviossa 2 näkyvään toiminnan kehityksen alueeseen. Nämä heikommat ohjaustyylin ja lapsen kehityksen väliset yhteydet on esitetty katkoviivoilla kuviossa 2.



KUVIO 2. Opettaja-oppilasvuorovaikutuksen yhteys oppilaiden kehitykseen (Downer ym. 2010, 702, mukaillen)

Tunnetuki

Oppilaiden sosiaalisen ja emotionaalisen toiminnan yhteys koulukypsyyteen ja oppimistuloksiin on alettu tiedostaa yhä voimakkaammin. Motivoituneet ja muihin oppilaisiin läheisessä yhteydessä olevat lapset saavuttavat muita todennäköisemmin sekä tiedollisia että sosiaalisia päämääriä. Niinpä opettajan tavoilla tukea lasten sosiaalista ja emotionaalista toimintaa on keskeinen asema kaikessa tehokkaassa opetuksessa. (Pianta & Hamre, 2009, 113.) Käsite tunnetuki kuvaa sitä, kuinka huomaavaisesti (sensitivity) opettaja käyttäytyy ollessaan vuorovaikutuksessa lasten kanssa ja millainen luokan yleinen ilmapiiri on (La Paro ym. 2004, 412).

Tunnetuen ulottuvuus myönteinen ilmapiiri kuvaa luokassa esiintyvän innostuksen ja mielihyvän määrää sekä opettaja-oppilassuhteen ja oppilaiden välisten vuorovaikutussuhteiden laatua. Kielteinen ilmapiiri muodostuu opettajan ja/tai oppilaiden ilmaisemista vihan ja aggressiivisuuden tunteista. Opettajan sensitiivisyys on opettajan kykyä ottaa huomioon lasten sosiaaliset ja tiedolliset tarpeet sekä kykyä luoda turvallinen ympäristö, mikä rohkaisee lapsia kysymään ja vastaamaan. (La Paro ym. 2004, 414.) Tunnetuen korkean laadun uskotaan edistävän oppilaiden turvallisuuden ja yhteenkuuluvuuden tunnetta luokassa (Downer ym. 2010, 704).

CLASS-teorian osa-alue tunnetuki pohjautuu kiintymyssuhde teoriaan (attachment) ja itsenäisen toiminnan teoriaan (self-determination). Kiintymyssuhdeteorian mukaan hyvät vanhemmat tarjoavat lapselle emotionaalista tukea sekä ennustettavan, jatkuvan ja turvallisen kasvuympäristön. Tällöin lapsesta tulee itsevarmempi ja rohkeampi maailman tutkija, koska hän voi luottaa siihen, että auttava aikuinen on tarvittaessa saatavilla. Itsenäisen toiminnan teoria mukaan lapsi on motivoitunein opiskeluun silloin, kun hän tuntee itsensä päteväksi, myönteisesti muihin yhteydessä olevaksi ja itsenäiseksi toimijaksi. (Pianta & Hamre 2009, 113.)

Ryhmän organisointi

Sujuvan ja tehokkaan luokkatyöskentelyn luomista ja hallintaa voidaan tarkastella käyttäen käsitettä ryhmän organisointi. Ryhmän organisointi sisältää ulottuvuudet käyttäytymisen säätely, tuotteliaisuus ja ohjauksen muodot. Käyttäytymisen säätely tarkoittaa, että opettaja osaa hallita luokkaa hienovaraisesti ja ongelmia ennakoivasti. Tuotteliaassa luokassa esiintyy toimivia rutiineja ja aika käytetään tehokkaasti. Käsite ohjauksen muodot kuvaa, kuinka hyvin opettaja onnistuu herättämään oppilaiden mielenkiinnon opiskeltavaa asiaa kohtaan ja kuinka hyvin hän osaa ohjata oppilaita itsenäiseen työskentelyyn. (Downer ym. 2010, 705–706, La Paro ym. 2004, 412.)

CLASS-teorian osa-alue ryhmän organisointi perustuu itsesäätelyteorioihin sekä luokahuonetutkimuksiin, joissa on pyritty selvittämään oppilaiden itsesäätelykykyihin yhteydessä olevia tekijöitä. Teorioiden ja tutkimusten mukaan luokassa ilmenee vähemmän vastustavaa käytöstä ja enemmän opiskeluintoa, jos opettaja käyttää tehokkaita ja rutinoituneita käytöksen hallintakeinoja sekä aktivoi oppilaita tehokkaasti mukaan luokan toimintaan. (Pianta & Hamre 2008, 113.) Hyvin organisoidussa luokassa oppilaat oppivat säätämään omaa toimintaansa. Oppilaiden käyttäytymisen ja tarkkaavaisuuden säätelytaitojen on todettu olevan yhteydessä ulkoiseen säätelyyn, joka tapahtuu luokassa. (Downer ym. 2010, 705–706.)

Ohjauksellinen tuki

Ohjauksellisella tuella tarkoitetaan niitä opetuskäytänteitä, jotka saavat oppilaat kiinnostumaan opetuksesta ja tukevat heidän kognitiivista ja kielellistä kehitystään (Downer ym. 2010, 706; La Paro ym. 2004, 412; Pianta & Hamre 2008, 113). Oppilaiden kielellisten ja kognitiivisten kykyjen kehitys on yhteydessä opettajan tarjoamiin mahdollisuuksiin ilmaista jo olemassa olevia taitoja sekä opettajan taitoon tukea monimutkaisempien taitojen rakentumista (Pianta & Hamre 2008, 113). Ymmärtämistä tavoittelevassa oppimisessa asi-

oista pyritään muodostamaan merkityksellisiä ja loogisia kokonaisuuksia yhdistämällä uusi tieto aiemmin opittuun sekä etenemällä helpommasta vaikeampaan (Downer ym. 2010, 706).

Ohjauksellinen tuki sisältää osa-alueet käsitteiden oppiminen, palautteen laatu ja kielenkäyttäminen. Käsitteiden oppiminen voi tapahtua esimerkiksi opetuskeskusteluissa, ongelmanratkaisutehtäviä tehdessä tai opettajan tarjotessa korkeamman tason ymmärrykseen tähtäävää ohjausta. Käsite palautteen laatu kuvaa, kuinka hyvin opettaja onnistuu laajentamaan oppilaiden oppimista antamalla tarkkaa ja uusia näkökulmia avaavaa palautetta. Kielenkäytteisellä tarkoitetaan asioiden kielellisen kuvailun monipuolisuutta sekä oppilaiden rohkaisemista keskustelemiseen. (La Paro ym. 2004, 412.)

3.3 Opettajan ohjaustyyliin liittyvät aiemmat tutkimukset

Yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa selvitettiin voiko laadukas ohjauksellinen ja emotionaalisen tuki parantaa sellaisten oppilaiden suorituksia, joilla on riski menestyä huonosti koulussa. Tutkimukseen osallistui 910 lasta. Riskioppilaiden äidin koulutustaso oli matala tai heillä oli esiopetusvuonna ollut toiminnallisia ongelmia kuten sosiaalisia, tarkkaavaisuus-, käytös- tai koulumenestysongelmia. Tutkimuksessa ohjauksellinen tuki katsottiin korkeaksi, jos opettaja antoi usein arvioivaa palautetta ja tehokasta lukuopetusta sekä suosi opetuskeskustelua ja rohkaisi vastuun ottamiseen. (Harme & Pianta 2005, 949, 961–962.)

Tutkimuksessa havaittiin, että heikosti koulutettujen äitien lapset menestyivät yhtä hyvin kuin luokkatoverinsa, jos he opiskelivat korkean ja keskitasoisen ohjauksellisen tuen luokissa. Matalan ohjauksellisen tuen luokissa heikosti koulutettujen äitien lapset menestyivät keskimääräistä heikommin. Korkea ohjauksellinen tuki ei juuri vaikuttanut toiminnallisesta riskistä kärsivien oppilaiden suorituksiin. Sen sijaan luokissa, joissa emotionaalinen tuki oli korkea, toiminnallisen riskin oppilaat menestyivät yhtä hyvin kuin oppilaat, joilla riskiä ei ollut. Korkean emotionaalisen tuen luokissa opettajat tiedostivat oppilaiden yksilölliset

tarpeet ja vastasivat niihin, tarjosivat tehokasta ennakoivaa käyttäytymisen säätelyä ja loivat myönteistä ilmapiiriä. (Harme & Pianta 2005, 949, 961–962.)

Yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa mitattiin oppilaiden tiedollisten, kielellisten ja sosiaalisten taitojen kehitystä kouluun valmentavan opetuksen 671 luokassa. Opettajan ja oppilaiden välistä vuorovaikutusta havainnoitiin CLASS-menetelmällä. Kielellisiä ja tiedollisia taitoja mitattiin erilaisilla testeillä. Tutkimuksen mukaan korkealla ohjauksellisella tuella oli positiivinen yhteys lasten kielellisten ja tiedollisten taitojen kuten matemaattisten taitojen kehitykseen. Korkealla emotionaalisella tuella oli positiivinen yhteys lasten sosiaaliseen kompetenssiin. Emotionaalinen tuki myös vähensi käytöshäiriöitä. (Mashburn ym. 2008, 742–743.)

Opettajan ohjaustyylin yhteyttä temperamentiltaan erilaisten lasten (n=179) koulunaloitusvalmiuksiin tutkittiin yhdysvaltalaisissa esikoululuokissa. Opettajan raportointien perusteella lapset jaettiin kolmeen temperamenttiryhmään: ujut ja hiljaiset eli vetäytyvät (overcontrolled), sosiaalisesti taitavat ja helposti sopeutuvat eli joustavat (silent) sekä aggressiiviset ja heikosti itsensä hillitsevät eli levottomat (undercontrolled). Näiden lasten tiedollisia taitoja ja taitojen kehitystä arvioitiin opettajan raportointien pohjalta. Lisäksi tutkittiin opettajien opetuksen laatua CLASS-havainnointimenetelmällä. (Vitello, Moas, Henderson, Greenfiel & Munis 2012, 302, 307–309.)

Tutkimuksen perusteella vetäytyvien lasten kirjalliset ja matemaattiset taidot olivat esikoulun aloitusvaiheessa heikompia kuin joustavien lasten. Aiemmista tutkimuksista poiketen levottomien lasten osaaminen ei ollut joustavien lasten osaamista heikompaa. Lasten tiedollisia valmiuksien kehittymistä seurattaessa havaittiin, että valmiuksien kehittyminen ei suoraan ollut yhteydessä temperamenttiin eikä ohjaustyyliin. Kuitenkin kun tutkittiin ohjaustyylin ja temperamentin yhteysvaikutusta, lasten kehittymisessä havaittiin eroja. Joustavat ja levottomat lapset edistyivät enemmän korkean emotionaalisen tuen luokissa kuin matalan emotionaalisen tuen luokissa. Vetäytyvien lasten taitoihin emotionaalinen tuki ei vaikuttanut. Korkea ohjauksellinen tuki edisti vetäytyvien lasten kehitystä, muttei levotto-

mien eikä joustavien lasten. Itse asiassa joustavat lapset menestyivät paremmin heikomman ohjauksellisen tuen luokissa. (Vitello 2012, 311–318.)

Edellä kuvatun tutkimuksen perusteella voi sanoa, että erilaisilla lapsilla on erilaisia opetuksellisia tarpeita. Hyvää luokkailmapiiriä edistävä ja oppilaiden yksilölliset tarpeet tunnistava opettaja onnistuu innostamaan levottomia oppilaita opiskeluun. Oppilaiden tehokkaaseen aktivoimiseen keskittyvä opettaja puolestaan herättelee vetäytyvät oppilaat mukaan opiskeluun. Toisaalta liian tehokas toiminnan ohjaaminen saattaa vähentää itsenäisen tutkimisen mahdollisuuksia, mikä ehkä selittää joustavien oppilaiden heikomman kehittymisen korkean ohjauksellisen tuen luokissa. (Vitello ym. 2012, 316–318.)

Monikulttuurisuuden lisääntyessä kouluissa on alettu kiinnittää huomiota siihen, että muuta kuin opetuskieltä äidinkielenään puhuvat oppilaat menestyvät koulussa keskimääräistä heikommin. Etnisen ja kielellisen taustan vaikutusta tiedollisten taitojen kehittymiseen tutkittiin monikulttuurisissa esikoululuokissa Yhdysvalloissa. Tutkimuksessa selvitettiin, vaikuttaako opettajan ohjaustyyli samalla tavalla englantia äidinkielenään puhuviin lapsiin ja kaksikielisiin lapsiin, joiden äidinkieli on espanja tai jokin muu kieli. Opettajan ohjaustyyliä tutkittiin havainnoimalla CLASS-menetelmällä ja oppilaiden (n=2983) tiedollisia taitoja tutkittiin opettajan raportointien perusteella. Tulosten mukaan opettajan ohjaustyyli vaikutti samalla tavoin myönteisesti sekä englanninkielisten että kaksikielisten oppilaiden tiedollisten taitojen kehittymiseen. Näin ollen lämmin, sensitiivinen, hyvin organisointi ja ajattelukyky herättelevä vuorovaikutus on yksi keskeinen tekijä, jolla myös kaksikielisten lasten myönteistä kehitystä voidaan tukea. (Downer ym. 2012, 21, 30.)

Suomalaisessa tutkimuksessa tutkittiin 1132 oppilaan matematiikan taitoja ensimmäisen kouluvuoden alussa ja lopussa. Matematiikan osaamista mitattiin aritmeettisten perustaitojen testillä, joka sisälsi yksinkertaisia yhteen- ja vähennyslaskuja. Lisäksi havainnoitiin lapsia opettaneiden opettajien (n=29) ohjaustyyliä ECCOM-havainnointimenetelmällä (Early Childhood Classroom Observation Measure). ECCOM-havainnointimenetelmä arvioi, kuinka lapsikeskeisiä tai opettajajohtoisia ovat ryhmän toiminnan organisointi, ilmapiiri ja opetus.

Tutkimuksessa otettiin huomioon lasten vanhempien koulutus, lasten sukupuoli ja luokkakoko. (Lerkkanen, Kiuru, Pakarinen, Poikkeus, Rasku-Puttonen, Siekkinen & Nurmi 2011, 10–13.)

Tutkimuksen mukaan luokkien välillä oli eroja matematiikan osaamisessa, ja poikien matematiikan taidot olivat hieman parempia kuin tyttöjen. Pienissä luokissa opettajat käyttivät enemmän oppilaskeskeisiä opetusmenetelmiä kuin suurissa luokissa. Korrelaatiokertoimien perusteella oppilaiden matematiikan taitojen ja opettajan oppilaskeskeisyyden välillä oli positiivinen yhteys. Vastaavasti matematiikan taitojen ja opettajajohtoisuuden välinen suhde oli negatiivinen. Lopullisessa monitasomallianalyysissä matematiikan taitojen ja opetuksen oppilaskeskeisyyden välinen suhde pieneni tilastollisesti suuntaa antavaksi. (Lerkkanen ym. 2011, 17–19.)

