

**KESTÄVYYSKUNNON JA MOTORISTEN TAITOJEN YHTEYS  
MATEMAATTISEEN OSAAMISEEN KAHDEKSASLUOKKALAISILLA**

Niko Hakulinen & Jenna Niskanen

Liikuntapedagogiikan pro gradu -tutkielma

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Kevät 2024

## TIIVISTELMÄ

Hakulinen, N. & Niskanen, J. 2024. Kestävyyskunnan ja motoristen taitojen yhteys matemaattiseen osaamiseen kahdeksaluokkaisilla. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, liikuntapedagogiikan pro gradu -tutkielma, 76s.,1 liite.

Aiemmissä tutkimuksissa kestävyyskunnolla ja motorisilla taidoilla on havaittu positiivisia yhteyksiä lasten oppimiseen ja koulumenestykseen muun muassa matematiikassa. Psykososiaalisten tekijöiden, kuten minäpystyvyyden yhteyttä oppimiseen on tutkittu aiemmin, ja niillä on havaittu yhteyttä viihtymiseen koulussa. Liikunnan ja oppimisen yhteyttä välittäviä mekanismeja ei kuitenkaan tunneta kovinkaan hyvin ja psykososiaaliset tekijät on otettava huomioon yhteyttä tutkittaessa. Aiemmat tutkimukset eivät ole tarkastelleet liikunnan ja psykososiaalisten tekijöiden yhteyttä oppimiseen yläasteikäisillä nuorilla.

Tämän pro gradu -tutkielman tavoitteena oli tarkastella kahdeksaluokkalaisten kestävyyskunnan, motoristen taitojen ja minäpystyvyyden yhteyttä matemaattiseen osaamiseen, sekä onko oppilaiden sukupuolella vaikutusta yhteyteen. Tutkimuksen avulla kartoitettiin myös motoristen taitojen, kestävyyskunnan, minäpystyvyyden ja matemaattisen osaamisen tasoa nuorilla. Tutkimuksen otanta koostui 46 (23 tyttöä ja 23 poikaa) oppilaasta. Aineisto kerättiin oppitunneilla suoritettavalla KTLT-testillä ja minäpystyvyykselyllä. Lisäksi liikunnanopettajilta kerättiin oppilaiden syksyn 2023 Move! -mittausten tulokset. Analysointi tapahtui SPSS-ohjelmistolla. Työn tilastollisessa osuudessa muuttujien välisiä yhteyksiä tarkasteltiin Pearsonin korrelaatiokertoimella ja lineaarisella regressioanalyysillä.

Tämän tutkimuksen mukaan liikunnan osatekijöiden ei havaittu olevan yhteydessä matemaattiseen osaamiseen. Motorisia taitoja mittaavalla heitto-kiinniotto-yhdistelmällä ja minäpystyvyyden osa-alueista matemaattisella minäpystyvyydellä kuitenkin havaittiin olevan tilastollisesti merkitsevä yhteys matemaattiseen osaamiseen. Sukupuolittain tarkasteltuna pojilla malli selitti matemaattista osaamista, mutta tytöillä ei. Minäpystyvyyden osa-alueista matemaattinen minäpystyvyys ja odotusten täyttäminen korreloivat tilastollisesti merkitsevästi matemaattisen osaamisen kanssa. Liikunnalla on monia terveydelle ja hyvinvoinnille edullisia vaikutuksia, jotka ulottuvat oppimiseen asti. Saatujen tulosten perusteella kahdeksaluokkalaisten minäpystyvyydellä olisi kuitenkin merkittävämpi rooli matemaattisessa osaamisessa kuin liikunnalla.

Asiasanat: kestävyyskunto, motoriset taidot, matemaattinen osaaminen, minäpystyvyys, nuoret

## ABSTRACT

Hakulinen, N. & Niskanen, J. 2024. Associations of aerobic fitness and motor skills with mathematical skills in youth. Faculty of Sport and Health Sciences, University of Jyväskylä, Master's thesis in Sport pedagogy, 76 p., 1 appendix.

Previous studies have shown that aerobic fitness and motor skills have positive association to learning skills and academic performance of children. There have been studies that show associations between psychosocial factors like self-efficacy and enjoyment of school environment. The mechanisms of association between physical activity and learning skills are not well known and psychosocial factors must be considered. There have not been previous studies of the associations between physical activity and psychosocial factors to learning skills among young students.

The purpose of this master's thesis was to observe the correlation between aerobic fitness, motor skills and self-efficacy to mathematic skills among eight graders and is there any gender dependency to the correlation. In addition to the aim of this study was also to survey the level of aerobic fitness, motor skills, self-efficacy, and mathematic skills among young students. The sampling of this study was 46 students (23 girls and 23 boys). The data of this study was collected with KTLT-tests and self-efficacy inquiries. The data of 2023 Move! – measurements was also used. The data was analyzed by using SPSS software. The main statistical methods used were Pearson correlation coefficient and linear regression model.

The results showed that there was no statistical relationship between aerobic fitness, motor skills and mathematic skills. However, there was statistically significant correlation between throwing- catching combination test data and mathematic self-efficacy to mathematic skills. Throwing- catching combination test is used to measure motor skills. When examined by gender the model explained mathematical performance of the boys but not the girls. There was statistically significant correlation between mathematical self-efficacy and fulfillment of expectations to mathematical skills. Physical activity has many positive effects to health and well-being which also impacts to learning skills. The result showed that among eight graders the self-efficacy has more effect on mathematical skills than physical activity.

Key words: young, mathematic skills, learning skills, motor skills, aerobic fitness, self-efficacy

## KÄYTETYT LYHENTEET

KTLT	Laskutaidon testi luokka-asteille 7–9
Move!	Valtakunnallinen fyysisen toimintakyvyn mittaus- ja palautejärjestelmä
VO <sub>2max</sub>	Maksimaalinen hapenotto
VO <sub>2peak</sub>	Suurin mitattu hapenkulutus

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	1
2	NUORTEN KESTÄVYYSKUNTO .....	3
2.1	Kestävyyskunnan määritelmä.....	3
2.2	Nuorten kestävyyskunnan nykytila .....	4
2.3	Kestävyyskunnan tutkiminen .....	5
3	NUORTEN MOTORISET TAIDOT .....	7
3.1	Motoristen taitojen määritelmä.....	7
3.2	Nuorten motoristen taitojen nykytila.....	9
4	MATEMAATTISET TAIDOT .....	11
4.1	Oppiminen .....	12
4.2	Matemaattiset taidot ja niiden oppiminen .....	13
4.3	Matemaattisten taitojen oppimiseen vaikuttavat tekijät .....	15
5	MINÄPYSTYVYYS.....	18
5.1	Sosiokognitiivinen teoria.....	18
5.2	Minäpystyvyyden määritelmä .....	19
5.3	Minäpystyvyyden lähteet ja ulottuvuudet .....	19
5.4	Minäpystyvyys koulussa ja matematiikassa .....	21
6	KESTÄVYYSKUNNON JA MOTORISTEN TAIDOJEN YHTEYS MATEMAATTISIIN TAITOIHIN.....	23
6.1	Kestävyyskunnan yhteys matemaattisten taitojen oppimiseen .....	23
6.2	Motoristen taitojen yhteydet matemaattisten taitojen oppimiseen .....	25
6.3	Liikunnan psykososiaaliset yhteydet matemaattisten taitojen oppimiseen .....	26
7	TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET .....	28
8	TUTKIMUSMENETELMÄT .....	30

8.1 Kohderyhmä ja aineiston keruu.....	30
8.2 Mittaukset.....	31
8.2.1 Move! -mittaukset .....	31
8.2.2 KTLT-testi.....	32
8.2.3 Minäpystyvyysskysely .....	33
8.3 Tutkimusaineiston analysointimenetelmät .....	34
8.4 Tutkimuksen luotettavuus ja eettiset kysymykset .....	36
8.4.1 Realibiliteetti .....	36
8.4.2 Validiteetti .....	38
9 TUTKIMUSTULOKSET.....	41
9.1 Taustatiedot .....	41
9.2 KTLT-testi.....	41
9.3 Minäpystyvyysskysely .....	42
9.4 Move! -mittaukset .....	44
9.5 Kestävyysskunnan, motoristen taitojen, minäpystyvyyden osa-alueiden ja matematiikan KTLT-testin väliset yhteydet.....	46
9.6 Kestävyysskunnan, motoristen taitojen ja minäpystyvyyden yhteydet matemaattiseen osaamiseen.....	48
10 POHDINTA.....	51
10.1 Tuloksien vertailu aiempiin tutkimustuloksiin.....	51
10.2 Tutkimuksen eettisyys ja luotettavuus.....	54
10.3 Jatkotutkimukset.....	56
10.4 Tutkimuksen heikkoudet ja vahvuudet.....	57
10.5 Johtopäätökset .....	59
LÄHTEET .....	61

## LIITE

Liite 1: Banduran minäpystyvyysskysely.

# 1 JOHDANTO

Erot nuorten liikkumisessa ovat polarisoituneet (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2021, 35). Vain viidesosa 15-vuotiaista nuorista liikkuu terveytensä ja hyvinvointinsa kannalta riittävästi (Martin ym. 2023, 16), ja 40 % nuorista fyysinen toimintakyky on terveyttä ja hyvinvointia heikentävällä sekä kuluttavalla tasolla (Huhtiniemi 2022, 19). Fyysisen aktiivisuuden määrä ja liikuntaharrastuneisuus laskevat voimakkaimmin yläkouluiässä (Martin ym. 2023). Liikunnalla on useita tunnistettuja terveydelle edullisia vaikutuksia, jotka ovat tärkeitä terveen kasvun ja kehityksen kannalta (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2020). Vähäinen liikkuminen on uhka opiskelukunnolle ja jaksamiselle.

Nyky-yhteiskunnassa matemaattisen osaamisen rooli on noussut keskeiseksi (Metsämuuronen & Nousiainen 2021, 25). Kuten nuorten liikkumisessa myös matemaattisessa osaamisessa erot ovat kasvaneet ja osaaminen eriytynyt (Metsämuuronen & Nousiainen 2021, 4). Tiedolliset toiminnot, joihin oppiminen lukeutuu, ovat olennaisessa roolissa matemaattisten taitojen hallinnassa, ja matemaattista osaamista lähestytäänkin usein niiden kautta. Oppimista voidaan pitää kasvun ja kehityksen ydinprosessina (Kantomaa ym. 2013, 12). Erityisen tärkeää nuoren kognitiiviselle kehitykselle, mielialalle, muistille, keskittymiskyvylle ja oppimiselle (Bass ym. 2013, 832) on aivojen jatkuva muotoutuminen (Kujala ym. 2012, 64). Nuorilla aivojen kehitys on nopeaa ja kehitystä voidaan edistää sekä vaikeuttaa monin tavoin (Kujala ym. 2012, 22), kuten omalla elämäntyylillään. (Chaddock-Heyman ym. 2014, 26).

Tasaisin väliajoin Pisa- ja Move! -tulosten julkistamisen yhteydessä nuorten koulumenestys ja fyysinen toimintakyky saavuttavat näkyvyyttä mediassa ja herättävät keskustelua niiden nykytilasta. Viime vuosina nuorten kestävyyskunnossa, motorisissa taidoissa ja matematiikan osaamisessa on ollut havaittavissa laskeva trendi (Huhtiniemi 2021; Huhtiniemi 2022; OAJ 9.12.2021; Metsämuuronen & Nousiainen 2021). Tutkimustulosten valossa näyttäisi, että liikunnan osalta trendi olisi tasaantumassa (Opetushallitus 2023a). Kuitenkin samaan aikaan ylipaino ja istuva elämäntapa ovat yleistyneet, jonka myötä nuorten terveys on heikentynyt maailmanlaajuisesti (Tremblay ym. 2011). Fyysisesti passiivisella elämäntavalla voi olla epäsuotuisia vaikutuksia terveyteen sekä kognitiivisiin toimintoihin ja oppimiseen (Chaddock ym. 2011, 1; Haapala 2014, 22). Näin ollen nuorten riittävän ja monipuolisen liikkumisen tärkeyttä ei turhaan korosteta. Liikunnalla on positiivisia vaikutuksia, jotka ulottuvat fyysisestä



ja aivojen terveydestä aina parempaan koulumenestykseen saakka. Elämänlaadun edistämisessä nämä kolme asiaa ovat merkittävässä roolissa. (Chaddock ym. 2011)

Kirjallisuuden perusteella kestävyyskunnolla ja motorisilla taidoilla on löydetty oppimisen kannalta edullisia vaikutuksia aivoihin ja kognitiivisiin toimintoihin (Álvarez-Bueno ym. 2020; Bass ym. 2013; Chaddock ym. 2011; Chaddock-Heyman 2015; de Bruijn 2019; Haapala 2013; Haapala 2014; Hillman ym. 2008; Ishihara ym. 2021; Jaakkola ym. 2021; Kantomaa ym. 2013 Skog ym. 2020; Syväoja 2019). Aihetta on tutkittu nuoremmilla lapsilla, mutta saadut tulokset ovat kuitenkin osittain ristiriitaisia, koska yhteyttä välittäviä mekanismeja ei tunneta. Yhteyden tutkiminen luotettavasti ihmisillä on haastavaa (Nokia ym. 2017,13), sillä yhteyteen liittyy myös psykososiaalisia tekijöitä (Kantomaa ym. 2013). Negatiiviset muistot ja kokemukset omasta kehosta, pätevydestä, odotusten täyttämisestä tai saadusta palautteesta voivat jättää pysyvät jäljet oppilaaseen, ja siten vaikuttaa liikuntasuhteen syntymiseen sekä minäpystyvyyden tunteeseen (Stearn 2009). Minäpystyvyys on Albert Banduran luoma käsite, jota tarkastellaan yleensä sosiokognitiivisen teorian avulla (Bandura 1977). Sen merkitys oppimiseen on vähintään yhtä suuri kuin kestävyyskunnan ja motoristen taitojen.

Liikunta oppiaineen tehtävänä on vaikuttaa oppilaiden hyvinvointiin tukemalla fyysistä, psyykkistä ja sosiaalista toimintakykyä, sekä kasvattaa oppilaat liikkumaan liikunnan avulla (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014, 148, 273). Koulumaailmassa tulisi tunnistaa ja hyödyntää enemmän liikunnan ja oppimisen yhteyttä, sekä vahvistaa oppilaiden pystyvyyden tunnetta. Tulevina opettajina oppiminen ilmiönä ja erot siinä kiinnostavat sekä miten liikunta oppiaineen sisällöillä ja tuntien suunnittelulla voidaan vaikuttaa oppimisprosessiin. Parempi ymmärrys kestävyyskunnan, motoristen taitojen ja minäpystyvyyden yhteydestä oppimiseen ja matemaattiseen osaamiseen saattaa tarjota yhden näkökulman nuorten kehityksen tukemiselle.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tarkastella kestävyyskunnan, motoristen taitojen ja minäpystyvyyden yhteyttä matemaattiseen osaamiseen ja oppimiseen nuorilla. Erityisesti tarkastellaan selittävätkö tekijät yhteyttä ja vaikuttaako oppilaan sukupuoli yhteyteen. Seuraavissa luvuissa tullaan tarkastelemaan mitä kestävyyskunnolla, motorisilla taidoilla, matemaattisella osaamisella ja minäpystyvyydellä tarkoitetaan, miten niitä tutkitaan, millaisia yhteyksiä niillä on ja millainen niiden nykytilanne nuorilla on. Tämän jälkeen tutustutaan aiempiin tutkimustuloksiin aiheesta sekä tämän tutkimuksen tuloksiin.

## 2 NUORTEN KESTÄVYYSKUNTO

Kestävyyskunnan voidaan katsoa muodostavan terveyskunnan perustan (UKK-instituutti 2020). Terveysten näkökulmasta liikkumisesta suurimman osan tulisi olla kestävyystyyppistä eli aerobista liikuntaa, joka edistää kestävyyskuntaa (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2021, 14). Kestävyyskuntaa tarkasteltaessa on syytä määritellä se ennen sen tarkastelemista lapsilla ja nuorilla. 7–17-vuotiaille lapsille ja nuorille on luotu liikkumissuosituksia, jotka saavutti kolmasosa lapsista ja nuorista vuonna 2022 (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2021). Liikkumissuosituksia ja muita nuorten kestävyyskuntaa arvioivia mittareita tarkastellaan tarkemmin alaluvussa 2.2. Kestävyyskunnan mittaamisessa ja tutkimisessa lapsilla ja nuorilla on edelleen haasteita (Lintu ym. 2018, 36), joihin perehdytään viimeisessä alaluvussa.

### 2.1 Kestävyyskunnan määritelmä

Kestävyyskunto, josta käytetään myös nimitystä aerobinen kunto, on yksi tutkituimmista fyysisen kunnan osa-alueista. Kestävyyskunnan voidaan määritellä tarkoittavan hengitys- ja verenkiertoelimistön kykyä kuljettaa energiaa ja happea sekä lihasten kykyä hyödyntää niitä erityisesti pitkäkestoisien liikuntasuorituksen aikana. (Haapala 2014, 28; Hillman ym. 2008, 62; Syväoja ym. 2012, 38) Kestävyyskunnalla tarkoitetaan elimistön kykyä taistella fyysisen rasituksen aikana väsymystä vastaan ja sen koetaan yleisesti olevan fyysisen kunnan tärkein osatekijä. (Gallahue & Donnelly 2007,16) Kestävyystyyppisen eli aerobisen liikunnan vaikutuksesta sydämen syke nousee ja hengitys kiihtyy. (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2021, 14) Liikkumissuosituksissa käytetään termejä reipas ja rasittava liikkuminen, jotka molemmat luetaan tässä työssä kestävyystyyppiseksi liikunnaksi. Hyviä kestävyyskuntaa edistäviä liikuntamuotoja ovat reipas kävely, hiihto, pyöräily, uinti, maastajuoksu, tehokas kelaaminen pyörätuolilla sekä intensiiviset pallopelit kuten jalkapallo. (Baquet ym. 2003, 20; Opetus- ja kulttuuriministeriö 2021, 14; UKK-instituutti 2020)

Maksimaalinen hapenottokyky ( $VO_{2max}$ ) on kestävyysominaisuuksia määrittelevä tekijä. Se kertoo suurimman tehon, jolla fyysisen suorituksen energia voidaan vielä tuottaa hapen avulla eli aerobisesti. (Nummela 2010, 51) Kestävyyskunnan suorituskyky pohjautuu yksilön hengitys- ja verenkiertoelimistön kuntoon, lihasten aineenvaihduntaan sekä hermoston toimintaan ja näitä ominaisuuksia voidaan kehittää määrätietoisesella kestävyyspainotteisella harjoittelulla.

(McArdle ym. 2010, 470–471; Nummela 2010, 51) Kestävyys voidaan luokitella neljään eri osa-alueeseen, jotka ovat peruskestävyys, vauhtikestävyys, maksimikestävyys ja nopeuskestävyys. Nämä osa-alueet perustuvat liikuntasuorituksen tehoon sekä elimistön energia-aineenvaihdunnassa tapahtuviin muutoksiin (Nummela 2010, 51–52).

## 2.2 Nuorten kestävyyskunnan nykytila

Kansallisen liikkumissuosituksen mukaan 7–17-vuotiaille lapsille ja nuorille suositellaan ”monipuolista, reipasta ja rasittavaa liikkumista vähintään 60 minuuttia päivässä yksilölle sopivalla tavalla, ikä huomioiden” (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2021). Päivittäisestä liikkumisesta suurimman osan tulisi olla kestävyystyyppistä liikuntaa, jonka lisäksi viikossa tulisi olla kolme kertaa rasittavaa liikkumista sekä luustoa ja lihasvoimaa vahvistavaa liikkumista (Martin ym. 2023, 16). Liikkumissuosituksen toteutumista tutkitaan lasten ja nuorten liikuntakäyttäytyminen Suomessa LIITU- tutkimuksella. Uusimman LIITU - tutkimuksen tulokset julkaistiin maaliskuussa 2023.

Vuonna 2022 liikkumissuositus toteutui reilulla kolmasosalla lapsista ja nuorista (Martin ym. 2023, 16). LIITU 2022 -tutkimuksen (Kokko & Martin 2023) tulokset vahvistavat aikaisempia havaintoja lasten ja nuorten liikkumisesta, sillä liikkumissuosituksen saavutti 38 prosenttia vuonna 2018 ja 31 prosenttia vuonna 2016 (Kokko ym. 2019; Kokko ym. 2016). Pojat saavuttivat liikkumissuosituksen tyttöjä yleisemmin. Liikunta-aktiivisuus laski lapsilla ja nuorilla tasaisesti 7- vuotiaista alkaen 15- vuotiaisiin saakka (Martin ym. 2023, 17, 26) eli juuri peruskouluikäisillä lapsilla ja nuorilla. Kestävyyskunnan kannalta merkittävää on, että erityisesti reippaan ja rasittavan liikunnan määrä laski iän myötä. Lapsilla ja nuorilla suurin osa liikkumisesta tapahtuu siis teholtaan kevyesti (Husu ym. 2023, 44).

Vuosien 2020 ja 2021 Move! -mittausten tulokset tukevat LIITU 2022- tutkimuksen tuloksia lasten ja nuorten liikkumisen vähentymisestä ja paikallaanolon lisääntymisestä (Kokko & Martin 2023). Vuoden 2020 Move! - mittausten mukaan sekä viidennen että kahdeksannen luokan oppilaiden kestävyyskunto on heikentynyt viimeisten vuosien aikana. Tätä selittänee arjen fyysisten vaatimusten väheneminen. Huomionarvoista voi olla myös koronapandemian vaikutukset tutkimusten aikana. (Huhtiniemi 2021, 14) Myös syksyn 2021 Move! tulokset osoittavat, että kestävyyskunto on heikentynyt kahdeksaluokkalaisilla kahden edellisen

vuoden aikana, mutta aiemman vuoden tuloksista poiketen viidesluokkalaisilla heikentyminen näyttäisi pysähtyneen (Huhtiniemi 2022, 20).

Uusimmat Move! -mittausten tulokset 2023 syksyltä, kuitenkin näyttäisivät, että fyysisen toimintakyvyn ja kestävyyskunnan heikentyminen olisi tasaantumassa ja jopa kääntymässä nousuun (Opetushallitus 2023a). Tarkasteltaessa 8. luokkalaisten tuloksia 20 metrin viivajuoksussa sukupuolittain voidaan huomata, että poikien tulos on parantunut ja tytöillä tulos on pysynyt samassa. Viidesluokkalaisilla kestävyyskunto näyttäisi parantuneen sukupuolesta riippumatta. (Opetushallitus 2023b) Huolimatta positiivisemmasta suunnasta 5.- ja 8.- luokan oppilaista edelleen 38 % on heikko fyysinen toimintakyky, joka haittaa ja kuluttaa heidän terveyttään (Opetushallitus 2023a).

