

**LUKEMISEN JA ARITMETIIKAN SUJUVUUDEN  
KEHITTYMINEN TOISEN KOULULUOKAN AIKANA**

**Juho Polet**  
**Pro gradu -tutkielma**  
**Psykologian laitos**  
**Jyväskylän yliopisto**  
**kevät 2014**

# JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO

Psykologian laitos

Polet Juho

Lukemisen ja aritmetiikan sujuvuuden kehittyminen toisen koululuokan aikana (s. 40 )

Pro gradu -tutkielma

Ohjaaja: Tuire Koponen

Psykologia

Kevät 2014

## Tiivistelmä

Tutkimuksessa tarkasteltiin lukemisen ja aritmetiikan sujuvuutta ja niiden kehitystä toisen koululuokan aikana kolmena ajankohtana (lukukauden alussa, keskellä ja lopussa). Lukemisen sujuvuuden kehitys oli edistävää niin sujuvilla kuin sujumattomillakin lukijoilla. Sen sijaan yhteen- ja vähennyslaskutaidon sujuvuudessa ei tapahtunut juurikaan kehitystä sujumattomilla laskijoilla, toisin kuin sujuvilla laskijoilla, joiden kehitys oli edistävää lukukauden aikana. Tulokset tukevat oletusta aritmetiikan taitojen kehityksen Matteusvaikutuksesta, eli siitä, että lähtötasoltaan aritmetiikassa sujumattomien kehitys jää jälkeen lähtötasoltaan sujuvien laskijoiden kehityksestä. Lukutaidon taso ei sen sijaan vaikuttanut sen kehitykseen toisella koululuokalla.

Lukemisen ja aritmetiikan sujuvuuden vaihtelua luonnehti pääsääntöisesti yleinen tasoero – sujuvat lukijat olivat useimmiten myös sujuvia laskijoita ja sujumattomat lukijat sujumattomia laskijoita. Osalle lapsista lukemisen ja laskemisen sujuvuudelle oli kuitenkin luonteenomaista tasoerot niiden välillä. Tilastollisesti sujumaton lukeminen oli yhteydessä keskimääräistä sujumattomampaan aritmetiikkaan; samoin sujumattomuus aritmetiikassa oli yhteydessä keskimääräistä sujumattomampaan lukemiseen.

Ero sujuvuuden taitojen kehityksessä lukemisessa ja aritmetiikassa taidoiltaan heikommilla saattaa heijastella eroja taitojen kognitiivisten edellytysten ja vaatimusten välillä. Toinen mahdollinen selitys taitoalueiden kehityksen eroille on, etteivät oppimisen ongelmat aritmetiikassa tule koulumaailmassa samalla tavoin huomioiduksi kuin oppimisen ongelmat lukemisessa. Aritmetiikan kuntouttamisen ja erityisopetuksen toimivista käytänteistä ei ole myöskään yhtä paljon tutkittua tietoa ja käytännön kokemusta kuin lukemisen kohdalla.

Lukemisen sujuvuuden kehityksellä ja laskemisen sujuvuuden kehityksellä ei ollut eroja sukupuolten välillä. Sen sijaan tyttöjen taso oli keskimäärin poikia parempi luonnollisen kielen lukemista vaativissa tehtävissä, mutta ei merkityksettömien tavujen ja sanojen lukemisessa. Aritmetiikan sujuvuudessa ei ollut tasoeroja sukupuolten välillä.

**Avainsanat:** Lukemisen sujuvuus, aritmetiikan sujuvuus, lukutaidon kehitys, laskutaidon kehitys, komorbiditeetti, matteusvaikutus, sukupuoli, toistettujen mittausten varianssi-analyysi, klusterianalyysi, faktorianalyysi

## Sisällysluettelo

JOHDANTO.....	1
Lukutaidon taustatekijät ja lukutaidon kehitys .....	2
Lukemisen sujuvuus ja sen operationalisointi .....	3
Laskutaidon taustatekijät ja laskutaidon kehittyminen .....	4
Laskemisen sujuvuus ja sen operationalisointi .....	5
Lukemisen sujumattomuuden ja laskemisen sujumattomuuden yhteisyys ja erillisyyys ....	6
Lukeminen ja aritmetiikka sukupuolittuneina ilmiöinä .....	8
Tutkimuskysymykset .....	9
MENETELMÄT.....	11
Tutkittavat.....	11
Mittarit .....	12
Lukusujuvuus .....	12
Merkityksettömien sanojen lista.....	12
Tekstin lukeminen .....	12
Yhteenlaskun sujuvuus.....	13
Vähennyslaskun sujuvuus .....	13
Aineiston analyysistrategia .....	13
TULOKSET .....	16
Sujuvuustehtävien tulokset .....	16
Sujuvuusryhmät lukemisessa ja aritmetiikassa.....	18
Lukemis- ja laskemisprofiilit .....	20
POHDINTA.....	25
Lukemisen ja aritmetiikan sujuvuuden kehitys .....	25
Lukemisen- ja aritmetiikan sujuvuuden yhteisvaihtelu .....	27
Sujuvuuden kehittyminen ja sukupuoli.....	29
Tutkimuksen vahvuudet ja heikkoudet .....	30
Pedagogiset seuraamukset .....	32
LÄHTEET .....	36

## JOHDANTO

Lukeminen ja laskeminen ovat yhteiskunnassa selviämisen kannalta tärkeitä perustaitoja. On totuttu siihen, että suomalaisnuoret ovat kansainvälisissä tutkimuksissa suoriutuneet varsin hyvin näitä taitoja mittaavissa tehtävissä (Sulkunen ym., 2010), vaikkakin viimeisimmässä PISA -tuloksissa Suomen nuoret tipahtivat aivan terävimmästä kärjestä matematiikan osaamisessa (Kupari ym., 2013). Matematiikassa yleisen taitotason heikentyminen peruskoulun päättövaiheessa arvioituna on havaittu jo aiemmin kansallisissa arvioinneissa (Hirvonen, 2011). Vastaavasti lukemisessa huolta on aiheuttanut sukupuolten välinen ero lukemisen taitotasossa - siinä tytöt ovat menestyneet poikia paremmin (Sulkunen ym., 2010). Pojat ovat olleet myös yliedustettuina heikkojen lukijoiden joukossa (Sulkunen ym., 2010). Akateemisten perustaitojen sukupuolierojen ja heikentymisen erilaisten syiden ja erityisesti sopivien oppimista tukevien keinojen löytämiseksi, on tärkeää tutkia perustaitojen kehitystä jo koulupolun alkuvaiheessa. Tässä tutkimuksessa selvitetään miten lukemisen ja laskemisen taidot kehittyvät peruskoulun alkuopetuksessa toisen luokan aikana. Lisäksi tarkastellaan, onko näiden taitojen kehityksellä yhteyttä toisiinsa ja näkykö taidoissa sukupuolieroja jo opetuksen alkuvaiheissa. Lukemisen ja laskemisen taitojen perusta opitaan peruskoulun alkuopetuksessa. Teknisen lukemisen ja laskemisen taidon oppimisen myötä taitojen sujuvoituminen ja soveltaminen tulevat tärkeiksi oppimisen kohteiksi. Tämä tutkimus kohdistuu näiden taitojen automatisoitumisen alkuvaiheisiin. Tutkimus vastaa myös tarpeeseen tutkia lukemisen ja laskemisen taitojen kehitystä samanaikaisesti ja toisiinsa suhteuttaen. Lukemisen ja laskemisen teknisen suorittamisen perusteet opitaan yleisimmin jo peruskoulun ensimmäisellä luokalla. Tässä tutkimuksessa näiden jo useimmiten opittujen taitojen sujuvoitumista tarkastellaan koko tutkittavan ryhmän tasolla, sukupuolittain sekä sujumattomien ja sujuvien lukijoiden ja laskijoiden keskinäisen vertailun avulla. Toisena tarkastelun kohteena on lukemisen ja laskemisen sujuvuuden yhteisvaihtelu sekä lasten erilaiset profiilit sujuvuuden osa-alueiden keskinäisessä suhteessa. Aluksi luodaan viitekehys lukemisen ja aritmetiikan taitojen kehitykselle ja sujuvuuden määrittelylle lukemisessa ja aritmetiikassa.

## Lukutaidon taustatekijät ja lukutaidon kehitys

Alkuopetuksen keskeisenä tavoitteena on lukemisen ja laskemisen perustaitojen opettaminen. Luku- ja kirjoitustaidon oppiminen ja opettaminen perustuu lapsen kielellisen kehityksen myötä muodostuneelle perustalle. Siiskosen, Aron ja Holopaisen (2001) mukaan lukemaan oppimisen tärkeimpänä komponenttina pidetään yleisesti fonologista tietoisuutta eli ymmärrystä siitä, että puheen pienin yksikkö on äänne eli foneemi ja että tavut ja sanat koostuvat näiden yksittäisten äänneiden kombinaatioista. Fonologisen tietoisuuden ajatellaan olevan keskeinen edellytys kirjain-äännevastaavuuksiin perustuvan kokoavan lukemis- ja kirjoittamistaidon omaksumiselle (Ahonen, 1998). Fonologiaan läheisesti liittyvän kirjaintuntemuksen tai kirjainten nimeämisen taidon on myös havaittu olevan yhteydessä kehittyvään lukutaitoon (Yesil-Dagli, 2011). Fonologisen tietoisuuden ja kirjaintuntemuksen lisäksi lukemaan oppimisen taustalla ajatellaan olevan asioiden ja esineiden nimeämiseen ja kielelliseen muistiin liittyvät tekijät (Ahonen, Tuovinen, & Leppäsaari, 1999; Siiskonen ym., 2001). Vaikeuksia nimeämisessä ja sen nopeudessa on toisaalta pidetty fonologisten ongelmien heijastumana ja toisaalta erillisenä pohjimmiltaan assosiatiivisen oppimisen vaikeutena. Wolfen ja Bowersin (1999) esittämän kaksoisvaikeushypoteesin mukaan suurimmat pulmat lukemisessa tulevat esille niillä lapsilla, joilla on ongelmia sekä fonologiassa että nimeämisessä. Mallin mukaan fonologiset vaikeudet liittyvät ennen kaikkea epätarkkaan lukemiseen ja nimeämisvaikeudet sujumattomaan lukemiseen. Lukutaidon kehittymisen myötä sen hallintaan liittyvät selkeämmin laajemmat kieleen liittyvät syntaktiset, semanttiset ja pragmaattiset taidot, jotka yhdessä edesauttavat lukemisen ja kirjoittamisen sujuvoitumista, kirjoitetun kielen ymmärtämistä ja tekstin tuottamista (Fuchs, Fuchs, Hosp, & Jenkins, 2001). Kirjain-äännevastaavuudeltaan yhtenäisessä suomen kielessä äänneiden tunnistamiseen ja muodostamiseen liittyvä lukemisen strategia on tärkein sujuvan lukutaidon oppimisen edellytys (Aro & Whimmer, 2003). Tietoisuus äänneistä laajenee vähitellen fonologiseksi tietoisuudeksi tavuista, sanoista ja lauseista ja yksittäisiin foneemeihin keskittymisen sijaan lukeminen automatisoituu siinä määrin, että tavuista ja sanoista tulee vähitellen fonologisen dekodeamisen perusyksiköitä. Samalla lukeminen sujuvoituu. Sen sijaan esimerkiksi kirjain-äännevastaavuudeltaan epäyhtenäisessä englannin kielessä vaaditaan jo alusta alkaen kokonasiin tavuihin ja sanoihin perustuvaa tunnistavaa lukutaitoa eikä pelkkä foneemien opettaminen riitä (Aro & Whimmer, 2003). Tästä syystä englanninkielinen tutkimus on keskittynyt perinteisesti lukemisen tarkkuuteen ja oikeinkir-

joitukseen eikä lukemisen sujuvuutta ole välttämättä huomioitu lainkaan (Landerl & Wimmer, 2008; Parrila, Aunola, Leskinen, Nurmi, & Kirby, 2005). Kirjainäännevastaavuudeltaan yhtenäisissä kielissä, kuten suomessa, sanojen lukemisen tarkkuus on lähellä maksimia hyvin pian onnistuneen mekaanisen lukutaidon hankkimisen myötä, kun taas sanojen lukemisen nopeus saattaa olla ainoa mittari, joka erottelee hyviä ja heikkoja lukijoita toisistaan myöhemmillä koululuokilla (Aro & Whimmer, 2003; Landerl & Wimmer, 2008). Tyypillisesti lukusujuvuus kehittyy voimakkaasti ensimmäisten kouluvuosien aikana, kunnes sen kehitys vähitellen hidastuu keski-asteen vuosiluokkien aikana (Fuchs ym., 2001). Parrilan, Aunolan, Leskisen, Nurmen ja Kirbyn (2005) sekä Leppäsen, Niemen, Aunolan ja Nurmen (2004) tutkimuksissa lähtötasoltaan heikkojen suomenkielisten lukijoiden sujuvuuden kehitys oli lähtötasoltaan parempia lukijoita suurempaa alkumittauksen jälkeisillä mittauskerroilla eli erot lukemisen sujuvuudessa tasoittuivat. Nämä tutkimustulokset ovat vastoin olettamusta erojen kasvamisesta hyvien ja heikkojen lukijoiden välillä eli niin sanottua Matteus-vaikutusta (Scarborough & Parker, 2003).

### **Lukemisen sujuvuus ja sen operationalisointi**

Fuchsin ym. (2001) mukaan suullista lukemisen sujuvuutta voidaan pitää yleisenä lukemistaidon mittarina, koska se indikoi yleisesti yksilöllisiä eroja niin havaintomekanismien tasolla kirjainten, tavujen, sanojen ja lauseiden dekodeamisessa kuin myös eroja korkeammassa kielellisissä kognitioissa kuten kyvyssä prosessoida mielekkäitä yhteyksiä sanojen ja lauseiden sisällä ja välillä, tehdä päätelmiä lauseen makrorakenteesta, suhteuttaa lukemaa aikaisempaan tietoon ja täydentää puuttuvaa informaatiota 'rivien välistä'. Mekaanisen lukutaidon oppimisen ja automatisoitumisen myötä vapautuu yhä enemmän resursseja kirjoitetun kielen syntaktiseen, semanttiseen ja pragmaattiseen prosessointiin. Fuchs ym. määrittävät suullisen lukemisen sujuvuuden *nopeaksi ja tarkaksi tekstin verbaaliseksi tuottamiseksi*. Samuels (2012) korostaa automatisaatiota lukemisen sujuvuuden komponenttina. Hänen mukaansa sujuva lukija kykenee dekodeamaan ja ymmärtämään lukemansa samanaikaisesti. Nopea ja tarkka lukeminen ovat toissijaisia, positiivisia seurauksia sujuvasta, luetun ymmärtävästä lukutaidosta. Yksilötehtävänä toteutettu tekstin äänen lukeminen on Fuchsin ym. (2001) mukaan todettu luotettavammaksi lukemisen sujuvuuden mittariksi kuin ääneti luettavat tehtävät joihin sisältyy epätarkkuutta esimerkiksi suhteessa lapsen omaan arvioon siitä, mikä oli testin tekemisen määräajassa luettu viimeinen sana. Samoin lukuvirheiden kartoittaminen on liki mahdotonta silloin kun lapsi lukee ääneti. Sen sijaan lapsen lukiessa ääneen arvioija kykenee suhteellisen luotettavasti määrit-

telemään sekä virheellisesti luetut sanat, rivien ja sanojen yli hyppäämiset ja luettujen sanojen lukumäärän. Lukemisen nopeus indikoi, kuinka monta sanaa lapsi ehtii lukemaan määrääjassa, riippumatta siitä, onko luetut sanat oikein vain väärin. Tarkkuus puolestaan viittaa siihen, kuinka monta sanaa lapsi lukee oikein määrääjassa. Lukemisen sujuvuus on täten Fuchsin määritelmässä (ja tässä tutkimuksessa) lukemisen nopeuden ja tarkkuuden funktio, joka kertoo, kuinka monta sanaa lapsi lukee *oikein* määrääjassa. Samuelson (2012) näkemys luetun ymmärtämisestä sujuvan lukemisen tärkeänä osatekijänä on huomioitu sisällyttämällä lukemisen sujuvuuden arviointiin lukusujuvuus-tehtävä, jossa lapsen tulee päättää lukemansa väitelauseen totuusarvo.

