

**Luku- ja laskusujuvuuden vaikeuksien yhteisesiintyvyys
ja pysyvyys alakouluikäisillä oppilailla**

Sini Hietämäki ja Jenni Puttonen

Erityispedagogiikan pro gradu -tutkielma

Syyslukukausi 2017

Kasvatustieteiden laitos

Jyväskylän yliopisto

TIIVISTELMÄ

Hietämäki, Sini & Puttonen, Jenni. 2017. Luku- ja laskusujuvuuden vaikeuksien yhteisesiintyvyys ja pysyvyys alakouluikäisillä oppilailla. Erityispedagogiikan pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden laitos. 52 sivua.

Tämän tutkielman tarkoituksena on selvittää luku- ja laskusujuvuuden vaikeuksien päällekkäistymisen eli komorbiditeetin esiintyvyyttä ja toisaalta sen pysyvyyttä alakouluikäisillä oppilailla. Käyttämämme aineisto on osa Minäpystyvyys ja oppimisvaikeusinterventiot (SELDI) -hanketta, johon osallistui 1385 2.-5. luokan oppilasta keski- ja itäsuomalaisista kunnista. Luku- ja laskusujuvuuden mittareina käytettiin aikarajallisia testejä, jotka toteutettiin ryhmätestauksena. Esiintyvyyttä ja pysyvyyttä analysoitiin tilastollisin menetelmin käyttämällä 7. ja 16. persentiilin katkaisurajoja. Pysyvyyttä tarkasteltiin vuoden seurantajakson aikana.

Tulosten perusteella 28-43 %:lla oppilaista, joilla oli joko lukemisen tai laskemisen vaikeutta, luku- ja laskusujuvuuden vaikeudet päällekkäistyivät. Tarkasteltaessa koko oppilasjoukkoa näitä ongelmia esiintyi samanaikaisesti 1.7-7.0 %:lla kaikista oppilaista. Päällekkäiset luku- ja laskusujuvuuden vaikeudet olivat tulosten perusteella melko pysyviä vuoden seurantajakson aikana: 56-75 %:lla oppilaista ongelmat olivat pysyviä, joskin pysyvyyden aste vaihteli luokka-asteen ja katkaisurajan mukaan. Lisäksi ongelmat näyttäisivät kasautuvan taitotasoltaan heikoimmille oppilaille.

Opettajien ja muiden kasvatustieteiden työntekijöiden on tärkeää tiedostaa lukemisen ja laskemisen ongelmien päällekkäistymisen yleisyys ja pyrkiä tunnistamaan oppilaat, joilla näitä ongelmia esiintyy. Koska ongelmat ovat usein myös pysyviä, tulisi oppilaalla ilmenneisiin ongelmiin puuttua jo varhaisessa vaiheessa ja pyrkiä tukitoimien avulla katkaisemaan negatiivinen kehityskulku.

Asiasanat: lukusujuvuus, laskusujuvuus, päällekkäistyminen, komorbiditeetti, esiintyvyys, pysyvyys, pitkittäistutkimus

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

1	JOHDANTO	5
1.1	Lukusujuvuus.....	7
1.1.1	Lukutaidon ja -sujuvuuden kehitys.....	7
1.1.2	Lukivaikeus.....	9
1.2	Laskusujuvuus	10
1.2.1	Matemaattisten taitojen ja laskusujuvuuden kehitys.....	11
1.2.2	Matematiikan vaikeus	13
1.3	Komorbidit lukemisen ja laskemisen ongelmat	14
1.3.1	Taustatekijät	14
1.3.2	Esiintyvyys ja pysyvyys	16
1.4	Tutkimuskysymykset	19
2	TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN	21
2.1	Tutkimuksen konteksti	21
2.2	Tutkittavat.....	22
2.3	Tutkimuksessa käytettävät mittarit.....	22
2.4	Aineiston analyysi	24
3	TULOKSET	27
3.1	Komorbidien sujuvuusongelmien esiintyvyys.....	27
3.2	Komorbidien sujuvuusongelmien pysyvyys.....	30
4	POHDINTA	32
4.1	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset.....	32
4.2	Tutkimuksen arviointi.....	34
4.3	Jatkotutkimushaasteet ja käytäntöön soveltaminen	36

LÄHTEET	38
LIITTEET.....	48

1 JOHDANTO

Viime aikoina Suomessa on oltu huolissaan laskeneista PISA-tuloksista ja oppilaiden taitojen eriytymisestä: erityisesti poikien heikko lukutaito ja toisaalta tyttöjen vähäinen kiinnostus teknisiä aloja kohtaan puhututtavat (Vettenranta ym., 2016; Välijärvi ym., 2015). Erilaiset mobiililaitteet ovat tulleet perinteisten kirjojen rinnalle, ja niiden parissa lapset viettävät yhä enemmän vapaa-aikaa. Nykyään tieto on helposti saatavilla, muutaman kosketuksen tai klikkauksen päässä, minkä seurauksena keskeisiksi taidoiksi nousevat erilaiset tekstitaidot ja opitun tiedon soveltaminen (Hankala ym., 2015; ks. Opetushallitus, 2014).

Peruskoulun tehtävänä on taata oppilaiden perusvalmiudet, jotka nousevat tärkeiksi jatkokoulutuksen sekä työ- ja arkielämän kannalta (Opetushallitus, 2014, 15). Tällaisia taitoja ovat muun muassa luku- ja laskutaito, joita tarvitaan päivittäin ja jotka ovat perustana muiden oppiaineiden oppimiselle. Kolmiportaisen tuen järjestelmä huolehtii siitä, että oppilaat saavat varhaista ja ennaltaehkäisevää tukea mahdollisiin ongelmiin (Opetushallitus, 2014, 61–67).

Varhainen ja ennaltaehkäisevä tuki eivät kuitenkaan takaa tasaista suoriutumista, sillä oppilaiden välillä nähdään osaamisessa eroja jo esikouluiässä (Aunola, Leskinen, Lerkkanen & Nurmi, 2004; Geary, 2013; Leppänen, 2006). Ongelmat näkyvät jo varhain ja ne kasautuvat herkästi. Erityisesti matematiikka kumuloituvana oppiaineena edellyttää vankkaa peruslaskutaitoa (Fuchs ym., 2006; Koponen, 2008; Räsänen, 2012). Luokalta toiselle siirryttäessä myös tekstit pitelevät ja vaikeutuvat, jolloin hidas ja epätarkka lukija jää helposti jalkoihin. Eri-tyispedagogiikan näkökulmasta ollaan kiinnostuneita juuri oppilaista, joilla on heikompi osaamistaso lukemisessa ja laskemisessa.

Lisäksi osassa tapauksista luku- ja laskusujuvuuden vaikeudet päällekkäistyvät, jolloin oppimisesta ja koulunkäynnistä tulee haastavaa. Yhdessä esiintyvät vaikeudet ovat usein myös sitkeämpiä kuntouttaa, sillä niiden taustalla on erilaisia tekijöitä (Cirino, Fuchs, Elias, Powell & Schumacher, 2015; Landerl, Fusseneg-

ger, Moll & Willburger, 2009; Landerl & Moll, 2010). Sitkeät ja moninaiset ongelmat heikentävät koulusuoriutumista, mikä voi pahimmillaan johtaa opiskelu- ja työelämän ulkopuolelle jäämiseen.

Aiheesta tarvitaan lisää tutkimustietoa etenkin suomalaisessa kontekstissa, jotta luku- ja laskusujuvuuden päällekkäistyvät ongelmat tunnistetaan ja siihen voidaan reagoida mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Aiemmissä lukemiseen ja laskemiseen liittyvissä tutkimuksissa on painotettu sujuvuuden näkökulmaa, ja sillä tarkoitetaan taidon nopeaa ja automatisoitunutta hallintaa (Hautala, Aro, Eklund, Lerkkanen & Lyytinen, 2013; Kuhn & Stahl, 2003; Locuniak & Jordan, 2008). Vähemmän on kuitenkin tietoa näiden taitojen yhteisesiintyvyydestä eli komorbiditeetista ja vielä vähemmän komorbiditeetin pysyvyydestä. Luku- ja laskutaidon sujuvuuden ongelmien päällekkäistymistä on tutkittu jonkin verran poikittaisasetelmalla, mutta tietääksemme vain yksi tutkimus (Koponen ym., 2017) on tehty pitkittäisasetelmalla, mikä mahdollistaa pysyvyyden tarkastelun. Pysyvyyttä tarkastelemalla voidaan tunnistaa ne oppilaat, joilla on suurin riski ongelmien kasautumiselle ja jotka tarvitsevat intensiivistä tukea oppimisen edistämiseksi.

Tämän tutkielman tarkoituksena on tutkia luku- ja laskutaidon sujuvuuden vaikeuksien päällekkäistä esiintymistä ja pysyvyyttä eri-ikäisillä alakoulun oppilaille. Esiintyvyyden ja pysyvyyden tarkastelussa käytetään apuna samanlaisia katkaisurajoja kuin aiemmissä tutkimuksissa vertailtavuuden vuoksi. Tutkielman johdannossa kuvaamme luku- ja laskutaidon sujuvuuden taustaa ja kehitystä erikseen ja toisaalta komorbiditeetin kannalta. Teoriataustan käsittelemisen jälkeen kerromme SELDI-hankkeesta, käyttämästämme aineistosta, mittareista sekä analyysimenetelmistä. Metodien kuvaamisen jälkeen esittelemme saamamme tulokset komorbiditeetin esiintyvyyden ja pysyvyyden osalta. Tutkielman lopuksi pohdimme saamiemme tulosten merkitystä, tulosten luotettavuutta sekä jatkotutkimushaasteita ja käytännön sovellusehdotuksia.

1.1 Lukusujuvuus

Nykypäivän tietoyhteiskunnassa vaaditaan kriittistä lukutaitoa ja oleellisten asioiden löytämistä suuresta tekstimäärästä, jolloin sujuva ja ymmärtävä lukeminen nousevat tärkeiksi taidoiksi. Lukusujuvuudella (reading fluency) tarkoitetaan riittävän nopeaa ja tarkkaa lukemista, jolloin sanojen dekadaus on sujuvaa ja automaattista (Hautala ym., 2013; Kuhn, Schwanenflugel, Meisinger, Levy & Rasinski, 2010; Kuhn & Stahl, 2003; Wolf & Katzir-Cohen, 2001). Tämän seurauksena huomio voidaan kohdentaa luetun ymmärtämiseen (Fuchs, Fuchs, Hosp & Jenkins, 2001; Wolf & Katzir-Cohen, 2001). Ääneen lukemisen sujuvuuteen liitetään myös prosodiikka, kuten tarkoituksenmukainen vaihtelu äänenpaineissa ja -korkeudessa (Kuhn ym., 2010; Kuhn & Stahl, 2003; Wolf & Katzir-Cohen, 2001). Tässä tutkimuksessa lukusujuvuutta mitattiin kuitenkin lukemalla hiljaa mielessä, joten määrittelemme sujuvan lukemisen nopeaksi ja tarkaksi lukemiseksi.

Lokusujuvuus ja luetun ymmärtäminen liittyvät kiinteästi toisiinsa, sillä lukusujuvuus on osa luetun ymmärtämisen taitoa (Kim, Park & Wagner, 2014; Kiuru ym., 2003). Kuhnin ja Stahlin (2003) kirjallisuuskatsauksen perusteella lukusujuvuus myös kehittyy rinnakkain luetun ymmärtämisen kanssa. Lukusujuvuus siis indikoi paitsi luetun ymmärtämistä, myös yleisemmin lukemisen taitoja (Fuchs ym., 2001).

Suomen kaltaisissa kielissä lukemisen tarkkuus kehittyy nopeasti, jolloin lukemisen sujuvuudesta tulee yksilöitä erottava tekijä (Aro & Wimmer, 2003; Share, 2008). Toisin sanoen yksilöiden väliset ja kehitykselliset erot näkyvät juuri lukemisen nopeudessa, kun lukemisen tarkkuus alkaa olla huipussaan.

1.1.1 Lukutaidon ja -sujuvuuden kehitys

Suomen kielessä kirjain-ääne-vastaavuus on selkeä eli lähes jokaisella kirjaimella on sitä vastaava äänne (Aro, 2004; Aro, Huemer, Heikkilä & Mönkkönen, 2011; Leppänen, 2006). Tämän vuoksi lukutaidon kehitys suomen kielessä on osittain erilaista kuin muissa kielissä: suomea opitaan lukemaan kokoavasti ja

tarkasti nopeammin kuin esimerkiksi englantia, jossa äänteiden ja grafeemien vastaavuus sanoissa vaihtelee (Aro, 2004; Aro ym., 2011; Aro & Wimmer, 2003). Suomen kielen kirjain-äänne-vastaavuudesta johtuen myös kirjoittaminen opitaan vähitellen lukemisen yhteydessä (Aro, 2004; Leppänen, 2006; Lerkkanen, Rasku-Puttonen, Aunola & Nurmi, 2004a). Eli oppilaat, jotka lukevat sujuvasti, taitavat myös kirjoittamisen ja päinvastoin. Vaikka kielten ortografioissa on eroja, niin Sharen (2008) mukaan eri kielissä on myös monia universaaleja piirteitä, kuten fonologisen tietoisuuden asema lukemaan oppimisessa ja lukusujuvuuden ja -nopeuden rooli lukemisen vaikeuksissa (ks. myös Ziegler ym., 2010). Tässä luvussa lukemaan oppimista kuitenkin kuvataan juuri suomen kielen näkökulmasta.

Ennen varsinaisen lukutaidon oppimista eli sanojen dekodeerausta lapsen tulee hallita lukemisen osataitoja, kuten kirjainten nimeämistä (Leppänen, 2006). Lukutaidon kehitystä ennustavia kielellisiä taitoja ovat kirjaintuntemuksen lisäksi esimerkiksi fonologinen tietoisuus (Leppänen, Aunola, Niemi & Nurmi, 2008; Leppänen, Niemi, Aunola & Nurmi, 2004; Lerkkanen, Rasku-Puttonen, Aunola & Nurmi, 2004b) ja nopea nimeäminen (Araújo, Reis, Petersson & Faisca, 2015; Georgiou, Aro, Liao & Parrila, 2016; Georgiou, Parrila, Cui & Papadopoulos, 2013; Holopainen, 2002; Holopainen, Ahonen & Lyytinen, 2001; Koponen ym., 2016; Koponen, Salmi, Eklund & Aro, 2013; Landerl & Wimmer, 2008), jotka ovat kiinteästi yhteydessä lukusujuvuuteen ja ennustavat sen kehitystä (Araújo ym., 2015; Holopainen ym., 2001; Koponen ym., 2016; Koponen ym., 2013; Leppänen ym., 2008). Näistä kielellisistä taidoista fonologinen tietoisuus ja nopea nimeäminen kehittyvät vähitellen ennen kouluikää ja kirjainten nimeämistä opitaan viimeistään esikoulussa. Kun lapsi saavuttaa tietyn osaamisen tason, itse lukeminen oivalletaan lyhyessä ajassa (Aro, 2004; Holopainen, 2002; Leppänen, 2006). Leppänen (2006) tutkimuksessa huomattiin, että lukutaidon kehitys esikoulussa oli nopeampaa niillä lapsilla, joilla oli hyvät taidot lukemisen osa-alueilla verrattuna muihin oppilaisiin. Kuitenkin taidoiltaan heikommat esikoulu-laiset kuroivat eroa kiinni ja kehittyivät nopeammin ensimmäisen luokan aikana (Leppänen, 2006).