Opettajan ohjaustyylin ja lasten matematiikan opiskelukiinnostuksen välistä yhteyttä tutkittiin suomalaisissa esikouluissa. Lasten (N=515) matematiikkakiinnostusta tutkittiin haastatteleamalla lapsia käyttäen tehtävän arvostusmittaria. Opettajien (N=29) ohjaustyyliä tutkittiin havainnoimalla käyttäen ECCOM-havainnointimenetelmää. Aineiston analysoinnissa otettiin huomioon sukupuolen ja matematiikan alkutaitojen, joita oli tutkittu lukujonotaitotestillä, mahdollinen vaikutus matematiikan opiskelukiinnostukseen. Tulosten mukaan lapset olivat kiinnostuneempia matematiikasta ryhmissä, joissa opetus oli lapsikeskeistä ja vähemmän kiinnostuneita ryhmissä, joissa opetus oli opettajalähtöistä. Ohjaustyylin ulottuvuuksista erityisesti ilmapiiri ja opetus olivat yhteydessä matematiikkakiinnostukseen. Matematiikan alkutaidoilta taitavat oppilaat olivat kiinnostuneempia matematiikasta kuin vähemmän taitavat. (Lerkkanen, Kiuru, Pakarinen, Viljaranta, Poikkeus, Rasku-Puttonen, Siekkinen & Nurmi, 2012, 5–6, 9–10.)

Ohjauksellisen tuen yhteyttä tehtäviä välttävään ja tehtäväkeskeiseen työskentelyyn sekä matematiikan taitoihin tutkittiin suomalaisissa esikouluissa. Opettajien (n=49) tarjoamaa ohjauksellista tukea tutkittiin havainnoimalla CLASS-menetelmällä. Oppilaiden (n=1268) matemaattisia taitoja tutkittiin matematiikan testeillä ja oppilaiden tehtäväorientaatiota opettajan raportointien perusteella. Tutkimuksen mukaan oppilaan tehtäviä välttävä käytös

oli yhteydessä heikompiin ja tehtäväkeskeinen käytös parempiin matematiikan taitoihin. Heikot matematiikan taidot myös lisäsivät tehtäviä välttävää käytöstä. Pojilla esiintyi enemmän tehtäviä välttävää käytöstä kuin tytöillä. Myönteinen havainto oli, että opetuksella voidaan vaikuttaa tehtäviä välttävään käytökseen. Korkean ohjauksellisen tuen luokissa esiintyi vähemmän tehtäviä välttävää käyttäytymistä kuin matalan ohjauksellisen tuen luokissa. Ohjauksellisen tuen laatu ei ollut suoraan yhteydessä matematiikan taitoihin. (Pakarinen, Kiuru, Lerkkanen, Poikkeus, Ahonen & Nurmi 2011, 376, 382–384.)

4 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT

Tässä tutkielmassa tavoitteena on tutkia peruskoulun neljännen luokan opettajien ohjaustyyliä ja ohjaustyylien yhteyttä oppilaiden matematiikan taitoihin. Matematiikan taitoja tutkitaan laskutaidon, aritmeettisen päättelyn ja kertolaskun testeillä. Opettajan ohjaustyyliä tutkitaan havainnoimalla CLASS-menetelmää käyttäen. Opettajan ohjaustyylin tutkiminen on merkittävää, koska opettajan ohjaustyylin on todettu olevan yhteydessä oppilaiden tiedollisiin koulusuorituksiin, mutta tutkimusta on tehty toistaiseksi hyvin vähän Suomessa. Ulkomailla opettajan ohjaustyyliä on tutkittu hieman enemmän, mutta tutkimukset ovat keskittyneet esikoulun ja ensimmäisen luokan tutkimiseen. On merkittävää selvittää, esiintyykö ohjaustyylin ja oppimisen välillä yhteys myös varhaiskasvatustien jälkeen.

Tutkielman tarkoituksena on löytää vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

1. Millainen on neljäsluokkalaisten matematiikan taitojen taso?
2. Onko tyttöjen ja poikien matematiikan taitojen välillä eroa?
3. Millaisia ovat neljännen luokan opettajien ohjaustyylit?
4. Miten neljännen luokan opettajien ohjaustyylit ovat yhteydessä oppilaiden matematiikan taitoihin?
5. Miten neljännen luokan opettajien ohjaustyylit ovat yhteydessä poikien ja tyttöjen matematiikan taitoihin?

5 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Tässä tutkielmassa analysoidaan ALKUPORTAAT (Lapset, vanhemmat ja opettajat yhteistyössä koulutien alussa) -seurantatutkimuksen aineistoa. ALKUPORTAAT-tutkimus on yksi Suomen Akatemian Oppimisen ja motivaation huippututkimusyksikön tutkimushankkeista, joita johtavat Jani-Erik Nurmi ja Heikki Lyytinen. Tutkimusyksikkö on perustettu Jyväskylään vuonna 2006. ALKUPORTAAT-tutkimuksen tavoitteena on tutkia vuonna 2000 syntyneiden lasten oppimista ja motivaatiota esikoulusta neljännelle luokalle. Aineisto on kerätty vuosina 2007–2011 Joensuun, Kuopion, Laukaan ja Turun kouluista. (Alkuportaatt 2011.) Tässä tutkielmassa keskitytään Joensuun kouluista kerätyn opettajahavainnointiaineiston ja oppilaiden matemaattisten testien analysointiin.

5.1 Tutkimusjoukko

Tässä tutkielmassa käytetty aineisto on kerätty Joensuussa keväällä 2011. Aineisto sisältää 12 joensuulaisen neljännen luokan opettajan opetuksen havainnoinnit. Jokaista opettajaa havainnoitiin kahtena päivänä kolme tuntia kerrallaan. Kuhunkin havainnointiin osallistui kaksi tehtävään koulutettua havainnoitsijaa. Opettajien havainnointi perustui opettajien vapaaehtoisuuteen, joten koko ALKUPORTAAT-tutkimusjoukosta vain osaa opettajista havainnoitiin. Oppilaiden matematiikan osaamista mitattiin matematiikan testillä havainnointiaineiston keräämisen kanssa yhtä aikaa. Tässä tutkielmassa analysoidaan 177 oppilaan matematiikan testien tuloksia. Nämä oppilaat opiskelivat havainnoitujen opettajien luokissa.

5.2 Kvantitatiivinen tutkimus

Tutkimusote on tässä tutkielmassa kvantitatiivinen. Kvantitatiivisen tutkimusotteen valinta on perusteltua, koska aiemmissa tutkimuksissa on havaittu, että opettajan ohjaustyylin laatu on yhteydessä oppilaiden matematiikan oppimiseen. Kvantitatiivisen tutkimuksen avulla voidaan selvittää, kuinka yleistettäviä nämä aiemmin havaitut syy-seuraussuhteet ovat. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2005, 130).

Kvantitatiivinen tutkimus perustuu loogiseksi positivismiksi kutsuttuun filosofian suuntaukseen, minkä mukaan tietoa todellisuuden ilmiöistä saadaan aistihavaintojen ja näistä havainnoista tehtyjen loogisten päätelmien avulla. Kvantitatiiviselle tutkimukselle tyypillistä ovat tarkasti suunnitellut aineistonkeruumenetelmät, jotka pohjautuvat aiempaan tutkimustietoon ja teoriaan. Havaintoaineiston soveltuminen numeeriseen mittaamiseen on keskeistä, koska päätelmien teko perustuu tilastollisiin analysointimenetelmiin. (Hirsjärvi ym. 2005, 130–131.)

5.3 Aineistonkeruumenetelmät

Systemaattinen havainnointi

Opettajien ohjaustyyliä on tutkittu systemaattisesti havainnoimalla. Havainnoinnin avulla voidaan selvittää, miten ihmiset todella toimivat. Siksi havainnoinnin avulla saadut tulokset ovat usein erilaisia, kuin ihmiseltä itseltään kysymällä saadut tulokset. (Hirsjärvi ym. 2005, 201.) Systemaattinen havainnointi perustuu tiukasti ennalta laadittuihin luokittelumalleihin, joiden käyttöön havainnoitsija on saanut koulutuksen (Hirsjärvi ym. 2005, 205). Tässä tutkielmassa havainnoinnin systemaattisena apuvälineenä toimi CLASS-havainnointimenetelmä.

Tämän tutkielman havainnoijat oli koulutettu tehtäväänsä, ja heillä oli tukena CLASS -ohjekirja (Pianta, La Paro & Hamre 2008). Ohjekirjassa annettiin yksityiskohtaisia esimerkkejä kunkin havainnoitavan ulottuvuuden arviointiin. Havainnot kirjattiin strukturoidulle lomakkeelle. Havaintojen subjektiivisuuden edelleen vähentämiseksi jokaiseen havainnointitilanteeseen osallistui kaksi toisistaan riippumatonta havainnoijaa.

CLASS (Classroom Assessment Scoring System) -havainnointimenetelmä koostuu kolmesta osa-alueesta, jotka ovat tunnetuki, ryhmän organisointi ja ohjauksellinen tuki. Kukin osa-alue jakaantuu edelleen osiin, jolloin muodostuu yhteensä 11 havainnoitavaa alalottuvuutta. Havainnoinnissa kutakin ulottuvuutta arvioitiin numeerisesti 1–7. Havainnoinnissa 1–2 tarkoitti vähäistä, 3–5 keskitasoa ja 6–7 korkeaa. (Pianta ym. 2008, 1–2.)

Tunnetuki sisältää neljä ulottuvuutta. 1) Myönteinen ilmapiiri tarkoittaa opettajan ja lasten vuorovaikutuksessa ilmenevää lämpöä, arvostusta ja mielihyvää. 2) Kielteinen ilmapiiri liittyy kielteisten tunteiden ilmaisemisen määrään ja laatuun luokassa. 3) Opettajan sensitiivisyys tarkoittaa opettajan kykyä tunnistaa oppilaiden tiedollisia ja tunteisiin liittyviä tarpeita sekä taitoa vastata niihin. 4) Lasten näkökulmien huomioon ottaminen on opettavien asioiden valitsemista lasten mielenkiinnon kohteet ja näkökulmat huomioiden sekä lasten tukemista vastuun ottoon. (Pianta ym. 2008, 1.)

Ryhmän organisointi koostuu kolmesta ulottuvuudesta. 1) Käyttäytymisen säätely sisältää opettajan kyvyn asettaa oppilaille selkeitä käyttäytymisodotuksia sekä opettajan keinot ennaltaehkäistä huonoa käyttäytymistä. 2) Tuotteliaisuus kertoo, kuinka tehokkaasti opettaja pystyy organisoimaan opetusajan ja tarjoamaan lapsille mahdollisuuksia oppia. 3) Ohjauksen muodot ovat opettajan tapoja maksimoida oppilaiden kiinnostus, osallistuminen ja kyky oppia. (Pianta ym. 2008, 1.)

Ohjauksellinen tuki sisältää kolme ulottuvuutta. 1) Käsitteiden oppiminen kertoo, kuinka paljon opettaja painottaa käsitteiden ymmärtämistä ulkoa oppimisen sijasta ja kuinka paljon hän käyttää opetuskeskustelua sekä muita ajattelun kehittymistä edistäviä toimintoja. 2)

Palautteen laatu arvioi, onko opettajan antama palaute oppimista ja ymmärtämistä laajentavaa. Laadukas palaute rohkaisee oppilaita jatkuvaan osallistumiseen. 3) Kielen käyttäminen liittyy siihen, millaisia keinoja ja missä määrin opettaja käyttää edistääkseen lasten rikasta kielen kehittymistä. (Pianta ym. 2008, 1.)

Oppisaavutustestit

Matematiikan perustaitojen osaamista mitattiin kolmiosaisella oppisaavutustestillä. Oppisaavutustesteillä mitataan jonkin asian osaamista tietynä ajankohtana. Tässä tutkielmassa käytettiin objektiivista oppisaavutustestiä. Objektiiviselle testille on tyypillistä lyhyet vastaukset ja ennalta määrätty oikea ratkaisu. Objektiivisessä testissä vastaus annetaan esimerkiksi symboleja käyttäen kuten tämän tutkielman kertotaulu- ja laskutaidon testeissä. Tehtävä voi myös olla monivalintatehtävä kuten tässä aritmeettisen päättelyn testi. (Metsämuuronen 2007, 94, 96.) Tutkielmassa käytetyt testit mittasivat lasten aritmeettisiä taitoja. Testit pisteytettiin siten, että oikeasta vastauksesta sai aina yhden pisteen.

Aritmeettisen päättelytaidon testillä (Räsänen 2000) mitattiin lapsen lukujonotaitoja. Testissä oli 30 tehtävää. Testin tekemiseen oli aikaa 10 minuuttia. Testin jokaisessa tehtävässä oli kolmen luvun jono. Lapsen piti päätellä, mikä annetuista neljästä luvusta sopi jatkamaan jonoa. Tehtävät sisälsivät lukujonossa eteen- ja taaksepäin liikkumista eripituisin askelin. Osassa tehtävistä peräkkäisten lukujen väli oli vakio. Esimerkiksi lukujono oli 9,7,5,3, jolloin seuraava luku oli aina kaksi pienempi kuin edellinen. Osassa tehtävistä lukujen välimatka muuttui jollakin loogisella tavalla. Esimerkiksi lukujono oli 15,7,3,1, jolloin seuraava siirtymä lukujen välillä oli aina kaksi kertaa niin suuri kuin edellinen siirtymä.

Laskutaidon testissä (Räsänen & Aunola) oli 28 tehtävää. Testin tekemiseen oli aikaa 3 minuuttia. Testissä oli yhteen- ja vähennyslaskutehtäviä esimerkiksi $16=9+_{-}$. Testi sisälsi myös yksittäisiä kerto- ja jakolaskuja esimerkiksi $40:8 = 3=_{-}$. Laskettavia lukuja kussakin

tehtävässä oli kaksi tai kolme. Yli puolet tehtävistä oli tyyppiä ”tulos tuntematon”, mutta mukana oli myös ”jokin laskettavista tuntematon” tehtäviä. Laskettavat luvut suurenvat testin alun yksinumeroisista luvuista viimeisten tehtävien nelinumeroisiin lukuihin.

Kertotaulutestissä (Koponen & Mononen 2010) tehtäviä oli 120 ja aikaa testin tekemiseen 2 minuuttia. Tehtävät olivat muotoa luku kertaa luku esimerkiksi $9 \cdot 4 = _$. Kerrottavien suuruus vaihteli nollassa kymmeneen. Tavoitteena oli laskea laskut mahdollisimman nopeasti ja tarkasti. Toisin kuin kahdessa muussa testissä, tässä testissä laskut eivät juuri vaikeutuneet testin loppua kohden.

5.4 Analyysimenetelmät

Tässä tutkielmassa aineiston analysoitiin SPSS-tilasto-ohjelmalla. Analysoitava aineisto oli osa laajempaa ALKUPORTAAT-projektia, joten se oli koodattu valmiiksi SPSS-ohjelmaan aiempien tutkimuksien yhteydessä.

Kvantitatiivisen aineiston analysointi tapahtuu tilastollisten testien avulla. Tilastolliset testit jakautuvat parametriin ja parametrittomiin. Parametriset testit havaitsevat yleensä tehokkaammin aineistossa esiintyviä ilmiöitä, mutta niiden käyttö vaatii tiettyjen oletusten täyttymistä. Yleensä parametristen testien oletuksiin kuuluvat vähintään välimatka-asteikollinen mittaaminen ja normaalijakauma aineistossa. (Nummenmaa 2009, 153 – 155.) Koska tässä tutkimuksessa käytetyt aineistot eivät noudattaneet normaalijakaumaa, on aineiston analysoinnissa käytetty parametrittomia testejä.

Mann-Whitneyn U-testi

Mann-Whitneyn U-testi on t-testin parametriton vastine. U-testiä käytetään kahden ryhmän keskilukujen vertailuun silloin, kun t-testin oletukset eivät ole voimassa. U-testin nol-lahypoteesi on, että tutkittavien ryhmien mediaanit ovat yhtä suuret. Mitä pienempi testin merkitsevyysarvo (p-arvo) on, sitä todennäköisemmin tutkittujen ryhmien mediaanit eroa-vat toisistaan. (Nummenmaa 2009, 261). Tässä tutkielmassa Mann-Whitneyn U-testillä tutkittiin, onko tyttöjen ja poikien matematiikan osaamisen välillä eroa.

