

**Lukemisen sujuvuuden yhteys matematiikan sanallisista
tehtävistä suoriutumiseen alakoulun toisen luokan
keväällä**

Anne-Marie Rönkä & Hanna Waldén

Erityspedagogiikan pro gradu -tutkielma
Syyslukukausi 2020
Kasvatustieteiden laitos
Jyväskylän yliopisto

TIIVISTELMÄ

Rönkä, Anne-Marie & Waldén, Hanna. 2020. Lukemisen sujuvuuden yhteys matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumiseen alakoulun toisen luokan keväällä. Erityispedagogiikan pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden laitos. 72 sivua.

Lukemisen ja matematiikan osataitojen tutkimuksissa on keskitytty lähinnä lukemisen ja matematiikan sujuvuuden tai lukemisen ymmärryksen ja matematiikan sanallisten tehtävien yhteyden tarkasteluihin. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää lukemisen sujuvuuden yhteyttä matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumiseen alakoulun toisen luokan keväällä, kun peruslaskutaidon sujuvuus ja sukupuoli oli otettu huomioon. Tutkimusaineisto kerättiin osana Jyväskylän yliopiston toteuttamaa FLARE -hanketta, jossa tutkittiin oppilaiden luku- ja laskutaitojen sujuvuuden kehitystä sekä sujuvuusongelmien taustaa ensimmäisen luokan keväästä kolmannen luokan kevääseen. Tutkimushankkeeseen osallistui erään maakunnan kuuden koulun oppilaat (N=201). Oppilaista 98 (48.8%) oli poikia ja 103 (51.2%) tyttöjä. Tässä tutkimuksessa oppilaiden taitoja tutkittiin poikkileikkausasetelmassa. Tutkimusaineisto analysointiin SPSS24-ohjelmistolla kahden toisistaan riippumattoman otoksen t-testien, Pearsonin korrelaatiokertoimien sekä hierarkkisen lineaarisen regressioanalyysien avulla. Tulosten perusteella oppilaiden lukemisen sujuvuus selittää toisen lukuvuoden keväällä matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumista vähän. Lukemisen sujuvuuden oma selitysosuus oli yhteisvaihtelusta 1.4%, kun peruslaskutaidon sujuvuus ja sukupuoli oli huomioitu. Sukupuolten välisissä tarkasteluissa havaittiin tilastollisesti suuntaa antava ja positiivinen yhteys matematiikan sanallisiin tehtäviin pojilla (selitysosuus 2%, $p=.058$) mutta ei tytöillä ($p=.247$). Suoriutuminen matematiikan sanallisista tehtävistä näyttöisi alakoulun toisen luokan keväällä olevan selvemmin yhteydessä matematiikan osaamiseen kuin lukemisen taitotasoon. Taustamuuttujista aritmeettisilla taidoilla oli merkittävä positiivinen yhteys matematiikan sanallisten tehtävien suoriutumiseen selitysosuuden ollessa 34 prosenttia. Mitä paremmat aritmeettiset taidot oppilailla oli, sitä paremmin he suoriutuivat matematiikan sanallisista tehtävistä. Tutkimus antoi uutta tietoa lukemisen sujuvuuden ja matematiikan sanallisten tehtävien välisestä yhteydestä alakoulun toisella luokalla sekä sukupuolen merkityksestä matematiikan sanallisiin tehtäviin. Tässä tutkimuksessa korostuivat aritmeettiset taidot ratkaistaessa matematiikan sanallisia tehtäviä. Täten näiden taitojen kohdennettu harjoittaminen ensimmäisten kouluvuosien aikana voisi mahdollisesti edistää myös suoriutumista matematiikan sanallisista tehtävistä.

Avainsanat: lukusujuvuus, matematiikan sanalliset tehtävät, toisen luokan oppilaat, sukupuoli

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

1	JOHDANTO	1
1.1	Lukutaidon kehitys alkuopetuksen aikana.....	4
1.2	Lukemisen sujuvuuden kehittyminen.....	9
1.3	Matematiikan taitojen kehitys alkuopetuksen aikana.....	11
1.4	Aritmeettisten taitojen kehityksestä laskusujuvuuteen.....	12
1.5	Matematiikan sanallisten tehtävien käsitteenmäärittely ja haasteet.....	14
1.6	Luku- ja laskusujuvuuden yhteys matematiikan sanallisiin tehtäviin.....	16
1.7	Komorbiditeetti lukemisessa ja matematiikassa.....	18
2	TUTKIMUSTEHTÄVÄ- JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	22
3	TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN	26
3.1	Tutkimuskonteksti ja tutkittavat.....	26
3.2	Mittarit ja muuttujat.....	27
3.3	Aineiston analyysi.....	30
4	TULOKSET	33
4.1	Oppilaiden lukemisen sujuvuuden yhteys matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumiseen toisen kouluvuoden keväällä.....	33
4.2	Poikien ja tyttöjen lukemisen sujuvuuden ja matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumisen yhteys toisen kouluvuoden keväällä.....	36
5	POHDINTA	39
5.1	Tulosten tarkastelua ja johtopäätökset.....	39
5.2	Tutkimuksen arviointia ja jatkotutkimushaasteet.....	46
5.3	Käytännön merkitys.....	50
	LÄHTEET	54
	LIITTEET	67

1 JOHDANTO

Matemaattisten perustaitojen hallinta ja laskusujuvuuden omaksuminen voidaan katsoa alkavan jo varhaislapsuudesta, mutta näiden taitojen omaksuminen on kuitenkin hyvin yksilöllistä. Esimerkiksi lasten luontainen taipumus lukumääräisyyden tarkasteluun ja varhaiset oppimiskokemukset matematiikan parissa vaikuttavat siihen, millaiset matemaattiset valmiudet heillä on formaalin opetuksen alettua. (Aunio 2008; Lusetti & Aunio 2012.) Nämä yksilöiden väliset eroavaisuudet näkyvät kouluun tultaessa esimerkiksi osaamisen huomattavina vaihteluina niin matemaattisissa suhdetaidoissa, laskemisen taidoissa, yhteen- ja vähennyslaskun sujuvuudessa yksinumeroisilla luvuilla kuin sanallisten yhteen- ja vähennyslaskutehtävien ratkaisemisessa (Mononen, Aunio, Hotulainen & Ketonen 2013).

Matemaattisia taitoja ja niiden kehittymistä on kirjallisuudessa jaoteltu eri tavoin. Yksi yleinen tapa tarkastella matemaattisia taitoja ja niiden kehittymistä, on ollut jakaa ne ilmenemisajankohtansa mukaan primaareihin ja sekundaareihin taitoihin. Tämän näkemyksen mukaan osa matemaattisista taidoista, kuten implisiittinen ymmärrys lukumäärästä, ordinaalisuudesta, laskemisesta ja yksinkertaisesta aritmetiikasta, ovat synnynnäisiä, siinä missä osa matemaattisista taidoista opitaan vasta formaalin opetuksen yhteydessä (Geary 2000). Näillä sekundaarisilla taidoilla ei ole synnynnäistä perustaa, minkä seurauksena näiden taitojen kehitys voi vaihdella huomattavasti niin koulutuskäytäntöjen mukaan, kuin myös eri maiden ja sukupolvien välillä (Geary 2000). Toinen yleinen tapa ryhmitellä matemaattisia taitoja on jakaa ne neljään päätaitoalueeseen ja edelleen useampaan osataitoalueeseen: 1) laskemisen taidot, 2) aritmeettiset perustaidot 3) lukumääräisyyden tajun kyky sekä 4) matemaattisten suhteiden ymmärtäminen. Näiden pää- ja osataitoalueiden opetuksen on katsottu yhdessä luovan hyvät edellytykset

matematiikan perustaitojen hallinnalle sekä laskusujuvuuden kehitykselle. Lisäksi ne antavat opettajalle keinoja tunnistaa ne oppilaat, joille matematiikan oppiminen koulussa voi muodostua haasteelliseksi. (Aunio 2008; Aunio & Räsänen 2015.)

Uusimmassa perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (POPS 2014) matematiikan painotus on siirtynyt yhä enemmän peruslaskutaitojen ohella ongelmanratkaisutaitojen harjoittamiseen, missä tavoitteena on saada oppilaat ymmärtämään sekä soveltamaan oppimiaan laskusääntöjä myös oikeissa tosielämän tilanteissa. Näistä ongelmanratkaisun yhteyteen sijoittuvista matematiikan sanallisista tehtävistä on mahdollista löytää monia aritmeettisista tehtävistä tunnettuja numeerisia prosesseja, jotka voidaan jakaa sisältönsä mukaan numeroiden ominaisuuksiin, vaadittaviin laskutoimituksiin, matemaattisiin ratkaisustrategioihin, tietojen merkityksellisyyteen sekä muihin numeerisiin prosesseihin ja esityksiin (Daroczy, Wolska, Meurers & Nuerk 2015). Toisaalta suurimmat eroavaisuudet muihin aritmeettisiin tehtäviin ja taitoihin nähden ovat puolestaan kielellisen informaation lisäys sekä ratkaisuun vaadittavien välivaiheiden määrä (Cummins, Kintsch, Reusser & Weimer 1988; Fuchs, Fuchs, Compton, Hamlett & Wang 2015; Fung & Swanson 2017; Wang, Fuchs & Fuchs 2016). Toisin sanoen matematiikan sanalliset tehtävät, jotka ovat pääosin kielelliseen muotoon kirjoitettuja tehtäviä, edustavat matematiikan tehtävätyyppiä, missä erityisesti kielen rakenteellisilla tekijöillä sekä semanttisilla tekijöillä on vaikutusta lasten matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumiseen (Daroczy ym. 2015; Walkington, Clinton & Shivraj 2018; Walkington, Clinton & Sparks 2019). Näiden verbaalisten vihjeiden vaikutus matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumiseen voidaan katsoa olevan merkittävää erityisesti nuoremmilla oppilailta, jotka vasta opettelevat yhdistämään matemaattis-spesifejä sanoja, kuten ”yhdistää”, ”löytää” ja ”ottaa pois” suurempiin kokonaisuuksiin, kuten koota yhteen, erottaa ja luovuttaa.

Tässä tutkimuksessa tavoitteena oli tarkastella kielellisen informaation ymmärtämiseen tarvittavaa lukemisen sujuvuutta ja selvittää jääkö lukemisen sujuvuudelle omaa selitysosuutta matematiikan sanallisia tehtäviä ratkaistaessa,

kun peruslaskutaidon sujuvuus ja sukupuoli on otettu huomioon. Tutkimuksen kohderyhmänä olivat erään maakunnan alakoulun toisen luokan oppilaat, joiden taitoja tutkittiin poikkileikkausasetelmassa. Olemme tutkimuksessamme määritelleet lukemisen sujuvuuden koskemaan sekä teknistä lukutaitoa, että tekstin ymmärtämisen taitoa. Lukemisen sujuvuudelle ominaisten prosodisten piirteiden, kuten äänenpainon, äänenvoimakkuuden ja tarkoituksenmukaisen tekstin muotoilun asianmukainen käyttö on tässä tutkimuksessa jätetty pois testin ollessa hiljaiseen lukemisen sujuvuuteen tähtäävä aikarajallinen tehtäväkokonaisuus. Matematiikan sanalliset tehtävät on puolestaan tässä tutkimuksessa määritetty koskevan kirjallisesti tuotettuja parin lauseen mittaisia tehtäväkokonaisuuksia, jotka sisältävät vain tarvittavat numerot ja verbaalisti kirjoitetun tiedon ongelman yksivaiheisen ratkaisun kannalta. Tehtävissä esiintyy erilaisiin ratkaisustrategioihin perustuen kysymystavoiltaan niin vertaa, muutos, yhdistä kuin tasaa tyyppisiä tehtäviä, missä esiintyvät luvut ja laskujen ratkaisut koostuivat yhteen- ja vähennyslaskuista sekä kerto- ja jakolaskuista.

Tutkimuksen kirjallisuusosiossa kuvataan ensin lasten luku- ja laskutaidon sekä luku- ja laskusujuvuuden kehitystä kuin myös tarkastellaan näiden osataitojen taustalla vaikuttavia tekijöitä. Tämän jälkeen määritellään matemaattisten taitojen osa-alue, matematiikan sanalliset tehtävät, sekä tarkastellaan lähemmin, kuinka luku- ja laskusujuvuus ovat yhteydessä matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumiseen. Lisäksi käsitellään osataitojen keskinäistä komorbiditeettia eli lukemisen ja matematiikan vaikeuksien päällekkäisestä esiintymisestä. Kirjallisuusosion jälkeen esitellään tutkimustehtävä ja tutkimuskysymykset sekä kerrotaan tarkemmin tutkimuksen menetelmällisistä valinnoista. Tulosoasioissa esitetään saadut tulokset tutkimuskysymyksittäin, jonka jälkeen pohdinnassa tarkastellaan saatuja tuloksia suhteessa aikaisempiin tutkimuksiin, arvioidaan tutkimuksen luotettavuutta ja toistettavuutta, esitellään jatkotutkimushaasteet sekä pohditaan tulosten käytännön merkitystä.

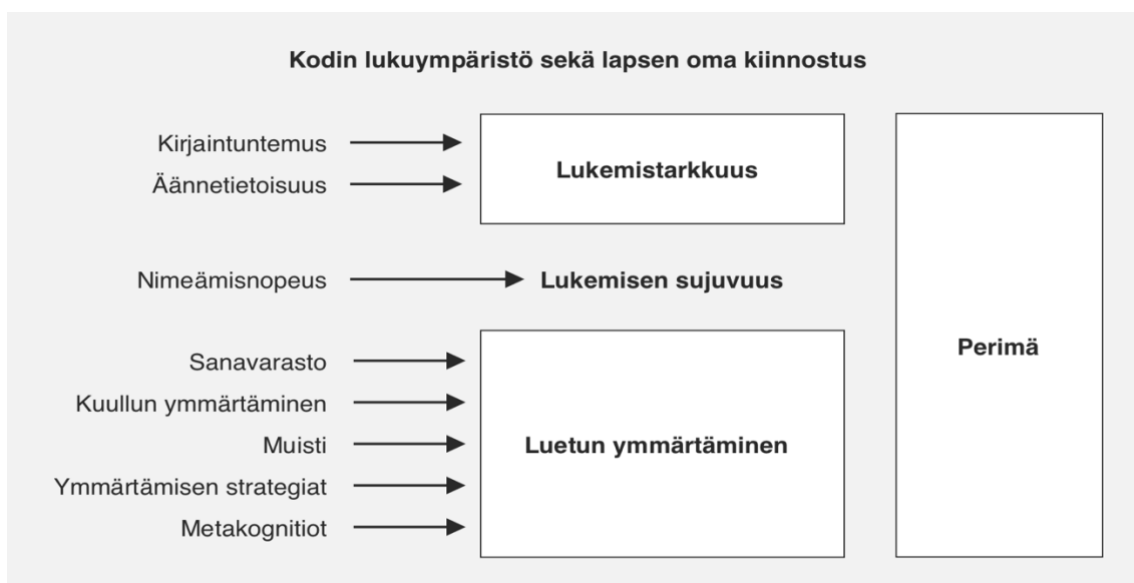
1.1 Lukutaidon kehitys alkuopetuksen aikana

Aro ja Lerkkanen (2019) jäsentävät lukutaitoon vaikuttavan muun muassa perimän, yksilön taidolliset valmiudet, kielelliset ja kognitiiviset tekijät, mutta myös motivaation lukutaidon harjoittelua kohtaan. Tärkeässä osassa ovat motoriset valmiudet, kuten hieno- ja karkeamotoriikka, sosio-emotionaaliset valmiudet sekä näön ja kuulon yhteistyö. Lukutaidon oppiminen on kuitenkin pitkä prosessi (Salmi, Huemer, Heikkilä & Aro 2013). Esimerkiksi varhaislapsuudessa lapsi alkaa kiinnittämään huomiota puheen eri piirteisiin sekä pikkuhiljaa erottamaan puheesta kielen pienempiä yksiköitä ja rakenteita, kuten tavuja ja äänneitä (Aro & Lerkkanen 2019). Tätä niin kutsuttua kielellisen tietoisuuden kehitystä pystytään tukemaan esimerkiksi loruin, riimein ja leikein, joissa opetellaan kirjaimia ja äänneitä (Heikkilä 2016). Tällä edellä mainitulla kielellisellä kehityksellä on pitkällä tähtäimellä vaikutusta luku- ja kirjoitustaidon omaksumiseen (esim. Catts, Fey, Zhang & Tomblin 1999). Ennen koulun alkua lukemaan oppimista ennustavat valmiudet ovat esimerkiksi 5-7-vuotiailla kielellinen lähimuisti, kirjainten nimien tuntemus, nimeämisen nopeus sekä puheäänien erottelukyky. Sen sijaan alakoulun ensimmäisille luokille tultaessa, 7-8-vuotiailla, ennustavia tekijöitä ovat lukemisen virheettömyys ja sujuvuus sekä kirjoittamisen sujuvuus. (esim. Heikkilä 2016; Karppi 1983; Takala 2006.)

Lukutaidon pääpainopiste on koulun alussa nimenomaan lukutaidon perustekniikan oppimisessa, mistä myöhemmin siirrytään kohti tekstin tulkintaa, kirjoitustaitoa ja funktionaalista monilukutaitoa (Aro & Lerkkanen 2019). Alakoulussa korostetaan kokoavaa lukemistaitoa kirjain-äänne-vastaavuuden takia, jonka oppilaat oppivat nopeasti (Salmi ym. 2013). Sen sijaan luetun ymmärtäminen jää oppilaille aluksi heikommaksi taidoksi verrattuna tekniseen lukutaitoon, sillä lukutaidon kehittymiseen tarvitaan motivaatiota, toistoa ja harrastuneisuutta sekä luku- ja kirjoitustaitoa, jotka eivät kehity erillään lapsen kehityksestä vaan osana sitä (esim. Lerkkanen 2006). Ketonen (2010) onkin omassa tutkimuksessaan painottanut, että oppilaan lukutaidon opetuksen

eriyttäminen luokassa on tärkeää etenkin ensimmäisellä luokalla, sillä luokassa voi olla hyvin eritasoisia lukijoita. Myös Mäkisen (2005) tutkimus tukee tätä lukutaidon opetuksen eriyttämistä oppilaan taitotason mukaan, sillä hänen mukaansa vielä toisen lukuvuoden loppuvaiheessa lukemisen sujuvuudessa voidaan nähdä huomattavia eroavaisuuksia eri yksilöiden välillä.

Teknisen lukutaidon oppimisen jälkeen tärkeiksi osataidoiksi nousevat sana- ja käsitevaraston laajuus sekä puheen ja kuullun ymmärtämistaidon oppiminen (Lerikkanen 2006). Vellutinin, Fletcherin, Snowlingin ja Scanlonin (2004) mukaan lukutaito sisältää luetun ymmärtämisen ja virheettömän sanojen tunnistamisen. Lerkkasen (2013, 29) mukaan lukutaidon pohja luodaan jo varhaisessa vaiheessa. Perimän lisäksi taitojen kehitykseen vaikuttavat muun muassa kirjaintuntemus, äännetietoisuus, muisti ja kuullun ymmärtäminen. Merkitystä on myös koulun, ympäristön ja lapsen asenteella lukemista kohtaan (kuvio 1).



KUVIO 1. Lukutaito ja sen taustatekijät (mukaillen Lerikkanen 2013)

Riittävä kannustus lukemista kohtaan on siis tärkeää, sillä lapsen tietoisuus kirjoitetusta kielestä edesauttaa hänen sanavarastoansa ja metalingvististä tietoisuutta (äänteet, tavut ja sanat), ja edistää näin ollen lukutaidon kehitystä. Lukutaidon kehittämisessä tärkeänä tekijänä pidetään myös kielellistä

tietoisuutta, jolla tarkoitetaan lapsen kyvykkyyttä ja ymmärrystä havaita puhutun ja kirjoitetun kielen välinen yhteys. Kielellisen tietoisuuden kautta lapsi pystyy erottamaan kielestä esimerkiksi riimejä ja sanojen rytmejä, jotka ovat tärkeä osa lukemaan oppimista. (Lerkkanen 2013, 29.) Lisäksi peruslukutaidon saavuttamiseksi tarvitaan kirjaintuntemusta, kykyä yhdistää äänteitä aina sanoiksi ja kirjain- äännevastaavuuden ymmärtämistä (Aro & Lerkkanen 2019, 252).

Lukutaidon myöhemmässä vaiheessa lapsi pystyy ymmärtämään ja havaitsemaan puhutun ja kirjoitetun kielen välisen yhteyden sekä yhdistelemään sanojen foneemeja. Tämä niin sanotun kirjain-äännevastaavuuden on katsottu olevan keskeistä luku- ja kirjoitustaidon oppimisessa suomen kielessä. (Lerkkanen 2006.) Lukutaidon päämääränä voidaan puolestaan nähdä olevan sujuva lukeminen ja sitä kautta luetun ymmärtäminen. Luetun ymmärtämiseen vaaditaan peruslukutaidon lisäksi muun muassa sujuvaa lukutaitoa, työmuistia, kuullun ja luetun ymmärtämistaitoa, erilaisia lukustrategioita sekä ylemmän tason strategioita (esim. Lerkkanen & Torppa 2019, 290).

TAULUKKO 1. Luetun ymmärtämisen prosessit (mukaiillen Lukimat 2019)

Luetun ymmärtämisen perusvaatimukset	Ylemmän tason prosessit
- Kuullun ymmärtäminen	- Päätelmien tekeminen
- Lukemisen perustaito	- Ymmärtämisen valvominen
- Sanavarasto, työmuisti	- Tietous tarinan rakenteesta

Perustasojen lisäksi luetun ymmärtämisessä tärkeää ovat ylemmän tason strategiat (taulukko 1). Ylemmän tason vaiheisiin tarvitaan muun muassa ymmärtämisen valvomista, päättelykykyä ja tietoisuutta tarinan eri vaiheista. Ymmärtämisen valvomisella tarkoitetaan sitä, kun lukija pystyy analysoimaan lukemaansa ja sitä, ymmärtääkö hän lukemaansa. Mikäli lukija havaitsee, ettei hän ymmärrä, voi hän käyttää niin sanottuja korjaavia strategioita ymmärtämiseen. (Lukimat 2019.) Luetun ymmärtämisen opetuksessa onkin

alettu painottamaan lukijan aktiivisuutta vuorovaikutuksen näkökulmasta ja siten esimerkiksi kysymykset helpottavat luetun ymmärtämistä (Lerikkanen 2006).