Osa lapsista oppii lukemaan jo ennen kouluikää, kun taas lähes kaikki osavat lukea ensimmäisen kouluvuoden loppuun mennessä (Aro, 2004; Leppänen, 2006). Kokoavan lukemisen taidon oppimisen jälkeen lapselle alkaa kertyä kokemusta lukemisesta, ja vähitellen sanojen äänteellinen kokoaminen nopeutuu ja tulee yhä automaattisemmaksi (Chall, 1996; Ehri & McCormick, 1998). Lukeminen alkaa olla sujuvampaa ja lukuisten toistojen kautta aletaan tunnistaa myös kirjaimia suurempia yksiköitä luettavista sanoista, mikä tekee lukemisesta entistä nopeampaa ja sujuvampaa (Chall, 1996; Ehri & McCormick, 1998; Kuhn ym., 2010).

Kuten aiemmin mainittiin, erot oppilaiden välillä alkavat näkyä lukemisen sujuvuudessa (Aro & Wimmer, 2003; Korpipää ym., 2017; Share, 2008), ja Aron (2004) mukaan erot lasten välillä tulevat esiin jo ensimmäisen luokan aikana. Eli vaikka lapsi osaisi lukea eli dekodata sanoja, ei lukeminen kuitenkaan ole välttämättä sujuvaa. Lukemisen sujumattomuutta pidetäänkin yhtenä lukivaikeuden ydinongelmista (Koponen ym., 2017).

1.1.2 Lukivaikeus

Lukivaikeudella (reading disability) tarkoitetaan usein sanojen dekodauksen eli mekaanisen lukemisen vaikeutta, jolloin lukeminen on hidasta, epätarkkaa ja epäsujuvaa (de Jong & van der Leij, 2003; Lyon, Shaywitz & Shaywitz, 2003; Holopainen ym., 2001). Lukivaikeus liittyy läheisesti lukusujuvuuden ongelmiin, sillä se ilmenee lukemisen hitautena paitsi suomen kielessä myös ortografialtaan erilaisissa kielissä (Aro ym., 2011; Share, 2008; Ziegler, Perry, Ma-Wyatt, Ladner & Schulte-Körne, 2003). Lukivaikeutta arvioidaan esiintyvän noin 6–10 % suomalaislapsista (Ketonen, 2010).

Kuten aiemmassa luvussa mainittiin, tietyt kielelliset taidot ennustavat lukemisen kehitystä, eli mitä paremmin oppilas hallitsee ne, sitä nopeammin hän oppii mekaanisen lukutaidon ja kehittyy lukemisen sujuvuudessa. Samaa pätee myös toisin päin, sillä tutkimusten mukaan kielellisistä taidoista etenkin ongelmat nopeassa nimeämisessä, fonologisessa tietoisuudessa ja kirjaintuntemuk-

sessä ennustavat lukemisen ongelmia (Eklund, Torppa & Lyytinen, 2013; Heikkilä, Närhi, Aro & Ahonen, 2009; Holopainen ym., 2001; Kiuru ym., 2003; Landerl ym., 2009; Lyytinen, Erskine, Tolvanen & Torppa, 2006; Torppa, Georgiou, Niemi, Lerkkanen & Poikkeus, 2017). Esimerkiksi lukivaikeutta esiintyi enemmän ja se oli vakavampaa oppilailla, joilla oli haasteita sekä nopeassa nimeämisessä että fonologisessa tietoisuudessa (Heikkilä, Torppa, Aro, Närhi & Ahonen, 2016). Haasteet näissä kielellisissä taidoissa saattavat johtaa siihen, että kirjain-äänne-vastaavuuksien oppiminen on hidasta ja työlästä, eikä taito automatisoidu (ks. Ehri & McCormick, 1998; Torppa ym., 2017). Tästä syystä kokoavan lukemisen oppiminen ja lukusujuvuuden kehittyminen kestävät pidempään. Oppilaat, joilla ilmenee lukemisen ongelmia, ovat kuitenkin heterogeeninen ryhmä, ja jokaisen oppimispolku on yksilöllinen (Holopainen, 2002; Lerkkanen, 2003).

1.2 Laskusujuvuus

Kuten sujuvaa lukemista myös sujuvaa peruslaskutaitoa tarvitaan arjessa selviytymiseen. Lukuihin ei voi olla törmäämättä jokapäiväisessä arjessa ja myöhemmin työelämässä. Peruslaskutaitoon kuuluu aritmeettisten laskujen eli yhteen-, vähennys-, kerto- ja jakolaskujen hallinta (Koponen, 2008). Laskusujuvuudella tarkoitetaan näiden hallitsemista nopeasti, tarkasti ja vaivattomasti (Locuniak & Jordan, 2008). Toisin sanoen laskeminen on niin automatisoitunutta, että käytettävissä olevaa kapasiteettia voidaan kohdentaa itse tehtävän ratkaisemiseen (Landerl & Kölle, 2009; Locuniak & Jordan, 2008; Rusanen & Räsänen, 2012). Vastaavasti lukemisessa mekaanisen dekodauksen automatisoituessa voidaan keskittyä luetun ymmärtämiseen ja lukemisen sujuvuuteen.

Laskusujuvuuteen kuuluu myös tehokas laskustrategioiden käyttö, esimerkiksi vastausten palauttaminen muistista ja lukujen hajottaminen (esim. $9 = 5 + 4$) luettelemisen sijaan (Carr & Alexeev, 2011; Geary, 2011b; Koponen, 2008; Koponen, 2012; Siegler & Braithwaite, 2017; Vanbinst, Ceulemans, Ghesquière & De Smedt, 2015). Koska matematiikka on luonteeltaan kumuloituvaa, on vankka pe-

ruslaskutaito oleellinen työkalu myöhemmän matemaattisen osaamisen kannalta (Fuchs ym., 2006; Räsänen, 2012). Sujuva peruslaskutaito on siis matemaattisen osaamisen kivijalka, jota tarvitaan myös suurten lukujen käsittelemisessä ja monivaiheisten laskujen ratkaisemisessa.

1.2.1 Matemaattisten taitojen ja laskusujuvuuden kehitys

Kuten lukemisessa, myös matemaattinen osaaminen perustuu matematiikan osa-alueiden kumulatiiviseen kehittymiseen (Räsänen, 2012). Toisin sanoen uusi asia rakentuu aiemmin opitun päälle. Aunio (2008) mukaan matematiikassa nähdään olevan neljä taitoryvästä, joihin kuuluvat laskemisen taidot, aritmeettiset perustaidot, lukumääräisyyden taju sekä matemaattisten suhteiden ymmärtäminen (myös Aunio & Räsänen, 2015). Esimerkiksi usein mitatut lukujonotaidot, lukujen luetteleminen ja numerosymbolien hallinta sisältyvät laskemisen taitoihin. Aritmeettisten yhdistelmien muistaminen sekä yhteen- ja vähennyslaskutaito taas kuuluvat aritmeettisiin perustaitoihin (Aunio, 2008; Aunio & Räsänen, 2015), jotka nopeutuessaan ja automatisoituessaan ilmentävät juuri laskusujuvuutta.

Ensimmäisten elinvuosien aikana lapsi alkaa hahmottaa lukumääriä ja siitä muutaman vuoden päästä hallita lukusanoja ja lukukäsitteen merkitystä (Butterworth, 2005; Geary, 2011a; Geary, 2013). Vähitellen esikoulun lähestyessä opitaan lukujonotaitoja, jolloin lukujonon avulla voidaan mielessä laskea aritmeettisiä peruslaskutoimituksia (von Aster & Shalev, 2007). Laskemisen oppimisen edellytyksenä on, että lapsi ymmärtää yksi-yhteen -vastaavuuden, lukusanojen järjestyksen, viimeisen sanotun sanan tarkoittavan lukumäärää, laskettavuuden ja sen, ettei laskemisen järjestyksellä ole väliä (Gelman & Gallistel, 1978). Näin lapselle kehittyy yhteys lukusanan, määrän ja symbolin välille. Tämä on edellytys lukujen suhteiden ymmärtämiselle ja perusaritmetiikan oppimiselle (Aunio & Räsänen, 2015; Geary, 2013; Krajewski & Schneider, 2009). Geary (2013) pitää laskutaidon oppimisen tärkeinä kohtina juuri lukukäsitteen (concept mapping) op-

pimistä ja kymmenjärjestelmän hallintaa, jolloin lapsi alkaa ymmärtää esimerkiksi lukujen välisiä suhteita. Yhteen- ja vähennyslaskun oppiminen mahdollistavat myös kerto- ja jakolaskun ymmärtämisen (Siegler & Braithwaite, 2017).

Aluksi laskemisen strategiat ovat luettelemista ja sormilla laskemista, joiden jälkeen opitaan käyttämään kehittyneempiä strategioita ja eri strategioita rinnakkain (Carr & Alexeev, 2011; Geary, 2011b; Koponen, 2008; Koponen, 2012; Siegler & Braithwaite, 2017). Vähitellen laskemisen harjoittelun ja kokemuksen myötä lapsen laskustrategiat kehittyvät ja peruslaskutoimitukset alkavat automatisoitua (Aunio, 2008; Rusanen & Räsänen, 2012). Laskustrategioista tulee vähitellen tehokkaita ja aikaa säästäviä (Vanbinst ym., 2015): lapsi alkaa esimerkiksi muistaa vastauksia ulkoa, mikä on sujuvin ja nopein laskujen ratkaisutapa (Aunio, 2008; Koponen, 2012; Rusanen & Räsänen, 2012; Siegler & Braithwaite, 2017). Tällainen sujuva ja automatisoitunut laskeminen sallii myös sen, että tarkkaavaisuutta voidaan keskittää muihin asioihin tehtävässä (Landerl & Kölle, 2009; Locuniak & Jordan, 2008; Rusanen & Räsänen, 2012).

Tutkimuksissa on löydetty monia laskusujuvuutta eli aritmeettisten peruslaskutoimitusten osaamista ennustavia tekijöitä. Näistä taidoista numeroiden ja tilan käsittämiseen liittyvät numeerinen prosessointinopeus (Fuchs ym., 2006; Geary, 2011b; Geary, Hoard, Nugent & Bailey, 2012; Moll, Göbel, Gooch, Landerl & Snowling, 2016), visuospatiaalinen hahmottaminen (Locuniak & Jordan, 2008; Zhang ym., 2014), lukujonotaidot (Lepola, Niemi, Kuikka & Hannula, 2005) ja analogisen päättelyn taidot (Lepola ym., 2005; Moll ym., 2016). Muita laskusujuvuutta ennustavia tekijöitä ovat työmuisti (Andersson, 2008; van Daal, van der Leij & Adèr, 2013; Geary, 2011b), tarkkaavuus (Fuchs ym., 2006; Geary ym., 2012; Locuniak & Jordan, 2008), toiminnanohjaus (van Daal ym., 2013), nopea nimeäminen (Cui ym., 2017; Koponen ym., 2013), fonologinen dekooodaus (Fuchs ym., 2006) ja kirjaintuntemus (Zhang ym., 2014). Tästä voidaan päätellä, että laskemisen ja lukemisen taustalla on monia ja osittain samoja osataitoja ja siksi vaikeuksia saattaa esiintyä molemmissa taidoissa samanaikaisesti (esim. van Daal ym., 2013; Moll ym., 2016; Raddatz, Kuhn, Holling, Moll & Döbel, 2017).

Muuta matemaattista osaamista kuin laskusujuvuutta ennustavat sanantunnistus (Fuchs ym., 2006), käsitteenmuodostus (Fuchs ym., 2006; Kikas, Peets, Palu & Afanasjev, 2009), luetun ymmärtäminen (Björn, Aunola & Nurmi, 2016), spontaani suuntautuminen lukumääriin (Hannula-Sormunen, Lehtinen & Räsänen, 2015; Hannula, Lepola & Lehtinen, 2010), ongelmanratkaisutaidot (Fuchs ym., 2006) sekä lukujonotaidot ja niihin liittyvä sarjoittaminen (Aunola ym., 2004; Geary, 2011b; Willcutt ym., 2013). Näistä sanantunnistukseen, käsitteenmuodostukseen ja luetun ymmärtämiseen liittyvät taidot näkyvät etenkin matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumisessa.

Alle kouluikäisille suunnatuilla varhaisilla tukitoimilla, kuten työskentelytaitojen ja matemaattisten valmiuksien opettamisella, on todettu olevan myönteinen vaikutus aritmeettisten taitojen kehitykselle (Lehrl, Kluczniok & Rossbach, 2016; Razza, Martin & Brooks-Gunn, 2015). Kuitenkin matemaattista osaamista ennustavissa taidoissa muita selvästi heikommat oppilaat suoriutuvat tehtävistä heikommin, mutta myös kehittyvät hitaammin (Geary ym., 2012; Landerl & Kölle, 2009; Räsänen, 2012). Lisäksi Salmisen (2015) interventiotutkimuksessa todettiin, että taitotasoltaan heikompien esiopetusikäisten lasten taidot eivät yleistyneet ja siirtyneet toisiin konteksteihin yhtä hyvin kuin taitavammilla lapsilla. Matematiikan oppimisessa tapahtuukin niin sanottu matteesvaikutus: oppilaiden väliset erot matemaattisissa taidoissa kasvavat ajan myötä, jolloin taitavat oppivat enemmän ja heikompien oppilaiden matemaattiset vaikeudet kasautuvat (Räsänen, 2012).

1.2.2 Matematiikan vaikeus

Matematiikan oppimisvaikeus näkyy etenkin vaikeuksina oppia ja muistaa aritmeettisiä peruslaskutoimituksia, mikä tekee laskemisesta epäsujuvaa (Geary, 1993; Geary & Hoard, 2001; Landerl, Göbel & Moll, 2013; Räsänen, 2012). Oppilaat, joilla on matematiikan oppimisvaikeuksia, eivät siis hallitse sujuvasti peruslaskutoimituksia, mikä näkyy jo helpommissa, yksinumeroisissa tehtävissä (Rusanen & Räsänen, 2012). Tällaista hidasta ja epäsujuvaa laskemista pidetäänkin matematiikan oppimisvaikeuksien ydinongelmana (Koponen ym., 2017).

