

Eija Väisänen

Matematiikkainterventio osa-aikaisessa erityisopetuksessa

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli koota, kokeilla ja edelleen kehitellä opetusjaksoa matematiikan oppimisen tueksi alakoulun osa-aikaisessa erityisopetuksessa. Opetusjakso rakentui mm. kymmenjärjestelmän rakenteen, lukujen hajotelmien sekä yhteen- ja vähennyslaskustrategioiden harjoitteista. Opetusjaksoa kokeiltiin kolmella luokka-asteella (2., 3. ja 4. luokka) yhden lukuvuoden aikana. Interventioon osallistuneiden oppilaiden (n = 10) edistymistä päässälaskujen ja peruslaskujen hallinnassa verrattiin muiden samojen luokkien oppilaiden edistymiseen vastaavissa taidoissa. Lisäksi tutkimuksessa seurattiin viiden oppilaan matematiikan taitojen kehitystä tutkimusajalla sekä edelleen viisi kuukautta sen päättymisestä. Vaikutti siltä, että interventio olisi helpoimmin toteutettavissa ja nyky muodossaan toimivin toisluokkalaisilla. Ylemmille luokille jaksosta esitellään muutamia variaatioita. Tulokset osoittivat, että interventiolla pystyttiin jossain määrin vaikuttamaan oppilaiden päässälaskujen hallinnan kehitykseen, mutta oman luokkansa keskimääräiseen taitotasoon vain harvat interventioon osallistuneista oppilaista ylsivät. Yksilötasolla oppilaiden voitiin kuitenkin havaita hyötynyt siitä esimerkiksi työskentelytaitojen kehittymisenä.

Asiasanat: matematiikan erityisopetus, tehostettu tuki, interventio, osa-aikainen erityisopetus

Tämän tutkimuksen lähtökohtana on ollut osa-aikaisessa erityisopetuksessa annettava matematiikan tuki. Tavoitteena on ollut kehittää interventiomalli, jota voitaisiin käyttää alakoulussa yleisopetuksen eri luokka-asteilla tehostetun tuen vaiheessa. Interventiomallilla oli kaksi tavoitetta: sen tuli auttaa oppilaita saavuttamaan oman luokka-asteensa matematiikan taitoja tuemalla heitä aiemmin oppimatta jääneiden taitojen ymmärtämisessä ja toisaalta löytää ne lapset, jotka olisivat intensiivisemmän ja yksilöllisemmän tuen tarpeessa. Käsillä olevassa tutkimuksessa kuvataan interventiomallin kehittelyä ja sen toimivuutta eri luokka-asteilla ja erilaisilla yksittäisillä oppilailla sekä vertaillaan interventioon osallistuneiden oppilaiden edistymistä muiden samojen luokkien oppilaiden edistymiseen päässälasku- ja peruslaskutaitojen kehityksessä.

Matematiikan erityisopetus ei ole käsitteenä eikä sisällöltään samassa määrin yleisesti tuttu kuin lukemisen ja kirjoittamisen erityisopetus. Suomessa on vielä suhteellisen vähän matematiikan erityisopetusta käsittelevää tutkimusta, eikä muuallakaan sitä ole vastaavassa määrin kuin lukemisen ja kirjoittami-

sen tutkimuksia. Muissa maissa (lähinnä Yhdysvalloissa) tehdyissä tutkimuksissa on korostettu pienryhmäopetuksen etuja koulussa järjestettävässä matematiikan oppimisen tukemisessa (esim. Bryant & Bryant, 2008). Näissä interventioissa on usein ollut taustalla ajatus kolmiportaisesta tuesta: ensimmäinen tukiaste tarkoittaa kaikille annettavan opetuksen tehostamista, toisen asteen tuki kertoo oppilaalla olevan pysyviä oppimisvaikeuksia ja se ehkäisee suurempien vaikeuksien syntymistä, kolmannen asteen tuki on jatkuvampaa opetuksen eriyttämistä ja/tai oppimäärän mukauttamista (Fuchs & Fuchs, 2001).

Matematiikka on suureksi osaksi kulttuurinen tuote, johon varsinaisen matemaattisen taidon lisäksi kuuluvat ihmisen kehittämät numeromerkit, laskusymbolit ja merkintätavat. Näiden omaksuminen vaatii opiskelua tai ainakin jonkinlaista interventiota (Butterworth, 1999; Sfard, 1991). Aivoista ei ole löydetty tiettyä yksittäistä kohtaa, joka määräisi ihmisten matemaattisen taidon, vaan kyseessä on monen tekijän yhteisvaikutus. Kouluikäisen lapsen matemaattisen ajattelun kehitymisessä voidaan ajatella perimmältään olevan kyse luvun käsittämisestä (Hautamäki & Kuusela, 2004), toiset tutkijat käyttävät termiä numerotaju tai lukumääräisyyden taju. Aunio ja Räsänen jakavat matemaattisen taidon neljään taitoryppäeseen, joita ovat lukumääräisyyden taju, matemaattisten suhteiden ymmärtäminen, laskemisen taidot ja aritmeettiset perustaidot (Aunio, 2008). Robinsonin, Menchettin ja Torgensenin (2002) mukaan numerotaju (number sense) on osa vielä yksilöimätöntä kognitiivista prosessia, joka vaikuttaa matemaattisen prosessoinnin tehokkuuteen samalla tavalla kuin äännetietoisuus fonologiseen prosessointiin.

Matemaattisten suhteiden ymmärtäminen tarkoittaa esimerkiksi paikka-arvon

ja matemaattisten symbolien oivaltamista. Laskemisen taitoihin kuuluvat mm. numerosymbolien hallinta sekä lukujonojen luettelemisen taito. Lukujonon ymmärtäminen lukumäärien jonoksi tarkoittaa, että lapsi työskentelee numeroiden kanssa taitavasti ja joustavasti sekä ymmärtää numeromerkkien takana olevan lukumääräisyyden. Siihen liittyy myös kyky nähdä yhteyksiä eri asioiden välillä (Robinson ym., 2002; Räsänen, 2001). Aritmeettiset perustaidot koostuvat yhteen- ja vähennyslaskutaidoista sekä aritmeettisten yhdistelmien hallinnasta.

Yhteen- ja vähennyslaskutaidon kehitys on Sherinin ja Fusonin mukaan riippuvainen lukumäärien ja niiden välisten suhteiden ymmärtämisen kehitymisestä. Tätä kehitystä tapahtuu kolmella tasolla: luvun käsitteen kehittyminen, luvun rakenteen ymmärtäminen (eli mistä osista luku voidaan koota) sekä erilaisen ratkaisumetodien hallinta (Sherin & Fuson, 2005). Eri tutkijat kuvaavat yhteen- ja vähennyslaskutaidon kehitystä tasoilla tai kehitysaskelmilla, joita voi olla kolmesta kuuteen (Butterworth, 1999; Clarke, Clarke & Horne, 2006; Fuson, 1992a, b). Ensimmäisessä vaiheessa yhteenlasku nähdään havaittavien yksiköiden laskuna ja se lasketaan luetellen alusta alkaen molemmat yhteenlaskettavat (count-all). Toisessa vaiheessa voidaan laskeminen aloittaa suoraan ensimmäisestä yhteenlaskettavasta (count-on); tämän vaiheen osa tutkijoista jakaa vielä tarkemmin. Kolmannessa vaiheessa opitaan käyttämään hyväksi lukujen hajotusta (tämäkin vaihe voidaan jakaa osavaiheisiin). Neljäntenä vaiheena pidetään faktatiedon (eli laskun vastauksen) suoraa hakemista muistista. Joidenkin tutkijoiden mukaan tämä on vain osoitus erittäin nopeasta, vaihtelevien strategioiden käytöstä (eli ei olisi erillinen kehitysaskelma).

Murata (2004) tutki yhteenlaskustrategian kehitystä ensimmäisen luokan aikana. Hänen tutkimuksensa mukaan uutta strategiaa yhteenlaskussa (tässä tapauksessa ”kymppi täyteen”) ei opittu automaattisesti, vaan nimenomaan opettajan ohjauksen avulla ja opettajan ohjaamalla tavalla. Sherin ja Fuson ovat kuvanneet yhteenlaskuvaiheita vastaavat kuusi vaihetta myös kertolaskujen oppimisessa ja toteavat olevan epätodennäköistä, että lapsi oppisi kertotauluja tai lukujen kerrannaisia ilman opetusta (Sherin & Fuson, 2005).

Matematiikan vaikeuksien ulospäin näkyvinä piirteinä pidetään yleisesti laskemisen hitautta, työläyttä ja virhealttiutta. Niihin voi olla ainakin kaksi syytä: suoran muististahauksen vähäisyys tai kehittymättömät laskustrategiat (Butterworth & Yeo, 2004; Geary, 2004). Nämä saattavat vielä kytkeytyä toisiinsa niin, että lapsi, joka ei ole siirtynyt käyttämään suoraa muististahakua, käyttää luettelupohjaisista strategioistakin kaikkein hitaimpia (count-all, count-on). Kehittymättömistä strategioista kertoo esimerkiksi sormien (tai muiden konkreettisten esineiden) käyttö laskemisen apuna hyvin pitkään (Kinnunen, 2003). Luku-hajotelmien hallinta ja hyväksikäyttö ovat olennaisia yhteen- ja vähennyslaskun strategioiden kehityksessä. Joillekin oppilaille hajotelmien oppiminen on hyvin työlästä, lisäksi oppilaan voi olla vaikea tunnistaa pienehköjäkin lukumääriä laskematta niitä yksiköitä luetellen (Butterworth & Yeo, 2004; Kinnunen, 2003; Räsänen, 2001). On melko tavallista, että oppilaan vaikeudet matematiikassa tulevat kuitenkin ilmi (tai niihin kiinnitetään huomiota) vasta soveltavissa tehtävissä, vaikka vaikeutta itse asiassa on jo peruslaskutasolla (Räsänen & Ahonen, 2002).