Kruskal-Wallis testin testi

Kruskal-Wallis testin testi on varianssianalyysin parametriton vastine. Testi soveltuu kahden tai useamman ryhmän keskilukujen vertailuun silloin, kun normaalijakaumaoletus ei ole voimassa. Kuten U-testi myös Kruskal-Wallis testin testi perustuu tutkittavien ryhmien medi-aanien vertaamiseen. Pieni merkitsevyysarvo tarkoittaa, että ryhmien välillä on todennä-köisesti eroa. (Nummenmaa 2009, 266.) Tässä tutkielmassa Kruskal-Wallis testin testiä käytet-tiin, kun haluttiin selvittää, onko eri luokkaryhmien matematiikan osaamisen välillä eroa.

Spearmanin järjestyskorrelaatiokerroin

Järjestyskorrelaatiokerroin kuvaa kahden muuttujan yhteisvaihtelua. Kun normaalija-kaumaoletus ei ole voimassa tai muuttujat on mitattu järjestysasteikolla, käytetään Spear-manin järjestyskorrelaatiokerrointa. Korrelaatiokerroimen arvo vaihtelee -1 ja 1 välillä. Mitä lähempänä arvo on ykköstä, sitä voimakkaampi positiivinen yhteys tutkittavien muut-tujien välillä on. Positiivinen yhteys tarkoittaa, että toisen muuttujan arvon kasvaessa myös toisen arvo kasvaa. Jos korrelaatiokerroimen arvo on negatiivinen, on muuttujien välillä

negatiivinen yhteys. Negatiivinen yhteys tarkoittaa, että toisen muuttujan arvon kasvaessa toinen pienenee. Lähellä nollaa oleva korrelaatiokertoimen arvo tarkoittaa, ettei muuttujien välillä ole yhteyttä. (Nummenmaa 2009, 283.) Tässä tutkielmassa järjestyskorrelaatiokerrointa käytettiin, kun haluttiin tutkia, onko opettajan ohjaustyylin ulottuvuuksien ja oppilaiden matematiikan osaamisen välillä yhteyttä.

5.5 Aineiston ja mittareiden luotettavuus

Tutkimuksen luotettavuutta kuvataan käsitteillä reliabiliteetti ja validiteetti. Reliabiliteetti tarkoittaa mittauksen toistettavuutta eli sitä, saadaanko samalla mittarilla samankaltaisia tuloksia, jos mittaus toistetaan. (Metsämuuronen 2003, 42–43.) Reliabiliteetti voidaan jakaa ulkoiseen ja sisäiseen reliabiliteettiin.

Mittauksen sisäinen reliabiliteetti voidaan todeta mittaamalla samaa kohdetta useampaan kertaan (Heikkilä 2008, 187). Tässä tutkielmassa havainnointiaineiston sisäistä reliabiliteettia lisää se, että kaksi havainnoijaa on toistanut havainnoinnin jokaisessa luokassa kahden päivänä. Kahden havainnoijan havaintojen yhtenevyydestä kertovat Cronbachin alfa-kertoimet on esitetty taulukossa 2. Ohjaustyylin alalottuvuuksien alfan arvot vaihtelevat välillä 0,91–0,99, mikä tarkoittaa, että havainnoijien havainnot korreloivat voimakkaasti keskenään. Käytännössä korkea alfan arvo tarkoittaa, että havainnoitsijat ovat tehneet tilanteesta samanlaisia havaintoja.

Tutkielmassa käytettyjen matemaattisten testien sisäistä reliabiliteettia on hankalampi testata. Testit tehtiin oppilaille vain kerran, joten ei voida laskea kahden testauksen välistä korrelaatiota. Tutkielmassa käytettyjä testejä voidaan kuitenkin pitää suhteellisen reliabeleina, koska ne on aiemmissa tutkimuksissa osoitettu reliabeleiksi.

Ulkoinen reliabiliteetti tarkoittaa, että tutkimuksen tulokset ovat toistettavissa myös muissa mittauksissa ja tilanteissa (Heikkilä 2008, 187). Opettajan ohjaustyylin ja matematiikan osaamisen välisiä yhteyksiä päästään helposti arvioimaan, koska CLASS –havainnointimenetelmää on käytetty useissa aiemmissa tutkimuksissa.

TAULUKKO 2. Ohjaustyylin alalautuvuuksien reliabiliteetti kertoimet

Kielteinen ilmapiiri	0.96
Opettajan sensitiivisyys	0.99
Lastennäkökumien huomiointi	0.95
Käyttäytymisen säätely	0.94
Tuotteliaisuus	0.94
Ohjauksen muodot	0.94
Käsitteiden oppiminen	0.93
Palautteen laatu	0.91
Kielen käyttäminen	0.93
Kielteinen ilmapiiri	0.93

Tutkimuksen validiteetti kertoo, mitataanko tutkimuksessa sitä, mitä on tarkoitus mitata. Validiteetti voidaan jakaa sisäiseen ja ulkoiseen validiteettiin. Tutkimuksen sisäinen validiteetti on hyvä, jos tutkimuksessa ja mittarissa käytetyt käsitteet kuvaavat tutkittavaa ilmiötä kattavasti ja ovat sopusoinnussa ilmiöön liittyvän teorian kanssa. Lisäksi käsitteiden operationalisoinnin tulee olla kunnossa. Tämä tarkoittaa, että mittarin osioiden tulee mitata piirteitä, jotka todella liittyvät tutkittavaan käsitteeseen. (Metsämuuronen 2003, 43–44.)

Tutkielmassa käytettyä havainnointimenetelmää voidaan pitää sisäisesti validina, koska sen validius on testattu sekä laajassa yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa (Downer ym. 2007) että suomalaisessa tutkimuksessa (Pakarinen ym. 2007). Tutkielmassa käytettyjen maattisten testien validius on todettu suomalaisissa tutkimuksissa. Tämän tutkielman validiutta kokonaisuudessaan lisää se, että teoriaosassa on käytetty samoja käsitteitä kuin mittareissa. Käsitteitä on myös selitetty auki ja niihin liittyvää taustateoriaa on esitelty. Näin

ollen lukijalla on mahdollisuus arvioida, ovatko käytetyt käsitteet ilmiön ymmärtämisen kannalta keskeisiä.

Validiutta tässä tutkielmassa heikentää, että opettajan ohjaustyyliä on havainnointi muillakin kuin matematiikan tunneilla. Opettajan ohjaustyylistä tehdyt havainnot kertovat, millainen tutkitun opettajan ohjaustyyli on yleisesti. Havainnointitulokset eivät huomioi ohjaustyylin mahdollista vaihtelua eri aineiden oppitunneilla. Tämä voi vääristää tuloksia, koska opettajan ohjaustyyli matematiikan tunneilla saattaa olla erilainen kuin hänen ohjaustyyliensä muilla tunneilla.

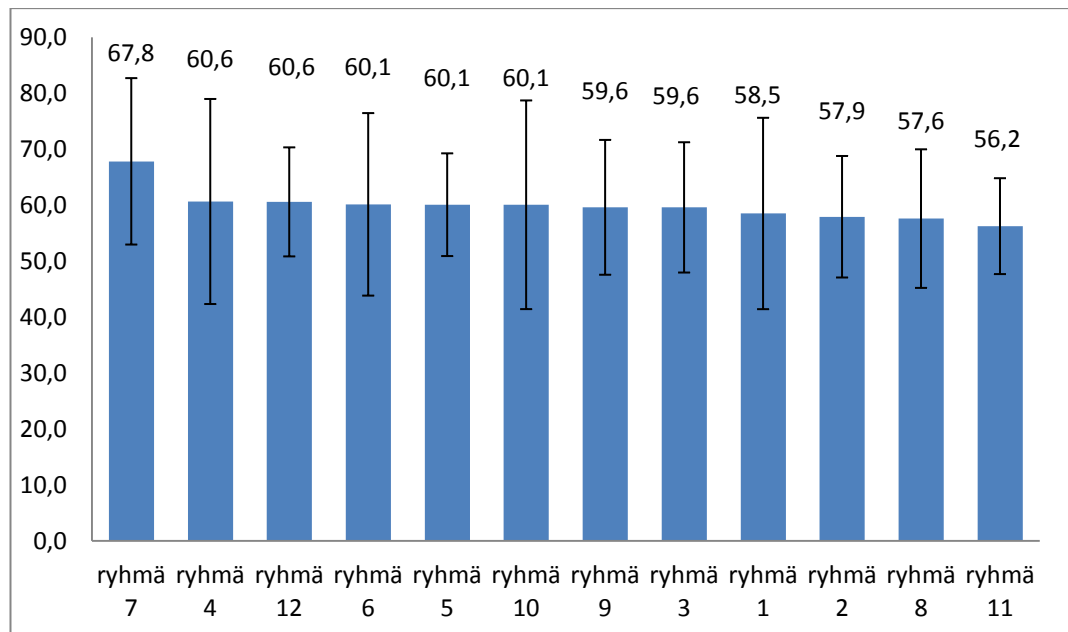
Ulkoisella validiudella tarkoitetaan tutkimuksen tulosten yleistettävyyttä (Metsämuuronen 2003, 43). Tämän tutkimuksen perusjoukko ovat joensuulaiset neljännen luokan opetusryhmät. Niinpä tulokset ovat ensisijaisesti yleistettävissä Joensuun alueen opetusryhmissä. Koska Suomen kouluissa perusopetus on suhteellisen tasalaatuista, voidaan tuloksia varovaisesti yleistää koko Suomen neljännen luokan ryhmiin. Tämän tutkielman yleistettävyyttä vähentää tutkittujen opettajien (n=12) pieni määrä. Yleistettävyyttä vähentää myös se, että tutkittavat opettajat on valittu vapaaehtoisuuden perusteella. Opettajuudestaan epävarmat opettajat eivät ehkä ole lähteneet mukaan tutkimukseen. Tutkimustulokset saattavat siis antaa joensuulaisten opettajien ohjaustyylistä todellista laadukkaamman kuvan.

6 TULOKSET

6.1 Matematiikan osaaminen neljännellä luokalla

Kuviossa 3 on esitetty neljännen luokan oppilaiden (N 177) matematiikan taitojen taso. Testitulokset on esitetty ryhmien keskiarvojen avulla. Matematiikan osaamista testattiin neljännen luokan keväällä kolmella testillä, jotka mittasivat laskutaitoja, kertotaulun osaamista ja aritmeettisia päättelytaitoja

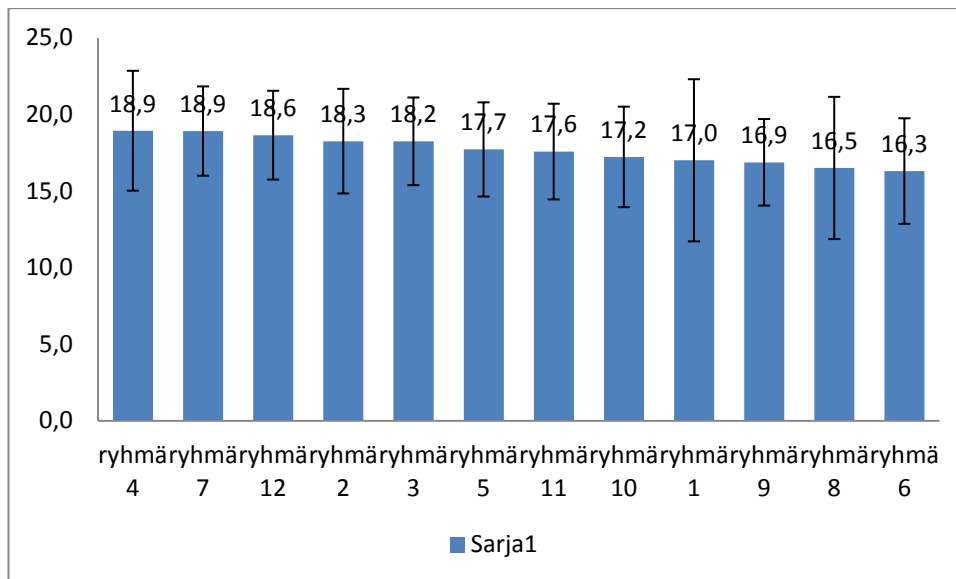
Matematiikan taitojen keskiarvo koko tutkimusjoukossa oli 59,7 (s=13,46). Kuvion 3 perusteella matematiikan osaamiserot ryhmien välillä olivat pieniä. Erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä (p=0,857). Hieman enemmän muista erottui parhaiten menestynyt ryhmä 7 (Ka=67,8, s=14,9). Matematiikan osaamiserot muiden luokkien välillä olivat hyvin pieniä. Keskiarvoja voimakkaammin vaihteli keskihajonta. Suurin keskihajonta oli ryhmässä 10 (s=18,6) ja pienin ryhmässä 6 (s=8,6).



KUVIO 3. Matematiikan testitulosten keskiarvot ja keskihajonnat ryhmittäin

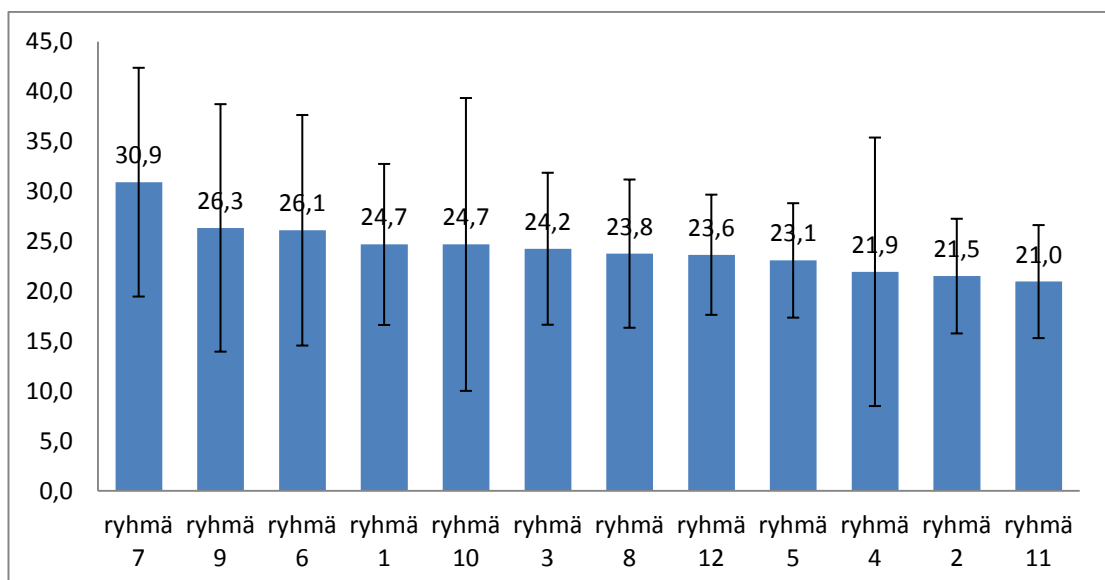
Kun tarkasteltiin matematiikan osaamista jokaisessa testissä erikseen, havaittiin, että ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa laskutaidon testissä ($p=0,490$), kertotaulutestissä ($p=0,516$) eikä aritmeettisen päättelyn testissä ($p=0,271$). Koska ryhmien keskimääräinen osaaminen oli samantasoista, tulosten tarkastelussa testeittäin kiinnitetään huomiota erityisesti keskihajontaan. Keskihajonnan tarkastelua puoltaa se, että oppilaiden erilaiset matematiikan taidot tekevät matematiikan opettamisesta haasteellista. Lisäksi keskihajonta kertoo opetuksen laadusta. Perusopetuksen tavoitteena on opettaa matematiikan perustaitoja kaikille oppilaille. Näin ollen ei voida pitää onnistuneena sellaista opetusta, joka auttaa jotkut oppilaat erinomaisiin suorituksiin, mutta ei varmista kaikkien osaamista.