Vaikeuteen liittyy myös hitaiden ja epätehokkaiden laskustrategioiden käyttö, jolloin oppilas esimerkiksi luettelee vastauksen suoran mieleenpalauttamisen sijaan (Koponen, 2012; Siegler & Braithwaite, 2017). Lisäksi haasteita ilmenee numeerisen tiedon mieleenpalauttamisessa ja avaruudellisessa hahmottamisessa sekä lukumääräisyyden ymmärtämisessä (Geary, 1993; Geary, 2011a; Landerl, Bevan & Butterworth, 2004; Landerl ym., 2013).

Matemaattisen oppimisvaikeuden esiintyvyys vaihtelee jonkin verran tutkijan ja määrittelytavan mukaan: kouluikäisillä lapsilla esiintyvyydeksi on arvioitu 5–7 % (Butterworth, Varma & Laurillard, 2011; Räsänen, 2012), 3–7 % (Landerl & Moll, 2010) ja 5–8 % (Geary, 2011a). Varsinaisia laskusujuvuuden ongelmia taas on tutkittu olevan noin 9 %:lla oppilaista (Reigosa-Crespo ym., 2012).

1.3 Komorbidit lukemisen ja laskemisen ongelmat

Komorbiditeetin käsite on peräisin lääketieteestä, jossa komorbiditeetilla tarkoitetaan kahta erillistä sairautta tai häiriötä, jotka esiintyvät samaan aikaan (Landerl ym., 2013; Rutter, 1997). Käsitettä sovelletaan myös oppimisvaikeustutkimuksessa, ja tässä tutkielmassa komorbiditeetillä tarkoitetaan lukemisen ja matematiikan sujuvuuden ongelmien päällekkäistymistä eli yhtäaikaista esiintymistä samalla oppilaalla. Lukemisen ja laskemisen sujuvuus ovat yhteydessä toisiinsa (Väisänen & Aunio, 2016), ja niiden taustalla on tutkittu olevan monia yhteisiä mutta myös erillisiä kognitiivisia taitoja ja muita taustatekijöitä, jotka vaikuttavat päällekkäisten ongelmien ilmenemiseen.

1.3.1 Taustatekijät

Yksittäinen lukemisen tai matematiikan oppimisvaikeus lisää lukemisen ja laskemisen ongelmien päällekkäistymisen riskiä, sillä lukemisen ja matematiikan taidot vaativat samankaltaisia prosesseja (Landerl & Moll, 2010). Lukemisen ja laskemisen ongelmien päällekkäistymisen taustalla on tutkittu olevan osittain samoja kognitiivisia tekijöitä, jotka ilmenevät eri tavalla lukemisessa ja laskemi-

sessä (Landerl ym., 2009). Näitä lukemisen ja matematiikan komorbiditeetin riskiä lisääviä yhteisiä kognitiivisia prosesseja ovat esimerkiksi muistitoimintoihin liittyvät tiedon varastointi ja mieleen palauttaminen (van Daal ym., 2013; Geary, 1993; Koponen, Aunola, Ahonen & Nurmi, 2007). Oppilaan voi esimerkiksi olla vaikea palauttaa muistista kirjainten nimiä, mikä heijastuu lukemisen sujuvuuteen. Toisaalta matematiikassa voi olla vaikeuksia muistaa lukujen hajotelmia tai kertolaskuja, mikä taas näkyy laskemisen vaikeutena ja sujumattomuutena.

Lukemisen ja matematiikan vaikeuksien taustalla on siis osittain samoja taustatekijöitä, jotka lisäävät haasteita sekä lukemisessa että matematiikassa (Moll ym., 2016; Korpipää ym., 2017). Lukemisen ja matematiikan taitojen kehityksen ongelmille yhteisiä taustatekijöitä ovat muun muassa heikko työmuisti, fonologinen prosessointi, sanallinen ymmärtäminen, nopea nimeäminen ja laskeminen (Koponen ym., 2013; Koponen ym., 2016; Korpipää ym., 2017; Peterson ym., 2017). Aritmeettisiin laskuihin liittyvä faktojen muistista palauttaminen vaatii verbaalisia taitoja, mikä osoittaisi muistisääntöjen perustuvan sanallisiin representaatioihin. Tämä ajatus saa vahvistusta Koerten ym. (2016) tutkimuksesta, jossa ongelmien päällekkäistyminen ilmeni lukivaikeuksisten lasten heikkona matemaattisena suoriutumisen verrattuna normaalisti suoriutuviin verrokkilapsiin. Myös tehtäväorientaation (Mägi, Lerkkanen, Poikkeus, Rasku-Puttonen & Nurmi, 2011; Onatsu-Arvilommi & Nurmi, 2000; Zhang, Nurmi, Kiuru, Lerkkanen & Aunola, 2011) ja toiminnanohjauksen taitojen (van Daal ym., 2013; De Weerd, Desoete & Roeyers, 2012; Lundberg & Sterner, 2006; Willcutt ym., 2013) on tutkittu olevan mahdollisia lukemisen ja laskemisen päällekkäistyneiden ongelmien taustalla olevia tekijöitä. Toisin sanoen oppilaan, jolla on esimerkiksi toiminnanohjauksen ongelmia, voi olla vaikea keskittyä tai aloittaa tehtävää, mikä näkyy sekä lukemisen että matematiikan tehtävissä suoriutumisessa.

Lukemisen ja matematiikan vaikeuksien komorbiditeetin taustalla siis nähdään olevan samoja tekijöitä, mutta toisaalta lukeminen ja laskeminen ovat taitoina erilaisia. On myös ehdotettu, että erillisten oppimisvaikeuksien taustalla oleva kognitiivinen perusta olisi luki- ja matematiikan vaikeuksissa erilainen

(Willburger, Fussenegger, Moll, Wood & Landerl, 2008). Esimerkiksi osassa tutkimuksista fonologinen tietoisuus liitetään vain lukemisen vaikeuteen, mutta ei matematiikan (Cirino ym., 2015; van Daal ym., 2013; Landerl ym., 2009).

Ensisijainen oppimisvaikeus määrittää ongelman näkymisen käytännössä. Esimerkiksi oppilaalla, jolla on lukemisen vaikeuksia, on erilaisia vaikeuksia matematiikassa kuin taas oppilaalla, jolla on lähtökohtaisesti matematiikan pulmia (Moll, Göbel & Snowling, 2015). Mikäli oppilaalla on selkeitä vaikeuksia sekä lukemisessa että matematiikassa, vaikeudet ovat usein suurempia ja sitkeämpiä verrattuna oppilaaseen, jolla on erillinen lukemisen tai matematiikan oppimisvaikeus (Cirino ym., 2015; Fuchs ym., 2010; Koponen ym., 2017).

1.3.2 Esiintyvyys ja pysyvyys

Tietääksemme vain muutamassa tutkimuksessa on tutkittu luku- ja laskusujuvuuden komorbiditeetin esiintyvyyttä (Koponen ym., 2017; Landerl & Moll, 2010; Moll, Kunze, Neuhoff, Bruder & Schulte-Körne, 2014). Suurin osa aikaisemmista tutkimuksista on tehty poikkileikkausasetelmalla ja ainoastaan Koponen ym. (2017) on tutkinut luku- ja laskusujuvuuden ongelmien päällekkäistymistä pitkittäistutkimusasetelmalla. Pitkittäistutkimus mahdollistaa ongelmien pysyvyyden tarkastelun, josta on toistaiseksi vain vähän tutkittua tietoa (Koponen ym., 2017).

Lukemisen ja laskemisen vaikeuksien komorbiditeetin esiintyvyys vaihtelee suuresti tutkimusten välillä (ks. Landerl & Moll, 2010). Kirjallisuuskatsauksessa, jossa oli mukana useita tutkimuksia, todettiin, että 17–70 %:lla oppilaista, joilla on matematiikan oppimisvaikeuksia, on haasteita myös lukemisessa. Sitä vastoin 11–59 % oppilaista, joilla on lukemisen vaikeuksia, on vaikeuksia myös matematiikassa (Landerl & Moll, 2010). Esiintyvyyden vaihtelu voi johtua monista eri asioista: testeihin kohdistuneista valinnoista, mittarien operationalisoinnista ja mitattavista taidoista, katkaisurajoista sekä tutkimuksen ulkopuolelle jätettävistä ryhmistä. (Dirks, Spyer, van Lieshout & de Sonnevile, 2008; Landerl & Moll, 2010). Katkaisurajat ovat mielivaltaisia ja välillä ongelmallisia, sillä rajan

molemmin puolin on oppilaita, jotka ovat taidoiltaan hyvin lähellä toisiaan (Branum-Martin, Fletcher & Stuebing, 2013).

Kuten todettua, komorbiditeetin esiintyvyyden katkaisurajat ovat mielivaltaisia ja niitä on käytetty usealla eri tavalla aiemmissa tutkimuksissa. Esimerkiksi Landerl ja Moll tutkimusryhmineen ovat käyttäneet keskihajontoihin perustuvia katkaisurajoja: yhdessä tutkimuksessa rajoina olivat 1 ja 1.5 keskihajontaa alle ikätason normin (Landerl & Moll, 2010) ja toisessa 1, 1.25 ja 1.5 keskihajontaa alle ikätason normin (Moll ym., 2014). Tiukinta 1.5 keskihajonnan katkaisurajaa käytettäessä saadaan aineistosta esille ne oppilaat, joiden ongelmat ovat vaikeimpia (Dirks ym., 2008).

Komorbiditeetin esiintyvyyttä tarkastellaan keskihajontojen avulla silloin, kun mittareina on normeerattuja testejä, mutta muissa tapauksissa katkaisurajoina käytetään persentiilirajoja (Dirks ym., 2008; Koponen ym., 2017). Persentiilirajoja käytetään, jos tutkimuksessa on käytetty normeeraamattomia testejä, aineiston ryhmäkoot vaihtelevat tai ne ovat pieniä. Koposen ym. (2017) tutkimuksessa käytettiin kahta katkaisurajaa: Tiukemmaksi katkaisurajaksi määriteltiin alle 7. persentiilin, joka vastaa tasoltaan yli 1.5 keskihajonnan verran heikompa suoriutumista kuin ikätason keskiarvo. Väljempi katkaisuraja puolestaan asetettiin alle 16. persentiiliin, joka vastaa -1 keskihajontaa (Koponen ym., 2017). Tässä tutkielmassa replikoimme juuri edellä kuvattua Koposen ym. tutkimusta ja käytämme alle 7. ja alle 16. persentiilin katkaisurajoja. Tutkielmamme kannalta keskeiset tutkimukset on kuvattu taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Tiivistelmä aiemmista tutkimuksista luku- ja laskusujuvuuden ongelmien komorbiditeettiin liittyen (mukailtu Koponen ym. 2017)

Vuosi	Tutkijat	Otos- koko	Mittarit	Kat- kaisuraj a	Esiinty- vyys	Pysyvyys
2010	Landerl & Moll	2586	Aritmetiikan ja lauseiden mielessä lukemisen sujuvuus	-1 kh -1.5 kh	37-39 % 23-26 %	-
2014	Moll ym.	1633	Aritmetiikan ja lauseiden mielessä lukemisen sujuvuus	-1 kh -1.25 kh -1.5 kh	34-41 % 25-33 % 22-31 %	-
2017	Koponen ym.	1995	Aritmetiikan ja lauseiden mielessä lukemisen sujuvuus	16. per- sentiili 7. per- sentiili	35-46 % 27-37 %	41-73 %

Kuten taulukosta 1 nähdään, katkaisuraja vaikuttaa komorbiditeetin esiintyvyyteen siten, että väljempää rajaa käytettäessä esiintyvyys on yleisempää. Koposen ym. (2017) tutkimuksessa 16. persentiilin alle jääneistä oppilaista 35-46 %:lla oli sekä lukemisen että laskemisen sujuvuuden ongelmia, kun taas 7. persentiilin rajaa käytettäessä vastaava tulos oli 27-37 %. Vastaavasti Landerl & Moll (2010) käyttivät katkaisurajoina -1 ja -1.5 keskihajontoja alle ikätason normin, jolloin väljempää rajaa käytettäessä 37-39 %:lla oli sekä lukemisen että laskemisen sujuvuuden ongelmia, kun taas tiukemmalla rajalla vastaava tulos oli 23-26 % (ks. taulukko 1).

Komorbiditeetin esiintymistä on tarkasteltu myös sukupuolten välillä. Osassa tutkimuksista ei ole löydetty eroja sukupuolten välillä (Moll ym., 2014), mutta on myös tuloksia siitä, että lukemisen ja laskemisen sujuvuuden päällekkäisiä ongelmia esiintyisi enemmän tytöillä kuin pojilla (Landerl & Moll, 2010).

Molemmissa tutkimuksissa havaittiin, että tytöillä on enemmän erillisiä matematiikan vaikeuksia kuin pojilla, mutta lukemisen suhteen eroja sukupuolten välillä ei löydetty (Landerl & Moll, 2010; Moll ym., 2014).

Kuten aiemmin todettiin, tähän tietoon vain Koponen ym. (2017) ovat tutkineet luku- ja laskusujuvuuden komorbiditeetin pysyvyyttä pitkittäistutkimuksena. Tulokset osoittivat, että komorbidit oppimisvaikeudet ovat pysyvämpiä (41–73 %) kuin erilliset vaikeudet lukemisessa (42–59 %) tai matematiikassa (23–62 %) (Koponen ym., 2017; vrt. Cirino ym., 2015; Fuchs ym., 2010). Koposen ym. (2017) saamien tulosten mukaan komorbidit lukemisen ja laskemisen sujuvuuden ongelmat olivat melko pysyviä jo toisesta luokasta lähtien, ja sekä komorbidit että erilliset oppimisvaikeudet muuttuivat pysyvämmiksi ensimmäisen ja neljännen luokan välillä. Oppimisvaikeuksien päällekkäistymisen ja pysyvyyden estämiseksi oppimisen tukeminen varhaisessa vaiheessa on tärkeää.

1.4 Tutkimuskysymykset

Tässä tutkielmassa replikoidaan Koposen ym. (2017) tutkimusta pienin eroin. Tutkielman tarkoituksena on tutkia luku- ja laskusujuvuuden ongelmien päällekkäistymistä eli komorbiditeettia eri-ikäisillä oppilailta. Tavoitteena on myös tarkastella päällekkäistymisen pysyvyyttä vuoden aikana. Koposen ym. (2017) tutkimuksessa samojen oppilaiden kehitystä seurattiin ensimmäiseltä neljännelle luokalle, kun taas tässä tutkielmassa seuranta-aika oli vuoden mittainen. Sujuvuusongelmien yhteisesiintyvyyttä ja pysyvyyttä tutkitaan käyttämällä kahta eri katkaisurajaa, joita myös Koponen ym. (2017) käyttivät. Tutkimuskysymyksemme muotoutuivat seuraaviksi:

1. Kuinka suurella osalla 2.–5.-luokkalaisista oppilaista on vaikeuksia sekä lukemisen että laskemisen sujuvuudessa?

1.a Miten sujuvuusongelmille asetettu katkaisuraja vaikuttaa päällekkäistyneiden sujuvuusongelmien esiintyvyyteen?