Kouluikäisille, matematiikan oppimisessa erityisiä vaikeuksia kohdanneille oppilaille tarkoitetuissa pienryhmämuotoi-

sisissa interventioissa on lähdetty liikkeelle oppilaan luokkatason alapuolella olevista taidoista. (Ensimmäisen luokan oppilaille suunnatuissa interventioissa tämä tarkoittaa sellaisten matemaattisten taitojen harjoittamista, jotka normaalisti hallitaan alle kouluikäisenä.) Taustalla on luonnollisesti ajatus, ettei matematiikan taitoja voi kartuttaa, elleivät aiemmat perustaidot ole kyllin vahvasti hallinnassa. Interventioissa on opetuksen apuna käytetty konkreettisia materiaaleja, mutta niiden määrä on tietoisesti pidetty mahdollisimman pienenä. Monissa interventioissa on opetuksen tukena ollut pelimäisiä harjoitteita, usein tietokonepohjaisia. Kestoltaan interventiot ovat vaihdelleet muutamasta viikosta koko lukuvuoteen. Usein interventioilla on ollut samalla kertaa kaksi tarkoitusta: antaa oppilaalle ajoissa sopivan tehokasta tukea ja toisaalta etsiä ne oppilaat, joille tämä tukimuoto ei riitä ja jotka tarvitsevat jatkuvampaa erityistukea (Fuchs, Fuchs & Hollenbeck, 2007).

MENETELMÄT

Tutkimuksen osallistujat

Nuorimmat interventioon osallistuneet oppilaat olivat interventiojakson alussa iältään 7 v 10 kk ja vanhimmat 9 v 2 kk. Interventioyhtymä oli kolme (2., 3. ja 4. luokka), joissa kussakin oli 4 oppilasta. Heistä tutkimukseen osallistui 10 oppilasta. Toiselta luokalta oppilaita osallistui neljä (2 tyttöä ja 2 poikaa), kolmannelta kaksi poikaa ja neljänneltä luokalta neljä tyttöä. Tutkimuksen valintakriteerit puolsivat kahden kolmasluokkalaisen jättämistä tutkimuksen ulkopuolelle (oppilaalla ei saanut olla todennettuna huomattavia kielellisiä tai tarkkaavuuden vaikeuksia), vaikkakin he saivat intervention tarjoaman tuen. Interventioyhtymien oppilaat

valittiin koululla tehtyjen matematiikan Makeko-kokeiden (Ikäheimo, Putkonen & Voutilainen, 2002), opettajan arvion ja mahdollisten oppimisvaikeustutkimusten perusteella. Interventioon osallistuneilla oppilailla oli luokanopettajien mukaan selviä vaikeuksia suoriutua matematiikan tunneilla ilman apua. Lisäksi opettajat arvioivat, että normaali tukiopeus ei riitä heille luokka-asteen matematiikan taitojen omaksumiseen. Tutkimukseen osallistuneiden oppilaiden Makeko-kokeen oikeiden vastausten prosenttiosuudet intervention alkuvaiheessa on esitetty kuviossa 1. Oppilaat 1–4 olivat toisella luokalla, 5–6 kolmannella ja 7–10 neljännellä luokalla.

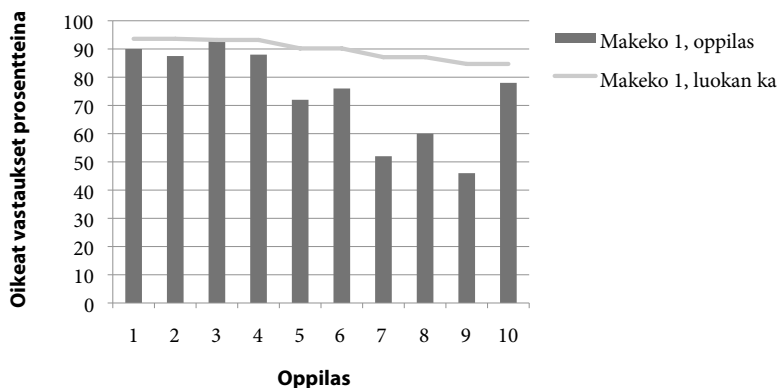
Kummallakin toisella luokalla oli hyvin vähän oppilaita, joiden Makeko 1 -kokeen pistemäärä sinänsä olisi ollut erittäin heikko. Niinpä interventioon valittiin suhteessa muuhun luokkaan heikosti suoriutuneita oppilaita (heikoimmasta kolmanneksesta). Oppilas 3 suoriutui oppitunneilla selvästi Makeko 1 -kokeen tulosta heikommin. Kolmannen ja neljännen luokan oppilaista osalla peruslaskutaitojen hallinta oli Makeko 1 -kokeenkin mukaan selvästi puutteellista, ja oppilasvalinta siten

suoraviivaisempaa. Koeryhmään valitut oppilaat kuuluivat luokkansa heikoimpaan viidennekseen. Oppilasvalinnassa koeryhmään ei otettu mukaan oppilaita, joilla jo intervention alkaessa oli todennettuna merkittäviä kielellisiä tai tarkkaavuuden vaikeuksia (erityisopetus päätös). Tällä haluttiin selkiyttää mahdolliseen muutokseen vaikuttavien tekijöiden tulkintaa ja toisaalta keskittyä ryhmämuotoiseen, tilapäiseksi tarkoitettuun kuntoutusmuotoon. Oppilasvalinnan rajauksista huolimatta tutkimuksen aikana kahdella koeryhmän oppilaalla ilmeni oletettua merkittävämpiä kielellisiä ja/tai toiminnanohjauksellisia erityisvaikeuksia.

Tutkimuksessa käytettiin kontrolliryhmänä koeryhmän oppilaiden luokkien muita oppilaita, koska he saivat samaa luokkaopetusta. Kontrolliryhmässä oli 90 oppilasta (kokonaismäärästä on poistettu kesken vuotta luokalle tulleet tai pois muuttaneet oppilaat sekä kaksi interventiioon muttei interventiotutkimukseen osallistunutta).

Tutkimusasetelma

Tutkimus interventioineen toteutettiin



Kuvio 1. Makeko 1 -kokeiden oikeiden vastausten prosenttiosuudet alkumittauksessa

alakoulun osa-aikaisen erityisopetuksen yhteydessä. Työskentelin itse kyseisen koulun erityisopettajana ja olin siten tutkimuksessa mukana sekä tutkijana että opettajana. Tutkimuksen alkumittaukset (kunakin luokka-asteen syksyn Makeko-kokeet; Makeko 1) pidettiin ennen intervention alkua kaikille koulun toisille, kolmansille ja neljänsille luokille, ja ne toimivat osaltaan valintakriteerinä interventioon osallistujille. Intervention päätyttyä samaisen lukuvuoden keväällä (huhtikuussa) luokille teetettiin kyseisen ajankohdan eli kevään Makeko-koe (Makeko 2). Interventionajalla kaikki samojen luokkien oppilaat osallistuivat kuusi kertaa päässäälaskukokeeseen, noin kuukauden välein. Lisäksi koeryhmän oppilaat tekivät intervention alussa, lopussa ja viisi kuukautta intervention päättymisestä joko lukukäsitteen ja laskutaidon hallintaa (toisluokkalaiset) tai laskutaitoa (kolmas- ja neljäsluokkalaiset) mittavaan testin. Mittauspisteet on esitetty taulukossa 1.

Interventio toteutettiin yhden kouluvuoden aikana (syyskuusta huhtikuuhun, kaikkiaan 22 interventiokertaa) kerran viikossa kullekin ryhmälle pidetyllä opitunnilla (45 minuuttia). Intervention tavoitteena oli parantaa oppilaiden lukukäsitteen hallintaa ja yksinumeroisten lu-

kujen päässäälaskujen laskusujuvuutta sekä pyrkiä näiden avulla tukemaan oppilaan kykyä omaksua oman luokka-asteensa matematiikan oppisisältöjä. Intervention mahdollista yhteyttä oppilaiden taitojen kehitykseen arvioitiin sekä kvasikokeellisena tutkimuksena vertaamalla koeryhmän oppilaiden (n = 10) kehitystä kontrolliryhmän oppilaiden (n = 90) kehitykseen päässäälasku- ja peruslaskutaidoissa että tapaustutkimuksena viiden interventioon osallistuneen oppilaan osalta. Kvasikokeellisessa osassa oppilaiden luokka-aste on jätetty huomioimatta oppilasmäärän pienyyden vuoksi. Tapaustutkimusosuuteen on valittu oppilaita kaikilta kolmelta mukana olleelta luokka-asteelta, yksi oppilas kultakin luokalta. Osalla oppilaista kehitys on ollut suotuisa, osalla ei. Opetusjakson edelleen kehittämiseksi sen käytöstä kerättiin kokemuksia oppitunneista tekemiäni päiväkirjamerkintöjen avulla. Näihin kerättiin myös huomioita oppilaiden toiminnasta tai kommentteista opetus- ja harjoittelutilanteissa. Näitä muistiinpanoja hyödynnettiin myös tapaustutkimusosuudessa.