Laskutaidon testitulokset on esitetty kuviossa 4. Laskutaidon keskiarvo koko tutkimusjoukossa oli 17,62 ($s=3,404$). Parhaiten ja heikoiten menestyneen ryhmän keskiarvojen ero oli pieni, vain 2,6 pistettä. Hajonta ryhmien sisällä oli suurempaa kuin ryhmien välillä. Suurin keskihajonta on ryhmässä 1 ($s=5,292$) ja pienin keskihajonta ryhmässä 9 ($s=2,825$).



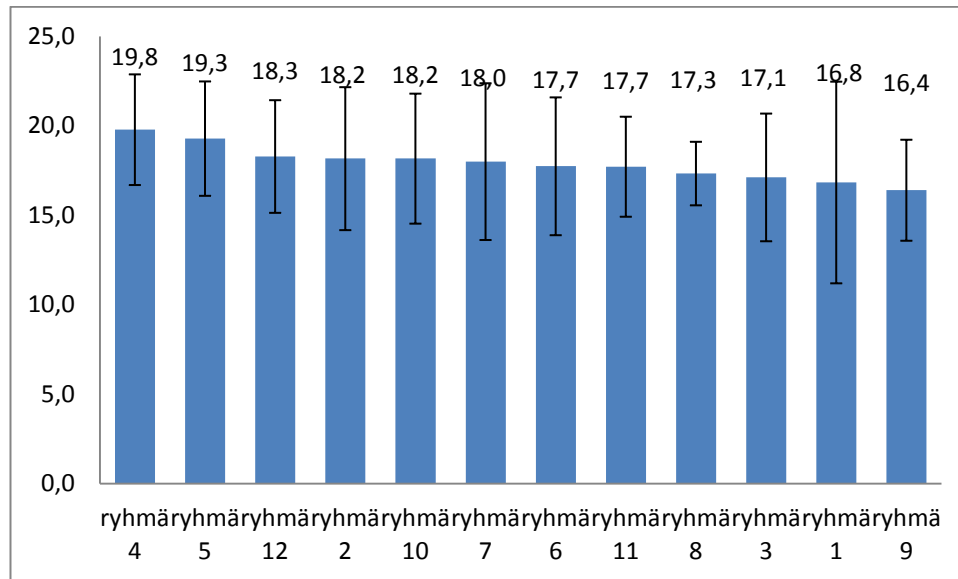
KUVIO 4. Laskutaidon testitulosten keskiarvot ja keskihajonnat ryhmittäin

Kertotaulun testitulokset näkyvät kuviossa 5. Koko tutkimusjoukon keskiarvo oli 24,20 (s=9,893). Hieman muita enemmän erottui parhaiten menestynyt ryhmä, jonka keskiarvo oli 30,9 (s=11,46). Loput ryhmät erosivat toisistaan paljon vähemmän. Ryhmien sisäiset keskihajonnat olivat tässä testissä todella suuria. Eniten hajontaa oli ryhmässä 10 (s=14,67) ja vähiten ryhmässä 11 (s=5,661).



KUVIO 5. Kertotaulutestitulosten keskiarvot ja keskihajonnat ryhmittäin.

Aritmeettisen päättelytaidon testin pisteet näkyvät kuviossa 6. Aritmeettisen päättelytaidon testin keskiarvo koko tutkimusjoukossa oli 17,92 ($s=3,460$). Mikään ryhmistä ei erottunut keskiarvon suhteen muista. Jokaisen ryhmän keskiarvo on enintään pisteen päässä sitä lähimpänä olevien ryhmien keskiarvoista. Keskihajonnassa oli suurempia eroja. Suurin keskihajonta oli ryhmässä 1 ($s=5,636$) ja pienin ryhmässä 8 ($s=1,775$)



KUVIO 6. Aritmeettisen päättelytaidon testitulosten keskiarvot ja keskihajonnat ryhmittäin

Matematiikan osatestien väliset yhteydet on esitetty taulukossa 3. Matematiikan kokonaispistemäärään vaikutti eniten kertotaulutesti. Kerotaulutestissä oli suurin maksimipistemäärä. Oppilaat saivat kertotaulutestissä huomattavasti enemmän pisteitä kuin muissa testeissä. Kaikki osatestit korreloivat tilastollisesti erittäin merkitsevästi keskenään. Testit siis mittasivat ainakin osittain samaa asiaa. Laskutaidon yhteys aritmeettisiin päättelytaitoihin ($r=0,524$) ja kertolaskutaitoon ($r=0,437$) oli merkittävyydeltään keskimääräinen. Kertolaskutaidon ja aritmeettisen päättelytaidon välinen yhteys oli merkittävyydeltään heikko ($r=0,261$).

Osataitojen välisiä korrelaatioita voidaan selittää tehtävien laadulla. Aritmeettisen päättelytaidon testi vaati testeistä eniten päättelykykyä ja matemaattista ymmärtämistä. Kertotaulun osaaminen perustui ulkoa oppimiseen. Laskutaidon testissä saattoi pärjätä harjoittelun

synnyttämällä rutinoituneella laskutaidolla, mutta tehtävien ymmärtämisestä oli myös apua. Voisi väittää, että ahkerasti harjoittelevat oppilaat saavuttivat parempia tuloksia kertotaulun ja laskutaidon testeissä. Matematiikkaa ymmärtämään pyrkivät oppilaat puolestaan menestyivät aritmeettisen päättelyn ja laskutaidon testeissä.

Toisaalta testien välisiä korrelaatioita voidaan selittää myös matematiikan teorian pohjalta. Laskutaitojen ja aritmeettisen päättelyn eli lukujonotaitojen välinen yhteys selittyy siten, että laskutaito kehittyy lukujonotaitojen luomalle perustalle (Aunio 2004, 203). Laskutaidon ja kertotaulun välinen yhteys selittyy siten, että kertolasku voidaan ymmärtää toistettuna yhteenlaskuna (Baroody 2004, 193, 209).

TAULUKKO 3. Matematiikan osatestien väliset yhteydet

	Aritm.päättely	Kertotaulu	Laskutaito	Kokonaispisteet
Aritm.päättely	1,000	,261***	,524***	,602***
Kertotaulu	,261***	1,000	,437***	,872***
Laskutaito	,524***	,437***	1,000	,732***
Kokonaispisteet	,602***	,872***	,732***	1,000

(t)p<.10, *p<.05, **p<.01, ***p<.001

6.2 Tyttöjen ja poikien matematiikan taitojen väliset erot

Taulukossa 4 näkyvät tyttöjen ja poikien keskiarvot ja keskihajonnat laskutaidon, aritmeettisen päättelyn ja kertotaulun testeissä. Lisäksi taulukossa näkyvät koko testisarjan keskiarvot ja keskihajonnat. Pojat menestyivät matematiikan testeissä tyttöjä paremmin. Poikien koko testin keskiarvo oli 57,31 ja tyttöjen 62,48. Ero oli tilastolliselta merkitsevyydeltään suuntaa antava ($p=0,12$).

Kertotaulutestissä pojat ($ka=24,55$) menestyivät tyttöjä paremmin ($ka=23,88$), mutta tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($0,716$). Laskutaidon testissä pojat menestyivät tilastollisesti merkitsevästi paremmin ($p=0,001$) kuin tytöt. Poikien laskutaidon keskiarvo oli 18,55 ja tyttöjen 16,79. Edelleen pojat menestyivät tilastollisesti erittäin merkitsevästi paremmin kuin tytöt aritmeettisen päättelytaidon testissä ($p=0,000$). Poikien aritmeettisen päättelytaidon keskiarvo oli 19,37 ja tyttöjen 16,64.

TAULUKKO 4. Poikien ja tyttöjen matematiikan testien keskiarvot ja keskihajonnat

		Kertotaulu	Laskutaito	Aritm. päättely	Kokonaispisteet
Tytöt	Keskiarvo	23,88	16,79	16,6383	57,3085
	N	94	94	94	94
	Keskihajonta	10,086	3,436	3,06507	13,05573
Pojat	Keskiarvo	24,55	18,55	19,3735	62,4819
	N	83	83	83	83
	Keskihajonta	9,718	3,132	3,31924	13,45848

Matematiikan keskimääräinen osaaminen oli tytöillä ja pojilla lähes samantasoista. Tulokset ovat tältä osin yhtäpitäviä aiempien tutkimusten kanssa (Hirvonen 2012; Huisman 2006; Mattila 2005; Niemi 2008). Poikien parempaa menestymistä aritmeettisen päättelytaidon tehtävissä voi selittää se, että tehtävät olivat tyypiltään monivalintatehtäviä. Aiempien tutkimusten perusteella pojat osaavat monivalintatehtäviä paremmin kuin tytöt (Hirvonen 2012; Niemi 2008). Toisaalta sekä aritmeettisen päättelyn että laskutaidon tehtävät sijoittuivat matematiikan osa-alueeseen luvut ja laskutoimitukset, jolla alueella pojat ovat osoittaneet paremmuutensa aiemminkin (Hirvonen 2012; Niemi 2008).

6.3 Opettajien ohjaustyyli neljännellä luokalla

Neljännän luokan opettajien ohjaustyylien alaulottuvuudet

Opettajan ohjaustyyli koostuu 11 alaulottuvuudesta. Alaulottuvuus kielteinen ilmapiiri poikkeaa muista ohjaustyylin alaulottuvuuksista siten, että kielteisen ilmapiiri arvot ovat negatiivisessa yhteydessä ohjaustyylin laatuun. Siksi analyysissä käytetään ulottuvuuden kielteinen ilmapiiri käännettyjä arvoja. Sekaannuksen välttämiseksi käännettyistä arvoista käytetään nimitystä ”ei kielteinen ilmapiiri”. Käännettyistä arvoista seuraa, että ei kielteisen ilmapiirin matala arvo tarkoittaa huonoa ja korkea arvo hyvää ilmapiiriä. Ei kielteisen ilmapiirin arvot ovat positiivisessa yhteydessä ohjaustyylin laatuun kuten muidenkin alaulottuvuuksien arvot.

Taulukossa 5 näkyvät 12 opettajan keskiarvot ja keskihajonnat kunkin ohjaustyylin alaulottuvuuden kohdalla. Lisäksi taulukossa näkyy kunkin alaulottuvuuden pienin ja suurin arvo. Ei kielteistä ilmapiiriä lukuunottamatta kaikkien alaulottuvuuksien keskiarvot sijoittuivat tasolle keskimääräinen. Ei kielteinen ilmapiiri sijoittui tasolle korkea.

Ohjaustyylin alaulottuvuuksista keskiarvoltaan korkeimmalle sijoittuivat tuotteliaisuus ($Ka=5,502$ $s=0,673$) ja käyttäytymisen säätely ($Ka=5,47$, $s=0,91$). Näiden muuttujien arvot lähestyivät korkeaa tasoa. Korkea tuotteliaisuus tarkoittaa, että oppilaille riittää tekemistä koko oppitunnin ajaksi eikä heidän tarvitse odotella tehtävien välillä. Tuotteliaassa luokassa opettaja pysyy hyvin aiheessa eikä anna oppilaiden keskeyttää tai häiritä opetusta. Lisäksi opettaja on organisoinut siirtymät tehtävästä toiseen hyvin, jolloin oppilaat ovat koko ajan tietoisia siitä, mitä heidän pitää tehdä. Useimpien opettajien tuotteliaisuus ei yltänyt aivan korkealle tasolle, joten heidän opetuksessaan ilmenee toisinaan oppilaiden hetkellistä toimetttömyyttä ja epätietoisuutta.

Korkeahko käyttäytymisen säätely näkyy siten, että opettaja ilmaisee yleensä selkeästi, millaista käytöstä hän edellyttää oppilailta. Lisäksi opettaja huolehtii, että oppilaat käyttäytyvät edellytysten mukaisesti. Opettaja osaa yleensä ennalta ehkäistä tilanteita, jotka voisivat johtaa huonoon käytökseen, mutta ei aina tunnista ongelmiin johtavia tilanteita. Opettaja suosii hienovaraisia vihjeitä puuttuessaan oppilaiden epäsuotuisaan käytökseen, esimerkiksi ottaa hyvin käyttäytyvän oppilaan malliksi muille.

TAULUKKO 5. Neljännen luokan opettajien ohjaustyylin laatuun vaikuttavien alaulottuvuuksien keskiarvot ja keskihajonnat.

	Keskiarvo	Pienin arvo	Suurin arvo	Keskihajonta
Myönteinen ilmapiiri	5,14	3,10	5,75	0,77
Ei kielteinen ilmapiiri	6,84	7,00	5,20	0,52
Opettajan sensitiivisyys	5,10	3,25	5,86	0,79
Lasten näkökulmien huomiointi	4,92	3,65	5,95	0,65
Käyttäytymisen säätely	5,47	3,05	6,35	0,91
Tuotteliaisuus	5,50	3,65	6,05	0,67
Ohjauksen muodot	5,13	3,75	5,70	0,61
Käsitteiden oppiminen	4,65	3,40	5,50	0,56
Palautteen laatu	4,62	3,35	5,85	0,70
Kielen käyttäminen	4,39	3,30	5,60	0,75

Keskimääräisen tason ylärajalle sijoittuivat ohjaustyylin alaulottuvuudet myönteinen ilmapiiri ($K_a=5,14$, $s=0,77$), ohjauksen muodot ($K_a=5,14$, $s=0,61$) ja opettajan sensitiivisyys

($K_a=5,10$, $s=0,79$). Ulottuvuus myönteisen ilmapiiri kertoo opettaja-oppilassuhteen ja oppilaiden välisten suhteiden lämpimyydestä. Keskimääräisellä tasolla opettaja ja oppilaat osoittavat joskus toistensa arvostamista ja toisistaan pitämistä. Opettajan ja oppilaiden välillä on joskus myönteistä kielellistä tai fyysistä kommunikaatiota. Keskimääräisellä tasolla opettaja ei välttämättä suhtaudu myönteisesti kaikkiin oppilaisiin.

Ohjauksen muodot kuvaa sitä, miten opettaja pyrkii lisäämään oppilaiden kiinnostuneisuutta ja aktiivista osallistumista opiskeluun. Keskimääräisellä tasolla opettaja kiinnittää jonkin verran huomiota muokatakseen opetusta lapsia kiinnostavaksi ja osallistavaksi. Toisinaan opettaja suosii toiminnallista oppimista, mutta toisinaan pitäytyy luentotyypissä informaation jaossa. Opettaja käyttää erilaisia materiaaleja ja aistikanavia opetuksessa ottaakseen huomioon oppilaiden erilaiset oppimistyylit. Vaihtelevien opetustapojen käyttö ei kuitenkaan ole johdonmukaista. Opettajan käytöksen epäjohdonmukaisuuden vuoksi oppilaat ovat kiinnostuneita opetuksesta ja aktiivisesti mukana vain osan aikaa tai vain osa oppilaista on mukana.