1.b Esiintyykö ongelmien päällekkäisyyttä yhtä paljon eri luokka-asteilla?

1.c Eroaako sujuvuusongelmien päällekkäistyminen oppilailla, joilla luku-sujuvuus on melko heikkoa tai heikointa? Entä eroaako sujuvuusongelmien päällekkäistyminen oppilailla, joilla laskusujuvuus on melko heikkoa tai heikointa?

2. Kuinka pysyviä lukemisen ja laskemisen sujuvuuden päällekkäiset ongelmat ovat seuranta-aikana?

2.a Miten sujuvuusongelmille asetettu katkaisuraja vaikuttaa päällekkäistyneiden sujuvuusongelmien pysyvyyteen?

2.b Ovatko päällekkäistyneet ongelmat yhtä pysyviä eri luokka-asteilla?

2.c Ovatko päällekkäistyneet ongelmat pysyvämpiä kuin erilliset oppimisvaikeudet?

2 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

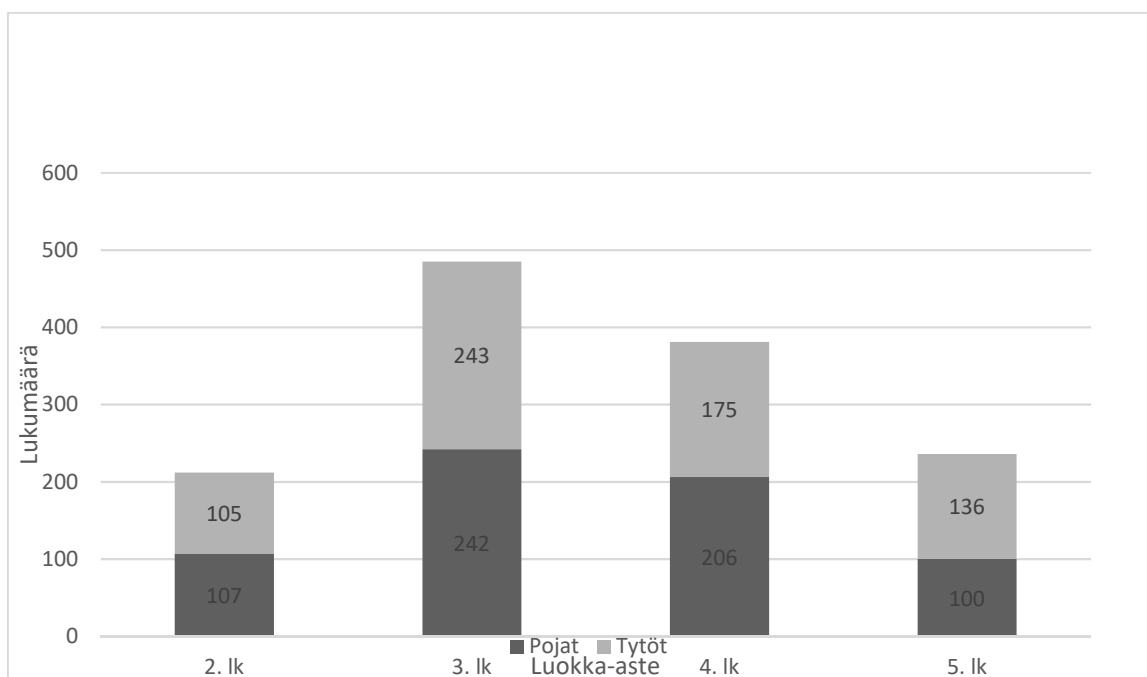
2.1 Tutkimuksen konteksti

Pro gradu -tutkielmamme aineisto on kerätty osana Minäpystyvyys ja oppimisvaikeusinterventiot -hanketta (SELDI), jonka ovat toteuttaneet yhteistyössä Jyväskylän yliopiston Kasvatustieteiden laitos ja Niilo Mäki instituutti. Hankkeen on rahoittanut Suomen Akatemia. Hankkeen tarkoituksena oli tutkia lukemisen ja matematiikan oppimisvaikeuksien yhteyttä motivationaalisiin tekijöihin, kuten minäpystyvyyteen sekä kehittää näitä taitoja tukevia menetelmiä interventioiden avulla. Hankkeeseen ilmoittautui 17 koulua keski- ja itäsuomalaisista kunnista. Tutkimukseen osallistui hieman alle 1400 2.-5.-luokkalaista oppilasta. Aineisto kerättiin vuosien 2013–2014 aikana. Mittauskertoja oli neljä: marraskuussa, tammikuussa, toukokuussa ja viimeinen seuraavan lukuvuoden alussa syyskuussa.

Ennen tutkimuksen toteuttamista siitä pyydettiin lausunto Jyväskylän yliopiston eettiseltä toimikunnalta, ja tutkimuksen toteuttamista muokattiin lausunnon mukaan. Tutkimusluvut kysyttiin kuntien opetustoimen johtajilta, minkä jälkeen tiedotettiin hankkeen yhteyshenkilöinä toimineita erityisopettajia. Tutkimukseen osallistuminen oli vapaaehtoista ja osallistumiseen pyydettiin luvat oppilailta ja heidän vanhemmiltaan. Lisäksi tutkittavia informoitiin siitä, mitä ollaan tutkimassa ja siitä, että heillä on oikeus keskeyttää tutkimukseen osallistumisen missä vaiheessa tahansa. Aineiston keräsivät tutkimusapulaiset, jotka olivat saaneet tehtävään koulutuksen. Hankkeeseen kuuluva aineisto kerättiin, säilytettiin ja analysoitiin hyvää tieteellistä käytäntöä ja eettisiä periaatteita noudattaen.

2.2 Tutkittavat

Tutkimuksen aineisto koostuu 1385 2.-5.-luokkalaisen oppilaan testituloksista. Tutkittavista tyttöjä oli 48 % (n = 659) ja poikia 52 % (n = 714). Tutkittavista oppilaista 2.-luokkalaisia oli 15.5 % (n = 213), 3.-luokkalaisia 35.3 % (n = 485), 4.-luokkalaisia 27.8 % (n = 382) ja 5.-luokkalaisia 21.5 % (n = 295). Tarkemmat tiedot tutkittavien ikä- ja sukupuolijakaumista esitetään kuviossa 1. Otokoko vaihteli hieman eri muuttujien välillä muun muassa poissaoloista johtuvien puuttuvien tietojen vuoksi.



KUVIO 1. Tutkittavien jakauma luokka-asteittain ja sukupuolittain

2.3 Tutkimuksessa käytettävät mittarit

Vuoden seurantajakson aikana aineistoa kerättiin neljällä eri mittauskerralla. Tässä tutkielmassa käytimme kuitenkin vain kahta mittauskertaa: ensimmäistä, vuoden 2013 marraskuussa, sekä viimeistä, vuoden 2014 syyskuussa, tehtyä mitausta. Valitsimme nämä mittauskerrat, jotta saimme mahdollisimman pitkän aikavälin päällekkäistyneiden ongelmien pysyvyyden tarkastelemiseksi. Aineisto

kerättiin luokkatilanteessa ryhmätestauksena, jossa koulutetut tutkimusavustajat ohjeistivat tehtävät ja toimivat ajanottajina. Tässä tutkielmassa käytettävät mittarit olivat valmiita aikarajallisia testejä. Lukusujuvuutta testattiin kahdella testillä, joista toinen mittasi sanojen erottelukykyä ja toinen lauseiden lukemista sekä luetun ymmärtämistä. Laskusujuvuutta testattiin kolmella erilaisella aritmeettisia taitoja mittaavalla testillä, jotka koostuivat erilaisista yhteen-, vähennys-, kerto- ja jakolaskuista.

Sanantunnistus. Sanaketjutestissä oppilaiden tuli lukea ja erotella sanoja pystyviivoin yhteen kirjoitettujen sanojen ketjuista mahdollisimman nopeasti (esim. poika/pitkä/kesä) (Lindeman, 1998). Tehtäväosiossa oli 3.5 minuutin aikaraja, jonka aikana lapsen tuli edetä niin pitkälle, kun hän ehtii. Yhdessä ketjussa oli 2–4 sanaa ja sanaketjuja oli yhteensä 78. Jokaisesta oikein tunnistetusta ja erotellusta sanasta sai yhden pisteen, väärästä tai vastaamatta jätetystä nolla pistettä. Tehtävän maksimipistemäärä oli 214. Testi on normitettu suomalaisille oppilaille.

Lauseiden lukeminen. Lauseiden lukemistehtävä on osa Lukimat-arviointivälineistöä (Salmi, Eklund, Järvisalo & Aro, 2011; Eklund, Salmi, Polet & Aro, 2013). Tehtävässä oli 70 lyhyttä ja helppoa väittämää (esim. Kaakaota voi juoda). Oppilaiden tuli lukea hiljaa mielessään väittämiä ja merkitä ne joko oikeiksi tai vääriksi mahdollisimman nopeasti. Oppilas eteni tehtävässä niin pitkälle kuin ehti kolmen minuutin aikana. Oikeasta vastauksesta sai yhden pisteen, väärästä, vastaamatta jätetystä tai molempien vaihtoehtojen rastittamisesta ei yhtään pistettä. Tehtävän maksimipistemäärä oli 70.

Yhteenlasku. Yhteenlaskutaitoa testattiin kaksisivuisella tehtävälomakkeella, jossa oli yhteensä 120 laskua (Koponen & Mononen, 2010a). Oppilaita ohjattiin laskemaan yhteenlaskuja mahdollisimman nopeasti ja tarkasti niin monta kuin ehtii kahden minuutin aikana. Yhteenlaskutehtävissä laskettavat luvut olivat pienempiä kuin kymmenen, esimerkiksi 4+6. Oikeasta vastauksesta sai yhden pisteen, väärästä tai vastaamatta jätetystä ei yhtään. Tehtävän maksimipistemäärä oli 120.

Vähennyslasku. Samoin kuin yhteenlaskussa, vähennyslaskutaidon testaamisessa käytettiin kaksisivuista tehtävälomaketta, joka sisälsi 120 laskua (Koponen & Mononen, 2010b). Aikaraja oli tässäkin osiossa kaksi minuuttia, jonka aikana oppilaan tuli laskea vähennyslaskuja mahdollisimman nopeasti ja tarkasti. Vähennyslasku-tehtäväosiossa vähennettävä luku oli pienempi kuin 20, esimerkiksi $15 - 8$. Oikeasta vastauksesta sai yhden pisteen, väärästä tai vastaamatta jätetystä ei yhtään. Tehtävän maksimipistemäärä oli 120.

Aritmetiikka. Aritmetiikan taitoa testattiin kaksisivuisella tehtävälomakkeella, jossa oli kaikkiaan 30 laskua (Aunola & Räsänen, 2007). Oppilaita ohjattiin tässäkin tehtäväosiossa laskemaan niin monta laskua kuin ehtii kahden minuutin aikana. Lisäksi heille kerrottiin, ettei kaikkia laskuja välttämättä ole vielä opetettu heille koulussa. Tehtävässä oli yhteen-, vähennys-, kerto- ja jakolaskuja sekaisin ja oppilaan tuli kirjoittaa puuttuva luku tehtävän vastaukseksi tai lausekkeeseen (esim. $50 + 20 = _$ ja $5 - _ - 1 = 1$). Oikein vastatusta laskusta sai yhden pisteen, väärästä tai vastaamatta jätetystä nolla pistettä. Tehtävän maksimipistemäärä oli 30.

Tehtävien lopulliset pistemäärät saatiin, kun oikeista vastauksista vähennettiin väärät ja vastaamatta jätetyt kohdat. Näistä pistemääristä muodostettiin tehtävien muuttujat, jotka yhdistettiin keskiarvomuuttujiksi erikseen lukemisen ja laskemisen osalta.

2.4 Aineiston analyysi

Aineisto analysoitiin käyttämällä SPSS 24.0 -ohjelmaa. Aluksi laskimme mittarien keskiarvot ja keskihajonnat luokka-asteittain ja mittauskerroittain (liite 1). Tämän jälkeen standardoimme luku- ja laskusujuvuutta mittaavat muuttujat z-pisteiksi luokittain ja mittauskerroittain siten, että vähensimme saadusta tuloksesta luokan keskiarvon ja jaoimme tuloksen keskihajonnalla. Näin saimme mitarit samalle asteikolle, jolloin niitä oli mahdollista vertailla ja yhdistellä.

Standardoinnin jälkeen tarkastelimme mittareiden välisiä korrelaatioker-toimia luokittain ja mittauskerroittain (liite 2). Käytimme Spearmanin korrelaa-tiokerrointa, sillä osa muuttujista oli hieman vinoja ja huipukkaita. Kaikki saadut korrelaatiot olivat tilastollisesti merkitseviä ($p < .01$). Sanantunnistusta ja lausei-den lukemista mittaavat tehtävät korreloivat keskenään kohtalaisesti tai vahvasti (.649–.747, $p < .01$), kuten myös laskusujuvuuden kolme osiota (yhteen- ja vähen-nyslasku .730–.869, $p < .01$, yhteenlasku ja aritmetiikka .638–.769, $p < .01$ sekä vähennyslasku ja aritmetiikka .691–.773, $p < .01$). Näistä suurin positiivinen kor-relaatio oli yhteen- ja vähennyslaskumittareiden välillä.

Korrelaatioiden tarkastelun jälkeen yhdistimme sanantunnistuksen ja lau-seiden lukemisen muuttujat lukusujuvuuden keskiarvomuuttujaksi erikseen sekä ensimmäiselle että viimeiselle mittauskerralle. Samoin laskusujuvuuden kohdalla yhdistimme yhteenlasku-, vähennyslasku- ja aritmetiikkamuuttujat las-kusujuvuuden keskiarvomuuttujaksi molemmille mittauskerroille. Laskusuju-vuuden muuttujien Cronbachin alfat olivat välillä .868–.912. Kaikki keskiarvo-muuttujat jakautuivat normaalisti.

Muuttujien muodostamisen jälkeen tutkimme persentiilirajojen ja keskiha-jontojen yhteneväisyyttä muuttujissa. Päädyimme käyttämään 7. ja 16. persentii-lin katkaisurajoja, sillä ne vastasivat suurin piirtein -1 ja -1.5 keskihajonnan rajoja. Päätökseen vaikutti myös se, etteivät kaikki käyttämämme testit olleet suomalai-sille lapsille normitettuja. Lisäksi halusimme saada jakauman heikoimmin suo-riutuvien joukkoon suunnilleen yhtä suuren osuuden oppilaista joka luokka-as-teelta ja tarkastella komorbiditeettia eli sujuvuuden ongelmien päällekkäisty-mistä luokittain.