### **Laskutaidon taustatekijät ja laskutaidon kehittyminen**

Nykytietämyksen perusteella ihmisaivot ovat syntymästä lähtien virittäytyneet äänien ja värien erottelun tapaan myös lukumäärien käsittelyyn (Dehaene, 1997). Erityisesti pienten lukumäärien (alle viisi) erot sekä ihmiset että eläimet kykenevät tunnistamaan. Mahdollisesti suurten lukumäärien prosessointi tapahtuu eriävien hermostollisten mekanismien tasolla (Watson, Maylor, & Bruce, 2007). Lukumääräisyyden tajun perustalle kehittyy Räsänen (2012) mukaan kielen kehityksen myötä matemaattinen sanavarasto, kuten suhdekäsitteet sekä lukusanat ja ymmärrys niistä. Näin kielellinen kehitys vaikuttaa myös matemaattisten kognitioiden muodostumiseen. Laskutaidon kehitystä ja tasoa voidaan ennakoita melko luotettavasti etukäteen lukumäärien ja lukujen vertailun tehtävillä (lukumääräisyyden taju), luku- ja numerosymbolien hallinnan ja tuntemisen tehtävillä, sekä erityisesti lukujonotaitotehtävillä, joissa mitataan taitoa luetella lukuja annetun säännön mukaan eteen- ja taaksepäin (Gersten, Jordan, & Flojo, 2005). Usein matemaattisiin vaikeuksiin liittyy Gerstenin ym. mukaan ongelmia tarkassa ja automatisoituneessa yksinkertaisten laskutoimitusten, kuten  $6 + 3$ , muistamisessa. Ongelman taustalla saattaa olla lukuvaikeuden tapaan nopeaan nimeämiseen tai mieleen palauttamiseen liittyvät ongelmat (Koponen, Salmi, Eklund, & Aro, 2012). Laskustrategioiden kehittyneisyys, muistista haun tehokkuus ja työmuistin toiminta näyttävät vaikuttavan täten oleellisella tavalla nopeaan ja tarkkaan laskemiseen. Rusanen ja Räsänen (2012) erottelevat toisistaan laskustrategiat ja laskutavat. Konkreettisia laskutapoja ovat esimerkiksi sormia tai muita konkreettisia apuvälineitä hyödyntävä laskeminen ja mielessä luetteleminen. Abstraktit laskutavat liittyvät numeroiden ja laskutoimitusten palauttamiseen pitkäaikaisesta muistista työmuistin avulla. Laskustrategia viittaa siihen, millä tavalla lasku suoritetaan – käytetäänkö hyväksi esimerkiksi kymppipipareja, hajotelmia tai yhteenlaskun vaihdannaisuutta silloin kun lisättävä luku on suurempi

kuin lisääjä. Erilaisia strategioita voidaan soveltaa sekä konkreettisiin välineisiin, kuten sormiin, että mielessä oleviin edustuksiin tukeutuen. Yleisesti ottaen laskutoimitusten muistamiseen ja tehokkaisiin abstrakteihin laskustrategioihin turvautuva laskeminen on tehokkaampaa ja nopeampaa kuin konkreettisiin laskustrategioihin, kuten sormilla luettelemiseen, tukeutuminen.

## **Laskemisen sujuvuus ja sen operationalisointi**

Laskemisen sujuvuudella tarkoitetaan kykyä ratkaista peruslaskutoimituksia *nopeasti* ja *tarkasti* (Kilpatrick, Swafford, & Findell, 2001). Kornin (2011) mukaan sujuva laskija kykenee muistamaan aritmeettiset perustafaktat ja pystyy tehokkaasti käyttämään hyväksi matemaattisia perustaitoja. Perusfaktoilla Korn viittaa yksinumeroisten positiivisten kokonaislukujen yhteen- ja kertolaskuun sekä vähennys- ja jakolaskuun silloin kun lasku sisältää vain kaksi tekijää. Laskemisen sujuvuus koostuu Kornin mukaan mentaalista matematiikasta ja monitekijäisten laskujen laskemisesta. Mentaalisen matematiikan kehityksellä hän tarkoittaa algoritmista konkreettista laskustrategioista muistista haun strategioiden siirtymistä. Sujuvat laskijat käyttävät pääasiallisesti aritmeettisten yhdistelmien muistista hakua, kun taas sujumattomat laskijat eivät joko kykene muistista hakuun tai eivät käytä muistista hakua peruslaskutoimitusten suorittamisessa (ks. edellinen luku). Sujumattomat laskijat nojaavatkin pääosin luettelemalla laskemiseen. Laskemisen sujuvoitumista edesauttaa yksinumeroisilla luvuilla tehtävien laskutoimitusten tulosten muistinvaraisten edustusten muodostuminen kun sen sijaan luettelemalla laskemiseen perustuvat laskutavat ovat hitaampia. Erityisesti laskutoimitusten muistinvaraiset edustukset sujuvoittavat monitekijäisten laskutoimitusten suorittamista. Laskutoimituksen  $5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 6$  luettelellun perustuva suorittaminen hidastaa sekä laskemisen tarkkuutta että nopeutta kun taas muistiin ja laskemisstrategioihin perustuva  $5 \times 5 + 6$  tuottaa vastauksen nopeammin, tarkemmin ja vähemmän työmuistia kuormittaen. Matemaattisten faktojen muistinvaraiset edustukset vapauttavat resursseja monimutkaisempiin laskutoimituksiin ja ne ovat tärkeitä korkeampien matemaattisten taitojen oppimisen kannalta (Smith-Chant, 2010). Petrillin ym. (2012) mukaan matematiikan sujuvuudella on selkeästi yhteisvaihtelua ilman aikarajaa tehtäviin matematiikan tehtäviin, joissa vastauksen oikeellisuus on tehtäväpisteiden kriteerinä. Sujuvat laskijat päätyvät näin useimmiten myös oikeisiin vastauksiin. Tilastollisesti tarkasteltuna kuitenkin jopa kaksi kolmasosaa matematiikan sujuvuuden tehtävien varianssista selittyy omalla sujuvuuden faktorillaan, joka on riippumaton aikarajattomien tehtävien vaihtelusta. Petrill ym. olettavat, että jatkotutkimusten myötä matematiikan sujuvuus



tulee tarkemmin erottumaan omaksi matemaattisen kyvykkyyden komponentiksi työmuistin, prosessointinopeuden, laskustrategioiden ja numerotietouden lisäksi. Hart, Petrill ja Thompson (2010) tulkitsevat kaksoistutkimuksensa tuloksista, että matemaattisella sujuvuudella ja lukemisen sujuvuudella ovat erilliset geneettiset taustansa. Heidän tutkimuksensa antaa tukea matemaattisen sujuvuuden olettamiselle matemaattisen kyvykkyyden yleiseksi mittariksi, mutta samalla he toteavat tälle olevan näyttöä vain rajallisesti ja jatkotutkimusten olevan tarpeen. Nopeaa ja sujuvaa muistiin perustuvaa laskutapaa kuvataan yleensä automatisoitumisen käsitteellä (Rusanen & Räsänen, 2012). Yhteenlaskun ja vähennyslaskun sujuvuutta mittaavien tehtävien oletetaan tässä tutkimuksessa ilmaisevan laskustrategioiden, laskutapojen, toiminnanohjauksen ja työmuistin tehokkuutta. Laskemisen sujuvuuden ajatellaan heijastavan yleistä matemaattista kyvykkyyttä perustasolla (lukumääräisyyden taju, lukujonotaidot, matemaattiset suhteet) kun myös korkeammilla kognition tasoilla (laskutavat, laskustrategiat, metakognitiot, aritmeettisten kombinaatioiden muistinvaraiset edustukset). Samoin kuin lukemisen sujuvuus, aritmetiikan sujuvuus määritellään tässä tutkimuksessa nopeuden ja tarkkuuden funktiona – montako laskua lapsi laskee *oikein* määräajassa.

## **Lukemisen sujumattomuuden ja laskemisen sujumattomuuden yhteisyys ja erillisyyt**

Oppimisvaikeuksien päällekkäistyminen eli komorbiditeetti on havaittu varsin yleiseksi ilmiöksi. Esimerkiksi Landerl ja Moll (2010) havaitsivat riskin yhdelle oppimisvaikeudelle jopa neljä- tai viisinkertaiseksi silloin, kun yksilöllä oli jo ennestään jokin toinen oppimisvaikeus. Koposen (2008) tutkimuksessa kahdella kolmasosalla lapsista, joilla oli kielellinen erityisvaikeus, oli ongelmia myös useissa matemaattisissa taidoissa. Niilo Mäki instituuttiin oppimisvaikeuksien vuoksi tutkimuksiin tulevilla lapsilla on useimmiten kyse useamman kuin yhden oppimisen osa-alueen ongelmista (Ahonen, 1998). Oppimisvaikeuksien määrittelyn kriteerit ja käytetyt arviointimenetelmät vaihtelevat, mikä vaikeuttaa oppimisvaikeuksien päällekkäistymistä koskevien tutkimustulosten vertailu ja tulkintaa. Viimeaikaisissa oppimisvaikeuksien päällekkäistymistä koskevissa tutkimuksissa oppimisvaikeuksia on määritely myös sujuvuuden näkökulmasta (Landerl ja Moll (2010) käyttivät tutkimuksessaan osaksi myös sujuvuuden tehtäviä). Van Daal, van der Leij ja Adèr (2013) havaitsivat 13–14-vuotiaiden nuorten lukemisen sujuvuuden ongelmien olevan yhteydessä heikkoon fonologiseen prosessointiin ja hitaaseen automatisoituneeseen nimeämiseen. Ongelmat aritmeettisessä sujuvuudessa olivat puolestaan yhteydessä toiminnanohjauksen on-

gelmiin ja työmuistin heikkouteen. Sujuvuuden ongelmien yhdessä esiintyminen oli yhteydessä numerofaktojen muistamisen sujumattomuuteen, työmuistin tehottomuuteen, äänenvoimakkuuden havainnon heikkouteen sekä puutteisiin äänen manipuloinnissa ja koodaamisessa. Tutkijoiden tulkinnan mukaan nämä puutteet viittaavat yleisiin sujuvuuden taustalla oleviin taitoihin. Lukemisen sujuvuuden ja aritmetiikan sujuvuuden vaikeuden taustalla vaikuttaisi täten olevan sekä yhteisiä että erillisiä taustatekijöitä. Koponen ym. (2012) tutkivat kuinka ennen peruskoulua tai sen alussa mitatut lukujonotaidot ja nopean nimeämisen taidot ennustavat myöhempää lukemisen ja laskemisen sujuvuutta. Toisen ja kolmannen luokan laskemissujuvuutta lukujonotaidot ennustivat 62 % ja lukemissujuvuutta 35 %. Vastaavasti ennen peruskoulua tai sen alussa mitatut nopean nimeämisen taidot ennustivat 22 % laskemisen sujuvuuden vaihtelusta ja 24 % lukemisen sujuvuuden vaihtelusta toisella ja kolmannella luokalla. Sekä lukujonotaidot että nopea nimeäminen ennustivat siis sekä myöhempää lukemisen sujuvuutta kuten myös laskemisen sujuvuutta, eikä niitä Koposen ym. tutkimuksen perusteella voi pitää pelkästään osataitokohtaisina sujuvuuden ennustajina joko lukemisessa tai aritmetiikassa. Oppimisvaikeuksilla on havaittu olevan sekä familiaarisia (Landerl & Moll, 2010) että geneettisiä (Hart, Petrill, Thompson, & Plomin, 2009) riskitekijöitä. Oppimisvaikeuksilla on siis taipumus periytyä vanhempien ja lasten jaettujen biologisten perintötekijöiden välityksellä kuin myös jaetun yhteisen ympäristön välityksellä. Perimän ja ympäristön vaikutukset lienevät vahvasti toisiinsa sidoksissa esimerkiksi siten, että geneettinen alttius ohjaa yksilön taipumuksia ja valintoja hänen ympäristössään, mikä puolestaan vaikuttaa yksilön oppimiseen ja tätä kautta oppimista tukevien perinnöllisten tekijöiden aktivoitumiseen. Kovasin ja Plomin (2006) mukaan niin oppimisvaikeuksien kuin muidenkin kognitiivisten puutteiden taustalla ovat pääsääntöisesti yhteiset geneettiset tekijät, jotka vaikuttavat yleisesti aivotoimintaan ja sen kautta laajemmin kognitiiviseen suoriutumiseen – eivät tarkkarajaisesti johonkin tiettyyn kykyyn. Hartin ym. (2009) tutkimuksessa havaittiin geneettinen yhteys lukemisen ja laskemisen sujuvuuden ongelmien välillä. Laskemisen sujuvuutta selitti kuitenkin osaksi vain sille ominainen geneettinen vaikutuksensa. Kun lukemisen tarkkuutta käytettiin mittarina, ei geneettistä yhteyttä lukemisen ja laskemisen välillä löydetty. Sujuvuuskomponentti sekä lukemisen että laskemisen sekä niissä esiintyvien vaikeuksien kohdalla saattaisi olla täten ainakin osittain sama. Petrill ym. (2012) havaitsivat kaksoistutkimuksessaan aritmeettisen sujuvuuden taustalla vaikuttavan lukemisen sujuvuudesta riippumattoman geneettisen komponentin samoin kuin Hart ym. (2009), kun taas ympäristötekijöiden vaikutus aritmeettiseen sujuvuuteen oli pitkälti yhteistä lukemisen sujuvuuden kanssa.

Erityisesti oppimisvaikeuksien ja niiden taustatekijöiden näkökulmasta on tarkasteltu vaikeuksien kumuloituvia vaikutuksia tarkastelemalla erikseen joko lukemisen vaikeutta, laskemisen vaikeutta tai niiden yhdessä esiintymistä. Sujuvuuden näkökulmasta varsin kattavan ja edustavan tarkastelun ovat tehneet Landerl ja Moll (2010) 2.–4. luokkalaisille lapsille. Heidän tutkimuksensa mukaan aritmeettisen sujuvuuden ja lukemisen sujuvuuden yhteys saattaisi olla geneettisesti heikompi, kun aritmeettisen sujuvuuden ja oikeinkirjoituksen välinen yhteys. Samoin lukemisen sujuvuuden ja oikeinkirjoituksen korrelaatio oli heidän tutkimuksessaan melko alhainen, mikä vihjaa näillä taidolla olevan erillisen perustan. Landerl, Fussenegger, Moll ja Willburger (2009) päättelivät tutkimuksensa perusteella, että dysleksiaa ja dyskalkuliaa luonnehtivat eriävät kognitiiviset profiilit – dysleksian kohdalla kyse olisi fonologisesta häiriöstä ja dyskalkuliassa numerojärjestelmän (number module) häiriöstä. Häiriöiden esiintyessä yhdessä niiden aiheuttamat ongelmat olisivat kumuloituvia, mutta mikään yksittäinen kognitiivinen tekijä ei olisi sekä dysleksian että dyskalkulian aiheuttaja. Tutkimuksessa häiriöluokittelun perustana käytettiin sujuvuustehtäviä lukemisessa ja laskemisessa. Swansonin (2012) 14–17-vuotiaille tehdyssä tutkimuksessa matematiikan taidoissa heikot nuoret saivat lukemisen tehtävissä heikosti suoriutuvia huonommat tulokset visuospatiaalisessa prosessoinnissa ja visuaalisessa työmuistissa. Toisaalta matematiikassa heikot pärjäsivät sekä matematiikassa että lukemisessa heikkoja paremmin motorisessa nopeudessa ja reaktioin ehkäisemissä eli inhibitiossa. Tulosten perusteella matemaattisen sujuvuuden ongelmien ajateltiin liittyvän ennen kaikkea työmuistin visuospatiaalisen luonnoslehtiön toiminnan heikkouteen. Tutkimuksen tehtäväpatterissa sujuvuus oli vain osakomponenttina niin lukemisen kuin laskemisenkin tehtävissä.

Tässä tutkimuksessa lukemisen ja laskemisen sujuvuuden kehitystä tarkastellaan yhtäaikaaisesti toisen vuosiluokan aikana. Lasten kognitiivisesta profiilista tai geneettisestä ja familiarisesta riskistä voidaan tämän tutkimuksen perusteella muodostaa oletuksia vain epäsuorasti sujuvuustehtävien yhteisvaihtelun ja tehtävissä edistymisen tarkastelun perusteella. Lukemisen ja laskemisen sujuvuuden kehittymistä tarkastellaan koko tutkimusjoukon tasolla, sukupuolittain ja niiden kohdalla, jotka ovat sujumattomia lukijoita tai laskijoita tai molempia.

## **Lukeminen ja aritmetiikka sukupuolittuneina ilmiöinä**

Yleisen stereotypian valossa tytöt ovat parempia lukemaan ja pojat laskemaan. Lukemisen sujuvuudessa ei australialaisilla lapsilla löytynyt eroja sukupuolten välillä (Limbrick, Ma-

delaine, & Wheldall, 2011). Sen sijaan esimerkiksi kansainvälisten PISA- ja PIRLS-tutkimusten valossa tyttöjen lukutaito on kansainvälisesti keskimäärin poikia parempi (Lynn & Mikk, 2009). Lisäksi sukupuolten ero tyttöjen hyväksi oli tutkimuksessa suurempi 15-vuotiailla kuin 10-vuotiailla eli ero lukutaidossa vaikuttaisi kasvavan kouluvuosien aikana (Lynn & Mikk, 2009). Linnankylä, Malin ja Taube (2004) havaitsivat, että heikko suoriutuminen lukemisen PISA-tehtävissä oli todennäköisempää pojilla kuin tytöillä sekä Suomessa että Ruotsissa. Selityksenä sukupuolten väliselle erolle on pidetty muun muassa tyttöjen suurempaa harrastuneisuutta lukemisen parissa, mikä on tullut esille myös PISA-tutkimuksessa (Sulkunen ym., 2010). Laskemisen kohdalla Carr, Steiner, Kyser ja Biddlecomb (2008) havaitsivat, että laskemisen sujuvuudessa ja laskustrategioissa yhdysvaltalaiset toisen luokan pojat ovat keskimäärin tyttöjä etevämpiä. Else-Quest, Hyde ja Linn (2010) arvioivat meta-analyysinsä pohjalta kulttuuristen ja yhteiskunnallisten tekijöiden selittävän eroja matemaattisessa kyvykkyydessä. Erityisen tärkeäksi tekijäksi he nostavat yhteiskunnallisen tasa-arvon – suhteellisesti tasa-arvoisemmissa maissa sukupuolten väliset erot matemaattisessa osaamisessa ovat pieniä tai niitä ei ole. Hannula, Kupari, Pehkonen, Räsänen ja Soro (2004) arvioivat tyttöjen itseluottamuksen ja oppimisstrategioiden olevan heikompia matematiikan suhteen, vaikka heidän suorituksensa matematiikassa ovat pääosin yhtä hyviä kuin pojilla. PISA12-tutkimuksen mukaan sukupuolten välillä ei ollut Suomessa tilastollisesti merkitseviä keskimääräisiä osaamiseroja matematiikassa, mutta kaikkein eniten matematiikassa pisteitä saaneiden joukossa oli hieman enemmän poikia (Kupari ym., 2013). Tämä tutkimus täydentää osaltaan puuttuvaa tietoutta siitä, onko suomenkielisillä lapsilla sukupuolten välillä eroja lukemisen ja laskemisen sujuvuuden tasossa ja kehityksessä.