Intervention kuvaus

Intervention avulla pyrittiin vahvistamaan oppilaan lukukäsitettä, erityisesti lukuha-

Taulukko 1. Tutkimuksen mittausajankohdat

Testi tai mittari	Mittausajankohta kuukausina									
	4.-5.	8.	8.- 9.	9.- 10.	11.- 1.	2.	3.	4	4.-5.	10.
Päässäälaskut			V1	V2	V3	V4	V5	V6		
Makeko 2.lk		A							L	
Makeko 3.lk	A								L	
Makeko 4.lk		A							L	
Banua / RMAT		A							L	VL

A=alkumittaus, V=välimittaus, L=loppumittaus, VL=viivästetty loppumittaus

jotelmien ($6 = 3 + 3 = 4 + 2 = 5 + 1$) hallintaa tukemalla. Tällä pyrittiin edelleen kehittämään ja vahvistamaan oppilaan käyttämiä yhteen- ja vähennyslaskustrategioita. Tavoitteena oli myös tukea taidon siirtymistä sanallisten tehtävien ratkaisemiseen. Taustalla oli ajatus, että oppilaan on helpompi omaksua luokka-asteensa uusia oppisisältöjä (esimerkiksi kertokäsitem tai murtolukukäsitem), jos aiempien taitojen hallinta on varmistettu. Interventiojakson kehittämisessä käytettiin hyväksi aiempiä interventiotutkimuksia (mm. Bryant, Bryant, Gersten, Scammacca & Chavez, 2008; Fuchs, Compton, Fuchs, Paulsen, Bryant & Hamlett, 2005; Kaufmann, Handl & Thöny, 2003) ja dyskalkulisen oppilaan opetuksen suuntaviivoja (Butterworth & Yeo, 2004). Opetuksen tulee a) perustua asian ymmärtämiseen (konkreettisuus, käsitteiden selitys), b) olla hyvin strukturoitua (lähtökohta kyllin varhaisissa taidoissa, konkreettisen ja abstraktin ohjattu yhdistäminen, selkeä oppituntirakenne), c) rohkaista oppilaita osallistumaan sekä d) antaa positiivisia oppimiskokemuksia (riittävästi aikaa, pelimäiset harjoitukset).

Interventiojakson sisältöjen etenemisjärjestys oli tarkkaan suunniteltu. Oppitunnit toistuivat mahdollisimman samankaltaisella rakenteella turvallisuuden ja hallinnan tunteen vahvistamiseksi. Intervention sisältöalueet olivat seuraavat:

1. lukumäärä ja sen säilyvyys
2. lukujonotaidot
3. kymmenjärjestelmä ja numero-merkki
4. lukusuora
5. lukujen 2–10 hajotelmat ja kymmenparit
6. kymmenylitys yhteenlaskussa
7. vähennyslasku
8. kertokäsitem ja kertotaulu
9. murtoluvut (ei 2. luokalla)

Jokainen oppitunti alkoi noin 10 minuutin virittelyllä, jolloin oppilaat tekivät sudokuja, älypelejä tai vastaavia. Tarkoituksena oli rauhoittaa tuntien alku, kehittää oppilaiden toiminnanohjauksen ja loogisen ajattelun taitoja sekä luoda myönteinen asenne oppimiseen. Käsiteltävän asian opetteluun ja harjoitteluun käytettiin jokaisesta tunnista 20–25 minuuttia. Tämä osa sisälsi mahdollisimman runsasta matematiikan verbalisointia keskustellen ja omaa työtä selostaen. Lisänä käytettiin havaintomateriaaleja. Lopputunnista 10–15 minuuttia käytettiin aiheeseen sopivaan peliin. Tavoitteena oli positiivisen oppimisasetteen vahvistaminen, käsitteiden käytön harjoittaminen sekä osallistumisrohkeuden voimistaminen.

Mittarit

Tutkimuksessa käytetyt pääsälaskukokeet olivat itse laatimiani. Niiden esikuvina ovat olleet eri interventiotutkimuksissa käytetyt pääsälaskukokeet (mm. Torbeyns, Verschaffel & Ghesquière, 2004). Tätä tutkimusta varten tehtiin neljä keskenään mahdollisimman samantasoista pääsälaskusarjaa lukualueelta 0–20. Laskut valittiin kahden luvun yhteenlaskuista, joissa yhteenlaskettavat ovat väliltä 1–9. Laskuista poistettiin ne, joissa molemmat tekijät olivat pienempiä kuin 4. Vähennyslaskut olivat käänteisiä yhteenlaskuille, summasta vähennettiin aina suurempi yhteenlaskettava. Pääsälaskukokeissa oli kussakin 20 tehtävää, vuorotellen yhteen- ja vähennyslasku.

Pääsälaskukokeiden reliabiliteettia arvioitiin Cronbachin alfa -kertoimella, joka sai arvon 0,873, joten pääsälaskukokeiden sisäinen yhtenäisyys oli hyvä. Pääsälaskukokeiden eri mittauskertojen väliset korrelaatiot (Pearson) olivat kaikki tilastollisesti merkitseviä ($p < 0,01$), ja korrelaatiot vaihtelivat 0,420:sta 0,651:een.

Viidennellä ja kuudennella mittauskerralla oppilaat tekivät päässäälaskukokeista 1 ja 2 sarjan käännetyssä järjestyksessä. Ensimmäisellä mittauskerralla 2. luokka teki erilaisen laskusarjan kuin 3. ja 4. luokka, joskin laskut olivat samoista sarjoista. Laskut esitettiin sekä piirtoheitinkalvolla että ääneen lukien ja oppilaat merkitsivät vastauksensa vastauspaperiin. Alun perin vastausajaksi oli kaavailtu 5 sekuntia/lasku, mutta se oli syyslukukauden aikana liian lyhyt toisluokkalaisille. Laskuaika pidettiin ensimmäiselläkin kerralla niin lyhyenä (maksimissaan 8 sekuntia/lasku), ettei kaikkien laskujen ratkaiseminen luettelemalla laskien olisi mahdollista. Päässäälaskukokeiden tuloksina tutkimuksessa käytetään oikeiden vastausten prosenttiosuutta.

Makeko-kokeet (Ikäheimo, Putkonen & Voutilainen, 2002) ovat kriteeriperustaisia kokeita, joiden perustana ovat kyseisen luokka-asteen matematiikan opetus suunnitelman tavoitteet. Jokaiselle luokka-asteelle on oma kokeensa. Makeko-koe voidaan pitää joko lukuvuoden alussa tai lopussa, mutta itse koe on silloin eri. Kevään koe on sama kuin seuraavan luokka-asteen syksyn koe (lapset tekevät saman kokeen esimerkiksi toisen luokan keväällä ja kolmannen syksyllä). Luokka-asteen sisällä tarkasteltuna keväällä pidettävä koe on siten syksyn koetta vaativampi. Koska kokeiden perustana ovat opetus suunnitelman tavoitteet, kokeet vaikeutuvat luokka-asteiden välillä. Makeko-kokeiden on todettu soveltuvan matematiikan yleisoosaamisen mittaamiseen (Hautamäki & Kuusela, 2004), vaikka kokeen suoritusjakauma onkin negatiivisesti vino, eli se erotelee vain heikosti suoriutuneet oppilaat. Makeko-kokeissa on mainittu ns. huolen raja eli prosenttiosuus, joka kaikista tehtävistä olisi osattava jatkoon sujumisen kannalta. Tämä huolen raja muuttuu kokeesta

toiseen: ylemmillä luokilla saa tulla enemmän virheitä. Koska eri luokka-asteiden kokeissa on eri määrä tehtäviä, käytettiin tutkimuksessa Makeko-kokeistakin oikeiden vastausten prosenttiosuuksia.

Oppilastapausten kuvailussa käytettiin tapaustutkimuksen luonteen mukaisesti useaa eri tiedonhankintatapaa. Mukana olivat jo aiemmin mainitut Makeko- ja päässäälaskukokeet. Lisäksi interventioon osallistuneet oppilaat tekivät intervention alussa, lopussa sekä viivästettynä loppumittauksena (5 kk intervention päättymisen jälkeen) joko Banuca- tai RMAT-testin. Banuca-testi (Räsänen, 2005) on lukukäsitteen ja laskutaidon hallintaa mittaava testi 7–9-vuotiaille lapsille. RMAT-testi (Räsänen, 2004) on laskutaidon testi 9–12-vuotiaille lapsille. Molempien testien perusteella lapsen lukukäsitteen hallinnan ja/tai laskutaidon osaamisen tasoa voidaan verrata hänen oman ikäryhmänsä suoriutuksiin kyseisen kouluvuoden syksyllä. Nämä testit teetettiin alkumittauksessa yksilötestinä, loppu- ja viivästetyssä loppumittauksessa ryhmätestinä (ryhmässä 2–4 oppilasta). Oppilaiden kehityskulkuja kuvaillaessa myös oppituntimuistiinpanojen osuus oli merkittävä, samoin mahdollisten aiempien tutkimuslausuntojen.

Itse interventiotutkimus jakautui kolmeen osaan: Ensimmäinen osa liittyi laaditun opetusjakson kehittelyyn ja arviointiin. Jaksoa arvioitiin oppisisältöjen, keston, materiaalien, ajankohdan ja sopivan luokka-asteen kannalta. Toisessa osassa tarkasteltiin interventiojaksoon osallistumisen yhteyksiä päässäälaskujen ja peruslaskutaitojen hallintaan. Tutkimuksen kolmannessa osassa viiden siihen osallistuneen oppilaan matematiikan taitojen kehityskulkua kuvattiin yksityiskohtaisemmin ja pohdittiin niihin mahdollisesti vaikuttaneita syitä.