### **2.3 Kestävyyskunnan tutkiminen**

Kestävyyskunto on moniulotteinen eri ominaisuuksista muodostuva kokonaisuus, jonka tutkimisessa, mittaamisessa ja harjoittamisessa lasten ja nuorten osalta on edelleen haasteita (Lintu ym. 2018, 36). Kestävyyskuntoa on mitattu monin eri tavoin, ja  $VO_{2max}$ :n ajatellaan olevan paras kestävyyskunnan mittari (Lintu ym. 2018, 36; Schutte ym. 2016, 210). Se kuvaa suurinta mahdollista hapenkulutuksen tasoa maksimaalisessa kuormituksessa eli verenkierto- ja hengityselimistön kykyä kuljettaa happea työskenteleville luustolihaksille sekä näiden kapasiteettia hyödyntää happea kuormituksen aikana (Armstrong & Welsman 1994, 432).  $VO_{2max}$  ei kuitenkaan kuvaa kestävyyskunnan kaikkia osa-alueita (Lintu ym. 2018, 36). Lasten ja nuorten osalta hapenottokyvystä puhuttaessa käytetään usein termiä huippuhapenkulutus ( $VO_{2peak}$ ), joka kuvaa lasten suorituskykyä paremmin (Armstrong & Welsman 1994).

Kestävyyskuntoa voidaan mitata laboratorio- ja kenttäolosuhteissa (Ruotsalainen ym. 2019, 122), riippuen testattavien saavutettavuudesta ja määrästä sekä testin muodosta. Laboratoriossa olosuhteet ovat vakioidut ja testi voidaan usein toistaa samalaisena jatkossakin. Tällöin on myös usein mahdollista saada tarkempia tuloksia esimerkiksi  $VO_{2max}$ :sta ja sykkeestä. (Baquet ym. 2003, 12) Yleisimpiä kestävyyskuntoa mittaavia testejä ovat polkupyöraergometri (Haapala 2014; Skog ym. 2020) ja suoran hapenkulutuksen testi eli tavallisimmin mattotesti juoksumatolla (Baquet ym. 2003, 11–12). Nämä testit ovat usein tarkoituksenmukaisia, kun

testattavia on vähän. Kenttäolosuhteilla tarkoitetaan ulkona tai liikuntasalissa suoritettavia testejä, jolloin testattavien joukko voi olla laajempi ja heidät voidaan testata yhtäaikaisesti.

Kenttäolosuhteissa yleisimmin toteutettuja testejä ovat Cooperin testi, UKK kävelytesti tai 20 metrin viivajuoksu testi, joka on yleisin lapsilla ja nuorilla käytetty testi (Lintu ym. 2018, 36; Ruotsalainen ym. 2019, 122; Syväoja ym. 2021, 9; UKK- instituutti 2020). Testi kuuluu fyysistä toimintakykyä mittaavaan Move! seurantajärjestelmään (Lintu ym. 2018, 36), jota vuonna 2016 käyttöön otettu valtakunnallinen perusopetuksen opetussuunnitelma (2014) sitoi opetuksen järjestäjät toteuttamaan. Testi toteutetaan peruskoulun viidennellä ja kahdeksannella luokalla (Perusopetuksen opetussuunnitelman valtakunnalliset perusteet 2014, 274, 435; Sääkslahti 2020, 14).

### 3 NUORTEN MOTORISET TAIDOT

#### 3.1 Motoristen taitojen määritelmä

Motoriset taidot määritellään taidoiksi, jotka vaativat tahdonalaista kehon ja/tai raajojen liikettä tavoitteen saavuttamiseksi (Jaakkola ym. 2017, 648; Magill 2011, 3). Ne ovat harjoittelemalla opittavia taitoja sekä edellytyksenä motorisille perustaidoille, jotka ovat useamman kehonosan yhdessä tuottamia liikkeitä (Jaakkola 2016, 9). Motoriset perustaidot ovat taitoja, joilla selvittää arkipäivän liikkumistarpeista (Syväoja ym. 2012, 39). Hyvät motoriset taidot ovat yhteydessä lasten ja nuorten suurempaan liikunta-aktiivisuuteen (Ruotsalainen ym. 2019, 123; Stodden ym. 2008, 290). Motoriset perustaidot voidaan sanoa olevan usean eri motorisen taidon joukko, joita tarvitsemme jokapäiväisessä elämässä (Gallahue ym. 2012, 181). Sääkslahden (2015, 74) mukaan motorisia perustaitoja tarvitaan monipuolisten liikuntataitojen oppimiseen ja ne kehittyvät erilaisten vaatimusten puitteissa. Lapsen motoriseen taitotasoon vaikuttavat yksilölliset ominaisuudet, joita ovat muun muassa lapsen ikä, sukupuoli, fyysisen aktiivisuuden määrä ja terveydentila. Motorisia perustaitoja tarvitaan erilaisissa leikeissä sekä peleissä. Kun liikuntataidot kehittyvät entisestään ne muokkautuvat lajitaidoiksi, jotka ovat spesifejä taitoja ja vastaavat tietyn liikuntalajin kuten hiihdon tai voimistelun lajivaatimuksia (Sääkslahti, 2015, s 74–76).

Motoriset perustaidot luokitellaan hyvin yleisesti liikkeen käyttötarkoituksen mukaisesti kolmeen kategoriaan, jotka ovat tasapainotaidot, liikkumistaidot sekä välineenkäsittelytaidot (Goodway ym. 2021), jotka on esitetty taulukossa 1. Liikkuminen sekä välineenkäsittelyt kaikissa muodoissaan vaativat tasapainoa onnistuakseen, joten tasapainotaidoilla on hyvin oleellinen rooli motoristen perustaitojen oppimisessa (Donnelly ym. 2016, 57). Tasapainotaidot ovat liikkeitä, joissa keho pysyy paikallaan, mutta liikettä tapahtuu horisontaali- tai vertikaalisuunnassa. Ne voidaan jakaa paikallaan pysyviin eli staattisiin ja liikkeessä tapahtuviin eli dynaamiseen tasapainotaitoihin (Donnelly ym. 2016, 57; Magill 2011, 51). Staattisia tasapainotaitoja ovat muun muassa taivuttaminen ja ojentaminen. Dynaamisia tasapainotaitoja taas ovat esimerkiksi heiluminen ja kääntyminen (Gallahue & Donnelly 2007, 53–54). Tasapainon ylläpitäminen eri tilanteissa koostuu useiden eri lihasten aktivoinnista, maan vetovoiman vastustamisesta ja aistien hyödyntämisestä (Numminen 2005, 115).

TAULUKKO 1. Motoriset perustaidot (Mukaillen Donnelly ym. 2016)

<b>Motoriset perustaidot</b>		
<b>Tasapainotaidot</b>	<b>Liikkumistaidot</b>	<b>Välineenkäsittelytaidot</b>
Taivuttaminen	käveleminen	heittäminen
ojentaminen	juokseminen	kiinniottaminen
kääntyminen	ponnistaminen	potkaiseminen
pyörähtäminen	loikkaaminen	kauhaiseminen
heiluminen	hyppääminen esteen yli	iskeminen
kieriminen	laukkaaminen	lyöminen ilmasta
pysähtyminen	liukuminen	pomputtelu
väistyminen	kiipeäminen	kierittäminen
tasapainoilu	harppaaminen	potkaiseminen ilmasta

Liikkumistaidoissa kehoa liikutetaan edes takaisin sekä vertikaalisessa että horisontaalisessa suunnassa, mikä mahdollistaa yksilön liikkumisen paikasta toiseen (Goodway ym. 2021, 220). Liikkumistaitoihin lukeutuvat esimerkiksi loikkaaminen, hyppääminen ja juokseminen. Juokseminen on motorisista perustaidoista yksi ensimmäisinä opittavista sekä kehittyvistä taidoista. Se on myös yksi tärkeimmistä liikkumistaidoista, sillä sitä tarvitaan oleellisesti useimmissa liikunta sekä urheiluaktiviteeteissä. Juoksutaidon kehittymiseen tarvitaan riittävästi tasapainoa sekä lihasvoimaa (Gallahue ym. 2012, 225).

Käsittelytaidot ovat taitoja, joissa liikutellaan ja käsitellään erilaisia välineitä kuten palloja ja mailoja (Gallahue ym. 2012, 191). Tällaisia taitoja ovat esimerkiksi potkaiseminen, heittäminen ja kiinniottaminen. Käsittelytaidot voidaan jaotella karkeamotorisiin ja hienomotorisiin käsittelytaitoihin. Karkeamotorisissa käsittelytaidoissa ihmisen toiminta tapahtuu suuria lihaksia käyttäen ja tällöin liikutellaan esineitä tai välineitä joko itseään kohti tai pois päin itsestään. Kyseisiä taitoja ovat muun muassa kuljetus, heitto ja potku. (Gallahue & Donnelly 2007, 55–56). Karkeamotoriset taidot ovat perusta hienomotoristen taitojen kehittymiselle, koska taitojen kehitys etenee ensin suurten kehonosan lihasten kautta kohti raajojen pienempien lihasten ääreisosia. Hienomotoriset taitoja ovat kaikki täsmällisyyttä sekä tarkkuutta vaativat liikkeet, joita ovat esimerkiksi pianon soittaminen, kengännauhojen solmiminen ja piirtäminen (Numminen 2005, 136–147).

### 3.2 Nuorten motoristen taitojen nykytila

Lapsen 2–7 ikävuodet ovat merkittävin vaihe motoristen perustaitojen kehittymisen kannalta. Tätä vaihetta kutsutaan usein motoristen perustaitojen oppimisen vaiheeksi, koska tällöin lapsi omaksuu suurimman osan motorisista perustaidoista, ja niiden kehittyminen on nopeinta (Gallahue ym. 2012, 48–50). Jaakkola ym. (2016) mukaan tätä ikävaihetta voidaan pitää erittäin tärkeänä, sillä motoristen perustaitojen oppimisen vaihe luo perustan myöhemmälle spesifien taitojen, kuten lajitaitojen oppimiselle. Jos taitoja ei ole tässä ikävaiheessa harjoiteltu tarpeeksi, pahimmassa tapauksessa nuoren motoristen taitojen kehityksen eteneminen seuraaville tasoille ei onnistu tai se vaatii huomattavan suurta panostusta (Jaakkola, 2016, 28). Lapsi tarvitsee motorisen tason kehittymiseen perimän lisäksi turvallisen ympäristön, jossa monipuolisiin peleihin ja leikkeihin kannustetaan ja rohkaistaan sekä heitä ohjeistetaan liikkeiden suorittamisessa. (Clark 2007, 39; Jaakkola 2010, 77)

Nuoren ollessa 7–14-vuotias motorisen kehityksen vaihetta kutsutaan erikoistuneiden liikkeiden vaiheeksi. Tällöin nuori alkaa oppimaan lajitaitoja, joissa motorisia perustaitoja täytyy yhdistellä sekä jalostaa haastaviksi kokonaisliikkeiksi mahdollistaen nuoren motoristen taitojen kehittymisen. Esimerkiksi lajitaitona jalkapallo vaatii harrastajaltaan monen eri motorisen perustaidon yhdistelyä, kuten kääntymistä, potkaisemista ja juoksemista. (Gallahue ym. 2012; 52–53, Jaakkola 2010, 78) 14–15 ikäluokasta eteenpäin motorisen kehityksen vaihetta kutsutaan usein taitojen elinikäiseksi hyödyntämiseksi. Tämä vaihe jatkuu koko loppu elinajan, ja tähän mennessä hankitut ja opitut motoriset taidot toimivat jokapäiväisenä pohjana tuleviin haasteisiin elämässä tai liikunnassa. (Gallahue ym. 2012, 54–55; Jaakkola 2010, 78)

Fittsin ja Posnerin (1967) teorian mukaan liikuntataitojen motorisessa oppimisessa voidaan tunnistaa kolme erilaista vaihetta, joita ovat alkuvaihe (kognitiivinen), harjoitteluvaihe (assosiatiivinen) ja lopullinen vaihe (automaatiovaihe). Alkuvaihe sisältää paljon ajattelua eli kognitiivisia toimintoja, koska oppija pyrkii luomaan itselleen mielikuvan suorituksen kokonaisuudesta ja tämä vaatii paljon huomiointikykyä sekä päätöksentekoa. Edistyminen tässä taidon oppimisen vaiheessa on yleensä hyvin nopeaa. (Fitts & Posner 1967, 10–13; Kalaja & Jaakkola 2015, 195–197)

Harjoitteluvaiheen aikana oppija jo tiedostaa, kuinka motorinen tehtävä pitää suorittaa. Suoritukset alkavat varmentua, oppijan motivaatio on yleisesti korkealla ja kehittyminen on



nopeaa. Hänen huomionsa ja tarkkaavaisuus alkavat siirtyä pois itse tekemisestä enemmän kehon ulkopuolisiin kohteisiin, kuten ympäristön tarkkailuun (Fitts & Posner 1967, 12; Jaakkola 2013, 172). Lopullisessa vaiheessa liikkeiden suorittaminen toimii automaattisesti. Oppijan huomio vapautuu muiden ympärillä tapahtuviin asioihin ja suoritusvarmuus lisääntyy. Lopullisessa vaiheessa takana on vuosien työ ja tuhansia harjoittelutunteja. Tällöin liikkeen motorinen suorittaminen on vaivatonta, tehokasta ja sujuvaa. (Fitts & Posner 1967, 14–15; Kalaja & Jaakkola 2015, 204; Jaakkola 2013, 172–173)

Move! -testit ovat Suomessa valtakunnallisesti vuosittain kouluissa järjestettävä fyysisen toimintakyvyn seuranta ja palautejärjestelmä. Mittaukset pidetään peruskoulun 5.- ja 8.-luokkalaisille oppilaille, ja ne koostuvat kuudesta osiosta, joista 5-loikka ja heitto-kiinniottotestit mittaavat oppilaan motorisia taitoja. (Opetushallitus 2023b) Uusimpien vuoden 2023 Move! -tulosten perusteella suomalaisten nuorten 5-loikan tulokset ovat hieman parantuneet viime vuosien tuloksista viidesluokkalaisten tyttöjen sekä poikien osalta. Siitä huolimatta 33 % tytöistä ja 41,2 % pojista lukeutui määriteltyjen tulosluokkien perusteella “mahdollisesti terveyttä ja hyvinvointia kuluttavalle tai haittaavalle tasolle”. Sama määrä viidennen luokan tytöistä eli 33 % ja pojista 27,5 % lukeutui määriteltyjen tulosluokkien perusteella “hyvinvointia edistävälle tasolle”. Kahdeksannen luokan tulokset kertoivat, että tytöistä 23,1 % ja pojista 33,7 % lukeutui 5-loikkatestin tulosten perusteella mahdollisesti terveyttä ja hyvinvointia kuluttavalle tai haittaavalle tasolle. Kun taas 45,2 % tytöistä ja 35,2 % pojista oli hyvinvointia edistävällä tasolla. (Opetushallitus 2023b)

Heitto-kiinniottotestissä syksyn 2023 tulosten mukaan ei ole tapahtunut muutoksia viime vuosiin verrattuna. Viidennen luokan tytöistä 36,8 % ja pojista 35,3 % lukeutui tulosten perusteella mahdollisesti terveyttä ja hyvinvointia kuluttavalle tai haittaavalle tasolle. Kun taas 30,3 % tytöistä ja 33,6 % pojista oli hyvinvointia edistävällä tasolla. Kahdeksannen luokan tytöistä 31,9 % ja pojista 26,9 % on tulosten mukaan mahdollisesti terveyttä ja hyvinvointia kuluttavalla tai haittaavalla tasolla. Hyvinvointia edistävällä tasolla olevia tuloksia sai tytöistä 39,1 % ja pojista 48,4 %. (Opetushallitus 2023b)

## 4 MATEMAATTISET TAIDOT

Luku- ja kirjoitustaidon ohella matemaattisen osaamisen rooli modernissa yhteiskunnassa on keskeinen (Metsämuuronen & Nousiainen 2021, 25). Matemaattisessa osaamisessa on kuitenkin ollut jo useamman vuoden ajan havaittavissa laskeva trendi erinäisten arviointien perusteella. Osaamisen tason lasku on selvemmin havaittavissa kansallisessa aineistossa kuin PISA tuloksissa (Metsämuuronen & Nousiainen 2021, 57). Vuoden 2022 Pisa-tutkimus ja tulokset sekä KARVI:n (Koulutuksen kansallinen arviointikeskus) vuonna 2021 tekemä arviointi osoittavat, että nuorten matemaattinen osaaminen suomessa on heikentynyt. KARVI:n (OAJ 9.12.2021) arvioinnin mukaan osaaminen on myös eriytynyt entisestään, johon eräänä syynä voidaan pitää koronapandemiaa. Matematiikan osaamisen heikentyminen on kuitenkin pidempiaikainen suuntaus ja sitä ei voida selittää pelkästään koronaviruksella (OAJ 9.12.2021). OECD maiden keskiarvoon verrattessa suomi on kuitenkin edelleen selvästi sen yläpuolella (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2023, 21).

Vuonna 2021 toteutetun KARVI:n tekemän arvioinnin perusteella keskiarvo 9. luokkalainen oppilas suomessa laskee kaksi arvosanaa huonommin kuin vuonna 2000 (Eromäki 9.12.2021). Uusimpien tulosten mukaan heikkojen matemaattisten osaajien määrä on kasvanut ja huippuosajien määrä vastaavasti laskenut. Nykyään heikkoja matematiikan osaajia on joka neljäs. (Metsämuuronen & Nousiainen 2021, 4; Opetus- ja kulttuuriministeriö 2023, 24) Laskusujuvuutta mitattaessa keskimäärin heikommin suoriutuneet oppilaat olivat kuudennen luokan tasolla. Huomattavaa kuitenkin on, että kolmannes heikosti suoriutuneista oli 3.–5. - vuosiluokkien tasolla. Vastaavasti parhaimmat selviytyivät lukion lyhyen matematiikan keskiarvoa paremmin. (Karvi 2023) Sukupuolittain tarkasteltuna eroa ei ollut havaittavissa, mutta viitteitä siitä, että joillain matemaattisen osaamisen osa-alueilla eroja on olemassa. Esimerkiksi pojat näyttäisivät suoriutuvan paremmin kuin tytöt ajattelun taitoja, lukujen ja laskutoimitusten sisältöalueilla, kun taas tytöt suoriutuivat poikia paremmin algebrassa. Havaitut erot eivät kuitenkaan ole merkittäviä. (Metsämuuronen & Nousiainen 2021, 67)

Nuorten matemaattista osaamista ja oppimista ylipäätään tarkastellaan usein tiedollisten toimintojen, käyttäytymisen ja koulunkäynnin näkökulmasta. Oppimista sekä jonkin oppiaineen hallintaa mitataan yleensä oppimistulosten, kuten kouluarvosanojen ja standardoitujen testien kautta (Haapala ym. 2017, 8; Kantomaa ym. 2013, 50). Tutkimuksissa oppimista mitataan hyvin eri menetelmin ja mittarein, mikä osaltaan saattaa vaikeuttaa tulosten

tulkintaa ja vertailua (Syväoja ym. 2012, 11). Matemaattisten taitojen hallinnassa ja oppimisessa olennaisessa roolissa ovat tiedolliset toiminnot, joihin oppiminen myös lukeutuu (Hänninen & Hallikainen 2022, Kognitiiviset toiminnot). Syväoan ym. (2021) ja Pengin ym. (2016) tutkimuksissa matemaattista osaamista näytti välittävän hyvä työmuisti. Onkin syytä perehtyä lyhyesti myös oppimiseen ilmiönä.

#### **4.1 Oppiminen**

Oppiminen, muistaminen ja unohtaminen ovat aivoissa olemassaolon kannalta keskeisiä biologisia prosesseja (Squire ym. 1999, Kujalan ym. 2012, 9 mukaan). Ne lukeutuvat kognitiivisiin toimintoihin, joita ovat tiedolliset, älylliset ja psyykkiset toiminnot. Nämä toiminnot liittyvät tiedon vastaanottoon, käsittelyyn, säilyttämiseen ja käyttöön. Kognitiivisiin toimintoihin kuuluvat lisäksi tarkkaavaisuuden säätely, havaintojen käsittely, ongelman ratkaisukyky sekä puheen tuottaminen ja ymmärtäminen. (Hänninen & Hallikainen 2022, Kognitiiviset toiminnot; Kujala ym. 2012, 41)

Oppiminen on laaja sekä monimutkainen kokonaisuus (Haapala 2022, 36). Tutkimuksissa se on määritelty ihmisen kasvun ja kehityksen ydinprosessiksi (Haapala ym. 2017, 6; Kantomaa ym. 2013; Kujala ym. 2012, 9). Se on aktiivinen valikointi- ja tulkintaprosessi, johon vaikuttavat samanaikaisesti monet eri tekijät, jotka tekevät oppimisesta moniulotteisen tapahtumarakennelman (Halinen ym. 2016, Luku 3; Kantomaa ym. 2013, 13; Kujala ym. 2012, 9). Oppimista tapahtuu koko elämän ajan ja se on jatkuva prosessi, jossa aivot muotoutuvat koko ajan (Kujala ym. 2012, 9, 64). Kujalan ym. (2012, 64) mukaan oppiminen on lisäksi hyvin henkilökohtainen tapahtuma. Kaikki oppimiseen ja muistamiseen liittyvä tapahtuu aivojen hermosoluissa ja niiden välisissä kytkennöissä. Aivojen alueista kuitenkin hippokampus on oppimisen ja muistamisen kannalta välttämätön. (Kujala ym. 2012, 9–10)

Oppiminen on vuorovaikutusta (Kujala ym. 2012, 8), joka on sidoksissa tilanteeseen. Sitä tapahtuu kulttuurisessa ja sosiaalisessa ympäristössä. Tällöin sosiaalisuus ja konteksti ovat oppimisessa vahvasti läsnä. (Kantomaa ym. 2013, 6) Oppimisprosessin vuorovaikutteisuutta kuvaa se, että siihen vaikuttavat oppilaaseen, opettajaan, tietoon, tehtävään, ympäristöön ja tavoiteltavaan osaamiseen liittyvät elementit (Halinen ym. 2016, Luku 3). Vuorovaikutukseen perustuvan oppimisen keskeisiksi mekanismeiksi voidaan luetella esimerkiksi kyky

yhteisölliseen työskentelyyn, kyky ottaa vastuuta omasta toiminnasta, aloitteellisuus ja aktiivisuus sekä itsearvioinnin taito (Scardamalia & Bereiter 2003). Vuorovaikutuksen kautta avautuvat myös oppimisen ympäristöjen merkitykset (Kujala ym. 2012, 16).