Opettajan sensitiivisyys ilmaisee, kuinka hyvin opettaja tunnistaa oppilaiden tiedollisia ja emotionaalisia tarpeita ja kuinka hyvin hän osaa vastata näihin tarpeisiin. Keskimääräisellä tasolla opettajan reagointi lasten tarpeisiin on osittain puutteellista. Opettaja ehkä huomaa vain niiden oppilaiden tarpeet, jotka pyytävät selkeimmin apua. Opettaja saattaa myös tunnistaa vain oppilaiden tiedolliset tarpeet ja jättää emotionaaliset tarpeet huomioimatta tai toisin päin. Lisäksi opettaja ei aina suhtaudu tarpeeksi vakavasti siihen, mitä joku oppilas haluaa hänelle kertoa. Niinpä opettaja ei aina osaa ratkaista tehokkaasti oppilaiden ongelmia. Tällaisessa luokassa osa oppilaista tukeutuu aktiivisesti opettajaan, mutta toiset oppilaat saattavat arkailla avun pyytämistä.

Lasten näkökulmien huomiointi kuvaa, miten paljon opettaja painottaa opetuksessaan lasten mielenkiinnon kohteita ja kuinka hän osaa tukea lasten itsenäistä ja vastuullista toimintaa. Lasten näkökulmien huomiomisen keskimääräisellä tasolla ($K_a=4,92$, $s=0,65$) opettaja joustaa toisinaan suunnitelmistaan antaakseen enemmän aikaa oppilaita kiinnostavalle keskustelulle tai toiminnalle. Toisinaan opettaja sallii oppilaiden toimia vapaammin

ja keskittyä niihin asioihin, jotka kiinnostavat heitä eniten. Toisinaan opetus on hyvin opettajajohtoista. Tällöin oppilaat saavat osallistua vain tekemällä tehtäviä tai vastaamalla opettajan kysymyksiin. Joskus opettaja sallii oppilaiden vapaan liikkumisen ja keskustelun, mutta yleensä ei.

Keskimääräisen tason keskivaiheille sijoittuvat käsitteiden oppiminen ($Ka=4,65$, $s=0,56$) ja palautteen laatu ($Ka=4,62$, $s=0,69$). Käsitteiden oppimisen korkea laatu tarkoittaa, että opettaja suosii opetuskeskusteluja ja toimintoja, jotka kehittävät oppilaiden ajattelutaitoja sekä auttavat käsitteiden ymmärtämisessä ulkoa oppimisen sijaan. Keskimääräisellä käsitteiden oppimisen tasolla opettaja suosii enemmän mekaanisia kuin päättelytehtäviä. Opettaja kysyy enemmän suljettuja kysymyksiä, joihin on yksi oikea vastaus kuin avoimia kysymyksiä, jotka edellyttävät oppilaiden omaa pohdintaa. Joskus opettaja antaa oppilaille aikaa kehitellä luovasti omia ideoitaan. Käsitteiden ymmärtämiseen tähtäävät keskustelut ovat yleensä lyhyitä. Opettaja linkittää uusia käsitteitä jo opittuun tai arkielämän ilmiöihin vain satunnaisesti.

Palautteen laatu kuvaa, kuinka paljon opettaja antaa oppilaille oppimista ja ymmärtämistä laajentavaa sekä osallistumiseen kannustavaa palautetta. Keskimääräisen palautteen laadun tasolla opettaja ohjaa toisinaan oppilaita vihjeiden avulla ratkaisemaan jonkin tehtävän tai päätyämään väärästä ratkaisusta oikeaan. Useimmiten opettaja vain sanoo ratkaisun olevan väärä ja antaa oppilaille oikean ratkaisun. Joskus opettaja kannustaa oppilaita perustelemaan vastauksistaan ja johdattelee keskustelua eteenpäin oppilaiden kommenttien perusteella. Opettaja saattaa tarjota oppilaille aiheeseen liittyvää ylimääräistä tietoa laajentaakseen oppimista. Toisinaan opettaja kannustaa oppilaita ongelmatilanteissa antamalla positiivista ja eteenpäin vievää palautetta.

Kielen käyttäminen ilmaisee, kuinka paljon ja millaisia keinoja opettaja käyttää rikastuttaakseen ja edistääksensä oppilaiden kielen kehitystä. Kielen käyttämisen keskimääräistä tasolla ($Ka=4,39$, $s=0,75$) luokassa esiintyy jonkin verran keskusteluja opettajan ja oppilaiden välillä sekä oppilaiden kesken. Keskustelut ovat kuitenkin usein lyhyitä, eikä opettaja ei osaa tarttua oppilaiden aloittamiin keskusteluihin laajentaakseen

niiden kautta oppimista. Opettajan esittämät kysymykset ovat useammin suljettuja kuin avoimia. Toisinaan, muttei säännöllisesti, opettaja käyttää monipuolista sanastoa selittäessään jotakin asiaa. Opettaja saattaa helpottaa oppilaiden ymmärtämistä erilaisten esimerkkien avulla sekä kuvaamalla omaa tai oppilaiden toimintaa ja ajatusprosessia sanallisesti.

Ei kielteinen ilmapiiri oli ainoa ohjaustyylin alaulottuvuus, joka sijoittui korkealle tasolle ($Ka=6,84$, $s=0,52$). Ei kielteisen ilmapiirin korkea arvo tarkoittaa, että luokassa ilmaistaan vain vähän kielteisiä tunteita ja ne menevät ohi nopeasti. Tutkitut ryhmät olivat ei kielteisen ilmapiirin osalta hyvin tasaisia. Kymmenen ryhmää 12:sta sai ei kielteisen ilmapiirin arvoksi viisi. Ei kielteinen ilmapiiri kuvaa kielteisten tunteiden ilmaisemisen yleisyyttä, laatua ja vakavuusastetta luokassa. Ei kielteisen ilmapiirin korkealla tasolla opettajilla ja oppilailta on tehokkaita keinoja hallita tunteitaan ja selvittää ikävät tilanteet. Tällöin kielteiset tunteet eivät pääse kasvamaan. Opettaja ei huuda oppilaille eikä uhkai-leheitä pitäkseen yllä järjestystä. Opettaja ei nöyryytä, alista tai häpäise oppilaita eikä ole heitä kohtaan sarkastinen tai epäkunnioittava. Vastaavasti oppilaat eivät ole sarkastisia tai epäkunnioittavia opettajaa kohtaan. Luokassa ei ilmene vakava-asteista kielteisyyttä kuten pitkään jatkunutta kiusaamista.

Koska ei kielteisen ilmapiirin arvo oli kaikissa luokissa yhtä lukuunottamatta korkea, on ei kielteisestä ilmapiiristä jatkossa tehtyihin päätelmiin syytä suhtautua varauksellisesti. Kun päätelmät perustuvat vain yhden tapauksen vertailuun, eivät tulokset ole yleistettävissä. Ei kielteinen ilmapiiri on kuitenkin säilytetty tulosten tarkastelussa, koska se on CLASS-teorian mukainen. Aiempien tutkimusten kanssa yhtenevät muuttujat helpottavat tämän tutkielman tulosten vertailua aiempiin tutkimustuloksiin.

6.4 Neljännen luokan opettajien ohjaustyylien pääulottuvuudet

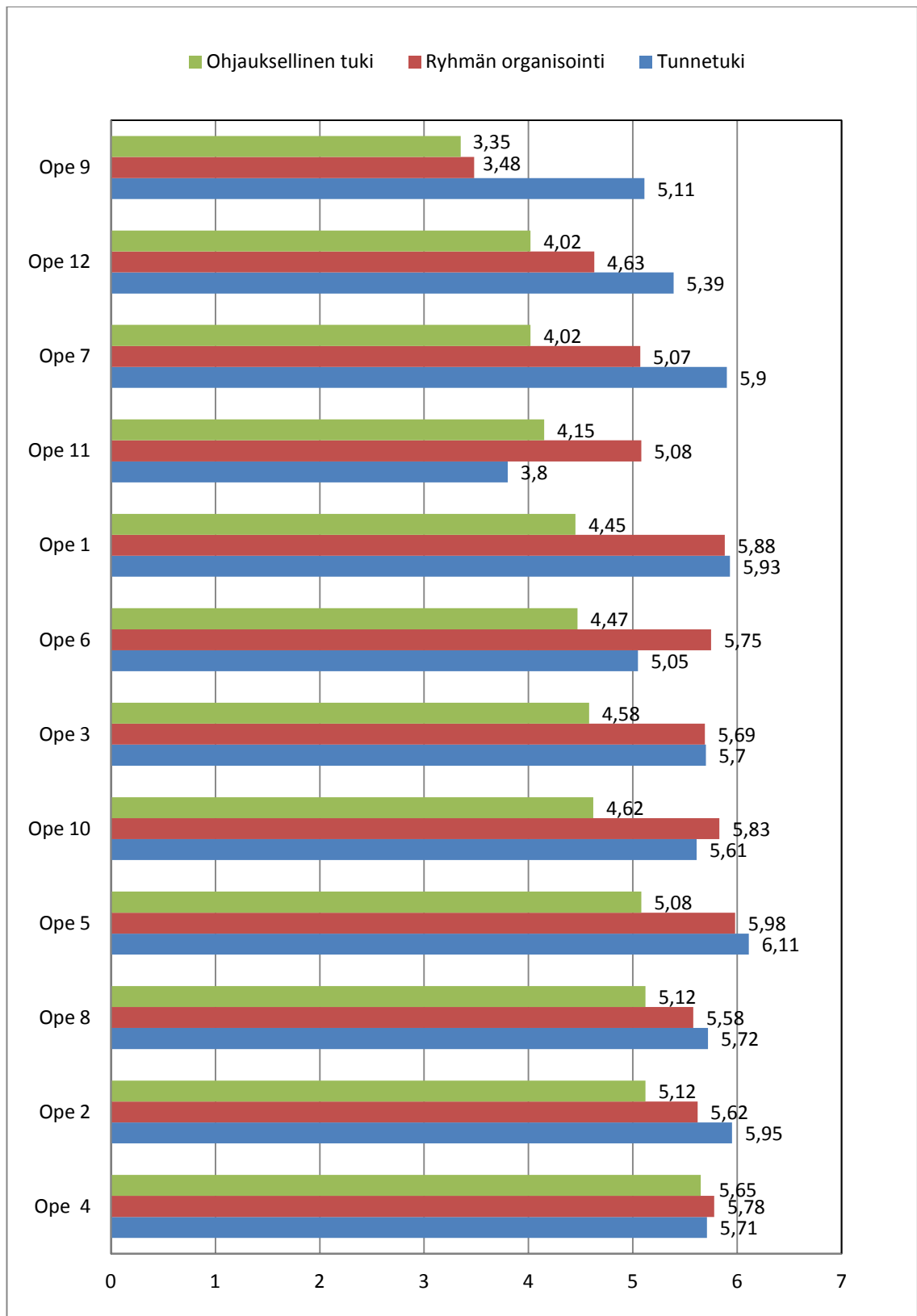
Ohjaustyylin alaulottuvuudet voidaan tiivistää kolmeksi pääulottuvuudeksi, jotka ovat ohjauksellinen tuki, ryhmän organisointi ja tunnetuki. Kuviossa 7 on esitetty opettajakohtaisesti 12 neljännen luokan opettajan ohjaustyylin pääulottuvuudet. Kunkin pääulottuvuuden arvo on sen alaulottuvuuksien keskiarvo. Ohjauksellinen tuki sisältää ulottuvuudet käsitteiden oppiminen, palautteen laatu ja kielen käyttäminen. Ryhmänorganisointi muodostuu käyttäytymisen säätelystä, tuotteliaisuudesta ja ohjauksen muodoista. Tunnetukeen kuuluvat ulottuvuudet myönteinen ilmapiiri, ei kielteinen ilmapiiri, opettajan sensitiivisyys ja lasten näkökulmien huomioon ottaminen.

Kuvion 7 mukaan lähes jokaisen opettajan tarjoama tunnetuki oli lähellä arvoa korkea. Kaikkien opettajien tunnetukien keskiarvo oli 5,50 ($s=0,63$). Kymmenellä opettajalla kahdestatoista tunnetuen arvo sijoittui viiden ja kuuden väliin. Yksi opettajista sijoittui tasolle korkea ($Ka=6,11$) ja yksi opettaja jäi selvästi tasolle keskimääräinen ($Ka=3,8$).

Opettajien ryhmän organisointitaidot olivat korkeahkoja ($Ka=5,37$, $s=0,72$). Kymmenen opettajaa kahdestatoista sijoittui ryhmän organisointitaidoiltaan tasolle viisi. Yksi opettaja sijoittui tasolle neljä ja yksi tasolle kolme. Kolmesta ohjaustyylin osa-alueesta heikoimmat arvioinnit sai ohjauksellinen tuki ($Ka=4,55$ $s=0,63$). Useimpien opettajien ohjauksellinen tuki sijoittui selkeästi tasolle keskimääräinen. Kolme opettaja sijoittui tason viisi alarajoille ja seitsemän opettajaa tasolle neljä. Yksi opettaja jäi tasolle kolme ($Ka=3,35$) ja yksi opettaja lähestyi tasoa kuusi ($Ka=5,65$).

Opettajien ohjaustyylien välillä oli jonkin verran eroja. Tunnetueltaan heikoin opettaja oli 2.31 pistettä heikompi kuin tunnetueltaan vahvin opettaja. Ohjauksellisen tuen ero heikoimman ja vahvimman opettajan välillä oli 2.43 pistettä. Ryhmän organisoinnissa ero oli 2.5 pistettä. Kuitenkin erot opettajien ohjaustyylien välillä olivat niin pieniä, että opettajien jakaminen ohjaustyyliensä erilaisiin ryhmiin ei onnistunut järkevällä tavalla.

Edellä esiteltyjen tulosten mukaan opettajan ohjautyylin laatu tutkituissa luokissa on suhteellisen korkea. Tulokset eivät kuitenkaan ole suoraan yleistettävissä muihin suomalaisiin koululuokkiin, koska opettajan havainnointi perustui opettajan vapaaehtoisuuteen. On mahdollista, että havainnoitavaksi ovat suostuneet opetustaidoiltaan keskimääräistä paremmat opettajat. Ainakin voi epäillä, että omaa opetustaitoaan epäilevät opettajat ja opettajat, joiden luokissa on paljon järjestys- ja ilmapiiriongelmaa, eivät ole suostuneet havainnoitaviksi.



KUVIO 7. Opettajakohtaiset ohjauksellisen tuen, ryhmänorganisoinnin ja tunnetuen arvot.

6.5 Opettajan ohjaustyylin yhteys oppilaiden matematiikan taitoihin

Opettajan ohjaustyylin yhteyttä matematiikan taitoihin tutkittiin Spearmanin järjestyskorrelaatiokertoimen avulla. Ohjaustyylin pääulottuvuuksien yhteydet matematiikan osaamiseen eri testeissä näkyvät taulukossa 6. Korrelaatiokertoimien perusteella aritmeettisen päättelytaidon ja ohjaustyylin pääulottuvuuksien välillä on tilastollisesti merkitseviä positiivisia yhteyksiä. Opettajan ryhmän organisointitaidot ovat tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä oppilaiden aritmeettisiin taitoihin ($r=0,162$). Myös opettajan tarjoama ohjauksellinen tuki on tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä aritmeettisiin taitoihin ($r=0,168$). Emotionaalisen tuen yhteys aritmeettisiin taitoihin on merkitsevyystasoltaan suuntaa antava ($r=0,124$). Opettajan ohjaustyylin pääulottuvuuksien ja oppilaiden kertotaulun osaamisen tai laskutaidon välillä ei ole tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä.