Luetun ymmärtämisestä puhutaan usein lukemisen yksinkertaisessa mallissa (the simple view reading), jossa lukutaito koostuu luetun ymmärtämisen lisäksi teknisestä lukutaidosta. Luetun ymmärtämisen strategioita ovat *toistava, päättelevä, arvioiva ja soveltava taso*. Näistä ensimmäisessä oppilas kykenee tunnistamaan tekstistä sisältöjä ja muistamaan esimerkiksi tapahtumapaikan. Tähän vaiheeseen liittyvät kysymykset: kuka, mitä, missä, milloin. Päättelevässä tasossa oppilas puolestaan pystyy tekemään päätelmiä ja pohtimaan tekstiä syvällisemmin ikään kuin tekstin läpi. Tähän liittyy kysymys miksi? Arvioivassa tasossa lukijan on kyettävä yhdistämään tekstin sisältö omaan aiemmin opittuun ja näin ollen jäsentämään asioiden oikean laadun ja todenmukaisuuden. Tähän vaiheeseen liittyvät kysymykset: Mitä mieltä olet ja mitä itse tekisit jos? Viimeiseen tasoon kuuluvat luovuus ja siihen liittyvät prosessit. Tällöin nousee esille myös niin sanottu kriittinen lukutaito, joka linkittyy etenkin lukemisen ymmärtämisen soveltavaan tasoon. (Lerikkanen 2006: Vähäpassi 1987.)

Luetun ymmärtämisestä on olemassa kuitenkin myös muita tulkintamalleja. Esimerkiksi Harsten (1985) esittelee lukemisen ymmärryksen eri vaiheet seuraavasti: Ensimmäinen vaihe on informaation siirto, jolloin tekstin sisältö välittyy sellaisenaan lukijalle. Toiseen vaiheeseen puolestaan sisältyy vuorovaikutusvaihe, jossa teksti ja lukija ovat aktiivisessa vuorovaikutuksessa toisiinsa nähden. Viimeisestä vaiheesta puhutaan transaktion käsitteellä, jossa oppija pystyy jo tulkitsemaan tekstiä aiemman kokemuksen pohjalta. (Harste 1985.)

Ymmärtämisstrategioista voidaan puolestaan erottaa pinta- ja syväprosessoinnin tasot. Pintaprosessoinnissa keskeisessä asemassa ovat tunnistava ja toistava strategia. Näistä ensimmäisessä lapsi pystyy lukemaan tekstin käytännössä teknisesti oikein, mutta ilman ymmärrystä. Toistavassa strategiassa lukija pystyy löytämään vastauksia tekstistä ja muistamaan tekstiä.

Syväprosessointistrategioissa prosessit jaetaan päättelevään, arvioivaan ja luovaan vaiheeseen. Päättelevässä vaiheessa lapsi pystyy tekemään päätelmiä suhteessa tekstiin, kun taas arvioivassa vaiheessa lapsi osaa analysoida, ymmärtää syvällisesti ja luoda mielipiteitä tekstistä. Luovassa vaiheessa yhdistyy kaikki edellä mainitut prosessit. Nämä strategiat ovat tavallaan hierarkkisia, jolloin edetään tasolta toiselle, kun aiempi vaihe on opittu. (LukiMat 2019.)

Fonologinen tietoisuus on tärkeä lukemisen sujuvuuden ja luetun ymmärtämisen osatekijä. Salmi ja kollegat (2013) määrittelevät fonologisen tietoisuuden tärkeimmiksi tekijöiksi äänteiden sujuvan hallinnan ja käsittelyn. Fonologiseen tietoisuuteen vaikuttavat kielellinen muisti ja nimikkeiden mieleen palauttamisen sujuvuus yhdistettynä visuaaliseen ja kielelliseen koodaukseen, kykyyn laskea tavujen määrä ja tunnistaa sanojen alkuäänteitä, mutta myös kirjain-äännevastaavuuden hallintataittoa. (Lerkkanen 2006.) Heikkilän (2016, 4) mukaan fonologisuudessa ilmenevät ongelmat vaikuttavat lukemisen sujuvuuteen. Service ja Laasonen (2019) puolestaan toteavat, että fonologista tietoisuutta voidaan testata siten, että sanasta jätetään jokin sanan äänneistä pois. Lapset, joiden fonologista tietoisuutta tuettiin ennen koulun alkua, esimerkiksi päiväkodissa, oppivat lukemaan ja kirjoittamaan vertaisiaan helpommin (Lerkkanen 2006).

Monet lukutaitoon liittyvät tutkimukset pohjautuvat englannin kieleen, joka on suomen kieleen verrattuna hyvin epäsäännönmukainen kieli. Suomen kieli luokitellaan säännönmukaisiin kieliin, joiden keskeisimmät tunnuspiirteet ovat kokoava lukutaito, yksinkertainen fonologinen rakenne, kirjaintuntemus ja äänteiden vähäinen määrä. Suomen kielessä äänneitä on 21, joista 13 on konsonantteja ja loput vokaaleita. Suomen kielessä lukemaan oppimista helpottavat kirjoitusjärjestelmän äänteiden ja kirjainten välinen looginen suhde, sillä äänneet vastaavat pitkälti kirjoitettuja kirjaimia, toisin kuin esimerkiksi englannin kielessä, jossa lukemaan oppiminen kestää suomen oppimiseen verrattuna useita vuosia kauemmin. (Aro & Lerkkanen 2019; Holopainen 2002; Lerkkanen 2006; Service & Laasonen 2019.) Lerkkanen, Rasku-Puttonen, Aunola

ja Nurmi (2004) kiteyttävätkin, että parhaiten lukemaan oppivat lapset, jotka jo kouluun tullessa tuntevat kirjaimia.

Ketosen (2010) mukaan lapset siirtyvät nopeammin lukemisessa alfabeettiseen vaiheeseen, mitä säännönmukaisempi kieli on kyseessä. Alfabeettisuudella tarkoitetaan, kun lukija pystyy hyödyntämään kirjain-äännevastaavuutta ja liittämään äänteet sanoiksi (Ketonen 2010). Sujuvan ääntämyksen saamiseksi lapsen tulisi pystyä oppimaan kirjainta vastaava äänne ja kokoamaan nämä (Aro 2006). Suomen kielessä lukemaan oppimista vaikeuttavat etenkin suomen kielen pitkät sanat sekä taivutusten suuri määrä (Lerkkanen 2006; Salmi ym. 2013). Esimerkiksi Karlsson (1999) antaa suomen kielen vaikeudesta esimerkkisanan kauppa, josta on olemassa peräti 2253 eri taivutusmuotoa. Säännönmukaisissa kielissä juuri lukemisen sujuvuuden vaikeudet, sanojen monimutkaiset taivutukset ja nopean nimeämisen pulmat viittaavat lukivaikeuksiin (Salmi ym. 2013). Koska Suomen kieli on kirjoitusjärjestelmältään säännönmukainen, korostuu Wimmerin (1993) mukaan nimeämisnopeus tärkeimpänä ennustavana tekijänä sen suhteen, onko lukivaikeuden riski olemassa. Usein nimeämisvaikeuksien syynä onkin liian vähäinen harjoitus ja kokemus kirjoitetusta äidinkielestä sekä riittävän harjoittelun ja motivaation puuttuminen (Heikkilä & Eklund 2018).

1.2 Lukemisen sujuvuuden kehittyminen

Lukemisen sujuvuudella tarkoitetaan sitä, miten tarkasti ja nopeasti lapsi lukee ja kuinka automatisoitunutta lukeminen on (Aro & Lerkkanen 2019; Salmi ym. 2013). Lukemisen sujuvuuteen vaikuttaa kaksi tekijää: automatisoitumiseen perustuva sujuvuus, joka ilmenee nopeutena sekä kokemukseen perustuva sujuvuus, joka liittyy ennakointiin (esim. Heikkilä 2016; Lerkkanen 2006). Lukemisen sujuvuuteen tarvitaan kunnolliset lukemisen perustaidot, kuten kyvykkyys koodata sanoja sarjalliseen muotoon, kirjain-äänne-vastaavuuksien ymmärtämisen taitoa sekä tavujen ja äänneiden yhdistämistäittoa (Salmi ym. 2013). Lerkkanen (2006) täydentää, että ymmärrys kirjoitetusta kielestä,

säännöllinen harjoittelu ja motivaatio ovat myös tärkeässä osassa lukemisen sujuvuutta, sillä muutoin dekodaukset eivät pääse kehittymään riittävästi. Lukemisen sujuvuudessa ei myöskään saisi painottaa lukemisen nopeutta luetun ymmärtämisen kustannuksella, sillä tällöin vaarana ovat tekstin merkityksen ja luetun ymmärtämisen taidolliset heikkoudet (Lerikkanen 2006).

Heikkilän (2016) sekä Salmen ja kollegoiden (2013) mukaan sujuvan lukemisen tunnusmerkkejä ovat etenkin tarkkuus, lukunopeus ja automaattisuus sekä ilmeikkyys, jolla tarkoitetaan ääneen lukiessa äänensäätelyä ja painotuksia. Tässä mielessä lukemisen sujuvuuden voidaan katsoa olevan jatkumo dekodauksen ja luetun ymmärtämisen välillä. Näistä kaksi ensimmäistä ovat myös ilmeikyyden edellytyksiä, kun taas automaattisesti lukevalla ei ole tarvetta kiinnittää huomiota epäolennaiseen. Lasten lukemisen sujuvuuden harjoittamiseen tulisikin kiinnittää huomiota, sillä lukemisen sujuvuus vaikuttaa luetun ymmärtämiseen ja motivaatioon lukemista kohtaan ja siten myös muihin oppiaineisiin. (esim. Heikkilä 2016; Leinonen ym. 2001.)

Sujuvaan lukemiseen vaaditaan riittävän monipuolista ymmärrystä kirjoitetusta kielestä. Lukemisen sujuvuuden perustaitojen kehittämisessä korostetaan jatkuvuutta ja toistamista, jolloin sanoista jää muistijälki ja siten sujuva lukutaito pääsee kehittymään. Harjoittelussa tärkeitä ovat myös myönteiset kokemukset tekstin parissa, kirjallisen materiaalin riittävä kertaaminen sekä tavun ympärille keskittyvät interventiot. (Salmi ym. 2013.) Rasinskin (2003) mukaan opettajan tulisi lukea aloittelevalle lukijalle mahdollisimman paljon ääneen. Kun lapset kuulevat paljon erilaisten tekstien ääneen lukemista, heidän on mahdollista saada monipuolisia malleja siitä, miltä sujuva lukemisen kuulostaa (Lerikkanen 2006, 103). Harjoittelevan lukijan on katsottu puolestaan hyötyvän esimerkiksi yksin- ja parilukemisesta, kuorolukemisesta, toistoluennasta kuin myös nauhoitetusta lukemisesta. Sujuvassa lukuvaiheessa oppilas puolestaan pystyy itsenäisesti lukemaan ilman apua. (Rasinski 2003.) Huemerin (2009) mukaan on olemassa kaksi tapaa sujuvuuden harjoittamiseen: yleinen lukuharjoittelu, jossa opetellaan sujuvan lukemisen strategiaa, sanavarastoa sekä kehitetään kielellisiä taitoja esimerkiksi

tekstien avulla. Toinen tehokkaampi tapa on esimerkiksi toistava lukuharjoittelu, jossa kehitetään sanantunnistusnopeutta ja -automaattisuutta lukemalla tekstejä, sanoja ja tavuja esimerkiksi minuutti- tai vuorolukuna. (Huemer 2009.) Lukemisen sujuvuudessa esiintyvien haasteiden voidaan katsoa olevan tyypillisimpiä lukivaikeuden piirteitä ja taustalla on havaittu useimmiten olevan fonologisia vaikeuksia, nimeämisen hitautta ja automatisoinnin puutetta (Heikkilä 2016; Wolf, Bowers & Biddle 2000).

1.3 **Matematiikan taitojen kehitys alkuopetuksen aikana**

Matemaattisten perustaitojen kehittyminen ja laskutaidon sujuvuus voidaan katsoa alkavan jo varhaislapsuudesta, paljon ennen formaaliin opetukseen siirtymistä. Näiden taitojen kehittyminen on kuitenkin hyvin yksilöllistä. (Aunio 2008; Koponen, Mononen & Räsänen 2014, 333; Lusetti & Aunio 2012.) Kehittyneemmät alkuvalmiudet ennustavat esimerkiksi nopeampaa oppimisprosessia ja taitojen ennusmerkkinä voidaan pitää muun muassa lukujonotaitojen varhaista hallitsemista. Matematiikan taitoihin vaikuttavat sekä motivaatio taidon opettelua kohtaan, että alkuvalmiuksien taso. (esim. Aunola & Nurmi 2018, 54.) Kaikilla lapsilla huomion kiinnittäminen arjessa tapahtuvaan matematiikkaan ei tule automaattisesti. Monille lapsille taipumus spontaaniseen esineiden, tapahtumien ja asioiden lukumääräisyyden tarkasteluun on vahva jo varhaislapsuudessa siinä missä toisille ei (Lusetti & Aunio 2012). Myös varhaiset oppimiskokemukset niin kotona kuin päivähoitossa voivat vaihdella suuresti eri yksilöiden välillä (Aunio 2008).

Mononen, Aunio, Väisänen, Korhonen ja Tapola (2013, 16) esittelevät Aunion ja Räsänen (2015) toteamuksen siitä, että alle kouluikäisten lasten matematiikan taitojen osa-alueita ovat lukumääräisyyden ymmärrys, aritmeettinen osaaminen, laskemisen (kuten numerosymbolit) taidot ja matemaattisten suhteiden ymmärtäminen. Nämä taidot ovat perusta tuleville taidoille. Tyypillisesti esikouluiässä lapsi on oppinut yhdistämään jonkin verran lukumääriä sekä -sanoja vastaaviin numerosymboleihin (Koponen, Salminen &

Sorvo 2019, 326). Mononen, Aunio, Väisänen, Korhonen ja Tapola (2017, 22) täydentävät, että koulun alkaessa oppimistavoitteita ovat esimerkiksi lukumäärän, lukusanan ja numerosymbolin välisten yhteyksien ymmärtäminen. Kun taas ikävuosien 8–12 vaiheilla seuraavilla taidoilla on eniten merkitystä: sanallisten tehtävien ratkaisutaidoilla, aritmeettisilla taidoilla, lukualueen ymmärtämisellä sekä rationaaliluvuilla. (Aunio & Räsänen 2015; Mononen ym. 2017, 30.) Monosen ja kollegoiden (2017, 30) mielestä 8–12-vuotiaille etenkin kertolaskun, laskemisen taidon, lukumääräisyyden tajun ja yhteenlaskun ymmärtäminen ovat tärkeitä opittavia kokonaisuuksia. Voidaan siis kiteyttää, että sujuvat taidot peruslaskutaidoissa ovat edellytys ”myöhemmälle ongelmattomalle matematiikan oppimiselle”, kuten Calhoon, Emerson, Flores ja Houchins (2007, 292) jäsentävät.

Aunio, Hannula ja Räsänen (2004) kertovat kognitiivisen suorituskyvyn olevan tärkeää siinä, osaako lapsi poimia tehtävistä olennaisia seikkoja ja muodostaa niistä uusia skeemoja. Matemaattiset taidot ovat hierarkkiset siinä mielessä, että uusi asia perustuu vanhaan asiaan ja näin ollen peruskäsitteiden automatisoituminen edesauttaa keskittymistä monitahoisempiin ongelmanratkaisutehtäviin (Koponen ym. 2019, 334). Nämä yksilöiden väliset eroavaisuudet niin taitojen kehityksessä kuin aiemmassa harjoittelun määrässä näkyvät myös kouluun tultaessa huomattavina osaamisen vaihteluina matemaattisissa suhdetaidoissa, laskemisen taidoissa, yhteen- ja vähennyslaskun sujuvuudessa yksinumeroisilla luvuilla, mutta myös sanallisten yhteen- ja vähennyslaskutehtävien ratkaisemisessa (Mononen ym. 2013).

1.4 Aritmeettisten taitojen kehityksestä laskusujuvuuteen

Aritmeettisilla taidoilla viitataan laskutoimituksissa tarvittaviin loogisiin periaatteisiin, kuten yhteen-, vähennys-, kerto- ja jakolaskuihin, jotka ovat keskeisiä taitoja alakouluikäisillä. Aritmeettisistä taidoista ensimmäisenä kehittyvät yleensä yhteen- ja vähennyslasku, jolloin oppilas käyttää apunaan laskiessa esineitä tai asioita. (Mononen ym. 2017, 25, 27, 30.) Aritmeettisten

taitojen (arithmetic principles) perustana on muun muassa laskemisen taito (esim. Aunio & Niemivirta 2010) siinä, missä aritmeettiset taidot itsessään ovat osa isompaa taitokokonaisuutta, jota kutsutaan matemaattisten suhteiden ymmärtämiseksi (Mononen ym. 2017, 23).

Matemaattisten suhteiden ymmärtämiseen kuuluvat tämän lisäksi matemaattiset symbolit, matemaattis-loogiset taidot, paikka-arvot ja kymmenjärjestelmä (Mononen ym. 2017, 23). Aritmeettiset taidot sujuvoittavat ongelmanratkaisua ja nopeuttavat tulokseen pääsemistä. Esimerkiksi oppilas, joka ymmärtää, että yhteenlaskussa numerot voidaan laskea eri järjestyksessä ilman, että se vaikuttaa lopputulokseen ($4+2=6$ tai $2+4=6$) oppii ratkaisemaan annettuja tehtäviä vertaisiaan nopeammin. Lapset oppivat ratkaisemaan aritmeettisiä tehtäviä esimerkiksi sanallisilla tehtävillä ja symboleilla. (Mononen ym. 2017, 27, 41.) Koponen ja kollegat (2019, 327) toteavat aritmeettisten taitojen varhaisessa vaiheessa lasten ratkaisevan laskutehtäviä luettelustrategioiden kautta. Tämän kehityksen varhaisessa vaiheessa lapsi pystyy luettelemaan lukuja apuvälineiden, kuten sormien tai kuutioiden avulla, mutta myöhemmässä taitojen vaiheessa apuvälineet jäävät pois ja lapsi pystyy siirtymään abstraktimpaan laskemiseen ja jopa palauttamaan muistista vastauksen. Kun lapsi pystyy palauttamaan vastauksen muistista automaattisesti, on hän aritmeettisissä taidoissa hyvin pitkällä ja tällöin puhutaan niin sanotusta aritmeettisten faktojen muistamisesta. (Koponen ym. 2019.)

Aritmeettiset vaikeudet saattavat näkyä esimerkiksi siten, ettei lapsi muista yksinkertaisia vastauksia annettuihin tehtäviin (esimerkiksi $4 \times 5=20$), vaan lähtee sen sijaan yhä uudestaan luettelon kautta ratkaisemaan laskua. Yksi strategia olisi ymmärtää vaihdannaisuuden periaate $2 + 9$ (sama kuin $9 + 2$), mutta matemaattisissa oppimisvaikeuksissa käsitteellinen tietotaito on valitettavasti usein hyvin heikko. (Koponen ym. 2019, 330.) Toinen merkittäviä vaikeuksia aiheuttava matematiikan osa-alue on negatiiviset luvut, jolloin lapsi sekoittaa esimerkiksi -12 ja -3 lukujen suuruusjärjestyksen. Aritmeettisten taitojen tulisi olla mahdollisimman sujuvia ja automaattisia, jotta soveltaminen

sanallisissa tehtävissä olisi mahdollista. Siksi lapselle kannattaa opettaa korkeamman tason strategioita, kuten muistipäätelmiä sormien käytön sijaan, jotta taidot automatisoituisivat riittävällä tavalla. (Mononen ym. 2017, 31–32.) Dowker (1998) kiteyttää tämän toteamalla aritmeettisten taitojen sujuvuuden ennustavan nimenomaan lapsen yleistä matemaattista osaamista.

1.5 **Matematiikan sanallisten tehtävien käsitteenmäärittely ja haasteet**

Ongelmanratkaisun yhteyteen sijoittuvissa matematiikan sanallisissa tehtävissä suurin eroavaisuus muihin aritmeettisiin tehtäviin ja taitoihin nähden on kielellisen informaation lisäys sekä ratkaisuun vaadittavien välivaiheiden määrä (Cummins ym. 1988; Fuchs ym. 2015; Fung & Swanson 2017; Wang ym. 2016). Kielellisen informaation lisäys edellyttää lapselta syvällisempää sanatason tulkintaa, luetun ymmärrystä ja laskennallista tietämystä. Toisin kuin perinteisissä aritmeettisissä yhteen- ja vähennyslaskutehtävissä, missä lasku on jo valmiiksi esitetty symbolisessa muodossa, mikä mahdollistaa suoran laskutoimituksen aloittamisen. Ratkaistessaan matematiikan sanallisia tehtäviä lapsen tulee osoittaa matematiikan sanallisten tehtävien narratiivisen kehyksen oikeaoppista tulkintaa, jotta vastaavanlaisen symbolisen yhtälön ja ongelmanratkaisumallin muovaaminen annetusta kielellisestä informaatiosta mahdollistuu. Tämän jälkeen lapsen tulisi osata tunnistaa puuttuva informaatio sanalliseen muotoon kirjoitetusta tehtävästä, rakentaa matemaattinen yhtälö, jonka avulla löytää tämä puuttuva informaatio, ja vasta näiden toimenpiteiden jälkeen suorittaa laskutoimitus puuttuvan informaation ratkaisemiseksi. (Cramer 2016; Daroczy ym. 2015; Fuchs ym. 2015; Wang ym. 2016.)

Sanallisissa tehtävissä käytetään usein matemaattisia käsitteitä, kuten yhteensä, lisää ja vähemmän (Mononen ym. 2017, 35). Jitendran, Griffin, Deatline-Buchmanin ja Szesniakin (2007) sekä Powellin (2011, 98) mukaan sanalliset tehtävät edellyttävät monia yhtäaikaista kognitiivisia toimintoja, jotka

Xinin, Wilesin ja Kinin (2008) mukaan voivat olla hyvinkin eri tasoisia. Monosen ja kollegoiden (2017, 69) mielestä sanalliset tehtävät edellyttävät muun muassa:

1. Laskutoimituksen osaamista
2. Luetun ymmärtämistä
3. Ymmärrystä tehtävästä ja siihen liittyvästä asiatiedosta
4. Kykyä poimia olennainen tehtävästä
5. Tehtävään liittyvän ratkaisumallin suunnittelemisen ja sen toteuttaminen
6. Analyyttistä taitoa verrata lopputulos tehtävänantoon

Mononen kollegoineen (2017, 34) kiteyttävät, että sanallisissa tehtävissä pyritään kehittämään lapsessa soveltamisen taitoa sekä linkittämään matematiikka osaksi hänen arkipäivän toimintoja. Matematiikan sanallisissa tehtävissä käytetäänkin suljettuja ja avoimia tehtäviä, joissa suljetussa tehtävässä on vain yksi oikea vaihtoehto, kun taas avoimessa tehtävässä vastausvaihtoehtoja voi olla useita. Suomessa käytetään näistä etenkin avoimia ongelmanratkaisutehtäviä, jotka edellyttävät aktiivista otetta ja ajattelukykyä siitä, mikä vaihtoehto voisi olla oikein. Tässä kiteytyy opettajan rooli ohjaajana, ei niinkään vastausten antajana. (Mononen ym. 2017, 34.)