Oppimisen perusta on aivoissa, mutta se on aina sidoksissa ympäristöönsä (Jaakkola ym. 2017, 649). Ympäristöön sopeutumisen kannalta erittäin tärkeää on kyky muuttaa toimintaa kokemusten perusteella eli oppia (Paavilainen 2020, 172). Oppiminen mahdollistaa ympäristön muutoksiin sopeutumisen sekä lisäksi aktiivisen vaikuttamisen ympäristöön ja omaan toimintaamme siellä (Kantomaa ym. 2013, 13). Kasvu-ympäristön tarjoamat kokemukset aiheuttavat ja säätelevät oppimista (Haapala ym. 2017, 6; Kantomaa ym. 2013, 13). Lapsilla ja nuorilla keskeisimmäksi oppimisen ympäristöksi katsotaan usein koulu (Kujala ym. 2012, 5), mutta myös liikunta on tärkeä kasvu-ympäristön tarjoama oppimisväylä (Haapala ym. 2017, 6).

Oppiminen voidaan määritellä myös kokemuksen aiheuttamaksi sekä melko pysyväksi toiminnan muutokseksi (Syväoja ym. 2012, 38). Se on keskeinen ihmisen toiminnan muutoksen mahdollistaja ja sen seurauksena ihmisen käyttäytyminen, siihen vaikuttavat tiedot, taidot ja tunnereaktiot muuttuvat suhteellisen pysyvästi (Kantomaa ym. 2013, 13; Syväoja ym. 2012, 9, 11). Näiden lisäksi oppimiseen liittyy myös keskeisesti yksilön motivaatio (Syväoja ym. 2012, 9, 11), joka mahdollistaa tehokkaan oppimisen. Tälle pohjan luovat hyvät oppimisen edellytykset (Kujala ym. 2012, 5), joita ovat kognitiiviset taidot ja toimintakyky sekä ajattelun taidot. Oppimista voidaan pitää ajatteluna, joten kun opimme ajattelemaan, opimme oppimaan. (Halinen ym. 2016).

## **4.2 Matemaattiset taidot ja niiden oppiminen**

Van Luit ym. (2024) ovat määritelleet matematiikan joukoksi käsitteellisiä suhteita, joita luodaan numeraalisten symbolien, lukumäärien ja niiden yhteyttä kuvaavien merkkien välille. PISA 2022- tutkimuksessa matematiikan osaamisen määriteltiin tarkoittavan yksilön kykyä päätellä matemaattisesti sekä lisäksi muotoilla, käyttää ja tulkita matematiikkaa arkipäivän tilanteissa. Matematiikan osaaminen pitää sisällään matemaattisten tietojen, käsitteiden, menetelmien ja välineiden käyttämisen ilmiöiden ymmärtämiseksi sekä selittämisessä. Lisäksi korostetaan matemaattisen päättelyn ja ongelmanratkaisun roolia tosielämän näkökulmasta. (Karvi 2023, 13, 14)

Matemaattisten taitojen kehittämisellä ominaista on niiden hierakkinen luonne eli osataidot rakentuvat aiempien taitojen ja tietojen varaan (Geary 2000, 15; Hannula & Lepola 2006, 131). Huomioitavaa on myös se, että matemaattisten taitojen varhainen pohja rakentuu ennen kouluikää ja ennustaa sitä, kuinka hyvin matematiikkaa opitaan myöhemmin (Aunio 2008, 63). Niiden kehityksessä korostuu vuorovaikutus ympäristön kanssa sekä lisäksi harjoittelun ja opetuksen merkitys (Aunio ym. 2004, 217). Ennen kouluikää kehittyneet taidot ovat pohjana matemaattisten perustaitojen oppimiselle ja niiden automatisoitumiselle. Mitkä luovat pohjan myöhemmille matemaattisille ongelmanratkaisutaidoille. Matemaattisia taitoja on jaoteltu monilla eri tavoilla, yhteistä on kuitenkin niiden kehittymisen hierakkinen luonne. (Ahonen ym. 2008, 183)

Matemaattiset taidot voidaan jakaa primaareihin ja sekundaareihin taitoihin. Primaarit taidot ilmenevät lapsilla kaikissa kulttuureissa ilman opetusta, ja niiden kehityksen taustalla ovat synnynnäiset tekijät. Primaarit taidot kehittyvät luonnollisissa tilanteissa vuorovaikutuksessa sosiaalisen ympäristön kanssa. Sekundaarien taitojen kehitys vaihtelee eri kulttuurien välillä ja vaativat kehittyäkseen harjoittelua, oppimista ja opetusta. (Geary 2000, 12–13)

Ahonen ym. (2008) jaottelee matemaattisten taitojen kehittymisen neljän eri vaiheen kautta: Esikielellisten kykyjen (0–2 vuotta), varhaisten numeeristen taitojen (2–4 vuotta), luonnollisten aritmeettisten taitojen (3–7 vuotta) ja formaalien matemaattisten taitojen (6–7 vuotta). Matemaattisten taitojen kehityksen luokittelun mukaan matemaattisiksi osataidoiksi katsotaan matemaattislogiset taidot (joukkojen vertailu ja lukumäärien säilyvyyden ymmärtäminen), lukujonotaidot, aritmetiikkaa koskevat faktatiedot ja strategiset valmiudet (Kinnunen 1994, Paukkerin ym. 2013 mukaan). Eri ikäkausina matemaattisten taitojen kehityksen taustalla vaikuttavat eri taidot, jolloin myös hyödynnetään erilaisia menetelmiä tehtävien ratkaisemisessa, kuten visuaalisia vihjeitä (Van Luit ym. 2006).

Koponen ym. (2014, 335–338) ovat taas jäsentäneet matemaattisia taitoja myös neljän osa-alueen kautta. Nämä osa-alueet ovat: lukujen luettelutaito, laskutaito, lukukäsitteet ja suhderekäsitteet. Taitojen kehittymisen alussa osa-alueet ovat toisistaan erillisiä, mutta myöhemmin ne kytkeytyvät toisiinsa muodostaen matemaattisia taitokokonaisuuksia (Koponen ym. 2014, 335–338). Osa-alueista laskutaito eli aritmeettiset taidot koostuvat vielä itsessään monista osataidoista, joita oppijan tulisi osata käyttää samanaikaisesti. Tällaisten prosessien

suorittamisen taustataitona on ymmärrys lukujonoista ja niiden sujuva käyttö. Aritmeettiset taidot kehittyvätkin yhdessä lukujonotaitojen ja kardinaalisuuden eli lukumäärien ja niiden suhteiden ymmärtämisenä. (Hannula & Lepola 2006) Lukukäsitettä voidaan pitää pohjana kyvyille ymmärtää koulussa opetettavaa matematiikkaa (Van Luit ym. 2006).

### **4.3 Matemaattisten taitojen oppimiseen vaikuttavat tekijät**

Matemaattisten taitoja on useissa tutkimuksissa tutkittu yhdessä lukemisen ja kirjoitustaidon kanssa. Tutkimusten mukaan on havaittu matemaattisten taitojen yhteys myöhempään luetun ymmärtämiseen, kun päinvastaista vaikutusta ei havaittu (Lerkkanen ym. 2005, 131). Matemaattisten taitojen oppimiseen ja kehitykseen vaikuttavat useat eri tekijät. Butterworth (2005) tuokin esille, että aritmeettisten taitojen taustalla sekä niiden mahdollistajana on kognitiivisia kykyjä, jotka eivät varsinaisesti liity matematiikkaan. Esimerkiksi kielelliset taidot sekä työmuisti ja avaruudellinen hahmottaminen ovat tällaisia kognitiivisia kykyjä. Yhteydet ovat kuitenkin monimutkaisia ja riippuvaisia monista muistakin tekijöistä. (Koponen ym. 2014, 333; Zhang ym. 2017)

Matematiikkaa voidaan lähestyä kielenä, jolla on oma kielioppi, sanasto, symbolit ja merkitysoppinsa (Aunola & Nurmi 2018, 8; Räsänen 1999 Paukkerin 2013 mukaan). Varhaisessa laskutaidon kehityksessä kieli näyttäisikin olevan keskeisessä roolissa (Paukkeri 2016), ja yhdessä primaarien matemaattisten taitojen kanssa se luo pohjan lukusanojen oppimiselle (Aunio 2004, 202; Paukkeri 2013, 24). Huomioitavaa on, ettei matemaattinen ongelmanratkaisuprosessi itsessään ole kielellinen. Matematiikan oppimisessa myös kielellisillä taidoilla on merkityksensä. (Räsänen 1999 Paukkerin 2013 mukaan) Ne toimivat mahdollistajina matemaattisten symbolien ja lukusanojen oppimiselle. Kielellisten taitojen merkitys korostuu erityisesti matematiikan sanallisissa tehtävissä (Björn ym. 2016), joita monet koulussa suoritettavista tehtävistä ovat.

Matemaattisten taitojen oppimisessa kognitiiviset tekijät ja toiminnot ovat merkittäviä, sillä niiden on tutkimuksissa osoitettu olevan yhteydessä matemaattisten taitojen kehitykseen ja sen nopeuteen (Aunola ym. 2004, 706, 707). Kognitiiviset tekijät ovat keskeisesti yhteydessä kognitiivisten toimintojen tehokkuuteen. Kognitiivisia toimintoja ovat kaikki tiedollisen toiminnan prosessit, kuten oppiminen, muistaminen, unohtaminen, tarkkaavaisuuden säätely,

havaintojen käsittely, ongelman ratkaisukyky sekä puheen tuottaminen ja ymmärtäminen (Hänninen & Hallikainen 2022, Kognitiiviset toiminnot; Kujala 2012, 41). Todellisuudessa kognitiivisia toimintoja ei voida erottaa tiedonkäsittelyssä kokonaan omiksi ja toisistaan erillisiksi vaiheiksi tai yksiköiksi (Paavilainen 2020, 31). Aunola ym. (2004, 706, 707) selvittivät, millä tavoin kognitiiviset tekijät, kuten lukujonotaidot, visuaalinen havaitseminen, metakognitiivinen tietoisuus ja kuullun ymmärtäminen ennustivat matemaattista osaamista. Tutkimuksen tulokset osoittivat näistä lukujonotaitojen, metakognitiivisen tietoisuuden ja kuullun ymmärtämisen olevan yhteydessä matemaattisen osaamisen tasoon oppilailta. Visuaalisen havaitsemisen ja lukujonotaidot olivat yhteydessä matemaattisen kehityksen nopeuteen. (Aunola ym. 2004, 706,707)

Kognitiivisista toiminnoista myös muistin yhteyttä matemaattiseen osaamiseen on tutkittu, ja niiden välille on löydetty positiivinen yhteys. Erityisesti työmuistin on todettu edesauttavan oppimista (Peng ym. 2016; Syväoja ym. 2021). Työmuistin alueista visuospatiaalisella työmuistilla on merkittävin yhteys matemaattiseen osaamiseen. Merkitys korostuu matemaattisessa ongelmanratkaisussa, koska se vaatii yleensä samanaikaisesti aiemman tiedon ylläpitoa ja uuden tiedon prosessointia (Raghubar ym. 2010, 113; Aunola & Nurmi 2018, 6). Tiedon prosessointinopeus selittää vahvasti matemaattisista taidoista aritmeettisiä taitoja. Nopea tiedon prosessointi vapauttaa kognitiivisten resursseja, mikä taas johtaa työmuistin tehokkaampaan käyttöön. (Fletcher ym. 2019)

Oppimiseen liittyvät kognitiiviset tekijät ja toiminnot ovat tärkeitä selittäjiä, siinä miksi matemaattisia taitoja voi olla haastavaa oppia. Tutkimusten pohjalta voidaan todeta, etteivät pelkät kognitiiviset tekijät selitä menestystä, vaan kyseessä on luultavammin yhteisvaikutus kognitiivisten kykyjen ja psykologisten tekijöiden välillä. (Määttä 2020, 10) Oppimisesta puhuttaessa on kuitenkin hyvä tuoda esille myös sen muut aspektit kognitiivisten tekijöiden lisäksi, kuten fysiologiset ja psyykkiset tekijät sekä sukupuoli.

Fysiologiset tekijät selittävät kognitiivisia toimintoja, esimerkiksi aivojen rakenteen ja toiminnan kautta. Liikunta vaikuttaa yleisesti eniten tätä kautta. (Kantomaa ym. 2013, 14; Syväoja ym. 2012, 20) Psykologiset tekijät ovat myös yhteydessä kognitiivisiin toimintoihin. Niiden yhteyttä voidaan tarkastella myös, motivaation ja yksilön psyykkisten ominaisuuksien kautta, vaikka niitä tarkastellaan usein erillään toisistaan. (Hänninen & Hallikainen 2022; Nummenmaa 2006, 304) Motivaatiosta voidaan tarkastella erityisesti oppimismotivaatiota,

millä tarkoitetaan yksilölle ominaista suhtautumistapaa oppimistilanteisiin sekä tiettyä oppiainetta kohtaan olevia asenteita. Matematiikan kohdalla tämän voidaan ajatella tarkoittavan oppilaan kiinnostusta tai ahdistusta matematiikkaa kohtaan. Motivaation ja matemaattisten taitojen suhde ei kuitenkaan ole selkeä, vaan tutkimustieto siitä on osittain ristiriitaista. Epäselvää on, onko olemassa oleva matemaattinen taitotaso motivaation tulos vai sen lähtökohta (Aunola & Nurmi 2018, 8–10).

Sukupuolen yhteys matemaattiseen osaamiseen nousee ajoittain esille (kts. Rosselli ym. 2009; Zhu 2007). Yleisesti eroja sukupuolten välillä ei havaita ala-aste vuosina vaan myöhemmin, jolloin pojilla näyttäisi olevan paremmat matemaattiset taidot. Eroa on pyritty selittämään poikien nopeammalla matemaattisella kehityksellä (Aunola & Nurmi 2018, 11). Motivaatiolla ja minäkuvalla on selitetty sukupuolieroja matematiikassa. Useissa kansainvälisissä ja kotimaisissa tutkimuksissa on havaittu, että poikien motivaatio matematiikkaa kohtaan ja heidän käsityksensä itsestä matemaattisten taitojen hallitsijana on tyttöjä positiivisempi (Hill ym. 2016; Metsämuuronen & Nousiainen 2021; Vermeer ym. 2000). Hill ym. (2016) mukaan tytöillä matemaattinen ahdistus on yleisempää kuin pojilla. Oppilaan omalla mielikuvalla omista taidoistaan eli minäpystyvyydellä on vaikutusta motivaatioon. Tähän vaikuttavat tiivistä oppilaan aiemmat kokemukset samankaltaisista tehtävistä ja haasteista (Määttä 2020, 14), joiden pohjalta oppilas muodostaa kuvan kuinka hyvin kyseiseen haasteeseen pystyy vastaamaan.



## 5 MINÄPYSTYVYYS

Minäpystyvyys on laaja ja moniulotteinen ilmiö, jota voidaan tarkastella monesta eri näkökulmasta. Keskeistä minäpystyvyyttä tarkasteltaessa on perehtyä sosiokognitiiviseen teoriaan ja sosiaalisen oppimisen teoriaan (Bandura 1977; Bandura 1997), jotka toimivat pohjana minäpystyvyyden käsitteelle. Minäpystyvyyteen liittyvät yksilön uskomukset (Bandura 1977), joiden perusteella yksilön minäpystyvyys muodostuu ja muovautuu (Bandura 1978; Waddington 2023, 237). Tässä työssä tarkastellaan kahdeksaluokkalaisia nuoria ja heidän matemaattista osaamistansa, joten on perusteltua perehtyä siihen, millä tavoin minäpystyvyys ilmenee koulussa ja matematiikassa.

### 5.1 Sosiokognitiivinen teoria

Albert Banduran sosiaalisen oppimisen teoria (Social learning theory) ilmestyi 1977, sen mukaan oppimisprosessissa tulee voida erottaa neljä osaprosessia. Näitä osaprosesseja ovat tarkkaavaisuus, säilyttäminen, suorittaminen ja motivaatio. Bandura jatkoi teoriansa kehittelyä ja alkoi nimittämään yksilön omaa uskomusta selviytymisestä pystyvyydeksi, jota hän vielä laajensi myöhemmin. Vuonna 1997 ilmestyi teos *Self-efficacy: The Exercise of control*, jossa Bandura esittää teoriansa soveltamista eri elämänosa-alueilla muun muassa koulutuksen ja urheilun saralla. (Ahokas s.a)

Sosiokognitiivinen teoria on ollut eräs merkittävimmistä ihmisen käyttäytymiseen ja siihen vaikuttaviin tekijöihin liittyvistä teorioista (Tsang ym. 2012,1). Minäpystyvyys on keskeinen käsite sosiokognitiivisessa teoriassa (Bandura 1997), joka korostaa käyttäytymis-, henkilö- ja ympäristötekijöiden dynaamista vuorovaikutusta (Nabavi & Bijandi 2012, 14). Vastavuoroisuuden seurauksena tuleva toiminta muuttuu (Pajares 2005, 340). Ihmisen käyttäytymisen ja ympäristön ollessa keskinäisessä vuorovaikutuksessa ihminen on ympäristönsä tuote ja luoja (Van Rooij 2019, 272). Sosiokognitiivisen teorian mukaan merkittävin tekijä, joka vaikuttaa ihmisen toimintaan on minäpystyvyys (Luszczynska ym. 2005).

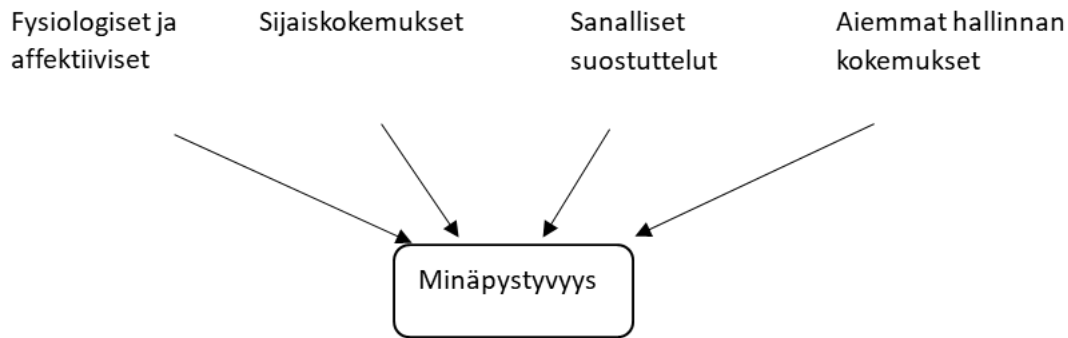
## 5.2 Minäpystyvyyden määritelmä

”Pystyvyyden tunteen puuttuessa ihminen toimii usein tehottomasti, vaikka tietäisikin, mitä pitäisi tehdä”. (Ahokas s.a.) Tätä uskomusta omista kyvyistä ja pystyvyydestä suoriutua tilanteessa voidaan kutsua minäpystyvyydeksi tai pystyvyyssuskomuksiksi (Pajares 2005, 342). Minäpystyvyys (self-efficacy) on Albert Banduran (1977) luoma käsite, jolla tarkoitetaan yksilön käsitystä ja uskoa omaan kyvykkyyteensä suoriutua tietystä toiminnasta haluamallaan tavalla (Bandura 1997). Pohjimmiltaan minäpystyvyys vastaa kysymykseen ”Pystynkö suoriutumaan tästä minulle annetusta tehtävästä tässä kyseisessä tilanteessa, näillä taidoilla sekä näissä olosuhteissa?” Yksilön minäpystyvyys on yhteydessä hänen sisukkuuteensa, yrittämiseen, toiminnassa pysymiseen ja koettelemuksista selviytymisensä kanssa (Bandura 1997, 3).

Henkilön kokiessa, ettei selviydy annetusta tehtävästä, hänen minäpystyvyytensä on heikkoa ja hän ei usein edes yritä suoriutua tehtävästä, vaikka tehtävä itsessään saattaisi olla hänelle helppo. Toisaalta taas, jos henkilön kokemus minäpystyvyydestään on korkealla tasolla, hän haluaa periksiantamattomasti suoriutua tehtävästään, vaikkei hänen taitonsa siihen vielä riittäisikään (Bandura 1997, 37–38). Bandura ym. (1996) mukaan myös nuoren pystyvyyssuskomus omiin opiskelutaitoihinsa sekä oppimiseensa vaikuttaa hänen akateemiseen menestymiseensä tulevaisuudessa (Bandura ym. 1996, 1216–1217).

## 5.3 Minäpystyvyyden lähteet ja ulottuvuudet

Ymmärtääkseen miten yksilön minäpystyvyyteen liittyvät uskomukset syntyvät. Bandura (1977) määritteli neljä minäpystyvyyden lähdeä, joiden perusteella yksilön minäpystyvyys kehittyy (Bandura 1978; Waddington 2023, 237). Kyseiset lähteet ovat: aiemmat hallinnan kokemukset, sijaiskokemukset, sanalliset suostuttelut sekä fysiologiset ja affektiiviset tilat (Pajares 2005,343). Kuva 1. Lähteistä saamansa tiedon perusteella yksilö muodostaa omia pystyvyyssuskomuksiaan (Pajares 2005). Yksilön odotuksiin kyvykkyydestään voi vaikuttaa tilanteen mukaan yksi tai useampi lähde samanaikaisesti (Bandura 1997, 80).



KUVA 1. Minäpystyvyyden lähteet Banduran (1977) teorian pohjalta.

Ensimmäinen lähde sisältää yksilön aiemmat henkilökohtaiset kokemukset. Jatkuvat epäonnistumiset vaikuttavat yksilön pystyvyyden tunteeseen heikentävästi, kun taas onnistumisen kokemukset lisäävät pystyvyyden kokemusta (Bandura 1997, 80). Merkittävintä on kuitenkin se, miten niitä tulkitsee (Liukkonen 2022, 8). Toisessa lähteessä, sijaiskokemuksissa, kokemukset tulevat toisten antamien mallien mukaan esimerkiksi yksilö ajattelee, että muut pystyvät tuohon, miksi minä en pystyisi. Tällöin yksilön usko suoriutua tehtävästä vahvistuu. (Bandura 1997,86–87) Banduran (1997) mukaan kolmas minäpystyvyyden kehittymisen lähde on muiden antama sanallinen palaute. Tehokkaalla positiivisella palautteella yksilöä voidaan saada uskomaan selviytymiseensä lähes mahdottomasta tehtävästä. Negatiivinen palaute yksilön pystyvyydestä voi taas vaikuttaa hyvinkin lannistavasti ja pystyvyyden tunnetta heikentävästi. (Bandura 1997,101) Neljäs minäpystyvyyden lähde on yksilön kokemat fyysiset tunnereaktiot esimerkiksi jännitys tai kiputila, joiden perusteella yksilö saa informatiivista tietoa omasta pystyvyydestään suoriutua tietyistä tehtävistä. Tuntemuksia kutsutaan fysiologisiksi ja affektiivisiksi tiloiksi. (Bandura 1997, 106–108)

Yksilön minäpystyvyyssuskomukset vaihtelevat tasoltaan, yleisyydeltään sekä voimakkuudeltaan. Minäpystyvyyden tasolla viitataan tehtävien vaativuuteen. Yleisyydellä kuvataan sitä miten laaja tai kapea yksilön kokema minäpystyvyys on eli millä toiminta-alueella ihmiset kokevat olevansa pystyviä. Voimakkuudella taas tarkoitetaan sitä, kuinka sinnikkäästi ihminen jatkaa vaikeuksista huolimatta tehtävän parissa. (Liukkonen 2022, 16) Bandura (1977) toteaa että yhdellä alueella toimiva vahva pystyvyyden tunne voi luoda muillekin alueille pystyvyyden tunteen (Oettingen 1995, 149–150), kuitenkin vain silloin kun tehtävissä on samankaltaisia piirteitä (Hendy 2006).