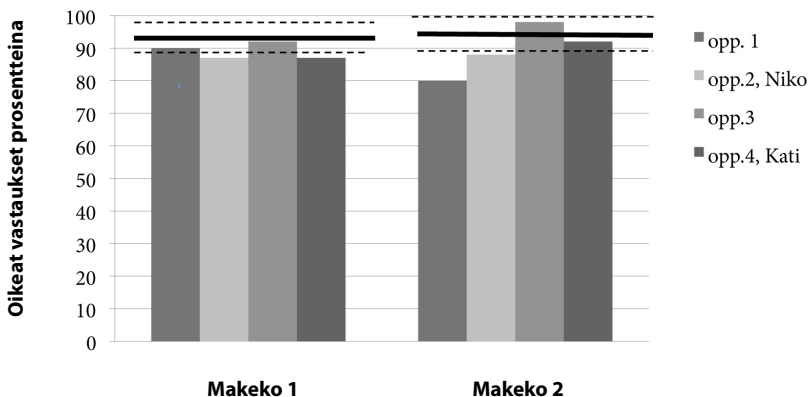
TULOKSET

Toteutetun intervention arviointi

Oppituntien sisäinen rakenne toimi hyvin. Oppitunnin jako aiemmin kuvattuihin 10 + n. 20 + n. 10 minuutin osiin vaikutti onnistuneelta. Interventiossa huomattiin, että opetuksessa käytettävien havaintovälineiden määrä kannattaa pitää pienenä, jotta päähuomio kohdentuu asian matemaattiseen sisältöön eikä aikaa mene uuden välineen käytön harjoitteluun. Eriytyistä huomiota kannattaa kiinnittää myös havaintovälineiden ja matematiikan symbolikielen yhdistämiseen. Tämän tärkeys tuli näkyviin siinäkin, että opetuksessa oli ajoittain vaikea löytää keskitietä pelimäisyyden ja matemaattisen tarkoituksenmukaisuuden välillä. Oppilaat kyllä nauttivat erilaisista peleistä, mutta niiden sisältö on tarkkaan pohdittava, samoin kuin pelin sääntöjen ja keston soveltuvuus oppitunneille. Monet pelit ovat joko liian pitkiä tai liian helppoja, ellei niiden sääntöjä muokata. Toisaalta peleihin saa myös helposti lisättyä matemaattista sisältöä (esimerkiksi Bingossa ”kymmenien paikalla numero 7, ykkösten paikalla 9”).

Peruslaskutaidon hallinta (Makeko). Kuvioissa 2–4 on esitetty eri luokka-asteiden tutkimusoppilaiden tulokset Makeko-kokeessa 1 ja 2. Koska kokeet ovat erilaisia eri luokka-asteilla ja samallakin luokka-asteella on syksyllä eri koe kuin keväällä, on tuloksien vertailussa oltava varovainen. Kuvioissa yhtenäinen viiva merkitsee luokka-asteen Makeko-kokeen tulosten keskiarvoa, katkoviivat yhden keskihajonnan eroa ylös- tai alaspäin.

Toisen luokan oppilaiden väliset suoriutumiserot eivät olleet tämän kokeen mukaan kovin suuria, kuten kuvioista 2 voidaan havaita. Interventioon osallistuneiden oppilaiden lähtötaso oli tämän kokeen mukaan varsin lähellä luokka-asteen keskiarvoa (93,4 %). Kuitenkin kaksi oppilasta (opp:t 2 ja 4) jäi yli yhden keskihajonnan (5,1 %) päähän luokka-asteen keskiarvosta. Loppumittauksessa toisen luokan oppilaiden suoriutumiserot olivat edelleen pääosin pieniä (ka 94,3 %, kh = 5,0 %). Kolme tutkimusoppilasta paransi suoritustaan suhteessa luokka-asteensa keskiarvoon, kaksi heistä (opp:t 3 ja 4) keskihajonnan verran. Toisaalta yhden tutkimusoppilaan (opp. 1) suoriutuminen oli



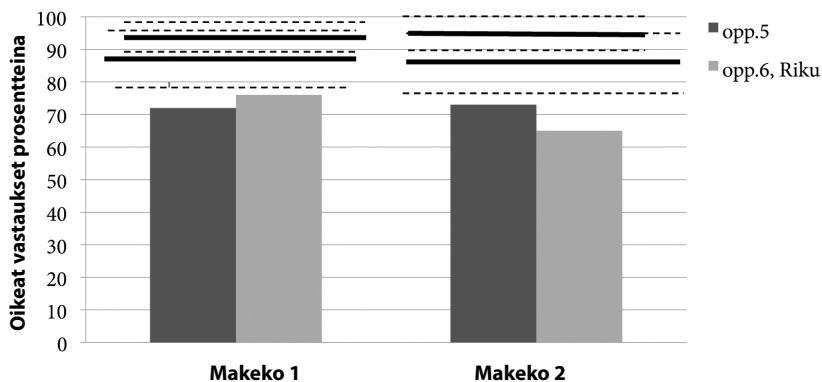
Kuvio 2. Toisen luokan oppilaiden Makeko-kokeen tulokset alku- ja loppumittauksessa. Luokka-asteen keskiarvo on merkitty yhtenäisellä viivalla, yhden keskihajonnan ero siitä katkoviivoilla.

selvästi heikompaa kuin kokeessa 1.

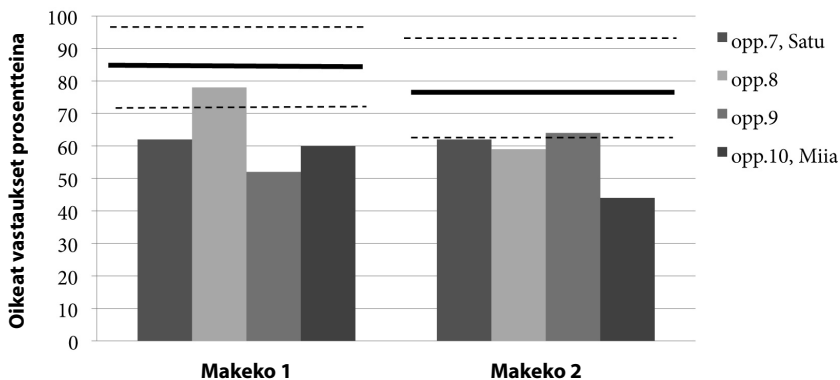
Kuten kuviosta 3 voidaan havaita, kolmannen luokan tutkimusoppilaiden tulokset Makeko-kokeessa olivat alkumittauksessa jo yli yhden keskihajonnan ($kh = 9,9\%$) päässä luokka-asteen keskiarvosta (87,2 %). Loppumittauksessa toinen heistä oli etäännytynyt kahden keskihajonnan ($kh = 9,0\%$) päähän keskiarvosta (86,2 %), eli hänen kehityksensä on ollut hyvin huolestuttava. Neljännentenkin luokan tutkimusoppilaiden lähtötaso on selvästi luokka-asteen

keskitason alapuolella (kuvio 4), kolme heistä on jo yhden keskihajonnan päässä keskiarvosta (85,5 %). Loppumittauksessa kukaan kolmannen tai neljännen luokan tutkimusoppilaista ei saavuttanut luokka-asteen keskiarvoa, mutta kaksi kipusi noin yhden keskihajonnan päähän keskiarvosta. Toisaalta kahden muun (opp:t 8 ja 10) ero luokan keskitasoon kasvoi.

Peruslaskutaitojen hallintaa arvioivan Makeko-kokeen tavanomainen kehityslinja on laskeva (Hautamäki & Kuu-



Kuvio 3. Kolmannen luokan oppilaiden Makeko-kokeen tulokset alkua- ja loppumittauksessa. Luokka-asteen keskiarvo on merkitty yhtenäisellä viivalla, yhden keskihajonnan ero siitä katkoviivoilla.



Kuvio 4. Neljännenten luokan oppilaiden Makeko-kokeen tulokset alkua- ja loppumittauksessa. Luokka-asteen keskiarvo on merkitty yhtenäisellä viivalla, yhden keskihajonnan ero siitä katkoviivoilla.

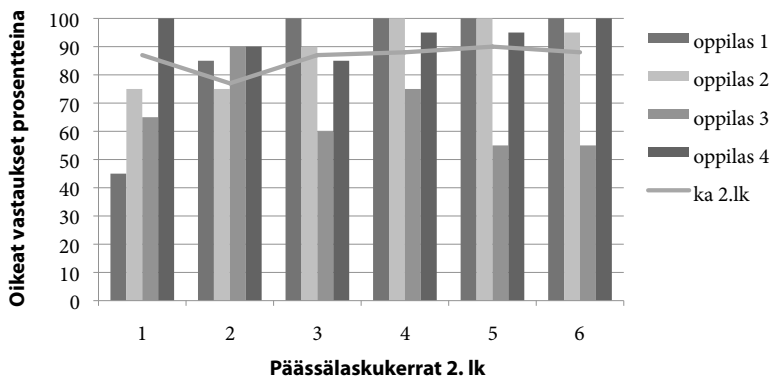
sela 2004), eli ylempillä luokilla kokeen oppisisältöjen vaikeutuessa oppilaiden oikeiden vastausten prosenttiosuus yleensä pienenee. Keväällä pidettävä koe on myös saman luokka-asteen syksyn koetta vaativampi. Sekä kolmas- että neljäluokkalaisilla syksyn ja kevään kokeen tuloksia (eli alku- ja loppumittauksen oikeiden vastausten prosenttiosuuksia) verrattaessa keskimääräinen kehitys oli tässä tutkimuksessa heikkenevä, kuten osattiin odottaa. Positiivista oli, että interventioon osallistuneiden oppilaiden joukosta toinen kolmasluokkalainen pystyi lisäämään oikeiden vastaustensa prosenttiosuutta kokeessa, neljännellä tähän ylsi yksi ja toisen suoritus pysyi ennallaan. Oikeiden vastausten prosenttiosuuden lasku oli sitä vastoin etenkin kahden neljäluokkalaisen kohdalla hyvin huomattavaa.

