

**HYÖTYVÄTKÖ ALLE KOULUIKÄISET LAPSET LUKUKÄSITTEEN KUN-  
TOUTUKSESTA?**

Sari Kantelinen

Lisensiaattitutkielma

Yhteiskunta – ja kulttuuri-  
tieteiden yksikkö

Psykologia

Tampereen yliopisto

Helmikuu 2016

TAMPEREEN YLIOPISTO  
Yhteiskunta- ja kulttuuritieteiden yksikkö

KANTELINEN, SARI: Hyötyvätkö alle kouluikäiset lapset lukukäsitteen kuntoutuksesta?  
Lisensiaattitutkielma, 37 s., 2 liitesivua  
Ohjaaja: Elina Vierikko  
Psykologia  
Helmikuu 2016

Tässä tutkimuksessa seurattiin esikouluiästä ensimmäisen luokan loppuun neljää lasta, jotka olivat jääneet ikätovereistaan jälkeen lukukäsitteen kehittämisessä. Tarkoituksena oli selvittää, hyötyivätkö he esikouluiässä 24 kertaa kestäneestä säännöllisestä neuropsykologisesta kuntoutuksesta, jossa vahvistettiin lukukäsitettä. Lukukäsitteellä tässä tutkimuksessa tarkoitettiin matemaattisten suhdetaitojen, lukujonotaitojen ja numerosymbolien hallintaa. Erityisesti tutkittiin, näkyikö positiivinen muutos lukukäsitetaidoissa ja koulussa matematiikka-oppiaineessa selviytymisessä vielä vuosi sen jälkeen, kun neuropsykologinen kuntoutus oli lopetettu. Tutkimuksessa mukana olleiden lasten suoriutumista lukukäsitetestissä ja muissa matemaattista taitoa mittaavissa testeissä verrattiin testien normiarvoihin.

Tutkimus oli neljän lapsen tapaustutkimus. Lapset olivat erikoissairaanhoidon seurannassa ja jokaiselle lapselle tehtiin 4–5-vuotiaana neuropsykologinen tutkimus, jossa tuli esille selvää viivettä lukukäsitteen kehittämisessä. Jokainen lapsi sai esikouluiässä noin vuoden kestävän 24 kerran neuropsykologisen parikuntoutusjakson lukukäsitetaitoihin. Kuntoutuksen tavoitteista ja harjoitteista lähetettiin jokaisen kuntoutustunnin jälkeen kotiin ja päiväkotiin yhteenveto, joten myös lapsen lähiympäristö kykeni osallistumaan harjoitteluun tiiviisti. Kuntoutuksen jälkeen tehtiin välittömästi lapsille uusi neuropsykologinen tutkimus, ja erityisen tarkastelun kohteena oli lukukäsitetaitojen kehitys. Tutkimuksessa mukana olleille lapsille tehtiin ensimmäisen koululuokan kevätlukukauden lopussa matematiikan taitojen seurantatutkimus, jossa kartoitettiin lasten edistymistä lukukäsitetaidoissa ja koulumatematiikassa. Kaikki neljä lasta olivat viimeisessä matematiikan taitojen kartoituksessa käyneet ensimmäisen vuosiluokan.

Kolmella lapsella lukukäsitetaidot olivat merkittävästi kohentuneet kuntoutuksen jälkeen. Matematiikka oppiaineena sujui luokkaodotusten mukaan näillä kolmella lapsella niiden aihealueiden osalta, jotka liittyivät lukukäsitteen kuntoutukseen. Soveltavat matematiikan tehtävät olivat kahdelle lapselle edelleen vaikeita ja ainoastaan yksi lapsi ylsi luokkatasoisiin tuloksiin soveltavien tehtävien osalta. Yhdellä lapsella taidot olivat ikätasoon nähden pysyneet yhtä heikkoina kuin ennen kuntou-

tusta. Lapsi, jolla taidot eivät kehittyneet, oli kuntoutustilanteessa hyvin tarkkaamaton ja hänellä oli tarkkaavuushäiriödiagnoosi.

Yhteenvedona voidaan todeta, että tutkimuksessa mukana olleet lapset hyötyivät yhtä lukuun ottamatta kuntoutuksesta välittömästi kuntoutuksen jälkeen ja näillä kolmella lapsella kuntoutuksen myönteinen vaikutus jatkui koko ensimmäisen kouluvuoden nimenomaan lukukäsitteen alueella. Tässä tutkimuksessa ei ollut verrokkiryhmää, mutta tutkimuksessa mukana olleiden lasten tuloksia verrattiin matemaattisten testien normiarvoihin. Normiarvojen mukaan kolme lasta sai selvästi ikätovereitaan kiinni matemaattisissa taidoissa. Tutkimus toi esille sen, että matematiikan lukukäsitteitä kannattaa kuntouttaa jo alle kouluikäisillä lapsilla. Kuntoutus kohentaa matematiikan lukukäsitteitä ja auttaa ainakin osaa lapsista koulumatematiikassa selviytymisessä.

**Avainsanat:** lukukäsitteet, matemaattiset suhdetaidot, lukujonotaidot, numerosymbolien hallinta, neuropsykologinen parikuntoutus

# SISÄLTÖ

<b>1. JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<i>1.1. Matematiikan taidot ja niiden kehitys ennen kouluikää</i>	<b>2</b>
<i>1.2. Matematiikan kuntoutusmenetelmiä Suomessa</i>	<b>5</b>
<i>1.3. Aikaisempia tutkimuksia kuntoutuksen vaikuttavuudesta</i>	<b>6</b>
<i>1.4. Tutkimusongelmat ja tutkimushypoteesit</i>	<b>8</b>
<b>2. TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN</b>	<b>10</b>
<i>2.1. Osallistujat</i>	<b>10</b>
<i>2.2. Tutkimuksen toteutus</i>	<b>11</b>
<i>2.3. Mittarit</i>	<b>13</b>
<b>3. TULOKSET</b>	<b>16</b>
<i>3.1 Lasten suoriutuminen ennen kuntoutusta</i>	<b>16</b>
<i>3.2 Lasten suoriutuminen kuntoutuksen jälkeen</i>	<b>16</b>
<i>3.3. Seuranta ensimmäisen vuosiluokan jälkeen</i>	<b>19</b>
<b>4. POHDINTA</b>	<b>26</b>
<i>4.1. Tutkimuksen rajoitukset ja vahvuudet</i>	<b>27</b>
<i>4.2. Tämän tutkimuksen merkitys matematiikan taitojen oppimiselle</i>	<b>29</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>31</b>
<b>LIITE 1. Esimerkki kuntoutustunnista</b>	<b>36</b>

## 1. JOHDANTO

Lasten matemaattiset taidot kehittyvät voimakkaasti jo ennen kouluikää. Ennen kouluikää tapahtuvan kehityksen merkitys myös matematiikan myöhemmän oppimisen kannalta vaikuttaa kiistatonta. Varhaisten matematiikan taitojen on todettu olevan yhteydessä siihen, kuinka hyvin matematiikkaa opitaan myöhemmin (Aunio, Heiskari, Van Luit & Vuorio 2015; Aunola, Leskinen, Lerkkanen & Nurmi 2004; Jordan, Kaplan, Locuniak & Ramineni 2007). On jopa esitetty väite, että mikäli lapsella on 5–6-vuotiaana heikot matemaattiset taidot, tulee hänellä todennäköisesti olemaan vaikeuksia oppia koulumatematiikkaa (Aunola ym., 2004; Jordan, Kaplan & Hanich 2002). Lisäksi samat tutkimukset ovat osoittaneet, että ero hyvin matematiikkaa osaavien ja heikosti matematiikkaa osaavien lasten välillä vain kasvaa, kun siirrytään luokka-asteelta toiselle. Tässä neljän lapsen tapaustutkimuksessa pyrittiin selvittämään, hyötyvätkö alle kouluikäiset lapset säännöllisestä 24 kertaa kestävästä neuropsykologisesta kuntoutuksesta, jossa vahvistetaan lukukäsitetaitoja. Tutkimuksessa mukana olleet lapset olivat jääneet 4 - 5 -vuotiaana lukukäsitteen kehityksessä ikätove-reistaan jälkeen. Neuropsykologinen kuntoutus toteutettiin parikuntoutuksena kerran viikossa 60 minuuttia kerrallaan. Lukukäsitetaitoja arvioitiin ennen kuntoutuksen alkamista, välittömästi kuntoutuksen päättyessä sekä noin vuosi kuntoutuksen päättymisen jälkeen. Osa tuloksista on julkaistu aiemmin artikkelissa (Kantelinen, 2013), joka käsitteli lukukäsitteen kuntoutuksen tuloksellisuutta. Kuntoutuksen todettiin vahvistavan lukukäsitetaitoja kolmella tutkimukseen osallistuneista neljästä lapsesta. Yhdellä lapsista lukukäsitetaidot pysyivät samalla tasolla kuntoutuksen päättyessä ja tämän pääteltiin osaltaan johtuvan lapsen tarkkaavuuden ongelmista. Tässä tutkimuksessa esitellään tarkempia tuloksia lasten suoriutumisesta ennen kuntoutusta ja kuntoutuksen jälkeen. Erityisesti selvitetään, säilyivätkö kuntoutuksen myönteiset vaikutukset seurantavaiheessa noin vuosi kuntoutuksen jälkeen.

Neuropsykologisen kuntoutuksen vaikuttavuuden tutkiminen on mielenkiintoinen, mutta haastava aihe. Yhteiskunnassamme useat lapset ja aikuiset saavat neuropsykologista kuntoutusta, jota valtio ja kunnat tukevat. Yleisesti ottaen neuropsykologisesta kuntoutuksesta ajatellaan olevan hyötyä yksilölle, mutta varsinaista tutkimustietoa neuropsykologisen kuntoutuksen vaikuttavuudesta on tehty hyvin vähän. Neuropsykologisen kuntoutuksen vaikuttavuuden tutkiminen on ongelmallista sen vuoksi, että neuropsykologinen kuntoutus tapahtuu aina tilanteessa, jossa yksilön kehitykseen vaikuttavat muutkin asiat kuin pelkkä kuntoutus. Kuntoutuksen vaikuttavuustutkimukset tämän vuoksi ovat aina suuntaa antavia arvioita siitä, mitä mahdollisia vaikutuksia kuntoutuksella on ollut lapsen elämään. Mikäli kuntoutuksen jälkeen lapsen taidot kuntoutettavassa asiassa paranevat, voi-

daan ajatella, että kuntoutuksella on ollut vaikutusta taitotason paranemiseen. Tässä tutkimuksessa tutkittiin 24 kerran lukukäsitetuntoutuksen vaikuttavuutta. Vaikka kaikkia lapsiin vaikuttavia tekijöitä ei pystytä kontrolloimaan ja eliminoimaan pois siten, että jäljelle jäisi vain kuntoutuksen vaikutus lapsen lukukäsitteen kehitykseen, antaa tällainen tutkimus ja muutkin kuntoutuksen vaikuttavuustutkimukset selkeitä viitteitä siitä, onko neuropsykologisesta kuntouksesta hyötyä yksilölle.

### 1.1. *Matematiikan taidot ja niiden kehitys ennen kouluikää*

Alle kouluikäisten lasten matematiikan taidot voidaan jakaa neljään taitoalueeseen: lukumääräisyyden taju, laskemisen taidot, matemaattisten suhteiden ymmärtäminen sekä aritmeettiset perustaidot (Aunio, 2008; Luseti & Aunio, 2012) (taulukko 1). Ne muodostavat perustan koulumatematiikan oppimiselle. Jos jollain taitoalueella esiintyy heikkoutta, matematiikan oppiminen usein hankaloituu. Tämän vuoksi olisikin tärkeää, että mahdollisimman varhaisessa vaiheessa huomataan, jos lapsella on vaikeutta jollakin taitoalueella. Näin tätä taitoaluetta voidaan vahvistaa ja lapsi saa mahdollisuuden aloittaa koulumatematiikan opiskelun paremmista lähtökohdista.

TAULUKKO 1. Matematiikan taitoalueet alle kouluikäisillä lapsilla Aunion (2008) mukaan ja lapsen keskimääräinen suoriutuminen niissä esikouluikässä.

Taitoalue	Suoriutuminen esikouluikässä
<b>Lukumääräisyyden taju</b>	Sujuu hyvin
<b>Laskemisen taidot</b>	
<i>Lukujonotaidot</i>	
Luetteleminen eteen- ja taaksepäin	Lukualueella 1-20
Luetteleminen hyppäyksittäin	Lukualueella 1-20
Lukujonon jatkaminen	Lukualueella 1-10
<i>Numerosymbolien hallinta</i>	
Kirjoitetun numeron nimeäminen	Lukualueella 1-20
Kirjoitetun numeron tunnistaminen	Lukualueella 1-20
<b>Matemaattisten suhteiden ymmärtäminen</b>	
Vertailu	Sujuu hyvin
Luokittelu	Sujuu hyvin
Sarjoittaminen eli järjestäminen tietyn kriteerin mukaan	Sujuu hyvin
Käsitteen ”yhtä paljon” ymmärtäminen	Sujuu hyvin
<b>Aritmeettiset perustaidot</b>	
Yksinkertaiset yhteen- ja vähennyslaskutavat	Lukualueella 1-10

Ensimmäinen matematiikan taitoalueista on **lukumääräisyyden taju**. Sillä tarkoitetaan kykyä hahmottaa lukumääriä ilman laskemista. Tämä taito on olemassa meillä jo syntymähetkellä, ja joillakin lapsilla ominaisuus on vahvempi kuin toisilla. Lapselle, joka spontaanisti kiinnittää huomiota ympäristössä lukumääriin, kehittyvät lasku- ja lukujonotaidot usein huomaamatta, kun taas lapsi, jolla ei ole tällaista spontaania lukumäärien havaitsemisen taitoa, ei edisty lasku- ja lukujonotaidoissa itsestään. Spontaani lukumääräisyyden taju ohjaa esimerkiksi leikki-tilanteissa kiinnittämään huomiota lukumääriin: toinen lapsi huomaa tornissa olevan seitsemän palikkaa ja toinen ihailee niiden kaunista oranssia väriä (Hannula & Lehtinen, 2005; Hannula, Räsänen & Lehtinen, 2007; Räsänen, 2012). Mattisen (2006) väitöskirjatutkimuksessa Huomio lukumääriin todettiin, että jo 3-vuotiaiden lasten lukumäärien spontaanissa havainnointitaitumuksessa on suuria eroja. Spontaanin lukumääräisyyden kehittymistä voidaan tukea päiväkodeissa siten, että henkilökunta ohjaa kolmi-vuotiaita kiinnittämään huomiota ympäristössä esiintyviin lukumääriin. Tämä edesauttaa lasten matemaattisten taitojen kehittymistä ja ennaltaehkäisee matemaattisten oppimisvaikeuksien syntymistä.