## 5.4 Minäpystyvyys koulussa ja matematiikassa

Aiempien tutkimusten perusteella on tietoa siitä, kuinka pystyvyysuskomukset vaikuttavat aikuisten tai vanhempien oppilaiden toimintaan. On kuitenkin vielä vähän tietoa, siitä miten uskomukset ovat yhteydessä heidän oppimiseensa. (Peura 2021, 6) Myönteiset pystyvyysuskomukset ovat hyvä lähtökohta oppimiselle ja luonnollinen osa nuoren normaalia kehitystä (Korpipää ym. 2021, 6). Nuoren minäpystyvyyden muodostumisessa keskeisiä tekijöitä ovat hänelle tärkeiltä aikuisilta ja vertaisilta saatu palaute ja kannustus (Korpipää 2021, 3). Vuorovaikutuskokemusten lisäksi tunnekokemuksilla, jotka liittyvät oppimistilanteisiin on vaikutusta minäuskomusten muodostumiseen (Korpipää ym. 2021, 3; Peura 2021, 8). Näin ollen voidaan todeta, että huoltajat ja opettajat voivat välittää omia uskomuksiaan nuorelle (Pesu 2017, 12). Minäpystyvyyteen vaikuttavia tekijöitä ja niiden vaikutuksia on esitetty kuvassa 2.



KUVA 2. Oppilaan minäpystyvyyteen vaikuttavat tekijät ja minäpystyvyyden vaikutukset (mukaillen Hujanen 2020).

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (2014) korostetaan oppilaihin itseensä liittyvien myönteisten itseen liittyvien käsitysten tukemista ja sellaisien oppimiseen liittyvien arviointitapojen käyttöä, jotka vahvistavat oppilaan luottamusta omiin mahdollisuuksiinsa. (Peura 2021, 8). Monet nuorten kokemuksista liittyvät koulumaailmaan, sillä koulussa opitaan uusia taitoja, muodostetaan erilaisia vuorovaikutussuhteita, saadaan palautetta omasta toiminnasta sekä koetaan onnistumisen ja epäonnistumisen tunteita (Pesu 2017, 11). Kouluympäristössä minäpystyvyydellä viitataan usein oppilaan uskomuksiin ja omiin kokemuksiin omasta pystyvyydestään suoriutua oppimiseen vaadittavista tehtävistään (Joët ym. 2011, 649). Oppilaan käyttäytymiseen, suoriutumiseen ja valintoihin koulussa liittyy vahvasti oppijaminäkuva (Pesu 2017,11). Minäpystyvyyttä tarkastellessa voidaan pitää hyödyllisenä

tarkastella oppijaminäkäsitystä, jolla tarkoitetaan oppilaan käsityksiä omista, sillä hetkellä olevista kyvyistään eri oppiaineissa (Shavelson ym. 1976) ja taitoalueilla, kuten matematiikassa, lukemisessa tai sosiaalisissa taidoissa (Bong & Skaalvik 2003). Oppilas muodostaa käsityksen omista kyvyistään taitoalueittain siitä sijasta, että hänellä olisi käsityksien kykyjen kokonaisuudesta (Bong & Skaalvik 2003). Pesun (2017, 11) mukaan tämä oppilaalle muodostunut käsitys omista taidoistaan on merkittävä suuntaaja hänen elämässään.

Oppilaan uskomuksiin itsestä ajatellaan syntyvän aiempien kokemusten kautta, joita oppilaalle on syntynyt aiemmista oppimistilanteista ja niistä tehtyjen tulkintojen perusteella (Bandura 1986). Peuran (2021, 9) mukaan myönteiset pystyvyysuskomukset kannustavat oppimaan ja luovat uskoa omaan kykyihin. Aiemmilla onnistumisen kokemuksilla on myös havaittu olevan vahvin yhteys minäpystyvyyteen, riippumatta tehtävästä tai sen laadusta (Paananen 2020, 6). Kun taas oppilaan kokema stressi, voi vaikuttaa negatiivisesti oppilaan uskomuksiin tehokkuudesta (Huang & Mayer 2019). Opintojen edetessä oppilaan minäuskomukset muotoutuvat realistisemmiksi (Peura 2021, 9). Oppilaalle muodostuneet uskomukset tai arviot hänen omista kyvyistään suoriutua tehtävistä (Bandura 1986) vaikuttavat siihen, kuinka oppilas lähestyy vaativia tehtäviä ja kuinka sinnikäs hän on niitä tehdessään (Schunk 1990). Korkean minäpystyvyyden omaava oppilas yrittää todennäköisesti ratkaista haastavia tehtäviä vaikeuksista huolimatta ja uskoo suoriutuvansa niistä, kun taas alhaisen minäpystyvyyden omaavat oppilaat uskovat epäonnistuvansa ja välttelevät tai eivät edes yritä suoriutua näistä tehtävistä (Bandura 1997, 37; Korpipää 2021, 3).

Oppilaan minäuskomukset ohjaavat osaltaan matematiikan taitojen kehitystä ja alkavat muodostua jo varhain (Korpipää 2021, 8). Yhdessä erilaisten taidollisien alkuvalmiuksien kanssa ne vaikuttavat matematiikan oppimiseen (Arens ym. 2016). Eräs keskeinen minäuskomus on akateeminen minäkäsitys itsestä matematiikan oppijana (Shavelson ym. 1976). Uskomukset suuntaavat matematiikan oppimiseen sekä työskentelyyn liittyvää kiinnostusta eli motivaatiota (Korpipää 2021, 8). Oppilaan käsitykset omista matemaattisista taidoista sekä itsestä oppijana ovat sidoksissa oppilaan uskomuksiin (Wigfield & Eccles 2000).

## 6 KESTÄVYYSKUNNON JA MOTORISTEN TAITOJEN YHTEYS MATEMAATTISIIN TAITOIHIN

Oppimiseen liittyviä tekijöitä on monia ja niiden yhteydet liikuntaan eivät ole yksiselitteisiä (Syväoja ym. 2012, 19–20). Osassa tutkimuksista tämä yhteys on tunnistettu (Eveland-Sayer ym. 2009; Haapala ym. 2017; Haapala ym. 2016; Jaakkola ym. 2021) ja osassa yhteyttä ei ole tunnistettu (Haapala ym. 2014; Syväoja ym. 2021). On todennäköistä, että liikunta vaikuttaa monen eri tekijän kautta oppimiseen ja sitä kautta matemaattisiin taitoihin. Näin ollen liikunta ei välttämättä vaikuta suoraan oppimistuloksiin, vaan vaikutus välittyy muiden tekijöiden kautta. (Syväoja ym. 2012, 19–20) Kantomaan ym. (2013) mukaan pelkästään suoran yhteyden tutkiminen liikunnan ja oppimisen välillä ei anna kattavaa kuvaa niin moniulotteisesta ilmiöstä. Liikunnan ja oppimisen välistä yhteyttä tulisikin tarkastella kokonaisvaltaisena, vuorovaikutuksellisenä prosessina, jossa biologiset, psyykkiset, sosiaaliset ja tilannetekijät pohjustavat ja vaikuttavat yhdessä siihen (Kantomaa ym. 2013, 15).

### 6.1 Kestävyyskunnan yhteys matemaattisten taitojen oppimiseen

Kestävyyskunto sekä runsas fyysinen aktiivisuus ovat olleet yhteydessä hyviin kouluarvosanoihin ja standardoituihin oppiainekohtaisiin tuloksiin (esimerkiksi Álvarez-Bueno ym. 2020; Chaddock-Heymann ym. 2015; Haapala 2013; Haapala 2014; Haapala ym. 2017, 6; Haapala 2022; Hillman 2008; Kantomaa ym. 2013, 15) sekä oppimisen kannalta edulliseen aivojen rakenteeseen (Chaddock ym. 2010; Chaddock ym. 2011; Chaddock-Heyman ym. 2015,7; Erickson ym. 2015, 30; Erickson ym. 2019, 5; Ruotsalainen ym. 2019). Kestävyyskunnolla on luultavasti voimakkaampi yhteys kognitiivisiin prosesseihin, joissa vaaditaan nopeaa tietoista prosessointia, tarkkaavaisuuden suuntaamista sekä inhibitiota, mutta ei päättelykykyä (Haapala 2014, 28). Liikunnan vaikutukset kognitiivisen toiminnan eri ulottuvuuksiin selittävät osaltaan liikunnan ja koulumenestyksen yhteyttä (Syväoja ym. 2012, 14).

Kestävyyskunto ja liikunta aikaansaavat kehossa monia terveyden kannalta myönteisiä fysiologisia vaikutuksia esimerkiksi verenkierto ja hengityselimistöissä (Syväoja ym. 2012, 23). Nämä anatomiset ja fysiologiset vaikutukset ulottuvat koko kehon lisäksi aivojen aineenvaihduntaan, rakenteisiin ja toimintaan (Kantomaa ym. 2013, 14; Syväoja ym. 2012,

5,20,29), mitkä saattavat selittää liikunnan ja oppimisen välistä yhteyttä (Syväoja ym. 2012, 20). Erityisesti kestävyyskunnan parantaminen saattaa vaikuttaa oppimisen kannalta myönteisesti aivojen anatomiaan (Chaddock ym. 2010; Chaddock ym. 2011). Haapalan ym. (2023), mukaan juuri Move! - mittauksissa oleva 20 metrin viivajuoksutestin ja koulumenestyksen sekä aivoterveiden indikaattoreiden välillä oli havaittavissa yhtenäisimmät ja selvimmät yhteydet. On kuitenkin huomioitava, että viivajuoksussa saatua tulosta määrittää  $VO_{2max}$ , motivaatio, kehon koostumus ja motoriset taidot (Haapala ym. 2023).

Aerobinen kunto ja fyysinen aktiivisuus liittyvät aivojen terveyteen (Ruotsalainen ym. 2019, 122). Lopes ym. (2013) korostavat aivojen rakastavan liikuntaa. Liikunta aiheuttaa aivoissa useita fysiologisia ja kemiallisia muutoksia, jotka ovat erittäin tärkeitä oppimisprosessin kannalta sekä vaikuttavat siihen positiivisesti (Lopes ym. 2013). Liikunnan vaikutus aivojen rakenteeseen ja toimintaan välittyy motorisiin taitoihin sekä vuorovaikutukseen ja sosiaalisiin taitoihin liittyvien tekijöiden kautta (Kantomaa ym. 2013, 14–15). Kestävyyskunto aiheuttaa sekä pitkä- että lyhytaikaisia muutoksia kognitiivisessa suorituskyvyssä, jotka tapahtuvat oppimisesta ja muistista vastaavilla aivoalueilla (de Bruijn ym. 2019, 201). Myös  $VO_{2peak}$  ja työmuistin välillä on positiivinen yhteys sekä  $VO_{2max}$ :lla on vahva yhteys visuaaliseen oppimiseen. Tästä voidaan olettaa, että kestävyyskunnolla pätevät nämä samat yhteydet (Skog ym. 2020, 6). Oppimisen kannalta edulliset fysiologiset vaikutukset ilmenevät kuitenkin aivoissa (Chaddock ym. 2010; Chaddock ym. 2011; Chaddock-Heyman ym. 2015,7; Erickson ym. 2015, 30; Erickson 2019, 5).

Aiemmalla kestävyyskunnolla ja suorituskyvyllä voi olla vaikutuksia kognitiiviseen suorituskykyyn. Ishiharan (2021, 267) mukaan kognitiivista testiä edeltävä fyysinen suorituskyky vaikutti akuutin harjoituksen tuottamiin vasteisiin kognitiivisessa suorituskyvyssä. Tämä tukee Haapalan (2022) havaintoa siitä, että liikunnan tuomat hyödyt ovat suurimpia juuri vähän liikkuvilla. Myös testaustapa voi vaikuttaa yhteyden havaitsemiseen, sillä kestävyyskunnan yhteys kognitioon on löydetty vain, kun mittaamisessa on käytetty juoksumattotestiä tai juosten tehtyjä kenttätestejä (Haapala 2014, 27). Haapalan (2014) mukaan polkupyöräergometri testillä mitattu kestävyyskunto ei ollut yhteydessä kognitioon tai oppimistuloksiin. Polkupyöräergometrillä tehdyssä testissä motoriset taidot tai lihavuus eivät vaikuta merkittävästi suoritukseen toisinkuin juosten tehtävässä testissä (Haapala 2014; Valjus 2015, 5), mikä osaltaan kyseenalaistaa pelkän kestävyyskunnan vaikutuksen oppimiseen.

## 6.2 Motoristen taitojen yhteydet matemaattisten taitojen oppimiseen

Motorisilla taidoilla on eri tutkimuksissa havaittu olevan positiivisia vaikutuksia oppimiseen, mutta yksiselitteistä yhteyttä oppimisen ja motoristen taitojen välillä ei vielä ole saatu selville (Cameron ym. 2016). Tutkimusten perusteella motoriset ja tiedolliset taidot mahdollisesti kehittyvät rinnakkain. Motoristen ja tiedollisten taitojen ohjauksesta vastaavat samat keskushermoston järjestelmät sekä aivoalueet, kuten pikkuaivot ja etuotsalohko. (Davis ym. 2011) Monipuolinen liikunta kehittää aivoja kokonaisuudessaan edistämällä motoristen taitojen oppimista ja neuromotorista kehitystä (Stodden ym. 2008).

Motoristen taitojen yhteyksiä koulumenestykseen on tutkittu selvästi vähemmän kuin esimerkiksi fyysisen kunnan yhteyksiä (Syväoja ym. 2019). Aiempien tutkimustulosten perusteella on kuitenkin arvioitu, että motoriset perustaidoilla olisi vahvempi yhteys oppilaan koulumenestykseen kuin fyysisellä kunnolla (Haapala ym. 2014; Jaakkola ym. 2015; Syväoja ym. 2019). Jaakkolan ym. (2015) mukaan olisi tärkeää, että yläasteen liikuntatunneilla kiinnitettäisiin huomiota motoristen taitojen harjoitteluun, jotta nuorten motorisia taitotasoja saataisiin ylläpidettyä. Voos ym. (2015) mukaan, akateemisesti korkeammin koulutetuilla ihmisillä motoriset taidot ovat keskimäärin paremmalla tasolla kuin heikommin koulutetuilla.

Motoristen taitojen ja matemaattisten taitojen positiivinen yhteys on ilmennyt useammissa tutkimuksissa. Ericssonin (2008) mukaan hyvät motoriset taidot ovat yhteydessä parempaan keskittymiskykyyn. Myös kyseisessä tutkimuksessa oppilaat, joille lisättiin koulussa motorista ja fyysistä harjoittelua, saivat aikaan parempia matemaattisia tuloksia. Jaakkolan ym. (2015) tutkimuksessa havaittiin, että lapsen motorista taitoa osittain mittaava 5-loikka testi korreloi vahvasti matematiikan kouluarvosanan kanssa. Haapala ym. (2014) mukaan heikommat motoriset perustaidot olivat yhteydessä alhaisempaan matematiikan laskutaitoon. Mäntylä ym. (2022) tutkimus osoitti, että sitä paremmat olivat oppilaan matemaattiset taidot, mitä paremmat olivat hänen motoriset perustaitonsa. Elofsson ym. (2018) tutkimuksessa tarkasteltiin motorisia taitojen yksittäisiä osa-alueita ja huomattiin, että ennen kaikkea liikkumis- ja välineenkäsittelytaitojen yhteys oli positiivisinta matemaattisiin taitoihin. Tämän tutkimuksen mukaan nuorten matemaattisten oppimistulosten vaihtelusta motoriset perustaidot ilmensivät,



jopa 16 prosenttia (Elofsson ym. 2018). Useat tutkimukset ovat osoittaneet, että hyvät motoriset perustaidot voivat siis tukea matemaattisen osaamisen kehitystä ja näyttäisi olevan myös merkityksellisiä lasten matemaattisille taidoille.

### **6.3 Liikunnan psykososiaaliset yhteydet matemaattisten taitojen oppimiseen**

Oppimisen ja liikunnan välistä yhteyttä voivat selittää muut välittävät tekijät, jotka eivät vaikuta oppimistuloksiin suoraan. Tällöin kyseessä ovat psykososiaaliset tekijät, kuten oppilaan minäkäsitys tai sosioekonominen asema (Syväoja ym. 2012, 9, 18). Tyypillisesti liikunta aiheuttaa ihmisissä positiivisia tuntemuksia sekä lisää virikkeiden ja sosiaalisten suhteiden määrää. Nämä kaikki edistävät tai ainakin suojelevat yksinään aerobisen kunnan kehittymisen ohella kognitiivisia kykyjä (Nokia ym. 2017, 15). Lisäksi liikunnan myönteisistä vaikutuksista oma merkityksensä on vuorovaikutuksella, itsetunnolla ja kouluviihtyvyydellä. Nämä saattavat selittää osaltaan liikunnallisesti aktiivisten lasten hyviä oppimistuloksia. (Syväoja ym. 2012, 5)

Yksi keskeinen liikunnan ja oppimisen välistä vuorovaikutusta selittävä tekijä on sosiaalinen vuorovaikutus, jonka kautta liikunnan hyödyt siirtyvät oppimiseen (Syväoja ym. 2012, 21). Aiemmin oppimista käsittelevässä luvussa todettiin, että oppimisessa keskeistä on vuorovaikutus. Vuorovaikutukseen perustuvan oppimisen keskeisiä mekanismeja ovatkin kyky yhteisölliseen työskentelyyn, vastuunottamiseen, aloitteellisuuteen ja itsearviointiin (Scardamalia & Bereiter 2003) sekä oman itseohjautuvuuden kehittäminen ja erilaisten ihmisten kohtaaminen (Kantomaa 2013, 14; Syväoja ym. 2012, 5). Liikunnan harrastaminen tarjoaa mahdollisuuksia sosiaaliseen vuorovaikutukseen, mikä osaltaan selittää tätä yhteyttä (Syväoja ym. 2012 21).

Lapsilla ja nuorilla, joiden sosioekonominen asema on korkeampi, voi olla paremmat mahdollisuudet osallistua organisoituun liikuntaan (Jaakkola ym. 2021, 5; Kantomaa ym. 2013, 13), mikä taas vaikuttaa osaltaan sosiaalisen vuorovaikutuksen mahdollisuuksiin. Jaakkolan ym. (2021, 5) mukaan lasten ja nuorten sosioekonominen asemalla voi olla vaikutusta liikuntataitojen ja matemaattisten perustaitojen oppimisen väliseen yhteyteen. Sosioekonominen asema vaikuttaa terveystottumuksiin (Ikävalko ym. 2018, 1), jotka vaikuttavat lasten koulumenestykseen (Syväoja ym. 2012, 22). Vanhempien ja heidän lasten

terveyskäyttäytyminen korreloi vahvasti lasten psykologisen hyvinvoinnin kanssa (Ikävalko ym. 2018, 7–8).

Ikävalkon ym. (2018) tutkimuksessa heikomman psykologisen hyvinvoinnin omaavilla tytöillä oli matalampi kestävyyskunto kuin normaalin psykologisen hyvinvoinnin omaavilla tytöillä. Tutkimuksissa on tarkasteltu liikunnan vaikutusta lasten psyykkiseen terveyteen, esimerkiksi ahdistuneisuuteen, masennukseen, itsetuntoon ja minäkäsitykseen. Liikunnan on todettu tukevan minäkäsitystä ja itsetuntoa lapsilla (Syväoja ym. 2012, 5,9) sekä lievittävän ahdistuneisuuden ja masennuksen oireita (Strong ym. 2005). Liikunta parantaa tunnetusti mielialaa, mutta vaikutusmekanismia ei kuitenkaan tunneta vielä kovin hyvin (Nokia ym. 2017, 15).

Liikunta vaikuttaa luokkahuonekäyttäytymiseen positiivisesti auttamalla lapsia suuntaamaan huomionsa akateemisiin tehtäviin (Quka & Selenica 2022, 6) ja tarjoamalla mahdollisuuden käsitellä tunteita (Kantomaa ym. 2013, 14; Syväoja ym. 2012, 22). Liikunta aiheuttaa aivoissa muutoksia, jotka kehittävät positiivisia selviytymismenetelmiä, ja edistävät myönteisesti oppimiseen liittyvien tunteiden syntymistä (Syväoja ym. 2012, 22). Nämä tunteet ovat keskeisessä roolissa koulussa viihtymisessä, mikä näkyy poissaoloissa. Hyväkuntoisilla oppilailla on vähemmän poissaoloja verrattuna huonokuntoisempiin (Syväoja ym. 2012, 5). Lihavuus voi siis selittää omalta osaltaan liikunnan ja oppimisen välistä yhteyttä (Syväoja ym. 2012, 22). Se on yhdistettävissä huonompaan koulumenestykseen ja voi aiheuttaa myös kiusaamista koulussa (Datar ym. 2012). Tämä on huolestuttavaa, sillä lasten ja nuorten lihavuus on yleistynyt kehittyneissä maissa (Datar ym. 2012; Hillman ym. 2008, 58), kun samaan aikaan lasten ja nuorten kestävyyskunto on vastaavasti heikentynyt (Huhtiniemi 2021, 14).

## 7 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Kestävyyskunnan yhteyksiä lasten ja nuorten oppimiseen ja kognitioon on tutkittu aiemmin, mutta saadut tulokset ovat olleet ristiriitaisia. Tutkimuksissa kestävyyskuntoa on mitattu eri menetelmin, mikä selittää osaltaan saatujen tuloksien eroavaisuutta. Juoksutesteillä mitattaessa (esimerkiksi 20 metrin juoksutesti), on havaittu suora yhteys kestävyyskunnan ja oppimistuloksien välillä. Kun taas polkupyöräergometrilla mitatun kestävyyskunnan ja oppimistulosten välillä vastaavaa yhteyttä ei ole voitu osoittaa. (Haapala 2014) Mitattaessa kestävyyskuntoa juoksutestein on ongelmallista, että pelkästään hengitys- ja verenkiertoelimistön kapasiteetti ei vaikuta testin tulokseen. Esimerkiksi juokсутekniikka, motoriset taidot ja kehonkoostumus vaikuttavat tuloksiin (Haapala 2014; Valjus 2015, 5). Näiden tekijöiden vaikutus polkupyöräergometrilla suoritettussa kestävyyskunnan testissä on vähäisempi.