Päässälaskutaidot. Päässälaskutaidoissa toisen luokan tutkimusoppilaiden lähtötaso oli etäämpänä luokka-asteen keskiarvosta kuin Makeko-kokeen tuloksissa. Toisluokkalaiset kirivät intervention aikana hyvin taitojaan suhteessa oman luokka-

asteensa keskimääräiseen tasoon (kuvio 5). Kolmen kehitys oli suotuisaa (yksi heistä kehittyi lähinnä laskunopeudessa), he kaikki olivat intervention puolivälistä lähtien luokka-asteen keskitason yläpuolella. Yksi oppilaista (opp. 3) suoriutui kokeissa vaihtelevasti, eikä suotuisaa kehityslinjaa hänen kohdallaan ollut havaittavissa.

Kolmannella ja neljännellä luokalla päässälaskutaito oli keskimäärin jo varsin hyvää ja suoriutuminen tasaista. Luokka-asteen keskiarvo vaihteli kolmannella 90 %:n molemmin puolin, neljännellä luokalla pysyi koko ajan yli 90 %:ssa. Tutkimusoppilailla päässälaskutaidon kehitys oli epävakaa, ja moni interventioon osallistuneista sai koko intervention ajan keskimääräistä heikompia tuloksia (kuviot 6 ja 7). Joillakin oppilaista (opp:t 6, 8, 10) suoriutuminen oli välillä jopa kahden keskihajonnan päässä luokka-asteen keskiarvosta.

Tuloksissa oli nähtävissä suuria vaihteluja eri mittauskertojen välillä. Ylempi-luokkalaisista vain yksi oppilas (opp. 7) saavutti intervention aikana luokan keskitason ja pysytteli sen jälkeen keskitason

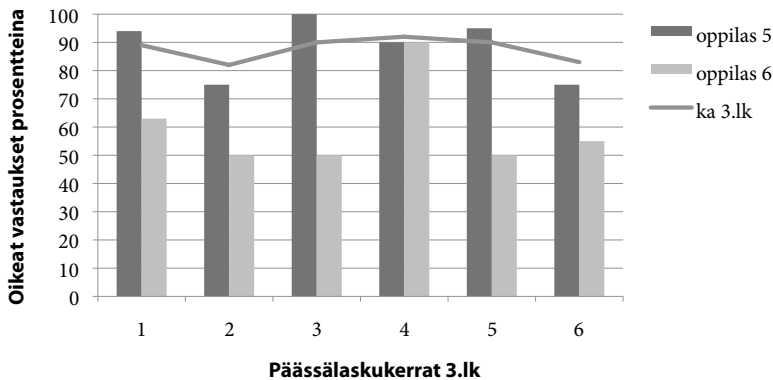


Kuvio 5. Toisen luokan oppilaiden päässälaskukokeiden tulokset eri mittauskerroilla. Luokka-asteen keskiarvo on merkitty yhtenäisellä viivalla, yhden keskihajonnan ero siitä katkoviivoilla.

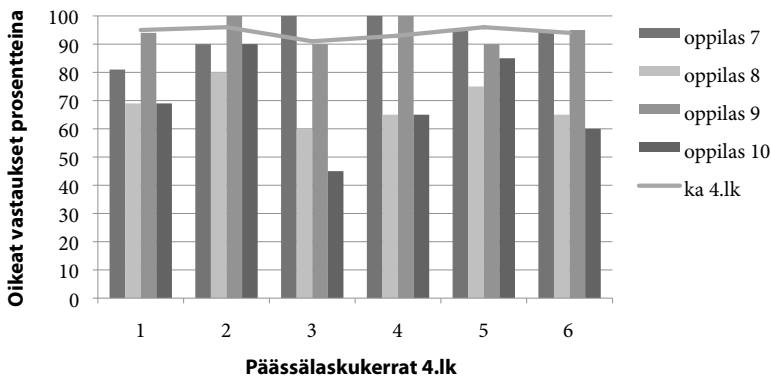
tuntumassa. Kahden suoritus oli intervention alussa likimain keskitasoista (opp:t 5 ja 9), heistä vain jälkimmäinen kykeni säilyttämään saman tason. Kolmen tutkimusoppilaan (6, 8, 10) suoriutuminen ylsi vain satunnaisesti keskitason tuntumaan, ja suoriutumisen paranemista seurasi usein seuraavalla kerralla lasku. Kokonaisuutena vaikutti siis siltä, että ylempiluokkalaisilla interventio ei enää samassa määrin riittänyt oman luokka-asteen tason saavuttamiseen.

Intervention ja matematiikan taitojen välisten yhteyksien arviointi

Tutkimusoppilaiden matematiikan perustaitojen hallinta ennen interventiota Makeko-kokeella mitattuna vaihteli keskitasoisesta selvästi alle keskitasoiseen. Tutkimuksen aikana sekä koeryhmän (tutkimusoppilaat) että kontrolliryhmän (luokkien muut oppilaat) oikeiden vastusten prosenttiosuudet Makeko-kokeessa (eli oman luokka-asteen matematiikan oppisisältöjen hallinta) heikkenivät tässä



Kuvio 6. Kolmannen luokan oppilaiden pääsälaskukokeiden tulokset eri mittauskerroilla. Luokka-asteen keskiarvo on merkitty yhtenäisellä viivalla, yhden keskihajonnan ero siitä katkoviivoilla.



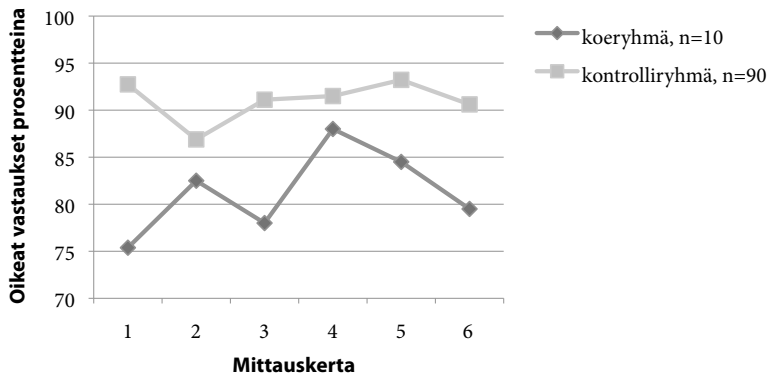
Kuvio 7. Neljännen luokan oppilaiden pääsälaskukokeiden tulokset eri mittauskerroilla. Luokka-asteen keskiarvo on merkitty yhtenäisellä viivalla, yhden keskihajonnan ero siitä katkoviivoilla.

tutkimuksessa 2. luokkaa lukuun ottamatta. Heikkeneminen oli ennakoitavissa koekaiden vaikeutumisen takia. Ryhmällä ja koesuoriutumisen ei tässä tutkimuksessa ollut yhdysvaikutusta. Kuitenkin yksittäisten oppilaiden alku- ja loppumittauksessa saamia tuloksia keskenään verrattaessa voitiin havaita, että koeryhmässä vain neljän oppilaan tulos heikkeni alku- ja loppumittauksen välillä. Kontrolliryhmässä peräti 56 oppilaalla (62 %) oikeiden vastusten prosenttiosuus oli loppumittauksessa heikompi kuin saman oppilaan saama tulos alkumittauksessa; tosin useimpien kohdalla muutokset olivat pieniä. Lukukäsitettävissä ja päässäälaskuissa koeryhmän oppilaille oli varsin vähän virheitä suhteessa muiden samojen luokkien oppilaiden tuloksiin, joten mahdollisesti interventio oli tukenut heidän osaamistaan tällä alueella. Luokka-asteen uusien oppisisältöjen osamisessa vastaavaa ei ollut havaittavissa.

Intervention alkaessa koeryhmän kymmenen oppilaan taidot päässäälaskukokeessa olivat ryhmänä arvioituna varsin kaukana muiden samojen luokkien oppilaiden (kontrolliryhmän) taidoista (kuvio 8). Seuraavaan mittaukseen (lokakuu) tultaessa ero oli kaventunut huomattavasti.

Tästä mittauskerrasta alkoi kontrolliryhmällä suhteellisen tasainen maaliskuulle (mittauskerta 5) jatkuva kehitys. Sen sijaan koeryhmän kehitys oli poukkoilevaa. Maaliskuulle saakka siinäkin on nähtävissä nouseva trendi, jossa tulokset kuitenkin vuoroin paranivat ja heikkenivät. Kolmannen mittauskerran tuloksen putoaminen saattoi johtua siitä, että mittaus tapahtui loman jälkeen tammikuussa. Kontrolliryhmällä tällaista loman jälkeistä heikkenemistä ei ollut havaittavissa. Huhtikuun mittauksessa (6. mittauskerta) molempien ryhmien tulokset heikkenivät.