Katkaisurajojen määrittämisen jälkeen muodostimme luku- ja laskusuju-vuuden keskiarvomuuttujista mittauskerroittain dikotomiset muuttujat, joissa normaalisti suoriutuvat (yli 16. tai yli 7. persentiilin) saivat arvon 0 ja katkaisura-jan alle jäävät (alle 7. tai alle 16. persentiilin) puolestaan arvon 1. Teimme myös yhdistetyn muuttujan, jossa erittelimme normaalisti suoriutuvat (yli 16. persen-tiilin), heikot (alle 7. persentiilin) ja tälle välille jäävät oppilaat (7. ja 16. persentii-lin välillä) mittauskerroittain.

Komorbidiiden sujuvuuden ongelmien esiintymistä tutkittiin ristiintaulukoinnin avulla. Tässä vaiheessa muuttujien välistä riippuvuutta tarkasteltiin Khiin neliötestillä. Tarkastelimme komorbiditeettia käyttämällä alle 16. ja alle 7. persentiilin rajoja. Tutkimme komorbiditeetin esiintymistä oppilailla, joilla ilmenee vaikeuksia toisessa taidossa, mutta myös sen esiintymistä koko oppilasjoukossa. Esiintyvyyden kohdalla tarkastelimme myös havaittu/odotettu-kerrointa, joka kertoo tutkimuksessa havaittujen oppilaiden, joilla on molempia vaikeuksia, suhteen laskennallisesti arvioituun määrään. Esimerkiksi luku kaksi havaittu/odotettu-kertoimena kertoo, että tapauksia havaittiin kaksi kertaa niin paljon, kuin olisi ollut laskennallisesti odotettavissa. Lisäksi tutkimme täydentävänä tarkasteluna, eroavatko heikoimmat lukijat ja laskijat melko heikoista ongelmien päällekkäistymisen suhteen. Heikko osaaminen luku- tai laskusujuvuudessa määriteltiin alle 7. persentiiliin ja melko heikko osaaminen 7.-16. persentiilin välille.

Pysyvyyden tarkastelua varten muodostimme muuttujat pysyvästi komorbideille luku- ja laskusujuvuuden vaikeuksille. Komorbiditeetin pysyvyyttä tarkasteltiin siten, että oppilaan tuli kuulua ensimmäisellä mittauskerralla alle 7. persentiiliin, mutta toisella joko alle 7. tai alle 16. persentiiliin. Tiukemmalla rajalla saatiin selville ne oppilaat, joiden suoriutuminen pysyi hyvin heikkona ja väljemmällä taas ne oppilaat, jotka ovat edelleen heikkoja, mutta tavoittaneet ikätasonsa mukaista suoriutumista. Muodostimme vastaavat muuttujat erillisille oppimisvaikeuksille: oppilaan tuli kuulua 1. mittauskerralla alle 7. persentiiliin joko lukeemisessa tai matematiikassa ja suoriutua normaalisti toisessa taidossa (yli 16. persentiiliin) sekä viimeisellä mittauskerralla kuulua joko alle 7. tai alle 16. persentiiliin samassa taidossa ja suoriutua toisesta edelleen normaalisti (yli 16. persentiiliin). Komorbiditeetin ja erillisten oppimisvaikeuksien pysyvyyttä tarkasteltiin ristiintaulukoinnin avulla.

3 TULOKSET

3.1 Komorbidien sujuvuusongelmien esiintyvyys

Aluksi tarkastelimme lukemisen ja laskemisen sujuvuuden ongelmien yhteis-esiintyvyyttä koko aineistossa. Khiin neliötestin tulokset osoittivat, että luku- ja laskusujuvuuden riippuvuus on tilastollisesti merkitsevää eri luokka-asteilla ($\chi^2(1) = 11.9-35.1, p \leq .001$). Käytimme kahta eri katkaisurajaa määrittelemään ongelman vaikeustasoa: alle 16. persentiilin väljempää ja alle 7. persentiilin tiukempaa katkaisurajaa. Koko oppilasjoukosta 2-7 %:lla on vaikeutta sekä lukemisen että laskemisen sujuvuudessa käyttämillämme katkaisurajoilla (taulukko 2).

TAULUKKO 2. Komorbiditeetin esiintyvyyden arviot koko aineistossa luokittain ja katkaisurajoittain

Luokka-aste	Alle 16. %*		Alle 7. %**	
	%	h/o	%	h/o
2. lk	6.1 %	2.4	2.0 %	4.4
3. lk	5.4 %	2.0	2.0 %	3.9
4. lk	7.0 %	2.6	2.6 %	5.3
5. lk	6.4 %	2.6	1.7 %	5.5

h/o = havaittu/odotettu

*alle 16. persentiilin katkaisuraja luku- ja laskusujuvuudessa

**alle 7. persentiilin katkaisuraja luku- ja laskusujuvuudessa

Komorbiditeettia havaittiin 2.0-5.5 kertaa enemmän kuin oli laskennallisesti odotettavissa. Väljempää rajaa käytettäessä vaikeuksien päällekkäistymistä esiintyi jokaisella luokka-asteella noin 6 %:lla oppilaista, kun taas tiukempaa rajaa käytettäessä vain noin 2 %:lla. Tiukemmalla rajalla saatiin esille ne oppilaat, joilla

oppimisvaikeudet ovat vakavampia, ja siksi näitä oppilaita on vähemmän. Päällekkäisiä oppimisvaikeuksia esiintyy siis luokasta riippumatta muutamalla prosentilla kaikista oppilaista.

Toiseksi tutkimme, kuinka suurella osalla oppilaista luku- ja laskusujuvuuden ongelmat päällekkäistyvät, kun oppilaalla on vaikeutta toisessa näistä taidoista. Tarkastelimme siis lukemisen ja laskemisen sujuvuuden päällekkäisten ongelmien esiintyvyyttä eri luokka-asteilla käyttäen kahta eri katkaisurajaa. Komorbiditeetin esiintyvyys vaihteli 28–43 %:n välillä ja havaittu/odotettu-kerroin 2.0:sta 5.3:een (taulukko 3). Väljempää (alle 16. persentiilin) rajaa käytettäessä yli kolmasosalla oppilaista (33–43 %) oli sekä lukemisen että laskemisen sujuvuuden ongelmia. Päällekkäisiä ongelmia havaittiin vähän yli kaksi kertaa enemmän kuin mitä tilastolliset todennäköisyydet antoivat odottaa (havaittu/odotettu-kerroin vaihteli 2.0:sta 2.6:een). Vastaavasti tiukempaa rajaa (alle 7. persentiilin) käytettäessä noin kolmasosalla oppilaista (28–38 %) oli päällekkäisiä sujuvuuden ongelmia. Tällä katkaisurajalla ongelmien päällekkäisyyttä havaittiin jopa viisi kertaa enemmän kuin oli odotettavissa (havaittu/odotettu-kerroin vaihteli 3.9:stä 5.5:een).

TAULUKKO 3. Komorbiditeetin esiintyvyyden arviot luokittain ja katkaisurajoittain oppilailla, joilla esiintyy luku- tai laskusujuvuuden ongelmia

Luokka-aste	Alle 16. %*		Alle 7. %**	
	%	h/o	%	h/o
2. lk	38–39 %	2.4	31 %	4.4
3. lk	33 %	2.0	28 %	3.9
4. lk	42–43 %	2.6	36–38 %	5.3
5. lk	40–41 %	2.6	33–35 %	5.5

h/o = havaittu/odotettu

*alle 16. persentiilin katkaisuraja luku- ja laskusujuvuudessa

**alle 7. persentiilin katkaisuraja luku- ja laskusujuvuudessa

Eri luokka-asteiden välillä ei näyttäisi olevan suuria eroja komorbiditeetin esiintyvyydessä eri katkaisurajoilla, sillä tulokset vaihtelevat kymmenen prosenttiyksikön sisällä. Kuitenkin kolmannen luokan tulokset poikkesivat muista siten, että tämän luokan oppilailla sujuvuuden ongelmien päällekkäisyyttä on hieman vähemmän kuin muilla luokilla sekä väljempää että tiukempaa rajaa käytettäessä. Lisäksi näyttäisi siltä, että päällekkäisten sujuvuusongelmien esiintyminen on hieman yleisempää ylemmillä kuin alemmilla luokka-asteilla.

Seuraavaksi tarkastelimme, miten heikko (alle 7. persentiilin) tai melko heikko (7.-16. persentiilin välillä) osaaminen luku- tai laskusujuvuudessa vaikuttaa toisen vaikeuden päällekkäiseen esiintymiseen (taulukko 4). Toisin sanoen, kasautuuko ongelmien päällekkäistyminen heikoimmille lukijoille tai laskijoille ja onko luku- ja laskusujuvuuden välillä eroa päällekkäistymisen kasautuvuudessa.

TAULUKKO 4. Komorbiditeetin esiintyvyys ensisijaisen vaikeuden, katkaisurajan ja luokka-asteen mukaan

Luokka-aste	Lukusujuvuus		Laskusujuvuus	
	7.-16. % Lu - alle 16. % La	Alle 7. % Lu - alle 16. % La	7.-16. % La - alle 16. % Lu	Alle 7. % La - alle 16. % Lu
2. lk	22 %	57 %	33 %	46 %
3. lk	19 %	50 %	25 %	44 %
4. lk	34 %	52 %	38 %	50 %
5. lk	35 %	47 %	39 %	44 %

Lu = lukusujuvuus, La = laskusujuvuus

Tulokset osoittivat, että sekä heikoimmilla lukijoilla että laskijoilla liitännäisongelman esiintyminen on yleisempää (44–57 %) verrattuna taidoiltaan melko heikoihin oppilaisiin (19–39 %). Toisin sanoen ongelmien ollessa vaikeimpia toden-

näköisyys sujuvuuden ongelmien yhteisesiintyvyyteen on suurempi. Noin puolella (47–57 %) heikoimmista lukijoista on laskusujuvuuden vaikeuksia, kun taas melko heikoista lukijoista noin neljäsosalla (19–35 %) ongelmat ovat päällekkäisiä. Laskusujuvuuden kohdalla tulokset olivat samansuuntaisia lukusujuvuuden kanssa: vähän alle puolella (44–50 %) heikoimmista laskijoista ja noin kolmasosalla (25–39 %) melko heikoista laskijoista oli myös lukusujuvuuden ongelmia. Ensisijaisella vaikeudella ei siis näyttäisi olevan vaikutusta ongelmien päällekkäistymiseen. Tästä voidaan päätellä, että mitä heikommin lukemisessa tai laskemisessa suoriudutaan, sitä todennäköisemmin on vaikeuksia myös toisessa taidossa.

3.2 Komorbidien sujuvuusongelmien pysyvyys

Aineistosta 56–75 %:lla oppilaista, jotka asettuivat sekä lukemisessa että laskemisessa alle 7. persentiiliin seurantajakson alussa, oli myöhemminkin ainakin jonkin tasoisia päällekkäisiä lukemisen ja laskemisen vaikeuksia (joko lukemisessa tai laskemisessa alle 7. persentiilin ja toisessa alle 16. persentiilin) (taulukko 5). Toisin sanoen yli puolella oppilaista komorbidit ongelmat pysyvät luokka-asteesta riippumatta. Heikoiten suoriutuvista oppilaista 11–25 % sijoittui alle 7. persentiiliin sekä ensimmäisellä että viimeisellä mittauskerralla molemmissa taidoissa. Toisin sanoen sitkeimmät oppimisvaikeudet olivat pysyviä alle neljäsosalla oppilaista, mikä on vähemmän kuin tarkasteltaessa pysyvyyttä väljemmällä katkaisurajalla.

Erillisten oppimisvaikeuksien pysyvyyden arviot vaihtelivat väljempää katkaisurajaa käytettäessä lukemisessa 19–67 %:n välillä ja matematiikassa 14–70 %:n välillä (taulukko 5). Ongelmat ovat pysyvämpiä ylemmillä luokka-asteilla: 2. ja 3. kolmannella luokalla noin alle kolmasosalla ongelmat olivat pysyviä, kun taas 4. ja 5. luokalla yli puolella heikosti suoriutuvista oppilaista lukemisen ongelmat olivat pysyviä. Myös matematiikan vaikeudet olivat pysyvämpiä ylemmillä luokka-asteilla, ja pysyvyyden todennäköisyys kasvoi toisen ja viidennen

luokan välissä. Pysyvyyden arviot vaihtelivat myös tiukempaa rajaa käytettäessä: lukemisessa 6–44 %:lla ja vastaavasti laskemisessa 0–50 %:lla oppilaista ongelmat pysyivät sitkeinä. Ongelmat olivat pysyvimpiä ylemmillä luokilla, poikkeuksena kolmannen luokan lukemisen ongelmat (6 %), jotka olivat vähemmän pysyviä kuin toisella luokalla (33 %).

TAULUKKO 5. Komorbidiin ja erillisten oppimisvaikeuksien pysyvyys vuoden seurantaajan aikana luokittain ja katkaisurajoittain

Luokka-aste	Komorbidit		Lukeminen		Laskeminen	
	Väljempi*	Tiukempi**	Väljempi*	Tiukempi**	Väljempi*	Tiukempi**
2. lk	75 %	25 %	33 %	33 %	14 %	0.0 %
3. lk	56 %	22 %	19 %	6.3 %	28 %	17 %
4. lk	56 %	11 %	58 %	42 %	33 %	17 %
5. lk	67 %	17 %	67 %	44 %	70 %	50 %

*väljempi = 1. mittauskerralla molemmat taidot/taito alle 7. persentiilin ja 2. mittauskerralla alle 16. persentiilin, erillisissä lisäksi toinen taito yli 16. persentiilin

**tiukempi = 1. ja 2. mittauskerralla molemmat taidot/erillinen taito alle 7. persentiilin, erillisissä lisäksi toinen taito yli 16. persentiilin

Väljempää katkaisurajaa käytettäessä komorbidit oppimisvaikeudet olivat pääsääntöisesti pysyvämpiä kuin erilliset oppimisvaikeudet. Neljästä luokasta alkaen komorbidit vaikeudet olivat kuitenkin lähes yhtä pysyviä kuin erilliset lukemisen vaikeudet. Tiukemmalla rajalla tarkasteltuna vain kolmannella luokalla komorbidit ongelmat olivat pysyvämpiä kuin erilliset oppimisvaikeudet. Sekä komorbidit että erilliset oppimisvaikeudet olivat pysyvimpiä ylemmillä luokka-asteilla lukuun ottamatta toisella luokalla esiintyviä komorbideja ja erillisiä lukusujuvuuden vaikeuksia. Määriteltäessä ongelmien pysyvyys väljemmin (toisella mittauskerralla toisessa taidossa alle 16. persentiilin) sekä päällekkäiset että erilliset vaikeudet olivat pysyvämpiä kuin tiukemmassa määrittelyssä (toisella mittauskerralla tarkasteltavassa taidossa alle 7. persentiilin).