**Laskemisen taitoihin** kuuluvat **lukujonotaidot** sekä **numerosymbolien hallinta**. Lukujonotaitoihin kuuluvat lukujen luetteleminen eteen - ja taaksepäin, lukujonon luetteleminen hyppäyksittäin (sanomalla joka toinen luku) ja lukujonon jatkaminen annetusta luvusta (Aunio, 2008). Numerosymbolien hallinnalla tarkoitetaan kirjoitetun numeron nimeämistä ja tunnistamista. Yleensä lapsen kehitys etenee siten, että ensin opitaan luettelemaan lukusanoja. Seuraavaksi kehittyy kyky laskea lukumääriä ja viimeiseksi edetään yhteen - ja vähennyslaskutaitoihin. Aunio ja Räsänen kirjallisuusanalyysissään (2015) ovat esittäneet, että lukujonon luetteleminen kehittyy lukumäärän laskemiseksi kolmen vaiheen kautta. Ensimmäinen vaihe on primaarinen ymmärrys lukumäärästä. Tämä taito saavutetaan yleensä noin kahden vuoden iässä, ja silloin lapsi ymmärtää, että lukusanoilla tarkoitetaan lukumääriä. Toinen vaihe on lorumaisen laskemisen vaihe, joka saavutetaan noin kolmen vuoden iässä. Silloin lapsi kykenee luettelemaan lukusanoja, mutta ei oikeassa järjestyksessä. Kolmas vaihe on eriaikaisen laskemisen vaihe, joka saavutetaan yleensä neljän vuoden iässä. Tällöin lapsi osaa luetella lukusanat oikeassa järjestyksessä ja osoittaa laskettavia esineitä. Esineiden lukumäärän laskeminen ei vielä onnistu, koska sanat ja osoittaminen eivät tapahdu samanaikaisesti. 4 1/2 -vuotiaana lapsi on yleensä järjestämällä laskemisen vaiheessa. Tämä vaihe sisältää sen, että lapsi sanoo lukusanan ja samaan aikaan osoittaa esinettä sormella. Viiden vuoden iässä lapsi on tuloksen laskemisen vaiheessa ja tällöin ymmärtää laskiessaan esineitä, että viimeksi sanottu luku kertoo esineiden lukumäärän. Lapsi ymmärtää myös sen, että lukujonossa luvut ovat suuruusjärjestyksessä ja että suurempi luku tarkoittaa suurempaa lukumäärää. Kuudes eli viimeinen vaihe on

nimeltään lyhentyneen laskemisen vaihe ja se saavutetaan usein 5 1/2-vuoden iässä. Tällöin lapsi kykenee käyttämään hyväkseen nopan kolmoskuviota tai viitoskuviota ja kykenee jatkamaan laskemista tästä eteenpäin. Koposen (2008) väitöskirjan tutkimustulosten mukaan lukujonotaidoista lukujen luettelemisen taito esikouluiässä ennustaa voimakkaimmin laskutaidon sujuvuutta neljännellä vuosiluokalla peruskoulussa. Aunio (2008) mukaan esikoululainen osaa luetella lukusanoja eteen - ja taaksepäin lukualueella 1-20. Lisäksi esikoululainen osaa luetella annetusta luvusta lukualueella 1-10 lukuja eteen - ja taaksepäin, kykenee yhdistämään lukumäärän ja numeron lukualueella 1-10 sekä osaa määrittää lukumäärän laskemalla lukualueella 1-20. Ensimmäisen vuosiluokan alussa lukumäärä-numerosymboli -vastaavuus onnistuu pääsääntöisesti lukualueella 1-20 (Mononen, Aunio, Hotulainen & Ketonen, 2013).

**Matemaattisten suhteiden ymmärtämiseen** kuuluvat vertailu, luokittelu, sarjoittaminen sekä käsitteen "yhtä paljon" ymmärtäminen. Matemaattisten suhteiden ymmärtäminen sujuu yleensä suomalaiselta esikoululaiselta (Aunio, 2008). **Aritmeettiset perustaidot** sisältävät yksinkertaisia yhteen - ja vähennyslaskujen ratkaisutapoja. Yhteen - ja vähennyslaskutaitojen kehittymistä tukevat hyvät laskemisen taidot ja etenkin siis hyvät lukujen luettelemisen taidot (Koponen, 2008; Koponen, 2009; Koponen, 2012). On todettu (Lusetti & Aunio, 2012), että jo 3-vuotiaat pystyvät ratkaisemaan lukualueella 1-3 yhteen- ja vähennyslaskuja. Ratkaisuun tämän ikäiset lapset pääsevät käyttämällä apuna konkreettisia esineitä. 4 – 5 -vuotias lapsi osaa hyödyntää yhteen - ja vähennyslaskuissa luettelemalla laskemista. 5 – 6 -vuotias lapsi selviytyy yksinkertaisista (lukualue 1-10) sanallisista yhteen - ja vähennyslaskuista ilman luettelevaa laskemista hakemalla tuloksen suoraan muistista. Ensimmäisen vuosiluokan alussa sanalliset yhteen - ja vähennyslaskut onnistuivat yleensä helposti lukualueella 1-10, mutta laskeminen ei ollut useinkaan vielä automatisoitunutta, vaan laskutoimitusten apuna käytetään sormia tai muita konkreettisia apuvälineitä (Mononen ym., 2013). Yhteenlasku on yleensä tässä vaiheessa helpompaa kuin vähennyslasku. Yleensä suurimmalla osalla koulunsa aloittavista on hyvät valmiudet aloittaa matematiikan opiskelu ensimmäisen vuosiluokan opetussuunnitelman mukaisesti. Mukana on kuitenkin lapsia, joiden matematiikan valmiudet jäävät ikätovereitaan selvästi heikommiksi. Erityisesti lukumäärä - numerosymboli -vastaavuus sekä heikot laskemisen taidot tuottavat näillä lapsilla ongelmia.

Yhteenlaskun kehittymisessä on tutkimuksissa huomattu kolme vaihetta (Koponen, 2008; Koponen, 2009; Koponen, 2012; Lusetti & Aunio, 2012). Ensimmäisessä vaiheessa lapset käyttävät apuna konkreettisia esineitä, usein sormia ja luettelevaa laskemista. Aluksi lapsi luettelee molemmat laskun tekijät ja niiden summan aloittaen aina luvusta yksi. Seuraavassa vaiheessa lapsi tajuaa, että



voi aloittaa laskemisen suoraan ensimmäisestä luvusta. Laskutoimituksessa  $4 + 2$  lapsi aloittaa luettelevan laskemisen suoraan luvusta neljä kuitenkin käyttäen sormia apunaan ” viisi, kuusi”. Kolmannessa vaiheessa lapsi ymmärtää sen, että laskemisen voi aloittaa aina isommasta luvusta.  $2 + 4$  yhteenlasku voidaan siis aloittaa suoraan luvusta neljä. Kolmannen vaiheen strategia edellyttää sitä, että lapsi ymmärtää sen, että yhteenlaskun tulos ei muutu, vaikka yhteenlaskettavat vaihtavat paikkaa.  $4 + 2$  on siis sama kuin  $2 + 4$ . Vähennyslasku kehittyy samaan tapaan konkreettisen tuen ja luettelevan laskemisen kautta kuin yhteenlasku. Nopein tapa ratkaista lasku, on hakea laskun vastaus suoraan muistista. Tämä edellyttää laskutoimitusten automatisoitumista, mikä tapahtuu, kun lapsi saa riittävästi harjoitusta yhteen - ja vähennyslaskuista. Näin tapahtuu yleensä alkuopetuksen aikana. Lapset, joilla on matematiikan oppimisvaikeuksia, eivät useinkaan kykene siirtymään yhteen - ja vähennyslaskuissa muistista hakemisen vaiheeseen, vaan jäävät luettelevan laskemisen vaiheeseen. Tämä tekee laskemisen hitaaksi ja virhealttiiksi. Koposen (2008) väitöskirjatutkimuksessa todettiin, että lapsilla, joilla esiintyy nopean sarjallisen nimeämisen vaikeutta, eivät peruslaskutoimitukset ja lukujonon luettelemisen taidot automatisoidu yhtä helposti kuin lapsilla, joilla tätä nimeämisen hitautta ei ole.

Tässä tutkimuksessa tutkittiin alle kouluikäisten lasten lukukäsitteen kuntoutusta sekä mahdollisia hyötyjä kuntoutuksesta. Teoreettisena viitekehyksenä käytettiin taulukossa 1 kuvattua Aunion (2008) matematiikan taitojen luokittelua. Lukukäsitteen kuntoutus kohdistui matemaattisiin suhdetaitoihin sekä laskemisen taitoihin, joka siis sisälsi lukujonotaidot ja numerosymbolien hallinnan. Aritmeettisiin peruslaskutaitoihin eli yhteen - ja vähennyslaskutapoihin kuntoutuksessa käyvien lasten kanssa ei edetty.

### ***1.2. Matematiikan kuntoutusmenetelmiä Suomessa***

Suomessa ei ole tutkittu varsinaisesti neuropsykologisen kuntoutuksen vaikuttavuutta lasten lukukäsitetaitojen vahvistumiseen. Yksittäisten harjoitusohjelmien vaikuttavuudesta on kuitenkin tuloksia. Suomessa erityisesti Niilo Mäki Instituutti on kehittänyt tutkimukseen perustuvia matematiikan kuntoutusmenetelmiä sekä päiväkotiin että alkuopetukseen. Nallematematiikka on varhaisten matemaattisten oppimisvalmiuksien kehittämisohjelman päiväkodeille (Mattinen, Räsänen, Hannula & Lehtinen, 2008; Mattinen, Räsänen, Hannula & Lehtinen, 2010b). Se on 4-5 -vuotiaille lapsille tarkoitettu ohjelma, jonka tarkoitus on nimensä mukaan kehittää matematiikan valmiuksia. Sen tavoitteena on sekä matemaattisten valmiuksien että yleisten oppimisvalmiuksien vahvistaminen. Nalle-

matematiikan ensimmäisessä vaiheessa lapsia ohjataan kiinnittämään huomiota lukumääriin, lukuihin ja lukujen määrällisiin muutoksiin. Toisessa vaiheessa huomio kohdistuu lapsen kielellisiin laskemistaitoihin. Lapsia ohjataan harjoittelemaan laskemisen periaatteita luettelevan laskemisen avulla. Pilottitutkimuksessa keväällä 2008 Nallematematiikka -ohjelma vedettiin läpi seitsemässä päiväkotiryhmässä (Mattinen, Räsänen, Hannula & Lehtinen, 2010a). Menetelmän vaikuttavuudesta saadut tulokset osoittivat, että Nallematematiikka kehitti sekä lasten matemaattisia taitoja että muistamistaitoja. Tulos osoittaa sen, että lasten matematiikan taitojen kehittymiseen sekä yleisten oppimisvalmiuksien kehittymiseen on mahdollista vaikuttaa etenkin lapsen kehityksen varhaisvaiheessa.

Päiväkoti-ikäisille, esikouluikäisille ja alkuopetusikäisille Niilo Mäki Instituutti on julkaissut Minäkin lasken – harjoitusohjelman, joka on alun perin hollantilainen harjoitusohjelma (Van Luit, Aunio & Räsänen, 2010). Minäkin lasken -harjoitusohjelma on suunnattu lapsille, joilla on erityistä heikkoutta lukukäsitteen kehittymisessä. Sen avulla on saatu aikaan huomattavaa edistymistä niiden lasten kohdalla, joilla esikouluikässä lukukäsitetaidot ovat heikot (Lusetti & Aunio, 2012). Muita matematiikan harjoitusohjelmia ovat SELKIS -ohjelmat: SELKIS - yhteenlaskua ymmärtämään (Koponen, Mononen, Kumpulainen & Puura, 2011) sekä SELKIS - vähennyslaskua ymmärtämään (Koponen, Mononen & Latva, 2013). SELKIS - yhteenlaskua ymmärtämään harjoitusohjelma on tarkoitettu ensisijaisesti alkuopetusikäisten yhteenlaskutaidon tukemiseen ja SELKIS - vähennyslaskua ymmärtämään harjoitusohjelma vähennyslaskutaidon tukemiseen. Ohjelmaa voidaan käyttää myös vanhemmilla lapsilla, mikäli heillä puutteita yhteen - ja vähennyslaskutaidoissa. SELKIS -ohjelmien vaikuttavuudesta ei ole vielä julkaistuja tutkimustuloksia.