Sanalliset ongelmanratkaisutehtävät edellyttävät Koposen ja kollegoiden (2019, 340) mielestä monipuolisia taitoja, kuten ymmärrystä tehtävänannosta, kykyä analysoida ja ymmärtää tehtävissä esitetty tieto, suunnitelmallisuutta etenemisestä sekä oikeanlaista laskutapaa. Esimerkiksi vaikeudet käsitteiden, kuten vähemmän ja enemmän, ymmärtämisessä voi olla hankalaa siksi, että monta käsitettä tulee pitää mielessä yhtä aikaa. Lisäksi käsitteet liittyvät vahvasti kielelliseen päättelytaitoon, mikä voi osoittautua lapselle haasteelliseksi. (Koponen ym. 2014, 338.) Geary (1993) puolestaan esittää toteamuksen, jonka mukaan sanallisen tehtävän ratkaiseminen edellyttää ongelmanratkaisun lisäksi päättely- ja laskutaitoa, kielen ymmärtämistä, lukutaitoa ja jonkin verran visuaalis-spatiaalista taitoa. Täten lapset, joilla on vaikeuksia kielen

ymmärtämisen ja lukemisen kanssa, voivat olla vaikeuksissa matemaattisissa tehtävissä, jossa kieli on avainasemassa (Puura, Ollila & Räsänen 2004, 98).

Tämän lisäksi heikko työmuisti voi vaikeuttaa ongelmanratkaistutehtävien, kuten sanallisten tehtävien ratkaisemista. Mikäli toiminnanohjauksessa ja luetun ymmärtämisessä on puutteita, vaikeutuu tehtävä entisestään. Neurologiset ja kognitiiviset kehityshäiriöt voivat myös olla haasteiden taustalla, jolloin oppimisvaikeudet näkyvät etenkin sanallisissa tehtävissä. (Koponen ym. 2019, 320; Mononen ym. 2017, 58, 61, 73.) Joka tapauksessa lasten yksilölliset erot sanallisten tehtävien ratkaisemisessa ja laskusujuvuudessa voivat vaihdella hyvinkin paljon (esim. Dowker 1998).

1.6 **Luku- ja laskusujuvuuden yhteys matematiikan sanallisiin tehtäviin**

Matematiikan sanallisissa tehtävissä vaaditaan muun muassa lukemisen sujuvuutta ja luetun ymmärtämistä, mutta myös aritmeettisiä peruslaskutaitoja sekä ymmärrystä ratkaisuprosessin etenemisen vaiheista. Näin ollen lapsi, jolla on hankaluuksia esimerkiksi lukemisen sujuvuuden ja luetun ymmärtämisen kanssa tai peruslaskutaidoissa, voi suuremmalla todennäköisyydellä suoriutua matematiikan sanallisista tehtävistä muita ikäisiään heikommin. (Björn, Aunola & Nurmi 2016; Mononen ym. 2017, 58.) Lukemisen ja laskemisen sujuvuutta ja niiden välistä yhteyttä on aiemmissa tutkimuksissa selitetty ennen kaikkea fonologisen tietoisuuden ja sanavaraston hallintalla (Barnes ym. 2014; Mononen ym. 2017, 55), mutta myös geneettisillä ja matemaattisella osaamisella on nähty olevan merkitystä taitojen sujuvuuden kehitykseen (Petrill ym. 2012).

Toisaalta Case, Demetriou, Platsidou ja Kazi (2001) ovat havainneet erityisesti kielellisen ja spatiaalisen puolen olevan mukana kaikissa laskemiseen ja lukuihin liittyvissä tehtävissä. Tähän samaan lopputulokseen ovat päätyneet myös Fletcher, Lyon, Fuchs ja Barnes (2009) omassa tutkimuksessaan, missä he toteavat kaikkien matemaattisten laskutoimituksien vaativan useita numeerisia osa-alueita taitoineen, mutta sen lisäksi myös taitavaa lukemista ja tekstin

ymmärtämistä. Ratkaistaessa matematiikan sanallisia tehtäviä tärkeässä roolissa ovat siis painetun kielen hallinta ja riittävän sanavaraston omaaminen (Mononen ym. 2017, 57), mutta myös tarkka ja nopea peruslaskutaito, joiden avulla lapsi voi ratkaista vaikeampia matemaattisia ongelmia, kuten matematiikan sanallisia tehtäviä (Aunola ym. 2004).

Erikseen tarkasteltuna haasteet lukemisen sujuvuudessa (lukemisen hitaus ja/tai epätarkkuus) voivat esimerkiksi hidastaa kokonaiskuvan saamista matematiikan sanallisesta tehtävästä kuin myös vaikuttaa siihen, millaiset työkalut oppilaalla on oleellisen tiedon löytämistä ajatellen (Charles 2011; Sherman & Gabriel 2017). Lisäksi haasteet matemaattisen sanaston hahmottamisessa voivat vaikuttaa negatiivisesti siihen, miten oppilas lähtee ratkaisemaan matematiikan sanallisia tehtäviä. Toisin sanoen, mikäli lapsi ei ymmärrä sanallisissa tehtävissä esiintyvää sanastoa, hankaloittaa tämä merkittävästi tehtävän ratkaisemista (Sepeng & Sigola 2013).

Laskusujuvuus voi puolestaan vaikuttaa esimerkiksi siihen, miten ja millä luvuilla tai laskutoimituksella lapsi lähtee ratkaisemaan matematiikan sanallisesta tehtävästä muodostettua symbolista lauseketta. Lapsen siirtyessä kohti kehittyneempiä laskustrategioita, hän alkaa keskittymään yhä enemmän mielessä tapahtuviin prosesseihin (Fuson 1992; Koponen ym. 2019, 327), mikä yleensä helpottaa ratkaisun muodostamista alkeellisempien laskustrategioiden, kuten sormien käytön, jäädessä taka-alalle. Fuchs ym. (2006) painottavatkin, että aritmeettiset taidot ja niiden taitotaso ennustavat vahvasti juuri sanallisten tehtävien osaamista, mutta myös yleistä päättelykykyä sekä ongelmanratkaisu- ja laskutaitoja (myös Spencer ym. 2020).

Kielellisen ja matemaattisen kehityksen edetessä pitkälti samankaltaisesti vuorovaikutuksessa toisiin kanssaihmiin (Siiskonen, Aro, Ajonen & Ketonen 2003), tulisi, kuten Aunola ja Nurmi (2018, 54, 64) toteavat, oppilaille pyrkiä tarjoamaan riittävästi toiston ja harjoittelun mahdollisuuksia, sillä riittävän hyvät alkuvalmiudet niin matematiikassa kuin lukemisen osa-alueella takaavat sujuvan oppimisen ja osaamisen myös matematiikan sanallisissa tehtävissä. Tutkimuksia matemaattisten taitojen ja kielenkehityksen osa-alueiden

linkittymisestä toisiinsa on kuitenkin vielä suhteellisen vähän (Koponen ym. 2014, 333) ja lisätutkimusta aiheen tiimoilta tarvitaan.

1.7 Komorbiditeetti lukemisessa ja matematiikassa

Monosen ja kollegoiden (2017, 57) mukaan ei vielä tiedetä riittävästi komorbiditeetin taustatekijöistä ja yhtäaikaisesta esiintyvyydestä. Monet tutkimukset kuitenkin vahvistavat sen, että lukemisen ja matematiikan välillä on olemassa yhteyttä (esim. LeFevre ym. 2010) ja vaikeudet matematiikassa esiintyvät usein yhdessä kirjoitus- ja lukivaikeuden kanssa (Mononen ym. 2017, 57), mihin saattaa liittyä myös tarkkaavaisuuden, käyttäytymisen ja tunne-elämän häiriöitä (Lerikkanen 2006; Rusanen & Räsänen 2012, 29). Samaan johtopäätökseen ovat tulleet myös Fletcher ja kollegat (2009, 21), joiden mukaan koulussa oppimisvaikeus esiintyy usein joko yksittäin tai yhtäaikaisesti (komorbiditeetti) seuraavien osa-alueiden kanssa: 1) kuullun ymmärtäminen ja kielen vastaanottaminen, 2) suullinen ilmaisu ja äidinkielen tuottaminen, 3) peruslukutaito, mikä pitää sisällään kielen ymmärtämisen ja sanan tunnistamistaidon, 4) luetun ymmärtäminen ja kirjallinen taito, 5) laskutaito sekä 6) matemaattinen päättely.

Keskeinen tekijä oppimisvaikeuksien tunnistamisessa onkin tietää, mitä taitoja lapsen voidaan olettaa osaavan missäkin ikävaiheessa. Mikäli lapsella havaitaan ikätasoa heikommat taidot esimerkiksi matematiikassa tai lukemisessa, voidaan näitä havaittuja vaikeuksia lähteä tarkastelemaan lähemmin oppimisvaikeuden laajuuden, vaikeusasteen sekä oppimisvaikeuden laadun lähtökohdista käsin. Laajuudella tarkoitetaan sitä, onko oppimisvaikeus kapea- vai laaja-alainen, kun taas vaikeusasteessa voidaan erotella vaikeudet lievästä vaikeaan. Oppimisvaikeuden laadussa voidaan puolestaan tarkastella sitä, missä osa-alueissa vaikeudet näkyvät. (Mononen ym. 2017, 15, 43.)

Aiemmissä tutkimuksissa on kiinnitetty huomiota erityisesti matematiikan ja lukemisen osataitojen taustalla vaikuttaviin tekijöihin tarkasteltaessa matematiikan ja lukemisen haasteiden samanaikaista esiintymistä samoilla

lapsilla. Esimerkiksi LeFevren ja kollegoiden (2010) sekä Monosen ja kollegoiden (2017, 57–58) mukaan niin matematiikassa kuin lukemisessakin vaaditaan kielellistä osaamista ja kognitiivisia taitoja. Kognitiivisista taidoista merkittävin on työmuistin kapasiteetti, minkä heikkoudet voivat näkyä esimerkiksi siten, ettei lapsi aina muista lukusanoja ja matemaattisia käsitteitä.

Lisäksi matematiikan ja lukemisen tautauksella vaikuttavista tekijöistä eteenkin fonologisen tietoisuuden ja laskemistaidon välisen yhteyden (Kleemans, Segers & Verhoeven 2011) on todettu vaikuttavan yksilön mahdollisuuksiin muistaa lukusanojen nimiä ja/tai järjestystä (Mononen ym. 2017, 58). Siinä missä kirjainten ymmärtämisellä ja sujuvalla tunnistamisella kuin myös riittävällä sanavarastolla on havaittu olevan yhteys matemaattisiin taitoihin ja niiden osaamiseen (Purpura, Hume, Sims & Lonigan 2011). Toisaalta Purpura ja Ganley (2014) toteavat tutkimuksessaan myös numeroiden tunnistamisen ja nimeämisen olevan vastavuoroisesti yhteydessä siihen, miten hyvin lapsella on sanavarastoa.

Erikseen tarkasteltuna lukivaikeus voi puolestaan näkyä siten, että tekninen lukeminen on virheellistä, työlästä ja hidasta verrattuna ikätovereihin (Heikkilä 2016; Takala 2006), mutta usein ongelmat liittyvät ennen kaikkea puhutun ja kirjoitetun kielen yhteyden vaikeuksiin (Aro & Lerkkanen 2019). Nämä ongelmat näkyvät usein kielellisessä työmuistissa, fonologisessa tietoisuudessa sekä nopeassa sanojen nimeämisessä (Salmi ym. 2013). Tekstin ymmärtämisvaikeuden (hyperleksia) taustalla voidaan puolestaan nähdä teknisen lukutaidon vaikeudet, työmuistin kapasiteetin heikkous sekä ongelmat fonologisessa tietoisuudessa. Toisin sanoen niillä lapsilla, joilla on havaittu kielellisiä vaikeuksia, lukemaan oppiminen tapahtuu usein pienin askelin ja hitaasti. (esim. Lehto 2006; Lerkkanen 2006.)

Matematiikan oppiaineessa ongelmat yhteen- ja vähennyslaskuissa vaikeuttavat puolestaan kertolaskun ja monilukuisten laskujen oppimista, jolloin yksilö helposti turhautuu ja turvautuu alkeellisempiin strategioihin, kuten sormien käyttöön tai luettelemiseen (esim. Geary 2004). Mononen ja kollegat (2017, 73) jäsentävät matemaattisen oppimisvaikeuden näkyvän etenkin

sanallisissa tehtävissä, kymmenjärjestelmän hallinnassa ja laskemisen taidoissa. Matemaattisia vaikeuksista omaavien lasten perustaidot matematiikassa eivät usein ole muodostuneet sujuvaksi, eivätkä automatisoituneet riittävästi. Näin ollen heillä on vaikeuksia, kun siirrytään vielä vaikeampiin tehtäviin. Erityisesti heikkoudet lukumäärien ja lukujen suhteen, ennustavat matemaattisia oppimisvaikeuksia. (Rusanen & Räsänen 2012.) Rusanen ja Räsänen (2012) painottavatkin, että matematiikan tunneilla edetään usein liian nopeasti asiasta toiseen, jolloin hitaammat oppilaat eivät ennätä sisäistää monimutkaisia sisältökokonaisuuksia.

Varhaisessa vaiheessa, ennen kouluikää, olisikin siis tärkeää seurata esimerkiksi lapsen herkistyneisyyttä ympärillä oleville äänneille sekä kielellisen muistin ja kirjainten tuntemisen edistymistä, sillä näiden taustatekijöiden on todettu olevan yhteydessä myöhemmin koulussa tapahtuvaan oppimiseen. Alakoulun ensimmäisillä luokilla olisi puolestaan tärkeää kiinnittää huomiota lapsen nimeämisen nopeuteen, kielelliseen työmuistiin, kirjain-äänne-vastaavuuksien hallintaan, lukutarkkuuteen ja lukemisen sujuvuuteen, mutta myös lukumäärien ja lukujen hallintaan, sillä näiden taustatekijöiden on puolestaan todettu parhaiten erottelevan ne oppilaat, joille lukeminen ja matematiikka saattavat muodostua haasteelliseksi opintojen edetessä. (Puolakanaho 2007; Rusanen & Räsänen 2012.)

Mikäli oppilaalla havaitaan samanaikaisesti haasteita lukemisessa ja matematiikassa, tulisi tukitoimet molempiin osa-alueisiin aloittaa heti. Lukemisen sujuvuuteen ja nopeuteen liittyvien ongelmien on nimittäin todettu olevan hyvin sitkeitä ja vaikuttavan pitkällä tähtäimellä aina aikuisuuteen asti muun muassa lukumotivaation ylläpitämiseen ja yleiseen lukuharrastuneisuuteen (esim. Eklund, Torppa, Aro, Leppänen & Lyytinen 2015; Leinonen ym. 2001). Sen sijaan puutteet matematiikan peruslaskutaidoissa luovat hataran pohjan uusien matemaattisten asioiden ja taitojen oppimiselle, matematiikan oppiaineen perustuessa vahvasti hierarkkisuuteen (Koponen ym. 2019, 344–345). Täten yhtäaikaiset vaikeudet sekä lukemisessa että matematiikassa ennustavat vakavia oppimisen vaikeuksia (Fletcher ym. 2009,

267), joiden ennalta ehkäisyyn olisi erityisen tärkeää kiinnittää huomiota jo alakoulun ensimmäisillä vuosilla.

2 TUTKIMUSTEHTÄVÄ- JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Suomalaisessa koulutuksessa alakoulun ensimmäisten vuosien keskeisimmät tavoitteet ovat lukemisen ja laskemisen perustaitojen vaivaton ja nopea hallinta. Myöhemmin, ylempien kouluasteiden matematiikan oppiminen vaarantuu, mikäli oppilaan matematiikan peruslaskutaidot jäävät ikätasoa heikommiksi. Samoin hidas ja työläs lukemisen voi estää muiden kouluaineiden oppimista. (Koponen 2012; Koponen, Salmi, Eklund & Aro 2013; POPS 2014, 106, 130.) Kun nämä perustiedot ja -taidot lukemisesta ja matematiikan perusteista ovat automatisoituneet riittävästi, siirrytään matematiikan opetuksessa teknisten laskutaitojen ohella ongelmanratkaisutaitojen opetukseen. Painopisteen siirtäminen ongelmanratkaisutaitojen opetukseen on tärkeä osa lasten koulutusta ja kasvatusta, sillä ongelmanratkaisutaidot ovat tärkeä strateginen työväline, joka mahdollistaa oppilaan edistymisen matematiikassa. (Björn ym. 2016.) Myös uusimmassa perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (POPS 2014) matematiikan painotus on siirtynyt yhä enemmän peruslaskutaitojen ohella ongelmanratkaisutaitojen harjoittamiseen, missä tavoitteena on saada lapset ymmärtämään sekä soveltamaan oppimiaan laskusääntöjä oikeissa tosielämän tilanteissa.

Paljon julkisuutta saaneen Kansallisen koulutuksen arviointikeskuksen (Karvi 2020) julkaiseman raportin mukaan koulunsa aloittaneilla oppilailla on havaittu huomattavia yksilökohtaisia eroja niin lukemisen kuin matemaattisten perustaitojen kehityksen ja hallinnan suhteen. Raportin mukaan heikoimmin kehittyneet oppilaat osasivat koulun alussa tunnistaa yksittäisiä kirjaimia tai osasivat yhdistää kirjaimia ja äännteitä, kun taas taitavammat oppilaat ymmärsivät lukemansa sekä osasivat kirjallisesti tuottaa virikemateriaaliin perustuvan tarinan. Myös matematiikan taidoissa havaittiin samansuuntaisia eroja. Siinä missä heikoimmat oppilaat tunnistavat pieniä numeroita ja

arkisanastoa, taitavimmat oppilaat laskivat sujuvasti lukualueella nollasta sataan. (Ukkola, Metsämuuronen & Paananen 2020, 31–32.)

Näiden havaittujen suurien yksilöllisten erojen vuoksi alkuopetuksen aikana tulisikin kiinnittää erityistä huomiota luku- ja laskutaitojen taustalla vaikuttaviin tekijöihin, kuten kielelliseen lähimuistiin, kirjainten nimien tuntemukseen, nimeämisen nopeuteen sekä puheäänteiden erottelukykyyhin kuin myös lasten luontaiseen taipumukseen tarkastella ympäristössä havaittavia lukumääriä. Näiden tekijöiden on todettu vaikuttavat siihen, millaiset oppimisen valmiudet oppilailla on formaaliin opetukseen siirryttäessä, ja kuinka helpoksi tai vaikeaksi uusien asioiden omaksuminen alakoulun ensimmäisillä luokilla muodostuu. (Aunio 2008; Heikkilä 2016; Karppi 1983; Lusetti & Aunio 2012; Takala 2006.)

Tutkimalla lukemisen sujuvuuden yhteyttä matematiikan sanallista tehtävistä suoriutumiseen on mahdollista saada lisää tietoa siitä, kuinka paljon sanallisissa tehtävissä käytetty kieli, sen ymmärtäminen sekä sen sujuva lukeminen vaikuttavat oikean ratkaisustrategian muodostamiseen ja tehtävästä suoriutumiseen. Tämän tutkimuksen tulokset auttavat myös kiinnittämään huomiota mahdollisten lukemisen sujuvuuden ja matemaattisten taitojen yhteisesiintyvyyteen sekä näiden osataitojen haasteiden päällekkäistymisen havaitsemiseen samoilla oppilailla, mikä on tärkeää alkavien haasteiden ennaltaehkäisyssä.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on tarkastella lukemisen sujuvuutta ja sen yhteyttä matematiikan sanallisia tehtäviin, kun peruslaskutaidon sujuvuus ja sukupuoli on otettu huomioon. Tarkemmat tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

1. Kuinka toisen luokan oppilaiden lukemisen sujuvuus on yhteydessä heidän matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumiseen, kun sukupuoli ja laskusujuvuus on huomioitu?

2. a) Kuinka toisen luokan poikien lukemisen sujuvuus on yhteydessä heidän matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumiseen, kun laskusujuvuus on huomioitu?

- b) Kuinka toisen luokan tyttöjen lukemisen sujuvuus on yhteydessä heidän matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumiseen, kun laskusujuvuus on huomioitu?

Ensimmäisenä tutkimushypoteesina oli, että tutkimukseen osallistuneiden oppilaiden lukemisen sujuvuuden taitotason ja matematiikan sanallista tehtävistä suoriutumisen välillä on yhteyttä. Tämä tarkoittaa sitä, että ne oppilaat, joiden lukemisen sujuvuus on toisen lukuvuoden keväällä hyvä, selviytyvät ikätasoaan paremmin myös matematiikan sanallisista tehtävistä. Toisaalta myös ne oppilaat, joilla on havaittu heikkouksia lukemisen sujuvuudessa, lausetasolla tekstin ymmärtämisessä ja/tai kokonaisuuden hahmottamisessa, voi myös olla vaikeuksia matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumisessa. Tämä hypoteesi pohjautuu aiheesta tehtyihin tutkimuksiin, joiden mukaan yhteisesiintyvyys matemaattisten taitojen ja lukemisen välillä on merkittävää (Koponen ym. 2018) huolimatta siitä, miten taidot tai niissä havaittavat haasteet määritellään (Willcutt ym. 2019).

Esimerkiksi tutkimusten, kuten Charlesin (2011) sekä Shermanin ja Gabrielin (2017) mukaan, lukemisen sujuvuuden tarkkuudella voidaan nähdä olevan erityinen tehtävä matematiikan sanallisten tehtävien lukemisessa (esim. Vilenius-Tuohimaa, Aunola & Nurmi 2007), sillä toisin kuin äidinkielessä tai muissa teoriapainotteisissa aineissa, matematiikan sanallisissa tehtävissä jokaisella sanalla ja symbolilla on seuraussellisia merkityksiä tuotetun ratkaisun kannalta. Toisin sanoen yhdenkin kirjaimen yli hyppääminen tai väärin lukeminen voi muuttaa koko matemaattisen virkkeen merkityksen, ja sitä kautta johtaa virheelliseen lopputulokseen (Charles 2011; Sherman & Gabriel 2017). Lisäksi tiedossa on, että alakoulun ensimmäisten kouluvuosien aikana matematiikan sanallisten tehtävien suoriutumisen taidoissa samoin kuin

lukemisen sujuvuuden osa-alueella on havaittu yksilötasolla huomattavaa osaamisen vaihtelua (Mononen ym. 2013; Mäkinen 2005), mikä luo pohjan tutkimuksemme toteuttamiselle.

Tämän yleisen tarkastelun lisäksi sukupuoli valittiin muuttujaksi tarkasteltaessa eroja poikien ja tyttöjen välillä lukemisen sujuvuudessa ja matematiikan sanallisissa tehtävissä. Toisena tutkimushypoteesina oli, että sukupuolten välillä löytyy eroa lukemisen sujuvuuden ja matematiikan sanallisten tehtävien välisen suoriutumisen yhteyden suhteen. Muun muassa uusimmissa kansainvälisissä tutkimuksissa, kuten PISA-tutkimuksessa peruskoulun yhdeksännellä luokalla (Programme for International Student Assessment) ja TIMSS-tutkimuksessa peruskoulun neljännellä luokalla (Trends in Mathematics and Science Study) on havaittu sukupuolten välisiä eroja tyttöjen hyväksi niin matematiikassa kuin lukemisen taidoissa (Leino ym. 2019; Vettenranta, Hiltunen, Nissinen, Puhakka & Rautopuro 2016). Näiden aikaisempien tutkimusten perusteella on perusteltua selvittää, että onko vastaavia eroja havaittavissa jo peruskoulun ensimmäisillä luokilla.