4 POHDINTA

4.1 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Tämän tutkielman tarkoituksena oli saada lisää tietoa ja toisaalta vahvistaa aiempia tutkimustuloksia luku- ja laskusujuvuuden ongelmien yhteisesiintyvyydestä ja ongelmien pysyvyydestä kahdella eri katkaisurajalla. Kahta katkaisurajaa käyttämällä pystyttiin selvittämään lukemisen ja laskemisen ongelmien päällekkäistymistä tarkemmin ja monipuolisemmin. Pysyvyyttä tarkastelimme vuoden seurantajakson aikana. Suurin osa aikaisemmasta komorbiditeettia käsittelevästä tutkimuksesta on toteutettu poikkileikkausasetelmalla (mm. Landerl & Moll, 2010; Moll ym., 2014) ja juuri tästä syystä melko harvassa tutkimuksessa on voitu tutkia pysyvyyttä (Koponen ym., 2017).

Esiintyvyyden tuloksista ilmeni, että koko aineistosta lukemisen ja laskemisen sujuvuusongelmien päällekkäistymistä on muutamalla prosentilla (1,7–7 %) oppilaista jokaisella luokka-asteella. Tietääksemme aikaisemmissa tutkimuksissa komorbiditeetin esiintyvyyttä ei ole tarkasteltu koko oppilasjoukon näkökulmasta, mikä voi johtua katkaisurajan määrittämisestä ja sen vaikutuksesta tulosten vaihtelevuuteen. Tarkasteltaessa niitä oppilaita, joilla on ensisijaisesti vaikeuksia lukemisessa tai laskemisessa, noin kolmanneksella (28–34 %) oli vaikeutta myös toisessa taidossa.

Katkaisurajan määrittäminen vaikutti komorbidiiden sujuvuuden ongelmien esiintyvyyteen siten, että käytettäessä tiukempaa rajaa päällekkäisyyttä esiintyi vähemmän. Suhteutettaessa havaitut tulokset laskennallisesti odotettuun huomattiin, että väljempää katkaisurajaa käytettäessä esiintyvyys oli kaksi kertaa odotettua yleisempää, kun taas tiukemmalla rajalla se oli nelin- tai viisinkertaista. Saamamme tulokset olivat samansuuntaisia aikaisempien tutkimustulosten kanssa, sillä myös aikaisemmissa tutkimuksissa lukemisen ja laskemisen sujuvuusongelmien yhteisesiintyvyyttä on todettu olevan noin kolmas- tai neljäsosalla oppilaista (Koponen ym., 2017; Landerl & Moll, 2010; Moll ym., 2014).

On tutkittu, että mitä vaikeampia ongelmat ovat, sitä suurempi on riski myös muille oppimisen haasteille (Cirino ym., 2015; Fuchs ym., 2010). Lukusujuvuuden taidoiltaan heikoimmilla oppilailta päällekkäistyminen oli yleisempää kuin melko heikoilla. Sama havaittiin myös laskusujuvuuden kohdalla. Heikoimmista lukijoista ja laskijoista noin puolella (44–57 %) ongelmat päällekkäistyvät, kun taas melko heikoista lukijoista ja laskijoista näin käy kolmella–viidellä kymmenestä (19–39 %).

Ensisijaisella vaikeudella ei näyttäisi olevan huomattavaa vaikutusta komorbiditeetin esiintyvyyteen, vaikka heikoin osaaminen lukusujuvuudessa näyttäisi ennustavan laskusujuvuuden ongelmia (47–57 %) hieman todennäköisemmin kuin toisin päin (44–50 %). Vastaavasti melko heikko osaaminen laskusujuvuudessa ennustaa lukusujuvuuden ongelmia todennäköisemmin (25–39 %) kuin melko heikko lukusujuvuus laskusujuvuuden ongelmia (19–35 %), mutta erot eivät ole suuria.

Ongelmien kasautuminen luku- ja laskusujuvuudessa heikoimmille voisi selittyä sillä, että lukemisen ja laskemisen taitojen taustalla on osittain samoja taustatekijöitä, kuten heikko työmuisti tai prosessointinopeus (Landerl ym., 2009; Landerl & Moll, 2010). Aiemmissä tutkimuksissa on huomattu heikomman luku- ja laskusujuvuuden osaamisen lisäävän päällekkäisten ongelmien riskiä, eikä sillä ole ollut merkitystä, kohdistuuko ensisijainen vaikeus lukemiseen tai laskemiseen (Koponen ym., 2017; Landerl & Moll, 2010).

Lukemisen ja laskemisen sujuvuusongelmien pysyvyyttä tarkasteltiin sekä komorbiditeetin että erillisten oppimisvaikeuksien näkökulmasta vuoden seurantajakson aikana. Kuten esiintyvyyttä, myös pysyvyyttä tarkasteltiin kahta eri katkaisurajaa käyttäen, mikä poikkesi aiemmista tutkimuksista. Oletimme, että tiukempaa katkaisurajaa käytettäessä saataisiin esille kaikkein vaikeimmat oppimisen ongelmat, jolloin niiden voisi ajatella olevan myös pysyvämpiä ja haastavammin kuntoutettavissa (vrt. Cirino ym., 2015). Tulokset kuitenkin osoittivat, että väljemmällä rajalla tarkasteltuna yli puolella oppilaista sekä lukemisen että laskemisen ongelmat olivat pysyviä, kun taas tiukemmalla rajalla ongelmat pysyivät vain noin yhdellä tai kahdella kymmenestä.

Taitotaso ei siis näiden tulosten perusteella näyttäisi ennustavan vaikeuksien pysyvyyttä, vaan se ennemminkin kertoo komorbidien ongelmien olevan suhteellisen pysyviä vaikeuden asteesta riippumatta. Kaikkein pysyvimpiä ongelmat näyttivät olevan toisella luokalla sekä tiukemmalla että väljemmällä katkaisurajalla tarkasteltuna. Väljemmällä katkaisurajalla saadut tulokset ovat samansuuntaisia kuin mitä aiemmassa tutkimuksessa on todettu (Koponen ym., 2017).

Tarkasteltaessa erillisten oppimisvaikeuksien pysyvyyttä vuoden aikana huomattiin, että tulokset olivat hyvin vaihtelevia (ks. Taulukko 5). Oletustemme vastaisesti myös erillisten oppimisvaikeuksien kohdalla pysyvyys oli vähäisempää käytettäessä tiukempaa katkaisurajaa, eli erillisetkin oppimisvaikeudet näyttäisivät olevan melko pysyviä ongelman katkaisurajasta riippumatta. Saamiemme tulosten perusteella lukemisen ja laskemisen ongelmat näyttäisivät olevan lähes yhtä pysyviä. Tämä on todettu myös Koposen ym. (2017) tutkimuksessa muiden, paitsi alkuopetusikäisten oppilaiden osalta, sillä näillä oppilailla erilliset lukemisen ongelmat olivat aritmetiikan ongelmia pysyvämpiä. Erillisten oppimisvaikeuksien pysyvyyttä tarkasteltaessa huomattiin kuitenkin, että niin lukemisen kuin laskemisenkin ongelmat olivat pysyvämpiä ylemmillä luokka-asteilla: suurimmalla osalla viidesluokkalaisista oppilaista ongelmat olivat pysyviä. Aikaisemmassa tutkimuksessa komorbidien oppimisvaikeuksien on todettu olevan erillisiä pysyvämpiä (Koponen ym., 2017), mikä näkyi tässä aineistossa vain väljempää katkaisurajaa käytettäessä.

4.2 Tutkimuksen arviointi

Tutkielmamme vahvuutena oli suuri aineisto, jossa oli tietoa lähes 1400 oppilaan luku- ja laskusujuvuuden taidoista. Lisäksi aineisto oli kerätty pitkittäistutkimusasetelmalla, joka sisälsi neljä mittauskertaa vuoden sisällä. Laajan aineiston ansiosta saimme tietoa myös eri-ikäisten oppilaiden suoriutumisesta. Yksi käyt-

tämistämme mittareista oli myös standardoitu, mikä lisää tutkimuksen luotettavuutta. Suuren otannan vuoksi etenkin esiintyvyyden tuloksia voidaan pitää melko yleistettävänä alakouluikäisille oppilaille Suomessa.

Käytimme katkaisurajoina samanlaisia katkaisurajoja kuin aiemmissa aiheita käsittelevissä tutkimuksissa, mikä parantaa tulosten vertailtavuutta. Myös saamamme tulokset vastasivat aiemmissä tutkimuksissa saatuja tuloksia sekä esiintyvyyden että pysyvyyden osalta. Katkaisurajoina käytetyt persentiilit vastasivat hyvin muuttujien jakaumien keskihajontoja, ja persentiilirajoja käyttämällä mahdollistettiin normittamattomien testien käyttö ja tulosten vertailtavuus luokkien välillä. Katkaisurajat ovat kuitenkin mielivaltaisia, jolloin katkaisurajan molemmilla puolilla on lähes yhtä hyvin suoriutuvia oppilaita. Tällöin muut kuin testitilanteesta johtuvat tekijät, kuten oppilaan sen hetkinen kunto, tunnetila tai yleisemmin kaikkeen mittaamiseen liittyvä mittavirhe, voivat vaikuttaa tulosten luotettavuuteen.

Toisaalta aineisto olisi voinut olla suurempikin, jotta se olisi kompensoinut oppilaiden poissaoloista johtuvia puuttuvia tietoja. Esimerkiksi tutkittaessa komorbiditeetin pysyvyyttä tarkastellaan sekä luku- että laskusujuvuuden taitoja molemmilla mittauskerroilla, jolloin molempien taitojen kaikista mittareista tarvitaan tietoa. Nyt katkaisurajan alapuolelle saattoi jäädä vain muutama oppilas, jolloin puuttuvien tietojen merkitys korostuu varsinkin pysyvyyden tarkastelun näkökulmasta. Pysyvyyden osalta tulokset eivät siis välttämättä ole yleistettävissä alakouluikäisille oppilaille, sillä taidoiltaan heikoimpia oppilaita oli melko vähän. Eri luokka-asteilla oli myös hieman eri määrä oppilaita, mikä voi vaikuttaa luokka-asteiden tulosten vertailtavuuteen. Luku- ja laskusujuvuuden päällekkäisten ongelmien pysyvyyttä voitaisiin tarkastella luotettavammin, jos seuranta-aika olisi pidempi ja otoskoko vieläkin suurempi. Tämä kuitenkin vaatisi enemmän resursseja ja puuttuvien tietojen paikkaamista.

4.3 Jatkotutkimushaasteet ja käytäntöön soveltaminen

Jatkossa komorbiditeettia olisi hyvä tutkia suuremmalla otoksella ja pidemmällä seuranta-ajalla tai ainakin pyrkiä paikkaamaan yksittäisiäkin puuttuvia tietoja. Eri katkaisurajoja käyttämällä saadaan lisätietoa vaikeuden asteen vaikutuksesta komorbiditeetin esiintyvyyteen, mikä toisi pysyvyyteenkin uusia näkökulmia. Toisaalta ilmiötä voisi lähestyä myös taustatekijöiden tarkastelun kautta ja siten syventyä yksittäisiin oppilaisiin, joiden ongelmat päällekkäistyvät ja näyttäisivät olevan pysyviä. Aihetta olisi kiinnostavaa tutkia myös siitä näkökulmasta, miten päällekkäistyvien ongelmien taustalla olevat tekijät ilmenevät lukemisen tai laskemisen sujuvuudessa erityisesti silloin, kun toisessa taidossa on merkittäviä vaikeuksia. Oppilaiden oppimispolut ovat kuitenkin yksilöllisiä, ja tällä tavoin voitaisiin saada täydentävää tietoa ongelmien kehittymisestä ja päällekkäistymisestä. Interventiotutkimuksen avulla voitaisiin myös selvittää, mitkä tukitoimet toimivat erityisesti päällekkäisiin luku- ja laskusujuvuuden ongelmiin ja siten tuoda arviointi- ja seurantavälineitä myös kentällä toimiville opettajille näiden komorbidien sujuvuusongelmien tukemiseksi.

Kaiken kaikkiaan komorbiditeetin esiintyvyys näyttää olevan melko yleistä: ainakin kolmasosalla lukemisen ja laskemisen vaikeudet päällekkäistyvät ja ovat pysyviä. Väljempää katkaisurajaa käytettäessä komorbidit vaikeudet todennäköisemmin pysyvät kuin kehittyvät normaalisti suoriutuvien tasolle. Ongelmat näyttäisivät lisäksi kasautuvan taidoiltaan heikoimmille oppilaille, mikä kasvattaa entisestään oppilaiden välisiä taitoeroja. Tulosten perusteella lukemisen ja laskemisen sujuvuuden komorbidit ongelmat näyttäivät siis olevan melko arkipäiväinen ilmiö.

Ilmiön yleisyyden vuoksi opettajien on tärkeää tiedostaa ongelmien mahdollinen päällekkäistyminen ja pysyvyys. Tutkimuksissa saatujen esiintyvyyssarvioiden perusteella opettajien on myös helpompi tunnistaa oppilaiden komorbiditeja vaikeuksia ja toisaalta tarjota varhaista ja kohdennettua tukea. Opettajien tulisi myös seurata luku- ja laskusujuvuuden kehittymistä jo luku- ja laskutaidon

kehityksen alkumetreiltä, jotta mahdollista oppimisvaikeutta voitaisiin tukea tehokkaasti ja ehkäistä vaikeuksien kasautumista. Vaikka niin päällekkäiset kuin erillisetkin ongelmat näyttäisivät olevan melko pysyviä, osa oppilaista kuitenkin tavoittaa ikätasonsa mukaista suoriutumista. Tämä vaatii tietysti tukitoimia ja systemaattista harjoittelua kyseisessä taidossa.