TAULUKKO 6. Opettajan ohjaustyylin yhteys oppilaiden matematiikan taitoihin

	Aritm. päättely	Kertotaulu	Laskutaito
Ryhmän organisointi	,162*	-0,057	-0,006
Emotionaalinen tuki	0,124(t)	-0,109	0,049
Ohjauksellinen tuki	,168*	-0,115	0,069

(t)p<.10, *p<.05, **p<.01, ***p<.001

Ohjaustyylin pääulottuvuuksien ja matematiikan osaamisen välisen yhteyden lisäksi tutkittiin ohjaustyylin alaulottuvuuksien yhteyttä matematiikan osaamiseen. Ohjaustyylin 11 alaulottuvuuden ja matematiikan osaamisen välisiä yhteyksiä tutkittiin Spearmanin järjestyskorrelaation avulla. Korrelaatiokertoimet on esitetty taulukossa 7.

Aritmeettisten päättelytaitojen ja ohjaustyylin alaulottuvuuksien välillä oli useita positiivisia yhteyksiä. Aritmeettiset taidot ja tunnetuen ulottuvuudet ei kielteinen ilmapiiri ($r=0,156$) sekä opettajan sensitiivisyys ($r=0,167$) olivat tilastollisesti merkitsevässä yhteydessä. Ryhmän organisoinnin ulottuvuus ohjauksen muodot ($r=0,185$) oli tilastollisesti merkitsevässä yhteydessä aritmeettisten taitojen kanssa. Tunnetuen ulottuvuuden palaut-

teen laatu ($r=0,167$) ja kielen käyttäminen ($r=0,165$) olivat yhteydessä aritmeettisiin taitoihin. Aritmeettisten taitojen ja käyttäytymisen säätelyn ($r=0,129$) sekä käsitteiden oppimisen ($r=0,141$) välillä oli tilastollisesti suuntaa antava yhteys.

Ohjaustyylin pääulottuvuudet eivät olleet yhteydessä kertotaulu tai laskutaitoon (ks. luku 6.4). Mikään yksittäinen ohjaustyylin alaulottuvuuskaan ei ollut tilastollisesti merkitsevässä yhteydessä oppilaiden kertotaulu tai laskutaitoihin. Kuitenkin kertotaulun osaaminen ja ohjaustyylin alaulottuvuuksien ei kielteisen ilmapiiri ($r=-0,139$), lasten näkökulmien huomioon ottaminen ($r=-0,141$) ja kielen käyttäminen ($r=-0,127$) välillä oli tilastollisesti suuntaa antava yhteys.

TAULUKKO 7. Opettajan ohjaustyylin alaulottuvuuksien ja matematiikan taitojen väliset yhteydet

	Aritm. päättely	Kertotaulu	Laskutaito
Myönteinen ilmapiiri	0,072	-0,044	-0,016
Ei kielteinen ilmapiiri	,156*	-0,139(t)	0,015
Opettajan sensitiivisyys	,167*	-0,111	0,075
Lasten näkökulmat	0,121	-0,141(t)	0,007
Käyttäytymisen säätely	0,129(t)	-0,015	0,023
Tuotteliaisuus	0,113	-0,003	-0,035
Ohjauksen muodot	,185*	-0,09	-0,001
Käsitteiden oppiminen	0,141(t)	-0,098	-0,022
Palautteen laatu	,167*	-0,066	0,101
Kielen käyttäminen	,165*	-,127(t)	,102

(t) $p<.10$, * $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

Edellä esiteltyjen tutkimustulosten perusteella ohjaustyylin ja aritmeettisten päättelytaitojen välinen yhteys on voimakkaampi kuin ohjaustyylin ja laskutaidon tai kertotaulutaidon

välinen yhteys. Kun tutkielmassa käytettyjä matematiikan tehtäviä verrataan keskenään, havaitaan, että eniten päättelytaitoja ja ymmärtävää oppimista testasivat aritmeettisen päättelytaidon tehtävät. Matematiikan oppimisteorioiden valossa on loogista, että opettajan käyttämä täsmällinen ja monipuolinen matemaattinen kieli, matemaattisten käsitteiden ymmärtämistä painottava opetus sekä täsmällinen ja ymmärtämistä laajentava palaute edistävät oppilaiden matematiikan osaamista.

Oppilaiden aritmeettista osaamista paransi myös opettajan tarjoama laadukas tunnetuki. Tunnetuen yhteys parempaan osaamiseen selittyy siten, että ystävällinen ilmapiiri ja haastavissa tehtävissä kannustava opettaja rohkaisevat oppilaita yrittämään ja kokeilemaan erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja. Rohkeus yrittää näkyy matematiikan syvällisempänä oppimisena. Ryhmän organisointiin liittyvistä tekijöistä aritmetiikan oppimiseen vaikuttivat erityisesti ohjauksen muodot ja käyttäytymisen säätely. Hyvin organisoidussa ryhmässä oppilaat keskittyvät opiskeltavaan asiaan, mistä seuraa parempia oppimistuloksia.

6.6 Opettajan ohjaustyylin yhteys tyttöjen ja poikien matematiikan taitoihin

Ohjaustyylin ja matematiikan taitojen välisen yhteyden lisäksi tässä tutkielmassa selvitetiin, onko ohjaustyyli eri tavalla yhteydessä tyttöjen ja poikien matematiikan taitoihin. Taulukossa 8 on esitetty opettajan ohjaustyylin ja matematiikan taitojen välisistä yhteyksistä kertovat Spearmanin korrelaatiokertoimet erikseen tytöille ja pojille.

Tulosten mukaan tyttöjen aritmeettiset päättelytaidot olivat tilastollisesti merkitsevässä positiivisessa yhteydessä ryhmän organisoinnin ($r=0,213$) ja opettajan tarjoaman ohjauksellisen tuen ($r=0,218$) kanssa. Tyttöjen kertotaulun osaaminen oli merkitsevyytasoltaan suuntaa antavassa negatiivisessa yhteydessä opettajan tarjoaman tunnetuen ($r=-0,194$) ja ohjauksellisen tuen kanssa ($r=-0,188$). Tyttöjen laskutaidon ja opettajan ohjaustyylin välillä ei ole yhteyttä. Poikien laskutaidon ja opettajan tarjoaman ohjauksellisen tuen välillä on tilastollisesti suuntaa antava positiivinen yhteys ($r=0,191$). Tilastollisesti merkitseviä yhte-

yksiä poikien matematiikan osaamisen ja opettajan ohjaustyylin pääulottuvuuksien välillä ei tulosten mukaan ollut.

TAULUKKO 8. Opettajan ohjaustyylin yhteys tyttöjen ja poikien matematiikan taitoihin

		Aritm. päättely	Kertotaulu	Laskutaito
Tytöt	Ryhmän organisointi	,213*	-,061	-,091
	Tunnetuki	,153	-,194 (t)	-,055
	Ohjauksellinen tuki	,218*	-,188(t)	-,041
Pojat	Ryhmän organisointi	,096	-,066	,084
	Tunnetuki	,140	-,037	,177
	Ohjauksellinen tuki	,150	-,044	,191(t)

(t)p<.10, *p<.05, **p<.01, ***p<.001

Opettajan ohjaustyylin yhteyttä tyttöjen poikien matematiikan taitoihin tarkasteltiin lisäksi alaulottuvuussittain. Ohjaustyylin ja matematiikan taitojen välisistä yhteyksistä kertovat Spearmanin korrelaatiokertoimet on esitetty taulukossa 9 erikseen tyttöjen ja poikien osalta.

Vaikka poikien aritmetiikan taidot eivät olleet yhteydessä ohjaustyylin pääulottuvuuksien kanssa, olivat ne yhteydessä ohjaustyylin alaulottuvuuksien kanssa. Vastaavasti tyttöjen kertotaulu- ja laskutaidot ovat yhteydessä ohjaustyylin alaulottuvuuksien kanssa. Palautteen laatu oli tilastollisesti merkitsevässä yhteydessä sekä tyttöjen ($r=0,211$) että poikien ($r=0,253$) aritmeettisten taitojen kanssa. Tilastollisesti suuntaa antava yhteys oli kielteisen ilmapiirin ja tyttöjen ($r=0,181$) sekä poikien ($r=0,194$) aritmeettisten taitojen välillä.

Vain tyttöjen aritmeettisten taitojen kanssa tilastollisesti merkitsevässä yhteydessä oli käyttäytymisen säätely ($r=0,209$). Tilastollisesti suuntaa antava yhteys oli tyttöjen aritmeettisten taitojen ja tuotteliaisuuden ($r=0,183$), ohjauksen muotojen ($r=0,187$) sekä kielen käyttämisen ($r=0,202$) välillä.

TAULUKKO 9. Opettajan ohjaustyylin alaulottuvuuksien yhteys tyttöjen ja poikien matematiikan taitoihin

	Tytöt			Pojat		
	Aritm. päättely	Kertotaulu	Laskutaito	Aritm. päättely	Kertotaulu	Laskutaito
Myönteinen ilmapiiri	-,004	-,134	-,183(t)	,190(t)	,036	,177
Ei kielteinen ilmapiiri	,181(t)	-,227*	-,030	,194(t)	-,058	,086
Opettajan sensitiivisyys	,210*	,180(t)	-,031	,134	-,047	,186(t)
Lasten näkökulmat	,147	-,260*	-,089	,232*	-,009	,175
Käyttäytymisen säätely	,209*	,011	-,047	-,012	-,064	,065
Tuotteliaisuus	,183(t)	,023	-,095	-,012	-,064	,065
Ohjauksen muodot	,187(t)	-,156	-,149	,042	-,044	,047
Käsitteiden oppiminen	,114	-,205*	-,195(t)	,199(t)	-,028	,153
Palautteen laatu	,211*	-,122	-,006	,253*	-,001	,204(t)
Kielen käyttäminen	,202(t)	,201(t)	,005	,106	-,055	,186(t)

(t)p<.10, *p<.05, **p<.01, ***p<.001

Poikien aritmeettisten taitojen ja lasten näkökulmien huomioon ottamisen välillä oli tilastollisesti merkitsevä yhteys ($r=0,232$). Tilastollisesti suuntaa antava yhteys oli poikien aritmeettisten taitojen ja myönteisen ilmapiirin ($r=0,190$) sekä käsitteiden oppimisen ($r=0,199$) välillä.

Tyttöjen kertotaulun osaaminen ja lasten näkökulmien huomioon ottamisen ($r=-0,260$), ei kielteisen ilmapiirin ($r=-0,227$) sekä käsitteiden oppimisen ($r=-0,205$) välillä oli tilastollisesti merkitsevä negatiivinen yhteys. Tilastollisesti suuntaa antava negatiivinen yhteys oli tyttöjen kertotaulun osaamisen ja opettajan sensitiivisyyden ($r=-0,180$) sekä kielen käyttämisen ($r=-0,201$) välillä. Poikien kertotaulun osaaminen ja opettajan ohjaustyylin alaulottuvuudet eivät olleet yhteydessä toisiinsa.

Tyttöjen laskutaito oli tilastollisesti suuntaa antavassa negatiivisessa yhteydessä käsitteiden oppimisen ($r=-0,195$) ja myönteisen ilmapiirin ($r=-183$) kanssa. Poikien laskutaito oli tilastollisesti suuntaa antavassa positiivisessa yhteydessä opettajan sensitiivisyyden ($r=0,186$), palautteen laadun ($r=0,204$) ja kielen käyttämisen ($r=0,186$) kanssa.

Edellä esiteltyjen tutkimustulosten perusteella opettajan ohjaustyyli vaikuttaa eri tavalla tyttöjen ja poikien matematiikan oppimiseen. Tytöt näyttäisivät olevan herkempiä opettajan toiminnalle, koska tyttöjen matematiikan osaamisen ja opettajan ohjaustyylin väliltä löytyi enemmän yhteyksiä, kuin poikien osaamisen ja opettajan ohjaustyylin väliltä.

Mielenkiintoinen tulos oli, että opettajan tarjoama tunnetuki oli negatiivisessa yhteydessä tyttöjen kertotaulun osaamiseen. Negatiivinen yhteys tarkoittaa, että tytöt osasivat kertotaulun paremmin, jos luokassa oli huono ilmapiiri ja jos opettaja ei ollut herkkä oppilaiden tarpeille. Yhteyden voisi selittää siten, että kertotaulun hyvä osaaminen perustuu ulkoa oppimiseen. Huono ilmapiiri luokassa voi tarkoittaa sitä, että opettaja käyttäytyy uhkaavasti oppilaita kohtaan. Ei sensitiivisyys tarkoittaa, että opettaja ei huomaa oppilaiden turhautumisesta ulkoa opetteluun yhteydessä tai ei välitä siitä. Kertotaulun hyvä osaaminen tällaisessa luokassa saattaa johtua opettajan painostuksesta ja oppilaiden pelosta, että opettaja rankaisee huonosti osaavia.

Negatiivinen yhteys oli myös tyttöjen kertotaulun osaamisen ja ohjauksellisen tuen välillä. Tytöt siis oppivat kertolaskun paremmin luokissa, joissa opettaja ei panostanut käsitteiden ymmärtävään oppimiseen eikä monipuoliseen kielen käyttämiseen. Tämä havainto selittyy siten, että opettaja, joka ei panosta käsitteiden opettamiseen, saattaa panostaa ulkoa opetteluun. Ulkoa oppimisen painottamisesta seuraa, että tytöt oppivat kertotaulun ulkoa.

Toisin kuin tyttöjen, poikien kertotaulun oppimisen ja opettajan ohjaustyylin välillä ei ollut yhteyksiä. Tämä saattaa merkitä, ettei opettajan auktoriteetti vaikuta yhtä voimakkaasti poikien toimintaan. Opettajan auktoriteetin suuremmasta vaikutuksesta tyttöjen osaamiseen kertoo myös yhteys tyttöjen aritmeettisten taitojen ja käyttäytymisen säätelyn välillä. Jos opettaja selkeästi ilmaisee opiskelun tavoitteet ja käyttää tehokkaita keinoja häiritsevän

käyttäytymisen ehkäisemiseen, niin tytöt keskittyvät opiskeltavaan asiaan, mistä seuraa oppimista.

Poikien oppimiseen käyttäytymisen säätely ei vaikuttanut. Sen sijaan poikien aritmetiikan taitojen oppimista paransi, jos opettaja huomioi opetuksessaan lasten näkökulmia. Tämä perusteella poikien oppimista voi parhaiten edistää opetuksen kiinnostavuutta lisäämällä, ei pakottamalla. Poikien aritmeettisiin ja laskutaitoihin vaikutti myös ohjauksellinen tuki, erityisesti palautteen laatu ja opettajan kielen käyttäminen.

Tutkimustuloksissa erikoista oli myös tyttöjen laskutaidon lievästi negatiivinen yhteys luokan myönteiseen ilmapiiriin ja käsitteiden oppimiseen. Ilmapiirin ja laskutaidon välistä yhteyttä voisi mahdollisesti selittää siten, että ilmapiiriltään hyvässä luokassa osa tyttöjen opiskeluajasta kuluu luokkakaverien kanssa jutellen. Käsitteiden oppimisen ja laskutaidon negatiivista yhteys voisi olla samankaltainen kuin kertotaulun ja käsitteiden oppimisen yhteys. Osa laskutaidon testissä käytetyistä tehtävistä oli melko mekaanisia yhteen- ja vähennyslaskutehtäviä. Tällaisia perustehtäviä on saatettu harjoitella enemmän luokissa, joissa opettaja ei erityisesti panosta ymmärtämistä edistävään käsitteiden oppimiseen.