3 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

3.1 Tutkimuskonteksti ja tutkittavat

Tässä pro gradu -tutkielmassa (myöhemmin tutkimus) käytettävä tutkimusaineisto on kerätty osana Jyväskylän yliopiston toteuttamaa Lasten luku- ja laskutaidon sujuvuus -hanketta (FLARE, FLuency Arithmetic REading). Hankkeen on rahoittanut Suomen Akatemia (277340) ja sen vastuhenkilö on professori Mikko Aro. Tutkimushankkeessa tutkittiin lasten lukemisen ja laskutaitojen sujuvuuden kehitystä sekä näiden osa-alueiden sujuvuusongelmien taustaa. Tavoitteena on ollut tuottaa uutta tietoa taitojen sujuvuuden kehityksestä ja kehityksen ongelmista sekä matematiikan ja lukemisen vaikeuksien päällekkäin esiintymisestä. Tutkimushankkeessa seurattiin erään maakunnan alueella olevien kuuden koulun oppilaiden taitojen kehitystä ensimmäisen luokan keväästä kolmannen luokan kevääseen saakka. Aineistonkeruun mittapisteitä oli yhteensä viisi, ja ne toteutettiin lukukausittain. Tämän kaksi ja puoli vuotta kestäneen (2016–2018) aineistonkeruun toteuttivat tehtävään koulutetut tutkimusavustajat ja projektissa työskennelleet henkilöt oppituntien aikana. Tutkimushankkeeseen osallistui yhteensä 202 oppilasta, mistä lopulliseen tutkimuksen poikkileikkausaineistoon valikoitui aineistonkeruun kolmannen mittauspisteen eli toisen lukuvuoden kevään kaikki oppilaat (N=201). Osallistuneista oppilaista 98 (48.8%) oli poikia ja 103 (51.2%) tyttöjä.

Jyväskylän yliopiston eettinen toimikunta on antanut lausunnon Lasten luku- ja laskutaidon sujuvuus -hankkeen tutkimussuunnitelmasta (2016). Tutkimuksesta vastaavat henkilöt ovat kouluttaneet aineistonkeruu-, tallennus- ja analysointivaiheessa työskennelleet tutkijat ja avustavan henkilökunnan. Projektissa työskennelleet henkilöt ovat allekirjoittaneet vaitiolosopimuksen. Hankkeeseen osallistuneita oppilaita, huoltajia ja koulun henkilökuntaa on

tiedotettu tutkimukseen liittyvistä eettisistä periaatteista sekä tutkimuksen tavoitteista ja etenemisestä. Jokaiselta hankkeeseen osallistuneelta oppilaan huoltajalta on pyydetty kirjallinen tutkimuslupasuostumus hankkeeseen osallistumiseen. Lisäksi hankkeeseen osallistuvia oppilaita ja heidän huoltajiaan on tiedotettu tutkimuksen vapaaehtoisuudesta, yksityisyyden suojasta sekä mahdollisesta tietojen eteenpäin luovutuksesta. Oppilaat ja heidän huoltajansa ovat olleet tietoisia siitä, että heillä on oikeus lopettaa tutkimukseen osallistuminen missä tahansa vaiheessa tutkimusta ilman, että heille aiheutuu mitään haittaa tai seuraamuksia. Tutkimusaineistosta ei ole mahdollista tunnistaa yksittäistä oppilasta, mikä on edellytys oppilaiden yksityisyyden suojaamisessa. Lisäksi lasten huoltajilta on erikseen kysytty lupa hankkeen aikana kerätyn yksilöllisen tutkimustiedon välittämisestä oppilaan opettajalle, jotta oppilas voisi saada tarvittaessa yksilöityä tukea. (Tuomi & Sarajärvi 2002, 128.) Tutkimusaineiston käsittelyssä ja säilytyksessä on huomioitu tutkittavien yksityisyyden suoja ja luottamuksellisuus siten, että aineistoa on säilytetty tämän tutkimuksen tutkijoiden hallussa vain tutkimuksen ajan, jonka jälkeen aineisto poistetaan tutkijoiden henkilökohtaisilta tietokoneilta.

3.2 Mittarit ja muuttujat

Tutkimuksessa käytettiin FLARE-hankkeen aineiston toisen luokan kevään yhteen- ja vähennyslaskusujuvuutta, lukemisen sujuvuutta ja matematiikan sanallisia tehtäviä mittaavia tehtäviä. Lisätietoja mittareista saa erikseen pyydettäessä tutkimuksen vastuuhenkilöltä professori Mikko Arolta.

Sukupuoli. Aineistonkeruuvaiheessa sukupuoleen liittyvät tiedot kerättiin lomakkeella pyytämällä lasta ympyröimään sukupuoleen liittyvä vaihtoehto (1=poika, 2=tyttö). Tutkimusaineistoon sukupuoli on koodattu kaksiluokkaisena muuttujana, jossa arvo 0 edusti poikaa ja arvo 1 tyttöä.

Aritmeettiset taidot. Aritmeettisen taitojen sujuvuutta mitattiin aikarajallisilla yhteen- ja vähennyslaskusujuustehtävillä (Koponen & Mononen, 2010a, 2010b) valvotussa ryhmätilanteessa, jossa oppilaat tekivät

tehtäviä itsenäisesti. Tehtävien eteneminen ohjeistettiin suullisesti ja esimerkein ennen tehtävien aloittamista. Tehtävien suoritus tapahtui paperilomakkeilla. Oppilailla oli ensin kaksi minuuttia aikaa ratkaista yhteenlaskutehtäviä ja tämän jälkeen toiset kaksi minuuttia aikaa ratkaista vähennyslaskutehtäviä. Yhteenettä vähennyslaskutehtävät sisälsivät erikseen 14 harjoitustehtävää ja 120 varsinaista aikarajallista tehtävää. Tehtävissä esiintyneet luvut ja laskujen ratkaisut olivat kaikki lukualueelta 1–20.

Yhteen- ja vähennyslaskujen pohjalta tutkimusprojektin tutkimusaineistoon oli muodostettu kaksi erillistä sujuvuusmuuttujaa, yksi kummankin laskutyypin osalta, jotka kumpikin sisälsivät oikein ratkaistujen laskujen lukumäärän jaettuna kahdella minuutilla. Alkuperäisen tutkimusaineiston vähennyslaskusujuvuusmuuttujalle oli tehty muuttujamuunnos, missä kaksi kaukana ollutta arvoa siirrettiin lähemmäs muita (Metsämuuronen 2006, 608). Muodostettujen yhteen- ja vähennyslaskusujuvuusmuuttujien luotettavuutta tarkasteltiin testi-uusintatesti-reliabiliteetti tarkastelujen avulla. Yhteen- ja vähennyslaskusujuvuusmuuttujista laskettiin, kuinka hyvin toisessa mittauspisteessä (toisen lukuvuoden syksy) saadut arvot korreloivat kolmannessa mittauspisteessä (toisen lukuvuoden kevät) saatujen arvojen kanssa. Saadut reliabiliteetti-arvot (ulkoinen reliabiliteetti) olivat korkeat niin yhteenlaskusujuvuusmuuttujan ($r=.81$) kuin vähennyslaskusujuvuusmuuttujan kohdalla ($r=.76$). Tässä tutkimuksessa käytetyt yhteen- ja vähennyslaskujen sujuvuusmuuttujat korreloivat keskenään erittäin voimakkaasti ($r=.84$) (Cohen 1988). Hierarkkista regressioanalyysiä varten näistä kahdesta sujuvuusmuuttujasta muodostettiin yksi yhteinen, *yleistä aritmeettista taitoa kuvaava summamuuttuja* [(yhteenlaskusujuvuusmuuttuja + vähennyslaskusujuvuusmuuttuja) / 2]. Summamuuttujan tekemisessä käytettiin yhteen- ja vähennyslaskusujuvuusmuuttujien standardoituja arvoja (Z-score -muuttujia).

Lukemisen sujuvuus. Tässä tutkimuksessa Lukemisen sujuvuuden mittaamiseen käytettiin Niilo Mäki Instituutin LukiMat-Oppimisen arviointia:

Lukemisen ja kirjoittamisen tuen tarpeen tunnistamisen välineet alakoulun toiselle luokalle, suunniteltua lukusujuvuus-tehtävää (Salmi, Eklund, Järvisalo & Aro 2011). Tämä kahden minuutin aikarajallinen tehtävä sisälsi yhteensä kolme harjoitustehtävää ja 73 varsinaista oikein/väärin väittämää. Tehtävien eteneminen ohjeistettiin suullisesti ennen tehtävien aloittamista. Esimerkiksi: "Kahvi on kuumempaa kuin jäätelö" -väittämän kohdalla oppilaiden tuli rastittaa, oliko väittämä oikein (O) vai väärin (V). Vastatessaan oikein oppilas sai yhden pisteen. Väärästä tai tyhjäksi jätetystä vastauksesta oppilas sai nolla pistettä. Tehtävässä painotettiin nopeuden lisäksi myös lukemisen tarkkuutta. Tehtävien suoritus tapahtui valvotussa ryhmätilanteessa, jossa oppilaat vastasivat itsenäisesti tehtäviin varatuille paperilomakkeille. Analyysiä varten lukusujuvuusväittämien pohjalta muodostettiin *lukemisen sujuvuusmuuttuja*. Tämä muuttuja muodostettiin jakamalla tehtävään käytetty aika (2 minuuttia) tehtävien oikeiden ratkaisujen summapistemäärällä. Muodostetun lukemisen sujuvuus -muuttujan luotettavuus mitattiin aineistossa yhteen- ja vähennyslaskusujuvuusmuuttujien tavoin testi-uusintatesti -reliabiliteetin avulla. Muuttujasta laskettiin, kuinka hyvin toisessa mittauspisteessä (toisen lukuvuoden syksy) saadut arvot korreloivat kolmannessa mittauspisteessä (toisen lukuvuoden kevät) saatujen arvojen kanssa. Saatu reliabiliteetti oli korkea ($r=.81$).

Matematiikan sanalliset tehtävät. Matematiikan sanallisten tehtävien osaamista mitattiin aineistossa 15 minuutin aikarajallisella tehtävällä (Koponen & Salminen, 2016), jonka oppilaat tekivät valvotussa ryhmätilanteessa. Sanallisten tehtävien eteneminen ohjeistettiin suullisesti ja esimerkein ennen aloittamista, minkä jälkeen tehtävä tehtiin sille varatulle paperilomakkeelle. Sanalliset tehtävät sisälsivät yhteensä yhdeksän kysymystä, jotka olivat vaikeustasoltaan suunnattu alakoulun toisen luokan keväälle. Tehtävät olivat kirjallisesti tuotettuja muutaman lauseen mittaisia kokonaisuuksia, ja ne sisälsivät vain tarvittavat numerot ja verbaalisesti kirjoitetun tiedon ongelman yksivaiheisen ratkaisun kannalta. Kysymyksissä esiintyneet luvut ja laskujen ratkaisut koostuivat yhteen- ja vähennyslaskuista sekä kerto- ja jakolaskuista.

Näiden kysymysten pohjalta muodostettiin *matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutuminen* -muuttuja, joka sisälsi oikein ratkaistujen laskujen lukumäärän. Matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutuminen -muuttujan mittaavista kysymyksistä laskettiin mittarin eri osioiden yhteneväisyyden arvioimiseksi Cronbachin α , jonka reliabiliteetti oli hyvä (Cronbachin $\alpha = .69$) (Metsämuuronen 2006, 527).

3.3 Aineiston analyysi

Aineiston analysointi suoritettiin SPSS 24-ohjelmistolla. Ennen varsinaisia tilastollisia analyyseja aineistolle tehtiin normaalisuuteen ja poikkeaviin havaintoihin liittyviä tarkasteluja histogrammien, runko-lehti-kuvioiden ja laatikko-jana-kuvioiden avulla sekä huipukkuus- ja vinoustarkastelujen avulla (Metsämuuronen 2006, 609–610; Uhari & Nieminen 2001, 102–104). Jakauman vinouden ja huipukkuuden nollasta eroavuutta testattiin jakamalla saatu arvo sitä vastaavalla keskivirheellä (Standard Error). Luvun ollessa $< |2|$ voidaan jakaumaa pitää riittävän normaalisti jakautuneena (Törmäkangas 2017). Muuttujien (aritmeettiset taidot, lukemisen sujuvuus ja matematiikan sanalliset tehtävät) oletustarkastelut tehtiin koko tutkimusryhmälle sekä erikseen pojille ja tytöille. Muuttujien normaalisuusoletukset toteutuivat aineistossa suhteellisen hyvin. Lukemisen sujuvuus osiossa havaittiin huipukkuutta sekä koko tutkimusryhmässä (2.12) että tytöillä (2.68). Lisäksi tyttöjen lukemisen sujuvuutta mittaavassa osiossa oli havaittavissa vinoutta (2.16). Vastaavissa histogrammi- ja runko-lehti-kuvioissa oli myös havaittavissa huipukkuutta sekä vinoutta oikealle. Normaalisuusoletuksen ollessa muutoin voimassa arvioitiin kahden toisistaan riippumattoman otoksen t-testillä (Metsämuuronen 2006, 383, 385; Uhari & Nieminen 2001, 126–129) poikien ja tyttöjen välisiä keskiarvojen eroja aritmeettisissa taidoissa, lukemisen sujuvuudessa ja matematiikan sanallisissa tehtävissä. T-testissä saadut tulokset antoivat tukea jatkoanalyysien toteuttamiselle myös sukupuolittain. Nämä tulokset on esitetty tulososiossa toisen tutkimuskysymyksen yhteydessä.

Pearsonin tulomomenttikertoimen ja Spearmanin korrelaatiokertoimen avulla tarkasteltiin selittävien muuttujien (sukupuoli, aritmeettiset taidot, lukemisen sujuvuus) yhteyttä selitettävään muuttujaan (matematiikan sanalliset tehtävät). Pearsonin tulomomenttikertoimen ja Spearmanin korrelaatiokertoimen tulokset olivat testattaessa hyvin samankaltaisia. Tässä tutkimuksessa käytettiin Pearsonin tulomomenttikertoimien tuloksia normaaliolotuksien ollessa voimassa. Pearsonin tulomomenttikerroin voi saada arvoja välillä $-1-1$. Tulos kuvaa muuttujien välistä negatiivista tai positiivista yhteyttä, mikä on edellytys jatkoanalyysien toteuttamiselle (Metsämuuronen 2006, 363–364; Uhari & Nieminen 2001, 166–169). Lisäksi selittävien muuttujien keskinäistä riippuvuutta, eli multikollinearisuutta, tarkasteltiin Pearsonin tulomomenttikertoimen avulla (Metsämuuronen 2006, 611; Uhari & Nieminen 2001, 178). Korrelaatioiden tarkastelut tehtiin koko tutkimusjoukolle sekä erikseen pojille ja tytöille. Korrelaatiokertoimet (r) luokitellaan seuraavasti: korkea (0.60–0.80), kohtuullinen tai melko korkea (0.40–0.60), heikko ($x < 0.30$) (Metsämuuronen 2006, 364). Nämä tulokset on esitetty tulokset kappaleessa.

Lopuksi analyysia jatkettiin lineaarisen regressioanalyysiin. Aineistomme analysoinnissa lukemisen sujuvuuden yhteyttä matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumiseen tarkasteltiin toisen lukuvuoden keväällä ensin koko aineistosta, jonka jälkeen tarkastelut rajattiin poikien ja tyttöjen välisiin eroihin. Seuraavissa kappaleissa kuvataan tarkemmin lineaarisen regressioanalyysin toteutus. Lineaarista regressioanalyysin toteuttamista varten aineistosta muodostettiin uusi summamuuttuja yhteen- ja vähennyslaskusujuvuuden muuttujista, mikä nimettiin yleisistä aritmeettisistä taitoa kuvaavaksi muuttujaksi (kuvattu aikaisemmin mittarit ja muuttujat kappaleessa). Lukemisen sujuvuus ja matematiikan sanalliset tehtävät -keskiarvomuuuttujiin ei tehty muutoksia ja sukupuoli säilyi analyysissä luokitteluasteikollisena dummy-muuttujana.

Tässä tutkimuksessa käytettiin lineaarisen regressioanalyysin hierarkkista regressioanalyysia. Hierarkkisen regressioanalyysin tavoitteena on saada selville selittävien muuttujien omavaikutukset selitettävästä muuttujasta, sekä

selittävien muuttujien selitysasteet ja niiden muutokset eri askelmilla (Metsämuuronen 2006, 675; Tabachnich & Fidell 2013, 173–174; Uhari & Nieminen 2001, 177–179). Tässä tutkimuksessa selittävät muuttujat syötettiin malliin hierarkkisesti kukin omalle askelmalleen. Ensimmäiselle askelmalle asetettiin selittäväksi tekijäksi oppilaan sukupuoli, toiselle askelmalle yleiset aritmeettiset taidot ja kolmannelle askelmalle lukemisen sujuvuus. Poikien ja tyttöjen välisiä eroja tarkasteltaessa regressioanalyysin ensimmäiselle askelmalle syötettiin yleiset aritmeettiset taidot ja toiselle askelmalle mukaan lisättiin lukemisen sujuvuus. Regressiomallia tarkastellaan kokonaisuudessa selitysasteen R^2 avulla. Se ilmaisee, kuinka paljon selittävät muuttujat (X-muuttujat) selittävät selitettävästä vastemuuttujan (Y-muuttuja) kokonaisvaihtelusta (Uhari & Nieminen 2001, 175). Hierarkkisen regressioanalyysin tulosten tulkinnan yhteydessä huomioitiin myös tulosten jäännöstarkastelut (Metsämuuronen 2006, 689–691, 702–703), joiden todettiin olevan normaalisti jakautuneita sekä jakaumaltaan tasaisia (ks. liitteet 1,2 ja 3).

4 TULOKSET

Tulokset on raportoitu tutkimuskysymyksittäin. Ensin esitetään tulokset oppilaiden lukemisen sujuvuudesta ja sen yhteydestä matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumiseen toisen lukuvuoden keväällä mitattuna koko tutkimusjoukosta. Tämän jälkeen tarkastellaan, onko suoriutumisessa eroa poikien ja tyttöjen välillä. Tuloksissa poikien ja tyttöjen välisiä eroja aritmeettisissa taidoissa, lukemisen sujuvuudessa ja matematiikan sanallisissa tehtävissä tarkastellaan ensin kahden toisistaan riippumattoman otoksen t-testeillä. Tämän jälkeen siirrytään Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokertoimien kautta hierarkkisen regressioanalyysin tulosten tarkasteluun.

4.1 Oppilaiden lukemisen sujuvuuden yhteys matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumiseen toisen kouluvuoden keväällä

Koko tutkimusjoukossa korrelaatiokertoimien voimakkuudet vaihtelevat heikosta erittäin voimakkaaseen (taulukko 2). Matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumisen yhteyden voimakkuus oli kohtalainen aritmeettisten taitojen ($r=.59$) ja lukemisen sujuvuuden ($r=.42$) kanssa. Sukupuolella ($r=-.04$) ei ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumiseen. Muuttujien väliset Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokertoimet on esitetty koko aineiston osalta taulukossa 2.

TAULUKKO 2. Muuttujien tulomomenttikorrelaatiokertoimet ja tilastolliset tunnusluvut

	1.	2.	3.	4.	
1. Sukupuoli	–				
2. Aritmeettiset taidot	-.15*	–			
3. Lukemisen sujuvuus	.07	.54**	–		
4. Matematiikan sanalliset tehtävät (2 lk.)	-.04	.59**	.42**	–	
	Ka	0.51	0.00	20.94	4.83
	Kh	0.50	0.96	8.81	2.04
	Md	-	0.05	22.00	5.00
	Vinous	-	-0.24	-0.05	-0.07
	Huipukkuus	-	-0.40	0.71 ¹	-0.68

Huom. * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$. Sukupuoli: 0=poika, 1=tyttö. $N=201$.

Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokerroin.

¹ Huipukkuuden ja vinouden laskemisessa on käytetty laskukaavoja ja tuloksien tulkintaa: $| \text{Vinous} / \text{Vinouden keskivirhe} | > 2$ ja $| \text{Huipukkuus} / \text{Huipukkuuden keskivirhe} | > 2$.

Hierarkkisella regressioanalyysillä tarkasteltiin, kuinka paljon lukemisen sujuvuus selitti matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumista, kun sukupuoli ja aritmeettiset taidot oli huomioitu (taulukko 3). Koko aineistossa lasten sukupuoli, aritmeettiset taidot ja lukemisen sujuvuus selittivät yhteensä 36% matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumista ($p < .001$). Mallin ensimmäisellä askelmalla oppilaan sukupuoli ei selittänyt tilastollisesti merkitsevästi matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumista ($p = .567$). Mallin toisella askelmalla mukaan lisätty aritmeettiset taidot lisäsivät mallin selitysosuutta tilastollisesti merkitsevästi 34.4% ($p < .001$). Aritmeettisten taitojen yhteys matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumiseen oli positiivinen: mitä paremmat aritmeettiset taidot oppilailla oli, sitä paremmin he suoriutuivat matematiikan sanallista tehtävistä. Mallin kolmannella askelmalla mukaan lisätty lukemisen sujuvuus lisäsi selityssastetta tilastollisesti merkitsevästi 1.4% ($p = .037$). Toisin sanoen ne oppilaat, jotka osasivat lukea vertaisiaan sujuvammin toisen lukuvuoden keväällä, suoriutuivat myös paremmin matematiikan sanallisista tehtävistä. Hierarkkisen regressioanalyysin vaiheet ja niiden tulokset on esitetty taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Hierarkkisen regressioanalyysin tulokset oppilaiden lukemisen sujuvuuden yhteydestä matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumiseen toisen luokan keväällä.

Oppilaiden matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumisen taidot toisen kouluvuoden keväällä.				
	Askel 1	Askel 2	Askel 3	Yhteensä
	β	β	β	
Sukupuoli	-.04	.05	.02	
Aritmeettiset taidot		.59***	.51***	
Lukemisen sujuvuus			.14*	
1,2	R ² =.00	R ² =.34***	R ² =.01*	
1,3	ΔR^2 =.00	ΔR^2 =.35***	ΔR^2 =.36*	ΔR^2 =.36***
	F(1, 199)=0.33	F(1, 198)=104.19***	F(1, 197)=4.40*	

Huom. *p<.05; **p<.01; ***p<.001. Sukupuoli: 0=poika, 1=tyttö.