## **Tutkimuskysymykset**

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, kuinka lukemisen ja laskemisen sujuvuus kehittyy toisen koululuokan aikana. Tarkastelun kohteena on myös eritasoisesti lukemisen ja laskemisen sujuvuudessa suoriutuvien lasten kehityksen tarkastelu sekä sukupuolittainen tarkastelu. Lisäksi arvioidaan lukemisen ja laskemisen sujuvuuden yhteyttä toisiinsa tehtävinä ja yksilöittäin.

1. Miten taidoiltaan eritasoiset lapset kehittyvät lukemisen ja laskemisen sujuvuudessa toisen koululuokan aikana?

2. Onko matematiikan ja lukemisen sujuvuudella yhteisvaihtelua vai ovatko sujuvuus lukemisessa ja sujuvuus aritmetiikassa toisistaan riippumattomia taitokokonaisuuksia?

3. Onko sukupuolten kesken eroa matematiikan ja lukemisen sujuvuuden tasossa ja sen kehityksessä?

Tutkimus täydentää puuttuvaa tietoa lukemisen ja aritmetiikan sujuvuuden yhtäaikaisesta kehityksestä toisen luokan aikana. Etenkin aritmetiikan kohdalla taitojen sujuvuuteen on toistaiseksi kiinnitetty varsin vähän huomiota, vaikka taitojen automatisoitumisen tason oletetaan olevan yhteydessä taitojen sujuvuuteen (Rusanen & Räsänen, 2012). Lukemisen ja aritmetiikan sujuvuuden yhteisvaihtelua, taustatekijöitä ja komorbideettia kliinisesti valikoitumattomassa kohdejoukossa on aikaisemmin tutkittu esimerkiksi hollantilaisilla lapsilla (van Daal ym., 2013) ja sujuvuuden taitojen geneettistä ja familiarista yhteisvaihtelua yhdysvaltalaisilla lapsilla (Hart ym., 2010). Koponen ym. (2012) ovat tutkineet suomalaislasten lukujonotaitojen ja nopean nimeämisen yhteyttä lukemisen ja aritmetiikan sujuvuuteen. Tässä tutkimuksessa pyritään taitojen taustatekijöiden sijaan selvittämään lukemisen ja aritmetiikan sujuvuuden yhteisvaihtelua ja profiilieroja lasten välillä kliinisesti valikoitumattomalla joukolla. Sujuvuuden taitojen geneettisten, familiaristen ja kognitiivisten taustatekijöiden tutkimisen lisäksi on tärkeää selvittää, kuinka lukemisen ja aritmetiikan sujuvuuden taitojen vuorovaikutus ja erinäiset profiilit ilmenevät suomalaisilla toisen vuosiluokan lapsilla. Tietämyksemme sujuvuuden taitojen tehtävätaoisesta ja lapsikohtaisesta yhteisvaihtelusta ja eroista on omiaan ohjaamaan myös tutkimusta näiden taitoalueiden taustatekijöistä.

## MENETELMÄT

Tutkimuksen aineisto on kerätty LukiMat-hankkeen ([www.lukimat.fi](http://www.lukimat.fi)) oppimisen arvioinnin välineiden viiteaineistotiedon tarpeisiin. Tämän tutkimuksen kohteena ovat lukemisen ja laskemisen sujuvuuden tehtäviin vastanneet toisen luokan lapset.

### Tutkittavat

Tutkimuksen kohdejoukko koostui LukiMat-hankkeen oppimisen arvioinnin välineisiin kerätystä viiteaineistosta (Eklund, Salmi, Polet, & Aro, 2013; Koponen, Salminen, Aunio, & Polet, 2011; Polet & Koponen, 2013; Salmi, Eklund, Järvisalo, & Aro, 2011). Oppimisen arvioinnin välineissä kartoitettiin toisen luokan lasten lukemisen ja matematiikan osaamista ja osaamisen kehittymistä kolme kertaa lukuvuoden aikana (elo-syyskuussa, tammi-helmikuussa sekä huhti-toukokuussa). Ensimmäisen ja toisen mittauskerran aikaväli oli hieman pidempi kuin toisen ja kolmannen mittauskerran. Oppimisen arvioinnin välineet kehitettiin ensisijaisesti oppilaiden tuen tarpeen tunnistamiseen lukemisessa, kirjoittamisessa ja matematiikassa, mutta myös lukemisen ja matematiikan taitojen tarkempaan arviointiin sekä taitojen kehityksen ja oppimisen seurantaan. Välineistö sisältää sekä ryhmätehtäviä että yksilötehtäviä. Oppimisen arvioinnin välineiden viiteaineistot kerättiin opettajien vapaaehtoisen ilmoittautumisen perusteella. Maantieteellisesti näyte painottui Keski-Suomen maakuntaan, mutta mukana oli kouluja eri puolilta Suomea sekä isoista että pienistä kunnista. Ryhmätehtävät teetettiin oppilaille koulutyön ohessa esimerkiksi opettajan, erityisopettajan tai kouluavustajan ohjaamina. Yksilötehtävät puolestaan tehtiin lapsikohteisesti. Yksittäistapauksissa Niilo Mäki instituutin kouluttamat testajat kävivät teettämässä tehtävät kouluilla. Erityisluokat poistettiin aineiston analyyseista, mutta luokassa olevat yksittäiset erityisopetusta saavat lapset pidettiin mukana analyyseissa. Viiteaineiston koko vaihteli ajankohdan ja tehtävätyypin mukaan lukemisen tehtävissä 507–587 välillä ja matematiikan tehtävissä 527–564 välillä. Tämän tutkimukseen ydinryhmä ovat ne lapset, jotka ovat tehneet lukemisen sujuvuutta arvioivat tehtävät (*lukusujuvuus, merkityksettömien sanojen lista ja tekstin lukeminen*) syksyllä, talvella ja keväällä ja ne jotka ovat tehneet aritmetiikan sujuvuutta arvioivat tehtävät (*yhteenlaskun sujuvuus ja vähennyslaskun sujuvuus*) vastaavina ajankohtina. Näin aineisto kutistuu 287 lapseen.

## Mittarit

Lukemisen sujuvuutta arvioitiin kolmella tehtävällä ja laskemisen sujuvuutta kahdella tehtävällä.

### Lukusujuvuus

Ryhmätehtävänä toteutetussa *lukusujuvuuden* tehtävässä oppilas lukee lomakkeelta mielessään niin monta väitelausetta kuin ehtii kolmen minuutin ajan ja merkitsee jokaisen luetun lauseen jälkeen, pitääkö se paikkansa vai ei. Lasta kehoitetaan lukemaan niin nopeasti ja tarkasti, kun hän osaa. Lauseiden totuusarvon määrittely on pyritty muodostamaan helpoksi – esimerkkinä epätodesta lauseesta ”*Aurinko on sininen*”. Lauseita on kaikkiaan 70 ja niitä edeltää kolme harjoituslausetta. Lauseet jakaantuvat lomakkeella kolmelle sivulle. Jokaisesta totuusarvoltaan oikein merkitystä lauseesta annetaan yksi piste. Lukemisen sujuvuuden mittarina on kaikkien määrääjassa totuusarvoltaan oikein rastitettujen lauseiden lukumäärä. Syksyn, talven ja kevään listat muodostuvat eri lauseista, mutta ne ovat merkki- ja sanamäärältään kuin myös lausetyypiltään yhteneväisiä. Eri ajankohtien mittareiden käsikirjassa ilmoitettu reliabiliteetti (Cronbachin Alpha) tehtävässä vaihteli välillä 0,94–0,95 (Eklund ym., 2013).

### Merkityksettömien sanojen lista

Yksilötehtävänä toteutetussa *merkityksettömien sanojen lukemisen* tehtävässä lapsi lukee lomakkeelta ääneen pseudosanoja ja -tavuja minuutin ajan. Lasta kehoitetaan lukemaan niin nopeasti ja tarkasti, kun hän osaa. Sanoilla ja tavuilla ei ole sisällöllistä merkitystä, mutta ne ovat rakenteeltaan suomen kieliopin sääntöjen mukaisia – esimerkiksi ”*pake*”. Sanalistaan on pyritty saamaan vaikeutuva järjestys ja merkityksettömät sanat alkavat kahden kirjaimen tavuista päätyen kolmitavuisiin sanoihin. Merkityksettömiä tavuja/ sanoja on kaikkiaan yhdeksänkymmentä ja ne esitetään yhden sivun lomakkeella kolmessa rinnakkaisessa sarakkeessa. Lukemisen sujuvuuden mittarina on kaikkien määrääjassa oikein luettujen tavujen / sanojen lukumäärä. Syksyllä, talvella ja keväällä käytettiin samaa merkityksettömien sanojen lukemistehtävää. Tehtävän reliabiliteetti kolmelta mittauskerralta on tutkimuksen aineistossa 0,96 (Cronbachin Alpha). Tehtävän käsikirjassa eri ajankohtien reliabiliteettia ei ilmoiteta, koska tehtävää ei ole tarkasteltu osiotasolla (Eklund ym., 2013).

### Tekstin lukeminen

Yksilötehtävänä toteutetussa *tekstin lukemisen* tehtävässä lapsen tulee lukea lomakkeelta ääneen lausemuotoista lemmikkieläinaiheista tekstiä yhdeksänkymmenen sekunnin ajan.

Teksti on kokonaisuudessaan yhdellä sivulla. Syksyn teksti kertoo koirasta, talven teksti kissasta ja kevään teksti marsusta. Tekstien pituus vaihtelee 254–262 sanan välillä ja ne on kukin jaettu kolmeen eri kappaleeseen. Lasta kehoitetaan lukemaan niin nopeasti ja tarkasti, kun hän osaa. Lukemisen sujuvuuden mittana on kaikkien määrääjassa oikein luettujen sanojen lukumäärä. Tehtävän reliabiliteetti kolmelta mittauskerralta on aineistossa 0,97 (Cronbachin Alpha). Tehtävän käsikirjassa eri ajankohtien reliabiliteettia ei ilmoiteta, koska tehtävää ei ole tarkasteltu osiotasolla (Eklund ym., 2013).

### **Yhteenlaskun sujuvuus**

*Yhteenlaskun sujuvuuden* ryhmätehtävässä lapsen tulee laskea yhteenlaskutehtäviä yhden minuutin ajan hiljaa mielessään ja merkitä vastaus tehtävän perässä olevaan tyhjään ruutuun. Lukualue tehtävissä on 1-20 ja yhteenlaskettavat luvut ovat yksinumeroisia. Tehtäviä on yhteensä kaksikymmentä ja ne on jaettu yhdelle sivulle kahteen pystysarakkeeseen. Lasta kehoitetaan laskemaan niin nopeasti ja tarkasti, kun hän osaa. Laskemisen sujuvuuden mittana on kaikkien määrääjassa oikein laskettujen laskujen lukumäärä. Syksyn, talven ja kevään laskut ovat samoja. Tehtävän käsikirjassa ilmoitettu reliabiliteetti (Cronbachin Alpha) oli syksyllä 0,94 (Polet & Koponen, 2013).

### **Vähennyslaskun sujuvuus**

*Vähennyslaskun sujuvuuden* ryhmätehtävässä lapsen tulee laskea vähennyslaskutehtäviä yhden minuutin ajan hiljaa mielessään ja merkitä vastaus tehtävän perässä olevaan tyhjään ruutuun. Lukualue tehtävissä on 1-20 ja vähentäjät ovat yksinumeroisia. Tehtäviä on yhteensä kaksikymmentä ja ne on jaettu yhdelle sivulle kahteen pystysarakkeeseen. Lasta kehoitetaan laskemaan niin nopeasti ja tarkasti, kun hän osaa. Laskemisen sujuvuuden mittana on kaikkien oikein laskettujen laskujen lukumäärä. Syksyn, talven ja kevään laskut ovat samoja. Käsikirjassa ilmoitettu tehtävän reliabiliteetti (Cronbachin Alpha) oli syksyllä 0,90 (Polet & Koponen, 2013).

### **Aineiston analyysistrategia**

Aineisto sisälsi puuttuvaa tietoa ja sen vaikutusta aineiston edustavuuteen pyrittiin arvioimaan ennen analyysien tekoa. Puuttuvaa tietoa omaavia lapsia verrattiin sukupuolen ja iän (viisiluokkaiseksi jaettu) perusteella niihin, joilla ei ollut puuttuvaa tietoa ristiintaulukoinnin ja Chi Square-testin avulla. Samoin puuttuvaa tietoa omaavien lasten tehtyjen tehtävien pistemääriä verrattiin lapsiin, joilla ei ollut puuttuvaa tietoa riippumattomien otosten t-testillä. Sukupuolella ja iällä ei ollut yhteyttä siihen, oliko vastaajalla puuttuvaa tietoa.



Tehtävapistemäärissä oli eroa talven tekstin lukemisessa ( $t(513) = -2,1; p = 0,03$ ), jossa kaikki tehtävät tehneet saivat puuttuvia tietoja omaavia enemmän pisteitä. Toinen tilastollisesti merkitsevä ero oli talven yhteenlaskun tehtävässä ( $t(524) = 3,0; p = 0,00$ ), jossa puolestaan puuttuvia tietoja omaavat suoriutuivat keskimäärin paremmin. Havaitut tilastollisesti merkityksettömät erot tehtävien keskiarvoissa olivat myös varsin epäjohdonmukaisia. Voidaankin olettaa, että lapsikohtaisia taitoeroja enemmän opettajan aktiivisuus on ollut määräävässä asemassa suhteessa siihen, onko lapsi ja hänen luokkansa tehnyt kaikki tehtävät. Fisherin eksakti testi tuki tätä oletusta ( $F = 681,00; p = 0,00$ ). Arvioijan vaikutusta tehtyjen tehtävien tulosten homogeenisuuteen arvioitiin sisäkorrelaation ( $\rho$ ) avulla. Useimmiten tehtävät oli tehty luokittain luokanopettajan johdolla, joten sisäkorrelaation arvo antaa viitteitä siitä, kuinka paljon tehtävien tulokset vaihtelivat luokittain. Lukemisen sujuvuuden tehtävissä sisäkorrelaatio vaihteli välillä 0,07–0,16 ja laskemisen sujuvuuden tehtävissä välillä 0,01–0,08. Sisäkorrelaation satakerroin ilmaisee prosenttiosuuden sille, kuinka paljon arvioinnin suorittanut henkilö selittää kaikkien lasten tehtävapistemäärien hajontaa. Sisäkorrelaation satakertoimesta jäljelle jäävä prosenttiosuus selittyy oppilaiden yksilöllisillä osaamisen eroilla. Näin 7–16 % lukemisen sujuvuuden ja 1–7 % laskemisen sujuvuuden tehtävien eroista selittyi arvioijien erojen perusteella, kun suurin osa tehtävien pistemäärien vaihtelusta johtui lapsien yksilöllisistä eroista. Vaikka etenkin lukemisen tehtävissä arvioijan vaikutus joihinkin tehtävapistemääriin on merkittävä, on mielekkäämpää käsitellä kutakin lasta yksilönä, kuin luokkansa edustajana.

Lapset luokiteltiin sujuvuuden tason mukaisiin ryhmiin tehtävissä suoriutumisen perusteella. Muodostettavat ryhmät olivat sujumattomat lukijat (SUL), sujumattomat aritmetiikassa (SUA) sekä näiden yhdistelmäryhmä (SUL + SUA), jotka olivat sujumattomia lukemisessa ja aritmetiikassa molemmissa. Näiden lisäksi muodostettiin vertailuryhmä (VR), johon kuuluivat ne, jotka eivät kuuluneet mihinkään sujumattomuusryhmään. SUL-ryhmä muodostettiin standardoimalla kaikki syksyn, talven ja kevään lukemisen sujuvuuden tehtävät (9 kpl, Cronbachin Alpha 0,92), laskemalla standardoitujen tehtävien keskiarvo ja määrittämällä alle yhden keskihajonnan tai vähemmän pisteitä saaneet sujumattomien lukijoiden ryhmään. SUA-ryhmä muodostettiin standardoimalla syksyn, talven ja kevään aritmetiikan sujuvuuden tehtävät (6 kpl, Cronbachin Alpha 0,91), laskemalla standardoitujen sujuvuus-tehtävien keskiarvo ja määrittämällä yhden keskihajonnan tai vähemmän pisteitä saaneet aritmetiikassa sujumattomien ryhmään. SUL + SUA -ryhmään kuuluivat ne, joiden keskimääräinen suoriutuminen oli yhden keskihajonnan tai vähemmän sekä lukemisen että las-

kemisen tehtävissä. Vertailuryhmän (VR) muodostivat ne, joiden keskimääräinen pistemäärä sekä lukemisen että laskemisen tehtävissä oli enemmän kuin alle yhden keskihajonnan. Ottamalla huomioon kaikkien toistettujen lukemisen ja aritmetiikan tehtävien tulokset pyrittiin sujumattomien ryhmät määrittelemään vankoin perustein. Aikaisemmissa tutkimuksissa taidoiltaan heikommat on useimmiten määritelty alkumittauksessa suoriutumisen perusteella (esimerkiksi Landerl & Moll, 2010; van Daal ym., 2013), vaikka on viitteitä siitä, että etenkin taitojen harjaantumisen alkuvaiheessa niissä saattaa esiintyä vaihtelua arviointikertojen välillä (Lipson & Lang, 1991) ja lapsen käyttämissä laskustrategioissa muutos voi tapahtua niin kypsymättömästä kypsempään kuin myös kypsemmästä kypsymättömään strategiaan (Rusanen & Räsänen, 2012).