### ***1.3. Aikaisempia tutkimuksia kuntoutuksen vaikuttavuudesta***

Neuropsykologisen kuntoutuksen vaikuttavuutta on tutkittu paljon muun muassa lukemisen ja kirjoittamisen sekä tarkkaavuuden ja toiminnanohjauksen kuntoutuksen osalta, mutta vähemmän matemaattisten taitojen kuntoutuksen osalta, etenkin alle kouluikäisillä ja esikouluikäisillä. Lukutaitoa koskevissa sekä ulkomaisissa että kotimaisissa tutkimuksissa on havaittu varhaisen ennaltaehkäisevän tuen olevan hyödyksi lukivaikeusriskissä oleville lapsille (Brown & Felton, 1990; Foorman, Francis, Fletcher, Schatshneider & Mehta, 1998; Peltomaa, 2014; Saine, 2010; Torgesen, 2000; Torgesen, Wagner & Rashotte, 1997; Vellutino ym., 1996). Esimerkiksi suomalaiset lapset, joilla on todettu lukivaikeusriski koulutaipaleen alussa, ovat hyötäneet äänne-, kirjain- ja tavutietoisuutta vahvistavasta kuntoutuksesta (Peltomaa, 2014). Näistä lapsista suurin osa saavutti luokkatason

luku- ja kirjoitustaidon alkuopetusvuosien aikana. Riittävän varhain tunnistettu vaikeus ja siihen aloitettu kuntoutus vaikuttavat myönteisellä tavalla kuntoutuksen kohteena olevaan taitoon ja lapsella mahdollisuus koulutien alkuvaiheessa saavuttaa heikkouksistaan huolimatta luokkatasoinen taitotaso.

Tarkkaavuuden ja toiminnanohjauksen vahvistumiseen kohdistuvista interventioista tehokkaimmiksi ovat osoittautuneet monitasokuntoutukset, jotka ovat riittävän pitkäkestoisia ja kohdistuvat sekä lapseen että hänen lähipiiriinsä. Esimerkiksi tarkkaavuushäiriöissä lääkehoidon ja psykososiaalisten hoitojen (lapsen käyttäytymisterapia, vanhempien kasvatuksellinen ohjaus) yhdistelmien on todettu sekä vähentävän lapsen ydinoireilua ja liitännäisoireilua että helpottavan myös lapsen ja perheen tilannetta kokonaisuutena (Jensen ym., 2007; Swanson ym., 2008). Psykososiaalisten hoitojen hyödyt korostuvat niiden ollessa riittävän pitkäaikaisia, säännöllisiä ja varhain aloitettuja (Fabiano ym., 2009; Molina ym., 2009; Pelham & Fabiano, 2008). Suomessa kehitetyn tarkkaavuuden ja toiminnanohjauksen neuropsykologisen ryhmäkuntoutusmallin TOTAKU:n (Nieminen ym., 2002; Rantanen, Vierikko & Nieminen, 2013) lähtökohtana on kokonaisvaltainen ja monitasoinen kuntoutusote ja sen myönteisistä vaikutuksista lapsen itsekontrolliin, tarkkaavuuteen ja toiminnanohjaukseen sekä vanhemmuuteen ja kasvatukseen on saatu näyttöä yksinkertaisilla ennen - jälkeen tutkimusasetelmilla. Tarkkaavuuden ja toiminnanohjauksen ryhmämuotoisella Malti -kuntoutuksella lasten tarkkaavuustaidot ja toiminnanohjauksen taidot ovat myös kehittyneet myönteiseen suuntaan (Katajamäki & Paananen, 2015; Paananen, Heinonen, Knoll, Leppänen, & Närhi, 2011). Opettajien tekemien arvioiden mukaan positiiviset muutokset lasten tarkkaavuustaidoissa ja toiminnanohjauksen taidoissa näkyivät vielä kuusi kuukautta kuntoutuksen päättymisen jälkeen.

Varsinaisesta lukukäsitetaitojen neuropsykologisesta kuntoutuksesta ei löydy tutkimustuloksia Suomesta eikä muualta ulkomailta. Muutamia tutkimuksia on kohdistunut koulu- ja päiväkotinterventioihin, joissa kaikissa samaan tapaan on tuettu matemaattisesti heikkojen lasten matematiikan perusvalmiuksia, lähinnä lukukäsitetaitoja tai numerosymbolien hallintaa (Aunio, Hautamäki & Van Luit, 2005; Jordan ym., 2002; Jordan ym. 2007; Kaufmann, Handl & Thony, 2003; Luseti & Aunio, 2012; Mattinen ym., 2010a; Mononen & Aunio, 2014; Starkey, Klein & Wakeley, 2004; Väisänen & Aunio, 2014). Interventiojaksot ovat vaihdelleet kahdeksasta viikosta lähes vuoden kestävään tukijaksoon. Kaikissa näissä tutkimuksissa tulokset olivat samankaltaisia. Säännöllisellä matematiikan interventioilla voidaan tukea alle kouluikäisten tai alkuopetusikäisten lasten matemaattisia perusvalmiuksia.

#### *1.4. Tutkimusongelmat ja tutkimushypoteesit*

Suomessa ja kansainvälisellä tasolla ei ole siis tehty varsinaista tutkimusta siitä, miten neuropsykologinen kuntoutus vaikuttaa lukukäsitteen vahvistumiseen ja ovatko kuntoutustulokset pysyviä. Jotta saadaan uutta tietoa kuntoutuksen mahdollisista myönteisistä vaikutuksista, on tämä tutkimus ja muutkin kuntoutuksen vaikuttavuustutkimukset hyvin tärkeitä. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, hyötyvätkö esikouluikäiset, lukukäsitetaidoissa viiveiset lapset säännöllisestä 24 kerran lukukäsitteen parikuntoutuksesta. Tulokset lasten suoriutumisesta välittömästi kuntoutuksen päättymisen jälkeen on raportoitu yleisellä tasolla aiemmin (Kantelinen, 2013). Kolme kuntoutuksessa käynyttä lasta suoriutui lukukäsitetaidoissa paremmin kuin kuntoutuksen alkaessa, mutta yhden lapsen osalta edistymistä ei tapahtunut. Kuntoutuksen pitkäaikaisemmista hyödyistä ei ollut kuitenkaan vielä tuolloin tietoa. Tässä tutkimuksessa raportoidaan samojen lasten suoriutuminen ennen kuntoutuksen alkua ja kuntoutuksen päättyessä aiempaa tutkimusta yksityiskohtaisemmin ja erityisesti tarkastellaan lasten suoriutumista seuranta-ajankohtana noin vuoden kuluttua kuntoutuksen päättymisestä. Tutkimusongelmat tässä tapaustutkimuksessa olivat seuraavat:

- A. Voidaanko säännöllisellä neuropsykologisella kuntoutuksella vahvistaa alle kouluikäisten lasten lukukäsitetaitoja? Kyseiset lapset olivat jääneet 4–5 vuoden iässä jälkeen ikätovereistaan lukukäsitteen kehittämisessä.
- B. Jos kuntoutuksella pystytään viemään lukukäsitteen kehitystä eteenpäin, onko tämä kehitys pysyvää, toisin sanoen näkyykö positiivinen muutos vielä vuosi sen jälkeen, kun neuropsykologinen kuntoutus on lopetettu,
  - a) lukukäsitetaidoissa
  - b) matematiikka-oppiaineessa selviytymisessä?

Tutkimushypoteesit tässä tutkimuksessa olivat seuraavat:

- A. Säännöllisellä neuropsykologisella kuntoutuksella voidaan vahvistaa tutkimuksessa mukana olleiden lasten lukukäsitetaitoja (Aunio, Hautamäki & Van Luit, 2005; Jordan ym., 2002; Jordan ym. 2007; Kaufmann, Handl & Thony, 2003; Luseti & Aunio, 2012; Mattinen ym.,

2010a; Mononen & Aunio, 2014; Starkey, Klein & Wakeley, 2004; Väisänen & Aunio, 2014).

- B. Kehityksen uskotaan olevan pysyvää ainakin lukukäsitetaidoissa. Lukukäsitetaitojen kuntoutuksen tai interventioiden pitkäaikaisvaikutuksista ei ole tehty tutkimuksia. Muiden oppimiseen liittyvien vaikeuksien, kuten luki- ja tarkkaavuuden ja toiminnanohjauksen kuntoutukseen kohdistuneiden tutkimusten pohjalta voidaan kuitenkin olettaa, että säännöllisen ja pitkäkestoisen (24 kertaa) kuntoutuksen avulla hyödyt näkyvät lapsen suoriutumisessa pitkäkestoisesti, etenkin, jos lähiympäristö tukee lapsen taitojen harjoittelua (Brown & Felton, 1990; Fabiano ym., 2009; Foorman ym., 1998; Molina ym., 2009; Pelham & Fabiano, 2008; Peltomaa, 2014; Saine, 2010; Torgesen, 2000; Torgesen, Wagner & Rashotte, 1997; Vellutino ym., 1996).

## 2. TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

### 2.1. Osallistujat

Tutkimus oli neljän lapsen tapaustutkimus. Taustatiedot lapsista on esitetty taulukossa 2. Lasten nimet on muutettu.

TAULUKKO 2. Tutkimuksessa mukana olevien lasten taustatiedot.

	Raimo	Katja	Sisko	Lauri
<b>Ikä</b>				
kuntoutuksen alkaessa	5v 2kk	5v 10 kk	5v 3 kk	5v
kuntoutuksen päättyessä	6 v	6v 7 kk	6v	6v
seurannassa	7v 6 kk	8v 1 kk	7 v 11 kk	7v 8 kk
<b>Tulosy erikoissairaanhoidon seurantaan</b>	Motoriikan ja hienomotoriikan vaikeudet	Laaja-alaiset kehitykselliset vaikeudet	Viivästynyt motorinen kehitys	Kielelliset vaikeudet ja epilepsia
<b>Diagnoosi</b>	F82 Motoriikan ja visuomotoriikan vaikeudet sekä kapea-alaiset kielelliset vaikeudet: nimeämisen vaikeudet, kapea kuulomuisti sekä käsitteiden hallinnan vaikeus	F83 Monimuotoinen kehityshäiriö	F 83 Monimuotoinen kehityshäiriö sekä E23.01 Kasvuhormonivaje	Epilepsia, tarkkaavuuden ja toiminnanohjauksen vaikeudet sekä kielellinen erityisvaikeus painottuen puheen ymmärtämisen alueelle
<b>WPPSI-III</b>				
ÄÖ	109	80	79	76
ei-kielellinen ÄÖ	105	78	100	91
kielellinen ÄÖ	91	74	59	61
<b>Päiväkoti</b>	n. 6h/pv	n. 7-8h/pv	n. 8h/pv	n. 8h/pv
<b>Koulu</b>	Yleisopetuksen luokka	Erytyisen tuen luokka tavallisessa koulussa	Erytyisen tuen luokka tavallisessa koulussa	Erytyisen tuen luokka erityiskoulussa
<b>Muu terapia/kuntoutus</b>	-	-	-	Puheterapia 45min 1 krt/vk

Lapsista kaksi oli tyttöä ja kaksi poikaa. Lapset olivat erikoissairaanhoidon seurannassa jonkin kehityksellisen viiveen vuoksi, ja heillä oli seuraavat diagnoosit: yhdellä lapsella oli diagnoosina erityinen kielellinen vaikeus (SLI), kahdella monimuotoinen kehityshäiriö, ja yhdellä lapsella oli nimikkeiden oppimisen vaikeutta sekä motorista ja hienomotorista vaikeutta. Lisäksi SLI -lapsella oli toisena diagnoosina tarkkaavaisuusvaikeus. Lastenneurologi oli suositellut lapsille neuropsykologista tutkimusta. Neuropsykologisissa tutkimuksissa todettiin lapsilla 4–5-vuotiaana selvää viivettä

lukukäsitteen kehittämisessä. Lukukäsitteen kehittymistä arvioitiin neuropsykologisissa tutkimuksissa lukukäsitetestillä (Van Luit, Van de Rijt & Aunio, 2006) sekä WPPSI-R:n (Wechsler, 1995) laskutehtävät -osiolla. Lapsen hoidosta vastannut työryhmä suositteli lapsille neuropsykologista parikuntoutusta lukukäsitetaitojen vahvistamiseen. Jotta lapsi tuli valituksi mukaan tutkimukseen, tuli lukukäsitetestin kokonaistuloksen jäädä ikäryhmään suhteutettuna heikoimpaan 10 prosenttiin (persentiili 10 %:iin). WPPSI-R:n laskutehtävät -osion tulos ei vaikuttanut tutkimukseen valitsemiseen. Lasten vanhemmat antoivat suostumuksensa siihen, että tuloksia voitiin käyttää tutkimuksen tekoon. Lisäksi kaikki antoivat suostumuksensa seuranta-tutkimuksen tekemiseen lapsen ollessa ensimmäisellä vuosiluokalla kevätlukukaudella 2013.

## **2.2. Tutkimuksen toteutus**

Tutkimus toteutettiin arvioimalla lasten lukukäsitetaitoja ennen vuoden kestänyttä neuropsykologista kuntoutusta, heti kuntoutuksen jälkeen ja seurannassa noin vuosi kuntoutuksen loppumisen jälkeen (taulukko 3). Lisäksi seuranta-ajankohtana kartoitettiin lasten matemaattisia taitoja.

### TAULUKKO 3. Tutkimuksen toteutus lyhyesti

---

#### **Tutkimus toteutettiin seuraavasti:**

---

1. Kaikille tutkimuksessa mukana olleille lapsille tehtiin neuropsykologinen tutkimus, jossa lukukäsitetestin tulokset jäivät 10 %:iin.
  2. Kaikki tutkimuksessa mukana olleet lapset saivat neuropsykologista kuntoutusta noin vuoden ajan, 24 x 60 min parikuntoutuksena.
  3. Kuntoutuksen jälkeen kaikille tutkimuksessa mukana olleille lapsille tehtiin uusi neuropsykologinen tutkimus, joka sisälsi taas lukukäsitetestin.
  4. Kaikki tutkimuksessa mukana olleet lapset kävivät ensimmäisen vuosiluokan ja loppupuolella noin vuosi kuntoutuksen päättymisen jälkeen jokaiselle lapselle tehtiin matemaattisten taitojen kartoitus (lukukäsitetesti, MAKEKO ja BANUCA), jossa selvitettiin, miten lapset olivat koulussa pärjänneet matematiikka – oppiaineessa sekä, olivatko kuntoutuksen myönteiset vaikutukset säilyneet lukukäsitetaitojen osalta.
- 

Ensimmäisessä vaiheessa neljälle lapselle tehtiin neuropsykologinen tutkimus. Suoriutuminen lukukäsitetestissä jäi persentiili 10 %:iin. Tämän jälkeen jokainen lapsi sai neuropsykologista kuntoutusta vuoden ajan lukukäsitetaitoihin; kuntoutusta järjestettiin kerran viikossa 60 minuuttia ker-

rallaan, yhteensä 24 kertaa. Neuropsykologinen kuntoutus tapahtui kahden lapsen parikuntoutuksena siten, että Raimo ja Katja olivat pareina ja Sisko ja Lauri olivat pareina. Parien muodostaminen tapahtui lasten käytännön järjestelyjen, lähinnä perheiden aikataulujen yhteensopivuuden pohjalta. Kuntouttajana toimi tutkimuksen tekijä. Toisella parilla kuntoutus alkoi elokuussa ja päättyi toukuussa. Heillä kuntoutuksen aikana loma-aikoja olivat viikon syysloma lokakuussa, puolentoista kuukauden joulutauko sekä viikon hiihtoloma helmikuussa. Toisella parilla kuntoutus alkoi vuoden alussa ja päättyi vuoden lopussa. Heillä kuntoutuksen loma-aikoja olivat viikon hiihtoloma helmikuussa, kahden kuukauden kesätauko ja viikon syysloma lokakuussa. Kokonaisuutena loma-ajat olivat suunnilleen samanpituiset molemmilla pareilla.