¹ Mallin selitysosuuksien ja niiden summan välinen vastaamattomuus johtuu pyöristyksistä.

² R² = mallin selitysaste (%).

³ ΔR^2 = hierarkkisessa regressioanalyysissä selitysasteen muutos lisättäessä selittäviä muuttujia mallin eri askelmilla.

4.2 Poikien ja tyttöjen lukemisen sujuvuuden ja matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumisen yhteys toisen kouluvuoden keväällä

Kahden toisistaan riippumattoman otoksen t-testeistä saadut tulokset antoivat tukea jatkoanalyysien toteuttamiselle sukupuolittain. Aritmeettisissa taidoissa havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero ($t^{(184.39)}=2.05$, $p=.042$, $d=.30$) poikien ja tyttöjen välillä. Lukemisen sujuvuutta ($t^{(204.00)}=-1.00$, $p=.320$, $d=-.14$) ja matematiikan sanallisia tehtäviä ($t^{(199.00)}=0.57$, $p=.567$, $d=.08$) mittaavissa osioissa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa poikien ja tyttöjen välillä (tarkemmat keskiarvoihin liittyvät tilastolliset tunnusluvut on esitetty taulukossa 4).

Molemmilla sukupuolilla selitettävä muuttuja, matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutuminen, ja sitä selittävät muuttujat (aritmeettiset taidot ja lukemisen sujuvuus) korreloivat keskenään tilastollisesti erittäin merkitsevästi. Pojilla korrelaatiokertoimien voimakkuudet vaihtelivat kohtalaisesta erittäin voimakkaaseen (vaihteluväli $r=.49-.88$) ja tytöillä heikosta erittäin voimakkaaseen (vaihteluväli $r=.37-.80$) (taulukko 4). Pojilla matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutuminen oli yhteydessä aritmeettisiin taitoihin ($r=.60$) ja lukemisen sujuvuuteen ($r=.49$). Tytöillä vastaavat yhteydet olivat aritmeettiseen taitoihin ($r=.59$) ja lukemisen sujuvuuteen ($r=.37$). Muuttujien väliset tulomomenttikorrelaatiokertoimet on esitetty pojille ja tytöille erikseen taulukossa 4.

Hierarkkisella regressioanalyysillä tarkasteltiin erikseen sukupuolten välisiä eroja lukemisen sujuvuuden suhteen, kun aritmeettiset taidot oli vakioitu. Pojilla lukemisen sujuvuus selitti matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumista tilastollisesti suuntaa antavasti ($p=.058$). Tytöillä yhteys ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($p=.247$) (taulukko 5). Hierarkkisen regressioanalyysin tuloksista (taulukko 5) aritmeettiset taidot ja lukemisen sujuvuus selittivät pojilla yhteensä 39% ($p<.001$) ja tytöillä 36% ($p<.001$) matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumisen taitotasosta alakoulun toisen vuoden keväällä.

Mallin ensimmäisellä askelmalla aritmeettiset taidot selittivät tilastollisesti merkitsevästi 36% matematiikan sanallisten tehtävien taitojen tasoa pojilla

($p < .001$) ja 35% tytöillä ($p < .001$). Aritmeettisten taitojen yhteys matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumiseen oli molemmissa ryhmissä positiivinen ja tilastollisesti merkitsevä. Mitä paremmat aritmeettiset taidot pojilla ja tytöillä oli, sitä paremmin he suoriutuivat matematiikan sanallista tehtävistä. Mallin toisella askelmalla mukaan lisätty lukemisen sujuvuus oli tilastollisesti suuntaa antava ja positiivinen pojilla (selitysasteen lisäys 2%, $p = .058$), mutta ei lisännyt tytöillä mallin selitysosuutta tilastollisesti merkittävästi ($p = .247$). Täten mitä sujuvammin pojat osasivat lukea alakoulun toisen lukuvuoden keväällä, sitä paremmin he suoriutuivat myös matematiikan sanallisista tehtävistä.

TAULUKKO 4. Muuttujien tulomomenttikorrelaatiokertoimet ja tilastolliset tunnusluvut erikseen pojille ja tytöille. Taulukossa alapuolella poikien saamat arvot ja yläpuolella tyttöjen saamat arvot.

		Pojat							
		1.	2.	3.	Ka	Kh	Md	Vinous	Huipukkuus
T y t ö t	1. Aritmeettiset taidot	–	.60**	.60**	-0.13	0.84	-0.14	-0.31	-0.37
	2. Lukemisen sujuvuus	.49**	–	.49**	21.56	8.14	22.00	-0.51 ¹	1.25 ¹
	3. Matematiikan sanalliset tehtävät (2 lk.)	.59**	.37**	–	4.74	2.04	4.50	-0.00	-0.59
Ka		0.15	20.33	4.90					
Kh		1.06	9.49	2.05					
Md		0.31	20.50	5.00					
Vinous		-0.38	0.29	-0.11					
Huipukkuus		-0.47	0.52	-0.72					

Huom. *p<.05; **p<.01; ***p<.001.

¹ Huipukkuuden ja vinouden laskemisessa on käytetty laskukaavoja ja tuloksien tulkintaa: |Vinous/Vinouden keskiarvo| > 2 ja |Huipukkuus/Huipukkuuden keskiarvo| > 2.

TAULUKKO 5. Hierarkkisten regressioanalyysien tulokset erikseen pojille ja tytöille tehtynä lukemisen sujuvuuden yhteydestä matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumiseen toisen luokan keväällä.

Muuttujat	Pojat			F	Tytöt			
	β	R ²	ΔR ²		β	R ²	ΔR ²	F
Askel 1		.36***	.36***	(1, 96)=54.58***		.35***	.35***	(1,101)=53.77***
Aritmeettiset taidot	.60***				.59***			
Askel 2		.02† ¹	.39*** ¹	(1, 95)=3.69†		.01	.36***	(1, 100)=1.36
Aritmeettiset taidot	.49***				.54***			
Lukemisen sujuvuus	.19†				.11			

Huom. †p<.10; *p<.05; **p<.01; ***p<.001.

¹ Mallin selitysosuuksien ja niiden summan välinen vastaamattomuus johtuu pyörityksistä.

² R² = mallin selitysaste (%).

³ ΔR² = hierarkkisessa regressioanalyysissä selitystason muutos lisättäessä selittäviä muuttujia mallin eri askelmilla.

5 POHDINTA

5.1 Tulosten tarkastelua ja johtopäätökset

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää lukemisen sujuvuuden yhteyttä matematiikan sanallisiin tehtäviin ja niistä suoriutumiseen alakoulun toisen luokan keväällä. Tutkimalla lukemisen sujuvuuden yhteyttä matematiikan sanallista tehtävistä suoriutumiseen on mahdollista saada tärkeää tietoa siitä, kuinka paljon sanallisissa tehtävissä käytetty kieli, sen ymmärtäminen ja sen sujuva lukeminen vaikuttavat oikean ratkaisustrategian muodostamiseen ja tehtävästä suoriutumiseen. Tulokset auttavat myös kiinnittämään huomiota mahdollisten lukemisen sujuvuuden ja matemaattisten taitojen yhteisiintyvyyteen sekä näiden osataitojen haasteiden päällekkäistymiseen samoilla lapsilla, mikä on tärkeää alkavien haasteiden ennaltaehkäisyn kannalta.

Tutkimuksemme keskeisenä tuloksena on, että oppilaiden lukemisen sujuvuus selittää matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumista vielä hyvin vähän alakoulun toisen luokan keväällä. Lukemisen sujuvuuden itsenäinen selitysosuus oli yhteisvaihtelusta vain 1.4%, kun peruslaskutaidon sujuvuus ja sukupuoli oli otettu huomioon vakioiden. Tämän tutkimuksen tulosten perusteella alakoulun toisen vuoden keväällä lukemisen sujuvuudella on vain vähäinen selitysaste matematiikan sanallisiin tehtäviin ja niistä suoriutumiseen, vaikka tulos oli tilastollisesti merkittävä ja yhteyden suunta positiivinen. Tarkemmissa sukupuolten välisissä tarkasteluissa havaittiin tilastollisesti suuntaa antava ja positiivinen yhteys vain pojilla (selitysasteen lisäys 2%, $p=.058$) mutta ei tytöillä. Tämä tulos antaa viitettä siitä, että mitä paremmat lukemisen sujuvuuden taidot pojilla on alakoulun toisen vuoden keväällä, sitä paremmin he näyttäisivät suoriutuvan matematiikan sanallisista tehtävistä. Tulos on mielenkiintoinen, mutta lisätutkimusta aiheesta tarvitaan, sillä poikien tuloksena saatu arvo ei tässä tutkimuksessa saavuttanut tilastollisesti merkittävää tasoa.

Ensimmäisenä tutkimuskysymyksenä tässä tutkimuksessa tarkasteltiin lukemisen sujuvuuden yhteyttä matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumiseen alakoulun toisen vuoden keväällä koko tutkimusjoukosta. Aikaisemmissa tutkimuksissa on keskitytty tutkimaan lähinnä luetun ymmärtämisen ja kielellisten piirteiden yhteyttä matematiikan sanallisiin tehtäviin (Björn ym. 2016; Fuchs, Fuchs, Seethaler, Cutting & Mancilla-Martinez 2019; Goodrich & Namkung 2019; Trakulphadetkrai, Courtney, Clenton, Treffers-Daller & Tsakalaki 2017; Walkington ym. 2019; Özcan & Doğan 2018), kun taas lukemisen sujuvuuden yhteyttä matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumiseen on tutkittu verrattain vähän. Lisäksi saaduissa tutkimustuloksissa ei ole saavutettu selkeää yhteneväisyyttä eri tutkimusten kesken tutkittaessa lukemisen sujuvuuden ja matematiikan sanallisten tehtävien välistä yhteyttä. Esimerkiksi suomalaisilla oppilaille tehdyssä tutkimuksessa Vilenius-Tuohimaa ja kollegat (2007) totesivat lukemisen sujuvuuden yhteyteen kuuluvan osa-alueen, teknisen lukutaidon, selittävän tilastollisesti erittäin merkitsevästi oppilaiden matematiikan sanallisten tehtävien hallintaa alakoulun neljännen luokan keväällä. Sen sijaan Björnin ja kollegoiden (2016) seurantatutkimuksessa ei havaittu näiden tekijöiden välistä yhteyttä neljännellä luokalla eikä lukemisen sujuvuus myöskään ennustanut osaamista matematiikan sanallisissa tehtävissä seitsemännellä tai yhdeksännellä luokalla. Turkkilaisilla oppilaille tehdyn tutkimuksen mukaan ei myöskään havaittu vastaavaa yhteyttä neljännellä luokalla lukemisen sujuvuudessa ja matematiikan sanallisissa tehtävissä (Mustafa 2017). Mustafan (2017) tutkimuksessa todettiin, ettei lukemisen sujuvuuden osaamisella ollut merkitystä luokiteltaessa oppilaita ongelmanratkaisumenestyksen mukaan, toisin kuin luetun ymmärtämisellä, jonka havaittiin luokittelevan hyvin oppilaita menestyviin ja oppimisvaikeuksiin oppilaisiin ongelmanratkaisutaidoissa.

Tämän tutkimuksen tulokset tukevat Vilenius-Tuohimaan ja kollegoiden (2007) saamia tutkimustuloksia, sillä myös tässä tutkimuksessa lukemisen sujuvuuden ja matematiikan sanallisten tehtävien väliltä löydettiin tilastollisesti merkitsevä yhteys alakoulun toisen lukuvuoden kevään oppilaita tutkittaessa.

Toisaalta tässä tutkimuksessa keskityttiin vain lukemisen sujuvuuden ja matematiikan sanallisten tehtävien välisen yhteyden tarkasteluun, joten tutkimuksessa ei voitu arvioida, millainen vaikutus lukemisen ymmärtämisellä olisi ollut lopulliseen tulokseen. Lisäksi lukemisen sujuvuutta tutkivissa tutkimuksissa on käytetty eri mittareita lukemisen sujuvuuden mittaamisessa, mikä voi selittää osaltaan näiden tutkimuksien eriäviä tuloksia verrattuna tähän tutkimukseen (Björn ym. 2016; Mustafa 2017). Näiden eri mittareiden käyttöä pohditaan tarkemmin Tutkimuksen arviointia -kohdassa.

Lukemisen ymmärryksen lukumääräisesti suurempaa käyttöä aiemmissa matematiikan sanallisiin tehtäviin kohdistuneissa tutkimuksissa voidaan selittää muun muassa havaitulla lukemisen sujuvuuden, kielellisten taitojen ja luetun ymmärtämisen välisellä yhteydellä (Heikkilä 2016; Lerkkanen 2006, 108; Lerkkanen & Torppa 2019, 291). Lerkkasen ja Torpan (2019, 291) mukaan etenkin alakoulun aikana sujuva lukutaito ja kielellisen ymmärtämisen taidot selittävät yhdessä lähes kaiken yksilöllisen vaihtelun luetun ymmärtämisestä. Tähän samaan johtopäätökseen on tullut myös Heikkilä (2016), jonka mukaan lukemisen sujuvuus vaikuttaa selvästi luetun ymmärtämiseen ja motivaatioon lukemista kohtaan ja siten myös muihin oppiaineisiin. Lisäksi lukemisen ymmärryksen suurempaa käyttöä tukee peruslukutaidon päätavoite, jonka on todettu olevan tekstin sisällön ymmärtäminen ja tekstile merkityksen antaminen (Lerkkanen 2006, 108). On siis ymmärrettävää, että lukemisen oppimisen kehityskaaressa edistyneempi taito, lukemisen ymmärrys, on ollut tutkimusten kohteena erityisesti matematiikan sanallisissa tehtävissä sen pitäessä sisällään niin lukemisen sujuvuuden osa-alueen kuin myös kielellisen taidon osa-alueen.

Matematiikan sanallisiin tehtäviin liittyvissä tutkimuksissa luetun ymmärtämisen suurempi käyttö on voinut johtua myös siitä, että ymmärrys tekstin sisällöstä on ensiarvoisen tärkeää verbaaliseen muotoon kirjoitetun tehtävän ratkaisun kannalta. Tätä näkemystä puoltaa erityisesti Mustafan (2017) toteuttama tutkimus, jossa lukemisen ymmärtämisen nähtiin olevan tärkeä ratkaisustrategian muodostamisen edellytys. Lukemisen ymmärtämisen voidaankin katsoa vaikuttavan muun muassa siihen, miten oppilaat huomaavat

lukiessaan tekstin sisällöllisiä ja kieliopillisia vihjeitä sekä yksityiskohtia (Lerikkanen 2006, 117). Tämän tyyppinen ymmärtävä lukeminen korostuu erityisesti matematiikan sanallisissa tehtävissä, joissa oppilaan tulee kiinnittää huomiota niin tekstin rakenteeseen (Daroczy ym. 2015), käytettyyn sanastoon (Schumacher & Fuchs 2012) sekä tehtävän kielelliseen ulkoasuun (Fuchs ym. 2015), jotka saattavat poiketa huomattavasti muista kauno- ja tietokirjallisista tekstilajeista.

Daroczyn ja kollegoiden (2015) mukaan matematiikan sanalliset tehtävät edustavat matematiikan tehtävyyppiä, jossa erityisesti kielen rakenteellisilla ja semanttisilla tekijöillä on vaikutusta oppilaiden matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumiseen. Täten oppilaiden käyttämä äidinkieli ja laajemmin kielialue voivat myös vaikuttaa siihen, miten paljon nämä rakenteelliset ja semanttiset tekijät ovat yhteydessä oppilaiden matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumiseen. Tässä tutkimuksessa matematiikan sanalliset tehtävät oli suunnattu alakoulun toisen lukuvuoden kevään oppilaille. Nämä matematiikan sanalliset tehtävät koostuivat kirjallisesti tuotetuista parin lauseen mittaisista tehtäväkokonaisuuksista, jotka sisälsivät yksivaiheisen ongelmanratkaisun kannalta vain tarvittavat numerot ja verbaalisesti kirjoitetun tiedon. Tehtävät olivat rakenteellisilta ja semanttisilta piirteiltään loogisesti eteneviä kokonaisuuksia, minkä vuoksi ne eivät ehkä kielellisiltä piirteiltään haastaneet oppilaita riittävästi verrattuna aikaisempiin tutkimuksiin, jotka oli toteutettu alakoulun neljännellä luokalla (Björn ym. 2016; Mustafa 2017; Vilenius-Tuohimaa ym. 2007).

Suomen kielen säännönmukaisuudella voidaan katsoa olevan etua verrattuna epäsäännönmukaisiin kielialueisiin myös siinä, miten vaikeana matematiikan sanalliset tehtävät koetaan alakoulun aikana. Koulun aloittavista suomenkielisistä lapsista noin kolmannes osaa lukea jo ensimmäisen luokan alussa, ja ne lapset, jotka eivät vielä koulun alkaessa osaa lukea, kehittyvät niin lukemisen sujuvuuden kuin luetun ymmärtämisen osa-alueilla nopeasti ja harppauksenomaisesti (Aro 2004). Monet suomenkieliset lapset saavuttavat jo ensimmäisellä luokalla mekaanisen lukutaidon ja peruslukutaidon, jolloin myös

lukemisen erot kaventuvat (Aro 2004; Holopainen 2002; Lerkkanen 2006; Seymour, Aro & Eskelinen 2003). Koska tähän tutkimukseen osallistuneet oppilaat olivat tutkimukseen osallistumishetkellä alakoulun toisen vuoden kevään oppilaita, voidaan heidän mekaanisen lukutaitonsa ja peruslukutaitonsa olettaa olevan automatisoituneet tarpeeksi matematiikan sanallisten tehtävien ratkaisua sekä sen kielellisten piirteiden ymmärrystä ajatellen.

Mikäli analyysit olisi tehty erikseen tehostettua ja erityistä tukea tarvitseville oppilaille, voisivat tulokset poiketa tämän kokonaistutkimuksen tuloksista. Tätä näkemystä tukee esimerkiksi Lerkkasen (2006) huomio suomen kielen morfologisesta kompleksisuudesta, sillä sanojen muoto, rakenne ja taivutukset sekä syntaksi voivat tehdä kielestämme vaativan ja sitä kautta lauseiden ja tekstin ymmärtämisestä haastavan. Suomen kielen luetun ymmärtäminen on todettu olevan vaikeaa myös siksi, että kielessämme on paljon lauseenvastikkeita sekä adjektiivi- ja genetiiviattribuuttiyhdistelmiä (Holopainen 2002). Nämä kielellisyyteen liittyvät vaikeudet näkyvät useimmiten Koposen ja kollegoiden (2014, 339) mukaan matematiikassa lukusanojen muistamisessa sekä lukemisen hitautena. Kielellisen kehityksen näkökulmasta matematiikan sanalliset tehtävät voivatkin olla vaativia juuri tehtävässä esiintyvien kielellisten piirteiden takia, sillä ne eivät vielä ole integroituneet osaksi lasten käsitteellisistä tietämysrakennetta (Cummins ym. 1988, 407). Lisätutkimusta aiheesta kuitenkin tarvitaan annettujen hypoteesien varmistamiseksi, sillä tässä tutkimuksessa ei vertailtu keskenään eri osaamisryhmiä lukemisen sujuvuuden ja matematiikan sanallisten tehtävien yhteyttä tarkasteltaessa.

Pohjimmiltaan suoriutuminen matematiikan sanallisista tehtävistä näyttäisi olevan voimakkaammin yhteydessä matematiikan osaamiseen kuin lukemisen taitotasoon alakoulun toisen luokan keväällä. Tässä tutkimuksessa saatujen tutkimustulosten mukaan aritmeettisten taitojen sujuvuuden oma selitysosuus oli matematiikan sanallisten tehtävien suoriutumisesta 34%, mikä oli tutkimuksen suurin yksittäinen matematiikan sanallisten tehtävien suoriutumista selittävä tekijä. Saamamme tutkimustulos on samansuuntainen

Wangin ja kollegoiden (2016) pitkittäistutkimuksen kanssa, jossa varhaisten aritmeettisten taitojen nähtiin ennustavan suoriutumista matematiikan sanallisista tehtävistä yhdessä yleisen ongelmanratkaisutaitojen sekä kielellisen taidon ja työmuistin kanssa. Tutkijoiden mukaan yhteen- ja vähennyslaskusujuvuus tukee suoriutumista matematiikan sanallisista tehtävistä, etenkin ongelmanratkaisun viimeisessä vaiheessa, jossa oppilaan tulee soveltaa ratkaisustrategiaa vastauksen saamiseksi (Wang ym. 2016). Aunio ja Räsänen (2015) tutkimuksen perusteella voidaan olettaa, että alakoulun toisen vuoden keväällä, jolloin laskemisen perustaitojen hallintaa vielä harjoitellaan, lasten matematiikan sanallisten tehtävien osaaminen pohjautuu vahvasti matemaattisten osataitojen hallinnalle. Nämä osataidot (lukumääräisyyden ymmärtäminen, aritmeettiset perustaidot ja laskemisen taidot sekä matemaattisten suhteiden ymmärtäminen) luovat yhdessä sen perustan, jonka päälle myöhempi matematiikan sanallisten tehtävien hallinta rakentuu (Aunio & Räsänen 2015).

Toisena tutkimuskysymyksenä tässä tutkimuksessa tarkasteltiin sukupuolen välisiä eroja lukemisen sujuvuuden ja matematiikan sanallisten tehtävien välisessä yhteydessä. Tutkimustulokset eivät tukeneet asetettua hypoteesia sukupuolen yhteydestä lukemisen sujuvuuden ja matematiikan sanallisten tehtävien suoriutumisessa. Sukupuoli ei selittänyt tilastollisesti merkitsevästi lukemisen sujuvuuden ja matematiikan sanallisten tehtävien välistä yhteyttä koko tutkimusjoukon tasolla eikä myöskään tarkemmissa sukupuolten itsenäisissä tarkasteluissa. Toisaalta tarkemmissa sukupuolten välisissä tarkasteluissa ilmeni suuntaa antava positiivinen yhteys poikien lukemisen sujuvuuden ja matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumisen välillä. Aiemmissa tutkimuksissa oppilaiden sukupuolen vaikutusta niin lukemisen sujuvuuteen kuin matemaattiseen ongelmanratkaisuun on tutkittu paljon erikseen, mutta näiden kolmen muuttujan välistä yhteyttä ei tiettävästi ole aiemmin tutkittu alakoulun ensimmäisillä luokilla.