LÄHTEET

- Andersson, U. (2008). Working memory as a predictor of written arithmetical skills in children: The importance of central executive functions. *British Journal of Educational Psychology*, 78, 181–203.
- Araújo, S., Reis, A., Petersson, K. M. & Faísca, L. (2015). Rapid Automatized Naming and Reading Performance: A Meta-Analysis. *Journal of Educational Psychology*, 107, 868–883.
- Aro, M. (2004). *Learning to read: the effect of orthography* (Väitöskirja, Jyväskylän yliopisto). Haettu (<https://jyx.jyu.fi/dspace/handle/123456789/13355>)
- Aro, M. & Wimmer, H. (2003). Learning to read: English in comparison to six more regular orthographies. *Applied Psycholinguistics*, 24, 621–635.
- Aro, M., Huemer, S., Heikkilä, R. & Mönkkönen, V. (2011). Sujuva lukutaito suomalaislapsen haasteena. *Psykologia*, 46, 153–155.
- von Aster, M. & Shalev, R. (2007). Number development and developmental dyscalculia. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49, 868–873.
- Aunio, P. (2008). Matemaattiset taidot ennen koulun alkua. *NMI bulletin*, 18, 63–74.
- Aunio, P. & Räsänen, P. (2015). Core numerical skills for learning mathematics in children aged five to eight years - a working model for educators. *European Early Childhood Education Research Journal*, 1–21.
- Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M-K. & Nurmi, J-E. (2004). Developmental Dynamics of Math Performance from Preschool to Grade 2. *Journal of Educational Psychology*, 96, 699–713.
- Aunola, K. & Räsänen, P. (2007). The 3-minute basic arithmetic test. Julkaisematon käsikirjoitus.
- Björn, P., Aunola, K. & Nurmi, J-E. (2016). Primary school text comprehension predicts mathematical word problem-solving skills in secondary school. *Educational Psychology*, 36, 362–377.
- Branum-Martin, L., Fletcher, J. & Stuebing, K. (2013). Classification and Identification of Reading and Math Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 46, 490–499.
- Butterworth, B. (2005). The Development of Arithmetical Abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46, 3–18.

- Butterworth, B., Varma, S. & Laurillard, D. (2011). Dyscalculia: From Brain to Education. *Science*, 332, 1049–1053.
- Carr, M. & Alexeev, N. (2011). Fluency, Accuracy, and Gender Predict Developmental Trajectories of Arithmetic Strategies. *Journal of Educational Psychology*, 103, 617–631.
- Chall, J. S. (1996). *Stages of reading development* (2nd ed.). Fort Worth: Harcourt Brace Jovanovic College Publishers.
- Cirino, P., Fuchs, L., Elias, J., Powell, S. & Schumacher, R. (2015). Cognitive and Mathematical Profiles for Different Forms of Learning Difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 48, 156–175.
- Cui, J., Georgiou, G., Zhang, Y., Li, Y., Shu, H. & Zhou, X. (2017). Examining the relationship between rapid automatized naming and arithmetic fluency in Chinese kindergarten children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 154, 146–163.
- 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.
- De Weerd, F., Desoete, A. & Roeyers, H. (2012). Working Memory in Children with Reading Disabilities and/or Mathematical Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 46, 461–472.
- Dirks, E., Spyer, G., van Lieshout, E. & de Sonnevill, L. (2008). Prevalence of Combined Reading and Arithmetic Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 41, 460–473.
- Ehri, L. & McCormick, S. (1998). Phases of Learning: Implications for Instruction with Delayed and Disabled Readers. *Reading & Writing Quarterly*, 14, 135–163.
- Eklund, K., Torppa, M. & Lyytinen, H. (2013). Predicting Reading Disability: Early Cognitive Risk and Protective Factors. *Dyslexia*, 19, 1–10.
- Eklund, K., Salmi, P., Polet, J. & Aro, M. (2013). *LukiMat - Oppimisen arviointi: Lukemisen ja kirjoittamisen tuen tarpeen tunnistamisen välineet 2. luokalle. Tekninen opas*. Jyväskylä, Finland: Niilo Mäki Instituutti. Saatavilla: <http://www.lukimat.fi/lukimat-oppimisen-arviointi/materiaalit/tuen-tarpeen-tunnistaminen/2lk/lukeminen/tekninen-opas>
- 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.

- Fuchs, L., Fuchs, D., Compton, D., Powell, S., Seethaler, P., Capizzi, A., Schatschneider, C. & Fletcher, J. (2006). The Cognitive Correlates of Third-Grade Skill in Arithmetic, Algorithmic Computation, and Arithmetic Word Problems. *Journal of Educational Psychology, 98*, 29–43.
- Fuchs, L., Powell, S., Seethaler, P., Fuchs, D., Hamlett, C., Cirino, P. & Fletcher, J. (2010). A Framework for Remediating Number Combination Deficits. *Council for Exceptional Children, 76*, 135–156.
- Geary, D. C. (1993). Mathematical Disabilities: Cognitive, Neuropsychological, and Genetic Components. *Psychological Bulletin, 114*, 345–362.
- Geary, D. C. (2011a). Consequences, Characteristics, and Causes of Mathematical Learning Disabilities and Persistent Low Achievement in Mathematics. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics, 32*, 250–263.
- Geary, D. C. (2011b). Cognitive Predictors of Achievement Growth in Mathematics: A 5-Year Longitudinal Study. *Developmental Psychology, 47*, 1539–1552.
- Geary, D. C. (2013). Early Foundations for Mathematics Learning and Their Relations to Learning Disabilities. *Current Directions in Psychological Science, 22*, 23–27.
- Geary, D. C. & Hoard, M. (2001). Numerical and arithmetical deficits in learning-disabled children: Relation to dyscalculia and dyslexia. *Aphasiology, 15*, 635–647.
- Geary, D. C., Hoard, M., Nugent, L. & Bailey, D. (2012). Mathematical Cognition Deficits in Children with Learning Disabilities and Persistent Low Achievement: A Five-Year Prospective Study. *Journal of Educational Psychology, 104*, 206–223.
- Gelman, R. & Gallistel, C. R. (1978). *The Child's Understanding of Number*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Georgiou, G., Parrila, R., Cui, Y. & Papadopoulos, T. (2013). Why Is Rapid Automated Naming Related to Reading? *Journal of Experimental Child Psychology, 115*, 218–225.
- Georgiou, G., Aro, M., Liao, C-H. & Parrila, R. (2016). Modeling the relationship between rapid automatized naming and literacy skills across languages varying in orthographic consistency. *Journal of Experimental Child Psychology, 143*, 48–64.
- Hankala, M., Harjunen, E., Kauppinen, M., Kulju, P., Pentikäinen, J. & Routarinne, S. (2015). *Tutkimuksesta tukea kirjoittamisen opettamiseen*. Teoksessa E.

- Harjunen (Toim.), *Tekstit puntarissa: Ajatuksia äidinkielen ja kirjallisuuden oppimistuloksista perusopetuksen päättöarvioinnissa 2014 ja 2010* (Kansallinen koulutuksen arviointikeskuksen julkaisu 10, s. 73–84). Saatavilla: http://karvi.fi/app/uploads/2015/04/KARVI_1015.pdf
- Hannula, M., Lepola, J. & Lehtinen, E. (2010). Spontaneous Focusing on Numerosity as a Domain-Specific Predictor of Arithmetical Skills. *Journal of Experimental Child Psychology*, 107, 394–406.
- Hannula-Sormunen, M., Lehtinen, E. & Räsänen, P. (2015). Preschool Children's Spontaneous Focusing on Numerosity, Subitizing, and Counting Skills as Predictors of Their Mathematical Performance Seven Years Later at School. *Mathematical Thinking and Learning: An International Journal*, 17, 155–177.
- Hautala, J., Aro, M., Eklund, K., Lerkkanen, M-K. & Lyytinen, H. (2013). The role of letters and syllables in typical and dysfluent reading in a transparent orthography. *Reading and Writing*, 26, 845–864.
- Heikkilä, R., Närhi, V., Aro, M. & Ahonen, T. (2009). Rapid Automated Naming and Learning Disabilities: Does RAN Have a Specific Connection to Reading or Not? *Child Neuropsychology*, 15, 343–358.
- Heikkilä, R., Torppa, M., Aro, M., Närhi, V. & Ahonen, T. (2016). Double-Deficit Hypothesis in a Clinical Sample. *Journal of Learning Disabilities*, 49, 546–560.
- Holopainen, L. (2002). *Development in Reading and Reading Related Skills: A Follow-up Study from Pre-school to the Fourth Grade* (Väitöskirja, Jyväskylän yliopisto). Haettu (<https://jyx.jyu.fi/dspace/handle/123456789/41851>)
- Holopainen, L., Ahonen, T. & Lyytinen, H. (2001). Predicting Delay in Reading Achievement in a Highly Transparent Language. *Journal of Learning Disabilities*, 34, 401–413.
- de Jong, P. & van der Leij, A. (2003). Developmental Changes in the Manifestation of a Phonological Deficit in Dyslexic Children Learning to Read a Regular Orthography. *Journal of Educational Psychology*, 95, 22–40.
- Ketonen, R. (2010). *Dysleksiariski oppimisen haasteena: Fonologisen tietoisuuden interventio ja lukemaan oppiminen* (Väitöskirja, Jyväskylän yliopisto). Haettu (<https://jyx.jyu.fi/dspace/handle/123456789/41018>)
- Kikas, E., Peets, K., Palu, A. & Afanasjev, J. (2009). The role of individual and contextual factors in the development of maths skills. *Educational Psychology*, 29, 541–560.

- Kim, Y-S., Park, C. & Wagner, R. (2014). Is Oral/Text Reading Fluency a "Bridge" to Reading Comprehension? *Reading and Writing*, 27, 79–99.
- Kiuru, N., Lerkkanen, M-K., Niemi, P., Poskiparta, E., Ahonen, T., Poikkeus, A-M. & Nurmi, J-E. (2003). The Role of Reading Disability Risk and Environmental Protective Factors in Students' Reading Fluency in Grade 4. *Reading Research Quarterly*, 48, 349–368.
- Koerte, I., Willems, A., Muehlmann, M., Moll, K., Cornell, S., Pixner, S., Steffinger, D., Keeser, D., Heinen, F., Kubicki, M., Shenton, M., Ertl-Wagner, B. & Schulte-Körne, G. (2016). Mathematical abilities in dyslexic children: A diffusion tensor imaging study. *Brain Imaging and Behavior*, 10, 781–791.
- Koponen, T. (2008). *Calculation and Language: Diagnostic and Intervention Studies* (Väitöskirja, Jyväskylän yliopisto). Haettu (<https://jyx.jyu.fi/dspace/handle/123456789/18653>)
- Koponen, T. (2012). Peruslaskutaito matematiikan kivijalkana. *NMI bulletin*, 22, 59–62.
- Koponen, T., Aunola, K., Ahonen, T. & Nurmi, J-E. (2007). Cognitive Predictors of Single-Digit and Procedural Calculation Skills and Their Covariation with Reading Skill. *Journal of Experimental Child Psychology*, 97, 220–241.
- Koponen, T. & Mononen, R. (2010a). The 2-minute addition fluency test. Julkaisematon käsikirjoitus.
- Koponen, T. & Mononen, R. (2010b). The 2-minute subtraction fluency test. Julkaisematon käsikirjoitus.
- Koponen, T., Salmi, P., Eklund, K. & Aro, T. (2013). Counting and RAN: Predictors of Arithmetic Calculation and Reading Fluency. *Journal of Educational Psychology*, 105, 162–175.
- Koponen, T., Salmi, P., Torppa, M., Eklund, K., Aro, T., Aro, M., Poikkeus, A-M., Lerkkanen, M-K. & Nurmi, J-E. (2016). Counting and rapid naming predict the fluency of arithmetic and reading skills. *Contemporary Educational Psychology*, 44–45, 83–94.
- Koponen, T., Aro, M., Poikkeus, A-M., Niemi, P., Lerkkanen, M-K., Ahonen, T. & Nurmi, J-E. (2017). Comorbidity of Difficulties on Reading and Arithmetic Fluency: Stability across Grades in Early Elementary School. Julkaisematon käsikirjoitus.
- Korpipää, H., Koponen, T., Aro, M., Tolvanen, A., Aunola, K., Poikkeus, A-M., Lerkkanen, M-K. & Nurmi, J-E. (2017). Covariation between reading and arithmetic skills from Grade 1 to Grade 7. *Contemporary Educational Psychology*, 51, 131–140.

- Krajewski, K. & Schneider, W. (2009). Exploring the impact of phonological awareness, visual-spatial working memory, and preschool quantity-number competencies on mathematics achievement in elementary school: Findings from a 3-year longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology, 103*, 516–531.
- Kuhn, M. & Stahl, S. (2003). Fluency: A Review of Developmental and Remedial Practices. *Journal of Educational Psychology, 95*, 3–21.
- Kuhn, M., Schwanenflugel, P., Meisinger, E., Levy B. & Rasinski T. (2010). Aligning Theory and Assessment of Reading Fluency: Automaticity, Prosody, and Definitions of Fluency. *Reading Research Quarterly, 45*, 230–251.
- Landerl, K., Bevan, A. & Butterworth, B. (2004). Developmental Dyscalculia and Basic Numerical Capacities: A Study of 8–9-Year-Old Students. *Cognition, 93*, 99–125.
- 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.
- 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. & Kölle, C. (2009). Typical and Atypical Development of Basic Numerical Skills in Elementary School. *Journal of Experimental Child Psychology, 103*, 546–565.
- Landerl, K. & Moll, K. (2010). Comorbidity of Learning Disorders: Prevalence and Familial Transmission. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 51*, 287–294.
- Landerl, K., Göbel, S. & Moll, K. (2013). Core deficit and individual manifestations of developmental dyscalculia (DD): The role of comorbidity. *Trends in Neuroscience and Education, 2*, 38–42.
- Lehrl, S., Kluczniok, K. & Rossbach, H-G. (2016). Longer-term associations of preschool education: The predictive role of preschool quality for the development of mathematical skills through elementary school. *Early Childhood Research Quarterly, 36*, 475–488.
- Lepola, J., Niemi, P., Kuikka, M. & Hannula, M. (2005). Cognitive-linguistic skills and motivation as longitudinal predictors of reading and arithmetic achievement: A follow-up study from kindergarten to grade 2. *International Journal of Educational Research, 43*, 250–271.

- Leppänen, U. (2006). *Development of Literacy in Kindergarten and Primary School* (Väitöskirja, Jyväskylän yliopisto). Haettu (<https://jyx.jyu.fi/dspace/handle/123456789/41987>)
- 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.
- Leppänen, U. Aunola, K., Niemi, P. & Nurmi, J-E. (2008). Letter Knowledge Predicts Grade 4 Reading Fluency and Reading Comprehension. *Learning and Instruction*, 18, 548–564.
- Lerkkanen, M-K. (2003). *Learning to Read: Reciprocal Processes and Individual Pathways* (Väitöskirja, Jyväskylän yliopisto). Haettu (<https://jyx.jyu.fi/dspace/handle/123456789/13303>)
- Lerkkanen, M-K., Rasku-Puttonen, H., Aunola, K. & Nurmi, J-E. (2004a). The Developmental Dynamics of Literacy Skills During the First Grade. *Educational Psychology*, 24, 793–810.
- Lerkkanen, M-K., Rasku-Puttonen, H., Aunola, K. & Nurmi, J-E. (2004b). Developmental Dynamics of Phonemic Awareness and Reading Performance during the First Year of Primary School. *Journal of Early Childhood Research*, 2, 139–156.
- Lindeman, J. (1998). Ala-asteen lukutesti ALLU:testit. Turku: Turun Yliopiston Oppimiskeskus.
- Locuniak, M. & Jordan, N. (2008). Using Kindergarten Number Sense to Predict Calculation Fluency in Second Grade. *Journal of Learning Disabilities*, 41, 451–459.
- Lundberg, I. & Sterner, G. (2006). Reading, Arithmetic and Task Orientation – How are they Related? *Annals of Dyslexia*, 56, 361–377.
- Lyon, G., Shaywitz, S. & Shaywitz, B. (2003). A Definition of Dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 53, 1–14.
- Lyytinen, H., Erskine, J., Tolvanen, A. & Torppa, M. (2006). Trajectories of Reading Development: A Follow-up from Birth to School Age of Children with and Without Risk for Dyslexia. *Merrill-Palmer Quarterly*, 52, 514–546.
- Moll, K., Kunze, S., Neuhoff, N., Bruder, J. & Schulte-Körne, G. (2014). Specific learning disorder: Prevalence and gender differences. *PLoS One*, 9, e103537.