Lukemisen ja laskemisen sujuvuuden kehitystä ja tasoa pyrittiin tarkastelemaan tehtävittäin erillisillä toistomittausten varianssianalyyseilla (Nummenmaa, 2009) koko tutkittavan joukon tasolla 1 (kaikki lapset) x 3 (mittauskerta), sukupuolten välillä 2 (sukupuoli) x 3 (mittauskerta) sekä sujuvuusryhmien välillä 4 (sujuvuusryhmä) x 3 (mittauskerta).

Lukemisen ja laskemisen tehtävissä suoriutumisen vaihtelua tarkasteltiin korrelaatioker-toimien ja faktorianalyysin avulla tehtävätasolla. Tehtävien yhteisvaihtelua tarkasteltiin Pearsonin korrelaatioker-toimien avulla ja tehtävien latautumista lukemisen ja laskemisen sujuvuuden faktoreille tutkittiin faktorianalyysin avulla. Faktoriratkaisun ekstraktoinnissa käytettiin generalized least squares -menetelmää, joka ei vaadi tiukkoja normaalijakauma-oletuksia (Nummenmaa, 2009). Rotatoinnissa käytettiin vinokulmaista promax-rotatiota, koska sujuvuuden aritmetiikassa ja lukemisessa oletettiin korreloivan jossain määrin.

Lukemisen ja laskemisen tehtävissä suoriutumisen yksilöllisiä eroja pyrittiin mallintamaan klusterianalyysillä käyttäen SPSS-ohjelmiston Two-Step Cluster menetelmää (Bacher, Wenzig, & Vogler, 2004). Kaikki lukemisen sujuvuuden tehtävät standardoitiin ja näiden standardipisteiden keskiarvo sisällytettiin klusterianalyysiin keskimääräisenä lukemisen sujuvuuden muuttujana. Myös kaikki laskemisen sujuvuuden tehtävät standardoitiin ja näiden standardipisteiden keskiarvo sisällytettiin klusterianalyysiin keskimääräisenä laskemisen sujuvuuden muuttujana. Etäisyysmittana käytettiin logaritmista uskottavuusfunktia. Ryhmien lukumäärää arvioitiin yksittäisten lasten klustereihin sijoittumisen ja klusteriratkaisun yhdistävyys/ erottelevuuskyvyn perusteella, jota menetelmällä voitiin arvioida matemaattisesti.

## TULOKSET

Tehtävien jakaumien tunnuslukuja on esitetty taulukossa 1. Tehtävien jakaumat ovat likimäärin normaalisti jakautuneita – keskiarvo ja mediaani ovat suurin piirtein samansuuruisia. Vainoimmat jakaumat ovat yhteenlaskun ja vähennyslaskun tehtävissä syksyllä. Selkeästi huipukkain jakauma on yhteenlaskun syksyn tehtävällä. Varsin huipukkaita ovat myös yhteenlaskun ja vähennyslaskun tehtävät keväällä. Koska myös vinojen ja huipukkaiden jakaumien keskiarvot ja mediaanit ovat likipitään samansuuruisia (ja toistetut tehtävät ovat samaan suuntaan vinoja) analysoidaan aineisto parametrisin menetelmin. Varianssianalyysin, jota tutkimuksessa käytetään kehityksen mallintamisessa, sietokyky normaalisuudesta poikkeaville jakaumille on myös varsin hyvä (Nummenmaa, 2009).

TAULUKKO 1. Tehtävien jakaumien tunnuslukuja

		Minimi	Maksimi	Keskiarvo	Mediaani	Keskiahajonta	Vinous	Huipukkuus
Syksy	Lukusujuvuus	1	53	23,10	23,00	9,19	0,37	0,26
	Merkityksettömät sanat	11	77	38,83	38,00	12,24	0,35	-0,18
	Tekstin lukeminen	12	193	75,35	70,00	36,63	0,60	-0,22
	Yhteenlasku	0	20	9,01	9,00	3,54	0,92	1,46
	Vähennyslasku	0	20	7,61	7,00	4,297	0,72	0,03
Talvi	Lukusujuvuus	2	62	29,96	29,00	9,77	0,29	0,14
	Merkityksettömät sanat	20	89	45,46	44,00	11,75	0,50	0,30
	Tekstin lukeminen	31	238	103,55	101,00	37,07	0,44	-0,09
	Yhteenlasku	0	20	10,59	10,00	4,31	0,26	-0,04
	Vähennyslasku	0	20	9,91	9,00	4,72	0,31	-0,70
Kevät	Lukusujuvuus	3	70	34,29	34,00	10,16	0,38	0,44
	Merkityksettömät sanat	16	90	48,84	48,00	12,16	0,41	0,21
	Tekstin lukeminen	19	212	104,76	102,00	38,25	0,41	-0,24
	Yhteenlasku	1	20	12,66	12,00	4,29	0,06	-0,74
	Vähennyslasku	0	20	11,44	11,00	4,98	0,10	-0,97

### Sujuvuustehtävien tulokset

Taulukossa 2 on esitetty tehtäväkohtaiset keskiarvot ja keskihajonnat mittauskerran ja sukupuoli mukaan sekä näiden toistomittausten varianssianalyysien tulokset monivertailuineen (LSD). Sukupuolella ja mittauskerralla ei ollut yhdysvaikutuksia lukemissujuvuuden tehtävissä ( $p > 0,05$ ), eli tyttöjen ja poikien kehitys oli samanlaista kaikissa tehtävissä. Keskimääräinen kehitys kaikissa lukemisen sujuvuuden tehtävissä syksystä talveen oli tilastollisesti erittäin merkitsevää ( $p < 0,00$ ). Myös keskimääräinen sujuvuuden kehitys

talvelta keväälle oli tilastollisesti erittäin merkitsevää ( $p < 0,05$ ) vaikkakin efektiltään pienempää kuin syksyn ja talven välillä. Poikkeuksena oli tekstin lukemisen tehtävä, jossa ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää kehitystä talvelta keväälle ( $p > 0,05$ ). Tytöt menestyivät paremmin lukusujuvuuden ja tekstin lukemisen tehtävissä kaikkina ajankohtina ( $p < 0,05$ ). Merkityksettömien sanojen lukemisen tehtävässä sukupuolieroja ei ollut ( $p > 0,05$ ). Sukupuolella ja mittauskerralla ei ollut yhdysvaikutuksia myöskään laskemisen sujuvuuden tehtävissä ( $p > 0,05$ ) eli tyttöjen ja poikien kehitys oli samanlaista yhteenlaskussa ja vähennyslaskussakin niin syksyllä kuin keväälläkin. Keskimääräinen kehitys laskemisen sujuvuuden tehtävissä oli erittäin merkitsevää ( $p < 0,05$ ) sekä syksyn että talven-, kuten myös talven ja kevään välillä. Sukupuolella ei ollut päävaikutusta kummassakaan laskemisen sujuvuuden tehtävässä ( $p < 0,05$ ) eli tyttöjen ja poikien kesken ei ollut tasoeroja. Lukemisen sujuvuuden tehtäväpisteillä ja lapsen iällä ei ollut tilastollisesti merkitseviä korrelaatioita minään ajankohtana ( $p > 0,05$ ). Laskemisen sujuvuuden tehtävistä yhteenlaskun sujuvuuden tehtäväpisteillä ja iällä oli heikko korrelaatio syksyllä ( $r(286) = 0,17$ ;  $p = 0,00$ ) ja talvella ( $r(286) = 0,21$ ;  $p = 0,00$ ) Vähennyslaskun sujuvuuden tehtäväpisteillä ja lapsen iällä oli heikko korrelaatio talvella ( $r(286) = 0,15$ ;  $p = 0,01$ ).

TAULUKKO 2. Lukemisen sujuvuuden ja aritmetiikan sujuvuuden tehtävien keskiarvot (lihavoitu) ja hajonnat (suluissa) tytöillä, pojilla sekä kaikilla lapsilla ajankohdan mukaan; toistomittausten varianssianalyysin tulokset ja monivertailut

	1) Tytöt ( $n = 140$ )			2) Pojat ( $n = 147$ )			3) Kaikki ( $n = 287$ )		
	Syksy	Talvi	Kevät	Syksy	Talvi	Kevät	Syksy	Talvi	Kevät
<b>Luku sujuvuus</b>	<b>24,83</b> (9,51)	<b>31,82</b> (10,41)	<b>36,05</b> (11,17)	<b>21,46</b> (9,19)	<b>28,19</b> (9,77)	<b>32,62</b> (10,16)	<b>23,10</b> (9,19)	<b>29,96</b> (9,77)	<b>34,29</b> (10,16)
<b>Merkityksettömät sanat</b>	<b>39,76</b> (12,37)	<b>46,29</b> (11,66)	<b>50,06</b> (12,39)	<b>38,83</b> (12,24)	<b>45,46</b> (11,75)	<b>48,84</b> (12,16)	<b>38,83</b> (12,24)	<b>45,46</b> (11,75)	<b>48,84</b> (12,16)
<b>Tekstin lukeminen</b>	<b>80,06</b> (38,94)	<b>109,11</b> (38,85)	<b>110,91</b> (41,26)	<b>70,86</b> (36,63)	<b>98,27</b> (37,07)	<b>98,90</b> (38,25)	<b>75,35</b> (36,63)	<b>103,55</b> (37,07)	<b>104,76</b> (38,25)
<b>Yhteen lasku</b>	<b>8,71</b> (3,33)	<b>10,54</b> (4,37)	<b>12,54</b> (4,31)	<b>9,30</b> (3,54)	<b>10,63</b> (4,31)	<b>12,76</b> (4,29)	<b>9,01</b> (3,54)	<b>10,59</b> (4,31)	<b>12,66</b> (4,29)
<b>Vähennys lasku</b>	<b>7,29</b> (4,27)	<b>9,56</b> (4,90)	<b>11,11</b> (5,03)	<b>7,92</b> (4,30)	<b>10,24</b> (4,72)	<b>11,75</b> (4,98)	<b>7,61</b> (4,30)	<b>9,91</b> (4,72)	<b>11,44</b> (4,98)
	<b>Arviointiajankohdan päävaikutus ja monivertailut *</b>			<b>Sukupuolen päävaikutus ja monivertailut +</b>			<b>Sukupuolen ja mittauskerran yhdysvaikutus</b>		
<b>Luku sujuvuus</b>	$F(2, 554) = 517$ ; $p = 0,00$ $s < t$ , $s < k$ , $t < k$			$F(1, 285) = 10,85$ ; $p = 0,00$ $p < t$ , $p < t$ , $p < t$			$F(2, 554) = 0,08$ ; $p = 0,92$		
<b>Merkityksettömät sanat</b>	$F(2, 546) = 432$ ; $p = 0,00$ $s < t$ , $s < k$ , $t < k$			$F(1, 285) = 2,03$ ; $p = 0,16$			$F(2, 546) = 0,64$ ; $p = 0,52$		
<b>Tekstin lukeminen</b>	$F(2, 528) = 64$ ; $p = 0,00$ $s < t$ , $s < k$			$F(1, 285) = 6,36$ ; $p = 0,01$ $p < t$ , $p < t$ , $p < t$			$F(2, 528) = 1,16$ ; $p = 0,31$		
<b>Yhteen lasku</b>	$F(2, 570) = 181$ ; $p = 0,00$ $s < t$ , $s < k$ , $t < k$			$(1, 285) = 0,49$ ; $p = 0,48$			$F(2, 570) = 0,94$ ; $p = 0,39$		
<b>Vähennys lasku</b>	$F(2, 557) = 180$ ; $p = 0,00$ $s < t$ , $s < k$ , $t < k$			$F(1, 285) = 1,69$ ; $p = 0,20$			$F(2, 557) = 0,01$ ; $p = 0,99$		

Monivertailussa (LSD) käytetyt lyhenteet: \*  $s$  = syksy  $t$  = talvi  $k$  = kevät; +  $t$  = tytöt  $p$  = pojat

## Sujuvuusryhmät lukemisessa ja aritmetiikassa

Muodostettaessa sujumattomien lukijoiden (SUL), aritmetiikassa sujumattomien (SUA), sekä sujumattomien lukijoiden ja aritmetiikassa sujumattomien (SUL + SUA) -ryhmiä määriteltiin SUL-ryhmään 29 (10,1 %) lasta, SUA-ryhmään 21 (7,3 %) lasta ja SUL + SUA -ryhmään 18 (6,3 %) lasta. Loput 219 (76,3 %) lasta kuuluivat vertailuryhmään (VR), jotka eivät sijoittuneet keskimäärin alle keskihajonnan lukemisen tai laskemisen tehtävissä. Ryhmien keskiarvot ja hajonnat tehtävittäin on esitetty taulukossa 3. Ryhmien standardoidut keskiarvot tehtävittäin on esitetty kuviossa 1. Ryhmiin sijoittumisella ja sukupuolella ei ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä  $\chi^2(3) = 5,14; p = 0,16$ , vaikkakin sovitettujen jäännösten (2,2) perusteella SUA-ryhmään kuului enemmän tyttöjä (15 kpl) kuin poikia (6 kpl).

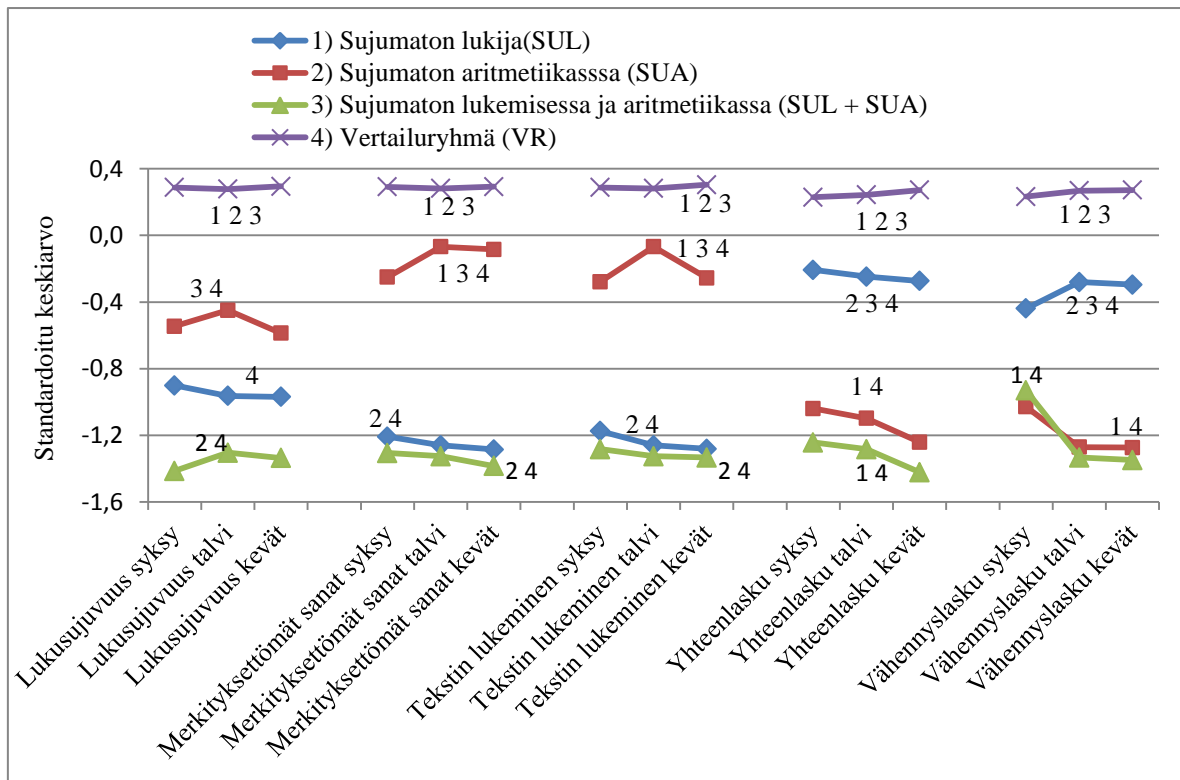
TAULUKKO 3. Lukemis ja laskemisryhmien keskiarvot (lihavoitu) ja keskihajonnat (suluissa) tehtävittäin ajankohdan mukaan