Kuntoutuksessa edettiin tarkan suunnitelman mukaan, ja jokainen kuntoutustunti sisälsi omat tavoitteet lukujonotaitojen, numerosymbolien ja matemaattisten suhdetaitojen kuntoutukseen. Kuntoutustuntien rakenne pysyi aina samana:

1. päivän ohjelman läpikäynti,
2. lasten kuulumiset,
3. oppitunti,
4. mehutauko,
5. oppitunti tai peli,
6. arviointi lasten kanssa: mitä opin tällä tunnilla ja miten tunti muuten sujui työskentelyn ja keskittymisen osalta.

Kuntoutustuntien suunnittelussa käytettiin apuna mm. seuraavia materiaaleja: Minäkin lasken! -materiaali, Lasten lukukäsitteen harjoitusohjelma 4–7-vuotiaille lapsille (Van Luit, ym., 2010), Ötökästä ÖÖ, muistitukien käyttäminen kirjainten ja numeroiden oppimisessa (Jokela & Selänne, 2004) sekä runsaasti erilaisia matematiikan harjoitteluun tarkoitettuja verkkosivuja. Apumateriaalien lisäksi kuntouttaja on käyttänyt omaa kekseliäisyyttään tuntien suunnittelussa ja valmistelussa. Kuntoutustunneilla vahvistettiin lukualuetta 0–20, ja kuntoutuksessa edettiin viiden numeron sykleissä. Ensimmäiset kuusi kertaa vahvistettiin lukualuetta 0–5, ja seuraavilla kuudella kuntoutuskerralla vahvistettiin lukualuetta 0–10. Tämän jälkeen siirryttiin lukualueelle 0–15 (kuntoutuskerrat 13–18), ja viimeiset kuusi kuntoutuskertaa käytettiin lukualueen 0–20 vahvistamiseen (liite 1).

Kuntoutukseen valitut lapset kävivät kuntoutuksessa säännöllisesti vuoden ajan. Lapset ja perheet sitoutuivat kuntoutukseen hyvin, eikä poissaoloja juuri ollut. Kahdella lapsella poissaoloja ei



ollut lainkaan ja kahdella lapsella oli molemmilla yksi poissaolokerta. Kuntoutus tapahtui vanhempien ja päiväkodin kanssa tiiviinä yhteistyönä, mikä noudattaa nykyistä hyvän neuropsykologisen kuntoutuksen standardia. Päiväkotiin ja vanhemmille informoitiin jokaisen kuntoutustunnin jälkeen, mitä asioita oli harjoiteltu ja miten, jotta vanhemmat ja päiväkotiki pystyivät halutessaan tekemään lapsen kanssa samankaltaisia harjoitteita. Harjoittelu kotona ja päiväkodissa vaihteli lapsikohtaisesti. Raimon kotiväki oli hyvin vahvasti mukana kuntoutuksessa ja teki viikoittain myös kotona kuntoutuksessa tehtyjä harjoitteita. Päiväkotiki ei tehnyt ylimääräisiä harjoitteita Raimon kanssa. Katjan isovanhemmat harjoittelivat säännöllisesti Katjan kanssa asioita, jotka olivat hänelle vaikeita. Päiväkodissa ei lisäharjoitteita tehty. Siskon päiväkotiki teki harjoituksia Siskon kanssa 1–2 kertaa viikossa, mutta kotona harjoitteita ei aikuisen johdolla tehty. Laurin päiväkodissa ja kotona ei juurikaan tehty ylimääräistä harjoittelua kuntoutuksen aikana.

Lasten työskentelytaidoissa kuntoutuksen aikana oli vaihtelua. Raimon ja Katjan työskentelytaidot kuten keskittyminen tehtävien tekemiseen, tehtävien aloittaminen ja niiden tekeminen loppuun sekä parin kanssa yhdessä toimiminen olivat hyvät ja sujuvat. Sen sijaan Siskon ja Laurin työskentelytaidot olivat kuntoutuksen alussa melko heikot. Siskolla tuli esille paljon omaehtoisuutta, kiukuttelua ja keskittymättömyyttä. Kuntoutuksen aikana Siskon työskentelytaidot kehittyivät, ja kuntoutuksen lopussa hän jaksosi keskittyä tehtävätyöskentelyyn 60 minuutin ajan hyvin. Lisäksi omaehtoisuus ja sen myötä myös kiukuttelu vähenivät. Laurin työskentelytaidot olivat lapsista heikoimmat: keskittyminen tehtävätyöskentelyyn oli vaikeaa ja hän oli levoton.

### ***2.3. Mittarit***

Lukukäsitteen kehittymistä mitattiin neuropsykologisissa tutkimuksissa lukukäsitetestiä (Van Luit ym., 2006) sekä WPPSI-R:n (Wechsler 1995) laskutehtävät -osiolla. Lukukäsitetesti (Van Luit ym., 2006) on kehitetty mittaamaan pienten lasten (4 v – 7 v 6 kk) lukukäsitteen hallinnan tasoa. Testissä on 40 erillistä tehtävää, ja ne on jaettu kahdeksaan osatestiin, joissa kussakin on viisi osiota. Lukukäsitetestin osatestit voidaan jakaa karkeasti matematiikan suhdetaitoihin ja lukujonotaitoihin. Suhdetaidot jaetaan neljään osatestiin: vertailu, luokittelu, vastaavuus (= yhtä paljon, yksi yhteen -suhde) sekä sarjoittaminen eli järjestäminen tietyn kriteerin mukaan. Myös lukujonotaidot jaetaan neljään osatestiin: lukusanojen luetteleminen, samanaikainen ja lyhentynyt laskeminen, tuloksen laskeminen sekä lukukäsitteen soveltaminen yksinkertaisissa ongelmatilanteissa (yksinkertainen lisääminen ja vähentäminen sekä noppapelin pelaaminen). Testi on yksilötesti, ja sen päätarkoitus

on löytää ne 4–7,5-vuotiaat lapset, joilla epäillään olevan hitautta tai ongelmia lukukäsitteen kehitymisessä. WPPSI-R:n (Wechsler 1995) laskutehtävät -osio jakautuu kolmeen ryhmään: kuvatehtävät, jotka ovat rinnastettavissa lukukäsitteiden suhdetaitoihin, lukumäärätehtävät (palikoilla lukumäärän laskemista) sekä sanalliset päässälaskutehtävät.

Numeroiden tunnistamiseen ja nimeämiseen ei ollut käytössä normitettua testiä. Numeroiden tunnistamista ja nimeämistä mitattiin siten, että lapselle näytettiin satunnaisessa järjestyksessä numeroita lukualueella 0–20 ja lasten piti joko tunnistaa tai nimetä numerosymbolit. Tutkija merkitsi muistiin, kuinka monta numerosymbolia lapsi tunnisti tai nimesi kuntoutuksen alussa ja lopussa. Sama asia oli tutkittu myös neuropsykologisissa tutkimuksissa, jotka siis tehtiin sekä ennen kuntoutusta että kuntoutuksen jälkeen. Numerosymbolit esitettiin lapsille selkeinä numerokortteina. Kortit otettiin Minäkin lasken! - materiaalista.

Matematiikan taitoja kartoitettiin ensimmäisen vuosiluokan jälkeen Lukukäsitteillä (Van Luit ym., 2006), BANUCA, Lukukäsitteen ja laskutaidon hallinnan testillä (Räsänen, 2005) sekä MAKEKO:lla (Ikäheimo, Putkonen & Voutilainen, 2002).

BANUCA eli Basic Numerical and Calculation Abilities (Räsänen, 2005) on testi lukukäsitteen ja peruslaskutaitojen arvioimista varten. BANUCA:ssa on yhdeksän erillistä tehtävää ja tehtävät on valittu testiin siten, että ne kattavat mahdollisimman tarkasti lukukäsitteen hallinnan ja laskutaidon perusteita. BANUCA:ssa ei ole tehtäviä, jotka vaativat lukutaitoa tai kirjallista tuottamista kirjaimin. Testi sopii hyvin myös sellaisten lasten tutkimiseen, joilla on vaikeuksia lukemisessa tai kielellisessä tuottamisessa. Testi on pääsääntöisesti tarkoitettu 7-9-vuotiaiden lasten laskutaidon arvioimiseen. BANUCA sisältää yhdeksän tehtävää, joista ensimmäiset viisi tehtävää on tarkoitettu tehtäväksi lapsille, jotka ovat käyneet koulua alle kaksi vuotta. Nämä viisi tehtävää siis tehtiin kaikille tutkimuksessa mukana olleille lapsille. Ensimmäiset viisi tehtävää mittaavat lukukäsitteen hallintaa: vertailu, yhteenlasku, vastaavuus: määrä ja luku, vähennyslasku ja lukujono.

MAKEKO:n (Ikäheimo ym., 2002) eli matematiikan keskeisen oppiaineen kokeiden avulla saadaan selville, mitä oppilas osaa ja mitä ei osaa keskeisistä luokkakohtaisista matematiikan sisällöistä. Ensimmäisen luokan MAKEKO sisälsi matematiikan tehtäviä seuraavasti: luonnollisten lukujen suuruusvertailu, lukukäsitteen hallintaa: lukujonon jatkamista, kaksinumeroisesta luvusta kymmenien ja ykkösten erottamista, yksinkertaisia yhteenlaskuja ja vähennyslaskuja lukualueella 1-

20, kellonaikojen hahmottamista (tasatunnit ja puolitunnit), pituuden mittaamista viivoittimella ja sovellustehtäviä yhteen - ja vähennyslaskuista.

### 3. TULOKSET

#### *3.1. Lasten suoriutuminen ennen kuntoutusta*

Taulukossa 4 on esitetty lasten suoriutuminen matematiikan eri osa-alueilla ennen kuntoutusta, välittömästi sen jälkeen sekä seurannassa. Tulokset on myös esitetty sanallisesti samojen lasten lukukäsitteiden kuntoutusta koskevassa artikkelissa (Kantelinen, 2013). Ennen kuntoutuksen alkamista kahden lapsen, Raimon ja Katjan, lukukäsitteen kehittämisessä oli selkeää viivettä kaikilla osa-alueilla. Molemmilla lapsilla suhdetaidoista sujui ainoastaan vertailu, mutta luokittelussa, käsitteen "yhtä paljon" ymmärtämisessä ja järjestämisessä tietyn kriteerin mukaan oli selkeitä ongelmia. Lukujonotaitojen osalta Raimo osasi luetella luvut eteenpäin ja laskea palikoita lukualueella 1–4 ja Katja lukualueella 1–5. Yksinkertainen lisääminen ja vähentäminen eivät sujuneet kummallakaan lapsella. Numerosymboleista Raimo osasi nimetä tai tunnistaa ainoastaan numeron yksi ja Katja osasi nimetä ja tunnistaa numerot 1–4 oikein. Siskon lukujonotaidot kuntoutuksen alkaessa olivat hieman vahvemmat kuin suhdetaidot. Lukujonotaitojen osalta Siskolla vahvuutena oli numeroiden luetteleminen eteenpäin lukualueella 1–16. Palikoiden laskeminen ei kuitenkaan onnistunut, koska Sisko ei ymmärtänyt yksi yhteen -suhdetta eli sitä, että yhtä palikkaa vastaa yksi sanottu luku. Suoriutuminen kaikissa suhdetaito-osioissa jäi Siskolla erittäin heikkoon tasoon ja sitä vaikeutti Siskon vahvaasteiset kielen ymmärtämisen vaikeudet. Yksinkertainen lisääminen ja vähentäminen eivät onnistuneet. Kuntoutuksen alussa Sisko pystyi tunnistamaan ja nimeämään numerosymbolit 1–5. Laurin lukujonotaidot, suhdetaidot ja numerosymbolien tunnistaminen jäivät selvästi ikäodotuksista. Suhdetaidoista vertailu oli ainut osa-alue, joka onnistui, mutta muut osa-alueet jäivät erittäin heikkoon tasoon. Lukujonotaidoissa Lauri osasi luetella luvut 1–6 eteenpäin, mutta ei taaksepäin. Palikoiden laskeminen sekä lisääminen ja vähentäminen eivät sujuneet lainkaan, ja numerosymboleista Lauri tunnistoi kuntoutuksen alussa ainoastaan numerot 1–3.