Päässäälaskukokeiden tulosten muutoksia tarkasteltiin toistettujen mittausten varianssianalyysillä, vaikka tutkimusaineisto ei täysin täyttänytään sen vaatimuksia (jakaumat eivät olleet normaalijakauman mukaisia, vaan olivat vasemmalle vinoja eli hyviä tuloksia oli selvästi enemmän kuin heikkoja). Päässäälaskutuloksilla ja oppilaan ryhmällä oli saatujen tulosten perusteella tilastollisesti melkein merkitsevästi yhdysvaikutusta ($F[4, 403] = 2,82$; $p = 0,023$), eli interventiolla oli ollut jonkin verran vaikutusta koeryhmän oppilaiden päässäälaskutaitojen kehitykseen. Tulosten varmistamiseksi niitä arvioitiin



Kuvio 8. Päässäälaskukokeiden tulosten kehitys koe- ja kontrolliryhmällä

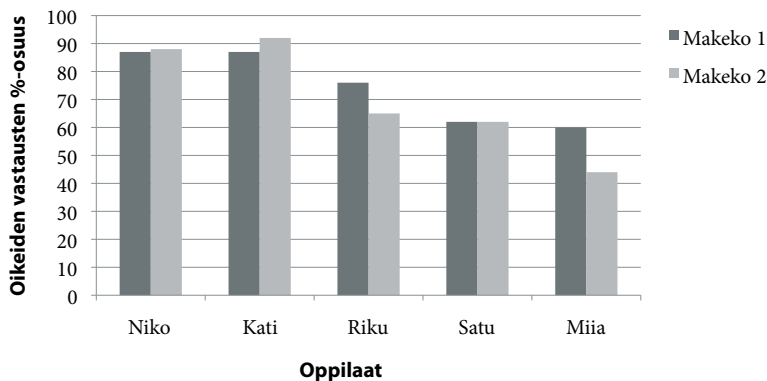
myös ei-parametristen menetelmien avulla. Friedmanin testin perusteella koko oppilasryhmän (koe- ja kontrolliryhmän) päässälaskutuloksissa tapahtui merkittävää muutosta kouluvuoden aikana; koeryhmän tuloksissa muutos interventioajalla ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä. Osasyynä interventiolla aikaansaatuisten muutosten heikkouteen saattoi olla se, että oppilaat hyötivät interventiosta hyvin eri tavoin, kuten myöhemmässä tapaustutkimusosuudessa havaitaan.

Oppilaiden kehityskulkuja. Kehityskulkuja tarkasteltiin viiden oppilaan avulla. Oppilaista Niko ja Kati olivat 2. luokalla (oppilaat 2 ja 4), Riku 3. luokalla (oppilas 6) ja Satu ja Miia 4. luokalla (oppilaat 7 ja 10). Oppilaiden nimet on muutettu ja oppilasnumerot vastaavat merkintöjä aiemmissä kuvioissa. Kuvioissa 9 ja 10 voidaan havaita heidän erilainen kehityksensä peruslaskutaitojen ja päässälaskujen hallinnassa.

Matematiikan peruslaskutaitoja vertailtaessa (kuvio 9) on otettava huomioon se, että Makeko-kokeissa huolen raja

(merkitty kuviossa suorakaiteella) riippuu luokka-asteesta ja kokeesta, eli ylempien luokka-asteiden kokeissa virheitä ”sallitaan” enemmän. Lisäksi on huomioitava se, että syksyllä ja keväällä oli käytössä eri koe, kevään loppumittauksen koe oli vaikeampi. Tutkimusoppilaiden edistymisen arvioinnissa on siis oltava varovainen. Tästä syystä toisena vertailukohtana on oppilaan oman luokan keskimääräinen suoriutuminen. Kuvioon on merkitty kunkin tutkimusoppilaan oman luokan keskiarvo yhtenäisellä viivalla, yhden keskihajonnan ero katkoviivalla. Toisella luokalla molemmissa kokeissa huolen raja on 20 %, eli tehtävistä pitäisi saada 80 prosenttia oikein. Niko ja Kati eivät olleet huolen alueella kummassakaan kokeessa, mutta paransivat loppukokeessa suoriutumistaan alkukokeeseen verrattuna. Intervention alussa molemmat olivat keskihajonnan päässä oman luokkansa keskiarvosta, Niko saavutti sen, Kati ei. Kolmannen luokan alun ja lopun kokeessa huolen raja on erilainen, alussa 20 %, lopussa 30 %.

Riku oli kummallakin mittauskerralla suunnilleen samassa määrin huolen alu-



Kuvio 9. Viiden interventioon osallistuneen oppilaan suoriutuminen Makeko-kokeessa intervention alussa ja lopussa. Luokka-asteen keskiarvo on merkitty yhtenäisellä viivalla, yhden keskihajonnan ero siitä katkoviivoilla ja ns. huolen raja suorakaiteella.

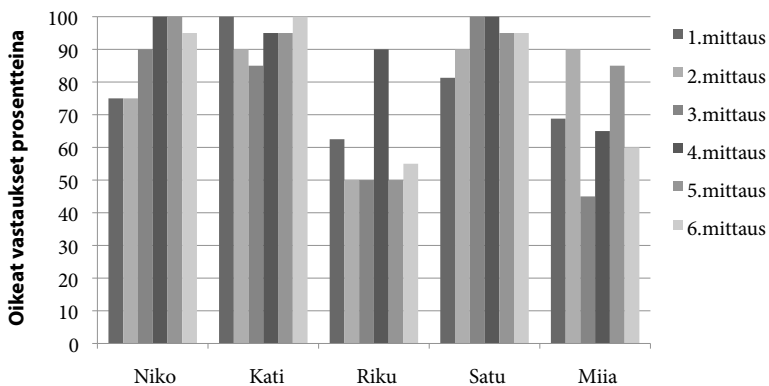
eella. Omaan luokkaansa verrattuna hän jää yhä enemmän keskimääräisestä osaamisesta. Neljännellä luokalla huolen raja molemmissa kokeissa on 30 %, eli molemmat tytöt olivat koko ajan huolen alueella. Satu pystyi pysäyttämään heikkenemisen kierteen ja pienessä määrin saavuttamaan luokkansa keskitasoa. Miia etäännyi yhä enemmän luokkansa keskimääräisestä osaamistasosta ja on siten syvemmillä huolen alueella.

Nikon ja Sadun kehitys oli suhteellisen positiivista myös päässälaskujen hallinnassa (kuvio 10). Viimeistään intervention puolivälissä kumpikin heistä sai päässälaskuista vähintään 90 prosenttia oikein. Kati sai jo ensimmäisellä päässälaskukerralla kaikki oikein, mutta hänen suorituksensa oli erittäin hidas (laadullinen havainto koetilanteesta). Hänen kohdallaan päässälaskukokeista voidaankin seurata aikarajan tiukentumisen vaikutusta. Riku ja Miia ylsivät vain yhden kerran 90 prosentin tulokseen, eikä positiivista kehityslinjaa ollut näkyvissä. Rikulla oli mielenkiintoinen poikkeama tasaisen heikoissa päässälaskutuloksissa neljännellä mittauskerralla (helmikuussa), Miian suo-

ritukset vaihtelivat kerrasta toiseen varsin voimakkaasti.

Oppilaiden tapauskohtaisissa kehityskuluissa havaitaan erilainen hyötyminen interventiosta sekä erilainen tuen tarve jatkossa. Niko on nokkela, mutta tarkkaamaton. Intervention alussa hänen toimintaperiaatteensa eri tehtävissä oli ”arvataan vastaus ja katsotaan meneekö oikein”. Niko tukeutuisi yhteenlaskuissa mielellään pelkkään suoraan muististahakuun. Ongelmallista on kuitenkin se, että laskutoimitusmerkit jäivät usein tarkistamatta tai hän kääntää laskun suunnan oikealta vasemmalle.

Banuca-testin mukaan Nikon suoritus tuihin kuului intervention alkaessa ikäryhmän heikoimpaan kolmannekseen. Intervention lopulla on nähtävissä erittäin suotuisaa kehitystä, etenkin laskutaidon osassa (kaikki tehtävät oikein). Viivästyssä loppumittauksessa tulos palautuu lähemmäs alkutasoa, joskin silloinkin sitä paremmaksi. Laskutaidon osalta kaikki tehtävät ovat edelleen oikein. Lukujonot tuottavat vaikeutta Banuca-testissä, mutta eivät Makeko-kokeessa. Tähän vaikuttanee se, että Banucan lukujonot ovat vaativam-



Kuvio 10. Viiden interventioon osallistuneen oppilaan päässälaskukokeen tulokset eri mittauskerroilla

pia. Makeko-kokeissa tulokset ovat parantuneet lukukäsitteen ja yhteenlaskujen osalta (vähennyslaskuissa kaikki tehtävät olivat molemmilla kerroilla oikein). Myös sovellustehtävissä on ollut suotuisaa kehitystä, eikä millään Makeko-kokeen mitaamalla osa-alueella ole tapahtunut heikkenemistä. Niko oppi intervention aikana jossain määrin ohjaamaan omaa työtään puheen avulla ja hillitsemään arvailutai-pumustaan. Hänen kohdallaan tehtävien sopiva vaatimustaso olisi olennaista, mutta varsinainen matematiikan erityisopetus ei liene enää tarpeen.

Kati ei ennen kouluikää ole ollut juurikaan kiinnostunut luvuista tai numeroista. Niinpä hänelle monet lukuihin ja laskemiseen liittyvät asiat ovat vieraampia kuin muille oppilaille. Hän on saanut matematiikassa tukea jo ensimmäisellä luokalla, koska tehtävien tekeminen oli tuolloin ollut erittäin hidasta ja työlästä. Uudet toimintatavat sisäistyivät interventi-on aikanakin Katille hyvin hitaasti, ja esimerkiksi lukusuoran käyttö vaati häneltä pitkän harjoittelun. Kielellisesti Kati on varsin taitava, ja hän osasi selittää muille oppilaille asioita, kun vain uskalsi luottaa omiin taitoihinsa.