Tyttöjen ja poikien välistä eroa ei pitäisi kuitenkaan liikaa korostaa. Lahelma (2009, 139, 146) kritisoi artikkelissaan liiallisen huomion kiinnittämistä sukupuoleen. Hänen mukaansa tyttöjen ja poikien osaamisessa havaitaan kyllä eroja, jos niitä lähdetään etsimään. Helposti kuitenkin unohdetaan, että sukupuoliryhmien sisäiset erot ovat suurempia kuin niiden väliset. Kyseenalainen on myös perinteinen tapa tulkita poikien huono koulumenestys kiinnostuksen puutteeksi ja koulun soveltumattomuudeksi poikien luonteella. Tyttöjen huonoa koulumenestystä selitetään lahjattomuudella. Vastaavasti poikien hyvä koulumenestys selitetään lahjakkuudella ja tyttöjen menestys ahkeruudella sekä opettajan miellyttämällä.

7 POHDINTA

7.1 Tulosten tarkastelu

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten opettajan ohjaustyyli on yhteydessä matematiikan oppimiseen neljännellä luokalla. Tutkimuksessa vertailtiin eri opettajien ohjaustyyliä ja oppilaiden matematiikan osaamista näiden opettajien luokilla. Lisäksi tutkittiin, onko tyttöjen ja poikien matematiikan osaamisen välillä eroa ja onko opettajan ohjaustyyli eri tavalla yhteydessä tyttöjen ja poikien matematiikan osaamiseen.

Tulosten perusteella opetusryhmien väliset matematiikan osaamiserot olivat erittäin pieniä eivätkä ne olleet tilastollisesti merkitseviä. Yksilöiden väliset erot olivat huomattavasti suurempia kuin ryhmien väliset erot. Jos opetuksen laatua olisi tässä tutkielmassa arvioitu vain oppilaiden osaamisen perusteella, niin opetus olisi havaittu erittäin tasalaatuiseksi. Koska tutkielmassa käytettyjä matematiikan testejä ei ole aiemmin käytetty neljäsluokkalaisten osaamisen tutkimiseen, ei ole mahdollista arvioida, oliko matematiikan osaaminen tutkituissa kouluissa hyvää vai huonoa.

Kun tyttöjen ja poikien matematiikan osaamista verrattiin, havaittiin että pojat osasivat matematiikkaa hieman paremmin kuin tytöt. Erityisesti aritmeettisen päättelytaidon testissä pojat menestyivät tyttöjä paremmin. Pieni matematiikan osaamisero poikien hyväksi on havaittu myös muutamissa aiemmissa tutkimuksissa (Kupari 2012, 38–40; Niemi 2008, 65–67). Toisten tutkimusten mukaan tyttöjen ja poikien osaamisen välillä ei ole eroa (Hirvonen 2012, 45–49; Huisman 2006, 51, 53). Joissakin tutkimuksissa tytöt ovat osanneet matematiikkaa paremmin kuin pojat (Niemi 2004, 134–135).

Vaikka tämän tutkielman perusteella pojat osasivat hieman tyttöjä paremmin matematiikkaa, niin aiemmat tutkimukset huomioiden ero saattaa selittyä satunnaisella vaihtelulla. Poikien parempaa menestymistä saattaa selittää myös se, että tehtävät olivat tyypiltään päässä-lasku- ja monivalintatehtäviä. Aiempien tutkimusten perusteella pojat osaavat tyttöjä paremmin päässä-lasku- ja monivalintatehtäviä (Hirvonen 2012, 45–49; Mattila 2005, 61; Niemi 2008, 65–67).

Tutkittujen opettajien ohjaustyyli oli laadultaan korkeahkoja. Erityisesti tunnetuki ja ryhmän organisointitaidot olivat lähellä tasoa korkea. Laadukas tunnetuki on yhteydessä lasten sosiaalisten ja emotionaalisten taitojen kehittymiseen, mutta myös motivaatioon ja sitä kautta tiedollisiin taitoihin (Pianta & Hamre, 2009, 113). Ryhmän organisoinnin korkea taso tarkoittaa, että opiskeluaika käytetään luokassa tehokkaasti. Ryhmän organisointi on yhteydessä oppilaiden oman toiminnan säätelytaitoihin (Downer ym. 2010, 705–706).

Ohjauksellisen tuki oli laadultaan keskimääräistä. Ohjauksellisella tuella tarkoitetaan niitä opetuskäytänteitä, jotka saavat oppilaan kiinnostumaan opetettavasta asiasta ja tukevat hänen kognitiivista ja kielellistä kehitystään (Pianta & Hamre 2008, 113). Ohjauksellisen tuen on todettu olevan yhteydessä oppimistuloksiin (Downer ym. 2010, 705–706).

Kuvaileviin tunnuslukuihin pohjautuvan arvioinnin perusteella opettajien ohjaustyylien välillä oli vain pieniä eroja. Erojen vähäisyys saattaa johtua siitä, että tutkimukseen osallistuneet opettajat valikoituivat vapaaehtoisuuden perusteella. Voisi olettaa, että opetustai-

doistaan epävarmat opettajat eivät ole ilmoittautuneet vapaaehtoisiksi havainnoitaviksi. Näin ollen havainnoidut opettajat saattavat olla opettajina keskimääräistä taitavampia. Toisaalta ohjaustyylien tasalaatuisuus voi kertoa suomalaisen perusopetuksen tasaisen korkeasta laadusta.

Koska tutkittava joukko oli pieni eivätkä opettajien väliset erot keskimäärin olleet suuria, opettajien tyypittely ohjaustyylin perusteella ei ollut mielekästä. Koska tyypittely ei onnistunut, ei ollut mahdollista verrata oppilaiden osaamista erityyppisten opettajien luokissa. Niinpä analyysissa päädyttiin tutkimaan ohjaustyylin yhteyttä matematiikan osaamiseen yksilökeskeisestä näkökulmasta.

Tulosten perusteella opettajan ohjaustyyli oli yhteydessä oppilaiden aritmeettisten päättelytaitojen tasoon. Ryhmän organisoinnin ja ohjauksellisen tuen yhteys aritmeettisiin päättelytaitoihin oli positiivinen ja tilastollisesti merkitsevä. Tunnetuen yhteys aritmeettisiin päättelytaitoihin oli positiivinen ja tilastollisesti suuntaa antava. Ohjaustyyli ei ollut yhteydessä laskutaitoon eikä kertotaulun osaamiseen.

Tunnetuen ulottuvuudet ei kielteinen ilmapiiri ja opettajan sensitiivisyys olivat yhteydessä aritmeettisiin taitoihin. Ei kielteinen ilmapiiri luokassa tarkoittaa, että opettaja ja oppilaat eivät käyttäydy aggressiivisesti eivätkä vihaisesti. Sensitiivinen opettaja on herkkä lasten tarpeille ja osaa luoda turvallisen opiskeluilmapiirin. (La Paro ym. 2004, 414.) Matematiikan osaamisen ja ei kielteisen ilmapiirin sekä opettajan sensitiivisyyden välinen yhteys saa tukea Burchinalin ym. (2010, 414–416) tutkimuksesta. Tutkimuksen mukaan opettajan ja oppilaan läheisyys sekä konfliktien vähäisyys luokassa olivat yhteydessä parempiin matematiikan oppimistuloksiin.

Ryhmänorganisoinnin ulottuvuudet ohjauksellinen tuki ja aritmeettiset päättelytaidot olivat yhteydessä toisiinsa. Ohjauksen muodot kuvaa, kuinka hyvin opettaja onnistuu herättämään oppilaiden mielenkiinnon opiskeltavaan asiaan ja kuinka hyvin hän osaa ohjata oppilaita itsenäiseen työskentelyyn (Downer ym. 2010, 705 – 706; La Paro ym. 2004, 412).

Ohjauksellisen tuen ja aritmeettisen päättelytaidon välinen yhteys saa vahvistusta Pakarisen ym. (2011, 376, 382 – 384) tutkimuksesta, jonka mukaan tehtäväkeskeinen käyttäytyminen on yhteydessä parempiin matematiikan taitoihin.

Ohjauksellisen tuen ulottuvuuksista palautteen laatu ja kielen käyttäminen olivat yhteydessä aritmeettisiin taitoihin. Laadukas palaute on täsmällistä ja laajentaa oppilaiden oppimista avaamalla uusia näkökulmia. Kielen käyttäminen tarkoittaa, että opettaja kuvaa asioita ja ilmiöitä kielellisesti ja rohkaisee oppilaita keskustelemaan. (La Paro ym. 2004, 412.) Ohjauksellisen tuen ja matematiikan oppimisen välinen yhteys on todettu myös aiemmissa tutkimuksissa (Harme & Pianta 2005, 949, 961–962; Mashburn ym. 2008, 742–743).

Tämän tutkielman tulosten perusteella ohjaustyylin ja matematiikan osaamisen välinen yhteys näyttäisi riippuvan matematiikan tehtävien laadusta. Korkealaatuinen ohjaustyyli paransi päättelytaitoja vaativien aritmetiikan tehtävien osaamista, muttei vaikuta mekaanisempien laskutaidon ja kertotaulutehtävien osaamiseen. Ohjaustyylin vaikutuksesta erilaisten tehtävien oppimiseen ei kuitenkaan voi tehdä vahvoja päätelmiä tämän tutkimuksen perusteella, koska tehtävien vertailu ei ollut tämän tutkielman tutkimusongelma.

Tehtävätyypin vaikutus saattaa kuitenkin olla yksi selitys aiemmin saatuihin hieman ristiriitaisiin tuloksiin ohjaustyylin ja matematiikan oppimisen välisestä yhteydestä. Useiden tutkimusten mukaan ohjaustyylin laadun ja matematiikan oppimisen välillä on positiivinen yhteys (Downer ym. 2012, 21, 30; Harme & Pianta 2005, 949, 961–962; Mashburn ym. 2008, 742–743). Kuitenkaan ohjaustyylin ja matematiikan oppimisen välistä yhteyttä ei ole havaittu kaikissa tutkimuksissa (Pakarinen ym. 2011, 376, 382–384). Jatkossa olisi mielenkiintoista tutkia, vaikuttaako ohjaustyyli eri tavalla eritasoisten matemaattisten taitojen oppimiseen.

Aiempien tutkimusten perusteella ohjaustyylin ulottuvuudet vaikuttavat eri tavalla erilaisten oppilaiden oppimiseen. Tunnetuksi näyttäisi parantavan erityisesti keskittymis- ja käyttäytymisongelmista kärsivien lasten oppimista. Ohjauksellinen tuki puolestaan parantaa

erityisesti hiljaisten ja arkojen lasten oppimiseen sekä sellaisten lasten oppimista, joilla on kotitaustan vuoksi riski menestyä huonosti koulussa. (Harme & Pianta 2005, 949, 961–962; Vitello ym. 2012, 316–318.)

Tämän tutkielman viimeinen tutkimusongelma oli, vaikuttaako opettajan ohjaustyyli eri tavalla tyttöjen ja poikien matematiikan oppimiseen. Sukupuolien välinen vertailu on merkittävää, koska tytöt ja pojat oppivat matematiikka eri tavoin (Geist & King, 2008, 45–49). Lisäksi, kuten edellä todettiin, ohjaustyyli vaikuttaa eri tavalla erilaisten oppilaiden oppimiseen. Vertaamalla tyttöjen ja poikien oppimiseen vaikuttavia ohjaustyylin piirteitä, saatetaan löytää ideoita, kuinka parhaiten tukea eri sukupuolten oppimista.

Tämän tutkielman tulosten perusteella opettajan ohjaustyyli on eri tavoin yhteydessä tyttöjen ja poikien matematiikan oppimiseen. Selkein ero on tyttöjen ja poikien kertotaulun oppimisen välillä. Tytöt osasivat kertotaulun paremmin, jos opettaja ei ollut kovin herkkä lasten tarpeille ja mielipiteille eikä panostanut käsitteiden oppimiseen. Poikien kertotaulun osaamiseen opettajan ohjaustyyli ei vaikuttanut. Laadukas palaute paransi sekä tyttöjen että poikien aritmeettisiä taitoja. Opettajan sensitiivisyys ja käyttäytymisen säätely vaikuttavat vain tyttöjen aritmetiikan taitoihin. Lasten näkökulmien huomiointi vaikutti vain poikien aritmetiikan taitoihin.

Matematiikan oppimiserosta voisi tiivistäen todeta, että tytöt ehkä noudattavat poikia paremmin opettajan asettamia käyttäytymisvaatimuksia ja taipuvat helpommin samaa asiaa toistaviin harjoituksiin. Tätä väitettä tukee Geistin ja Kingin (2008, 45–49) huomio, että pojat kyllästyvät tyttöjä nopeammin rutiininomaisiin harjoituksiin. Lasten näkökulmien huomioimisen ja poikien matematiikan oppimisen välisen yhteyden voisi selittää seuraavalla tavalla. Koska pojat eivät taivu opettajan ohjaukseen yhtä helposti kuin tytöt, poikien opiskelua voi parhaiten tehostaa muokkaamalla opiskeltavaa asiaa heitä kiinnostavaksi. Sukupuolten välisiä oppimiseroja tarkastellessa täytyy kuitenkin muistaa, että yksilöiden väliset erot ovat suurempia kuin sukupuolten väliset. Lisäksi tässä tutkielmassa havaitut korrelaatiot olivat tilastollisesta merkitsevyydestä huolimatta heikkoja, joten niiden perusteella ei voi tehdä vahvoja päätelmiä.

Tämä tutkielma vahvistaa aiempaa näkemystä, että opettajan ohjaustyylin korkea laatu on positiivisessa yhteydessä matematiikan taitojen oppimisen kanssa. Koska ohjaustyylin ja matematiikan oppimisen välistä yhteyttä on toistaiseksi tutkittu hyvin vähän Suomessa, voi näinkin pienellä tutkimuksella olla merkitystä aiempien havaintojen vahvistajana. Opettajan ohjaustyyli näyttäisi vaikuttavan lasten matematiikan oppimiseen. Näin ollen opettajien olisi hyödyllistä kiinnittää enemmän huomiota ohjauskäytänteisiinsä. Opettajat voisivat kehittää omaa opetustaan ohjaustyyliteoriaa hyödyntäen. Ohjaustyyliteoriaa voisi hyödyntää myös opettajankoulutuksessa ja opettajien jatkokoulutuksessa.

Opettajan ohjaustyyliä on aiemmin tutkittu enimmäkseen koulun aloitusvaiheessa. Tämän tutkielman neljäsluokkalaisia koskevat tulokset täydentävät aiempaa tietämystä. Näiden tulosten mukaan ohjaustyylin ja matematiikan oppimisen välillä on positiivinen yhteys ensimmäisten kouluvuosien jälkeenkin. Ohjaustyylin ja matematiikan oppimisen välistä yhteyttä koulun aloitusvaiheen jälkeen on kuitenkin tarpeellista tutkia vielä lisää. Koska ohjaustyylin tutkimiseen käytetty CLASS-havainnointimenetelmä on suunniteltu ensisijaisesti alkuopetuksen tutkimiseen, olisi tarpeellista selvittää, soveltuuko menetelmä ohjaustyylin tutkimiseen myös neljännen vuosiluokan jälkeen.

Ohjaustyylin ja matematiikan oppimisen tutkimuksissa voisi tulevaisuudessa kiinnittää enemmän huomiota väliin jääviin muuttujiin. Opettajan ohjaustyylin useimmat ulottuvuudet eivät suoraan vaikuta oppimistuloksiin vaan esimerkiksi matematiikka-asenteisiin, jotka vuorostaan vaikuttavat oppimistuloksiin. Ohjaustyylin ja matematiikka-asenteiden tutkiminen olisi merkittävää, koska lasten matematiikka-asenteiden on todettu heikkenevän perusopetuksen aikana (Metsämuuronen, 2010, 101).