#### *3.2. Lasten suoriutuminen kuntoutuksen jälkeen*

Taulukossa 4 on kuvattu lasten suoriutuminen matematiikan osa-alueilla välittömästi kuntoutuksen jälkeen. Lisäksi kuviossa 1 on esitetty kunkin lapsen suoriutuminen lukukäsitteetissä ennen kuntoutusta, kuntoutuksen jälkeen sekä näiden erotus. Kolmella tutkimuksessa mukana olleista lapsista

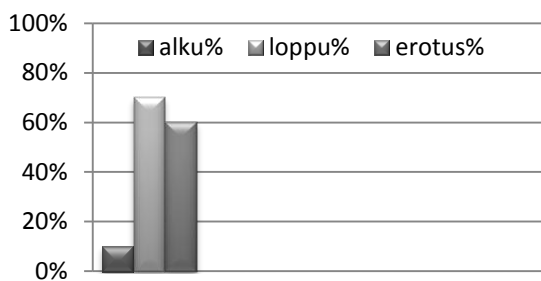
TAULUKKO 4. Lasten suoriutuminen matematiikan taitoalueilla 1) ennen kuntoutusta, 2) kuntoutuksen jälkeen ja 3) seurannassa.

	Raimo			Katja			Sisko			Lauri		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
<b>Lukukäsitetesti</b>	10/10 %	31/70 %	38/90 %	12/10 %	27/40 %	30/10 %	8 /10 %	28/40 %	36/70 %	4/10 %	15/10 %	32/20 %
<b>Suhdetaidot*</b> (pistemäärä/persentiili)	9/20 %	18/80 %	19/60 %	9/ 10 %	15/20 %	15/10 %	4/10 %	15/20 %	18/40 %	4/10 %	10/10 %	18/40 %
- Vertailu	4	5	5	5	5	5	2	4	4	1	2	5
- Luokittelu	3	5	5	3	4	5	1	4	5	3	4	4
- Vastaavuus	2	5	5	1	4	4	0	5	5	0	3	5
- Sarjoittaminen	0	3	4	0	1	1	1	2	4	0	1	4
<b>Lukujonotaidot*</b> (pistemäärä/persentiili)	1/20 %	13/70 %	19/90 %	3/10 %	12/40 %	15/40 %	4/30 %	13/50 %	18/80 %	0/20 %	5/20 %	14/30 %
- Lukusanojen luetteleminen	0	2	5	0	3	4	1	3	5	0	1	4
- Samanaikainen ja lyhenty- nyt laskeminen	0	3	4	1	3	4	2	4	5	0	1	2
- Tuloksen laskeminen	0	3	5	1	3	3	1	3	3	0	1	4
- Lukukäsitteen soveltami- nen	1	5	5	1	2	4	0	3	5	0	2	4
<b>WPPSI-R laskutehtävät</b> (raakapisteet/standardipisteet.)	5/4			13/7			5/4	11/4		6/6	11/5	
Kuvatehtävät	4			7			4	7		5	7	
Lukumäärätehtävät	1			4			1	4		1	4	
Päässälaskutehtävät	0			2			0	0		0	0	
<b>BANUCA</b>												
Lukukäsite			32/36			33/36			33/36			30/36
			60 %			70 %			70 %			50 %
Laskutaito			22/36			20/36			24/36			19/36
			60 %			50 %			72 %			40 %
<b>MAKEKO</b>												
kokonaispistemäärä			37/40			20/40			22/40			25/40
virhe %			7,5 %			50 %			45 %			37,5 %
perustehtävät			27/30			20/30			19/30			19/30
sovellukset			10/10			0/10			3/10			6/10

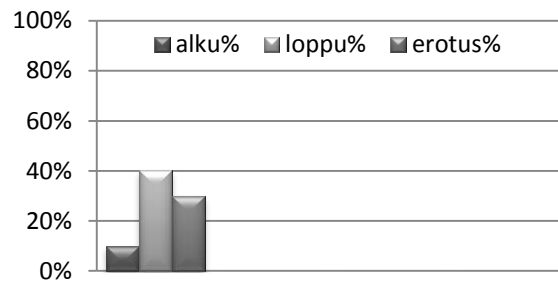
Huom. 1 = suoriutuminen ennen kuntoutusta, 2 = suoriutuminen kuntoutuksen jälkeen, 3 = suoriutuminen seurannassa, \* taitoalueiden pistemäärät raakapisteitä.

(Raimo, Katja, Sisko) lukukäsitetaidot olivat selkeästi aiempaa paremmat. Numerosymbolien osalta kaikki muut lapset paitsi SLI - lapsi Lauri oppivat tunnistamaan ja nimeämään numerot 1–20. Tarkasteltaessa lasten suoriutumista tarkemmin, havaittiin, että jos lapselle oli diagnosoitu monimuotoinen kehityshäiriö, hänen tuloksensa paranivat lukujonotaidoissa enemmän kuin matemaattisissa suhdetaidoissa. Matematiikan suhdetaitoja tarkasteltaessa huomattiin, että sarjoittaminen eli järjestäminen tietyn kriteerin mukaan ei kehittynyt yhtä hyvin kuin vertailu, luokittelu ja vastaavuuden ymmärtäminen. Lukujonotaitojen osalta puolestaan numeroiden taaksepäin luetteleminen sekä yksinkertainen lisääminen ja vähentäminen olivat vaikeita osa-alueita, joissa kohenemista ei tapahtunut yhtä paljon kuin muilla lukujonotaitojen osa-alueilla.

### Raimo

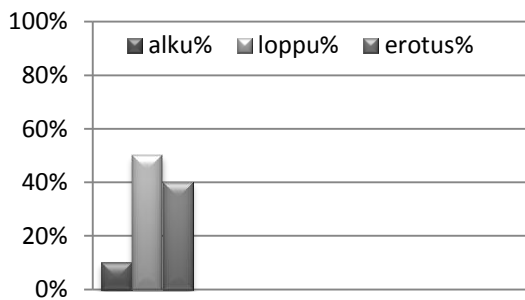


### Katja

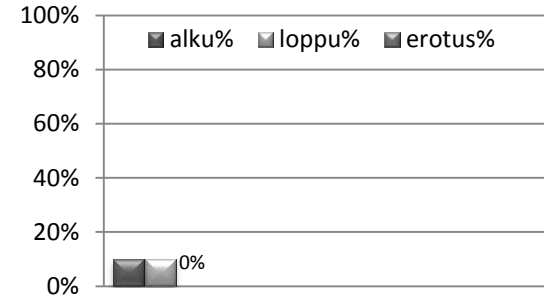


### Lauri

#### Sisko



#### Lauri



KUVIO 1. Lasten suoriutuminen lukukäsitetestissä ennen kuntoutusta sekä kuntoutuksen jälkeen. Alku % kuvaa suoriutumista ennen kuntoutusta (= persentiili 10 %) ja loppu % kuvaa suoriutumista kuntoutuksen jälkeen. Erotus kuvaa sitä, kuinka paljon suoritus parani prosentteina.

### *3.3. Seuranta ensimmäisen vuosiluokan jälkeen*

Yhteenvedona voidaan todeta, että tutkimuksessa mukana olevat lapset hyötyivät yhtä lukuun ottamatta kuntoutuksesta välittömästi kuntoutuksen jälkeen ja näillä kolmella lapsella kuntoutuksen myönteinen vaikutus jatkui koko ensimmäisen kouluvuoden nimenomaan lukukäsitteen alueella. Matematiikka – oppiaineena sujui luokkaodotusten mukaan näillä kolmella lapsella niiden aihealueiden osalta, jotka liittyivät lukukäsitteen kuntoutukseen, mutta etenkin soveltavat matematiikan tehtävät olivat heille niin vaikeita, että soveltavien tehtävien osalta nämä lapset eivät saavuttaneet luokkaodotuksia. Ohessa on vielä tarkempaa analyysia yksittäisten lasten suorituksista.

#### ***Raimo***

##### **Lukukäsitetesti**

Raimon suoriutuminen Lukukäsitetestissä oli vahvaa ikätasoa sekä suhdetaitojen että lukujonotaitojen osalta (persentiili 90 %). Suhdetaidot -osio sujui Raimolta ikäodotusten mukaisesti (persentiili 60 %), mutta lukujonotaidot olivat Raimolla vahvaa ikätasoa (persentiili 90 %). Raimo osasi luetteloida lukuja lukualueella 1-20 eteen - ja taaksepäin, osasi aloittaa laskemisen annetusta luvusta kesken lukujonon (esim. laske yhdeksästä eteenpäin), osasi luotella lukuja siten, että jättää joka toisen luvun välistä pois (2,4,6,8 jne.), osasi laskea palikoista tuloksen eli ymmärsi, että viimeksi sanottu luku kertoo palikoiden lukumäärän ja osasi yksinkertaisia yhteen - ja vähennyslaskuja lukualueella 1-10 kuvatuen avulla. Lukukäsitetestissä tutkitut asiat ovat ns. matematiikan perusasioita, joihin matematiikan oppiminen perustuu. Nämä Raimolla olivat ensimmäisen vuosiluokan jälkeen ikätasoisesti kehittyneet. Näihin asioihin Raimo sai aikanaan vuoden kestävästä kuntoutuksista. Kuntoutuksesta saatu hyöty lukukäsitetaitoihin on ollut Raimon kohdalla pysyvää.

##### **BANUCA- peruslaskutaidon ja lukukäsitteen hallinnan testi**

Raimon tulos BANUCA -matematiikka-testissä ylittää luokkatasoiseen tulokseen. Raimo osasi yhteen - ja vähennyslaskuja lukualueella 1-20 kuten ykkösluokkalaisten tulokset. Lisäksi Raimo osasi jatkaa lukusarjaa annetuista luvuista ja osasi verrata lukujen suuruutta ensimmäisen luokan tasoa vastaavasti. Pistejoukon hahmottaminen suoraan (... = kolme pistettä) ei onnistunut ilman yksittäisten pisteiden laskemista. Pisteiden määrää vastaava luku löytyi helposti.

### **MAKEKO - matematiikan keskeisen oppiaineksen koe ensimmäisen luokan lopussa**

Raimon suoriutuminen MAKEKO -testissä on luokkaodotusten mukaista. Raimon virheprosentti oli 7,5 % ja sallittu virheprosentti on 10 %. Raimo suoriutui siis keskeisestä ensimmäisen luokan oppiaineesta siten kuin ykkösluokan päättäneen oppilaan tuleekin suoriutua. Testissä käytiin läpi päässä laskuja lukualueella 1-20, lukujen suuruusvertailua ja suurempi kuin, pienempi kuin ja yhtä suuri kuin - merkkien käyttöä, lukujonon jatkamista lukualueella 1-100, ykkösten ja kymmenten tunnistamista annetusta luvusta (esim. montako ykköstä ja kymmentä on luvussa 34?), yhteen - ja vähennyslaskuja lukualueella 1-20, kellonaikojen hahmottamista, viivoittimella mittaamista sekä rahalaskuja.

Raimo suoriutui testeistä luokkaodotusten mukaisesti. Voidaan todeta, että matematiikka – oppiaineena sujui Raimon kohdalla ikätasoisesti ensimmäisen vuosiluokan jälkeen. Tämän totesi myös Raimon opettaja sähköpostiviestissään. Raimon kohdalla tutkimusongelmaan tuleva vastaus on myönteinen: Raimon kohdalla sekä lukukäsitetaidot olivat vahvistuneet pysyvästi että hänen selviytyminen matematiikka – oppiaineesta oli luokkatasoisista. Vuoden kestänyt kuntoutus oli tuottanut Raimon kohdalla myönteisiä tuloksia.

TAULUKKO 5. Raimon suoriutuminen matematiikan taitoja mittaavissa testeissä ensimmäisen luokan jälkeen.

<b>Raimo</b>	<b>Persentiili</b>	<b>oikein %</b>
Lukukäsitetestit	90 %	
Suhdetaidot	60 %	
Lukujonotaidot	90 %	
BANUCA	60 %	
MAKEKO		92,5 %

### ***Katja***

#### **Lukukäsitetestit**

Katjan kokonaistulos lukukäsitetestissä jäi selvästi alle keskitason (persentiili 10 %). Lukujonotaitojen osalta tulokset olivat iänmukaista keskitasoa (persentiili 40 %). Katja osasi luetella lukuja lukualueella 1-20 eteen - ja taaksepäin, osasi aloittaa laskemisen annetusta luvusta kesken lukujonon, osasi luetella lukuja siten, että jättää joka toisen luvun välistä pois, osasi laskea palikoista tuloksen eli ymmärsi että viimeksi sanottu luku kertoo palikoiden lukumäärän ja osasi yksinkertaisia yhteen -



ja vähennyslaskuja lukualueella 1-10 kuvatuen avulla. Palikoiden laskeminen ei onnistunut, jos palikat olivat sekaisin Katjan edessä. Tämä johtui siitä, että Katjalla ei ollut mitään strategiaa, millä hän olisi merkannut itselleen ylös, että oli jo laskenut tietyn palikan. Näin Katja laski kahteen kertaan useat palikat ja päätyi virheelliseen tulokseen.

Suhdetaitojen osalta Katjan tulos jäi selvästi alle keskitason (persentiili 10 %). Syy tähän oli Katjan heikko suoriutuminen osiossa, jossa esineet piti järjestää järjestykseen tietyn kriteerin mukaan. Tästä osiosta Katja sai ainoastaan 1/5, mikä laski suhdetaitojen osalta kokonaistuloksen. Vertailu, luokittelu ja käsitteen yhtä paljon ymmärtäminen sujuivat ikäodotuksissa.

Katjan osalta lukukäsitteeseen sisältyvät lukujonotaidot olivat siis edelleen ensimmäisen vuosiluokan päätyttyä ikätasoiset. Suhdetaitojen osalta vaikein osa – alue; järjestäminen tietyn kriteerin mukaan, ei onnistunut Katjalla ja tämän vuoksi kokonaistulos suhdetaitojen osalta jäi selvästi alle keskitason. Huomioitava kuitenkin, että muut suhdetaitojen osa – alueet: vertailu, luokittelu ja käsitteen yhtä paljon ymmärtäminen sujuivat ikäodotuksissa. Katjan osalta voidaan todeta, että kuntoutukselta saatu hyöty lukukäsitteisiin on ollut pysyvää mekaanisten tehtävien osalta.