Lasten lukemisen taitoja mitanneissa tutkimuksissa tytöillä on ollut poikia paremmat perustaidot kaikilla lukemisen osa-alueilla. Samoin tytöt ovat olleet

lähtökohtaisesti kiinnostuneempia lukemisesta, mikä entisestään kasvattaa sukupuolten välisiä eroja tyttöjen hyväksi. (Chiu 2018; Leino ym. 2019, 127–130; Lerkkanen ym. 2010; Merisuo-Storm 2006; Torppa, Eklund, Sulkunen, Niemi & Ahonen 2018.) Matemaattiseen ongelmanratkaisuun suuntautuneet tutkimustulokset ovat puolestaan osoittaneet, ettei esiopetuksen ja alakoulun ensimmäisinä vuosina poikien ja tyttöjen välisessä ongelmanratkaisuosaamisessa ole havaittu tilastollisesti merkittäviä eroja (Aunio & Niemivirta 2010; Fennema, Carpenter, Jacobs, Franke & Levi 1998; Hyde, Fennema & Lamon 1990; McCoy 1994; Mononen & Aunio 2013). Toisaalta poikien on havaittu valitsevan ongelmanratkaisustrategioita tyttöjä tarkoituksenmukaisemmin (Fennema ym. 1998; Salminen Pulkkinen, Koponen & Hiltunen 2018) ja näin ollen suoriutuvan tehtävästä vaivattomammin.

Poikien yleisen matemaattisen taidon lisääntymisen on myös todettu olleen tyttöjä suurempaa alakoulun ensimmäisillä luokilla (Aunola, Leskinen, Lerkkanen & Nurmi 2004), mikä saattaa osaltaan selittää ongelmanratkaisussa havaittuja sukupuolen välisiä eroja miesten hyväksi myöhemminä kouluvuosina (Geary, Sauls, Liu & Hoard 2000; Hyde ym. 1990), jolloin matematiikassa käsiteltävät aiheet muuttuvat yhä monivaiheisimmiksi ja abstraktimmiksi. Koska aiempaa kansallista tai kansainvälistä tutkimuskirjallisuutta ei löytynyt sukupuolen, lukemisen sujuvuuden ja matematiikan sanallisten tehtävien välisestä yhteydestä alakoulun ensimmäisillä luokilla, voidaan tässä tutkimuksessa saatuja tuloksia pitää merkittävinä. Sukupuolen mukaan erikseen tarkasteltuna saamamme tulokset antavat tukea edellä kuvatuille tutkimuksille (Aunio & Niemivirta 2010; Fennema ym. 1998; Hyde ym. 1990; McCoy 1994; Mononen & Aunio 2013), joiden mukaan alakoulun ensimmäisinä vuosina sukupuolten välisiä eroja ei ollut havaittavissa ongelmanratkaisuosaamista tutkittaessa.

Toisaalta on tärkeä huomata, että tarkemmissa sukupuolten välisissä tarkasteluissa ilmeni suuntaa antava positiivinen yhteys poikien lukemisen sujuvuuden ja matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumisen välillä. Tämä tukee Vilenius-Tuohimaan (2005, 109) pohdintaa, jonka mukaan on tärkeää

tarkastella vertailtavia ilmiöitä tarkemmin kuin vain tilastollisia indikaattoreita hyödyntäen. Se, että tilastollista eroa ei ole, ei tarkoita, etteivätkö pojat ja tytöt olisi esimerkiksi kielellisinä ilmaisijoina, ajattelijoina ja motivaatiotasoltaan hyvinkin erilaisia (Vilenius-Tuohimaa 2005, 109). Mikäli poikia ja tyttöjä ei olisi tutkittu erikseen, olisi tässä tutkimuksessa käsiteltävänä olevan ilmiön luonteesta jäänyt huomioimatta poikien suuntaa antava positiivinen yhteys lukemisen sujuvuuden ja matematiikan sanallisten tehtävien välillä. Vaikka tulos ei yltänyt tilastollisesti merkittävälle tasolle, puoltaa tämä suuntaa antava tulos uusimman PISA-tutkimuksen (2018) mukaisia tuloksia, joissa suomalaisten oppilaiden sukupuolten väliset erot lukutaidossa ovat edelleen suuret tyttöjen hyväksi. Samankaltainen ilmiö on havaittavissa myös matematiikan osa-alueella, jossa uusimmat tulokset osoittavat tyttöjen olevan hieman poikia parempia. (Leino ym. 2018.) Tämä tutkimus antaa pieniä viitteitä siitä, että suuntaamalla opetuksellinen huomio poikien lukemisen sujuvuuden taitoihin ja niissä mahdollisesti havaittaviin haasteisiin, voisi tämä lähestymistapa tukea poikien suoriutumista myös matematiikan sanallisissa tehtävissä. Kuitenkin lisätutkimusta tarvitaan aiheesta edustavammalla otoksella ja asiaan liittyvillä interventiotutkimuksilla.

5.2 Tutkimuksen arviointia ja jatkotutkimushaasteet

Tässä luvussa arvioidaan tutkimuksen vahvuuksia, rajoituksia sekä kehittämisen kohteita. Arvioinnin kohteena ovat koeasetelma, tutkimusprosessin eteneminen, metodologiset lähtökohdat ja menetelmälliset valinnat sekä tuloksiin liittyvä luotettavuuden tarkastelu. Näiden tutkimuksen luotettavuuteen liittyvien tekijöiden avulla pyritään varmistamaan tutkimuksen luotettavuus sekä toistettavuus.

Tutkimus oli osa laajempaa Jyväskylän yliopiston toteuttamaa Lasten luku- ja laskutaidon sujuvuus -hanketta (FLARE), mikä mahdollisti tässä tutkimuksessa kattavan aineiston käytön ja aineistoon liittyvän analysoinnin. Tutkimuksen vahvuuksina voidaan pitää etenkin huolellisesti kerättyä

poikkileikkausaineistoa, jonka otos oli suuri (N=201) ja sukupuolijakauma symmetrinen (poikia 48.8% ja tyttöjä 51.2%). Tutkimusprosessin etenemisessä on myös noudatettu tutkimuseettisen neuvottelukunnan hyvän tieteellisen käytännön periaatteita (TENK 2012).

Näiden edellä mainittujen tutkimuksen koeasetelmaan kuuluvien tekijöiden ansiosta tutkimusaineiston voi todeta edustavan melko hyvin tutkimuskohteena olevaa maakuntaa ja maakunnan peruskoulun toisen vuosiluokan oppilaita. Tutkimus antoi erityisesti uutta tietoa lukemisen sujuvuuden ja matematiikan sanallisten tehtävien välisestä yhteydestä alakoulun toisella luokalla, jolloin taidot molemmissa osa-alueissa ovat vielä kehittymässä (Koponen 2012; Koponen ym. 2013; POPS 2014, 106, 130). Lisäksi tutkimus antoi lisätietoa sukupuolten merkityksestä matematiikan sanallisia tehtäviä ratkaistaessa. Tutkimuksen voidaan katsoa olevan merkittävä, sillä aiheesta tehtyjä tutkimuksia on niin kansallisesti kuin kansainvälisesti vielä vähän.

Koeasetelman rajoituksena voidaan pitää otoksen alueellista kattavuutta. Tutkimukseen oli valikoitunut vain yhden maakunnan kuusi koulua ilman satunnaistamista, mikä heikentää tulosten luotettavuutta ja yleistettävyyttä kansallisella tasolla perusjoukkoon. Toisaalta Vettenranta ja kollegat (2016, 48) ovat neljännen vuosiluokan oppilaisiin suuntautuvassa TIMSS-tutkimusohjelmassa havainneet, ettei Suomen suuraluejaon tai koulun sijaintipaikan välisiä eroja ole havaittavissa matematiikan taitoja mitattaessa, mikä tukee osaltaan tulosten yleistettävyyden mahdollisuutta. Lisäksi tulosten luotettavuutta saattaa heikentää lukemisen sujuvuus -muuttujan normaalijakaumassa esiintyneet poikkeavat arvot huipukkuudessa (koko tutkimusjoukossa ja tytöillä) ja vinoudessa (tyttöillä).

Tutkimuksen metodologisena vahvuutena voidaan pitää tutkimuskysymysten suuntaisia metodologisia lähtökohtia ja menetelmien valintaa, joissa hyödynnettiin tutkimusprojektin ja Jyväskylän yliopiston henkilökuntaa. Tutkimuksessa käytetyt mittarit ja muuttujat olivat standardoituja tai tutkimuskäyttöön suunniteltuja. Toisaalta käytettyjen mittareiden validiteettiin tai reliabiliteettiin liittyviä tuloksia ei ole kuitenkaan

julkaistu lukuun ottamatta lukemisen sujuvuutta -mittaavan tehtävän osalta (Salmi ym. 2011). Testi-uusintatesti -menetelmässä reliabiliteetti mittaussvälin suositellaan olevan maksimissaan kaksi viikkoa, joten tässä tutkimuksessa käytetyt syksyn ja kevään mittausajankohtien arvioinnin voidaan todeta mittaavan enemmän tuloksien pysyvyyttä kuin reliabiliteettia (Metsämuuronen 2006, 133–134).

Tässä tutkimuksessa ennen tutkimusaineiston analysointia on huomioitu regressioanalyysin tekniset rajoitukset, kuten otoskoko, muuttujien välisiä suhteita kuvaava multikollinearisuus sekä poikkeavat arvot. Lisäksi regressioanalyysin tuloksia on tarkasteltu residuaalien eli jäännöstermien avulla. (Metsämuuronen 2006, 56, 607–613, 678–679; Tabachnick & Fidell 2013, 159–164; Uhari & Nieminen 2001, 178.) Hierarkkinen regressioanalyysi valikoitui teoreettisen hypoteesin perusteella. Tämä analyysimenetelmä mahdollisti muuttujien sijoittamisen regressioanalyysiin tutkijoiden määrittämässä hypoteesin mukaisessa järjestyksessä. (Tabachnick & Fidell 2013, 173–174; Uhari & Nieminen 2001, 178.) Esimerkiksi analysointivaiheessa oli tärkeää aluksi valikoida sukupuolen ja aritmeettisten taitojen vaikutus, jotta matematiikan sanallisten tehtävien kielellisyys tulisi selkeämmin esille.

Tässä tutkimuksessa lukemisen ymmärtäminen rajattiin aineistosta pois luetun ymmärtämistä mittaavan tehtävän saamien kattoefektituloksien perusteella. Lisäksi toinen lukemisen sujuvuutta kuvaava muuttuja jätettiin pois havaitun multikollinearisuuden takia. Aiempiin tutkimuksiin verrattuna (Björn ym. 2016; Mustafa 2017; Vilenius-Tuohimaa ym. 2007) olemme myös määritelleet lukemisen sujuvuusmuuttujan koskemaan sekä hiljaisen lukemisen sujuvuuden teknistä lukutaitoa että myös tekstin ymmärrystä. Tämä lukemisen sujuvuuden määritelmä eroaa aiempien tutkimusten lukemisen sujuvuuden määritelmistä merkittävästi, minkä takia myös saadut tulokset voivat erota aiemmista tutkimuksista.

Nämä toisistaan eroavat lukemisen sujuvuuden määritelmät sekä lukemisen sujuvuutta mittaavat mittarit ovat johtaneet tilanteeseen, jossa lukemisen sujuvuus määritellään tutkijakeskeisesti vastaamaan kulloistakin

tutkimuksen tarvetta. Rasinskin (2014) mukaan näitä määritelmien välisiä eroavaisuuksia eri tutkimuksissa tulisi tulevaisuudessa selkeyttää esimerkiksi viittaamalla tarkemmin sanan tunnistustarkkuuteen, sanan tunnistamisen automatisoitumiseen ja prosodiaan kolmena erillisenä lukutaidon osa-alueena. Tällöin lukemisen sujuvuutta voitaisiin sitten käyttää synonyyminä kokonaisvaltaiselle lukemiselle (Rasinski 2014). Tästä määritelmien selkeyttämisestä hyötyisivät niin aihetta tutkivat tutkijat kuin myös käytännön työtä tekevät opettajat, joiden toiminnalla on suora vaikutus luokassa annettavaan lukemisen opetuksen ohjeistukseen (Kuhn, Schwanenflugel, Meisinger, Levy & Rasinski 2010).

Lisäksi tutkimustuloksen vertailua aikaisempiin kansainvälisiin tutkimuksiin vaikeuttaa tutkimuksessa käytetty kieli ja laajemmin kielialue. Koska aiempi kielellisten piirteiden tutkimuskirjallisuus on perustunut pääsääntöisesti englannin kielisillä lapsilla tehtyihin tutkimuksiin (Share 2008), vaikuttavat nämä suoraan kansallisten ja kansainvälisten tutkimuksen vertailtavuuteen tarkasteltaessa matematiikan sanallisten tehtävien kielellisiä piirteitä. Kuitenkin tässä tutkimuksessa tutkittua lukemisen sujuvuutta oli mahdollista verrata kahteen aikaisempaan suomalaiseen tutkimukseen (Björn ym. 2016; Vilenius-Tuohimaa ym. 2007), mikä helpotti tämän tutkimuksen ja aikaisempien tutkimuksien vertailua, vaikkakin nämä tutkimukset oli toteutettu ylemmillä vuosiluokilla.

Tutkimuksen vertailua ja yleistettävyyttä rajoittaa myös se, että tässä tutkimuksessa matematiikan sanallisten tehtävien tarkastelussa oli käytössä vain keskeisimmät taustamuuttujat (sukupuoli, aritmeettiset taidot ja lukemisen sujuvuus). Esimerkiksi älykkyydosamäärää, kognitiivisia toimintoja, kielellistä ymmärrystä tai kuullun ymmärtämistä ei ole huomioitu tutkimuksessa. Näiden muuttujien tarkastelu olisi antanut tutkittavasta ilmiöstä, matematiikan sanallisista tehtävistä, monipuolisemman kuvan, mikä ei käytetyillä muuttujilla ollut mahdollista. Tutkimuksessa ei myöskään huomioitu vanhempien koulutustaustaa tai vanhempien lapsiinsa kohdistuneita uskomuksia koulumenestyksestä, joiden on havaittu selittävän eroja hyvin suoriutuvien ja

heikosti menestyvien oppilaiden välillä niin matematiikassa kuin lukemisessa (Aunola, Nurmi, Niemi, Lerkkanen & Rasku-Puttonen 2002; Leino ym. 2019, 127–130; Lerkkanen ym. 2010; Metsämuuronen 2013, 65, 100–102; Mononen ym. 2013; Räsänen & Närhi 2013, 194; Vettenranta ym. 2016, 65–69).

Nämä tutkimuksen vahvuudet ja heikkoudet huomioiden tulokset voidaan varauksella suuntaa antavasti yleistää kansallisella tasolla kuvaamaan alakoulun toisen luokan oppilaiden taitoja suoriutua lukemisen sujuvuuden ja matematiikan sanallista tehtävistä. Tutkimustulosten varmistamiseksi tulee tehdä jatkotutkimusta, jossa huomioidaan paremmin Suomen alueellinen kattavuus sekä kielellisesti ja kulttuurisesti erilaisten oppijoiden lähtökohdat. Myös sukupuolten välisiä eroja olisi syytä tutkia lisää, jotta saataisiin tietoa siitä, mistä eroavaisuudet johtuvat. Poikkileikkaustutkimuksen lisäksi tarvitaan kattavia pitkittäisiä seurantatutkimuksia, jotta voidaan arvioida lukemisen sujuvuuden ja matematiikan sanallisten tehtävien osataitojen kehittymistä ja niihin liittyviä tekijöitä. Lisäksi tarvitaan aiheeseen liittyviä interventiotutkimuksia, joissa voidaan koe- ja kontrolliasetelmassa arvioida erilaisten pedagogisten menetelmien vaikuttavuutta lukemisen sujuvuuteen ja matematiikan sanallisiin tehtäviin ja niiden välisiin yhteyksiin. Mielenkiintoista olisi myös tarkastella, missä määrin lukemisen sujuvuus, lukemisen ymmärrys ja kielelliset taidot sekä kuullun ymmärtäminen vaikuttavat matematiikan sanallisista tehtävistä suoriutumiseen suomenkielisessä ympäristössä ja missä määrin visuaalinen ymmärrys sanallisten tehtävien yhteydessä olevista kuvioista voi edesauttaa tai haitata suoriutumista matematiikan sanallisista tehtävistä.

5.3 Käytännön merkitys

Peruskoulun ensimmäisten vuosien aikana lukemisen ja laskemisen perustaitojen hallinta kehittyvät pääsääntöisesti rinnakkain. Alakoulun matematiikan opiskelussa matematiikan opetus pohjautuu suurelta osin numeropohjaisten, mekaanisten laskujen ohella myös päättelykykyä ja

ongelmanratkaisutaitoja vaativien matematiikan sanallisten tehtävien ratkaisemiseen (POPS 2014, 128,130). Lukemisen sujuvuuden perustaitojen kehittämisessä korostuu puolestaan jatkuvuus ja toisto, joiden kautta sanoista jää muistijälki, ja siten sujuva lukutaito pääsee kehittymään (Salmi ym. 2013). Suomalaisen peruskoulun opetussuunnitelman perusteiden (2014, 128,130) mukaan matematiikan sanallisia tehtäviä aletaan kouluissa opettamaan muiden matematiikan osa-alueiden yhteydessä jo alakoulun ensimmäisten luokkien aikana erilaisten lähestymistapojen, kuten toiminnallisuuden ja erilaisten välineiden käytön kautta.

Tämän tutkimuksen perusteella aritmeettisten taitojen hallintaan tulisi kiinnittää erityistä huomiota alakoulun ensimmäisten luokkien aikana, viimeistään alakoulun toisella luokalla, sillä se selitti tutkimuksessa yli yhden kolmasosan (34%) matematiikan sanallisten tehtävien suoriutumistasosta. Lisäksi lukemisen sujuvuuden huomioiminen osana matematiikan opetusta on kannattavaa, vaikka tässä tutkimuksessa lukemisen sujuvuuden selitysasteen osuus matematiikan sanallisten tehtävien suoriutumisesta jäi alhaiseksi (1.4%). Lukemisen sujuvuuden on nimittäin todettu muissa tutkimuksissa vaikuttavan luetun ymmärtämiseen ja sitä kautta myös muihin oppiaineisiin, kuten suoriutumiseen matematiikan sanallisista tehtävistä (Björn ym. 2016; Heikkilä 2016; Mustafa 2017).

Kun oppilaat ratkaisevat matematiikan sanallisia tehtäviä, heille tulisi tarjota mahdollisuuksia löytää yhtäläisyyksiä, eroja ja säännönmukaisuuksia tehtävien välillä mutta myös mahdollistaa tehtävien syy- ja seuraussuhteiden havaitseminen (POPS 2014, 129). Oppilaiden huomio tulisi myös suunnata heidän tapoihinsa lukea matemaattisia tehtäviä. Esimerkiksi opettajan tulisi opettaa oppilaille taitoja, joiden avulla he voivat itsenäisesti hyödyntää havaitsemiaan yhteyksiä tehtävän sisäisten elementtien ja eri tehtävien välillä. (Sherman & Gabriel 2017.) Nämä ovat niitä osataitoja, jotka edesauttavat yhteyksien luomista lukemisen ja matematiikan osa-alueiden välille. Näiden matematiikan sanallisten tehtävien ratkaisemiseksi oppilaat tarvitsevat loogista, täsmällistä ja luovaa matemaattista ajattelua sekä ongelmanratkaisukykyä,

joiden pohja luodaan juuri ensimmäisten kouluvuosien aikana. Tämän kaltaisista opetuksellisista ratkaisuksista saattaisivat tämän tutkimuksen mukaan hyötyä kaikki oppilaat mutta etenkin pojat, joilla havaittiin suuntaa antava positiivinen yhteys lukemisen sujuvuuden ja matematiikan sanallisten tehtävien välillä.

Tämä tutkimus tarkasteli oppilaiden lukemisen sujuvuuden ja matematiikan sanallisten tehtävien välistä yhteyttä koko tutkimusjoukon osalta sekä erikseen pojilta ja tytöiltä alakoulun toisen luokan keväällä. Tässä tutkimuksessa ei huomioitu erikseen tehostettua tai erityistä tukea tarvitsevia oppilaita, joiden erillinen analysointi olisi voinut antaa lisätietoa lukemisen sujuvuuden ja matematiikan sanallisten tehtävien välisestä yhteydestä. Aiempien tutkimuksien perusteella voidaan kuitenkin sanoa, että matematiikan sanallisten tehtävien luettavuuteen liittyviä haasteita on mahdollista tukea muun muassa kielellisen ulkoasun lyhentämisellä, lisäämällä konkreettisten sanojen ja tapahtumien määrää (Walkington ym. 2018) sekä myös tarjoamalla proseduraalis-sisällöllisiä vihjeitä (de Kock & Harskamp 2016). Lisäksi lauseiden johdonmukaisuudella ja ongelman aihealueella on mahdollista vaikuttaa siihen, kuinka kauan oppilas käyttää aikaa yhden tehtävän ratkaisuun (Walkington ym. 2019). Tästä hyötyisivät kaikki oppilaat, mutta niistä on hyötyä etenkin niille oppilaille, joilla kielellisten haasteiden takia on havaittu haasteita myös matematiikan sanallisissa tehtävissä.

Yhteenvedona tämän ja aikaisempien tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että matematiikan perustaitojen opettamiseen, opetuksen laatuun sekä varhain aloitettuun ja monipuoliseen tukeen tulisi aktiivisesti kiinnittää huomiota erityisesti alakoulun ensimmäisillä luokilla (Aunio 2008; Metsämuuronen 2013, 159). Hierarkkisesti etenevänä oppiaineena oppilaalla havaitut puutteet peruslaskutaidoissa voivat nimittäin kumuloitua monimutkaisempiin laskuihin ja laskutoimituksiin siirryttäessä (Koponen ym. 2019, 344–345). Lisäksi kokonaisvaltaisen matemaattisten taitojen hyvän hallinnan voidaan katsoa olevan tärkeä ja tavoittelemisen arvoinen asia, sillä kouluvuosien edetessä matemaattisten taitojen hallitsemisen taitotason on todettu vaikuttavan oppilaiden asenteisiin matematiikkaa kohtaan ylemmillä

luokilla (Tuohilampi & Hannula 2013, 231, 242) ja peruskoulun jälkeiseen työllistymiseen vielä senkin jälkeen, kun yleinen älykkyystaso ja lukemisen taidot on otettu huomioon (Geary 2011; Koponen ym. 2019, 324; Rivera-Batiz, 1992).

LÄHTEET

- Aro, M. 2004. Learning to read: The effect of orthography. Dissertation. Jyväskylä Studies in Education, Psychology and Social Research. 237. University of Jyväskylä. Väitöskirja.
- Aro, M. 2006. Miten kirjoitusjärjestelmä vaikuttaa lukemaan oppimiseen. Teoksessa M. Takala & E. Kontu (toim.) Luki-vaikeudesta luki-taitoon. Helsinki: Yliopistopaino, 107–124.
- Aro, M. & Lerkkanen, M.-K. 2019. Lukutaidon kehitys ja lukemisvaikeudet. Teoksessa T. Ahonen, M. Aro, T. Aro, M.-K. Lerkkanen & T. Siiskonen (toim.) Oppimisen vaikeudet. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti, 252–289.
- Aunio, P. 2008. Matemaattiset taidot ennen koulun alkua. NMI-Bulletin 18 (4), 63–74.
- Aunio, P., Hannula, M. & Räsänen, P. 2004. Matemaattisten taitojen varhainen kehitys. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.) Matematiikka -näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti, 203–222.
- Aunio, P. & Niemivirta, M. 2010. Predicting children's mathematical performance in grade one by early numeracy. Learning and Individual Differences 20 (5), 427–435.
- Aunio, P. & Räsänen, P. 2007. Keskeiset matemaattiset taitoryypit esiopetus- ja alakouluikäisillä lapsilla. Saatavilla osoitteessa <http://www.lukimat.fi/matematiikka/tietopalvelu/matemaattistentaitojen-kehityksesta>. (Luettu 9.3 2020.)
- 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 24 (5), 684 –704.

- Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M.-K. & Nurmi, J.-E. 2004. Developmental dynamics of math performance from preschool to grade 2. *Journal of Educational Psychology* 96 (4), 699–713.
- Aunola, K. & Nurmi, J.-E. 2018. Matemaattisten taitojen kehitys kouluikässä. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silverberg & P. Räsänen (toim.) *Matematiikan opetus ja oppiminen*. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti, 54–69.
- Aunola, K., Nurmi, J.-E., Niemi, P., Lerkkanen, M.-K. & Rasku-Puttonen, H. 2002. Developmental dynamics of achievement strategies, reading performance, and parental beliefs. *Reading Research Quarterly* 37 (3), 310–327.
- Barnes, M. A., Gersten, R. & Lee, D-S. 2002. A synthesis of empirical research on teaching mathematics to low-achieving students. *The Elementary School Journal* 103 (1), 51–73.
- Björn, P., Aunola, K. & Nurmi, J.-E. 2016. Primary school text comprehension predicts mathematical word problem-solving skills in secondary school. *Educational Psychology* 36 (2), 362–377.
- Calhoun, M. B., Emerson, R. W., Flores, M. & Houchins, D. E. 2007. Computational fluency performance profile of high school students with mathematics disabilities. *Remedial and Special Education* 28 (5), 292–303.
- Case, R., Demetriou, A., Platsidou, M. & Kazi, S. 2001. Integrating concepts and tests of intelligence from the differential and developmental traditions. *Intelligence* 29 (4), 307–336.
- Catts, H. W., Fey, M. E., Zhang, X. & Tomblin, J. B. 1999. Language basis of reading and reading disabilities: Evidence from a longitudinal investigation. *Scientific Studies of Reading* 3 (4), 331–362.
- Charles, R. 2011. *Solving word problems: Developing quantitative reasoning*. New York, NY: Pearson.
- Chiu, M. M. 2018. Contextual influences on girls' and boys' motivation and reading achievement: Family, schoolmates, and country. Teoksessa P. O. García & P. B. Lind (toim.) *Reading achievement and motivation in boys and girls*. New York: Springer, 49–63.

- Cohen, J. 1988. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2. painos. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cramer, P. 2016. Story problems: Where do the agonists of the dialogue model of argument interact. *Argumentation* 30 (2), 129–144.
- Cummins, D. D., Kintsch, W., Reusser, K. & Weimer, R. 1988. The role of understanding in solving word problems. *Cognitive Psychology* 20 (4), 405–438.
- Daroczy, G., Wolska, M., Meurers, W. D. & Nuerk, H.-C. 2015. Word problems: A review of linguistic and numerical factors contributing to their difficulty. *Frontiers in Psychology* 6 (348), 1–13.
- Dowker, A. 1998. Individual differences in normal arithmetical development. Teoksessa C. Donlan (toim.) *The development of mathematical skills. Studies in Developmental Psychology*, East Sussex: Psychology Press, 275–302.
- Eklund, K., Torppa, M., Aro, M., Leppänen, P. H. & Lyytinen, H. 2015. Literacy skill development of children with familial risk for dyslexia through grades 2, 3, and 8. *Journal of Educational Psychology* 107 (1), 126–140.
- Fennema, E., Carpenter, T. P., Jacobs, V. R., Franke, M. L. & Levi, L. W. 1998. A Longitudinal study of gender differences in young children's mathematical thinking. *Educational Researcher* 27 (5), 6–11.
- Fletcher, J. M., Lyon, G. R., Fuchs, L. & Barnes, M. A. 2009. *Oppimisvaikeudet. Tunnistamisesta interventioon*. Kuopio: UNIpress.
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Compton, D. L., Hamlett, C. L. & Wang, A. Y. 2015. Is word-problem solving a form of text comprehension? *Scientific Studies of Reading* 19 (3), 204–223.
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Compton, D. L., Powell, S. R., Seethaler, P. M., Capizzi, A. M. & Fletcher, J. M. 2006. The cognitive correlates of third-grade skill in arithmetic, algorithmic computation, and arithmetic word problems. *Journal of Educational Psychology* 98 (1), 29–43.
- Fuchs, L. S., Fuchs, D. & Prentice, K. 2004. Responsiveness to mathematical-problem solving treatment among students with risk for mathematics

- disability, with and without risk for reading disability. *Journal of Learning Disabilities* 27, 273–306.
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Seethaler, P. M., Cutting, L. E. & Mancilla-Martinez, J. 2019. Connections between reading comprehension and word-problem solving via oral language comprehension: Implications for comorbid learning disabilities. Teoksessa L. S. Fuchs & D. L. Compton (toim.) *Models for innovation: Advancing approaches to higher-risk and higher-impact learning disabilities science*. *New Directions for Child and Adolescent Development* 165, 73–90.
- Fung, W. & Swanson, H. L. 2017. Working memory components that predict word problem solving: Is it merely a function of reading, calculation, and fluid intelligence? *Memory & Cognition* 45 (5), 804–823.
- Fuson, K. 1992. Research on whole number addition and subtraction. Teoksessa D. A. Grouws (toim.) *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. A project of the National Council of Teachers of Mathematics. New York: Macmillan, 243–275.
- Geary, D. C. 1993. Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological and genetic components. *Psychological Bulletin* 114 (2), 345–362.
- Geary, D. C. 2000. From infancy to adulthood: The development of numerical abilities. *European Child & Adolescent Psychiatry* 9 (2), 11–16.
- Geary, D. C. 2004. Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities* 37 (1), 4–15.
- Geary, D. C. 2011. Consequences, characteristics, and causes of mathematical learning disabilities and persistent low achievement in mathematics. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics* 32 (3), 250–263.
- Geary, D. C., Saults, S. J., Liu, F. & Hoard, M. K. 2000. Sex differences in spatial cognition, computational fluency, and arithmetical reasoning. *Journal of Experimental Child Psychology* 77 (4), 337–353.
- Goodrich, J. M. & Namkung, J. M. 2019. Correlates of reading comprehension and word-problem solving skills of Spanish-speaking dual language learners. *Early Childhood Research Quarterly* 48 (3), 256–266.

- Harste, J. C. 1985. Portrait of a new paradigm: Reading comprehension research. Teoksessa A. Crismore (toim.) Landscapes: A state-of-art assessment of reading comprehension research. Bloomington, IN: Indiana University, 1974-1984.
- Heikkilä, R. 2016. Nopea nimeäminen ja lukemisen sujuvuus oppimisvaikeuslapsilla. Jyväskylä: Niilo Mäki -Instituutti.
- Heikkilä, R. & Eklund, K. 2018. Lukemisen ja kirjoittamisen sujuvuuden vaikeudet. Lukiloki.
- Holopainen, L. 2002. Development in reading and reading related skills. A follow-up study from pre-school to the fourth grade. Jyväskylä Studies in Education, Psychology and Social Research. 200. Jyväskylän yliopisto. Väitöskirja.
- Huemer, S. 2009. Training reading skills: Towards fluency. Jyväskylä Studies in Education, Psychology and Social Research. 360. Saatavilla <https://jyx.jyu.fi/dspace/handle/123456789/20133> (Luettu 29.12. 2019.)
- Hyde, J. S., Fennema, E. & Lamon, S. J. 1990. Gender differences in mathematics performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin* 107 (2), 139-155.
- Jitendra, A. K., Griffin, C. C., Deatline-Buchman, A. & Szesniak, E. 2007. Mathematical problem solving in third-grade classrooms. *The Journal of Educational Research* 100 (5), 283-302.
- Karlsson, F. 1999. Finnish: An essential grammar. Lontoo: Routledge.
- Karppi, S. 1983. Lukutaidon ABC. Johdatus lukemiseen ja kirjoittamisen perustekniikan opetukseen. Espoo: Weilin + Göös.
- Ketonen, R. 2010. Dysleksiariski oppimisen haasteena. Fonologisen tietoisuuden interventio ja lukemaan oppiminen. Jyväskylä Studies in Psychology and Social Research. 404. Jyväskylä Yliopisto.
- Kleemans, T., Segers, E. & Verhoeven, L. 2011. Precursor to numeracy in kindergartners with specific language impairment. *Research in Developmental Disabilities* 32 (6), 2901-2908.

- de Kock, W. D. & Harskamp, E. G. 2016. Procedural versus content-related hints for word problem solving: An exploratory study. *Journal of Computer Assisted Learning* 32 (5), 481–493.
- Koponen, T. 2012. Peruslaskutaito matematiikan kivijalkana. *NMI-Bulletin* 22 (2), 59–62.
- Koponen, T., Aro, M., Poikkeus, A.-M., Niemi, P., Lerkkanen, M.-K., Ahonen, T. & Nurmi, J.-E. 2018. Comorbid fluency difficulties in reading and math: Longitudinal stability across early grades. *Exceptional Children* 84 (3), 298–311.
- Koponen, T. & Mononen, R. 2010a. (Julkaisematon). The 2-minute addition fluency test.
- Koponen, T. & Mononen, R. 2010b. (Julkaisematon). The 2-minute subtraction fluency test.
- Koponen, T., Mononen, R. & Räsänen, P. 2014. Matemaattiset valmiudet. Teoksessa T. Siiskonen, T. Aro, T. Ahonen & R. Ketonen (toim.) *Joko se puhuu? Kielenkehityksen vaikeudet varhaislapsuudessa*. Jyväskylä: PS-kustannus, 333–343.
- Koponen, T., Salmi, P., Eklund, K. & Aro, T. 2013. Counting and RAN: Predictors of arithmetic calculation and reading fluency. *Journal of Educational Psychology* 105 (1), 162–175.
- Koponen, T. & Salminen, J. 2016. (Julkaisematon). Math word problems test.
- Koponen, T., Salminen, J. & Sorvo, R. 2019. Matematiikan perustaitojen oppimisvaikeudet. Teoksessa T. Ahonen, M. Aro, T. Aro, M.-K. Lerkkanen & T. Siiskonen (toim.) *Oppimisen vaikeudet*. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti, 324–349.
- Kuhn, M. R., Schwanenflugel, P. J., Meisinger, E. B., Levy, B.-A. & Rasinski, T. V. 2010. Aligning theory and assessment of reading fluency: Automaticity, prosody, and definitions of fluency. *Reading Research Quarterly* 45 (2), 230–251.

- LeFevre, J.-A., Fast, L., Skwarchuk, S.-L., Smith-Chant, B. L., Bisanz, J., Kamawar, D. & Penner-Wilger, M. 2010. Pathways to mathematics: Longitudinal predictors of performance. *Child Development* 81 (6), 1753–1767.
- Lehto, J. 2006. Tekstin ymmärtäminen ja sen vaikeus. Teoksessa M. Takala & E. Kontu (toim.) *Luki-vaikeudesta luki-taitoon*. Helsinki: Yliopistopaino.
- Leino, K., Ahonen, A. K., Hienonen, N., Hiltunen, J., Lintuvuori, M., Lähteinen, S., ... Vettenranta, J. 2019. PISA 18 Ensituloksia. Suomi parhaiden joukossa. *Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja* 2019:40. Saatavilla https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161922/Pisa_18-ensituloksia.pdf (Luettu 26.5. 2020.)
- Leinonen, S., Müller, K., Leppänen, P. H. T., Aro, M., Ahonen, T. & Lyytinen, H. 2001. Heterogeneity in adult dyslexic readers: Relating processing skills to the speed and accuracy of oral text reading. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal* 14 (3), 265–296.
- Lerkkanen, M.-K. 2006. *Lukemaan oppiminen ja opettaminen esi- ja alkuopetuksessa*. 1. painos. Helsinki: Sanoma Pro.
- Lerkkanen, M.-K. 2013. *Lukemaan oppiminen ja opettaminen esi- ja alkuopetuksessa*. 3. painos. Helsinki: Sanoma Pro.
- Lerkkanen, M.-K., Poikkeus, A.-M., Ahonen, T., Siekkinen, M., Niemi, P. & Nurmi, J.-E. 2010. Luku- ja kirjoitustaidon kehitys sekä motivaatio esi- ja alkuopetusvuosina. *Kasvatus* 41 (2), 116–128.
- Lerkkanen, M.-K., Rasku-Puttonen, H., Aunola, K. & Nurmi, J.-E. 2004. Predicting reading performance during the first and the second year of primary school. *British Educational Research Journal* 30 (1), 67–92.
- Lerkkanen, M.-K. & Torppa, M. 2019. *Vaikeudet ymmärtävässä lukemisessa ja tuottavassa kirjoittamisessa*. Lukiloki.
- Lukimat. 2019. *Ymmärtämisen kehittyminen. Mitä luetun ymmärtäminen on?* Lukimat: Niilo Mäki Instituutti. Saatavilla <http://www.lukimat.fi/lukeminen/tietopalvelu/lukutaito-kehitty/yymmartamisen-kehittyminen> (Luettu 2.1.2020.)

- Lusetti, E. & Aunio, P. 2012. Esikoululaisten matemaattisten taitojen kehityksen tukeminen Minäkin lasken! -harjoitusohjelmalla. *NMI-Bulletin* 22 (3), 14–7.
- McCoy, L. P. 1994. Mathematical problem-solving processes of elementary male and female students. *School Science and Mathematics* 94 (5), 266–270.
- Merisuo-Storm, T. 2006. Girls and boys like to read and write different texts. *Scandinavian Journal of Educational Research* 50 (2), 111–125.
- Metsämuuronen, J. 2006. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. 2. korjattu painos. Jyväskylä: Gummerus.
- Metsämuuronen, J. 2013. Matemaattisen osaamisen muutos perusopetuksen luokilla 3–9. Teoksessa J. Metsämuuronen (toim.) Perusopetuksen matematiikan oppimistulosten pitkittäisarviointi vuosina 2005–2012. *Koulutuksen seurantaraportit 2013:4*. Helsinki: Opetushallitus, 65–172.
- Mononen, R. & Aunio, P. 2013. Early mathematical performance in Finnish kindergarten and grade one. *LUMAT* 1 (3), 245–262.
- Mononen, R., Aunio, P., Hotulainen, R. & Ketonen, R. 2013. Matematiikan osaaminen ensimmäisen luokan alussa. *NMI-Bulletin* 23 (4), 12–27.
- Mononen, R., Aunio, P., Väisänen, E., Korhonen, J. & Tapola, A. 2013. Matemaattiset oppimisvaikeudet. Jyväskylä: PS-kustannus. 15–49.
- Mononen, R., Aunio, P., Väisänen, E., Korhonen, J. & Tapola, A. 2017. Matemaattiset oppimisvaikeudet. Jyväskylä: PS-kustannus.
- Mustafa, U. 2017. The effect of reading comprehension and problem solving strategies on classifying elementary 4th grade students with high and low problem solving success. *Journal of Education and Training Studies* 5 (6), 44–63.
- Mäkinen, M. 2005. Sujuvoituvan lukemisen sudenkuoppia. *NMI-Bulletin* 15 (4), 26–37.
- Opetushallitus. 2014. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014. Helsinki: Opetushallitus.
- Petrill, S., Logan, J., Hart, S., Vincent, P., Thompson, L., Kovas, Y. & Plomin, R. 2012. Math fluency is ethiologically distinct from untimed math

- performance, decoding fluency, and untimed reading performance: Evidence from a twin study. *Journal of Learning Disabilities* 45 (4), 371–381.
- Powell, S. 2011. Solving word problem using schemas: A review of literature. *Learning Disabilities Research & Practise: A Publication of Division of Learning Disabilities, Council for Exceptional Children* 26 (2), 94–108.
- Puolakanaho, A. 2007. Early prediction of reading: Phonological awareness and related language and cognitive skills in children with a familial risk for dyslexia. *Jyväskylä Studies in Education, Psychology and Social Research*. 317.
- Purpura, D. J. & Ganley, C. M. 2014. Working memory and language: Skills-specific or domain-general relations to mathematics? *Journal of Experimental Child Psychology* 122 (6), 104–121.
- Purpura, D. J., Hume, L. E., Sims, D. M. & Lonigan, C. J. 2011. Early literacy and early numeracy: The value of including early literacy skills in the prediction of numeracy development. *Journal of Experimental Child Psychology* 110 (4), 647–658.
- Puura, P., Ollila, A. & Räsänen, P. 2004. *Matematiikka*. Teoksessa T. Ahonen, T. Siiskonen & T. Aro (toim.) *Sanat sekaisin*. Juva: Ws Bookwell Oy.
- Rasinski, T. V. 2003. *The fluent reader. Oral reading strategies for building word recognition, fluency and comprehension*. New York: Scholastic.
- Rasinski, T. V. 2014. Fluency matters. *International Electronic Journal of Elementary Education* 7 (1), 3–12.
- Rivera-Batiz, F. L. 1992. Quantitative literacy and the likelihood of employment among young adults in the United States. *The Journal of Human Resources* 27 (2), 313–328.
- Rusanen, E. & Räsänen, P. 2012. *Matematiikassa heikosti suoriutuvien lasten laskustrategioiden kehitys*. *NMI-Bulletin* 22 (3), 28–41.
- Räsänen, P. & Närhi, V. 2013. Heikkojen oppijoiden koulupolku. Teoksessa J. Metsämuuronen (toim.) *Perusopetuksen matematiikan oppimistulosten pitkäjäisarviointi vuosina 2005–2012*. *Koulutuksen seurantaraportit 2013:4*. Helsinki: Opetushallitus, 173–230.

- Salmi, P., Eklund, K., Järvisalo, E. & Aro, M. 2011. LukiMat-Oppimisen arviointi: lukemisen ja kirjoittamisen tuen tarpeen tunnistamisen välineet 2. luokalle. [A screening tool of reading and spelling for 2nd Grade] Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.
- Salmi, P., Huemer, S., Heikkilä, R. & Aro, M. 2013. Tavoitteena sujuva lukutaito -Teoriaa ja harjoituksia. *Kummi 10*. Niilo Mäki -Instituutti, 10–26.
- Salminen, J., Pulkkinen, J., Koponen, T. & Hiltunen, J. 2018. Tyttöjen ja poikien väliset osaamiserot matematiikassa. Teoksessa J. Rautopuro & K. Juuti (toim.) PISA pintaa syvemältä :PISA 2015 Suomen pääraportti. Kasvatusalan tutkimuksia, 77. Jyväskylä, Finland: Suomen kasvatustieteellinen seura, 235–258.
- Schumacher, R. F. & Fuchs, L. S. 2012. Does understanding relational terminology mediate effects of intervention on compare word problems? *Journal of Experimental Child Psychology* 111 (4), 607–628.
- Sepeng, P. & Sigola, S. 2013. Making sense of errors made by learners in mathematical word problem solving. *Mediterranean Journal of Social Sciences* 4 (13), 325–333.
- Service, E. & Laasonen, M. 2019. Lukivaikeuden tausta eri kielissä ja vaikeudet suomalaisilla lukijoilla. Teoksessa M. Takala & L. Kairaluoma (toim.) Lukivaikeudesta luki-tukeen. Helsinki: Gaudeamus Oy, 81–102.
- Seymour, P. H. K., Aro, M. & Erskine, J. M. 2003. Foundation literacy acquisition in European orthographies. *British Journal of Psychology* 94 (2), 143–174.
- Share, D. L. 2008. On the anglocentricities of current reading research and practice: The perils of overreliance on an “Outlier” orthography. *Psychological Bulletin* 134 (4), 584–615.
- Sherman, K. & Gabriel, R. 2017. Math word problems: Reading math situations from the start. *The Reading Teacher* 70 (4), 473–477.
- Siiskonen, T., Aro, T., Ajonen, T. & Ketonen, R. 2003. Joko se puhuu? Kielenkehityksen vaikeudet varhaislapsuudessa. Juva: PS-kustannus Oy.

- Spencer, M., Fuchs, L. S. & Fuchs, D. 2020. Language-related longitudinal predictors of arithmetic word problem solving: A structural equation modeling approach. *Contemporary Educational Psychology* 60, 1-16.
- Steinberg, R. 1985. Instruction on derived facts strategies in addition and subtraction. *Journal for Research in Mathematics Education* 16 (5), 337-355.
- Tabachnick, B. G. & Fidell, L. S. 2013. *Using multivariate statistics: Pearson new international edition*. 6. painos. Boston: Pearson Education.
- Takala, M. 2006. Lukemaan opettaminen. Teoksessa M. Takala & E. Kontu (toim.) *Luki-vaikeudesta luki-taitoon*. Helsinki: yliopistopaino, 13-36.
- Torppa, M., Eklund, K., Sulkunen, S., Niemi, P. & Ahonen, T. 2018. Why do boys and girls perform differently on PISA Reading in Finland? The effects of reading fluency, achievement behaviour, leisure reading and homework activity. *Journal of Research in Reading* 41 (1), 122-139.
- Trakulphadetkrai, N. V., Courtney, L., Clenton, J., Treffers-Daller, J. & Tsakalaki, A. 2017. The contribution of general language ability, reading comprehension and working memory to mathematics achievement among children with English as additional language (EAL): An exploratory study. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism* 23 (4), 463-487.
- Tuohilampi, L. & Hannula, M. S. 2013. Matematiikkaan liittyvien asenteiden kehitys sekä asenteiden ja osaamisen välinen vuorovaikutus 3., 6. ja 9. luokalla. Teoksessa J. Metsämuuronen (toim.) *Perusopetuksen matematiikan oppimistulosten pitkittäisarviointi vuosina 2005-2012. Koulutuksen seurantaraportit 2013:4*. Helsinki: Opetushallitus, 231-253.
- Tuomi, J. & Sarajarvi, A. 2002. *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Helsinki: Tammi.
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf (Luettu 1.8.2020.)