	1.Sujumattomat lukijat			2.Sujumattomat aritmetiikassa			3.Sujumattomat molemmissa			4.Vertailuryhmä		
	Syksy	Talvi	Kevät	Syksy	Talvi	Kevät	Syksy	Talvi	Kevät	Syksy	Talvi	Kevät
<b>L</b>												
<b>S</b>	<b>14,8</b>	<b>20,6</b>	<b>24,5</b>	<b>18,1</b>	<b>25,6</b>	<b>28,3</b>	<b>10,1</b>	<b>17,2</b>	<b>20,7</b>	<b>25,8</b>	<b>32,7</b>	<b>37,2</b>
*	(4,6)	(4,4)	(4,1)	(7,9)	(9,0)	(9,4)	(3,3)	(5,8)	(5,4)	(8,3)	(8,8)	(9,1)
<b>M</b>												
<b>S</b>	<b>24,0</b>	<b>30,7</b>	<b>33,2</b>	<b>35,7</b>	<b>44,7</b>	<b>47,8</b>	<b>22,8</b>	<b>29,9</b>	<b>32,0</b>	<b>42,4</b>	<b>48,8</b>	<b>52,4</b>
*	(5,8)	(4,7)	(4,6)	(8,4)	(8,7)	(7,9)	(4,6)	(5,4)	(6,3)	(11,0)	(10,4)	(10,7)
<b>T</b>												
<b>L</b>	<b>32,3</b>	<b>57,3</b>	<b>55,8</b>	<b>65,1</b>	<b>93,3</b>	<b>95,0</b>	<b>28,3</b>	<b>55,0</b>	<b>53,8</b>	<b>85,9</b>	<b>114,7</b>	<b>116,4</b>
*	(8,9)	(12,0)	(11,9)	(24,8)	(26,0)	(22,4)	(10,0)	(14,5)	(15,4)	(33,7)	(33,0)	(34,0)
<b>Y</b>												
<b>L</b>	<b>8,3</b>	<b>9,5</b>	<b>11,5</b>	<b>5,3</b>	<b>5,9</b>	<b>7,3</b>	<b>4,6</b>	<b>5,1</b>	<b>6,6</b>	<b>9,8</b>	<b>11,6</b>	<b>13,8</b>
*	(1,9)	(2,0)	(2,9)	(1,8)	(2,6)	(1,9)	(2,1)	(2,0)	(2,6)	(3,4)	(4,1)	(3,9)
<b>V</b>												
<b>L</b>	<b>5,7</b>	<b>8,6</b>	<b>10,0</b>	<b>3,2</b>	<b>3,9</b>	<b>5,1</b>	<b>3,6</b>	<b>3,6</b>	<b>4,7</b>	<b>8,6</b>	<b>11,2</b>	<b>12,8</b>
*	(2,5)	(3,4)	(3,3)	(2,0)	(1,9)	(2,5)	(1,9)	(1,8)	(1,7)	(4,3)	(4,3)	(4,5)

\* LS = lukusujuvuus, MS = merkityksettömät sanat, TL = tekstin lukeminen, YL = yhteenlasku, VL = vähennyslasku

Ryhmät kehittyivät lukemisen sujuvuuden tehtävissä samalla tavalla, eli yhdysvaikutuksia ryhmän ja lukemistaitojen kehittymisen välillä ei ollut. Mittauskerralla oli päävaikutus lukemisen sujuvuuden tehtävissä (Lukusujuvuus:  $F(2, 549) = 181; p = 0,00$ ; Merkityksettömät sanat:  $F(2, 543) = 1,77; p = 0,00$ ; Tekstin lukeminen:  $F(2, 526) = 226; p = 0,00$ ). Yhteenlaskusujuvuuden kehityksessä ryhmän ja mittauskerran välillä oli yhdysvaikutus

( $F(6, 562) = 2,3; p = 0,03$ ) ts. ryhmien kehitys yhteenlaskun sujuvuudessa erosi toisistaan. Myös vähennyslaskusujuvuuden ja ryhmän välillä oli yhdysvaikutus ( $F(6, 566) = 4,12; p = 0,00$ ). Monivertailut (LSD) osoittivat molempien aritmetiikan tehtävien osalta, ettei kummassakaan aritmetiikassa sujumattomien ryhmässä tapahtunut tilastollisesti merkitsevää kehitystä syksystä talveen tai talvesta kevääseen (molemmissa tehtävissä  $p > 0,05$ ). Poikkeuksen muodosti vähennyslaskun kehitys talvesta kevääseen, jolloin kehitys SUL + SUA ryhmässä oli tilastollisesti merkitsevää ( $p < 0,05$ ). Muissa (ei aritmetiikassa sujumattomia sisältävissä ryhmissä) kehitys aritmetiikan tehtävissä oli tilastollisesti merkitsevää ( $p < 0,05$ ). Kuviossa 1 on esitetty sujuvuuden tehtävien standardoidut keskiarvot sujuvuusryhmittäin.



KUVIO 1. Lukemis- ja laskemisryhmien standardoidut keskiarvot tehtävittäin ajankohdan mukaan. Numerot osoittavat, mistä muista ryhmistä ko. ryhmä eroaa merkitsevästi (t-testin  $p$ -arvo  $< 0,05$ )

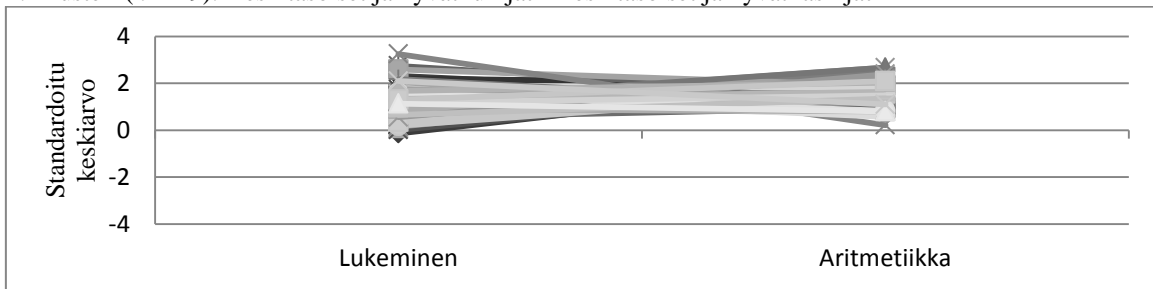
Kuvion 1 perusteella voidaan havaita, että vertailuryhmä suoriutui tilastollisesti merkitsevästi kaikkia sujumattomien suoriutujien ryhmiä paremmin kaikissa tehtävissä. SUL + SUA -ryhmä ei suoriutunut missään lukemisen tehtävässä SUL-ryhmää heikommin eikä missään aritmetiikan tehtävässä SUA-ryhmää heikommin. SUA-ryhmä suoriutui sujumattomien lukijoiden ryhmiä paremmin merkityksettömissä sanoissa ja tekstin lukemisessa, mutta lukusujuvuustehtävässä ero oli merkitsevää vain suhteessa SUL + SUA -ryhmään. SUL-ryhmä suoriutui aritmetiikassa sujumattomien ryhmiä paremmin molemmissa aritme-

tiikan tehtävissä. Graafisen tarkastelun perusteella huomio kiinnittyy SUA-ryhmän muita lukemistehtäviä heikompaan suoriutumiseen lukusujuvuustehtävässä. Tilastollisesti merkitsevä ero standardipisteissä ryhmän sisällä on kuitenkin ainoastaan lukusujuvuuden ja merkityksettömien sanojen tehtävien välillä keväällä ( $p < 0,05$ ). Samoin SUL-ryhmän suoriutuminen näyttää paremmalta lukusujuvuuden tehtävässä, kuin muissa lukemisen sujuvuuden tehtävissä. Tämä ero on tilastollisesti merkitsevä ryhmän sisällä kaikkien tehtäväajankohtien lukemisen sujuvuuden tehtävien standardipisteiden vertailussa ( $p < 0,05$ ). Kuvio 1 näkyy myös konkreettisesti se, kuinka molempien aritmetiikassa sujumattomien ryhmien ero kasvaa mittauskerran mukaan suhteessa muihin ryhmiin

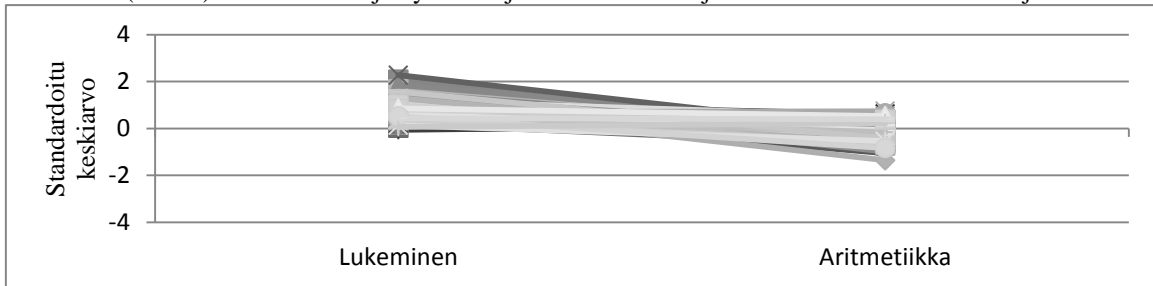
### **Lukemis- ja laskemisprofiilit**

Klusterianalyysissä viiden klusterin malli todettiin havainnollisimmaksi yksittäisten oppilaiden klustereihin sijoittumisen tarkastelun ja klusteriratkaisun yhdistävyys/ erottelevuuskyvyn perusteella (Kuvio 2). Erot klustereiden välillä osoittautuivat pikemminkin liukuviksi kuin ehdottomiksi. Ensimmäiseen klusteriin (49 lasta) kuuluivat oppilaat, jotka olivat keskitasoisia tai hyviä lukijoita sekä keskitasoisia tai hyviä laskijoita. Toiseen klusteriin (71 lasta) kuuluivat oppilaat, jotka olivat keskitasoisia tai hyviä lukijoita sekä keskitasoisia tai keskitasoa heikompia laskijoita. Kolmanteen klusteriin (41 lasta) kuuluivat keskitasoiset tai keskitasoa heikommät lukijat sekä keskitasoiset tai keskitasoa paremmät laskijat. Neljänteen klusteriin (75 lasta) kuuluivat keskitasoiset tai keskitasoa heikommät lukijat sekä keskitasoiset ja keskitasoa heikommät laskijat. Viidenteen klusteriin (51 lasta) kuuluivat keskitasoa heikommät lukijat sekä keskitasoiset tai keskitasoa heikommät laskijat.

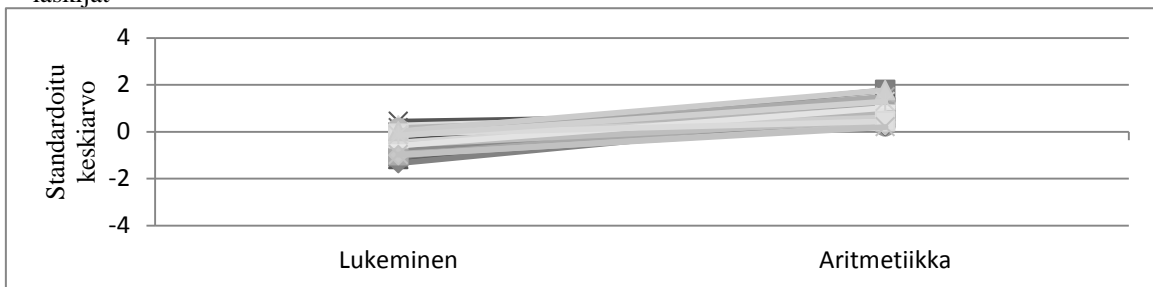
1. Klusteri ( $n = 49$ ). Keskitasoiset ja hyvät lukijat – keskitasoiset ja hyvät laskijat



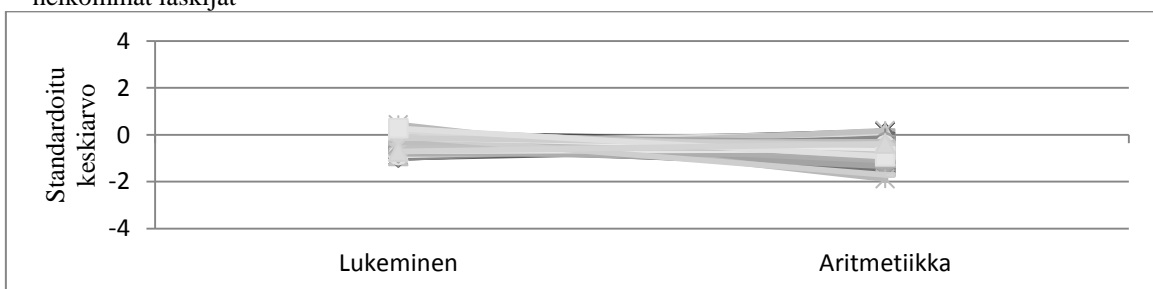
2. Klusteri ( $n = 71$ ). Keskitasoiset ja hyvät lukijat – keskitasoiset ja keskitasoa heikommat laskijat



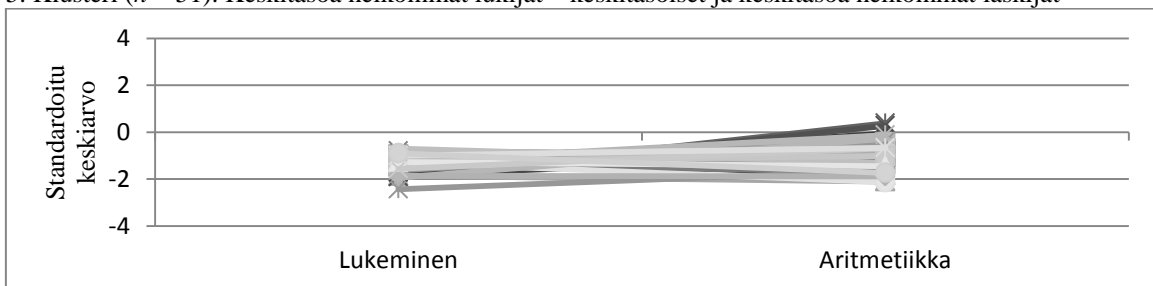
3. Klusteri ( $n = 41$ ). Keskitasoiset ja keskitasoa heikommat lukijat – keskitasoiset ja keskitasoa paremmat laskijat



4. Klusteri ( $n = 75$ ). Keskitasoiset ja keskitasoa heikommat lukijat – keskitasoiset ja keskitasoa heikommat laskijat



5. Klusteri ( $n = 51$ ). Keskitasoa heikommat lukijat – keskitasoiset ja keskitasoa heikommat laskijat



KUVIO 2. Yksittäisten lasten standardoidut keskiarvot sujuvuuden tehtävissä klustereittain



Kunkin erillisen arviointiajankohdan tehtävien keskinäiset korrelaatiot on esitetty taulukossa 4. Kunkin solun ensimmäinen rivi esittää syksyn tehtävien keskinäisiä korrelaatioita, toinen rivi talven tehtävien keskinäisiä korrelaatioita ja kolmas rivi kevään tehtävien keskinäisiä korrelaatioita. Lukemisen sujuvuuden tehtävien keskinäiset korrelaatiot vaihtelivat välillä 0,66–0,87. Laskemisen sujuvuuden tehtävien korrelaatiot vaihtelivat välillä 0,71–0,74. Lukemisen sujuvuuden ja laskemisen sujuvuuden keskinäiset korrelaatiot vaihtelivat välillä 0,34–0,49.

Syksyn, talven ja kevään tehtävien väliset korrelaatiot on esitetty taulukossa 5. Kunkin solun ensimmäinen rivi kuvaa syksyn ja talven tehtävien välisiä korrelaatioita, toinen rivi syksyn ja kevään tehtävien välisiä korrelaatioita ja kolmas rivi talven ja kevään tehtävien välisiä korrelaatioita. Saman tehtävätyypin korrelaatiot eri ajankohtina vaihtelivat välillä 0,66–0,93. Lukemisen sujuvuuden tehtävien korrelaatiot mittausajankohtien välillä vaihtelivat välillä 0,66–0,93 ja vastaavasti laskemisen sujuvuuden tehtävien korrelaatiot mittausajankohtien välillä vaihtelivat välillä 0,60–0,77. Lukemisen sujuvuuden ja laskemisen sujuvuuden tehtävien väliset korrelaatiot vaihtelivat välillä 0,32–0,46.