### **BANUCA- peruslaskutaidon ja lukukäsitteen hallinnan testi**

Katjan tulos BANUCA -matematiikkatestissä ylsi luokkatasoiseen tulokseen. Katja osasi yhteen - ja vähennyslaskuja lukualueella 1-20 kuten ykkösluokkalaisen tuli osatakin. Katja käytti sormia ja luettelevaa laskutapaa. Laskut eivät olleet vielä automatisoituneet eli vastaukset laskuihin eivät tulleet automaattisesti ilman luettelevaa laskemista. Tulokset olivat kuitenkin kaikki oikein ja sitä tässä arvioitiin. Lisäksi Katja osasi jatkaa lukusarjaa annetuista luvuista ja osasi verrata lukujen suuruutta ensimmäisen luokan tasoa vastaavasti. Pistejoukon hahmottaminen suoraan (... = kolme pistettä) ei onnistunut ilman yksittäisten pisteiden laskemista. Pisteiden määrää vastaava luku löytyi helposti. Katjan laskutaito lukualueella 1-20 ja lukukäsitteet olivat siis luokkaodotuksissa. Huomioitava, että BANUCA – matematiikka testissä tutkitaan pitkälti mekaanisia matematiikan taitoja. Mukana ei ole sanallisia matematiikan tehtäviä. Mekaaninen laskutaito Katjalla oli luokkaodotuksissa ensimmäisen vuosiluokan jälkeen.

### **MAKEKO -matematiikan keskeisen oppiaineen koe ensimmäisen luokan lopussa**

MAKEKO -testissä Katjan virheprosentti nousi yli sallitun. Sallittu virheprosentti oli 10 % ja Katjalla virheprosentti oli 50 %. MAKEKO -testissä tuli esille se, että Katja osasi päässälaskuja, lukujonon jatkamisen annetuista luvuista lukualueella 1-100, lukujen suuruusvertailun suurempi kuin,

pienempi kuin ja yhtä suuri kuin - merkkien avulla, yhteen - ja vähennyslasku sujuivat lukualueella 1-20. Viivoittimella mittaamisen Katja myös osasi. Vaikeutta Katjalla oli käsitteiden ykköset ja kymmenet ymmärtämisessä, rahalaskuissa sekä kellon aikojen hahmottamisessa. Katjalla todetut visuaalisen hahmottamisen vaikeudet luultavasti hankaloittavat kellon aikojen hahmottamista. Rahalaskut ovat yhteen – ja vähennyslaskun soveltavia tehtäviä, jotka olivat siis Katjalle hankalia.

MAKEKO -testissä tulos ei siis yltänyt ensimmäisen luokan tavoitteeseen. Katjan vahvuutena matematiikassa ensimmäisen vuosiluokan jälkeen olivat ikätasoiset lukujonotaidot, lukujen suuruusvertailu sekä yhteen - ja vähennyslasku lukualueella 1-20. Katjalla vahvoja osa-alueita olivat juuri ne alueet, joihin hän oli saanut vuoden kestäväen kuntoutuksen. Katjan kohdalla voidaan todeta, että lukukäsitetaidot ovat pitkälti pysyneet kuntoutuksen loppumisenkin jälkeen luokkatasoisina, mutta matematiikka – oppiaineena kokonaisuutena ei ole sujunut luokkaodotuksissa. Katjan kohdalla säännöllinen pidempään jatkuva matematiikan kuntoutus olisi todennäköisesti suositeltavaa. Katjan kohdalla vastaus tutkimusongelmaan on osittain myönteinen (lukukäsitetaidot pysyneet pääsääntöisesti luokkaodotuksissa), mutta osittain kielteinen (matematiikka – oppiaineena kokonaisuutena ei ole sujunut luokkaodotuksissa). Näin totesi opettajakin sähköpostiviestissään. Lisäksi Katjan kohdalla opettaja toi esille kuntoutuksen hyödyn työskentelytavoissa. Katja toimii johdonmukaisesti ja järjestelmällisesti ja osasi käyttää välineitä hyvin.

TAULUKKO 6. Katjan suoriutuminen matematiikan taitoja mittaavissa testeissä ensimmäisen luokan jälkeen.

<b>Katja</b>	<b>Persentiili</b>	<b>oikein %</b>
Lukukäsitetestit	10 %	
Suhdetaidot	10 %	
Lukujonotaidot	40 %	
BANUCA	60 %	
MAKEKO		50 %

## ***Sisko***

### **Lukukäsitetestit**

Siskon tulos lukukäsitetestissä oli vahvaa ikätasoa (persentiili 70 %). Suhdetaitojen osalta tulokset olivat ikätasoa (persentiili 40 %), mutta lukujonotaitojen osalta tulokset olivat vahvaa ikätasoa (persentiili 80 %). Sisko osasi luetella lukuja lukualueella 1-20 eteen - ja taaksepäin, osasi aloittaa laskemisen annetusta luvusta kesken lukujonon, osasi luetella lukuja siten, että jättää joka toisen luvun

välistä pois, osasi laskea palikoista tuloksen eli ymmärsi, että viimeksi sanottu luku kertoi palikoiden lukumäärän ja osasi yksinkertaisia yhteen - ja vähennyslaskuja lukualueella 1-10 kuvatuun avulla. Lukukäsitteissä tutkitut asiat ns. matematiikan perusasiat, joihin matematiikan oppiminen perustuu, olivat Siskolla ikätasoisesti kehittyneet. Näihin asioihin Sisko sai aikanaan vuoden kestävästä kuntoutuksensa hyötyä lukukäsitteisiin on ollut Siskon kohdalla pysyvää.

### **BANUCA- peruslaskutaidon ja lukukäsitteen hallinnan testi**

Siskon tulos BANUCA -matematiikkatestissä ylisi luokkatasoiseen tulokseen. Sisko osasi yhteen - ja vähennyslaskuja lukualueella 1-20, kuten ykkösluokkalaisten tulokset osatakin. Sisko käytti laskiesaan sormia ja luettelevaa laskutapaa. Laskut eivät olleet vielä automatisoituneet eli vastaukset laskuihin eivät tulleet automaattisesti ilman luettelevaa laskemista. Tulokset olivat kuitenkin pääsääntöisesti oikeat ja sitä tässä arvioitiin. Lisäksi Sisko osasi jatkaa lukusarjaa annetuista luvuista ja osasi verrata lukujen suuruutta. Pistejoukon hahmottaminen suoraan (... = kolme pistettä) ei onnistunut ilman yksittäisten pisteiden laskemista. Pisteiden määrää vastaava luku löytyi helposti.

### **MAKEKO - matematiikan keskeisen oppiaineen koe ensimmäisen luokan lopussa:**

MAKEKO - testissä Siskon virheprosentti nousi yli sallitun. Sallittu virheprosentti on 10 % ja Siskolla virheprosentti on 45 %. MAKEKO - testissä tulee esille se, että Sisko osasi lukujonon jatkamisen annetuista luvuista lukualueella 1-100. Lisäksi Sisko ymmärsi käsitteet ykköset ja kymmenet eli osasi luvusta 34 nimetä, montako ykköstä ja kymmentä luvussa on. Yhteen - ja vähennyslasku sujui lukualueella 1-20 pääsääntöisesti oikein ja kellosta Sisko hahmotti tasatunnit ja puolet tunnit. Viivoittimella mittaaminen onnistui myös. Vaikeutta Siskolla oli päässälaskuissa ja rahalaskuissa, joissa tuli soveltaa yhteen - ja vähennyslaskuja. MAKEKO - testissä tulos ei yllä ensimmäisen luokan tavoitteeseen.

Siskon kohdalla vastaus tutkimusongelmaan on samoin kuin Katjalla osittain myönteinen. Siskon kohdalla lukukäsitteet olivat pysyneet vielä vuosi kuntoutuksen jälkeen ikätasoisina, mutta matematiikka – oppiaine ei aivan kokonaisuudessaan sujunut luokkatasoisesti. Soveltavat tehtävät ja päässälaskut tuottivat Siskolle vaikeutta. Siskon opettajalta ei tullut palautetta.

TAULUKKO 7. Siskon suoriutuminen matematiikan taitoja mittaavissa testeissä ensimmäisen luokan jälkeen.

Sisko	Persentiili	oikein %
Lukukäsitetesti	70 %	
Suhdetaidot	40 %	
Lukujonotaidot	80 %	
BANUCA	70 %	
MAKEKO		55 %

## *Lauri*

### **Lukukäsitetesti**

Laurin kokonaissuoriutuminen lukukäsitetestissä jäi vähän alle ikätason keskitason (persentiili 20 %). Suhdetaidoissa suoriutuminen oli iänmukaista keskitasoa (persentiili 40 %), mutta lukujonotaidoissa suoriutuminen jäi vähän alle keskitason (persentiili 20 %). Lukujonotaitojen osalta Lauri osasi luetella numerot 1-20 eteenpäin, mutta taaksepäin luetteleminen ei onnistunut. Lauri aloitti luettelemisen taaksepäin, mutta alkoikin jossain vaiheessa luetella lukuja eteenpäin (tarkkaamattomuusvirhe). Lauri osasi luetella lukuja lukujonon keskeltä (esim. yhdeksästä eteenpäin). Palikoiden laskeminen onnistui, jos palikat olivat rivissä järjestyksessä, mutta jos palikat olivat sekaisin, niin Lauri päätyi virheelliseen tulokseen. Laurilla ei tuolloin ollut mitään strategiaa, millä hän olisi laittanut itselleen ylös, että oli jo laskenut tietyn palikan. Näin Lauri laski useat palikat kahteen kertaan ja päätyi virheelliseen tulokseen. Yksinkertainen yhteenlasku ja vähennyslasku kuvatuella avulla onnistuivat Laurilla pääsääntöisesti oikein. Kokonaistulos lukukäsitetestissä oli siis vähän alle keskitason. Virheet johtuivat pääsääntöisesti tarkkaamattomuudesta tai toiminnanohjauksen hankaluuksista. Nämä samat asiat vaikuttivat Laurilla kuntoutuksessakin edistymiseen.

### **BANUCA- peruslaskutaidon ja lukukäsitteen hallinnan testi**

Laurin tulos BANUCA - matematiikkatestissä ylsi luokkatasoiseen tulokseen. Lauri osasi yhteen- ja vähennyslaskuja lukualueella 1-20 kuten ykkösluokkalaisten tuli osatakin. Lauri käytti laskiessaan sormia ja luettelevaa laskutapaa. Laskut eivät olleet vielä automatisoituneet eli vastaukset laskuihin eivät tulleet automaattisesti ilman luettelevaa laskemista. Tulokset olivat kuitenkin pääsääntöisesti oikeat ja sitä tässä arvioitiin. Lisäksi Lauri osasi jatkaa lukusarjaa annetuista luvuista ja osasi verrata lukujen suuruutta. Pistejoukon hahmottaminen suoraan (... = kolme pistettä) ei onnistunut ilman yksittäisten pisteiden laskemista. Pisteiden määrää vastaava luku löytyi helposti.

### MAKEKO - matematiikan keskeisen oppiaineksen koe ensimmäisen luokan lopussa

MAKEKO - testissä Laurin virheprosentti nousi yli sallitun. Sallittu virheprosentti on 10 % ja Laurilla virheprosentti oli 37,5 %. MAKEKO - testissä tuli esille se, että Lauri osasi mukavasti päässä-laskuja, lukujen suuruusvertailun yhtä suuri kuin, suurempi kuin ja pienempi kuin - merkkien avulla, lukujonon jatkamisen annetuista luvuista lukualueella 1-100. Lisäksi Laurilta sujui yhteenlasku lukualueella 1-20, mutta vähennyslasku-osiossa Lauri ei huomannut laskutavan vaihtumista yhteenlaskusta vähennyslaskuksi ja siitä syystä laski kaikki vähennyslaskut väärin. Kellosta Lauri hahmotti tasatunnit ja puolet tunnit ja mittaaminen viivoittimella sujui. Rahalaskuista Lauri osasi laskea ostosten hinnat yhteen, mutta sitä, kuinka paljon rahasta jää jäljelle, kun ostokset maksetaan, Lauri ei osannut laskea. Lauri ei ymmärtänyt käsitteitä ykköset ja kymmenet eli ei osannut luvusta 34 nimetä, montako ykköstä ja kymmentä luvussa on. MAKEKO - testissä tulos ei yltänyt ensimmäisen luokan tavoitteeseen, osittain tarkkaamattomuusvirheiden vuoksi.

Laurin kohdalla lukukäsitetaidot olivat hieman vahvistuneet, kun verrataan tuloksia ennen ja jälkeen kuntoutuksen. Tällöin kokonaistulos Lukukäsitetestissä oli selvästi alle keskitason ja nyt ensimmäisen vuosiluokan jälkeen vähän alle keskitason. BANUCA – matematiikka – testissä tulos ylisi luokkatasoiseen tulokseen ja MAKEKO – testissäkin vaikeita osa-alueita olivat ainoastaan vähennyslaskut ja kymmenien ja ykkösten hahmottaminen kaksinumeroisesta luvusta. Huomioitava on, että Laurilla osa vähennyslaskuista sujui väärin tarkkaamattomuuden vuoksi eli hän ei huomannut yhteenlaskun vaihtumista vähennyslaskuksi. Laurin kohdalla näyttää siltä, että vasta kouluopetus on tuottanut tulosta tai toisaalta hänen tarkkaavaisuusvaikeutensa on iän myötä lieventynyt niin, että hän on kyennyt hyödyntämään vasta ensimmäisellä vuosiluokalla kuntoutuksessa opittuja asioita. Laurin kohdalla tutkimuskysymyksiin ei voi suoraan antaa vastausta.

TAULUKKO 8. Laurin suoriutuminen matematiikan taitoja mittaavissa testeissä ensimmäisen luokan jälkeen.