Tutkittaessa kestävyyskunnan yhteyksiä nuorten oppimistuloksiin ja kognitioon tulee huomioida muut nuorten kestävyyskuntoon vaikuttavat tekijät, kuten fyysinen aktiivisuus ja geneettiset sekä psykososiaaliset tekijät. Psykososiaalisten tekijöiden vaikutusta kestävyyskunnan ja oppimisen väliseen yhteyteen nuorilla on tutkittu vähän. Niitä on kuitenkin tarkasteltu erikseen ja on havaittu, että psykososiaaliset tekijät ovat yhteydessä oppimiseen (Syväoja 2012, 9, 18) sekä fyysiseen aktiivisuuteen (Rajala 2010, 9, 10; Syväoja ym. 2012, 5).

Hyvät motoriset taidot ovat yhteydessä nuorten suurempaan liikunta-aktiivisuuteen (Ruotsalainen ym. 2019, 123; Stodden ym. 2008, 290), mikä on yhdistettävissä parempaan fyysiseen kuntoon sekä osaltaan myös parempaan kestävyyskuntoon (Nokia ym. 2017, 15). Kestävyyskunto on liitettävissä suurempaan fyysisen aktiivisuuden määrään (Jaakkola ym. 2022), jotka yhdessä ennustavat parempia motorisia sekä motorisia perustaitoja (Ruotsalainen ym. 2019, 123). Motoristen taitojen yhteyttä oppimiseen on tutkittu vähemmän kuin kestävyyskunnan yhteyksiä. Saadut tulokset viittaisivat siihen että liikkumis- ja välineenkäsittelytaidot ja hienomotoriset taidot olisivat yhteydessä lasten matemaattiseen osaamiseen. Välineenkäsittelytaidot ja hienomotoriset taidot olisivat yhteydessä toiminnanohjaukseen (Valjus 2015, 37), joka on merkittävä oppimisen kannalta (Närhi & Korhonen 2006, 261).

Edellä mainittujen seikkojen pohjalta on syytä olettaa, että yhteydet kestävyyskunnan ja nuorten matemaattisen osaamisen välillä voivat selittyä hengitys -ja verenkiertoelimistön kapasiteetin lisäksi myös muilla tekijöillä kuten esimerkiksi motorisilla taidoilla tai minäpystyvyydellä. Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää 8- luokkalaisten oppilaiden kestävyyskunnan ja motoristen taitojen yhteyttä heidän matemaattisen osaamisensa kanssa. Tutkimuksessa huomioitiin lisäksi myös nuoren sukupuoli ja minäpystyvyys, koska ne voivat toimia sekoittavina tekijöinä tutkittavien ilmiöiden välisissä yhteyksissä. Tutkimuksen tarkoituksena on saada lisää tutkimustietoa siitä, mitä yhteyksiä 8- luokkalaisten nuoren kestävyyskunnolla sekä motorisilla taidoilla on hänen matemaattisen osaamisensa kanssa.

Tutkimuskysymykset muodostuivat seuraaviksi:

- 1) Onko oppilaan kestävyyskunnolla, motorisilla taidoilla ja minäpystyvyydellä yhteyttä hänen matemaattisen osaamisensa kanssa?
- 2) Toimiiko sukupuoli selittävänä tekijänä kestävyyskunnan, motoristen taitojen ja minäpystyvyyden yhteyksien välillä matemaattiseen osaamiseen kanssa?

Liikunnan yhteyksiä oppimiseen ja koulumenestykseen on tutkittu aiemmin. Samoin kuin kestävyyskunnan ja motoristen taitojen yhteyttä matemaattiseen osaamiseen. Aihetta on kuitenkin tutkittu aiemmin nuoremmilla oppilailla. Aikaisempien aihetta käsittelevien tutkimusten perusteella oletamme, että kestävyyskunnan, motoristen taitojen ja matemaattisen osaamisen välillä on positiivinen yhteys. Taustatietoihin liittyen oletamme, että sukupuolten välillä ei löydy merkitsevää tilastollista yhteyttä. On kuitenkin oletettavaa, että pojilla yhteys olisi vahvempi.

## 8 TUTKIMUSMENETELMÄT

### 8.1 Kohderyhmä ja aineiston keruu

Tutkimuksemme kohderyhmänä olivat perusopetuksen kahdeksaluokkalaiset oppilaat, jotka ovat lähtökohtaisesti aloittaneet perusopetuksessa vuonna 2016. Tutkimukseen osallistuvat olivat tutkimuksen toteutuksen aikana kahdeksannella luokalla, joten joukossa saattoi myös olla peruskoulunsa aiemmin tai myöhemmin aloittaneita. Tutkimuksen matemaattisen taidon testiin vastasi 46 oppilasta, joista kolmelta puuttui syksyllä tehdyn Move! fyysisen toimintakyvyn mittauksen tuloksia, jolloin otos tippui joissain tarkasteluissa 43 oppilaaseen. Tutkimusjoukosta tyttöjä oli 23 ja poikia 23. Tarkkaa tietoa oppilaiden perusopetuksen aloitusvuodesta, iästä tai paikkakunnasta emme keränneet sillä se ei ole tarkastelun kohteena tutkimuksessamme.

Tutkimusaineiston keräys toteutettiin alkuvuodesta 2024 olemalla yhteydessä kolmeen kouluun, joista jokainen lähti tutkimukseen mukaan. Kaksi kouluista oli Jyväskylästä ja yksi Kuopiosta. Kouluista oli mukana 2–3 kahdeksaluokkaa, jotka valikoituivat aikataulujen ja ryhmäkokojen perusteella mukaan. Kouluilta selvitettiin myös ennen matemaattisen taidon testiä (KTLT) ja minäpystyvyydestin toteutusta onko heillä tallessa oppilaiden syksyn 2023 Move! -mittausten tulokset.

Lähtökohtaisesti kahdeksaluokkalaiset ovat alle 15-vuotiaita, jolloin kävimme kertomassa heille tutkimuksesta ja jakamassa tiedotteet tutkimuksesta, jossa mukana oli huoltajilla käytettävä lupalappu. Jaoimme tutkimuslupalapun noin 160 oppilaalle. Oppilailla oli noin kaksi viikkoa aikaa palauttaa tutkimuslupalappu koululle. Tutkimuslupalappuja palautui huoltajien suostumuksella 47 määrää, joista yksi oppilas ei itse halunnut osallistua tutkimukseen. Tutkittaville tutkimukseen osallistuminen oli täysin vapaaehtoista, se ei vaikuttanut nuorten koulunkäyntiin, eikä siitä saanut korvausta.

Nämä oppilaat osallistuivat matematiikan oppitunnilla pidettyyn KTLT testiin ja minäpystyvyysskyselyyn, jotka kävimme pitämässä paikan päällä kouluissa. Oppilaiden Move! -mittausten tulokset kysyimme liikunnanopettajilta. Tutkimukseen osallistui lopulta 46 oppilasta, joten vastausmäärä jäi tavoitteestamme.

## 8.2 Mittaukset

Tutkittavat suorittivat tutkimukseen kuuluvat mittaukset koulupäivän aikana tutkijoiden tai liikunnanopettajan johdolla. Suoritettavia mittauksia oli kolme: Move! - fyysisen toimintakyvyn mittaukset, KTLT-testi ja minäpystyvyysskysely, jossa kartoitettiin samalla tarvittavia taustatietoja.

Move! - mittaukset oppilaat suorittivat valtakunnallisen ohjeistuksen mukaisesti syksyllä oman liikunnanopettajansa johdolla. Matemaattista osaamista mittaavan KTLT-testin ja minäpystyvyysskyselyn oppilaat suorittivat luokahuoneessa ryhmätteinä tutkijoiden johdolla, siten että KTLT- testi suoritettiin ensin ja sen jälkeen minäpystyvyysskysely.

### 8.2.1 Move! -mittaukset

Move! on valtakunnallinen fyysisen toimintakyvyn mittaus- ja palautejärjestelmä, jonka keskeisenä tarkoituksena on kannustaa oppilaita omatoimiseen fyysisestä toimintakyvystä huolehtimiseen. Mittaukset toteutetaan osana koulun liikuntakasvatusta kaikille 5. ja 8. vuosiluokan oppilaille elo- syyskuun aikana. (Opetushallitus 2021, 4) Opettajalle on tarjolla opetushallituksen sivuilla Move! käsikirja (Opetushallitus 2021), jossa on ohjeita mittausten toteuttamiseen ja suorittamiseen. Mittaukset on suunniteltu siten että ne on mahdollista toteuttamaan kouluista löytyvällä välineistöllä. Mittauksiin kuuluu kokonaisuudessaan kuusi osiota: 20 metrin viivajuoksu, vauhditon 5-loikka, heitto-kiinniottoyhdistelmä, ylävartalon kohotus, punnerrus ja liikkuvuus. Tässä työssä tarkastelimme motorisia perustaitoja ja kestävyyskuntoa kuvaavia mittauksia, joita olivat 20 metrin viivajuoksu, vauhditon 5-loikka ja heitto- kiinniottoyhdistelmä. (Opetushallitus 2021, 9)

*20 metrin viivajuoksu.* 20 metrin viivajuoksun tarkoituksena on mitata oppilaan kestävyyttä ja liikkumistaitoja (Opetushallitus 2021, 10). Sen avulla pystytään arvioimaan epäsuorasti oppilaan  $VO_{2max}$ : a. Mittauksessa mitataan ylitettyjen viivojen lukumäärää ja aikaa, jonka oppilas pystyy pysymään nauhalta toistetun kiihtyvän tahdin mukana. Mittaus voidaan suorittaa liikuntasalissa tai urheilukentällä. Mittaus etenee seuraavasti: Oppilaat juoksevat tilaan kokoon nähden sopivan kokoisissa ryhmissä. Alussa oppilaat ovat ryhmittyneet lähtöviivan taakse, josta he lähtevät tekemään suoritustaan kuultuaan nauhalta tulevan

äänimerkin. Kuultuaan äänimerkin he juoksevat toiselle puolella niin että molemmat jalat ylittävät päätyviivan. Seuraavasta äänimerkistä he juoksevat vastakkaiselle puolelle ja tätä jatketaan aina oppilaan uupumukseen asti tai kunnes opettaja pyytää lopettamaan. Oppilaan tulee ehtiä viivan yli ennen äänimerkkiä, jos hän myöhästyy kaksi kertaa peräkkäin, mittaus päättyy hänen osaltaan. Tulos on ylitettyjen viivojen lukumäärä pois lukien lähtö. (Opetushallitus 2021, 10)

*Vauhditon 5-loikka.* Vauhditon 5- loikka mittaa oppilaan alaraajojen voimaa, nopeutta tasapainoa ja liikkumistaitoja. Mittaus suoritetaan liukumattomalla voimistelumatolla avojoaloin tai liikuntasalin lattialla urheilujalkineilla. Ennen mittausta oppilas saa kokeilla suoritusta. Mittauksen eteneminen: Oppilas asettuu merkityn lähtöviivan taakse jalat vierekkäin hartioiden leveydellä. Suorituksessa tehdään ensimmäinen ponnistus tasajalkaa ja sen jälkeen neljä vuoroloikkaa jatkuvana suorituksena ponnistaen vuorotellen kummallakin jalalla. Viidennen ponnistuksen jälkeen tehdään alastulo tasajalkaa. Oppilas saa käyttää vapaasti tehostamaan ponnistuksia. Tulos on lähtöpisteen ja lähimpänä sitä olevan alastulopaikan välimatka. (Opetushallitus 2021, 12)

*Heitto- kiinniottoyhdistelmä.* Heitto- kiinniottoyhdistelmä mittaa oppilaan välineenkäsittelytaitoja, havaintomotorisia taitoja ja yläraajojen voimaa. Osiossa tennispallo heitetään yhdellä kädellä 20 kertaa merkittyyn alueeseen, määrättyä etäisyydeltä, ja otetaan tennispallo kiinni yhden lattiapompun jälkeen. Tasaiseen seinään merkitty heittoalue on 1,5 m x 1,5 m, jonka alareuna on 90 cm korkeudella lattiasta. 8- luokkalaisilla heittoetäisyydet olivat tytöillä 8 metriä ja pojilla 10 metriä. Heittoviiva merkitään lattiaan. Mittauksen eteneminen: oppilas asettuu määrättylle etäisyydelle heittoviivalle tennispallo kädessään. Onnistuneessa suorituksessa oppilas heittää yläkautta palloa viivan takaa seinään merkittyyn alueeseen ja ottaa pallon yhden lattiapompun jälkeen kiinni. Palloa vastaan saa liikkua. Oppilas heittää 20 kertaa omassa tahdissaan ja tulos on onnistuneiden kokonaissuoritusten lukumäärä. (Opetushallitus 2021, 14)

## **8.2.2 KTLT-testi**

Oppilaiden matemaattisen osaamisen mittarina käytimme KTLT-laskutaidon testiä (Räsänen & Leino 2005). Testi on standardoitu matematiikan taitoja mittaava testi 13–16-vuotiaille ja sitä

käytettiin nuorten matematiikan taitojen mittarina. Testistä on neljä eri rinnakkaisversiota, joista tässä tutkielmassa on käytetty versiota A. KTLT on normitettu tasotesti, joka mittaa oppilaan peruslaskutaidon hallintaa ja soveltamisen taitoja luokka-asteilla 7–9. Testillä voidaan arvioida myös peruskoulun jälkeen nuorten aikuisten laskutaitoa. (Räsänen & Leino 2005)

Testi sisältää 40 erilaista matemaattista tehtävää, jotka edellyttävät peruskoulussa opetetun matematiikan sisältöjen hallintaa painottuen peruslaskutaitojen soveltamisessa ja kokonaisluvulla suoritettavissa laskuissa. Tehtävät pitivät sisällään peruslaskuja, yhtälötehtäviä, sanallisia tehtäviä, geometrisia tehtäviä ja mittaamiseen liittyviä tehtäviä. Oppilaan tuli suorittaa tehtävät itsenäisesti ja ohjeistuksineen KTLT on mitoitettu kestämään yhden oppitunnin (45 minuuttia), jolloin testin tehollinen kesto on 40 minuuttia (Räsänen & Leino 2005). Testin suorittamiseen on tarkat ohjeet, jotka sisältävät tiedot välineistä, ajasta, toteutuksesta, tutkittaville annettavista instruktioista ja tehtävien tarkastamisesta sekä pisteyttämisestä. Jokaisesta oikein tehdystä tehtävästä saa yhden pisteen. Testin sisäisen luotettavuuden on normatiivisella datalla (N=1,157) osoitettu olevan 0.88. (Räsänen & Leino 2005)

### **8.2.3 Minäpystyvyyksikysely**

Nuorten minäpystyvyyttä selvitimme minäpystyvyyksikyselyllä. Kyseinen minäpystyvyyksikyselyversio on alun alkaen Albert Banduran (2006) yli 12-vuotiaille tarkoitettu minäpystyvyyksikysely, joka on muokattu sekä suomennettu TATU-tutkimushanketta varten (Hakkarainen ym. 2017–2019). Lomakkeella pyydettiin vastaajia arvioimaan omaa kyvykkyyttään suoriutua kyseisestä asiasta 0–100 asteikolla. Asteikolla nolla tarkoittaa oppilaan kokevan, että hän “ei kykene suoriutumaan ollenkaan” kyseisestä asiasta. 50 tarkoittaa, että oppilas “kykenee suoriutumaan kohtalaisesti” ja 100, että oppilas arvioi “kykenevänsä suoriutumaan erittäin todennäköisesti” kyseisestä asiasta (Bandura 2006, 320–330).

Tutkimustamme varten muokkasimme minäpystyvyyksikyselyä niin, että yhdeksästä isommasta minäpystyvyyksikysely aihealueesta karsimme pois viisi teemaa, joidenka sisältämät kysymykset eivät liittyneet tutkimuksemme aiheeseen. Tämä tarkoitti sitä, että kaiken kaikkiaan 56 minäpystyvyyksikysymystä sisältänyt versio supistui tutkimuksessamme 20 kysymykseen (liite



1). Minäpystyvyysskyselymme sisälsi lopulta neljä aihealuetta, joita olivat minäpystyvyys akateemisessa suoriutumisessa, minäpystyvyys oppimisen itsesäätelyssä, minäpystyvyys vapaa-ajalla sekä minäpystyvyys toisten odotusten kohtaamisessa.

### 8.3 Tutkimusaineiston analysointimenetelmät

Metodologisilta lähtökohdiltaan tämä tutkimus on määrällinen eli kvantitatiivinen tutkimus, jossa keskeisiä asioita ovat aiemmat teoriat ja johtopäätökset sekä käsitteiden määrittely (Hirsijärvi ym. 2009). Kvantitatiivisessa tutkimuksessa tutkimuskohdetta kuvataan ja tulkitaan tilastojen ja numeroiden avulla, jolloin se sisältää paljon erilaisia tilastollisia analyysimenetelmiä. Määrällisessä tutkimuksessa ollaan kiinnostuneita useimmiten vertailusta, luokitteluista, syy-seuraussuhteista ja ilmiön selittämisestä numeeristen tuloksiin perustuen. (Jyväskylän yliopisto 2015)

Tutkimustulosten analysoinnissa käytimme kvantitatiivisia analysointimenetelmiä. Tilastollisen analysoinnin suoritimme IBM SPSS Statistic version 28.01.1-ohjelmalla neljässä eri vaiheessa. Ensiksi tarkastelimme otannan jakautumista selitettävien muuttujien (kestävyyskunto, motoriset taidot ja minäpystyvyys) ja selitettävän muuttujan (matemaattinen osaaminen) kohdalla. Jaoin tarkastelua varten minäpystyvyyden neljään eri osa-alueeseen (matemaattinen minäpystyvyys, itsesäätely, minäpystyvyys vapaa-ajalla ja kokemus odotusten täyttämisestä) sekä päädyimme tarkastelemaan myös motoristen taitojen testejä (heitto-kiinniotto yhdistelmä ja 5-loikka) erillisinä selittävinä tekijöinä. Minäpystyvyydestä muodostimme osa-alueittain summamuuttujat ja KTLT-testistä summamuuttujan, joka kertoi saadun kokonaispistemäärän. Sukupuolierojen merkitsevyyttä matemaattisessa osaamisessa, kestävyyskunnossa, motorisissa taidoissa ja minäpystyvyyden eri osa-alueissa tarkasteltiin t-testillä.

Seuraavana analysoimme motoristen taitojen ja minäpystyvyyden osioiden, matemaattisen osaamisen sekä kestävyyskunnan välisiä yhteyksiä Pearsonin korrelaatioanalyysillä. Korrelaatiokertoimista Pearsonin korrelaatioanalyysi on eniten käytetty tarkasteltaessa vähintään välimatka-asteikollisten muuttujien lineaarista yhteyttä (Holopainen & Pulkkinen 2004, 198–199). Lineaarinen yhteys tarkoittaa, että toisen muuttujan kasvaessa toinen muuttuja joko pienenee tai kasvaa. Korrelaatio ilmaisee muuttujien välisen tilastollisen riippuvuuden

kuvaamalla muuttujien välisiä muutoksia kulmakertoimen tapaan. Lineaarinen yhteys voi olla nouseva tai laskeva, ja sen arvot voivat vaihdella välillä -1 ja 1. Arvon ollessa nolla, muuttujien välillä ei vallitse lineaarista riippuvuutta. Mikäli muuttujien välinen arvo on positiivinen, arvoilla on samansuuntainen yhteys ja vastaavasti negatiivisella arvolla yhteys on käänteinen. (Tietoarkisto, 2022a) Tilastollisen riippuvuuden voimakkuutta arvioidaan yleensä seuraavasti: <0,40 heikko korrelaatio, 0,40–0,60 kohtalainen korrelaatio 0,60–0,80 korkea korrelaatio ja 0,80–1,00 erittäin korkea korrelaatio (Palomäki & Heikinaro-Johansson 2011, 95). Tutkittaessa ihmisiä korrelaatiot jäävät usein pieniksi, vaikka ne olisivatkin merkityksellisiä. (Valli 2015) Myös otoskoko vaikuttaa korrelaatioiden merkitsevyyteen, pienellä otoskoolla korrelaatiot eivät saavuta tilastollista merkitsevyyttä kovin helposti (Palomäki & Heikinaro- Johansson 2011, 95).

Tilastollisten riippuvuuksien havaitsemisen jälkeen tarkastelimme minäpystyvyyden ja motoristen taitojen osa-alueiden sekä kestävyyskunnan selitysasteita matemaattiseen osaamiseen, mitkä eivät käyneet ilmi korrelaatioista. Tähän tarkasteluun käytimme lineaarista regressiomallia. Regressioanalyysi pyrkii mallintamaan todellista ilmiötä (Metsämuuronen 2005, 677). Tavoitteena on kuvailla mahdollisesti ilmenevää yhteyttä muuttujien kesken (Holopainen & Pulkkinen 2004, 218). Metsämuuronen (2005, 677) mukaan lineaarinen regressiomalli sopii ilmiön kannalta olennaisten muuttujien etsimiseen sekä teorian kannalta tärkeiden muuttujien vaikutusten tarkasteluun. Mallin avulla pyrimme havainnollistamaan selittävien muuttujien yhteyttä selitettävän muuttujan muutokseen (Holopainen & Pulkkinen 2004, 223). Regressiomallin avulla saimme selvitettyä, kuinka monta prosenttia luotu malli selitti havaittua selitettävän muuttujan vaihtelua (Metsämuuronen 2005, 686).

Lisäksi tarkastelimme minäpystyvyyttä moderaattorina matemaattisen osaamisen ja kestävyyskunnan sekä motoristen taitojen välillä. Tähän tarkasteluun pääsimme myös lineaarisen regressiomallin avulla, johon muodostimme uuden interaktiomuuttujan minäpystyvyys kerrottuna liikunnalla. Aluksi teimme minäpystyvyyden neljästä eri osa-alueesta summamuuttujan samoin kuin motorisista taidoista ja kestävyyskunnosta. Standardoimme kaikki jatkuvat muuttujamme. Standardointi tehdään tulosten tulkinnan helpottamiseksi ja interaktiotermin muodostamista varten. Standardoinnissa jokaisen havainnon kohdalla muuttujan arvosta vähennetään kyseisen muuttujan keskiarvo. Tämän jälkeen saatu erotus jaetaan muuttujan keskiarvolla, jolloin muuttujan keskiarvoksi saadaan

nolla ja keskihajonnaksi 1. (Tietoarkisto 2022b) Tämän jälkeen muodostimme interaktiotermin ja suoritimme regressioanalyysin standardoiduilla muuttujilla ja interaktiotermeillä.