TAULUKKO 4. Syksyn, talven ja kevään tehtävien keskinäiset korrelaatiot ajankohdittain. Kaikki korrelaatiot ovat tilastollisesti merkitseviä ( $p < 0,01$ )

	<b>Merkityksettömät sanat</b>	<b>Tekstin lukeminen</b>	<b>Yhteenlasku</b>	<b>Vähennyslasku</b>
<b>Lukusujuvuus</b>	0,70 0,66 0,75	0,78 0,77 0,82	0,41 0,48 0,49	0,41 0,43 0,44
<b>Merkityksettömät sanat</b>		0,87 0,82 0,87	0,36 0,34 0,39	0,34 0,34 0,36
<b>Tekstin lukeminen</b>			0,34 0,38 0,39	0,37 0,37 0,38
<b>Yhteenlasku</b>				0,71 0,74 0,74

1. rivi: Syksyn tehtävien korrelaatiot  
 2. rivi: Talven tehtävien korrelaatiot  
 3. rivi: Kevään tehtävien korrelaatiot

TAULUKKO 5. Syksyn, talven ja kevään tehtävien väliset korrelaatiot. Kaikki korrelaatiot ovat tilastollisesti merkitseviä ( $p < 0,01$ )

	Lukusujuvuus	Merkityksettömät sanat	Tekstin lukeminen	Yhteenlasku	Vähennyslasku
<b>Lukusujuvuus</b>	0,78	0,66	0,76	0,46	0,43
	0,81	0,68	0,75	0,40	0,41
	0,85	0,69	0,76	0,46	0,38
<b>Merkityksettömät sanat</b>	0,68	0,87	0,82	0,35	0,35
	0,74	0,87	0,81	0,43	0,38
	0,72	0,91	0,81	0,38	0,37
<b>Tekstin lukeminen</b>	0,76	0,81	0,91	0,38	0,36
	0,81	0,82	0,89	0,37	0,36
	0,83	0,85	0,93	0,37	0,37
<b>Yhteenlasku</b>	0,38	0,33	0,33	0,66	0,68
	0,42	0,34	0,33	0,69	0,63
	0,44	0,36	0,40	0,70	0,64
<b>Vähennyslasku</b>	0,37	0,32	0,37	0,60	0,74
	0,42	0,33	0,36	0,62	0,69
	0,42	0,34	0,36	0,69	0,77

1. rivi: syksyn (pystysarake) ja talven (vaakasarake) tehtävien korrelaatiot
2. rivi: syksyn (pystysarake) ja kevään (vaakasarake) tehtävien korrelaatiot
3. rivi: talven (pystysarake) ja kevään (vaakasarake) tehtävien korrelaatiot

Taulukko 6. Eksploratiivisen faktorianalyysin tulokset promax rotaation jälkeen. Tehtävien suurimmat lataukset lihavoitu

		Faktori 1. Lukemissujuvuus	Faktori 2. Laskemissujuvuus	Kommunaliteetti
<b>Lukemissujuvuus</b>	s	<b>0,73</b>	0,16	0,77
	t	<b>0,73</b>	0,16	0,83
	k	<b>0,80</b>	0,15	0,88
<b>Merkityksettömät sanat</b>	s	<b>0,92</b>	-0,03	0,91
	t	<b>0,92</b>	-0,06	0,88
	k	<b>0,96</b>	-0,07	0,94
<b>Tekstin lukeminen</b>	s	<b>0,96</b>	-0,04	0,93
	t	<b>0,98</b>	-0,05	0,94
	k	<b>0,97</b>	-0,05	0,95
<b>Yhteenlasku</b>	s	-0,01	<b>0,81</b>	0,71
	t	0,03	<b>0,80</b>	0,73
	k	0,04	<b>0,82</b>	0,79
<b>Vähennyslasku</b>	s	-0,00	<b>0,81</b>	0,74
	t	-0,04	<b>0,91</b>	0,83
	k	0,01	<b>0,85</b>	0,78
<b>Ominaisarvo</b>		9,07	2,78	
<b>Selitysosuus</b>		57,01 %	19,44 %	Yhteensä: 76,51 %

s = syksy t = talvi k = kevät

Eksploratiivinen faktorianalyysi (generalized least squares ekstraktointi, promax rotaatio) tuki oletetusti lukemisen ja matematiikan sujuvuuden tehtävien latautumista omille faktoreilleen. Lukemissujuvuuden faktorin selitysosuus oli 57,01 % ja laskemissujuvuuden faktorin 19,44 % (Yhteensä 76,51 %). Muuttujien kommunaliteetit vaihtelivat välillä 0,71–0,95. Lukemissujuvuusfaktorin muuttujien lataukset vaihtelivat välillä 0,73–0,98 ja laskemissujuvuusfaktorin lataukset välillä 0,80–0,91. Faktoreiden keskinäinen korrelaatio oli 0,50. Faktorimallin sopivuus aineistoon jäi heikoksi  $\chi^2(76) = 315,46$ ;  $p = 0,00$  eli mallilla tuotettu korrelaatiomatriisi ei vastannut alkuperäisen aineiston korrelaatiomatriisia.  $\chi^2$ -testillä on otoskoon kasvaessa taipumus hylätä mallin sopivuuden nollahypoteesi liian herkästi (Metsämuuronen, 2011). Mallissa muuttujien lataukset ovat teoreettisesti mielekkäitä ja mallin selitysaste on hyvä, joten  $\chi^2$ -testin tuloksesta huolimatta faktorimallia voidaan pitää luotettavana.

## POHDINTA

### Lukemisen ja aritmetiikan sujuvuuden kehitys

Lähes kaikki lapset edistyvät lukemisen sujuvuuden tehtävissä toisen vuosiluokan aikana. Edistys on suurempaa syksyn ja talven välillä kuin talven ja kevään välillä. Osittain tämä selittyy sillä, että arviointiajankohtien väli on tutkimuksessa lyhyempi talven ja kevään välillä. Lukemisen sujuvuuden tehtävissä kehitystä tapahtui myös kaikkein sujuvimmimpien lukijoiden joukossa eikä heidän kehityksensä merkittävästi poikennut niistä, jotka olivat sujuvia lukijoita. Tulokset eivät näin ollen tue Parrilan ym. (2005) havaintoja ja heikompien lukijoiden voimakkaammasta kehityksestä kuten eivät myöskään Scarboroughin ja Parkerin (2003) havaintoja heikommuuden Matteus-vaikutuksesta kehityksessä. Seuranta-aika tässä tutkimuksessa on kuitenkin hyvin lyhyt ja on mahdollista, että erot kehityksessä taidoiltaan heikkojen ja vahvojen välillä tulisivat näkyviin pidemmällä aikavälillä tai jo ennen toista luokkaa. Leppäsen (2004) tutkimuksessa seurattiin lukemistaitojen kehitystä esikoulun ja ensimmäisen luokan aikana. Tutkimuksessa havaittiin, että esikouluvuonna ikätasoonsa nähden taitavat lukijat (useat esikoululaiset eivät osaa vielä lukea lainkaan) kehittyivät nopeammin suhteessa lukutaidoiltaan heikompiin lukijoihin. Ensimmäisen koululuokan aikana erot lukemisen taidoissa kuitenkin tasoittuivat ja heikommat lukijat saavuttivat kiinni hyvien lukijoiden taitotasoa. Ensimmäisen luokan teknisen lukutaidon alkuopetuksesta vaikuttivat hyötyvän eniten lähtötasolta heikommat lukijat. Toisen luokan aikana lukemisen sujuvuuden taidossa ei enää tämän tutkimuksen perusteella tapahtu tasoeron muutoksia taitotasoltaan eriävien lukijoiden kesken.

Myös matematiikan sujuvuudessa tapahtuva kehitys on koko tutkimusjoukon tasolla merkitsevää niin syksyn ja talven välillä, kuten myös talven ja kevään välillä. Ryhmittäisessä tarkastelussa aritmetiikan sujuvuuden kehitys on nousujohteista verrokkiryhmällä sekä sujuvimmilla lukijoilla. Huomioitavaa oli kuitenkin, että niillä, jotka ovat aritmetiikassa sujuvimmia (yhdessä lukemisen sujuvimmuuden kanssa tai ilman) ei aritmetiikan sujuvuudessa tapahdu tilastollisesti merkitsevää edistymistä tai edistymisen on vähäistä. Tulos on yhteneväinen Aunolan, Leskisen, Lerkkasen ja Nurmen (2004) tutkimuksen kanssa, jossa matematiikan taitojen varianssi taitavien ja heikompien välillä kasvoi esikoulun ja toisen vuosiluokan välisenä aikana. Tulos on huolestuttava useastakin näkökulmasta tar-

kasteltuna: Ensimmäiseksi, lapset toisen luokan aikana ratkaisevat runsain määrin yhteen ja vähennyslaskuja, mutta se ei selkeästikään tue kaikkien lasten sujuvan laskutaidon kehitystä riittävästi. Toiseksi, laskutaidon vaatimukset kasvavat mentäessä isommalle lukualueelle, monivaiheiseen laskemiseen sekä esimerkiksi kerto ja jakolaskuihin. Vaatimustason kasvaessa perustaidoiltaan heikon lapsen on puolestaan mahdotonta pysyä mukana opetuksessa. Peruslaskutoimitusten drillaaminen ja toisto eivät todennäköisesti itsessään riitä laskutoimitusten automatisoitumiseen taidoiltaan heikommilla. Strateginen opetus, jossa yhdistyy laskusuoritukseen liittyvä mekaniikka (esimerkiksi kymppiparit, yhteenlaskun vaihdannaisuus, viitosparien ja tuplien käyttö) ja ymmärrys (esimerkiksi kymmenjärjestelmä ja lukujonotaidot) voisi olla opetuksessa nykyistä vankemmin tuettua (Koponen, 2008). Laskutaitojen erojen kasvulle taidoiltaan heikkojen ja taidoiltaan parempien välillä saattaa löytyä osaselitys Rusasen ja Räsäsen (2012) tutkimuksesta, jossa todettiin heikkojen laskijoiden strategisen kehityksen ensimmäisen ja kolmannen luokan välillä olevan varsin hajanaista – strategioiden kehitys heikoilla laskijoilla ei noudattanut johdonmukaisesti trendiä luettelupohjaisista strategioista lukuyhdistelmien ja laskutoimitusten tulosten muistamiseen, kuten tutkimuksen vertailuryhmällä. Tutkimusryhmän lasten laskutaitojen kehitys oli hitaampaa ja hyvin yksilöllistä – jopa taantuvaa. Gerstenin ym. (2005) mukaan lähes kaikkiin aritmetiikassa ilmeneviin ongelmiin liittyy hidas ja automatisoitumaton yksinkertaisten laskutoimitusten mieleen palauttaminen. Muistijälkien muodostumista ja niiden palautumista voitaisiin mahdollisesti tehostaa käyttämällä opetuksessa hyväksi esimerkiksi konkreettisiin esimerkkeihin ja välineisiin turvautuvia laskemisstrategioita ja tukeutumalla hankalien laskutoimitusten suorittamisessa avainlaskuihin (esimerkiksi tuplanumeroiden, viitosparien ja kymppiparien hyödyntäminen). Laskutoimituksen muistamista helpottaa esimerkiksi ymmärrys siitä, että  $5 + 4 = 5 + 5 - 1$  tai  $4 + 5 = 4 + 4 + 1$ . Ymmärryksen yhdistyminen mentaaliseen lukujonoon edelleen tukee peruslaskutoimitusten automatisoitumista. Laskustrategiat, tarkkaavaisuus, työmuistin toiminta, mieleenpainamis- ja palauttamisstrategiat sekä päätöksenteko ovat aina läsnä laskutoimitusten suorittamisessa. Usein matematiikkaan liittyy myös psyykkistä ahdistusta omasta osaamattomuudesta (Wu, Barth, Armin, Malcame, & Menon, 2012), joka entisestään pahentaa noidankehää heikkojen aritmeettisten taitojen ja uusien oppimisen välillä. Nämä kognitiiviset, strategiset ja emotionaaliset tekijät saattavat selittää sitä, ettei aritmetiikassa tapahtunut juurikaan kehitystä sujumattomien laskijoiden ryhmissä. Opetussuunnitelman mukaan edettäessä heikoimmat laskijat jäävät jälkeen, eivätkä kykene omaksumaan uusia oppisisältöjä, kun edellisekin ovat puutteellisia. Tämä tutkimus antaa lisätukea näkemykselle siitä, että matteusvaikutus

liittyisi pikemminkin matematiikan, mutta ei niinkään lukemisen sujuvuuden kehittymiseen toisen vuosiluokan aikana.

### **Lukemisen- ja aritmetiikan sujuvuuden yhteisvaihtelu**

Lukemisen ja laskemisen sujuvuuden kehittymisen ohella toisena tarkasteltavana kysymyksenä oli luku- ja laskutaidon hallinnan yhteys ja erillisuus. Onko lasten sujuva lukeminen yhteydessä sujuvaan laskemiseen vai onko tyypillisempää olla sujuva tai sujumaton vain toisessa perustaidossa? Matematiikan ja lukemisen sujuvuuden osittain yhteiset taustatekijät saavat tukea ainakin kolmesta eri näkökulmasta. Klusterianalyyseissä muodostetuista klustereista kolme viidestä erotteli oppilailta pääosin tehtävätyypistä riippumattoman yleisemmän tasoeron perusteella. Näitä klustereita eivät keskeisesti luonnehtineet keskinäiset eroavaisuudet lukemisen ja aritmetiikan sujuvuudessa, vaan yleinen taso kaikissa tehtävissä. Kahta klusteria luonnehtivat tasoerot lukemisen ja aritmetiikan sujuvuuden tehtävissä. Toisin sanoen vähemmistölle, joskin varsin merkittävälle määrälle lapsia, oli tyypillistä se, että lukemisen ja laskemisen taidot erosivat toisistaan. Toiseksi, vaikka faktorianalyyseissä tehtävät latautuivat odotetusti aritmetiikkafaktoriksi ja lukemistekijäksi, näiden faktoreiden keskinäinen korrelaatio oli kuitenkin kohtalaisen suuri, mikä saattaa ilmentää molempien faktoreiden taustalla vaikuttavan myös yhteisten tekijöiden. Tehtävien keskinäisten korrelaatioiden vertailu tukee faktorianalyyseiden tuloksia. Kolmanneksi, sujumattomien lukijoiden ryhmään kuulumisen oli yhteydessä vertailuryhmää heikompaan suoriutumiseen myös aritmetiikan tehtävissä. Samoin aritmetiikassa sujumattomien ryhmään kuulumisen oli yhteydessä heikompaan suoriutumiseen lukemistehtävissä. Erityisesti lukusujuvuuden tehtävässä tasoero vertailuryhmän ja aritmetiikassa sujumattomien välillä oli korostunut. Sekä lukemisessa että laskemisessa sujumattomien suoriutuminen oli lukusujuvuuden tehtävässä trendiltään heikompaa, kun pelkästään lukemisessa sujumattomien. Sujumattomuus matematiikassa, lukemisen sujumattomuuden lisäksi, vaikutti siis entisestään heikentävän lukusujuvuuden tehtävässä suoriutumista. Tulokset saattavat heijastella sitä, että sekä aritmetiikan tehtävissä että lukusujuvuuden tehtävässä vaaditaan korostetusti päätöksentekoa, tarkkaavaisuutta, työmuistia, (hieno)motoriikka ja toiminnanohjausta. Merkityksettömien sanojen lista ja tekstin lukeminen ovat mahdollisesti muihin tehtäviin nähden kognitiivisilta vaatimuksiltaan yksinkertaisempia – niissä suoriutuminen kenties suuremmin ja puhtaammin heijastaa esimerkiksi kielellisiä fonologiaan ja nimeämiseen liittyviä taustataitoja. Tulokset tukevat osaltaan van Daalin ym. (2013) havaintoja siitä, että lukemisen sujumattomuuden ja laskemisen sujumattomuuden taustalla on sekä erityisiä että yleisiä syitä.

Näille yhteisenä syynä on van Daalin ym. mukaan prosessoinnin (verbaalisen ja numeerisen informaation käsittely) hitaus, mikä tulee esiin erityisesti aikarajallisissa tehtävissä - erityisinä syinä lukemisen sujuvuuden vaikeudelle van Daalin ym. tutkimuksessa olivat ongelmat fonologiassa ja nopeassa nimeämisessä – laskemisen sujuvuuden erityiselle vaikeudelle oli luonteenomaista heikkous toiminnanohjauksessa ja työmuistissa (digit span). Näitä laskemisen sujuvuuden taustataitoja vaaditaan ehkä myös lukusujuvuuden tehtävissä, mikä saattaa selittää lukemisen ja laskemisen sujuvuuden ongelmien yhdessä esiintymisen haitallisemmaksi nimenomaan lukusujuvuustehtävässä.

Tämän tutkimuksen perusteella ei päästä käsiksi oppimisvaikeuksien taustatekijöihin eikä familiaarisiin tai geneettisiin altistaviin tekijöihin. Tutkimuksessa käytettyihin kriteeriarvoihin tukeutuen sujumattoman lukemisen tai aritmetiikan yleisyys kohderyhmässä olisi 23,7 %, joista 10,1 % on lukemisessa sujumattomia, 7,3 % aritmetiikassa sujumattomia ja 6,3 % sujumattomia molemmissa. Ennalta määrättyihin jakaumaperustaisiin sujumattomuuden katkaisurajoihin tukeutuminen on kuitenkin mielekäästä vain silloin, kun tarkastellaan sujumattomuuden yhteisvaihtelua. Tässä tutkimuksessa aritmetiikan ja lukemisen sujumattomuuden yhdessä esiintyminen oli vain jonkin verran harvinaisempaa kuin erillisen lukemisen tai aritmetiikan sujumattomuuden esiintyminen. Havainnot ovat yhteneväisiä Landerlin ja Mollin (2010) kanssa, jotka totesivat väestöpohjaisessa tutkimuksessaan oppimisvaikeuksien yhdessä esiintymisen olevan huomattavasti sattumaa todennäköisempää. Kliiniset kokemukset tukevat tutkimusten havaintoja oppimisvaikeuksien päällekkäistymisestä (Ahonen, 1998). Sujuvuuden ongelmien yhdessä esiintymisen yleisyyttä tukee epäsuorasti myös laskemisen ja lukemisen sujuvuuden tehtävien kohtuulliset suuret yhteisvaihtelut sekä havainto siitä, että eri tavalla lukemisen ja aritmetiikan tehtävissä suoriutuville oli pääosin tunnusomaista yleiset tasoerot taidoissa. Vähemmistöä tutkimukseen osallistuneista luonnehti tasoero lukemisen- ja aritmetiikan sujuvuudessa. Niiden yhteisten ja erillisten tekijöiden selvittäminen, jotka ovat lukemisen ja aritmetiikan ongelmien taustalla, vaatisi lisätutkimuksia. Van Daalin ym. (2013) mukaan erityisiä syitä aritmetiikan sujuvuuden ongelmien taustalla ovat toiminnanohjaukselliset taidot ja työmuisti. Lukemisen sujuvuuden ongelmien syitä olisivat puolestaan erityisesti fonologisen prosessoinnin ja nopean nimeämisen hitaus. Syiden ja seurausten ketju ei liene kuitenkaan täysin näin yksinkertainen, kuten kävi ilmi Kuposen ym. (2012) tutkimuksessa, jossa nopea nimeäminen ennusti suunnilleen yhtä hyvin sekä lukemisen että laskemisen sujuvuutta. Kansainvälisissä

tutkimuksissa todetut ongelmat lukemisen ja laskemisen sujuvuuden taustatekijöissä tulisi tutkimuksen keinoin varmentaa myös suomalaisilla lapsilla.