Lauri	Persentiili	Oikein %
Lukukäsitetestesti	20 %	
Suhdetaidot	40 %	
Lukujonotaidot	30 %	
BANUCA	45 %	
MAKEKO		62,5 %

#### 4. POHDINTA

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, hyötyvätkö alle kouluikäiset lapset, jotka ovat jääneet ikätovereistaan jälkeen lukukäsitteen kehittämisessä, vuoden kestävästä säännöllisestä neuropsykologisesta kuntoutuksesta, jossa vahvistetaan lukukäsitetaitoja. Lisäksi tutkimuksessa tutkittiin, että onko mahdollinen positiivinen kehitys lukukäsitetaidoissa pysyvää eli näkykö positiivinen muutos lukukäsitetaidoissa sekä koulussa matematiikka-oppiaineessa selviytymisessä vielä vuoden jälkeen, kun neuropsykologinen kuntoutus on lopetettu. Tutkimus toteutettiin neljän lapsen neuropsykologisena parikuntoutuksena.

Tulokset tässä tapaustutkimuksessa ovat samansuuntaisia kuin aikaisemmin ilmestyneet tutkimustulokset (Aunio, Hautamäki & Van Luit, 2005; Jordan ym., 2002; Jordan ym. 2007; Kaufmann, Handl & Thony, 2003; Luseti & Aunio, 2012; Mattinen ym., 2010a; Mononen & Aunio, 2014; Starkey, Klein & Wakeley, 2004; Väisänen & Aunio, 2014): säännöllisellä harjoittelulla voidaan kohentaa lasten matematiikan valmiuksia ja saavuttaa pysyvää matematiikan taitojen kohentumista. Tässä tutkimuksessa mukana olleista neljästä lapsesta kolmen lapsen lukukäsitetaidot vahvistuivat vuoden kestäneessä kuntoutuksessa ja pysyivät luokkaodotuksissa vielä vuosi kuntoutuksen jälkeen. Lukukäsitetaitojen vahvistuminen näkyi etenkin lukujonotaidoissa: lukujen luetteleminen, samanlainen laskeminen, tuloksen laskeminen sekä lukukäsitteen soveltaminen = yksinkertainen lisääminen ja vähentäminen. Lisäksi numerosymbolien tunnistaminen ja nimeäminen lukualueella 1–20 sujui kolmella lapsella kuntoutuksen jälkeen täydellisesti. Kahdella lapsella, joilla oli diagnosoitu monimuotoinen kehityshäiriö, tulokset paranivat enemmän lukujonotaidoissa kuin matemaattisissa suhdetaidoissa. Tämä lienee ymmärrettävää, sillä matematiikan suhdetaidot vaativat kognitiivista päättelykykyä enemmän kuin pelkkä mekaaninen lukujonojen luetteleminen. Matematiikka – oppiaineena sujui luokkaodotusten mukaan näillä kolmella lapsella niiden aihealueiden osalta, jotka liittyivät lukukäsitteen kuntoutukseen, mutta etenkin soveltavat matematiikan tehtävät olivat kahdelle lapselle niin vaikeita, että soveltavien tehtävien osalta nämä lapset eivät saavuttaneet luokkaodotuksia. Kuntoutus oli täsmäkuntoutusta lukukäsiteasioihin ja nämä taidot vahvistuivat, mutta näille lapsille matematiikka – oppiaineena oli vaikeaa ja he tarvitsevat uusissa asioissa lisäharjoitusta, jotta pääsevät luokkaodotuksiin.

Yhdellä lapsella taidot olivat pysyneet ikätasoon nähden yhtä heikkoina kuin ennen kuntoutusta. Huomioitava on, että lapsi, jolla lukukäsitetaidot eivät kehittyneet kuntoutuksen aikana, sai kuitenkin ensimmäisen vuosiluokan jälkeen tehdyssä matematiikan kartoituksessa paremman tuloksen

Lukukäsitteistä kuin ennen ja jälkeen kuntoutuksen. Kyseessä olevalla lapsella oli diagnosoitu tarkkaavaisuushäiriö ja voisi ajatella, että kypsymisen myötä tarkkaavaisuustoiminnot kehittyvät ja lapsi saa enemmän irti opetuksesta/kuntoutuksesta. Tämän lapsen kohdalla ei voi varmasti sanoa, hyötyikö hän kuntoutuksesta vai ei. Yleisesti ottaen tulokset tässä tapaustutkimuksessa ovat samansuuntaisia kuin aikaisemmin ilmestyneet tutkimustulokset: säännöllisellä harjoittelulla voidaan kohentaa lasten matematiikan valmiuksia ja saavuttaa pysyvää matematiikan taitojen kohentumista. Tässä tutkimuksessa neljää lasta tarkasteltiin yksilöllisemmin kuin aikaisemmissa tutkimuksissa. Nyt saatiin mm. tietoa siitä, että lapsi, jolla oli diagnosoitu tarkkaavaisuushäiriö, ei hyötynyt kuntoutuksesta yhtä paljon kuin ne lapset, joilla ei ollut tarkkaavaisuushäiriödiagnoosia. Lisäksi saatiin tietoa siitä, että lukujonotaitoja oli helpompi kuntouttaa kuin matemaattisia suhdetaitoja. Suhdetaidoista vaikein osa-alue kuntouttaa oli järjestäminen tietyn kriteerin mukaan.

#### *4.1. Tutkimuksen rajoitukset ja vahvuudet*

Tapaustutkimuksen tulokset eivät ole yleistettävissä samalla tavalla kuin kokeellisen tutkimuksen tulokset. Nyt tehty neljän lapsen tutkimus antaa kuitenkin viitteitä siitä, että säännöllinen matematiikan harjoittelu 5–6-vuotiaana auttaa kohentamaan matemaattisia taitoja lapsilla, joilla niissä on puutteita päiväkotij- ja esikouluikässä. Kuntoutus ei yksinään lukukäsitetaitoja vahvistanut, vaan osalla lapsia joko vanhemmat, isovanhemmat tai päiväkodit aktivoituivat harjoittamaan kuntoutuksessa harjoiteltuja asioita. Kuntoutuksen aikana pidettiin säännöllisesti yhteyttä kodin ja päiväkodin kanssa, ja tämä mahdollisti vanhempien ja päiväkodin työntekijöiden osallistumisen harjoitteluun. Jokaisen kuntoutustunnin tavoitteista ja harjoituksista lähetettiin yhteenveto sekä kotiin että päiväkotiin. Vaikka kuntoutus ei ollut yksinään kehittämässä lasten taitoja lukukäsitteen alueella, toimi kuntoutus vahvana promoottorina kodin ja päiväkodin harjoittelussa. Lyhyesti voidaan todeta, että sekä lukukäsitteen kuntoutus että lapsen muissa ympäristöissä tapahtuva säännöllinen harjoittelu tukivat lasten lukukäsitetaitojen kehittymistä ja että kehitys oli pysyvää. Tämän tutkimuksen tulokset sekä aikaisempien tutkimusten tulokset kannustavat lasten kanssa työskenteleviä siihen, että säännöllisellä matematiikan harjoittelulla ennen kouluikää voidaan ennaltaehkäistä lasten matematiikan oppimisvaikeuksia koulussa ja tasoittaa taitoeroja.

Tämän tutkimuksen tulosten yleistettävyyttä rajoittaa se, että tutkimukseen osallistui vain neljä lasta. Lisäksi kuntoutuksen vaikuttavuutta on luotettavasti vaikea arvioida, koska lapseen vaikuttavat kuntoutuksen aikana monet seikat. Ei tiedetä tarkasti, kuinka paljon vanhemmat tekevät harjoit-

teita lapsen kanssa, ja miten eri päiväkodeissa oleville lapsille tarjotaan matematiikan taitojen harjoitusta. Väliin tulevia tekijöitä on paljon. Tutkimuksessa ei ollut kontrolliryhmää, mutta käytössä oli kuitenkin normeeratut testit ja testien normit toimivat tässä tutkimuksessa verrokkeina. Testien normit kuvasivat ikätasoista suoriutumista, johon tutkimuksessa mukana olleiden lasten suoriutumisista pystyttiin vertaamaan. Yksi tutkimuksen tarkoitus olikin seurata tutkimuksessa mukana olleiden neljän lapsen taitojen kehitystä kuntoutuksen alusta kuntoutuksen päättymiseen. Siitä saatiin tietoa, vaikka kontrolliryhmää ei tässä tutkimuksessa ollutkaan, ja tulokset olivat siis samansuuntaisia kuin aikaisempien tutkimusten tulokset, joissa on ollut kontrolliryhmät.

Tutkimuksen rajoituksena voidaan pitää myös sitä, että kuntoutuksessa mukana olleille lapsille ei tehty kuntoutuksen alkaessa alkumittausta lukukäsitetestillä. Lyhyen aikavälin vuoksi neuropsykologista tutkimusta ei voitu uusida, mutta toisaalta voidaan olettaa, että lapsen suoriutuminen ei muutu merkittävästi näin lyhyellä aikavälillä. Kahdella lapsella neuropsykologisen tutkimuksen ja kuntoutuksen alkamisen välillä oli 3 kuukautta, yhdellä lapsella 2,5 kuukautta ja yhdellä lapsella 3 viikkoa. Numerosymbolien tunnistamisen ja nimeämisen alkumittaus tehtiin kuntoutuksessa ensimmäisellä kuntoutuskerralla.

Tutkimuksen validiteettia lisää se, että tutkimuksessa käytetyt arviointimenetelmät: Lukukäsitestit ja BANUCA - testi ovat standardoituja Suomessa. Luotettavuuteen vaikuttava seikka on saman testin käyttö uudelleen testauksessa. On mahdollista, että tutkimuksessa mukana olleet lapset muistavat ensimmäisestä testauksesta esitetyt testiosiot. Tämä oppimisvaikutus voi näkyä testituloksissa, vaikka lapsen suorituskyyvyssä ei varsinaisesti olisi tapahtunut muutosta. Sopivaa ajankohtaa uusintatestaukselle ei ole voitu määrittää, mutta esimerkiksi WISC -IV:ssä harjoitusvaikutuksen on osoitettu olevan riittävän pieni 1–2 vuoden kuluttua suorituspuolen testeistä ja 1 vuoden kuluttua kielellisistä osatesteistä (Wechsler, 2011).

Tämän tutkimuksen yksi vahvuus oli se, että se toteutettiin vahvassa yhteistyössä vanhempien ja päiväkotien kanssa. Näin vanhemmat ja päiväkoti saivat vuoden aikana hyvin paljon tietoa lasten matematiikan perustaitojen tukemisesta, jota he voivat mahdollisesti myöhemmin hyödyntää myös muiden lasten kanssa. Lisäksi vanhemmat ja päiväkoti saivat olla mukana tekemässä tutkimusta. Tämä mahdollisesti lisää sekä vanhempien ja päiväkodin kiinnostusta tieteellistä tutkimusta kohteen ja ymmärrystä siihen, että tieteellistä tutkimusta on mahdollista hyödyntää arjessa lasten kanssa toimiessa.



Tutkimuksen vahvuutena voidaan pitää myös sitä, että tutkimus osoittaa, että rahallisesti näinkin pienellä satsauksella saadaan lasten matematiikan taitoihin kohennusta. Vuoden kestävä kuntoutus sisälsi kaiken kaikkiaan 24 x 60 min kuntoutuskertaa. Tällainen malli on hyvin kustannustehokas ja hyötysuhde on hyvä. Lisäksi kuntoutuskertojen määrä oli tutkimuksessa mukana oleville lapsille yhtä lukuun ottamatta optimi. Kolme lasta pystyi oppimaan kuntoutuksen aikana tavoitteeksi asetettujen kokonaisuudet toivotussa ajassa. Yksi lapsi olisi tarvinnut enemmän aikaa eli hitaamman etenemistahdin. Riittävien kuntoutuskertojen määrä on erilainen eri lapsilla, ja kuntoutuskertojen määrä onkin hyvä lopullisesti suunnitella vasta, kun lapsi on kuntoutuksessa. Tosin käytännön arjessa kuntoutuskertojen määrän yleensä määräävät tahot, jotka maksavat kuntoutuksen ja joilla on kuntoutuksen pääsyyn omat kriteerinsä. Aina ei siis ole mahdollista tarjota lapselle riittävää määrää kuntoutusta. Tällöin mahdollisuudeksi jää suunnitella kotiin, kouluun tai päiväkotiin harjoitusohjelma, jolla tuetaan harjoiteltavia osa-alueita.

Tässä tutkimuksessa kuntoutus toteutettiin parikuntoutuksena. Kognitiivisten taitojen parikuntoutukseen sopivat lapset, jotka omaavat riittävät sosiaaliset taidot työskennellä parin kanssa. Lisäksi kuntoutus edellyttää riittäviä tarkkaavaisuustaitoja ja keskittymiskykyä. Mikäli lapsi on hyvin keskittymiskyvytön ja häiriöherkkä, niin mahdollisesti yksilökuntoutus tällaiselle lapselle on parempi vaihtoehto. Parikuntoutus asettaa haasteita myös siinä mielessä, että mielellään parien tulisi edetä kuntoutuksessa suunnilleen samaan tahtiin. Kuntoutus hankaloituu, mikäli toinen etenee taidoissa hyvin eri tahtiin kuin toinen.

#### ***4.2. Tämän tutkimuksen merkitys matematiikan taitojen oppimiselle***

Huolimatta siitä, että kuntoutuksen vaikuttavuuden arviointi on vaikeaa, näyttää siltä, että säännöllisellä matematiikan taitojen harjoittelulla on mahdollista kaventaa matematiikkaa hyvin ja heikosti osaavien taitoeroa ennen kouluun menoa. Tärkeässä roolissa tässä ovat vanhemmat ja erityisesti päiväkoti ja esikoulu, jossa lapset viettävät suuren osan siitä ajastaan, jolloin he ovat virkeitä ja oppivaisia. Olisi ensiarvoisen tärkeää, että päiväkodissa ja esikoulussa otettaisiin viikko-ohjelmaan säännöllinen matematiikan taitojen tietoinen harjoittelu. Tähän löytyy Niilo Mäki Instituutista valmista materiaalia, esimerkiksi Nallematikka ja Minäkin lasken! -ohjelma, joiden avulla päiväkodissa ja esikoulussa on todella helppo harjoituttaa matematiikan taitoja ja näin antaa kaikille lapsille paremmat mahdollisuudet koulumatematiikan oppimiseen. Mielenkiintoinen jatkotutkimuksen aihe olisikin se, että usean vuoden ajan annettaisiin päiväkodissa ja esikoulussa 5-6-vuotiaille lapsille

säännöllistä matematiikan taitojen opetusta esimerkiksi Minäkin laskea – ohjelman mukaan. Samaan aikaan tutkittaisiin sitä, osaavatko kouluun tulevat ykkösluokkalaiset matematiikan perusasioita ja lukukäsitteasioita aikaisempaa paremmin. Neuropsykologisen kuntoutuksen vaikuttavuutta lukukäsitteiden vahvistamiseen olisi syytä tulevaisuudessa tutkia lisää ottamalla mukaan kontrolliryhmä ja isompi otos.