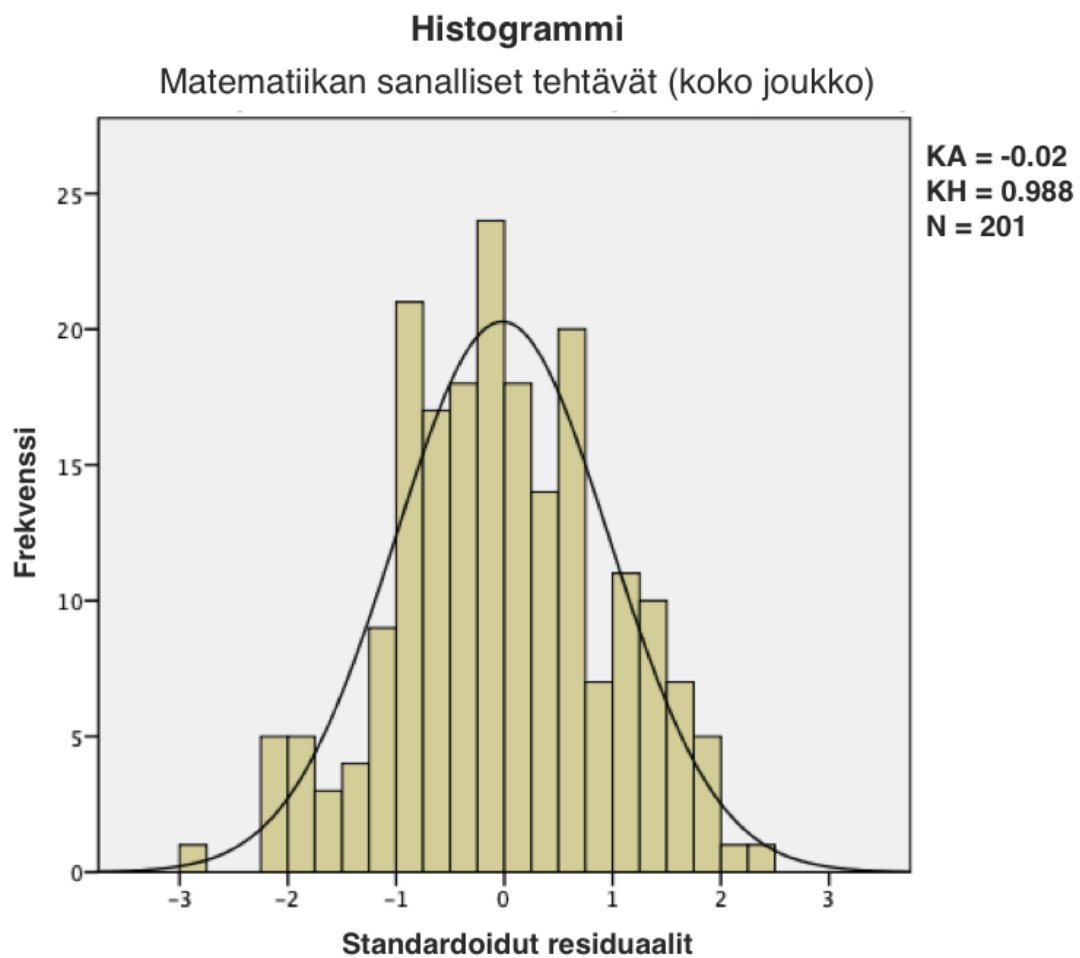
- Törmäkangas, T. 2017. Tutkimusaineiston kvantitatiivinen analyysi LTKY012.
Haettu http://users.jyu.fi/~tatima/TER/L17_06.pdf. (Luettu 8.8.2020.)
- Uhari, M. & Nieminen, P. 2001. *Epidemiologia ja biostatistiikka*. 1. painos.
Jyväskylä: Gummerus.
- Ukkola, A., Metsämuuronen, J. & Paananen, M. 2020. Alkumittauksen syventäviä kysymyksiä. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus.
https://karvi.fi/app/uploads/2020/08/KARVI_Alkumittaus.pdf (Luettu 8.8.2020.)
- Vellutino, F. R., Fletcher, J. M., Snowling, M. J. & Scanlon, D. M. 2004. Specific reading disability (dyslexia): What have we learned in the past four decades? *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 45 (1), 2-40.
- Vettenranta, J., Hiltunen, J., Nissinen, K., Puhakka, E. & Rautopuro, J. 2016. Lapsuudesta eväät oppimiseen: neljännen luokan oppilaiden matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen. Kansainvälinen TIMMS-tutkimus Suomessa. Jyväskylän yliopisto, Koulutuksen tutkimuslaitos. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-6874-8> (Luettu 20.3. 2020.)
- Vilenius-Tuohimaa, P. 2005. Vanhempien koulutustaso, lapsen kielellinen ilmaisu ja tehtäväorientaatio matemaattisten taitojen selittäjinä koulutien alussa. Helsingin yliopisto: Yliopistopaino. Saatavilla <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/20024/vanhempi.pdf> (Luettu 26.5.2020.)
- Vilenius-Tuohimaa, P., Aunola, K. & Nurmi, J.-E. 2007. Luetun ymmärtämisen ja matematiikan sanallisten tehtävien osaaminen hyvillä ja heikoilla lukijoilla. *NMI-Bulletin* 17 (3), 19-31.
- Vähäpassi, A. 1987. Tekstin ymmärtäminen: tekstinymmärtämisen tasosta suomalaisessa peruskoulussa. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen julkaisusarja A. Tutkimuksia 10.
- Walkington, C., Clinton, V. & Shivraj, P. 2018. How readability factors are differentially associated with performance for students of different backgrounds when solving mathematics word problems. *American Educational Research Journal* 55 (2), 362-414.

- Walkington, C., Clinton, V. & Sparks, A. 2019. The effect of language modification of mathematics story problems on problem-solving in online homework. *Instructional Science* 47 (5), 499–529.
- Wang, A. Y., Fuchs, L. S. & Fuchs, D. 2016. Cognitive and linguistic predictors of mathematical word problems with and without irrelevant information. *Learning and Individual Differences* 52 (8), 79–87.
- Willcutt, E. G., McGrath, L. M., Pennington, B. F., Keenan, J. M., DeFries, J. C., Olson, R. K. & Wadsworth, S. J. 2019. Understanding comorbidity between specific learning disabilities. Teoksessa L. S. Fuchs & D. L. Compton (toim.) *Models for innovation: Advancing approaches to higher-risk and higher-impact learning disabilities science. New Directions for Child and Adolescent Development* 165, 91–109.
- Wimmer, H. 1993. Characteristics of developmental dyslexia in a regular writing system. *Applied Psycholinguistics* 14 (1), 1–33.
- Wolf, M., Bowers, B. G. & Biddle, K. 2000. Naming-speed processes, timing, and reading: A conceptual review. *Journal of Learning Disabilities* 33 (4), 387–407.
- Xin, Y. P., Wiles, B. & Kin, Y.-Y. 2008. Teaching conceptual model-based word problem story grammar to enhance mathematics problem solving. *The Journal of Special Education* 4 (3), 163–178.
- Özcan, Z. C. & Doğan, H. 2018. A longitudinal study of early math skills, reading comprehension and mathematical problem solving. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi* 8 (1), 1–18.

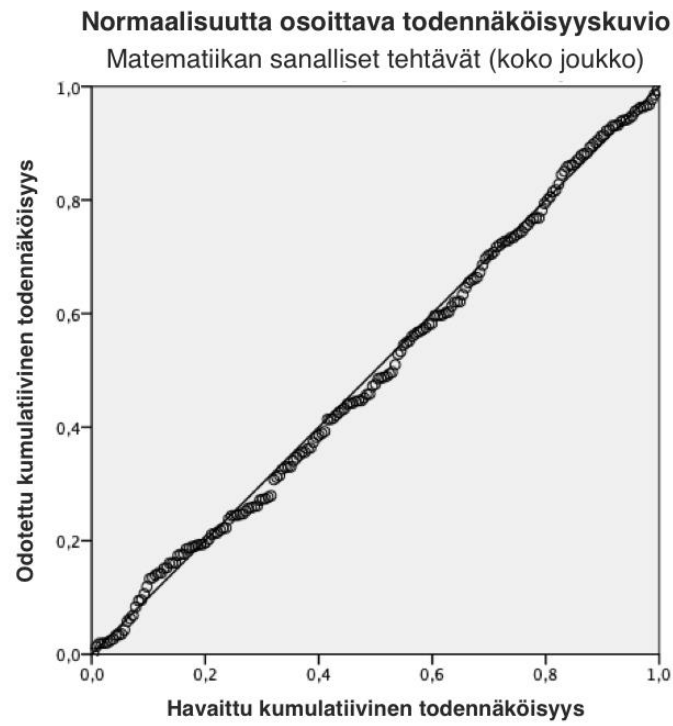
LIITTEET

Liite 1. Koko tutkimusjoukon histogrammi hierarkkisen regressiomallin residuaaleista (A), standardoitujen residuaalien kumulatiivinen prosenttijakauma (B) sekä hajontakuviot standardoiduista residuaaleista ja ennustetuista arvoista (C).

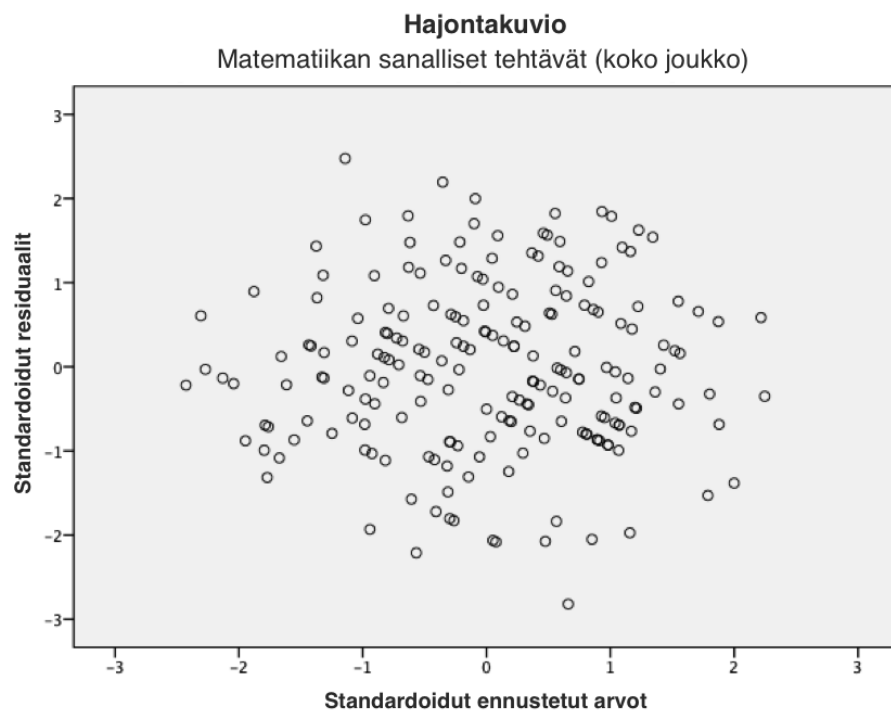
A)



B)

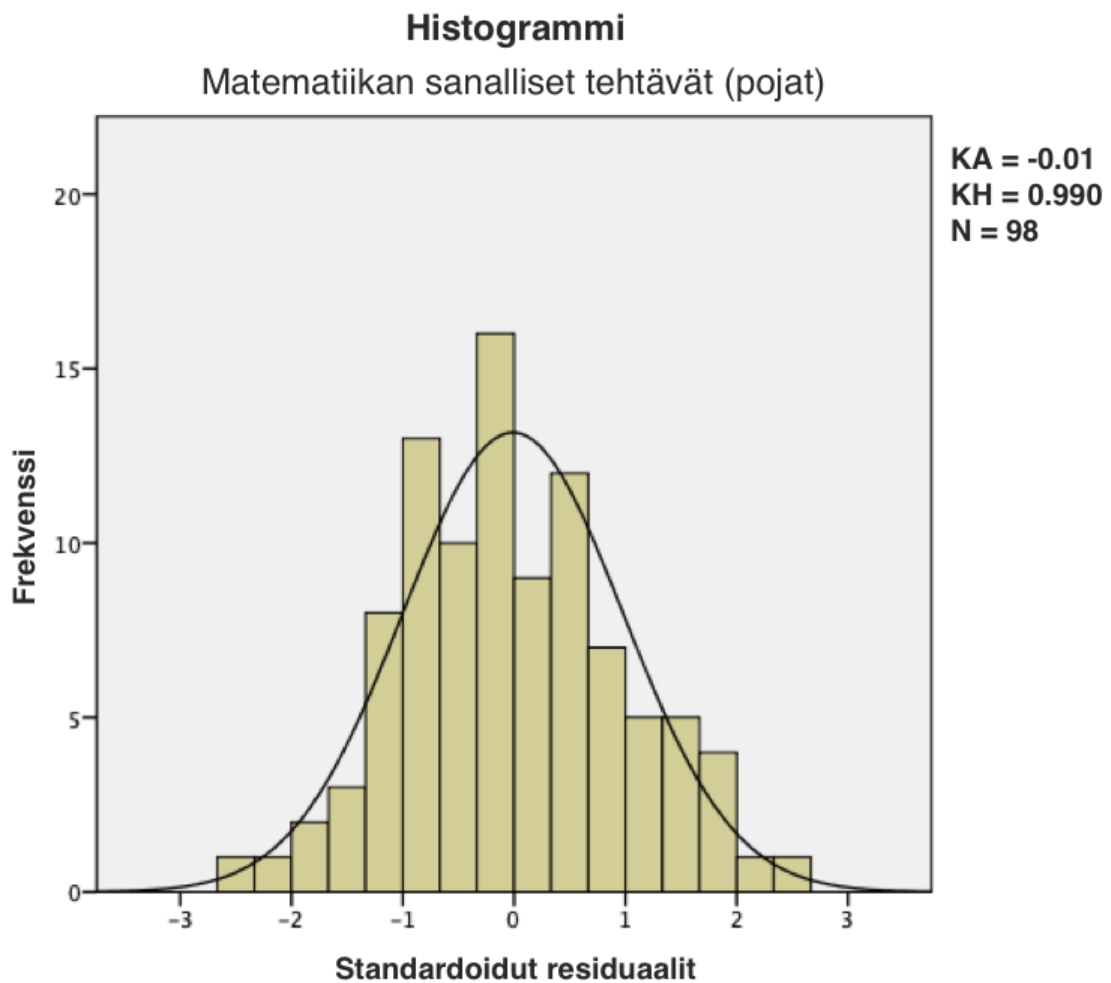


C)

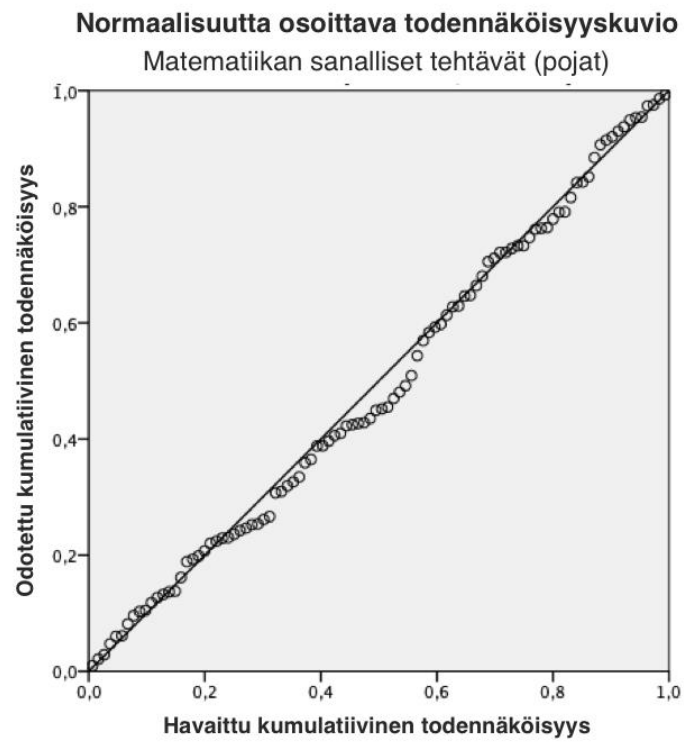


Liite 2. Erikseen poikien histogrammi hierarkkisen regressiomallin residuaaleista (A), standardoitujen residuaalien kumulatiivinen prosenttijakauma (B) sekä hajontakuviot standardoiduista residuaaleista ja ennustetuista arvoista (C).

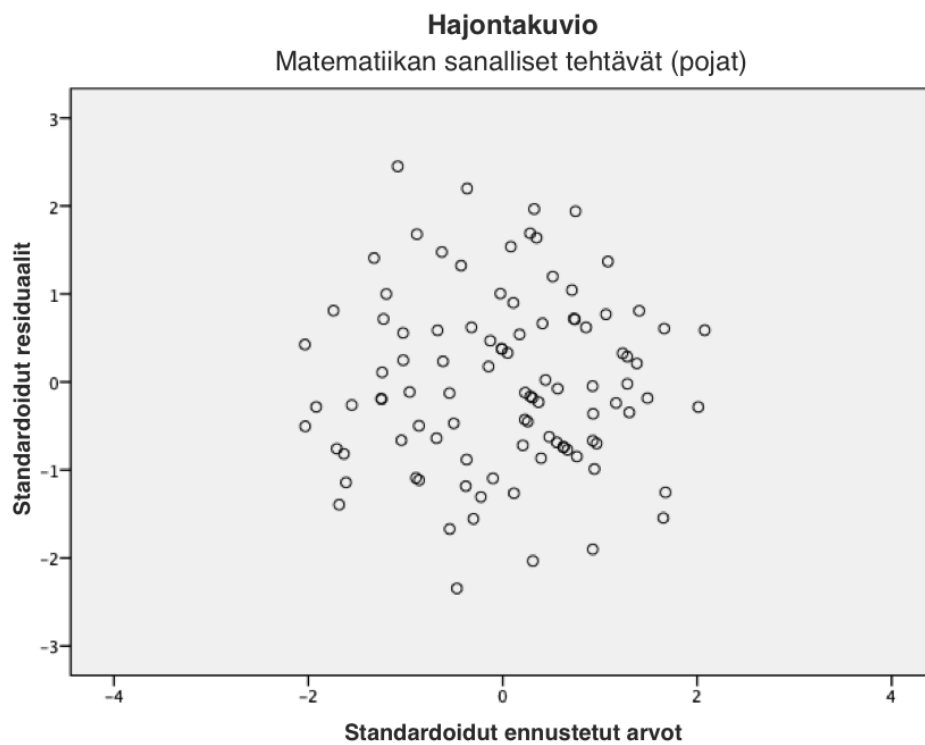
A)



B)

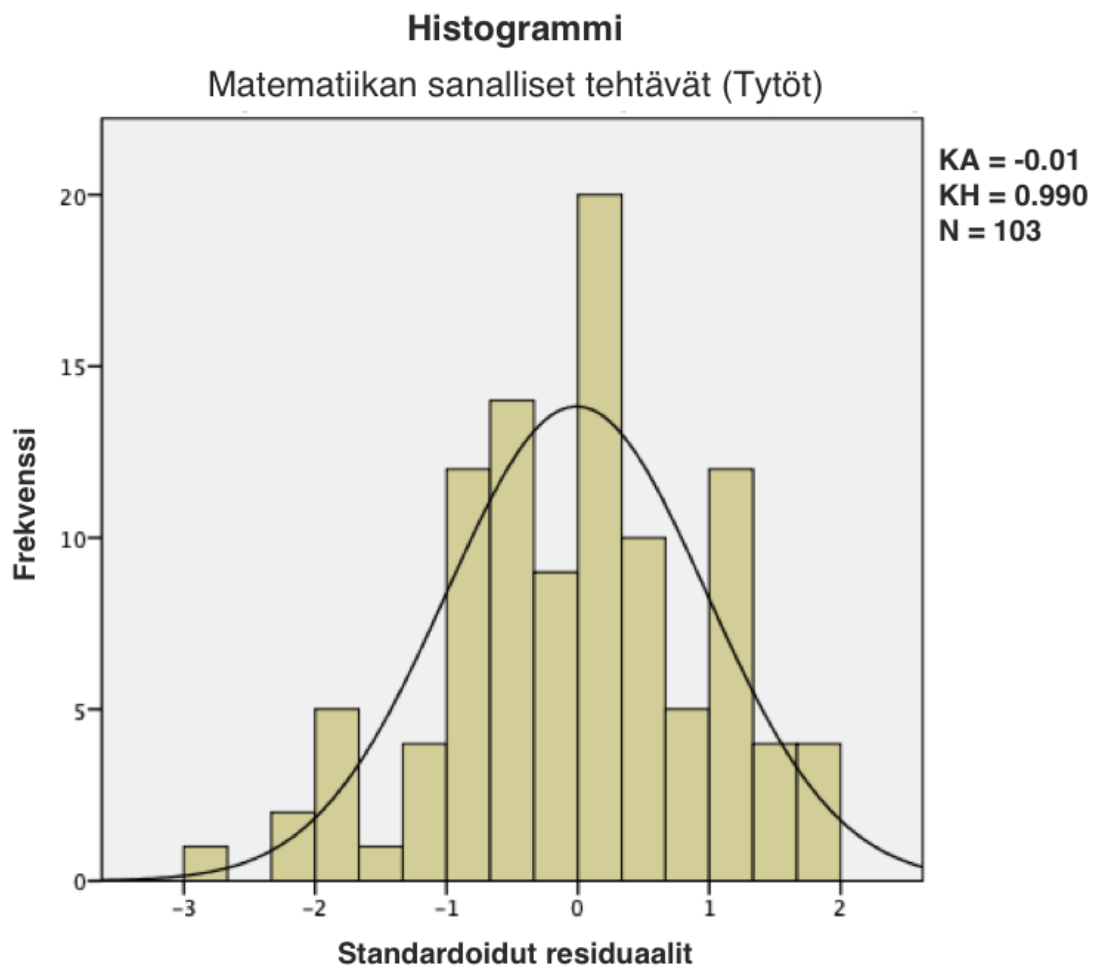


C)

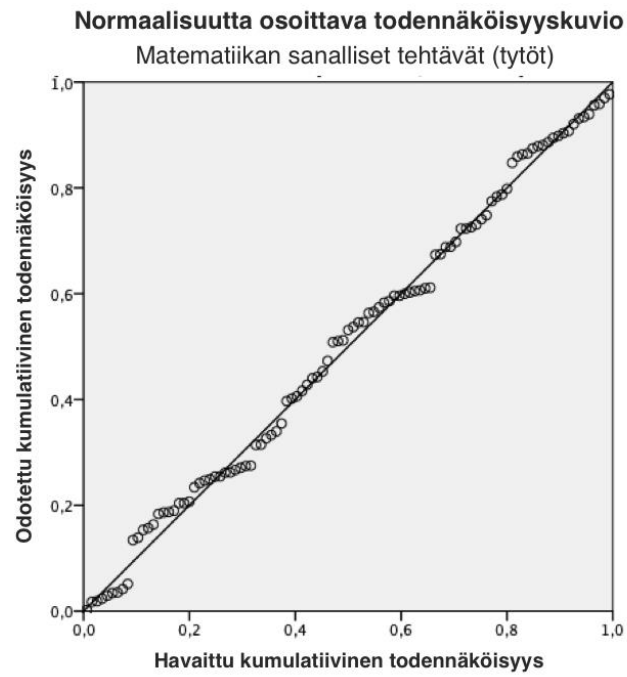


Liite 3. Erikseen tyttöjen histogrammi hierarkkisen regressiomallin residuaaleista (A), standardoitujen residuaalien kumulatiivinen prosenttijakauma (B) sekä hajontakuviot standardoiduista residuaaleista ja ennustetuista arvoista (C).

A)



B)



C)