## **Sujuvuuden kehittyminen ja sukupuoli**

Tutkimuksessa poikien ja tyttöjen kehitys oli kauttaaltaan samanlaista kaikissa lukemisen ja laskemisen sujuvuuden tehtävissä. Tytöt sen sijaan suoriutuivat säännönmukaisesti poikia paremmin lukusujuvuuden ja tekstin lukemisen tehtävissä kaikkina ajankohtina. Tulokset eivät ole yhteneväisiä Limbrickin ym. (2011) tutkimuksen kanssa, jossa eroja australialaisten tyttöjen ja poikien välillä ei ilmennyt lukemisen sujuvuudessa. Sen sijaan tulokset ovat yhteneväisiä laajemmin lukutaitoa sukupuolten välillä selvittäneiden tutkimusten kanssa, joissa tyttöjen suoriutuminen on ollut keskimäärin poikia parempaa (Linnankylä ym., 2004; Lynn & Mikk, 2009). Merkityksettömien sanojen lukemisen tehtävässä eroja sukupuolten välillä ei ilmennyt. Yhtenä mahdollisuutena tulkinnalle on, ettei tekstin dekodeeraamisen taidoissa sinänsä ole eroja sukupuolten välillä, mutta tyttöjen suurempi harrastuneisuus lukemisen parissa edesauttaa heidän osaamistaan luonnollista tekstiä luettaessa. PISA09 tutkimuksen mukaan 81 % tytöistä lukee päivittäin omaksi ilokseen kun vastaava prosenttiluku pojilla on 50 % (Sulkunen ym., 2010). Tyttöjen lukeminen saattaa tästä syystä keskiarvoisesti tarkasteltuna olla poikia automatisoituneempaa ja sitä myötä sujuvampaa. Kiinnostus lukemiseen ja lukemisen monipuolisuus (molemmissa tytöt saivat poikia parempia arvoja) olivat PISA09 tutkimuksen mukaan myös yhteydessä lukutaidon tasoon (Sulkunen ym., 2010). Ero tyttöjen ja poikien lukutaidon välillä oli PISA09 tutkimuksessa OECD-maiden suurin Suomessa (Sulkunen ym., 2010). Niilo Mäki instituutissa toteutetussa lukemissujuvuuden kehityksen tukeminen kouluikässä-hankkeessa selvitettiin poikien ja tyttöjen vapaa-ajan käytön eroja (Pöyliö, Salmi, Peura, Oraluoma, & Aro, 2013). Tutkimuksesta kävi ilmi, että pojat pelasivat huomattavasti tyttöjä enemmän tietokoneella tai konsolilla, kun taas tytöt käyttivät enemmän aikaa esimerkiksi kirjojen lukemisen parissa. Pojat raportoivat lukevansa tyttöjä enemmän sarjakuvia ja television tekstityksiä. Poikien kiinnostuksen herättäminen myös esimerkiksi kauno- ja tietokirjallisuuden lukemiseen saattaisi olla avaintekijä sukupuolten välisen eron umpeen kuromisessa.

Aritmetiikan sujuvuuden tehtävissä ei tässä tutkimuksessa tullut esiin sukupuolieroja. Sen sijaan osittain samassa, mutta lapsimäärältään laajemmassa aineistossa sukupuolierot sujuvuuden tehtävissä olivat merkitseviä kaikilla mittauskerroilla poikien suoriutuessa keskimäärin hieman tyttöjä paremmin (Polet & Koponen, 2013). Tämän tutkimuksen tulokset



eivät ole yhteneväisiä Carrin ym. (2008) tutkimuksen kanssa, jossa pojat olivat yhteenlaskun ja vähennyslaskun sujuvuustehtävissä keskimäärin tyttöjä parempia. Sen sijaan tämän tutkimuksen tulokset ovat yhteneväisiä uusien yleisemmin matematiikan taitoja arvioivien tutkimustulosten kanssa. PISA09 ja PISA12 -tutkimuksissa matematiikan osaamisessa ei ollut eroja sukupuolten välillä toisin kuin vielä vuosina 2003 ja 2006, jolloin pojat suorituivat paremmin matematiikan tehtävissä (Sulkunen ym., 2010). Else-Quest ym. (2010) osoittivat laajassa maita vertailevassa meta-analyysissään, että yhteiskunnallisesti tasa-arvoisemmissa maissa erot matematiikan taidoissa sukupuolten välillä ovat pieniä tai olemattomia. Sen sijaan poikien asenne ja tuntemukset matematiikkaa kohtaan ovat positiivisempia myös suhteellisen tasa-arvoisissa maissa. Myös Hannula ym. (2004) toteavat peruskoulun päätyttyä tyttöjen matematiikan oppimisstrategioiden olevan vähemmän itsenäisiä, matemaattisen itseluottamuksen olevan heikompi ja omien matemaattisten kykyjen arvioon olevan heikompi kuin pojilla, vaikka itse matemaattiset suoritukset ovat yhtä hyviä kuin pojilla. Strategisten ja metakognitiivisten taitojen opettaminen ja käyttöönoton rohkaisu opetuksessa saattaisi edesauttaa myös tyttöjen asennetta ja itseluottamusta matematiikkaa kohtaan.

## **Tutkimuksen vahvuudet ja heikkoudet**

Tämän tutkimuksen vahvuutena on lukemisen ja aritmetiikan sujuvuuden kehittymisen yhtäaikainen tarkastelu. Aikaisemmissa tutkimuksissa on keskitytty pääasiassa lukemisen ja aritmetiikan kehittymisen tarkasteluun erillisinä prosesseina. Tässä tutkimuksessa huomioidaan myös aritmetiikan ja lukemisen tehtävien keskinäinen yhteisvaihtelu ja erilaiset suoriutumisprofiilit. Sujuvuuden näkökulmasta aritmetiikan ja lukemisen taitojen yhtäaikaista kehittymistä ei ole aikaisemmin Suomessa juurikaan tutkittu. Taitojen sujuvuuden ajatellaan yleisen prosessointinopeuden lisäksi indikoivat erillisten taitojen harjoittelun myötä muodostunutta automatisaation astetta. Tehokkaan taitojen automatisaation ajatellaan puolestaan indikoivat sekä tehtävän edellyttämiä neurokognitiivisia perustaitoja (bottom-up) että taitoihin liittyviä korkeampia kognitiivisia kykyjä (top-down). Edellisistä voidaan mainita esimerkkinä tekstin dekkoodaus ja jälkimmäisestä laskemisen strategiat. Lukemisen ja laskemisen sujuvuutta voidaan tästä näkökulmasta katsottuna tarkastella eräänlaisina yleisinä taitoalueiden osaamisen mittareina. Aikarajattomilla, esimerkiksi pelkästään vastauksen oikeellisuuteen perustuvilla mittareilla, ei päästä käsiksi eroihin lasten välisessä taitojen sujuvuudessa ja prosessointikyvyssä. Esimerkiksi laskutehtävissä oikeaan vastaukseen pääsee helpohkosti myös varsin kehittymättömällä laskustrategialla, mutta

kehittyneemmällä strategialla saavutettu oikea tulos on kognitiivisilta vaatimuksiltaan huomattavasti taloudellisempia ja tehokkaampi. Samoin lukemisen tarkkuus on suomen kielessä tunnetusti lähellä maksimia jo toisen vuosiluokan lopussa, ja lukemisen sujuvuus on oleellisempi lapsia erotteleva tekijä (Aro & Whimmer, 2003). Tutkimuksen vahvuuksiin lukeutuu myös suhteellisen kestäväälle pohjalle perustetut heikkomuuden kriteerit lukemisen ja laskemisen sujuvuuden tehtävissä. Aikaisemmissa tutkimuksissa ongelmaryhmiin määrittely on perustunut yleensä yhden mittauskerran tuloksiin (Landerl & Moll, 2010; van Daal ym., 2013). Tässä tutkimuksessa ongelmaryhmien määrittelyn kriteerinä ovat kaikkien lukemisen ja laskemisen sujuvuuden tehtävien tulokset kolmena eri mittausajankohtana. Tämä luo vakautta ja luotettavuutta ongelmaryhmien määrittelylle ja niiden yhteisvaihtelun tulkinnoille.

Tutkimuksen suurin heikkous on tiedon puuttuminen lapsen lukemisen ja laskemisen osaamiseen ja kehittymiseen vaikuttavista taustatekijöistä. Lasten kognitiivista suoritusprofiilia, kuten älykkyyttä, fonologisia taitoja, nopeaa nimeämistä, lukujonotaitoja tai työmuistia ei ole arvioitu tässä tutkimuksessa. Myös oppimiseen vaikuttavat sosioekonomiset, familiaariset ja geneettiset tekijät on tässä tutkimuksessa jätetty taustatietoina huomiotta. Toinen perustava heikkous tutkimuksessa on kohdejoukon valikoituvuus – tutkimuksen kohteena ovat pääosin Keski-Suomen alueella opettajien vapaaehtoisen ilmoittautumisen perusteella valikoituneet toisen luokan lapset. Tässä tapauksessa ei voida puhua satunnaisesta otoksesta, vaan pikemminkin näytteestä. Lisäksi, tutkimuksen kohdejoukko on osa suurempaa oppimisen arvioinnin välineiden viiteaineistoihin kerättyä kohdejoukkoa. Tämän tutkimuksen kohteena ovat lapset, joilla ei ole tehtävissä puuttuvaa tietoa. Vaikka kaikilla kerroilla osallistuneilla ja harvemmin osallistuneilla ei ollut huomattavia eroavaisuuksia tehtäväpisteissä tai taustatiedoissa, voisi puuttuvien tietojen imputointi olla hyödyllinen robustimpien tulosten kannalta (Schafer, 1999). Erityisesti suurempi lapsilukumäärä oppimisvaikeusryhmissä voisi tehdä niiden pohjalta tehdyistä johtopäätöksistä luotettavampia. Huomioitava seikka tutkimusjoukossa on myös sen luonnollinen hierarkkinen rakenne – yksittäinen tutkittava lapsi kuuluu tietyn kunnan yksittäiseen kouluun ja sen johonkin luokkaan. Sama luokkataso saattaa jakautua lisäksi rinnakkaisiin luokkiin. Aineiston hierarkkisuus pienentää hajontaa ja aiheuttaa sisäkorrelaatiota samoilla hierarkian tasoilla. Tutkitut sisäkorrelaatiot tehtäväpisteissä havaittiin kuitenkin pääosin varsin pieniksi, vaikkakin lukemistehtävissä maksimissaan kohtuullisiksi. Aineiston luonnollisen hierarkkisuu-den vaikutus lasten tehtäväsuorituksiin olisi mahdollista ottaa huomioon monisyisemmin

monitasoanalyysien avulla (Ellonen, 2006). Tässä tutkimuksessa lasten kehitystä sujuvuuden tehtävissä tarkasteltiin toistettujen mittausten varianssianalyysin avulla. Menetelmällä kyetään tarkastelemaan kehityksen merkitsevyyttä useampien mittauskertojen välillä olettaen, että mittauskertojen varianssit ovat yhtä suuret. Tämä oletus on ongelmallinen, jos kehitys tapahtuu eri tavalla erinäisten tutkittavien ryhmien välillä. Kasvukäyrämallit tarjoavat vähemmän aineistopohjaisia oletuksia vaativan menetelmäpohjan kehityksen tutkimiselle (Curran, Obeidat, & Losardo, 2010). Samoin menetelmällä kyetään huomioimaan myös eri ryhmien välinen kehitys kuin myös yhteys taitojen lähtötason ja kehityksen intensiteetin välillä. Myös arviointiajankohtien epätasaisuus voidaan paremmin huomioida kasvukäyrämalleissa. Lukemisen ja laskemisen sujuvuuden kehittymisen yhtäaikaista ja monitasoista mallintamista saattaisi vaatia kuitenkin tutkimuksessa käytettyä aineistoa suurempilukuisen lapsijoukon. Tässä tutkimuksessa lukemisen sujuvuutta arvioitiin varsin erilaisin tehtävin, mutta aritmetiikan osalta rajoitettiin tarkastelemaan kehittymistä yhteenlaskussa ja vähennyslaskussa. Kertolaskujen ja jakolaskujen sisällyttäminen aritmetiikan sujuvuuden tutkimiseen voisi tuoda lisätietoa lasten kehityksestä. Näiden taitojen sujuvuuden kehittymisen tutkiminen vaatisi hieman vanhemman lapsijoukon, koska toisella luokalla kerto- ja jakolaskujen tekninen opiskelu on vasta alkutekijöissä. Erityisen kiinnostavaa on, ilmeneekö kerto- ja jakolaskuissakin tässä tutkimuksessa havaittu trendi sujuvien ja sujumattomien laskijoiden taitoerojen kasvusta. Tämän tutkimuksen aritmetiikan tehtävien jakaumissa esiintyi lukemisen tehtäviä enemmän vinoutta, huipukkuutta ja kattoefektiä. Tutkimuksen tarkoituksiin nämä alun perin oppimisen arvioinnin välineisiin kerätyt aritmetiikan viitetiedot eivät olleet optimaalisia, mutta ne olivat kuitenkin riittävän hyviä yhteen- ja vähennyslaskun sujuvuuden kehittymisen tarkastelemiseksi.

## **Pedagogiset seuraamukset**

Tutkimuksen tulokset nostavat esille huolen etenkin aritmetiikan perustaitojen hallinnasta. Hirvosen (2011) raportin mukaan yhdeksäsluokkalaisten matematiikan keskimääräinen osaamisen taso on laskenut päässälasku-, ongelmanratkaisu- ja monivalintatehtävissä kaikilla matematiikan osa-alueilla. PISA12-tutkimuksessa suoritustasoltaan heikkojen matematiikan osaajien osuus Suomessa on kasvanut seitsemästä prosentista 12:een kun taas huippuosaajien osuus on vähentynyt 23 prosentista 15:een (Kupari ym., 2013). Erityisen huolestuttavaa on, että tässä tutkimuksessa aritmetiikan taidoiltaan sujumattomat lapset eivät juuri edistyneet yhteenlaskun ja vähennyslaskun sujuvuudessa toisen vuosiluokan aikana, vaan erot heikkojen ja muiden lasten välillä kasvoivat lukuvuoden aikana. Tulokset

ovat yhteneväisiä Aunolan ym. (2004) tutkimuksen kanssa, jossa matematiikan taitojen varianssi taitavien ja heikompien lasten välillä kasvoi esikoulun ja toisen vuosiluokan välisenä aikana. Vastaavaa trendiä ei Aunolan ym. mukaan ole havaittu teknisen lukutaidon ja luetun ymmärtämisen kehityksessä eikä myöskään tässä tutkimuksessa käytettyjen lukutaidon sujuvuuden mittareiden kohdalla. Esi- ja alkuopetuksen vaiheessa saattaisi olla tärkeää suunnata huomiota enemmän aritmetiikan ja numerojärjestelmän hallinnan taitoihin. Aunolan ym. tutkimuksessa esikouluaikana arvioidut lukujonotaidot ennustivat vahvasti myöhempää matematiikan osaamista. Matematiikan ja laskemisen oppiminen vaatii paljon taitojen perusteiden ymmärtämiseen ja suorittamiseen perustuvaa harjoittelua ja toistoa, jotta taidot automatisoituisivat. Taitojen automatisaatio on puolestaan edellytys konkreettisista laskustrategioista abstrakteihin laskustrategioihin siirtymiselle, mikä puolestaan vapauttaa kognitiivisia resursseja esimerkiksi tarkkaavuudelle ja toiminnanohjaukselle. Näitä taitoja tarvitaan enenevässä määrin muun muassa vaativimmissa laskutoimituksissa. On myös ehdotettu, että matematiikan opettamisen ohella alkuopetuksessa voisi harjoituttaa myös yleisempiä matemaattista osaamista tukevia taitoja, kuten metakognitiivista kyvykkyyttä ja tarkkaavaisuutta (Aunola ym. 2004).

Ero aritmetiikan sujuvuuden ja lukemisen sujuvuuden kehityksessä taidoissaan sujumattomilla lapsilla saattaa myös heijastella eroja näiden taitojen (erityis)opetuksessa. Lukemisen taidot ja etenkin puutteet niissä saattavat tulla paremmin huomioiduksi ja pedagogiset keinot heikkojen taitojen harjaannuttamiseksi voivat olla tehokkaampia. Teoreettinen ja käytännöllinen tietämys matematiikan taitojen kehittymisestä on lukemisen taitojen kehittymistä suppeampaa ja taitojen kuntouttaminen saattaa tämän johdosta olla vähemmän empiiriseen ja teoreettiseen tietoon perustuvaa. Matemaattisten oppimisvaikeuksien havaitsemisen ja niiden kuntouttamisen tueksi tarvitaan enemmän tutkimusta vaikeuksien syistä ja ilmenemismuodoista. Aunolan, Leskisen ja Nurmen (2006) mukaan matematiikan oppimisvaikeuksia ei tunnisteta toisen luokan lopussa, minkä takia erityisopetus ja sen tarve eivät välttämättä kohtaa matematiikan ongelmissa. Tilastokeskuksen (2013) mukaan vuosina 2009–2010 ensisijaisen erityisopetuksen syynä ala-asteen luokilla oli noin kaksi ja puoli kertaa useammin lukemisen tai kirjoittamisen vaikeudet kuin ongelmat matematiikassa. Ero on kiinnostava verrattuna yläasteen oppilaisiin, joilla ongelmat matematiikassa olivat kolme kertaa yleisempiä erityisopetuksen ensisijaisia syitä kun lukemisen tai kirjoittamisen ongelmat. Mahdollisesti matemaattisten perustaitojen puute ja ongelmien kumulointuvuus tulevat radikaalisti esiin vasta yläasteen aikana, jolloin vaaditaan jo perustaitoja

huomattavasti erityisempää matemaattista osaamista. Perus- ja erityisopetukseen kaivattaisiin kipeästi sekä matematiikan oppimisvaikeuksien tunnistamiseen että niiden kuntouttamiseen liittyviä toimivia käytänteitä. Aunolan ym. (2006) tutkimus antaa viitteitä myös siitä, että lasten motivoiminen ja positiivisten matematiikka-asenteiden pedagoginen herättäminen saattaisivat toimia matematiikan osaaminen välittäjinä. Opettajan innostuneisuus opetettavaa aihetta kohtaan tarttuu todennäköisesti myös lapseen. Oppimisvaikeuslasten lisäksi olisi syytä kiinnittää huomiota myös matematiikan perustaitojen yleiseen osaamistason laskuun, kuten oli havaittavissa Hirvosen (2011) tutkimuksessa ja PISA12-tutkimuksessa (Kupari ym, 2013). Halmetojan (2011) mukaan etenkin ylä-asteella matematiikan sisällöllinen opetus on heikoimmille liian vaikeaa, minkä takia joudutaan tekemään mukautettuja opetussuunnitelmia. Toisaalta taas lahjakkaammat oppilaat eivät saa osakseen kaipaamaansa haastetta ja tukea. Synä kehitykselle Halmetoja näkee esimerkiksi aineenopettajien kasvatustieteellisen koulutuksen korostumisen opetettavan aineen kustannuksella. Taitojen kehityksen ja niissä olevien erojen tasaamisen kannalta matematiikan oppimisvaikeuksien tunnistaminen ja kuntouttaminen jo peruskoulun alkuaikoina olisi ensiarvoisen tärkeää ongelmien kumuloituvan kehityksen estämiseksi.