#### **8.4 Tutkimuksen luotettavuus ja eettiset kysymykset**

Metsämuurosen (2005, 42) mukaan tutkimuksen luotettavuus on suoraan verrannollinen mittarin luotettavuuteen. Tutkimuksen luotettavuutta voidaan arvioida erilaisin mittaus- ja tutkimustavoin. Realibeliuus (reabiliteetti) ja validius (validiteetti) ovat käsitteitä, jotka liittyvät tutkimuksen luotettavuuden arviointiin (Hirsijärvi ym. 2009, 231–232). Tarkastelemme näitä tarkemmin alaluvuissa 8.4.1 ja 8.4.2.

Tutkimusta tulee tarkastella eettisestä näkökulmasta, ja se on välttämätöntä hyvän sekä kestäväen tutkimuksen teon kannalta. Tarkastelua tulee suorittaa koko tutkimusprosessin ajan (Hirsijärvi ym. 2009, 23). Suomessa tutkimuksen tekemistä kaikilla tieteenaloilla ohjaavat yleiset eettiset periaatteet (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2019, 7), ja tutkimuksen teossa noudatetaan hyvää tieteellistä käytäntöä, jolloin tutkimus on eettisesti hyvä (Hirsijärvi ym. 2009, 23). Tutkimuksen tulee kunnioittaa 1. tutkittavien henkilöiden itsemääräämisoikeutta ja ihmisarvoa perustuslain (1999/731, 6–23§) mukaisesti, 2. aineellista ja aineetonta kulttuuriperintöä sekä luonnon monimuotoisuutta perustuslain mukaisesti ja 3. tutkimus tulee toteuttaa siten, ettei siitä aiheudu merkittäviä riskejä, vahinkoja tai haittoja tutkittaville, yhteisöille tai muille tutkimuksen kohteille. Suomessa kaikessa tieteellisessä tutkimuksessa tulee noudattaa tutkimuseettisen neuvottelukunnan laatimia ohjeita hyvästä tieteellisestä käytännöstä. Lainsäädännön kanssa yhdessä kyseiset periaatteet ohjaavat ihmiseen kohdistuvaa tutkimusta. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2019, 7) Nämä mainitut eettiset periaatteet ohjasivat myös meidän tutkimustamme koko tutkimusprosessin ajan.

##### **8.4.1 Realibiliateetti**

Realibiliateetilla tarkoitetaan tutkimuksessa mittaustulosten toistettavuutta, pysyvyyttä sekä uskottavuutta. Eli tutkimuksen tulosten tulisi olla mahdollisimman toistettavissa, mikäli koasetelma tehtäisiin eri tutkijoiden toimesta uudelleen (Heikkilä 2014, 28). Tutkimuksen

reliabiliteettia voidaan yleisesti pitää sitä parempana, mitä vähemmän satunnaisia mittausvirheitä on syntynyt (Hirsjärvi ym. 2009, 231; Metsämuuronen 2011, 65).

Metsämuuronen (2011) mukaan tutkimuksessa käytetyt mittaristot ovat reliabeleita, kun tutkimustulos on uudestaan toistettaessa mahdollisimman samankaltainen kuin aiempien tutkimusten tulokset. Reliabiliteetin selvittämiseen on kolmea erilaista tapaa; rinnakkaismittaus, jossa mittaus tehdään samaan aikaan eri mittarilla, toistomittauksessa mittaus tapahtuu eri aikaan, mutta samalla mittarilla sekä mittarin sisäisen yhtenäisyys kautta, jossa samalla mittarilla mitataan samaan aikaan (Metsämuuronen 2011, 75).

Tutkimuksessamme käytetyt mittaristot ovat varsin reliabeleita, koska ne ovat olleet laajasti käytössä suomalaisissa tutkimuksissa. Oppilaan kestävyyskuntoa sekä motorisia perustaitoja tutkiessamme mittaristona käyttämämme valtakunnallinen Move! -testistö on todettu riittävän luotettavaksi mittausmenetelmäksi ja sitä käytetään vuosittain kaikissa peruskouluissa ympäri Suomea (Jaakkola ym. 2012). Tämän lisäksi selvittäessämme oppilaiden matemaattista osaamista käytimme KTLT-testiä, joka on matemaattisen taidon mittaamisessa yksi eniten käytetyimmistä testeistä. KTLT on standardoitu testi ja sen on todettu mittaavan luotettavasti tutkittavan matemaattista osaamista (Räsänen & Leino 2005).

Molempien testien tuloksista on kuitenkin huomioitava se, että negatiivisesti näiden testien toistettavuuteen saattaa vaikuttaa esimerkiksi oppilaan sen hetken motivaatiotaso. Opettajan ohjeistus kaikille oppilaille on testeissä sama, tästä huolimatta oppilaan suoritus testissä ei välttämättä ole niin hyvä mihin hän voisi pystyä. Tämän lisäksi esimerkiksi mittaustilanne aiheuttaa eri tavoin jännitystä oppilaissa ja sillä saattaa olla vaikutusta testien tuloksiin.

Tutkimuksemme johdonmukaisuutta tarkasteltiin luomalla kaksi summamuuttujaa, joidenka reliabiliteettia tarkasteltiin Cronbachin alfa kertoimella. Tällä halutaan varmistaa se, että KTLT- ja minäpystyvyyssmittarien osiot mittaavat samaa asiaa. Summamuuttujia pidetään johdonmukaisina, kun Cronbachin alfan kerroin on vähintäänkin 0.60. Mitä lähempänä kerroin on 1, sitä enemmän mittarit mittaavat samaa asiaa (Metsämuuronen 2011, 78–79). Taulukosta 2 voidaan todeta, että kaikki Cronbachin alfa kertoimet olivat 0,730–0,913 välillä, joten käytetyt summamuuttujat olivat reliabiliteetiltaan johdonmukaiset.

TAULUKKO 2. Summamuuttujien reliabiliteetti Cronbachin alfa kertoimella

Mittari	Cronbachin alfa kerroin
KTLT	0,856
Banduran minäpystyvyys	
Matemaattinen minäpystyvyys	0,870
Minäpystyvyys oppimisen itsesäätelyssä	0,913
Minäpystyvyys vapaa-ajalla	0,730
Minäpystyvyys toisten odotusten kohtaamisessa	0,873

#### 8.4.2 Validiteetti

Tutkimuksessa validiteetilla tarkoitetaan pätevyyttä eli se ilmaisee kuinka hyvin tutkimusmenetelmät tai mittarit mittaavat juuri sitä ominaisuutta tutkittavasta ilmiöstä, mitä sen on tarkoituskin mitata – tarpeeksi tehokkaasti ja kattavasti (Hirsijärvi ym. 2009, 231; Tietoarkisto s.a.; Tilastokeskus 2024). Hirsijärven ym. (2009, 231) mukaan menetelmät tai mittarit eivät aina mittaa sitä, mitä tutkija on niiden luullut mittaavan. Validiteetti kuvaa, kuinka paljon mittaustulokset sisältävät tietoa tarkastelun kohteena olevasta käsitteestä (Nummenmaa 2009, 366). Reliabiliteettitarkastelun perusteella ei voida arvioida, mitaako mittari haluttua asiaa, on syytä käyttää validiteettitarkastelua tutkimuksen luotettavuuden arvioimiseen. Validiteettia tarkasteltaessa pyritään huomioimaan ennalta tutkimuksen luotettavuutta alentavat tekijät (Metsämuuronen 2005, 66).

Validiteetin voidaan katsoa jakautuvan kahteen eri osa-alueeseen: sisäiseen ja ulkoiseen validiteettiin (Metsämuuronen 2005, 43). Sisäinen validiteetti kuvaa sitä, mitattiinko tutkimuksessa sitä mitä oli tarkoitus ja oliko syy-seuraussuhde oikeanlainen. Sisäistä validiteettia voidaan tarkastella sisältövaliditeetin, rakenne- tai käsitevaliditeetin ja kriteerivaliditeetin näkökulmasta. (Metsämuuronen 2005, 43) Metsämuuronen (2005, 43–44) mukaan ne kuvaavat tutkimuksen käsitteiden teorianmukaisuutta ja tutkimustuloksien johtumista käsitteistä, yksittäisiä käsitteitä ja niiden operationalisointia sekä vastaavatko tutkimuksessa saadut arvot aiemmissä tutkimuksissa saatuja arvoja. Ulkoinen validiteetti kuvaa kuinka yleistettävä tutkimus on eli kuinka hyvin otos vastaa koko tutkittavaa ryhmää

(Metsämuuronen 2005, 43). Tutkimukseemme osallistui 46 oppilasta, joka on hyvin pieni otanta Suomen perusopetuksen kahdeksaluokkalaisista oppilaista. Tällöin ulkoiselta validiteetiltaan tutkimuksen ei voida sanoa edustavan hyvin Suomen perusopetuksen kahdeksaluokkalaisia. Kuitenkin tutkimukseen osallistuneiden sukupuolijakauma oli tasainen, tyttöjä (n=23) ja poikia (n=23). Tämän voidaan katsoa lisäävän tutkimuksen validiteettia, koska otos on tältä osin yleistettävissä kohderyhmään. Otos koostuu vain kahden koulun kahdeksaluokkalaisista, joten sen perusteella ei voida sanoa, että saadut tulokset edustaisivat koko Suomen kahdeksaluokkalaisia.

Validiteettiin vaikuttavat useat tekijät. Tutkimuksessa käytettävää mittaria on osattava käyttää oikein, oikeaan kohteeseen ja oikeaan aikaan (Tietoarkisto s.a.). Määrällisessä tutkimuksessa validiteettiin voivat vaikuttaa heikentävästi epäonnistunut otanta ja mittauksen ajankohta (Hirsijärvi 2009, 231; Tietoarkisto s.a.). Jos tutkimusasetelma on lähtökohdiltaan virheellinen, se vaikuttaa tutkimuksen kokonaisvaliditeettiin, mistä syystä yksittäisen mittarin hyvä validiteetti onkin välttämätöntä kokonaisvaliditeetin kannalta (Tietoarkisto s.a.).

Tutkimuksemme sisäistä validiutta tuki se, että käyttämämme mittarit olivat valmiita ja ne ovat tieteellisesti valideja eli ne kuvaavat tutkittavia ilmiöitä. Esimerkiksi Move! -seurantajärjestelmä on arvioitu yhdeksi laadukkaimmaksi fyysisen kunnan seuranta- ja palautejärjestelmäksi lasten ja nuorten osalta Euroopassa, mikä käy ilmi *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*-lehdessä julkaistusta katsauksesta (Joensuu ym. 2024). KTLT-testin luotettavuutta lisää testin laaja käyttö eri tutkimuksissa ja se on yksi käytetyimmistä testeistä matemaattisen suoriutumisen mittaamisessa (Aunio ym. 2018). KTLT-testi on standardoitu testi ja sen on todettu mittaavan validisti matemaattisia taitoja (Räsänen & Leino 2005). Sisäistä validiteettia tarkastellessa tiedetään, että vastaamistilanteet matemaattiseen testiin ja minäpystyvyysskyselyyn on ollut kaikille samankaltainen luokkahuonetilanne, jossa tehtävänä on ollut vastata testiin ja kyselyyn, joten tilanteen voidaan katsoa olevan hyvin kontrolloitu. Move! -mittausten osalta sisäistä validiteettia tarkastellessa, ei tarkkaan tiedetä, millainen mittaustilanne on ollut, sillä mittaukset on voitu järjestää eri tavoin eri kouluissa.

Banduran minäpystyvyysskyselyssä rajasimme kysymyksiä, koskemaan matemaattista minäpystyvyyttä sekä opiskeluun ja vapaa-aikaan liittyviä tekijöitä. Pyrimme siihen, että nämä väitteet antaisivat meille mahdollisimman kattavan kuvan oppilaiden minäpystyvyydestä

koulussa ja matematiikassa. Lisäksi tutkimuksessamme käytetyt käsitteet vastaavat hyvin minäpystyvyysskyselyssä olevia väittämiä, sillä kaikkien väittämien yhteinen tehtävänanto ohjeisti tutkittavaa arvioimaan, miten varma vastaaja on omasta kyvyistään suoriutua kuvatusa asiasta. Minäpystyvyys tarkoittaa juuri yksilön omaa käsitystä sekä uskomusta omista kyvyistään organisoida ja toteuttaa toimintatapoja, joita tarvitaan tiettyjen asioiden saavuttamiseen (Bandura 1997, 3–7), eli meidän mittarissamme matemaattisen oppimisen ja osaamisen aikaansaamiseksi.

## 9 TUTKIMUSTULOKSET

### 9.1 Taustatiedot

Aineisto koostui peruskoulun 8. luokkalaisista oppilaista, joita tutkimuksessa oli mukana 46. Heistä kolmelta puuttui syksyllä tehtyjen Move! -mittausten tuloksia joko motorisen taidon testeistä tai 20 metrin viivajuoksu testistä. Kyseiset kolme oppilasta olivat kuitenkin niiltä osin mistä heillä oli tuloksia mukana vertailussa. Taulukosta 3, käy ilmi myös aineiston tasainen sukupuolijakauma. Linearisessa regressiossa ja Pearsonin korrelaatiota tarkastellessa mukana aineistosta olivat vain ne oppilaat, joilla oli kaikki tulokset, jolloin  $N=43$ . Tällöin sukupuolijakauma oli seuraavanlainen: tyttöjä oli  $n=21$  ja poikia  $n=22$ .

TAULUKKO 3. Sukupuolijakauma aineistossa

	Tytöt (n)	Pojat (n)
KTLT	23	23
20 m viivajuoksu	22	22
Heitto- kiinniotto	22	23
5-loikka	22	22
Minäpystyvyys	23	23

Seuraavaksi käydään yksitellen läpi matemaattisen testin, minäpystyvyuden ja Move! -mittausten tulokset. Jokaisesta mittauksesta tai testistä esitetään kaikkien koehenkilöiden tulosten keskiarvo (KA) ja keskihajonta (KH) sekä 95 prosentin luottamusväli (LV). Lisäksi esitetään mitattujen muuttujien tulosten minimi- ja maksimiarvot (min, max).

### 9.2 KTLT-testi

Taulukossa 4 on esitetty matemaattisen taidon KTLT-testin tulokset kaikkien osalta sekä keskiarvot ja keskihajonnat sukupuolittain. Pojat menestyivät matemaattisia taitoja mittaavassa testissä hieman paremmin kuin tytöt. Poikien keskiarvo oli 25 pistettä ja tyttöjen 24 pistettä. Ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Levenen testin  $p$ - arvo oli ( $p=0,829$ ), mikä on suurempi kuin 0,050, joten päädyimme tarkastelemaan yhtä suurten varianssien testiä. Joten tarkasteltavien ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.



Taulukosta 4 huomataan, että tuloksissa on hajontaa. Sukupuolittain keskihajonnat ovat sama eli pojilla ja tytöillä oli tuloksissa yhtä paljon hajontaa. Minimi pistemäärä matemaattisesta testistä oli 8 pistettä ja maksimi 36 pistettä. Standardoiduista arvoissa kahdeksan pistettä tarkoittaa kahdeksaluokkalaisten tasolla erittäin heikkoa ja 36 pistettä erittäin hyvää (Räsänen & Leino 2005), joten vaihtelu oli suurta.

TAULUKKO 4. KTLT-testin tuloksien keskiarvot, keskihajonnat, luottamusvälit sekä minimi ja maksimi arvot.

	Tytöt	Pojat	Kaikki
KA	24,17	25,17	24,67
KH	5,581	6,065	5,79
Min			8
Max			36
95 % LV			-4,46–2,46

t (44) = -0,582, p=0,564

KA=keskiarvo, KH=keskihajonta, LV= luottamusväli

### 9.3 Minäpystyvyysskysely

Taulukossa 5 on esitetty Banduran suomennetun ja muokatun minäpystyvyysskyselyn tulokset osa-alueittain kaikkien tutkittavien osalta sekä t-testin p-arvot. Korkein keskiarvo 82 pistettä oli minäpystyvyyden osa-alueista minäpystyvyydessä toisten odotusten kohtaamisessa. Vastaavasti matalin keskiarvo 71 pistettä oli oppimisen itsesäätelyssä. Minäpystyvyys vapaa-ajalla ja matemaattinen minäpystyvyys sijoittuivat keskiarvoiltaan tähän väliin. Erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä. Matemaattinen minäpystyvyys oli lähellä tilastollista merkitsevyyttä (p= 0,076). Tuloksissa oli hajontaa mikä ilmenee keskihajonnoista, joista suurin oli matemaattisen minäpystyvyyden 17 pistettä. Pienin hajonta oli toisten odotusten kohtaamisessa 13 pistettä. Osa-alueittain minimi- ja maksimipisteet vaihtelivat 23,78 pisteestä täyteen 100 pisteeseen asti. Isoin ero minimi- ja maksimipisteissä oli oppimisen itsesäätelyssä ja pienin toisten odotusten kohtaamisessa. Tulokset vaihtelivat suuresti: kaikissa osa-alueissa oli niitä oppilaita, jotka kokivat pystyvyyden tunteensa olevan erittäin hyvä ja kykenevänsä suoriutumaan erittäin todennäköisesti sekä niitä, joilla pystyvyyden tunne oli

heikko ja he kokivat suoriutuvansa kohtalaisesti tai vielä heikommin. Kaikkien osa-alueiden levenen testin p-arvo oli suurempi kuin 0,050, joten päädyimme tarkastelemaan yhtä suurten varianssien testejä. Itsesäätelyn kohdalla levenen testin p-arvo (0,077) oli melko lähellä olla tilastollisesti merkitsevä. Muilla osa-alueilla erot eivät osoittautuneet merkitseviksi tai lähelle merkitsevyyttä.

TAULUKKO 5. Minäpystyvyyden osa-alueiden keskiarvot, keskihajonnat, luottamusvälit sekä minimi ja maksimi arvot.

	Matemaattinen minäpystyvyys	Minäpystyvyys vapaa-ajalla	Odotusten täyttäminen	Oppimisen itsesäätely
KA	74,57	79,89	82,01	70,69
KH	16,62	14,59	13,38	16,24
Min	30	37,50	42,50	23,78
Max	100	97,50	100	96,67
95 % LV	-18,33–0,94	-10,28–7,24	-12,03– 3,85	-9,434–10,09
T-testin p-arvo	0,076	0,728	0,305	0,946

KA=keskiarvo, KH= Keskihajonta, LV=luottamusväli

Taulukossa 6 esitetään minäpystyvyyden osa-alueiden keskiarvot ja keskihajonnat tytöille ja pojille. Pojilla oli vahvempi pystyvyyden tunne kuin tytöillä lukuun ottamatta oppimisen itsesäätelyä, jossa tytöillä oli hieman vahvempi pystyvyyden tunne. Eli matemaattisessa minäpystyvyydessä, vapaa-ajan minäpystyvyydessä ja toisten odotusten kohtaamisessa pojilla oli vahvempi pystyvyyden tunne kuin tytöillä. Keskihajonnat olivat hyvin samansuuntaiset tytöillä ja pojilla. Suurin ero oli itsesäätelyssä, jossa tyttöjen keskihajonta oli 12 pistettä ja pojilla 20 pistettä.

TAULUKKO 6. Tyttöjen ja poikien minäpystyvyyden osa-alueiden keskiarvot ja keskihajonnat.

		Matemaattinen minäpystyvyys	Minäpystyvyys vapaa-ajalla	Odotusten täyttäminen	Oppimisen itsesääätely
Tytöt:	KA	70,22	79,13	80,00	70,86
	KH	16,803	13,465	14,602	12,368
Pojat:	KA	78,91	80,65	84,10	70,53
	KH	15,591	15,905	12,004	19,664

KA= keskiarvo, KH= keskihajonta

#### 9.4 Move! -mittaukset

Taulukossa 7 on esitetty tuloksia Move! -mittauksiin kuuluvasta 20 metrin viivajuoksu mittauksesta. Pojat menestyivät kestävyyskuntoa mittaavassa 20 metrin viivajuoksu testissä erittäin merkittävästi tyttöjä paremmin. Poikien keskiarvo viivajuoksussa oli 66 viivaa ja tyttöjen 43 viivaa. Levenen testin p- arvo oli ( $p=0,135$ ), mikä on suurempi kuin  $0,050$ , joten päädyimme tarkastelemaan yhtä suurten varianssien testiä. Ero oli tilastollisesti erittäin merkittävä ( $p<0,001$ ). Tuloksista havaittiin kuitenkin, että pojilla keskihajonta (KH=22 viivaa) oli suurempaa kuin tytöillä (KH= 12 viivaa), joten tyttöjen tulokset olivat yhtenäisemmät kuin pojilla. Sekä tyttöjen että poikien keskiarvo tulokset ylsivät kuitenkin Move! - mittauksen kolmesta luokasta parhaimpaan (Opetushallitus s.a.). Tuloksissa oli kuitenkin melko suuri hajonta. Heikoin tulos oli 21 viivaa ja paras 110 viivaa eli keskihajonta koko joukossa oli myös suuri.

TAULUKKO 7. 20 metrin viivajuoksun keskiarvot, keskihajonnat, luottamusväli sekä minimi ja maksimi arvot.

	Tytöt	Pojat	Kaikki
KA	43,27	66,27	54,77
KH	12,229	21,861	21,02
Min			21
Max			110
95 % LV			-33,78 – -12,22

$t(42) = -4,307, p < 0,001$

KA= keskiarvo, KH=keskihajonta, LV=luottamusväli

Taulukossa 8 esitetään 5-loikan tuloksia, joiden keskiarvo oli 9,66 metriä ja keskihajonta 96 cm. Pojat saivat myös 5-loikassa korkeampia tuloksia kuin tytöt. Levenen testin p-arvo oli ( $p=0,497$ ), mikä on suurempi kuin 0,050, joten päädyimme tarkastelemaan yhtä suurten varianssien testiä. Ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä. Poikien keskiarvotulos oli 10,2 metriä, sen ollessa tytöillä 9,1 metriä ( $p<0,001$ ). Tyttöillä oli hieman pienempää hajontaa tuloksissa kuin pojilla. Poikien keskihajonta oli 89 cm ja tytöillä 72 cm. Tyttöjen ja poikien keskiarvotuloksia tarkasteltaessa molemmat yltyvät Move! -mittausten ylimpään kategoriaan keskiarvoiltaan (Opetushallitus s.a).

TAULUKKO 8. 5-loikan keskiarvot, keskihajonnat, luottamusväli sekä minimi ja maksimi arvot.