- Moll, K., Göbel, S. & Snowling, M. (2015). Basic Number Processing in Children with Specific Learning Disorders: Comorbidity of Reading and Mathematics Disorders. *Child Neuropsychology*, 21, 399–417.
- Moll, K., Göbel, S., Gooch, D., Landerl, K. & Snowling, M. (2016). Cognitive Risk Factors for Specific Learning Disorder. *Journal of Learning Disabilities*, 49, 272–281.
- Mägi, K., Lerkkanen, M-K., Poikkeus, A-M., Rasku-Puttonen, H. & Nurmi, J-E. (2011). The Cross-Lagged Relations between Children's Academic Skill Development, Task-Avoidance, and Parental Beliefs about Success. *Learning and Instruction*, 21, 664–675.
- Onatsu-Arvilommi, T. & Nurmi, J-E. (2000). The Role of Task-Avoidant and Task-Focused Behaviors in the Development of Reading and Mathematical Skills During the First School Year: A Cross-Lagged Longitudinal Study. *Journal of Educational Psychology*, 92, 478–491.
- Opetushallitus. (2014) Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014. Helsinki: Opetushallitus.
- Peterson, R., Boada, R., Mcgrath, L., Willcutt, E, Olson, R. & Pennington, B. (2017). Cognitive Prediction of Reading, Math, and Attention: Shared and Unique Influences. *Journal of Learning Disabilities*, 50, 408–421.
- Raddatz, J., Kuhn, J-T., Holling, H., Moll, K. & Dobel, C. (2017). Comorbidity of Arithmetic and Reading Disorder: Basic Number Processing and Calculation in Children with Learning Impairments. *Journal of Learning Disabilities*, 50, 298–308.
- Razza, R., Martin, A. & Brooks-Gunn, J. (2015). Are Approaches to Learning in Kindergarten Associated with Academic and Social Competence Similarly? *Child Youth Care Forum*, 44, 757–776.
- Reigosa-Crespo, V., Valdés-Sosa, M., Butterworth, B., Estévez, N., Rodríguez, M., Santos, E., Torres, P., Suárez, R. & Lage, A. (2012). Basic Numerical Capacities and Prevalence of Developmental Dyscalculia: The Havana Survey. *Developmental Psychology*, 48, 123–135.
- Rusanen, E. & Räsänen, P. (2012). Matematiikassa heikosti suoriutuvien lasten laskustrategioiden kehitys. *NMI bulletin*, 22, 28–41.
- Rutter, M. 1997. Comorbidity: concepts, claims and choices. *Criminal Behaviour and Mental Health*, 7, 265–285.
- 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*. Jyväskylä, Finland: Niilo Mäki Instituutti. Saatavilla: <http://www.lukimat.fi/lukimat-oppimisen-arviointi/materiaalit/tuen-tarpeen-tunnistaminen/2lk/lukeminen/kayttajan-opas/2lk-lukeminen-kayttajan-opas.pdf>
- Salminen, J. (2015). *Response to Computer-Assisted Intervention in Children Most at Risk for Mathematics Difficulties* (Väitöskirja, Jyväskylän yliopisto). Haettu (<https://jyx.jyu.fi/dspace/handle/123456789/48010>)
- Share, D. (2008). On the Anglocentricities of Current Reading Research and Practice: The Perils of Overreliance on an “Outlier” Orthography. *Psychological Bulletin*, 134, 584–615.
- Siegler, R. & Braithwaite, D. (2017). Numerical Development. *Annual Review of Psychology*, 68, 187–213.
- Torppa, M., Georgiou, G., Niemi, P., Lerkkanen, M-K. & Poikkeus, A-M. (2017). The precursors of double dissociation between reading and spelling in a transparent orthography. *Annals of Dyslexia*, 67, 42–62.
- Vanbinst, K., Ceulemans, E., Ghesquière, P. & De Smedt, B. (2015). Profiles of children’s arithmetic fact development: A model-based clustering approach. *Journal of Experimental Child Psychology*, 133, 29–46.
- Vettenranta, J., Välijärvi, J., Ahonen, A., Hautamäki, J., Hiltunen, J., Leino, K., Lähteinen, S., Nissinen, K., Nissinen, V., Puhakka, E., Rautopuro, J. & Vainikainen, M-P. (2016). *Huipulla pudotuksesta huolimatta. PISA 2015 ensituloksia* (Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 41). Opetus- ja kulttuuriministeriö & Koulutuksen tutkimuslaitos. Jyväskylän yliopisto. Saatavilla: <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79052/okm41.pdf>
- Väisänen, E. & Aunio, P. (2016). Laskemisen sujuvuus toiselta neljännelle luokalle sekä yhteys lukemisen sujuvuuden ja nimeämisnopeuden kanssa. *Psykologia*, 51, 244–261.
- Välijärvi, J., Kupari, P., Ahonen, A., Arffman, I., Harju-Luukkainen, H., Leino, K., Niemivirta, M., Nissinen, K., Salmela-Aro, K., Tarnanen, M., Tuominen-Soini, H., Vettenranta, J. & Vuorinen, R. (2015). *Millä eväillä osaaminen uuteen nousuun? PISA 2012 tutkimustuloksia* (Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 6). Opetus- ja kulttuuriministeriö & Koulutuksen tutkimuslaitos. Jyväskylän yliopisto. Saatavilla: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75126/okm6.pdf?sequence=1>

- Willburger, E., Fussenegger, B., Moll, K., Wood, G. & Landerl, K. (2008). Naming Speed in Dyslexia and Dyscalculia. *Learning and Individual Differences*, 18, 224–236.
- Willcutt, E., Petrill, S., Wu, S., Boada, R., DeFries, J., Olson, R. & Pennington, B. (2013). Comorbidity Between Reading Disability and Math Disability: Concurrent Psychopathology, Functional Impairment, and Neuropsychological Functioning. *Journal of Learning Disabilities*, 46, 500–516.
- Wolf, M. & Katzir-Cohen, T. (2001). Reading Fluency and Its Intervention. *Scientific Studies of Reading*, 5, 211–239.
- Zhang, X., Nurmi, J., Kiuru, N., Lerkkanen, M-K. & Aunola, K. (2011). A Teacher-Report Measure of Children's Task-Avoidant Behavior: A Validation Study of the Behavioral Strategy Rating Scale. *Learning and Individual Differences*, 21, 690–698.
- Zhang, X., Koponen, T., Räsänen, P., Aunola, K., Lerkkanen, M-K. & Nurmi, J-E. (2014). Linguistic and Spatial Skills Predict Early Arithmetic Development via Counting Sequence Knowledge. *Child Development*, 85, 1091–1107.
- Ziegler, J., Perry, C., Ma-Wyatt, A., Ladner, D. & Schulte-Körne, G. (2003). Developmental dyslexia in different languages: Language-specific or universal? *Journal of Experimental Child Psychology*, 86, 169–193.
- Ziegler, J., Bertrand, D., Tóth, D., Csépe, V., Reis, A., Faísca, L., Saine, N., Lyytinen, H., Vaessen, A & Blomert, L. (2010). Orthographic Depth and Its Impact on Universal Predictors of Reading. A Cross-Language Investigation. *Psychological Science*, 21, 551–559.

LIITTEET

Liite 1. Standardoitujen mittareiden kuvailevat tiedot luokka-asteittain

Luokka-aste	mittari	mittauskerta	N	min	max	ka	kh	
2. luokka	Sanantunnistus	1	202	0	142	44.72	25.67	
		4	162	2	155	77.18	33.44	
	Lauseiden lukeminen	1	203	3	40	18.30	7.02	
		4	162	6	66	26.85	9.69	
	Yhteenlasku	1	204	0	51	21.71	8.78	
		4	162	2	67	32.55	12.30	
	Vähennyslasku	1	204	4	50	17.58	7.99	
		4	162	0	62	26.38	11.82	
	Aritmetiikka	1	205	2	20	9.95	4.10	
		4	162	1	24	13.81	4.85	
	3. luokka	Sanantunnistus	1	467	8	185	77.18	29.36
			4	430	0	199	104.86	33.91
Lauseiden lukeminen		1	468	6	48	26.48	8.22	
		4	430	0	69	33.37	9.94	
Yhteenlasku		1	464	1	83	28.74	9.98	
		4	428	3	91	38.71	13.31	
Vähennyslasku		1	463	2	54	25.63	9.52	
		4	428	1	64	31.85	12.85	
Aritmetiikka		1	462	0	23	13.94	4.54	
		4	428	1	26	16.28	4.63	
4. luokka		Sanantunnistus	1	369	11	212	99.56	35.28
			4	343	4	214	133.53	40.15
	Lauseiden lukeminen	1	369	3	70	32.53	9.78	
		4	343	7	70	40.67	11.17	

(jatkuu)

Luokka-aste	mittari	mittauskerta	N	min	max	ka	kh
	Yhteenlasku	1	353	6	88	36.74	13.18
		4	312	0	104	44.23	16.90
	Vähennyslasku	1	353	4	85	30.89	11.85
		4	312	0	89	35.29	15.05
	Aritmetiikka	1	352	2	26	15.86	4.36
		4	312	0	28	17.64	4.73
5. luokka	Sanantunnistus	1	284	18	226	123.55	37.69
		4	249	0	338	154.63	44.60
	Lauseiden lukeminen	1	285	5	70	38.36	10.84
		4	249	0	70	45.12	12.65
	Yhteenlasku	1	279	18	101	46.00	15.24
		4	241	0	120	54.40	19.31
	Vähennyslasku	1	279	4	87	37.24	14.01
		4	241	0	120	43.16	18.06
	Aritmetiikka	1	277	2	27	18.49	4.13
		4	241	0	29	19.67	4.65

Liite 2. Mittareiden väliset Spearmanin korrelaatiot luokka-asteittain

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2. lk	1 Sanantunnistus 1. mittaus	-									
	2 Sanantunnistus 4. mittaus	.774**	-								
	3 Lauseiden lukeminen 1. mittaus	.649**	.628**	-							
	4 Lauseiden lukeminen 4. mittaus	.678**	.747**	.707**	-						
	5 Yhteenlasku 1. mittaus	.406**	.437**	.441**	.510**	-					
	6 Yhteenlasku 4. mittaus	.372**	.414**	.448**	.530**	.696**	-				
	7 Vähennyslasku 1. mittaus	.414**	.422**	.431**	.496**	.767**	.686**	-			
	8 Vähennyslasku 4. mittaus	.344**	.389**	.452**	.541**	.712**	.865**	.705**	-		
	9 Aritmetiikka 1. mittaus	.458**	.421**	.421**	.537**	.656**	.582**	.705**	.622*	-	
	10 Aritmetiikka 4. mittaus	.452**	.467**	.515**	.579**	.636**	.672**	.633**	.773*	.676*	-
3. lk	1 Sanantunnistus 1. mittaus	-									
	2 Sanantunnistus 4. mittaus	.747**	-								
	3 Lauseiden lukeminen 1. mittaus	.729**	.564**	-							
	4 Lauseiden lukeminen 4. mittaus	.584**	.676**	.685**	-						
	5 Yhteenlasku 1. mittaus	.325**	.358**	.356**	.373**	-					
	6 Yhteenlasku 4. mittaus	.349**	.431**	.325**	.378**	.664**	-				
	7 Vähennyslasku 1. mittaus	.347**	.409**	.343**	.370**	.730**	.682**	-			

(jatkuu)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8 Vähennyslasku 4. mittaus	.338**	.441**	.275**	.343**	.647**	.845**	.755**	-		
9 Aritmetiikka 1. mittaus	.384**	.406**	.329**	.339**	.638**	.614**	.741**	.650*	-	
10 Aritmetiikka 4. mittaus	.404**	.427**	.382**	.406**	.606**	.720**	.650**	.728*	.693*	-
4. lk 1 Sanantunnistus 1. mittaus	-									
2 Sanantunnistus 4. mittaus	.755**	-								
3 Lauseiden lukeminen 1. mittaus	.725**	.612**	-							
4 Lauseiden lukeminen 4. mittaus	.598**	.671**	.732**	-						
5 Yhteenlasku 1. mittaus	.372**	.387**	.431**	.414**	-					
6 Yhteenlasku 4. mittaus	.388**	.439**	.392**	.430**	.776**	-				
7 Vähennyslasku 1. mittaus	.302**	.336**	.386**	.399**	.816**	.732**	-			
8 Vähennyslasku 4. mittaus	.348**	.373**	.380**	.354**	.745**	.788**	.775**	-		
9 Aritmetiikka 1. mittaus	.356**	.403**	.418**	.420**	.700**	.638**	.726**	.612*	-	
10 Aritmetiikka 4. mittaus	.410**	.390**	.414**	.394**	.664**	.684**	.622**	.691*	.720*	-
5. lk 1 Sanantunnistus 1. mittaus	-									
2 Sanantunnistus 4. mittaus	.808**	-								
3 Lauseiden lukeminen 1. mittaus	.651**	.573**	-							
4 Lauseiden lukeminen 4. mittaus	.550**	.659**	.720**	-						

(jatkuu)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5 Yhteenlasku 1. mittaus	.436 **	.481 **	.444 **	.411 **	-					
6 Yhteenlasku 4. mittaus	.355 **	.461 **	.310 **	.420 **	.773 **	-				
7 Vähennys- lasku 1. mittaus	.467 **	.512 **	.386 **	.400 **	.796 **	.750 **	-			
8 Vähennys- lasku 4. mittaus	.387 **	.452 **	.303 **	.386 **	.717 **	.869 **	.789 **	-		
9 Aritmetiikka 1. mittaus	.496 **	.483 **	.399 **	.408 **	.679 **	.643 **	.756 **	.675* *	-	
10 Aritmetiikka 4. mittaus	.459 **	.501 **	.365 **	.458 **	.625 **	.769 **	.679 **	.764* *	.675* *	-

** p < .01