Intervention alussa Kati kuului Banuca-testin perusteella ikäryhmänsä heikoimpaan kymmenykseen. Intervention lopulla Katia heikompia oli testin mukaan 45 % ja viivästetyinkin loppumittauksen perusteella vielä 35 %. Makeko-kokeessa suotuisaa kehitystä näkyi etenkin vähennyslaskujen ja sovellustehtävien hallinnassa. Banuca-testin mukaan Kati hallitsi lukukäsitteen erittäin hyvin sekä loppu-että viivästetyssä loppumittauksessa. Makeko-kokeessa tällä osa-alueella tapahtui heikentymistä, mikä saattaa johtua luku-alueen eroista näissä kokeissa. Kati vaikutti laajentavan lukualuettaan hitaasti, mutta toisaalta hallitsi oppimansa lukualueen

sen jälkeen hyvin. Katin vaikeutena säilyi koko intervention ajan taipumus käyttää ns. miniteoria-tyyppistä ajattelua (esimerkiksi sanallisessa tehtävässä tarvittavan laskun voi päätellä hänen mukaansa siitä, onko ensin esitetty luku suurempi vai pienempi). Jatkossa Kati hyötyisi suhteellisen säännöllisestä tukiopetuksesta, jossa asioiden oikea omaksuminen varmistettaisiin.

Rikulla on jo ennalta todettu vaikeuksia kuullun materiaalin käsittelyssä, toistomuistissa ja nimikkeiden oppimisessa. Hän on hyvin koulumyönteinen oppilas, joka asettaa itselleen liiankin korkeita vaatimuksia. Kymmenparien oppiminen oli Rikulle hyvin työlästä. Intervention puolivälissä Riku kuitenkin alkoi hallita luvun hajotuksen yhteen- ja vähennyslaskun apuna. Todennäköisesti tästä seurasi hieno menestys helmikuun päässä laskukokeessa (mittauskerta 4). Opittu taito ei kuitenkaan jäänyt pysyväksi. Etenemistahti interventi-ossa saattoi tässä kohtaa olla hänelle liian nopea. Peruslaskutaitojen hallintaa mittavaan RMAT-testin mukaan Rikun suoriutuminen intervention alkaessa oli heikkoa omaan ikäluokkaan verrattuna. Intervention lopun mittauksessa etenkin vähennyslaskut sujuivat hyvin. Suoritus vastaisi kolmasluokkalaisen syyskuun keskitasoa, eli hän ei kuitenkaan ollut kirinyt taitojaan suhteessa omaan luokka-asteeseensa (mittauskertaan tehtiin ko. luokan keväällä).

Viivästetyssä loppumittauksessa Rikun suoriutuminen vastasi erittäin heikkoa neljäsluokkalaisen tasoa – tuki ei siis ole ollut riittävää. Makeko-kokeen perusteella suotuisaa kehitystä on tapahtunut lukukäsitteen hallinnassa sekä allekkain tehtävissä yhteenlaskuissa. Sen sijaan kaikkien päässä laskujen tulokset ovat heikentyneet. Tähän on todennäköisesti vaikuttanut se, että jälkimmäisessä kokeessa päässä laskujen luvut olivat kaksinumeroisia. Rikulla alkoi ilmetä intervention lopulla taipu-

musta luovuttaa hänelle vaikeissa tehtävissä. Riku tarvitsisi jatkuvampaa tukea perustaitojen hallinnan varmistamiseksi sekä ainakin ajoittain yksilöllistä ohjausta matematiikan käsitteiden ja tehtävästrategioiden oppimiseksi.

Satu on ahkera ja yritteliäs oppilas, jonka impulsiivisuus kuitenkin heikentää tehtävien tuloksia. Satu käyttää Katin tavoin tehtävissä apunaan vihjesanoja. Hänen mukaansa tehtävä olisi helppo laskea, jos vain tietäisi, mitä pitää laskea. Intervention alun RMAT-testissä Satu suorittui neljäsluokkalaisen heikkoa keskitasoa vastaavasti. Intervention lopulla hän sai testistä kaksi pistettä enemmän (vastaisi syyskuun keskitason alarajaa). Viivästetyn loppumittauksen mukaan Sadun tulos on heikkoa keskitasoa eli samaa tasoa kuin intervention alussa. Varsinaista positiivista kehitystä ei siis ollut tapahtunut. Makeko-kokeiden perusteella edistystä oli tullut päässälaskujen, lukukäsitteen ja kertolaskun hallinnassa. Lukukäsitteitehtävissä muutos on ollut huomattava. Sen sijaan vähennyslaskuissa oikeiden vastausten määrä on vähentynyt.

Sadun laskemisen ongelmana ei ole lainaamisen osaaminen, vaan virheet vaikuttavat johtuvan impulsiivisuudesta (väärä sataluku, edellinen vastaus toistuu). Interventiossa harjoiteltu ääneen ajattelu auttoi Satua oppitunneilla huomattavasti, ja hän jopa oppi huomaamaan oman ajattelunsa epäloogisuuksia. Koetilanteissa tämä ei ilmeisestikään vielä toiminut. Sadun kannalta olisi eduksi opiskella osa matematiikan tunneista pienryhmässä (samanaikaisopetuksena), jolloin hän voisi käyttää ääneen ajattelua paremmin hyväkseen. Myös peruslaskujen hallinnan vahvistaminen olisi edelleen tarpeen. Voisi olettaa, että tämänkaltainen interventio aikaisemmin, esimerkiksi toisella luokalla, olisi auttanut Satua pysymään ainakin

pidempään oman luokka-asteensa taitojen tasalla.

Miialla on koulussa matematiikan lisäksi hankaluuksia muissakin oppiaineissa. Hänellä on todennettuna kielellinen erityisvaikeus, mutta sen laajuus paljastui vasta intervention aikana, samoin kuin laajat toiminnanohjauksen hankaluudet. Intervention alussa Miian peruslaskutaitojen hallinta RMAT-testin tuloksen perusteella oli neljäsluokkalaiselle heikkoa. Intervention lopulla hän sai jopa vähemmän raakapisteitä kuin intervention alussa. Miian suoritukset vaihtelivat erittäin voimakkaasti eri oppituntien välillä. Ajoittain hän jaksoi ponnistella tehtävän ratkaisemiseksi, toisinaan taas luovutti välittömästi. Viivästetyn loppumittauksen perusteella Miian peruslaskutaitojen hallinta vastasi viidesluokkalaisen erittäin heikkoa tasoa. Makeko-kokeessakin suoritukset eri osaluokilla lähinnä heikkenivät. Pientä parannusta tapahtui vain päässälaskujen ja yhteenlaskun hallinnassa (lukukäsitteen hallinta pysyi ennallaan eli hyvänä).

Miia olisi jo tässä vaiheessa tarvinnut kolmannen asteen tukea: yksilöopetusta tai jatkuvaa pienryhmäopetusta. Miia edistyi yksittäisissä taidoissa (esimerkiksi lukujen luettelemisessa), mutta opetuksessa olisi pitänyt keskittyä vielä suppeampaan määrään matematiikan taitoja ja laatia henkilökohtaisia muistitukia esimerkiksi laskutoimitusten nimikkeistä. Positiivista oli kuitenkin se, että intervention lopulla Miia koki matematiikan opiskelun ”kivaksi” ja tunsikin onnistuvansa ”joskus”, vaikka pelkäsiinkin epäonnistumista ”usein”.

POHDINTA

Tässä tutkimuksessa esitellyn interventiojakson sisältö ja tuntirakenne vaikuttivat pääpiirteissään onnistuneilta. Oppitun-

nin rakenne (10 + 20 + 10) alun ”virittelyineen” oli käytännöllinen ja vaikutti tukevan oppilaiden toiminnanohjaustaitoja. Sen avulla pyrittiin myös tukemaan oppilaiden hallinnan tunnetta heille vaikeassa asiassa. Osalla tutkimusoppilaista uuden havainnollistusvälineen käytön oppiminen vei aikaa. Niinpä havainnollistusvälineiden määrä kannattaa pitää pienenä, ja välineiden pitäisi olla mahdollisimman monikäyttöisiä. Kaikilla oppitunneilla matematiikan kielellistämiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota, myös havainnollistusvälineiden käytön osalta.

Eri luokka-asteilla olevien oppilaiden intervention aikaista kehitystä seurattaessa vaikutti siltä, että varmimmin tällä interventiolla saataisiin tuloksia toisella luokalla. Ainakin tässä tutkimuksessa suurin osa heistä pystyi kirmämään eroaan muuhun luokkaan. Saattaa olla niin, että tämänkaltaisen interventio hyödyttää helpoimmin toisen luokan oppilaita. Toisaalta heidän suoriutumisen ei alkumittauksissa ollutkaan yhtä etäällä luokan keskitasosta kuin ylempiluokkalaisilla. Koska ero ei ollut vielä päässyt kasvamaan kovin suureksi, intervention avulla oli helpompi tukea oppilaiden osaamista ja edistymistä. Toisluokkalaisille tämä interventiomalli sopisi sellaisenaan koko lukuvuoden kestäväksi tukimuodoksi. Kolmas- ja neljäsluokkalaisilla interventio ei enää riittänyt samassa määrin oman luokka-asteen tason saavuttamiseen, ero oli ilmeisesti kasvanut jo liian suureksi. Interventiomallia voitaisiin kuitenkin käyttää tuen tarpeen arviointikeinona ainakin alakoulun luokilla.