Erityisesti aritmetiikkaan tai lukemisen taitoihin keskittymisen sijaan lapsi tulisi kohdata (erityis)opetuksessa ja kuntoutuksessa ensisijaisesti yksilönä. Tämän tutkimuksen pohjalta voidaan olettaa, että lukemisen ja aritmetiikan sujuvuuden taidot kulkevat pääosin käsi kädessä ja vähemmistölle lapsista on luonteenomaista tasoerot lukemisen ja laskemisen sujuvuuden taidoissa. Molempien taitojen puutteiden taustalla saattavat olla esimerkiksi ongelmat toiminnanohjauksessa ja tarkkaavuudessa (Lyytinen, 2005), muistissa (Service & Lehto, 2005), motoriikassa (Ahonen, 2005) tai tunne-elämässä (Ahonen & Korhonen, 2005). Ongelmat yksittäisissä taidoissa ovat todennäköisesti tarkkarajaisemmin tehtävän vaatimukseen liittyvistä spesifeistä edellytyksistä johtuvia kuten van Daalin ym. (2013) tutkimuksessa. Teoreettisesti kahden oppimisvaikeuden yhdessä esiintyminen eli komorbiditeetti saattaa johtua siitä, että kaksi oppimisvaikeutta esiintyy samalla yksilöllä toisistaan riippumatta; kahdella eri oppimisvaikeudella on yhteinen etiologia tai kahden eri oppimisvaikeuden välillä on kausaalinen suhde (Light & DeFries, 1995). Lukemisen ja aritmetiikan sujuvuuden osalta yleinen prosessointinopeus vaikuttaisi selittävän ainakin osittain sekä lukemisen että aritmetiikan sujuvuuden ongelmia, mutta molempien taitojen puutteiden taustalla on ilmeisimmin myös erillisiä tekijöitä (van Daal ym., 2013). Lukemisen ja aritmetiikan sujuvuuden yleisyys, erillisyys, etiologia ja syy-seuraussuhteiden tarkempi

selvittäminen vaatisi jatkotutkimuksia. Tietämyksemme ollessa puutteellinen taitojen kuntouttamisen lähtökohdaksi olisi hyvä ottaa lapsen kykyprofiili heikkoine ja vahvoine puolinen ja pyrkiä kompensoimaan heikkouksia vahvuuksilla suoran taitojen harjoittelun hyödyllisyyttä unohtamatta. Samoin oppimisstrategioiden ja metakognitiivisten taitojen opetuksella voitaisiin saavuttaa lapsen oppimista edesauttavia seuraamuksia. Lapsen motivoiminen ja tunne-elämän huomioonottaminen on myös osa hyvää taitojen kuntouttamista.

## LÄHTEET

Ahonen, T. (1998). Lukivaikeudet oppimisvaikeuksien kentässä. Teoksessa K. Strandén (toim.). *Ei tyhmä vaan erilainen oppija: Oppimisvaikeuksien kokeminen, syyt, esiintyvyys ja kuntoutus* (1. lisäpainos). (s. 16–17). Helsinki. Stakes.

Ahonen, T. (2005). Kehitykselliset koordinaatiohäiriöt. Teoksessa H. Lyytinen, T. Ahonen, T. Korhonen, M. Korkman, & T. Riita (toim.). *Oppimisvaikeudet. Neuropsykologinen näkökulma* (2–3 painos). (s. 269–290). Juva. WSOY.

Ahonen, T., & Korhonen, T. (2005). Lasten psyykkisten häiriöiden neuropsykologiasta. Teoksessa H. Lyytinen, T. Ahonen, T. Korhonen, M. Korkman, & T. Riita (toim.). *Oppimisvaikeudet. Neuropsykologinen näkökulma* (2–3 painos). (s. 291–328). Juva. WSOY.

Ahonen, T., Tuovinen, S., & Leppäsaari, T. (1999). Nopean sarjallisen nimeämisen testi. Jyväskylä. Niilo Mäki instituutti ja Haukarannan koulu.

Aro, M., & Wimmer, H. (2003). Learning to read: English in comparison to six more regular orthographies. *Applied psycholinguistics*, 24, 621–635.

Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M., & Nurmi, J.-E. (2004). Developmental dynamics of math performance from preschool to grade 2. *Journal of educational psychology*, 96, 699–713.

Aunola, K., Leskinen, E., & Nurmi, J.-E. (2006). Developmental dynamics between mathematical performance, task motivation, and teacher's goals during the transition to primary school. *British journal of educational psychology*, 76, 21–40.

Bacher, J., Wenzig, K., & Vogler, M. (2004). SPSS two-step cluster – A first evaluation. *Arbeits- und diskussionpapiere*, 2.

Carr, M., Steiner H., Kyser, B., Biddlecomb, B. (2008). A comparison of predictors of early emerging gender differences in mathematics competency. *Learning and individual differences*, 18, 61–75.

Curran, P., Obeidat, K., & Losardo, D. (2010). Twelve frequently asked questions about growth curve modeling. *Journal of cognition and development*, 11, 121–136.

Dehaene, S. (1997). *Number sense: How the mind creates mathematics*. Oxford. Oxford University Press.

Eklund, K., Salmi, P., Polet, J. & Aro, M. (2013). LukiMat - Oppimisen arviointi: Lukeamisen ja kirjoittamisen tuen tarpeen tunnistamisen välineet 2. luokalle. Tekninen opas. (Osoitteessa: <http://www.lukimat.fi/lukimat-oppimisen-arviointi/materiaalit/tuen-tarpeen-tunnistaminen/2lk/lukeminen/tekninen-opas>) [viitattu 14.2.2014].

- Ellonen, N. (2006). Monitasoanalyysit ja niiden soveltaminen sosiaalitieteissä. *Janus*, 14, 127–138.
- Else-Quest, N. M., Hyde, J. S., & Linn, M. C. (2010). Cross-national patterns of gender differences in mathematics: A meta-analysis. *Psychological bulletin*, 136, 101–127.
- Fuchs, L., Fuchs, D., Hosp, M. & Jenkins, J. (2001). Oral reading fluency as an indicator of reading competence: A theoretical, empirical, and historical analysis. *Scientific studies of reading*, 5, 239–256.
- Gersten, R., Jordan, N., & Flojo, R. (2005). Early identification and interventions for students with mathematics difficulties. *Journal of learning disabilities*, 38, 293–304.
- Halmetoja, M. (2011). Koulumatematiikan siedetty keveys. *Luma sanomat*. (Osoitteessa: <http://www.luma.fi/artikkelit/904>) [viitattu 14.2.2013].
- Hannula, M., Kupari, P., Pehkonen, L., Räsänen, P., & Soro, R. (2004). Matematiikka ja sukupuoli. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen, & P. Malinen (toim.). *Matematiikka – näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen* (2. uudistettu painos). (s. 170–197). Jyväskylä. Niilo Mäki instituutti.
- Hart, S., Petrill, A., Thompson, L., & Plomin. (2009). The ABCs of math: A genetic analysis of mathematics and its links with reading ability and general cognitive ability. *Journal of educational psychology*, 101, 388–402.
- Hart, S., Petrill, S., & Thompson, L. (2010). A factorial analysis of timed and untimed measures of mathematics and reading abilities in school aged twins. *Learning and individual differences*, 20, 63–69.
- Hirvonen, K. (2011). Onko laskutaito laskussa? Matematiikan oppimistulokset peruskoulun päättövaiheessa 2011. *Koulutuksen seurantaraportti 2012:4*. Tampere. Opetushallitus.
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (toim.). (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. Washington, D.C. National Academy Press.
- Koponen, T. (2008). Calculation and language. Diagnostic and intervention studies. *Jyväskylä studies in education, psychology and social research*, 340. Väitöskirja.
- Koponen, T., Salmi, P., Eklund, K., & Aro, T. (2012). Counting and RAN: Predictors of arithmetic calculation and reading fluency. *Journal of educational psychology*, 105, 162–175.
- Koponen, T., Salminen, J., Aunio, P., & Polet, J. (2011). LukiMat - Oppimisen arviointi: Matematiikan tuen tarpeen tunnistamisen välineet 2. luokalle. Käyttäjän opas. (Osoitteessa: (<http://www.lukimat.fi/lukimat-oppimisen-arviointi/materiaalit/tuen-tarpeen-tunnistaminen/2lk/matematiikka/kayttajan-opas>) [viitattu 14.2.2014].



- Korn, A. (2011). Building calculation fluency. *School specialty – literacy and intervention*. (Osoitteessa: [http://eps.schoolspecialty.com/downloads/other/acad-math/research\\_math\\_fluency.pdf](http://eps.schoolspecialty.com/downloads/other/acad-math/research_math_fluency.pdf)) [viitattu 14.2.2014].
- Kovas, Y., & Plomin, R. (2006). Generalist genes: implications for the cognitive sciences. *Trends in cognitive sciences*, 10, 198–203.
- Kupari, P., Välijärvi, J., Andersson, L., Arffman, I., Nissinen, K., Puhakka, E., & Vettenranta, J. (2013). PISA12. Ensituloksia. *Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2013: 20*. Jyväskylä. Yliopistopaino.
- Landerl, K., Fussenegger, B., Moll, K., & Willburger, E. (2009). Dyslexia and dyscalculia: Two learning disorders with different cognitive profiles. *Journal of experimental child psychology*, 103, 309–324.
- Landerl, K., & Moll, K. (2010). Comorbidity of learning disorders: prevalence and familiar transmission. *Journal of child psychology and psychiatry*, 51, 287–294.
- Landerl, K., & Wimmer, H. (2008). Development of word reading fluency and spelling in a consistent orthography: An 8-year follow-up. *Journal of educational psychology*, 100, 150–161.
- Leppänen, U., Niemi, P., Aunola, K., & Nurmi, J.–E. (2004). Development of reading skills among preschool and primary school pupils. *Reading research quarterly*, 39, 72–93.
- Light, J., & DeFries, J. (1995). Comorbidity of reading and mathematics disabilities: Genetic and environmental etiologies. *Journal of learning disabilities*, 28, 96–106.
- Limbrick, L., Madelaine, A., & Wheldall, K. (2011). Gender differences in oral reading fluency: Are there implications for identifying low-progress readers? *Special education perspectives*, 20, 5–23.
- Linnankylä, P., Malin, A., & Taube, K. (2004). Factors behind low reading literacy achievement. *Scandinavian journal of educational research*, 48, 231–248.
- Lipson, M., & Lang, L. (1991). Not as easy as it seems: Some unresolved questions about fluency. *Theory into practice*, 30, 218–227.
- Lynn, R., & Mikk, J. (2009). Sex difference in reading achievement. *Trames*, 13, 3–13.
- Lyytinen, H. (2005). Tarkkaavaisuuden ongelmista. Teoksessa H. Lyytinen, T. Ahonen, T. Korhonen, M. Korkman, & T. Riita (toim.). *Oppimisvaikeudet. Neuropsykologinen näkökulma* (2–3 painos). (s. 43–93). Juva. WSOY.
- Metsämuuronen, J. (2011). Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä 2 – e-kirja. (s.650–683). Helsinki. Methelp.
- Nummenmaa, L. (2009). *Tilastolliset menetelmät*. Helsinki. Tammi.

- Parrila, R., Aunola, K., Leskinen, E., Nurmi, J., & Kirby, J. R. (2005). Development of individual differences in reading. Results from longitudinal studies in English and Finnish. *Journal of educational psychology*, 97, 299–319.
- Petrill, S., Logan, J., Hart, S., Vincent, P., Thompson, L., Kovas, Y., & Plomin, R. (2012). Math fluency is etiologically distinct from untimed math performance, decoding fluency, and untimed reading performance: Evidence from a twin study. *Journal of learning disabilities*, 45, 371–381.
- Polet, J., & Koponen, T. (2013). LukiMat - Oppimisen arviointi: Matematiikan tuen tarpeen tunnistamisen välineet 2. luokalle. Tekninen opas. (Osoitteessa: <http://www.lukimat.fi/lukimat-oppimisen-arviointi/materiaalit/tuen-tarpeen-tunnistaminen/2lk/matematiikka/tekninen-opas>) [viitattu 14.2.2014].
- Pöyliö, H., Salmi, P., Peura, P., Oraluoma, E., & Aro, M. (2013). Reading as an out-of-school activity among Finnish children. Posterisitys SSSR-konferenssissa Hong Kongissa.
- Rusanen, E., & Räsänen, P. (2012). Matematiikassa heikosti suoriutuvien lasten laskustrategioiden kehitys. *NMI bulletin*, 22, 28–41.
- Räsänen, P. (2012). Laskemiskyvyn häiriö eli dyskalkulia. *Duodecim*, 128, 1168–1177.
- Salmi, P., Eklund, K., Järvisalo, E., & Aro, M. (2011). LukiMat - Oppimisen arviointi: Lukemisen ja kirjoittamisen tuen tarpeen tunnistamisen välineet 2. luokalle. Käyttäjän opas. (Osoitteessa: <http://www.lukimat.fi/lukimat-oppimisen-arviointi/materiaalit/tuen-tarpeen-tunnistaminen/2lk/lukeminen/kayttajan-opas>) [viitattu 14.2.2014].
- Samuels, S. (2012). Reading fluency: Its past, present, and future. Teoksessa T. Rasinski, C. Blachowicz, & K. Lems (toim.). *Fluency instruction* (2. painos). (s. 3–16). New York. The Guilford Press.
- Scarborough, H. S., & Parker, J. D. (2003). Matthew effects in children with learning disabilities: Development of reading, IQ, and psychosocial problems from grade 2 to grade 8. *Annals of dyslexia*, 53, 47–71.
- Schafer, J.-L. (1999). Multiple imputation: A primer. *Statistical methods in medical research*, 8, 3–15.
- Service, E., & Lehto, J.-E. (2005). Muisti ja oppimisvaikeudet. Teoksessa H. Lyytinen, T. Ahonen, T. Korhonen, M. Korkman, & T. Riita (toim.). *Oppimisvaikeudet. Neuropsykologinen näkökulma* (2–3 painos). (s. 235–268). Juva. WSOY.
- Siiskonen, T., Aro, M., & Holopainen, L. (2001). Lukeminen ja kirjoittaminen. Teoksessa T. Ahonen, T. Siiskonen, & T. Aro (toim.). *Sanat sekaisin?* (s. 58–80). Juva. Ps-kustannus.
- Smith-Chant, B. (2010). Fostering early numeracy in the home, preschool, and kindergarten: A commentary on Blevins-Knabe and Baroody. *Encyclopedia of language and literacy development*. (s. 1–5). London, ON. Western University. (Osoitteessa: <http://www.literacyencyclopedia.ca/pdfs/topic.php?topId=287>) [viitattu 14.2.2014].

Sulkunen, S., Välijärvi, J., Arffman, I., Harju-Luukkainen, H., Kupari, P., Nissinen, K., Puhakka, E., & Reinikainen, P. (2010). PISA09. Ensituloksia. *Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2010:21*. Jyväskylä. Yliopistopaino.

Swanson, H. L. (2012). Cognitive profile of adolescents with math disabilities: Are the profiles different from those with reading disabilities? *Child neuropsychology*, 18, 125–143.

Tilastokeskus (2013). Liitetaulukko 5. Osa-aikaista erityisopetusta lukuvuonna 2009–2010 saaneet peruskoulun oppilaat erityisopetuksen ensisijaisen syyn mukaan. (Osoitteessa: [http://www.stat.fi/til/erop/2010/erop\\_2010\\_2011-06-09\\_tau\\_005\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/erop/2010/erop_2010_2011-06-09_tau_005_fi.html)) [viitattu 14.2.2014].

Van Daal, V., van der Leij, A., & Adèr, H. (2013). Specificity and overlap in skills underpinning reading and arithmetical fluency. *Reading and writing*, 26, 1009–1030.

Watson D., Maylor E., & Bruce L. (2007). The role of eye movements in subitizing and counting. *Journal of experimental psychology: Human perception and performance*, 33, 1389–1399.

Wolf, M., & Bowers, P. G. (1999). The double-deficit hypothesis for the developmental dyslexias. *Journal of educational psychology*, 91, 415–438.

Wu, S., Barth, M., Armin, H., Malcarne, V., & Menon, V. (2012). Math anxiety in second and third graders and its relations to mathematics achievement. *Frontiers in psychology*, 3, article 162. (Osoitteessa: <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00162>) [Viitattu 14.2.2014].

Yesil-Dagli, U. (2011). Predicting ELL students beginning first grade English oral reading fluency from initial kindergarten vocabulary, letter naming, and phonological awareness skills. *Early childhood research quarterly*, 26, 15–29.