	Tytöt	Pojat	Kaikki
KA	9,127	10,174	9,66
KH	0,716	0,888	0,96
Min			7,80
Max			11,70
95 % LV			-1,53– -0,56

$t(43) = -4,340, p<0,001$

KA=keskiarvo, KH= keskihajonta, LV=luottamusväli

Move! -mittauksista on esitetty heitto-kiinniottoyhdistelmän tuloksia taulukossa 9. Levenen testin p-arvo oli ( $p=0,713$ ), mikä on suurempi kuin 0,050, joten päädyimme tarkastelemaan yhtä suurten varianssien testiä. Pojat menestyivät heitto ja kiinniottoaitoa mittaavassa testissä hieman paremmin kuin tytöt, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä ( $p= 0,388$ ). Poikien keskiarvo oli 16 onnistunutta suoritusta ja tytöillä 15 onnistunutta suoritusta. Koko joukkoa tarkasteltaessa keskiarvo jäi 15 onnistuneeseen suoritukseen. Keskihajonta oli tytöillä ja pojilla sama eli 4 onnistunutta suoritusta. Hajontaa tuloksissa kuitenkin oli, mikä ilmenee heikointa ja korkeinta tulosta tarkasteltaessa. Heikoin tulos oli 4 ja korkein 20, mikä oli myös maksimi koko mittauksessa. Verrattaessa Move! -mittausten tulokortin luokitteluun pojat ylsivät keskimäärin korkeimpaan luokkaa, johon vaadittiin 16 onnistunutta suoritusta samoin kuin tytöillä. Tytöt eivät ylittäneet keskiarvoltaan aivan tähän, joten he olivat keskimmaisessä luokassa. (Opetushallitus s.a.)

TAULUKKO 9. Heitto-kiinniotto yhdistelmän keskiarvot, keskihajonnat, luottamusväli sekä minimi ja maksimi arvot.

	Tytöt	Pojat	Kaikki
KA	14,727	15,652	15,20
KH	3,521	3,587	3,55
Min			4
Max			20
95 % LV			-3,06–1,21
t (43) = -0,872,			
p=0,388			

KA=keskiarvo, KH=keskihajonta, LV=luottamusväli

### 9.5 Kestävyyskunnan, motoristen taitojen, minäpystyvyyden osa-alueiden ja matematiikan KTLT-testin väliset yhteydet

Taulukossa 10. on esitelty Pearsonin korrelaatiokertoimien avulla kahdeksaluokkalaisten kestävyyskunnan, 5-loikan, heitto-kiinniottoyhdistelmän, minäpystyvyyden eri osa-alueiden sekä matematiikan KTLT-testin väliset yhteydet. Tuloksista voidaan havaita, että KTLT-testi, matemaattinen minäpystyvyys sekä odotusten täytyminen korreloivat merkitsevästi keskenään ( $r=0,38-0,44$ ,  $p<0,01$ ).

Kestävyyskunto korreloi erittäin merkitsevästi ( $p<0,001$ ) minäpystyvyys vapaa-ajalla ( $r=0,46$ ), heitto-kiinniottoyhdistelmän ( $r=0,45$ ), matemaattisen minäpystyvyyden ( $r=0,44$ ) sekä 5-loikan ( $r=0,73$ ) kanssa. Motorisista taidoista heitto-kiinniottoyhdistelmä korreloi kestävyyskunnan lisäksi matemaattisen minäpystyvyyden ( $r=0,20$ ) kanssa merkitsevästi keskenään ( $p<0,01$ ). 5-loikka taas korreloi kestävyyskunnan lisäksi minäpystyvyys vapaa-ajalla ( $r=0,34$ ) sekä kokemus odotusten täyttymisestä ( $r=0,41$ ) merkitsevästi keskenään ( $p<0,01$ ). Minäpystyvyyden eri osa-alueet korreloivat odotetusti keskenään erittäin merkitsevästi ( $r=0,50-0,63$ ,  $p<0,001$ ) (Taulukko 10).

TAULUKKO 10. 8. luokkalaisten korrelaatiomatriisi motoristen taitojen, kestävyyskunnon, minäpystyvyyden osa-alueiden ja matematiikan KTLT-testin yhteyksiä

	KTLT	Kestävyys kunto	Matemaattinen minäpystyvyys	Oppimisen itsesäätely	Minäpystyvyys vapaa-ajalla	Kokemus odotusten täyttämistä	Heitto- kiinniotto yhdistelmä	5-loikka
KTLT	-							
Kestävyyskunto	0,075	-						
Matemaattinen minäpystyvyys	0,441**	0,290*	-					
Oppimisen itsesäätely	0,204	0,195	0,625***	-				
Minäpystyvyys vapaa-ajalla	0,012	0,456***	0,551***	0,500***	-			
odotusten täyttämisen	0,376**	0,431**	0,572***	0,571***	0,502***	-		
Heitto-kiinniotto yhdistelmä	-0,169	0,454***	0,195**	0,204	0,476***	0,314*	-	
5-loikka	0,205	0,733***	0,378	0,195	0,343**	0,405**	0,575***	-

\*Korrelaatio melko

merkittävä  $p < 0,05$

\*\*Korrelaatio

merkittävä  $p < 0,01$

\*\*\*Korrelaatio erittäin

merkittävä  $p < 0,001$

## 9.6 Kestävyyuskunnan, motoristen taitojen ja minäpystyvyyden yhteydet matemaattiseen osaamiseen

Kahdeksaslukulaisten matemaattisen osaamisen yhteyttä tarkasteltiin lineaarisella regressioanalyysillä, joissa selittävinä tekijöinä olivat oppilaan kestävyyskunto (20 metrin viivajuoksu), motoriset taidot (heitto-kiinniottoyhdistelmä ja 5-loikka) sekä minäpystyvyysselvitys sisältäen neljän eri aiheen kysymyksiä (matemaattinen minäpystyvyys, oppimisen itsesäätely, minäpystyvyys vapaa-ajalla ja odotusten täytyminen). Matemaattista osaamista tarkasteltiin KTLT testin pistemäärän pohjalta. Malli selitti noin 36 % matemaattisen osaamisen vaihtelusta ja se sopii hyvin aineistoon –  $F(8,34) = 3,490$ ,  $p < 0,005$  (taulukko 11).

Taulukossa 11 on esitetty regressioanalyysin tulokset. Mallista ilmenee, että 20 metrin viivajuoksu, 5-loikka, itsesäätely, minäpystyvyys vapaa-ajalla, odotusten täytyminen tai sukupuoli eivät olleet tilastollisesti merkitseviä selittäjiä oppilaan matemaattiseen osaamiseen. Ainoastaan oppilaan heitto-kiinniottoyhdistelmällä sekä matemaattisella minäpystyvyydellä löytyi tilastollisesti merkitsevä yhteys matemaattisen osaamisen kanssa ( $p < 0,05$ ). Hyvät oppilaan heitto-kiinniottoyhdistelmä tulokset ( $p = 0,029$ ) sekä oppilaan kokema hyvä matemaattinen minäpystyvyys ( $p = 0,015$ ) olivat positiivisesti yhteydessä oppilaan matemaattiseen osaamiseen. Myös minäpystyvyys aihealue odotusten täytyminen ( $p = 0,075$ ) oli melko lähellä tilastollisesti merkittävyyttä ottaen huomioon aineistomme pienen kokonaismäärän ( $N = 46$ ).

TAULUKKO 11. Oppilaan matemaattisen osaamisen vaihtelu selittävien tekijöiden suhteen. Huom.  $R^2$ = estimoidun mallin selitysaste, BETA= standardoimaton regressiokerroin, LV= luottamusväli, Beeta= standardoitu regressiokerroin, VIF= Multikollineaarisuus

	BETA	95% LV	beeta	t	p-arvo	VIF
20metrin viivajuoksu	0,000	-0,116 0,117	0,002	0,009	0,993	3,048
Heitto-kiinnottoyhdistelmä	-0,612	-1,157 -0,067	-0,404	-2,281	0,029	1,945
5-loikka	2,287	-0,413 4,986	0,394	1,722	0,094	3,248
Matemaattinen minäpystyvyys	0,176	0,037 0,316	0,517	2,572	0,015	2,500
itsesääteley	-0,059	-0,181 0,063	-0,179	-0,985	0,332	2,051
Minäpystyvyys vapaa-ajalla	-0,100	-0,241 0,040	-0,279	-1,452	0,156	2,280
Odotusten täyttäminen	0,143	-0,015 0,301	0,327	1,839	0,075	1,955
R <sup>2</sup> =0,364						
F(8,34)= 3,490,						
p<0,005						

Sukupuolittain tyttöjä ja poikia vertailtaessa havaittiin, että tytöillä malli ei ollut tilastollisesti hyväksyttävä ( $p > 0,050$ ). Poikien osalta malli oli tilastollisesti merkitsevä aineiston kanssa ( $p < 0,014$ ). Malli selitti 40% poikien matemaattisen osaamisen vaihtelusta ja se sopii hyvin aineistoon –  $F(7,14) = 3,961$ ,  $p < 0,014$ . Taulukossa 12 on avattu tarkemmin poikien tuloksia. Mallista ilmenee, että poikien matemaattisella minäpystyvyydellä ( $p = 0,015$ ) sekä minäpystyvyys vapaa-ajalla ( $p = 0,011$ ) oli tilastollisesti merkitsevä yhteys matemaattisen osaamisen kanssa ( $p < 0,05$ ). Eli, mitä vahvempaa matemaattista sekä vapaa-ajan minäpystyvyyttä oppilas tunsi, sitä parempaa oli poikien matemaattinen osaaminen.



Taulukko 12. Poikien matemaattisen osaamisen vaihtelu selittävien tekijöiden suhteen. Huom.  $R^2$ =estimoidun mallin selitysaste, BETA ja Std error= standardoimaton regressiokerroin, Beeta= standardoitu regressiokerroin, VIF= Multikollineaarisuus

Pojat	BETA	Std. Error	Beeta	t	Sig	VIF
20 metrin viivajuoksu	0,013	0,080	0,002	0,160	0,875	3,302
5-loikka	1,441	1,945	0,394	0,741	0,471	3,227
Heitto-kiinniottoyhdistelmä	-0,161	0,450	-0,404	-0,358	0,726	2,913
Matemaattinen minäpystyvyys	0,281	0,101	0,517	2,781	0,015	2,831
Itsesäätely	-0,076	0,067	-0,179	-1,131	0,277	1,948
Minäpystyvyys vapaa-ajalla	-0,276	0,094	-0,279	-2,934	0,011	2,450
Odotusten täyttäminen	0,225	0,133	0,327	1,700	0,111	2,887
$R^2=0,40$						
$F(7,14)=3,961, p<0,014$						

## 10 POHDINTA

### 10.1 Tuloksien vertailu aiempiin tutkimustuloksiin

Tässä työssä tarkasteltiin kestävyyskunnan, motoristen taitojen ja minäpystyvyyden yhteyttä nuorten matemaattiseen osaamiseen. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että kestävyyskunto, motoriset taidot ja minäpystyvyys eivät olleet tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä matemaattiseen osaamiseen. Tulos on ristiriidassa hypoteesin kanssa, jonka perusteella kestävyyskunnolla ja motorisilla taidoilla oletettiin olevan yhteys matemaattiseen osaamiseen. Oletus perustui kirjallisuuteen, jossa useissa tutkimuksissa näiden tekijöiden yhteys oppimiseen tai matemaattiseen osaamiseen havaittiin (kts. Álvarez-Bueno ym. 2020; Bass ym. 2013; Chaddock ym. 2011; Chaddock -Heyman ym. 2015; de Brujin ym. 2019; Haapala 2013; Haapala ym. 2017; Hillman ym. 2008; Hillman & Biggan 2017; Ishihara ym. 2021; Jaakkola ym. 2021; Skog ym. 2020; Syväoja ym. 2012). Haapalan 2013 tutkimuksen mukaan hyvä kestävyyskunto on yhteydessä yli 13-vuotiailla parempaan toiminnanohjaukseen tehtävissä, jotka vaativat tarkkaa huomion kohdentamista. Liikunnan yhteyttä matemaattiseen osaamiseen on pidetty jopa vahvana (Singh 2019), vaikka samaan aikaan yhteyttä oppimiseen ei ole pidetty vakuuttavana. Katsauksessa laadukkaiksi arvioituista tutkimuksissa jopa 60 % raportoiduista liikunnan vaikutuksista oppimiseen oli positiivisia ja matematiikan osalta jopa 86 % (Singh 2019).

Liikunnan on pohdittu olevan ihmelääke oppimiseen, mutta sen rooli, voimakkuus ja vaikutusmekanismit ovat osittain epäselviä ja kiisteltäviä (Haapala 2013; Haapala 2022). Saatu tulos ei siten kuitenkaan ole poikkeuksellinen, sillä yhteyttä oppimiseen tai matemaattiseen osaamiseen ei ole tunnistettu kaikissa aiemmissä tutkimuksissa (Haapala ym. 2014; Syväoja ym. 2021; Reed ym. 2010). Haapalan ym. (2016) ja Reedin kollegoineen (2010) tekemissä tutkimuksissa liikunnalla ei havaittu olevan yhteyttä matemaattiseen osaamiseen, mutta muihin koulussa opetettaviin aineisiin yhteys havaittiin. Tutkimusten mukaan on päätelty, että hyvä fyysinen kunto ja motoriset taidot olisivat olennaisia taustavaikuttajia oppimisessa ja koulumenestyksessä, sillä liikunnan on todettu lisäävän oppimispotentiaalia (Syväoja 2014), mutta ne eivät välttämättä selittäisi yhteyttä.

Tarkastelimme motorisia taitoja mittaavia heitto-kiinniottoyhdistelmää ja 5-loikkaa erillisinä selittävinä tekijöinä, jolloin heitto-kiinniottoyhdistelmällä löytyi positiivinen yhteys

matemaattisiin taitoihin. 5- loikalla tai kestävyyskuntoa mittaavalla 20 metrin viivajuoksu testillä yhteyttä ei havaittu. Myös aiemmissa tutkimuksissa on saatu viitteitä siitä, että kognitiivisesti ja motorisesti haastavat tehtävät tehostaisivat oppimista (de Greef 2018) ja kognitiivisia toimintoja (Haapala 2013; Haapala 2014; Haapala ym. 2014) sekä parantaisivat matemaattista osaamista (Korpipää ym. 2021). Motorisista taidoista paremman ketteryuden, tasapainon ja käden hienomotoriikan on havaittu olevan yhteydessä parempiin kognitiivisiin taitoihin (Haapala 2013; Haapala 2014). Tämä havainto käden hienomotoriikan ja kognition yhteydestä voisi selittää heitto- kiinniotto yhdistelmän ja matemaattisen osaamisen yhteyttä. Havaintoa tukee myös se, että hyvien havaintomotoristen taitojen on osoitettu näkyvän parempina matemaattisina taitoina (Moralese ym. 2011). 5- loikan yhteyden puuttumista kuitenkin kyseenalaistaa Jaakkolan ja kollegoiden (2015) tutkimus, jossa 5- loikan tulos ja matematiikan arvosana korreloivat tilastollisesti merkitsevästi. Myös viivajuoksu testillä on havaittu yhteys parempiin matemaattisiin taitoihin (Haapala ym. 2014).

Motoristen perustaitojen osa-alueiden yhteyksistä matemaattiseen osaamiseen on kuitenkin ristiriitaista tutkimustietoa. Mäntylän ym. (2022) tutkimuksessa liikkumis- ja välineenkäsittelytaidot olivat positiivisesti yhteydessä matemaattiseen osaamiseen kolmasluokkalaisilla oppilaille. Elofssonin ym. (2018) mukaan nuorten matemaattisten taitojen vaihtelusta motoriset perustaidot ilmentäisivät jopa 16 %. Haapalan (2013) katsauksessa todettiin, että kestävyyskunto ja motoriset taidot olivat yhteydessä akateemiseen osaamiseen yli 13-vuotiailla nuorilla, mutta kestävyyskunnan itsenäistä yhteyttä kognitiivisiin taitoihin ilman motorisia taitoja ei ole osoitettu. Tulosta tukee aiemmissa tutkimuksissa tehty havainto siitä, että kestävyyskunto ja motoriset taidot ovat luultavasti eritavoin yhteydessä kognitioon ja akateemisiin taitoihin (Haapala 2013).

Oppimisen ja liikunnan yhteyksiin vaikuttavat monet eri tekijät, kuten koulu tai urheiluseura, toiminnan monimutkaisuus, tiedollisten toimintojen tarve sekä sosiaalinen ympäristö (Haapala 2022) Voidaan havaita, että ilmiön taustalla vaikuttaa monia erilaisia tekijöitä kuten sukupuoli (Eveland -Sayer ym. 2009; Kwak ym. 2009) ja fyysinen kunto sekä moni muu tekijä (Haapala 2022). Nämä kaikki tekijät voidaan nähdä potentiaalisina yhteyttä muovaavina tekijöinä (Haapala 2022). Liikuntatieteellisessä oppimistutkimuksessa keskitytäänkin usein tarkastelemaan koulumenestystä ja teoreettisia taitoja (Haapala 2022) eikä niinkään muihin esimerkiksi psykososiaalisiin tekijöihin.

Tässä tutkimuksessa minäpystyvyys ei myöskään selittänyt nuorten matemaattista osaamista, mutta minäpystyvyyden osa-alueita tarkasteltaessa matemaattinen minäpystyvyys oli yhteydessä matemaattiseen osaamiseen. Tulos oli odotettava, sillä matemaattisten taitojen kehitystä ohjaa alkuvalmiuksien ohella oppilaan omat uskomukset itsestään matematiikan osaajana (Korpipää ym. 2021). Myönteiset minäpystyvyyden kokemukset ovat hyvä lähtökohta oppimiselle, kuitenkin matematiikan oppimistilanteissa yleisiä ovat kielteiset tunnekokemuksesta itsestä (Korpipää ym. 2021).

Erot tutkimusten tuloksissa voivat selittyä sillä, että aihetta on tutkittu vielä vähän yläasteikäisillä nuorilla ja aiemmat tulokset ovatkin pääsääntöisesti nuorempien oppilaiden kohdalta (Haapala 2013). Sneck ja kumppanit (2019) vertailivat interventioiden tehokkuutta lapsilla ja nuorilla ja havaitsivat niiden olevan tehokkaampia nuoremmilla lapsilla. Jaakkola ym. (2021) havaitsivat kuitenkin yhteyden 6 luokkalaisilla oppilailla kestävyyskunnon, motoristen taitojen ja matematiikan välillä. Myös tavat mitata kestävyyskuntoa ja motorisia taitoja vaihtelevat ja esimerkiksi kiihtyvyyksanturilla mitattu aktiivisuus ei huomioi erilaisten motoristen taitojen roolia, jota voidaan kuvailla kyselyssä (Haapala 2014). Objektiivisesti mitatun liikunnan on kuitenkin havaittu olevan yhteydessä parempaan koulumenestykseen yläasteikäisillä tytöillä (Kwak ym. 2009). Mutta vähemmän intensiivisellä liikunnalla ei havaittu yhteyttä koulumenestykseen (Kwak ym. 2009), joka kyseenalaistaa motoristen taitojen roolia yhteydessä.

Eräässä norjalaistutkimuksessa tutkittiin liikuntaintervention hyötyjä koulumenestykseen (Resaland ym. 2018). Havaittiin että heikosti koulussa menestyneet oppilaat hyötyivät interventiosta, kun hyvin koulussa menestyvillä oppilailla hyötyyn vaikutti sukupuoli (Resaland ym. 2018). Voisikin olla, että heikommin menestyvät oppilaat hyötyisivät liikunnasta enemmän kuin koulussa jo hyvin menestyvät (Haapala 2022). Tässä tutkimuksessa sukupuoli selitti yhteyttä pojilla, mutta ei tytöillä. Sukupuolen vaikutuksesta liikunnan ja oppimisen yhteyteen on kuitenkin olemassa ristiriitaista tutkimustietoa, ja tuloksia löytyy molempien sukupuolien puolesta.

Tässä tutkimuksessa yhteyttä kestävyyskunnon, motoristen taitojen ja matemaattisen oppimisen välille ei löydetty. Yhteys on kuitenkin tunnistettu aiemmissa tutkimuksissa. Kestävyyskunnon itsenäinen yhteys oppimiseen on kiistellympi kuin motoristen taitojen. Voidaan kuitenkin pohtia mikä kestävyyskunnon tai motoristen taitojen itsenäinen rooli oppimisessa on vai

tarvitsevatko ne toisensa välittääkseen hyödyt oppimiseen. Kestävyyskunnan ja motoristen taitojen yhteys koulussa opetettavaan teoria aineiden taitoihin ja niiden kehittymiseen ovat kuitenkin kiinnostavia, sillä kyseiset tekijät vaikuttavat merkittävästi myöhempään valintoihin elämässä (Haaapala 2022). Esimerkiksi Voos ja muut (2015) havaitsivat, että korkeasti koulutetuilla oli keskimäärin paremmat motoriset taidot kuin alhaisemmin koulutetuilla. Sneck (2019) havaitsi puolestaan, että rasittava fyysinen aktiivisuus oli yhteydessä matemaattiseen osaamiseen, mikä voi olla keskeinen havainto koulu-uran kannalta, sillä vahva matemaattinen osaaminen voi tukea myöhempää koulu- ja työuraa.

Liikunnan vaikutusta kognitiivisiin toimintoihin, oppimiseen ja koulumenestykseen on tutkittu paljon, mutta kestävyyskunnan ja motoristen taitojen itsenäiset roolit sekä yhdysvaikutus ovat vielä lapsilla ja nuorilla epäselviä. Tutkimuksia on toteutettu eri menetelmillä ja niissä on käytetty eri mittareita, mikä osaltaan selittää tutkimustulosten ristiriitaisuuden. Kuitenkin ne tutkimukset, joissa liikunnalla olisi ollut negatiivinen vaikutus oppimiseen tai kognitiivisiin toimintoihin loistavat poissaolollaan. Voidaankin todeta, ettei hyvästä kestävyyskunnosta ja motorisista taidoista ole ainakaan haittaa oppimiselle tai matemaattiselle osaamiselle, mutta tässä tutkimuksessa saatujen tulosten perusteella minäpystyvyys olisi merkittävämpi tekijä selittämään kahdeksaluokkalaisten matemaattista osaamista kuin kestävyyskunto tai motoriset taidot.

## **10.2 Tutkimuksen eettisyys ja luotettavuus**

Tutkimuksessamme noudatimme yleisiä tutkimuseettisen neuvottelukunnan (TENK) eettisiä periaatteita. Tutkimuksessa kerättyjä tietoja sekä tutkimustuloksia käsiteltiin luottamuksellisesti tietosuojalainsäädännön edellyttämällä tavalla. Tutkittavien ollessa pääasiassa alle 15-vuotiaita oppilaita, jaoimme heille ja huoltajilleen kirjalliset tutkimuslupalaput, jossa pyysimme huoltajan suostumusta tutkimukseen osallistumisesta. Lapsen oikeuksien mukaisesti lapsi sai lopulta kuitenkin itse päättää, haluaako hän osallistua tutkimukseen. (TENK 2019, 10) Kysymällä huoltajien suostumuksen tutkimukseen varmistimme sen, ettei meidän tarvinnut hakea erillistä eettistä ennakoarviointia tutkimuksellemme (Simula ym. 2023).