7.2 Tutkielman luotettavuus

Pro gradu -tutkielma on tieteelliseksi tutkimukseksi suppea. Jos opettajien ohjaustyyliä olisi tutkittu perusteellisesti, olisi tutkimuksessa pitänyt huomioida taustamuuttajat, jotka

saattoivat vaikuttaa tutkimustuloksiin. Esimerkiksi olisi pitänyt selvittää oppilaiden matematiikan lähtötasotaidot. On mahdollista, että hyvä matematiikan osaaminen jossakin luokassa johtuu aiemmasta opettajasta tai luonnostaan lahjakkaammista oppilaista. Tutkielman rajallisen laajuuden vuoksi taustamuuttujien huomioiminen ei kuitenkaan ollut mahdollista.

Tässä tutkielmassa analysoitiin ALKUPORTAAT-projektissa kerättyä aineistoa. Tutkimuksen aihe ja tutkimusmenetelmät puolsivat valmiin aineiston käyttöä. Jotta kvantitatiivisen tutkimuksen tekemisessä olisi mieltä, tarvitaan suhteellisen laaja aineisto. Laajan aineiston kerääminen havainnoimalla vaati paljon työtä. Opettajien ohjaustyylin lisäksi tutkielmassa analysoitiin oppilaiden matematiikan osaamista. Yhtä opettajaa kohti jouduttiin analysoimaan keskimäärin 15 oppilaan osaamista. Minun ei olisi ollut mahdollista itse kerätä riittävän laajaa aineistoa tätä tutkielmaa varten.

Koska aineistonkeruumenetelmien valitsemiseen ja aineiston keräämiseen oli osallistunut useita kokeneita tutkijoita, tässä tutkielmassa käytetty aineisto on todennäköisesti laadukas. Valmiin aineiston negatiivinen puoli on se, että en itse tutkijana osallistunut sen keräämiseen. Koska en ollut mukana havainnointi- ja testaustilanteissa, minun on vaikea arvioida aineistonkeruussa mahdollisesti tapahtuneita virheitä. Tutkimustulosten ja käytännön välisen yhteyden ymmärtäminen voi myös olla heikompaa, kuin jos olisin itse osallistunut aineiston keruuseen.

Tässä tutkielmassa käytetyn aineiston ongelma oli, että tutkimukseen osallistuneet opettajat ja opetusryhmät olivat hyvin samankaltaisia. Opettajan ohjaustyylin yhteyttä oppimiseen ei kunnolla päästy tutkimaan, kun opettajien ohjaustyylien väliset erot olivat niin pieniä. Aineiston tasalaatuisuus näkyi tuloksissa siten, että havaitut korrelaatiot opettajan ohjaustyylin ja matematiikan oppimistulosten välillä olivat tilastollisesta merkitsevyydestä huolimatta heikkoja. Jotta ohjaustyylin ja matematiikan osaamisen välistä yhteyttä voitaisiin aidosti tutkia, tarvittaisiin laajempi aineisto, jossa opettajien ohjaustyylien erot todennäköisesti olisivat suurempia.

LÄHTEET

- Alkuportaati 2011. ALKUPORTAAT: Lapset, vanhemmat ja opettajat yhdessä koulutien alussa. <https://www.jyu.fi/ytk/laitokset/psykologia/huippututkimus/alkuportaati/kuvaus> [luettu 12.12.2011]
- Aunio, P., Hannula, M. & Räsänen, P. 2004. Matemaattisten taitojen varhaiskehitys. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.) *Matematiikka – näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen*. 2. uudistettu painos. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti, 111–122.
- Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M-K. & Nurmi, J-E. 2004. Developmental dynamics of math performance from preschool to grade 2. *Journal of Educational Psychology*, 96 (4), 699–713.
- Baroody, A. J. 2004. The Development Bases For Early Childhood Number and Operations Standards. In D. H. Clements & J. Sarama (eds.) *Engaging Young Children in Mathematics. Standards for Early Childhood Mathematics Education*. London: LEA, 173–219.
- Berch, D. B. 2005. Making sense of number sense: implications for children with mathematical disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 38 (4), 293–304.
- Burchinal, M., Clarke-Stewart, K., A., Crosnoe, R., Friedman, S., L., Keating, D., Morrison, F. & Pianta, R. 2010 Instruction, teacher–student relations, and math achievement trajectories in elementary school. *Journal of Educational Psychology*, 102(2), 407–417.
- Downer, J., T., Hamre, B., K., Mashburn, A., J. & Pianta, R., C. 2007. Building a science of classrooms: Application of the CLASS framework in over 4,000 U.S. early childhood and elementary classrooms. <http://fcd-us.org/resources/building-science-classrooms-application-class-framework-over-4000-us-early-childhood-and-e> [luettu 17.11.2011]
- Downer, J., T., Hamre, B., K., & Sabol, T., J. 2010. Teacher – child interaction in the classroom: Toward a theory of within- and cross-domain links to children`s development outcomes. *Early Education and Development*, 21 (5), 699–722.

- Downer, J., López, M., Grimm, K., Hamagami, A., Pianta, R. & Howes, C. 2012. Early Childhood Research Quarterly, 27, 21–32.
- Fuson, K. 2004. Pre-K to grade 2 goals and standards: Achieving 21st-century mastery for all. Teoksessa D. Clements & J. Sarama (eds.) Engaging young children in mathematics. Standards for early childhood mathematics education. London: LEA, 105–148.
- Geist, E. & King, M. 2008. Different, not better: Gender differences in mathematics learning and achievement. Journal of Instructional Psychology, 35 (1), 43–52.
- Haapasalo, L. 2004. Pitääkö ymmärtää voidakseen tehdä vai pitääkö tehdä voidakseen ymmärtää. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.) Matematiikka - näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti, 50–83.
- Hamre, B. & Pianta, R. 2005. Can Instructional and Emotional Support in the First-Grade Classroom Make a Difference for Children at Risk of School Failure? Child development, 76, 949–967.
- Hamre, B., Pianta, R., Downer, J. & Stuhlman, M. 2010. A Practitioner's Guide to Conducting Classroom Observations. <http://curry.virginia.edu/resource/library/practitioners-guide-to-classroom-observations>. [luettu 25.9.2012]
- Heikkilä, T. 2008. Tilastollinen tutkimus. Helsinki: Edita
- Hiebert, J. & Lefevre, P. 1986. Conceptual and procedural knowledge. Teoksessa J. Hiebert (toim.) Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics. New Jersey: Lawrence Erlbaum, 1–27.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2005. Tutki ja kirjoita. Jyväskylä: Gummerrus.
- Hirvonen, K. 2012. Onko laskutaito laskussa? : matematiikan oppimistulokset peruskoulun päättövaiheessa 2011. Helsinki: Opetushallitus.
- Huisman, T. 2006. Luen, kirjoitan ja ratkaisen. Peruskoulun kolmasluokkalaisten oppimistulokset äidinkielessä ja kirjallisuudessa sekä matematiikassa. Oppimistulosten arviointi 7/2006. Helsinki: Opetushallitus.

- Joutsenlahti, J. 2003. Kielentäminen matematiikan opetuksessa. Teoksessa A. Virta & O. Marttila (toim.) Opettaja, asiantuntijuus ja yhteiskunta. Turku: Turun opettajankoulutuslaitos, 188–196.
- Koponen, T. & Mononen, R. 2010. Yhteen-, vähennys- ja kertolaskutehtävät. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti. Julkaisematon testimateriaali.
- Kupari, P. 2012. Matematiikan osaamisen muutokset Suomessa 2003 – 2009. Teoksessa Sulkunen, S. & Välijärvi, J. Pisa 2009 pääraportti: Kestääkö osaamisen pohja? Helsinki: OKM.
- Kupari, P & Törnroos, J. 2005. Matematiikan opiskelua tukevat asenteet ja oppimisstrategiat. Teoksessa P. Kupari & J. Välijärvi (toim.) Osaaminen kestäväällä pohjalla: PISA 2003 Suomessa. Jyväskylä: Gummerrus, 151–171.
- La Paro, K. Pianta, R & Stuhlman, M. 2004. The classroom assesment scoring system: Findings from the prekindergarten year. *The Elementary School Journal*, 104, 409–426.
- Lahelma, E. 2009. Tytöt, pojat ja kysymys koulumenestyksestä. Teoksessa H. Ojala., T. Palmu & J. Saarinen (toim.) Sukupuoli ja toimijuus koulutuksessa. Tampere: Vastapaino, 136–156.
- Lepola, J. Niemi, P., Kuikka, M. & Hannula, M. 2005. Cognitive-linguistic skills and motivationas longitudinal predictors of reading and arithmetical achievement: A follow-up study from kindergarten to grade 2. *International Journal of Educational Research*, 43, 250–271.
- Lerkkanen, M-K., Kiuru, N., Pakarinen, E., Poikkeus, A-M., Rasku-Puttonen, H., Siekkinen, M. & Nurmi, J-E. 2011. The role of teaching practises, classroom size and parental education on students` reading and math development in grade 1. *Käsikirjoitus*.
- Lerkkanen, M-K., Kiuru, N., Pakarinen, E., Viljaranta J., Poikkeus, A-M., Rasku-Puttonen, H., Siekkinen, M. & Nurmi, J-E. 2012. The role of teaching practices in the development of children`s interest in reading and mathematics in kindergarten. *Contemporary Educational Psychology*, 3, 266–279.

- Malaty, G. 1999. Lapsi matkalla matematiikan maailmaan. Teoksessa M. Siniharju (toim.) Esi- ja alkuopetuksen uusia tuulia. Opetushallitus. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 51–90.
- Maldonado-Carreño, C. & Votruba-Drzal, E. 2011. Teacher–child relationships and the development of academic and behavioral skills during elementary school: A within- and between-child analysis. *Child Development*, 82 (2), 601–616.
- Mashburn, A., Pianta, R., Hamre, B., Downer, J., Barbarin, O., Bryant, D., Burchinal, M., Early, D. & Howes, B., 2008. Measures of classroom quality in prekindergarten and children development of academic, language and social skills. *Child Development*, 79, 732–749.
- Mattila, L. 2005. Perusopetuksen matematiikan kansalliset oppimistulokset 9. vuosiluokalla 2004. Oppimistulosten arviointi 2/2005. Helsinki: Opetushallitus.
- Merenluoto, K. & Lehtinen, E. 2004. Käsitteellisen muutoksen näkökulma matematiikan oppimiseen ja opettamiseen. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.) *Matematiikka - näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen*. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti, 301–319.
- Metsämuuronen, J. 2010. Osaamisen ja asenteiden muutos perusopetuksen 3.-5. luokilla. Teoksessa Niemi, E. & Metsämuuronen J. *Miten matematiikan taidot kehittyvät? Matematiikan oppimistulokset peruskoulun 5. vuosiluokan jälkeen 2008*. Helsinki: Opetushallitus, 93–134.
- Metsämuuronen, J. 2007. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. Vaajakoski: Gummerrus.
- Niemi, E. 2008. Matematiikan oppimistulosten kansallinen arviointi 6.vuosiluokalla vuonna 2007. Helsinki: Opetushallitus.
- Nummenmaa, L. 2009. Käyttäytymistieteiden tilastolliset menetelmät. Keuruu: Tammi.
- Nunes, T. & Bryant, P. 1989. *Children doing mathematics*. Oxford: Blackwell.

- Pakarinen, E., Kiuru, N., Lerkkanen, M., Poikkeus, A., Ahonen, T. & Nurmi, E. 2011. Instructional support predicts children's task avoidance in kindergarten. *Early Childhood Research Quarterly* 26, 376–386.
- Pakarinen, E., Lerkkanen, M-K., Poikkeus, A-M., Kiuru, N., Siekkinen, M., Rasku-
Puttonen, H. & Nurmi, J-E. 2007. A validation of the classroom assessment scoring system in Finnish kindergartens. *Early Education and Development*, 21 (1), 95–124.
- Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet. 2004. Opetushallitus. Helsinki: Painatuskeskus.
- Pianta, R. & Hamre, B. 2009. Conceptualization, measurement, and improvement of classroom processes: Standardized observation can leverage capacity. *Educational Researcher*, 38, 109–119.
- Pianta, R., La Paro, K. & Hamre, B. 2008. *Classroom Assessment Scoring System Scoring Manual*. Baltimore: Paul H. Brookes Publishing Co.
- Pianta, R.C. & Stuhlman, M.W. 2004. Teacher-Child Relationships and Children's Successes in the First Years of School. *School Psychology Review*, 33 (3), 444–458.
- Sabol, T. & Pianta, R. 2012. Recent trends in research on teacher-child relationships. *Attachment & Human Development*, 14 (3), 213–231.
- Sarama, J. & Clements D. 2009. Early childhood mathematics education research: Learning trajectories for young children.
- Split, J., Wu, J., Hughes, J. & Kwok, o. 2012. Dynamics of teacher–student relationships: Stability and change across elementary school and the influence on children's academic success. *Child Development*, 83 (4), 1180–1195.
- Rittler – Johnson, B. & Siegler, R., S. 2001. Developing conceptual understanding and procedural skill in mathematics: An iterative process. *Journal of Educational Psychology*, 93 (2), 346–362.

- Räsänen, P. 2000. NMART-aritmeettinen päättely testi. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti. Julkaisematon testimateriaali.
- Räsänen, P. & Aunola, K. 2007. Laskutaito testi. Jyväskylän yliopisto. Julkaisematon testimateriaali.
- Räsänen, P., Närhi, V. & Aunio, P. 2010. Teoksessa E. Niemi & J. Metsämuuronen. Miten matematiikan taidot kehittyvät? Matematiikan oppimistulokset peruskoulun 5. vuosiluokan jälkeen 2008. Helsinki: Opetushallitus, 165–203.
- Taipale, A. 2010. Matematiikan, lukemisen ja kirjoittamisen vaikeuksien päällekkäistymisen nuoruusiässä. Joensuun Yliopiston kasvatustieteiden tiedekunta.
- Thopson, J. & Martinson, T. (toim.) 1994. Matematiikan käsikirja. 2. painos. Helsinki: Tammi.
- Vitello, V., Moas, O., Henderson, H., Greenfiel D., & Munis, P. 2012. Goodness of fit between children and classrooms: Effects of child temperament and preschool classroom quality on achievement trajectories. *Early Education and Development*, 23, 302–322.
- Vosniadou, S. 1994. Capturing and modelling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45–49.
- Yrjönsuuri, R. 2004. Matemaattisen ajattelun opetus ja oppiminen. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.) *Matematiikka – näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen*. 2. uudistettu painos. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti, 111–122.
- Yrjönsuuri, R. & Yrjönsuuri, Y. 2004. Matemaatiikan opiskelun ja opetuksen käsitteet. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.) *Matematiikka – näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen*. 2. uudistettu painos. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti, 123–137.

LIITE 1. Aineiston analysoinnissa käytetyt tilastolliset testit

TAULUKKO 1. Kruskal-Wallis testi. Matematiikan osaamiserot opetusryhmien välillä..

	Kokonaispisteet	Laskutaito	Kertotaulu	Aritm.päätely
Chi-Square	6,243	10,451	10,164	13,348
df	11	11	11	11
Asymp. Sig.	,857	,490	,516	,271

TAULUKKO 2. Mann Whitney U-testi. Tyttöjen ja poikien väliset matematiikan osaamisero

	Aritm.päätely	Kertotaulu	Laskutaito	Kokonaispisteet
Mann-Whitney U	2110,500	3777,500	2821,500	3045,500
Z	-5,287	-,363	-3,188	-2,516
Asymp. Sig.	,000	,716	,001	,012