Tietoa siitä, että matematiikan harjoittelu päiväkodissa ja esikoulussa on tarpeellista ja hyödyllistä, on vietävä lastentarhanopettajille ja esikouluopettajille. Tähän saakka esimerkiksi esikoulussa on pitkälti korostettu lukivalmiuksien vahvistamista, mutta tieto, että myös matematiikan taitojen varhainen vahvistaminen on tärkeää ja tuloksellista, tulee saattaa esikouluopettajien ja lastentarhanopettajien tietoon.

## LÄHTEET

- Aunio, P., Hautamäki, J. & Van Luit, J. (2005). Mathematical thinking intervention programmers for preschool children with normal and low number sense. *European Journal of Special Needs Education*, 20, 131 – 146.
- Aunio, P (2008). Matemaattiset taidot ennen koulun alkua. *NMI Bulletin* 4, 63–74.
- Aunio, P., Heiskari, P., Van Luit, J. & Vuorio, J-M. (2015). The development of early numeracy skills in kindergarten in low-, average- and high performance groups. *Journal of Early Childhood Research* 13, 3 – 16.
- Aunio, P. & Räsänen, P (2015). Core numerical skills for learning mathematics in children aged five to eight years – a working model for educators. *European Journal of Early Childhood Education Research* 01.
- 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, 699–713.
- Brown, I. S. & Felton, R. H. (1990). Effects of instruction on beginning reading skills in children at risk for reading disability. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 2, 223–241.
- Fabiano, G. A., Pelham Jr, W. E., Coles, E. K., Gnagy, E. M., Chronis-Tuscano, A., & O'Connor, B. C. (2009). A meta-analysis of behavioral treatments for attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clinical Psychology Review*, 29(2), 129-140.
- Foorman, B. R., Francis, D. J., Fletcher, J. M., Schatschneider, C. & Mehta, P. (1998). The role of instruction in learning to read: Preventing reading failure in at-risk children. *Journal of Educational Psychology*, 90, 37–55.
- Hannula, M. & Lehtinen, E. (2005.) Spontaneous focusing on numerosity and mathematical skills of young children. *Learning and Instruction*, 237–256.

- Hannula, M., Räsänen, P. & Lehtinen, E. (2007). Development of counting skills: Role of spontaneous focusing on numerosity and subitizing-based enumeration. *Math Think Learn*, 51–57.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. (2015). Tutki ja kirjoita (20. painos). Helsinki. Tammi.
- Ikäheimo, H., Putkonen, H. & Voutilainen, E. (2002). MAKEKO, Matematiikan keskeisen oppiaineksen kokeet luokille 1–9. Oy OPPERI Ab.
- Jensen, P. S., Arnold, E., Vitiello, B., Hoagwood, K., Hinshaw, S. P., Elliott, G. R., et al. (2007). Effects of stimulant medication on growth rates across 3 years in the mta follow-up. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 46(8), 1015-1027.
- Jokela, J. & Selänne, U. (2004). Ötökästä öö: Muistitukien käyttäminen kirjainten ja numeroiden nimien oppimisessa. Oppimistutkimuksen keskus, Turun yliopisto.
- Jordan, N.C., Kaplan, D. & Hanich, L.B. (2002). Achievement growth in children with learning difficulties in mathematics: findings of two-year longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 94, 586–597.
- Jordan, N.C., Kaplan, D., Locuniak, M.N. & Ramineni, C (2007). Predicting first-grade math achievement from developmental number sense trajectories. *Learning Disabilities Research & Practice*, 22, 36–46.
- Kantelinen, S. (2013). Kokemuksia kuntoutuksesta: hyötyvätkö lapset, joilla on viiveinen lukukäsitteen kehitys, säännöllisestä lukukäsitteen kuntoutuksesta. *NMI Bulletin* 2, 60 – 72.
- Katajamäki, H., Paananen, M. (2015). Tarkkaavuuden ja toiminnanohjauksen ryhmämuotoinen Malti – kuntoutus osana koulun tukitoimia – alueellisen kokeilun tuloksia. *NMI Bulletin* 4, 38 – 49.
- Kaufmann, L., Handl, P., Thony, 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.

Koponen, T. (2008). Calculation and language: Diagnostic and intervention studies. University of Jyväskylä.

Koponen, T. (2009). Laskutaito ja kielelliset vaikeudet. *Psykologia* 1,4. artikkeli.

Koponen, T. (2012). Peruslaskutaito matematiikan kivijalkana. *NMI Bulletin* 2.

Koponen, T., Mononen, R., Kumpulainen, T. & Puura, P. (2011). SELKIS – yhteenlaskua ymmärtämään. Niilo Mäki Instituutti.

Koponen, T., Mononen, R. & Latva, T. (2013). SELKIS – vähennyslaskua ymmärtämään. Niilo Mäki Instituutti.

Lusetti, E. & Aunio, P. (2012). Esikoululaisten matemaattisten taitojen kehityksen tukeminen Miinäkin laskea! -harjoitusohjelmalla. *NMI Bulletin* 3, 14–27.

Mattinen, A. (2006). Huomio lukumääriin. Tutkimus 3-vuotiaiden lasten matemaattisten taitojen tukemisesta päiväkodissa. Turun yliopisto.

Mattinen, A., Räsänen, P., Hannula, M. & Lehtinen, E. (2008). Varhaisten matemaattisten oppimisvalmiuksien kehittämisohjelma päiväkodeille. *NMI Bulletin* 4, 40 – 53.

Mattinen, A., Räsänen, P., Hannula, M. & Lehtinen, E. (2010). Nallematematiikka: 4-5-vuotiaiden lasten oppimisvalmiuksien kehittäminen – pilottitutkimuksen tulokset. *NMI Bulletin* 2, 41 -59.

Mattinen, A., Räsänen, P., Hannula, M. & Lehtinen, E. (2010). Nallematikka, Varhaisten matemaattisten oppimisvalmiuksien kehittämisohjelma. Niilo Mäki Instituutti.

Molina, B. S. G., Hinshaw, S. P., Swanson, J. M., Arnold, L. E., Vitiello, B., Jensen, P. S., et al. (2009). The MTA at 8 years: Prospective follow-up of children treated for combined-type adhd in a multisite study. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 48(5), 484-500.

- Mononen, R., Aunio, P., Hotulainen, R. & Ketonen, R. (2013). Matematiikan osaaminen ensimmäisen luokan alussa. *NMI Bulletin* 4, 12 – 27.
- Mononen, R. & Aunio, P. (2014) A Mathematics intervention for low performing Finnish second graders: findings from a pilot study. *European Journal of Special Needs Education* 29, 457 – 473.
- Nieminen, P., Airo, R., Eränen, S., Kuulas, T., Rantanen, K., Huhta-Hirvonen, R. ym. (2002). Toiminnanohjauksen ja tarkkaavuuden ryhmäkuntoutus TOTAKU. Tampere: Psykologipalvelujen kehittämisyksikön julkaisuja 2.
- Paananen, M., Heinonen, J., Knoll, J., Leppänen, U. & Närhi, V. (2011). Malti, tarkkaavuuden ja toiminnanohjauksen ryhmäkuntoutus. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.
- Pelham, W. E., & Fabiano, C. A. (2008). Evidence-based psychosocial treatments for attention-deficit /hyperactivity disorder. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 17(1), 184-214.
- Peltomaa, K. (2014). ”Opinkohan mä lukemaan?” Lukivaikeuksien tunnistaminen ja kuntouttaminen alkuopetusvaiheessa. *NMI Bulletin* 3, 4-11.
- Rantanen, K., Vierikko, E. & Nieminen, P. (2013). TOTAKU II. Toiminnanohjauksen ja tarkkaavuuden ryhmäkuntoutus. Käsikirja. *Psykologian opetus- ja tutkimusclinikan julkaisuja* 1/2013. Tampere: Tampereen yliopisto.
- Räsänen, P. (2005). BANUCA, Lukukäsitteen ja laskutaidon hallinnan testi. Niilo Mäki Instituutti.
- Räsänen, P. (2012). Laskemiskyvyn häiriö eli dyskalkulia. *Duodecim* 128, 1168–1177.
- Saine, N. L. (2010). *On the rocky road of reading. Effects of computer-assisted reading intervention for at-risk children*. Jyväskylä: Jyväskylä Studies in Education, Psychology and Social Research, 400.
- Starkey, P., Klein, A. & Wakeley, A. (2004). Enhancing young children’s mathematical knowledge through a pre-kindergarten mathematics intervention. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 99 - 120.

Swanson, J., Arnold, L. E., Kraemer, H., Hechtman, L., Molina, B., Hinshaw, S., et al. (2008). Evidence, interpretation, and qualification from multiple reports of long-term outcomes in the multimodal treatment study of children with adhd (mta): Part i: Executive summary. *Journal of Attention Disorders, 12*, 4–14.

Torgesen, J. K. (2000). Individual differences in response to early interventions in reading: The lingering problem of treatment resisters. *Learning Disabilities Research & Practice, 15*, 55–64.

Torgesen, J. K., Wagner, R. K. & Rashotte, C. A. (1997). The prevention and remediation of severe reading disabilities: Keeping the end in mind. *Scientific Studies of Reading, 1*, 217–234.

Van Luit, J., Van de Rijt, B. & Aunio, P. (2006). Lukukäsitetesti. Psykologien kustannus Oy.

Van Luit, J., Aunio, P. & Räsänen, P. (2010). Minäkin lasken! Lasten lukukäsitteen harjoitusohjelma. Niilo Mäki Instituutti.

Vellutino, F. R., Scanlon, D. M., Sipay, E. R., Small, S. G., Pratt, A., Chen, R. & Denckla, M. B. (1996). Cognitive profiles of difficult-to-remediate and readily remediated poor readers: Early intervention as a vehicle for distinguishing between cognitive and experimental deficits as basic causes of specific reading disability. *Journal of Educational Psychology, 88*, 601–638.

Väisänen, E., & Aunio, P. (2014). Matematiikkainterventio heikkojen ensiluokkalaisten oppimisen tukena. *Varhaiskasvatuksen tiedelehti 2*, 48 – 75.

Wechsler, D. (1995). WPPSI-R: Wechslerin älykkyystestistö esikouluikäisille. Psykologien kustannus.

Wechsler, D. (2011). WISC-IV: Käsikirja II. Teoriatausta, standardointi ja tulkinta.

## LIITE 1. Esimerkki kuntoutustunnista

Tavoitteet tunnille (3. tunti):

### Lukujonotaidot:

- Harjoitellaan edelleen lorumaista laskemista lukualueella 1–5.
- Harjoitellaan taaksepäin laskemista lukualueella 1–5.
- Harjoitellaan laskemista jatkamalla (= lukumäärän määrittäminen, kun tulee yksi lisää, ilman että lasketaan kaikki esineet alusta uudelleen).

### Suhdetaidot:

- Harjoitellaan luokittelua (lajitellaan palikat värin tai muodon mukaan omiin ryhmiin sekä astiat omiin ryhmiin).
- Harjoitellaan edelleen sarjoittamista (järjestetään hiiret suurimmasta pienimpään).
- Käsite "yhtä paljon" tutuksi: katetaan aamupala 5-henkiselle hiiri-perheelle. Kaikkia astioita katetaan yhtä monta kuin hiiriä: 5 lautasta, 5 kuppia jne.

### Numerosymbolit:

- Pelien ja numerotaulujen avulla käydään läpi edelleen numeroita 1–5.

Tehtävät tunnille 3:

Kuulumiset: Montako jäsentä perheeseen kuuluu?

- Tehdään palikoista torni, joka kuvaa perheenjäsenten lukumäärää.
- Verrataan lasten torneja: kummalla on korkeampi ja kummalla matalampi. Kumman perheeseen kuuluu enemmän tai vähemmän jäseniä.

Oppitunti:

- Suhdetaidot:
  - Lajitellaan astiat eri luokkiin ja palikat eri luokkiin värin tai muodon perusteella.
  - Järjestetään hiiret suurimmasta pienimpään ja vanhimmasta nuorimpaan.
  - Katetaan aamupala viidelle hiirelle ja laitetaan pöytään yhtä monta lautasta ja kuppia kuin hiiriä on.
- Lukujonotaidot:
  - Hiiret tulevat yksitellen ruokapöytään. Montako hiirtä pöydässä on? 1, 2, 3, 4, 5.
  - Hiiret lähtevät yksitellen ruokapöydästä. Montako hiirtä jää jäljelle? 5, 4, 3, 2, 1.



- Mehutauko

Oppitunti tai peli:

- Hernepusit: Hernepusseja heitellään laatikkoon, ja lapset laskevat, kuinka monta hernepusia kumpikin on heittänyt (hernepusseja on 5). Lapset vertaavat, kumpi heitti enemmän ja kumpi vähemmän.
- Palapeli-peli: Lapsen tehtävänä on etsiä kuhunkin numeropalaan sopiva kuvapala, jossa on oikea määrä esimerkiksi autoja (toimitaan lukualueella 1-5).
- Elektroniikkapeli, jossa vasemmassa laidassa on tietty määrä esimerkiksi leppäkerttuja. Lapsen on etsittävä sitä vastaava numero ja kosketettava numeroa elektronisella kynällä. Kun numero on oikea, kynästä kuuluu ääni. Ääntä ei kuulu, mikäli numero väärä.