Mikäli tässä käytössä ollutta interventiota tiivistettäisiin ajallisesti ja rajattaisiin sisältöjä, sitä voitaisiin käyttää osaaikaisessa erityisopetuksessa eri luokilla matematiikan ensitukena ja toisaalta tuen tarpeen arviointikeinona. Tällöin sen kesto tiivistyisi 3–4 kuukauteen. Toisen luo-

kan oppilailla koko lukuvuodelle jakautuva interventio on luontevampi, koska opetettavat sisällöt ovat lähempänä oman luokka-asteen matematiikan oppisisältöjä. Intervention pohjalta voitaisiin kehittää vastaavia jaksoja muista matematiikan sisältöalueista. Nämä interventiot eivät olisi toisensa poissulkevia, vaan opetus voisi tarvittaessa jatkaa suoraan seuraavaan. Kaikki oppilaat eivät siis välttämättä jatkaisi seuraavassa interventiojaksossa, vaan tilalle voisi tulla uusia. Samalla toteutuisi ajatus oppilaan taitojen ja edistymisen jatkuvasta arvioinnista. Interventiorunkoja voisi olla esimerkiksi kolme:

1. Lukukäsitteeseen sekä yhteen- ja vähennyslaskujen ja niiden strategioiden hallintaan keskittyvä interventio. Tässä yhteydessä kannattaisi ryhmän koostumuksen mukaan harkita lukujen kasvattamista nelinumeroisiksi ja allekkainlaskun mukaanottoa.
2. Kertokäsitteen ja kertotaulufaktojen interventio, jossa myös jakolaskun käsite olisi mukana.
3. Sovellusinterventio, jossa pääpaino olisi sanallisen tehtävän ratkaisemisessa sekä mahdollisesti lukualueen laajentamisessa murto- ja desimaalilukuihin.

Etenkin ensimmäinen näistä interventiorungoista sopisi hyvin tehostetun tuen vaiheeseen oppilaan tuen tarpeen arviointikeinoksi. Kaikkien interventiorunkojen avulla voidaan sen lisäksi saada tietoa oppilaan kyvystä hyötyä tämänkaltaisesta tuesta, ja toisaalta niiden avulla saadaan arvokasta lisätietoa mahdollisten jatkotutkimusten ja tukitoimien kannalta.

Intervention avulla saatiin jossain määrin vaikutettua koeryhmäläisten pääsälaskutaitoihin. Heidän kehityksensä oli kuitenkin epätasaista. Aluksi taito kehiti-

tyi nopeasti, mutta lukukausien lopulla ja taukojen (joululoma) jälkeen heillä näkyi taantumaa kontrolliryhmää enemmän. On mahdollista, että he joutuvat yleensäkin ponnistelemaan enemmän koulutyössään, ja siksi väsyminen näkyy lukukausien lopussa.

Interventiolla tavoiteltua luokkasteen uusien taitojen omaksumisen tuke- mista ei varsinaisesti saavutettu. Peruslas- kutaidoissa näkyi lähinnä aiemmin opitun taidon vahvistumista; esimerkiksi lukukä- sitetehtävissä ja päässälaskuissa koeryh- män oppilailla oli suhteellisen vähän vir- heitä verrattuna samojen luokkien muiden oppilaiden tuloksiin. Saavutettujen tu- losparannusten niukkuuteen vaikuttanee toisaalta koeryhmän pienuus ja toisaalta se, että yksittäiset oppilaat hyötyivät inter- ventiosta hyvin eri tavoin. Myöskään ai- emmissä tutkimuksissa (esim. Bryant ym., 2008; Kaufman ym., 2003) ei interventiolla ole saavutettu ehdotonta parannusta op- pilaiden taitoihin, vaikka suuntaus onkin ollut positiivinen. Ero normaalisti suo- riutuviin on voinut aluksi olla niin suuri, että se intervention lopullakin on edelleen ilmeinen. Osalle oppilaista interventio on myös voinut olla liian ”heikko keino” tukea heitä matematiikan vaikeuksissa; he olisi- vat jo tarvinneet yksilöllisempää tukea. Tämä kävi selvästi ilmi myös tässä tutki- muksessa.

Eniten tässä toteutetusta interven- tiosta hyötyivät ne oppilaat, joilla ei ollut erityisiä oppimisvaikeuksia matematiikan taitovajeiden taustalla. Heidän kohdal- laan matematiikan taidot kohenivat mel- ko nopeasti luokkatasoisiksi. Muidenkin oppilaiden kohdalla kehitystä tapahtui, varsinkin työskentelytaidoissa, mutta eri- tyisesti kielellisistä vaikeuksista kärsivillä intervention tuki oli riittämätön. Interven- tion avulla saatiin runsaasti lisätietoa kaik- kien oppilaiden tavasta oppia sekä tarvit-

tavista jatkotukitoimista. Interventio toimi siis erinomaisena apuvälineenä pedagogi- sen arvion ja selvityksen teossa. Oppilaan matematiikan vaikeuksien varhaisella, oi- kein suunnitellulla tuella olisi mahdollista ehkäistä osa pysyvämmistä matematiikan taitovajeista, ja se antaisi aina lisätietoa jat- kotoimia varten.

Kirjoittajatiedot:

Eija Väisänen (KL) toimii erityisopettajana kerava- laisella alakoululla.

LÄHTEET

- Aunio, P. (2008). Matemaattiset taidot ennen koulun alkua. *NMI-Bulletin* 18, 63–74.
- Bryant, B.R. & Bryant, D.P. (2008). Introduction to the special series: Mathematics and learning disabilities. *Learning Disability Quarterly* 31, 3–8.
- Bryant, D.P., Bryant, B.R., Gersten, R., Scammacca, N. & Chavez, M.M. (2008). Mathematics intervention for first- and secondgrade students with mathematics difficulties. The effects of Tier 2 intervention delivered as booster lessons. *Remedial and Special Education* 29, 20–32.
- Butterworth, B. (1999). *The mathematical brain*. London: Macmillan.
- Butterworth, B. & Yeo, D. (2004). *Dyscalculia Guidance. Helping pupils with specific learning difficulties in maths*. London: nferNelson.
- Clarke, B., Clarke, D.M. & Horne, M. (2006). A Longitudinal study of children's mental somputation strategies. Teoksessa J. Novotná, H. Moratová, M. Krátka & N. Stehliková (toim.), *Proceedings 30th Conference of the International Group for the Psychology of Ma-thematics Education* 2, 329–336.
- Fuchs, L.S., Compton, D.L., Fuchs, D., Paulsen, K., Bryant, J.D. & Hamlett, C.L. (2005). The prevention, identification, and cognitive determinants of math difficulty. *Journal of Educa- tional Psychology* 97, 493–513.

- Fuchs, L.S. & Fuchs, D. (2001). Principles for the prevention and intervention of mathematics difficulties. *Learning Disabilities Research & Practice* 16, 85–95.
- Fuchs, L.S., Fuchs, D. & Hollenbeck, K.N. (2007). Extending responsiveness to intervention to mathematics at first and third grades. *Learning Disabilities Research & Practice* 22, 13–24.
- Fuson, K. (1992a). Research on learning and teaching addition and subtraction of whole numbers. Teoksessa G. Leinhardt, R. Putnam & R.A. Hatrup (toim.), *Analysis of arithmetic for mathematics teaching*, 53–188. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Fuson, K. (1992b). Research on whole number addition and subtraction. Teoksessa D.A. Grouws (toim.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning. A project of the national council of teachers of mathematics*, 243–275. New York: Macmillan.
- Geary, D.C. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities* 37, 4–15.
- Hautamäki, J. & Kuusela, J. (2004). Diagnostisen päättelemisen pulmista ja keinoista – matemaattiset oppimisvaikeudet. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.), *Matematiikka – näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen* (255–273). Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.
- Ikäheimo, H., Putkonen, H. & Voutilainen, E. (2002). MAKEKO. Matematiikan keskeisen oppiaineen kokeet luokille 1–9. Helsinki: Opperi.
- Kaufmann, L., Handl, P. & Thöny, B. (2003). Evaluation of a numeracy intervention program focusing on basic numerical knowledge and conceptual knowledge: A pilot study. *Journal of Learning Disabilities* 36, 564–573.
- Kinnunen, R. (2003). Miksikertotauluunkompastuu? Lukujen hallinta oppimisen perustana. Turun yliopisto, Oppimistutkimuksen keskus.
- Murata, A. (2004). Paths to learning ten-structured understandings of teen sums: Addition solution methods of Japanese grade 1 students. *Cognition and Instruction* 22, 185–218.
- Robinson, C.S., Menchetti, B.M. & Torgensen, J.K. (2002). Toward a two-factor theory of one type of mathematics disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice* 17, 81–89.
- Räsänen, P. (2001). Matematiikan oppimisvaikeudet. Teoksessa T. Ahonen & T. Aro (toim.), *Oppimisvaikeudet. Kuntoutus ja opetus yksilöllisen kehityksen tukena* (332–359). Jyväskylä: PS-kustannus.
- Räsänen, P. (2004). RMAT – Laskutaidon testi 9–12-vuotiaille, käsikirja. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.
- Räsänen, P. (2005). BANUCA. Lukukäsitteen ja laskutaidon hallinnan testi, käsikirja. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.
- Räsänen, P. & Ahonen, T. (2002). Matemaattiset oppimisvaikeudet. Teoksessa H. Lyytinen, T. Ahonen, T. Korhonen, M. Korkman & T. Riita (toim.), *Oppimisvaikeudet, neuropsykologinen näkökulma* (191–234). Helsinki: WSOY.
- Sfard, A. (1991). On the dual nature of mathematical conceptions: Reflections on processes and objects as different sides of the same coin. *Educational Studies in Mathematics* 22, 1–36.
- Sherin, B. & Fuson, K. (2005). Multiplication strategies and the appropriation of computational resources. *Journal of Research in Mathematics Education* 36, 347–395.
- Torbeyns, J., Verschaffel, L. & Ghesquière, P. (2004). Strategy development in children with mathematical disabilities: Insights from choice/no-choice method and the chronological-age ability-level-match design. *Journal of Learning Disabilities* 37, 119–131.