Oppilaita informoitiin tutkimuslupalapun lisäksi vielä erikseen suullisesti kertomalla heille tutkimuksen tarkoituksesta, etenemisestä, merkityksestä sekä tutkittavien oikeuksista. Kerroimme tutkittaville, että tutkimukseen osallistuminen on vapaaehtoista ja osallistumisen voi keskeyttää missä vaiheessa tahansa. Tutkimukseen osallistuvien yksityisyys huomioidiin erityisellä tarkkuudella. Aineistoa kerätessämme tarvitsimme tutkimukseen osallistuvien Move! -tulokset, minäpystyvyysslomakkeet sekä matemaattisen osaamisen testitulokset nimellisinä. Nimet tarvitsimme, jotta eri lomakkeille kerätyt vastaukset saatiin yhdistettyä. Aineistonkeruun jälkeen nimet muutettiin anonyymeiksi numerotunnisteiksi ja tämän jälkeen tiedot tutkittavien nimistä hävitettiin asianmukaisesti silppuroimalla paperilomakkeet.

Tutkimuksemme sisälsi sukupuolittaista vertailua, joten päädyimme muotoilla sukupuolikysymyksen tutkittaville siten, että kysymme heidän syntymässä määriteltyä sukupuolta. Saimme selvitettyä, että tämä on selkeä ja tutkimuksissa yleinen toimintatapa sekä sen ei pitäisi myöskään loukata ketään. Kysymyksen muotoilu liittyi tutkimuksen tasapuolisuuteen, sillä syntymässä lapsi määritellään tytöksi tai pojaksi (Seta 2023). Eettiseltä kannalta olisi ollut tärkeää, että saisimme määrälliseen tutkimukseemme mahdollisimman ison otos koon. Tavoitteenamme oli saada kerättyä yli sadan oppilaan aineisto. Kun saimme lopulta vain 46 oppilasta osallistumaan tutkimukseemme tutkimuksen tulosten yleistettävyyttä sekä luotettavuus heikkenee.

Tutkimuksen suunnittelussa huomioimme myös sen, että meitä on kaksi tutkijaa ja emme molemmat olleet aina yhdessä pitämässä testejä tutkittaville. Tästä syystä sovimme tarkkaan yhteiset ohjeistukset, mitä tulemme sanomaan tutkimukseen osallistuville testattaville. Matematiikan KTLT –testi sisälsi selkeän ohjeistuksen, miten testi ohjeistetaan, suoritetaan ja lopetetaan. Nämä asiat lisäsivät tutkimuksemme luotettavuutta.

Tutkimuksemme oli määrällinen tutkimus, joten tuloksista tehtävien virhetulkintojen tekemisen riski oli selvästi pienempi kuin, jos kyseessä olisi ollut laadullinen tutkimus. Silti aineiston analysoinnissa meidän piti edetä huolellisesti määriteltyjen etenemiskäytänteiden ja ohjeistusten mukaisesti. Näin pyrimme välttämään virheellisiä tulkintoja, näppäilyvirheitä tai muita huolimattomuudesta johtuvia virheitä, jotka voisivat muuttaa tutkimuksen tuloksia ja vaarantaa tutkimuksen luotettavuuden.

Tutkimuksemme luotettavuutta heikentävänä tekijänä voidaan pitää sitä, että oppilaat olivat tehneet Move! -testit jo vuoden 2023 syksyllä ja pidimme oppilaille matemaattisen taidon testin (KTLT) sekä minäpystyvyyks kyselyt helmikuussa 2024. Tämä tarkoittaa sitä, että oppilaille oli noin puoli vuotta aikaa sekä kehittyä matemaattisessa osaamisessaan että muuttaa minäpystyvyyks kokemuksiaan. Kun puhutaan yläasteikäisistä nuorista niin kehittymiset eri oppimisen osa-alueilla voi olla hyvin nopeaa, joten siitä syystä puolenkin vuoden aikaviive tutkimusaineiston keräämisessä heikentää tutkimuksemme luotettavuutta.

### **10.3 Jatkotutkimukset**

Kestävyyskunto ja motoriset taidot eivät tässä tutkimuksessa selittäneet merkittävästi matemaattista osaamista, vaikka molemmat vaikuttavat oppimisen kannalta positiivisesti aivoihin. Motorisien taitojen oppiminen luo uusia hermoverkkoja, jotka sijaitsevat vierekkäin kognitiivisen oppimisen keskuksen kanssa (Kantomaa ym. 2013) sekä kehittävät työmuistia (Peng ym. 2016; Syväoja ym. 2021). Hyvä kestävyyskunto aiheuttaa aivoissa oppimisen kannalta edullisia muutoksia (Chaddock ym. 2010; Chaddock ym. 2011; Chaddock-Heyman ym. 2015, 7; Erickson ym. 2015, 30; Erickson 2019, 5) ja tehostaa kognitiivisia prosesseja, joissa vaaditaan nopeaa tietoista prosessointia, tarkkaavaisuuden suuntaamista sekä inhibitiota, mutta ei päättelykykyä (Haapala 2014, 28). Olisikin perusteltua ajatella, että motoriset taidot (Kantomaa ym. 2013) ja kestävyyskunto olisivat positiivinen selittäjä matemaattisessa osaamisessa.

Tulevissa tutkimuksissa tulisikin selvittää yhteyttä vielä laajemmalla otoskoolla, sillä otoskokomme oli melko pieni. Havaittaisiinko myös tällöin samansuuntaisia yhteyksiä kuin tässä tutkimuksessa, ja olisivatko yhteydet samansuuntaisia myös toisella asteella. Tulisi myös selvittää, vaikuttavatko valitut motorisen taidon ja kestävyyskunnan testit selityksasteeseen. Olisikin mielenkiintoista saada tietoa motorisien taitojen ja kestävyyskunnan välisistä yhteyksistä matemaattiseen osaamiseen käyttämällä muita kansainvälisiä, laajemmin motorisia taitoja mittaavia (Lopes ym. 2011) testejä kuten KTK-testiä (Körperkoordinations Test für Kinder) tai TGMD-testiä (Test of Gross Motor Development). Tutkimukseen aiheesta tulisi panostaa myös siksi, että nyt yläasteella ovat oppilaat, jotka ovat käyneet koko peruskoulunsa 2016 vuoden opetussuunnitelman mukaan. Kyseisessä opetussuunnitelmassa motoriset taidot

ovat keskeisessä roolissa lajien sijasta, joten olisi mielenkiintoista nähdä näkyykö tämä nuorten motorisissa taidoissa.

Tässä työssä esille nousi minäpystyvyyden merkitys matemaattiseen osaamiseen, joten tulevaisuudessa olisikin tärkeää tarkastella sitä lähemmin. Miten nuorten pystyvyyden tunnetta voitaisiin tukea ja vahvistaa, sillä sen merkitys matemaattisessa osaamisessa näyttäisi olevan merkittävä. Olisi mielenkiintoista tietää onko minäpystyvyydellä muissa kouluaineissa samansuuntainen yhteys ja korostuuko sen rooli entisestään toisella asteella. Heikon minäpystyvyyden liikunnassa omaavilla oppilailla on keskimäärin heikommät motoriset taidot kuin oppilailla, joilla koettu liikunnallinen minäpystyvyys on hyvä (Rajala ym. 2010, 9,10). Sama ilmiö näyttäisi olevan myös havaittavissa myös matematiikan osalta (Korpipää ym. 2021), joten olisikin mielenkiintoista tietää päteekö näiden minäpystyvyyksien ja taitojen välillä myös yhteys.

Minäpystyvyyden, kestävyyskunnan, motorisien taitojen ja matemaattisen osaamisen sekä ylipäätään oppimisen välisiä yhteyksiä tulisi tutkia myös laajemmin yksittäisinä tutkimuksina eri ikäisillä erityisesti yläkoulussa sekä ammatillisessa koulutuksessa ja lukiossa sekä seurantatutkimuksena, jossa voitaisiin havaitsemaan samassa otannassa tapahtuvia muutoksia. Akateemiset vaatimukset kasvavat siirryttäessä yläkouluun tai toiselle asteelle samaan aikaan kun fyysisen aktiivisuuden määrä vähenee, joten olisi tärkeää tietää vaikuttavatko taustalla liikunnan ja oppimisen väliset yhteydet vai korostuvatko muut yhteyttä selittävät ja sekoittavat tekijät.

#### **10.4 Tutkimuksen heikkoudet ja vahvuudet**

Tutkimuksemme heikkoutena on pieneksi jäänyt aineiston koko. Pyrimme varmistamaan mahdollisimman ison otoskoon saamisen tutkimuksellemme valitsemalla kaksi oppilasmääriltään isoa yläkoulua Jyväskylästä sekä yhden Kuopiosta. Saatuamme tutkimusluvut kunnilta sekä koulujen rehtorien hyväksynnät tutkimuksellemme, jaoimme yhteensä noin 160 oppilaalle paperiset tutkimuslupalaput. Nämä oppilaiden sekä huoltajien piti lukea, allekirjoittaa ja tämän jälkeen palauttaa takaisin koululle. Tiedostimme tässä vaiheessa olevan riskin, ettei tutkimuslupalaput enää palaudu allekirjoitettuna koululle ja tällöin kyseisiä oppilaita emme voisi hyväksyä tutkimukseen mukaan. Arvioimme kadon olevan enimmillään



60 oppilasta, jolloin tavoitteemme kerätä noin 100 tutkittavan otoskoko vielä täytyisi. Kato oli kuitenkin huomattavasti suurempaa ja lopullinen aineistomme koko oli vain 46 kahdeksaslukulaista oppilasta koostuen 23 tytöstä ja 23 pojasta. Kyseinen tutkittavien määrä heikentää tutkimuksen luotettavuutta ja siksi tuloksemme ovat suuntaa antavia, ja niitä ei voi tästä syystä yleistää. Myös aineiston koostuessa vain Jyväskylän ja Kuopion yläkouluissa opiskelevista oppilaista emme voi tässä suhteessa yleistää tutkimustuloksia koskemaan koko Suomea.

Mahdollisena heikkoutena tutkimuksellemme voidaan pitää oppilaiden kestävyyskunnan ja motoristen taitojen määrittelyyn tutkimuksessa käyttämämme Move! -mittauksia. Vaikka Move! -mittaukset on todettu luotettavaksi tavaksi mitata oppilaiden fyysistä toimintakykyä, se on mittausjärjestelmänä vielä melko uusi. Tutkimustamme ei pysty täysin vertailla useisiin aiempiin saman tyyppisiin tutkimuksiin. Tämä johtuu siitä, että motorisia perustaitoja ja kestävyyskuntoa on mitattu usein erilaisilla testeillä, kuin käyttämämme Move! -mittaukset. Motorisia taitoja on mitattu esimerkiksi KTK- tai TGMD-testejä käyttämällä ja kestävyyskuntoa esimerkiksi Cooperin testiä tai polkupyöräergometritestiä hyödyntämällä.

Testitilanteena Move! -mittaukset ovat saattaneet olla myös hyvin erilaisia monessa muussa tutkimuksessa. Move! -testit tehdään kouluissa usein liikuntatunneilla. Nuorille kerrotaan, että mittauksilla tai tuloksilla ei ole mitään vaikutusta heidän liikunta oppiaineen arvosanoihin. Tämä saattaa usealle oppilaalle tarkoittaa sitä, etteivät he halua edes yrittää testeissä tosissaan tai saattavat lopettaa heti kun tietty tulos tai pistemäärä Move! -testeissä on suoritettuna. Tutkimuksessamme kestävyyskunnan määrittelyyn käyttämämme 20 metrin viivajuoksu on suoritus, jossa olisi tarkoitus mennä uupumukseen asti. Tämä voi johtaa siihen, ettei oppilaan absoluuttista kestävyyskuntoa saada määriteltyä.

Käyttämällä muita mittausmenetelmiä kuin Move! oppilaat saattavat kokea mittaukset enemmän merkitseväksi ja myös motivaatio suorittaa mittaukset voi olla korkeammalla. Tällöin tutkimustulokset voisi olla hyvinkin erilaiset. Muita heikkouksia Move! -mittauksissa on se, että oppilaat täyttävät itse tuloksensa tulospaperille, joten mahdolliset virhemerkinnät tai huijaaminen on testissä mahdollista.

Heikkoutena pro gradu tutkielmassamme voidaan pitää sitä, että olisimme voineet rajata aiheitamme pienemmäksi. Työmme sisältää paljon isoja ja laajoja käsitteitä, joita ovat motoriset

taidot, kestävyyskunto, minäpystyvyys ja matemaattiset taidot. Jo pelkästään yhdestä käsitteestä olisi saanut tehtyä pätevän pro gradun. Haasteeksemme muodostui lopulta se, että saammeko käsiteltyä kaikkia neljää käsitettä riittävän tarkasti, menemättä myöskään liian syvälle aiheen käsittelyssä. Työmme vahvuutena voi pitää päinvastoin sitä, että käsiteltyämme useita isoja käsitteitä teoriaosuudessaamme saimme monipuolisen ja laajan ymmärryksen aiheesta.

Työmme vahvuutena pidämme sitä, että perehdyimme laajasti aiempiin tutkimuksiin aiheemme sisällä ja käytimme monipuolisesti kansainvälistä sekä kotimaista kirjallisuutta lähteinä. Suurin osa tutkimusartikkeleista, joita käytimme lähteinä työssämme, oli vertaisarvioituja sekä osa artikkeleista oli uusia julkaisuja viime vuosilta. Tämän laajan perehtymisen ansiosta saimme mahdollisimman laajan näkemyksen aiheemme tämän hetken keskeisistä tutkijoista sekä tutkimuksista. Vahvuutena työssämme pidämme myös sitä, että saimme Airi Hakkaraisen matematiikan osaamisellaan asiantuntijuusapuja työhömmme.

## **10.5 Johtopäätökset**

Tutkimuskysymyksellä halusimme selvittää 8. luokkalaisten kestävyyskunnan, motoristen taitojen ja minäpystyvyyden yhteyttä nuorten matemaattiseen osaamiseen. Kun yhteyttä ei löydetty, saadut tulokset olivat ristiriidassa hypoteesimme kanssa. Motoristen taitojen osalta tutkiessamme heitto-kiinniottoyhdistelmää sekä 5-loikkaa erillisinä selittävinä tekijöinä löytyi heitto-kiinniottoyhdistelmätulosten välillä yhteys matemaattisen osaamisen kanssa.

Heitto-kiinniottoyhdistelmätesti, jossa pallo heitetään seinään ja otetaan yhden lattiapompon kautta kopiksi, on melko erilaista motorista taitoa vaativa suoritus kuin 5-loikka. 5-loikka mittaa oppilaan alaraajojen voimaa, nopeutta, tasapainoa ja liikkumistaitoja. Heitto-kiinniottoyhdistelmä mittaa välineenkäsittelytaitoja, havaintomotorisia taitoja ja yläraajojen voimaa (Opetushallitus 2021 12, 14). Havaintomotoriikalla ja käden hienomotorisilla taidoilla on aiemmissa tutkimuksissa havaittu olevan yhteys parempiin kognitiivisiin taitoihin (Haapala 2013; Haapala 2014; Moralese ym. 2011). Kehittyneet kognitiiviset taidot olivat taas Korpipää ym. (2021) mukaan yhteydessä koulumenestykseen parantamalla matemaattista osaamista.

Nämä tutkimustiedot antaisivat viitteitä siitä, että oppilaan kehittynyt kognitio voisi selittää tutkimuksemme osoittaman heitto-kiinniottoyhdistelmän ja matemaattisen osaamisen välisen yhteyden. On kuitenkin huomioitavaa, että tutkimuksestamme saaduista tuloksista ei voida aineiston pienen koon takia tehdä muuta kuin suuntaa antavia johtopäätöksiä. Tarvitaan siis vielä lisää isommalla otannalla olevaa tutkimustietoa, jotta voitaisiin ymmärtää paremmin liikunnan ja oppimisen välisistä yhteyksistä.

## LÄHTEET

- Ahokas, M. (s.a.). Albert Bandura (1977): Social learning theory. Helsingin yliopisto, avoin yliopisto oppimateriaali. Viitattu 12.4.2024. Sosiaalipsykologian klassikkojen esittelyjä - Helsingin yliopiston Avoin yliopisto (helsinki.fi).
- Ahonen, T., Lamminmäki, T., Närhi, V. & Räsänen, P. (2008). Koulun aloittaminen ja varhaiset oppimisvaikeudet. Teoksessa P. Lyytinen, M. Korhonen & H. Lyytinen (toim.). Näkökulmia kehityspsykologiaan, Kehitys kontekstissaan. 1.–8.- painos. Helsinki: WSOY,168–188.
- Álvarez-Bueno, C., Hillman, C. H., Cavero-Redondo, I., Sánchez-López, M., Pozuelo-Carrascosa, D. P. & Martínez-Vizcaíno, V. (2020). Aerobic fitness and academic achievement: A systematic review and meta-analysis. *Journal of sports sciences* 38(5), 582–589. DOI: 10.1080/02640414.2020.1720496.
- Arens, A.K., Marsh, H.W., Craven, R.G., Yeung, A. S., Randhawa, E., & Hasselhorn, M. (2016). Math self-concept in preschool children: Structure, achievement relations, and generalizability across gender. *Early Childhood Research Quarterly*, 36, 391-403.
- Armstrong, N. & Welsman. J. (1994). Assessment and interpretation of aerobic fitness in children and adolescents. *Exercise and sport science reviews* 22, 435–476. DOI: 10.1249/00003677-199401000-00016.
- Aunio, P. (2008). Matemaattiset taidot ennen koulun alkua. *NMI-bulletin*, 18(4), 63–74.
- Aunio, P., Hannula, M.M. & Räsänen, P. (2004). Matemaattisten taitojen varhaiskehitys. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.). *Matematiikka - näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen* (s.198–221). Niilo Mäki Instituutti.
- Aunio, P., Hautamäki, J. & Mononen, R. (2018). Matematiikan oppimisen ja oppimisvaikeuksien pedagoginen arviointi. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg & P. Räsänen (toim.). *Matematiikan opetus ja oppiminen*. 1.painos Jyväskylä. Niilo Mäki Instituutti.
- Aunola, K. & Nurmi, J. -E. (2018). Matemaattisten taitojen kehitys kouluiässä. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg, & P. Räsänen (toim.). *Matematiikan opetus ja oppiminen* s.54–69). Niilo Mäki Instituutti.
- Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M.-K. & Nurmi, J.-E. (2004). Development dynamics of math performance from preschool to grade 2. *Journal of Educational Psychology* 96, 699–713.

- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change. *Psychological Review* 84 (2), 191–215.
- Bandura, A. (1978). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Advances in Behaviour Research and Therapy* 1(4), 139-161.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. National institution of Mental Health. NJ: Prentice Hall.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York, NY: Freeman
- Bandura, A. (2006). Guide for constructing self-efficacy scales. *Self-efficacy Beliefs of Adolescents* (s. 320–330). Information Age Publishing.
- Bandura, A., Barbaranelli, C., Caprara, G. V. & Pastorelli, C. (1996). Multifaceted impact of self-efficacy beliefs on academic functioning. *Child development*, 67(8), 1206-1222.
- Baquet, G., van Praagh, E. & Berthoin, S. (2003). Endurance training and aerobic fitness in young people. *Sports Medicine* 33(15),1127–1143. DOI: 10.2165/00007256-200333150-00004.
- Bass, R. W., Brown, D. D., Laurson, K. R. & Coleman, M. M. (2013). Physical fitness and academic performance in middle school students. *Acta Paediatrica* 102, 832-837. DOI:10.1111/apa.12278.
- Björn, P. M., Aunola, K. & Nurmi, J. E. (2016). Primary school text comprehension predicts mathematical word problem-solving skills in secondary school. *Educational Psychology*, 36, 362–377.
- Bong, M. & Skaalvik, E. M. (2003). Academic self- concept and self-efficacy: How different are they really? *Educational Psychology Review*, 15,1–40. Viitattu 13.4.2024.
- Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and psychiatry*. 46(1), 3–18.
- Cameron, C. E., Cottone, E. A., Murrah, W. M., & Grissmer, D. W. (2016). How are motor skills linked to children's school performance and academic achievement? *Child Development Perspectives*.
- Chaddock- Heyman, L., Erickson, K. I., Kienzler, C., King, M., Pontifex, M. B., Raine, L. B., Hillman, C. H. & Kramer, A. F. (2015). The role of aerobic fitness in cortical thickness and mathematics achievement in preadolescent children. *PLoS One* 10(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134115>.
- Chaddock-Heyman, L., Hillman, C.H., Cohen, N.J. & Kramer, A.F. (2014). The importance of physical activity and aerobic fitness for cognitive control and memory in children. *Monographs of the Society for Research in Child Development* 79 (4), 25-50.

- Chaddock, L., Erickson, K. I., Prakash, R. S., Kim, J. S., Voss, M. W., Vanpatter, M., Pontifex, M. B., Raine, L. B., Konkel, A., Hillman, C. H., Cohen, N. J. & Kramer, A. F. (2010). A neuroimaging investigation of the association between aerobic fitness, hippocampal volume, and memory performance in preadolescent children. *Brain research*, 1358, 172–183. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2010.08.049>.
- Chaddock, L., Pontifex, M. B., Hillman, C. H. & Kramer, A. F. (2011). A Review of the Relation of Aerobic Fitness and Physical Activity to Brain Structure and Function in Children. *Journal of the Neuropsychological Society* (17), 1–11. doi:10.1017/S1355617711000567.
- Clark, J. E. (2007). On the problem of motor skill development. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 78(5), 39–44. doi:10.1080/07303084.2007.10598023.
- Datar, A., Sturm, R. & Magnabosco, J. L. (2012). Childhood overweight and academic performance: National study of kindergartners and first-graders. *Obesity research*. 12(1), 58-68. <https://doi.org/10.1038/oby.2004.9>.
- Davis, C. & Cooper, S. (2011). Fitness, fatness, cognition, behavior, and academic achievement among overweight children: Do cross-sectional associations correspond to exercise trial outcomes? *Preventive Medicine* 52, 65–69.
- de Bruijin, A. G. M., Konstons, D. D. N. M., van der Fels, I.M.J., Visscher, C., Oosterlaan, J., Hartman, E. & Bosker, R. J. (2019). Importance of aerobic fitness and fundamental motor skills for academic achievement. *Psychology of Sport & Exercise* 43, 200-209. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2019.02.011>.
- de Greef, J. W., Bosker, R. J., Oosterlaan, J., Visscher, C., & Hartman, E. (2018). Effects of physical activity on executive function, attention and academic performance in preadolescent children: a meta-analysis. *Journal of Science and medicine in Sport*. 21(5), 501-507.
- Donnelly, F., Mueller, S. & Gallahue, D. (2016). *Developmental physical education for all children: Theory into Practice*. 5. painos. Champaign: Human Kinetics.
- Elofsson, J., Eglund Bohm, A., Jeppsson, C. & Samuelsson, J. (2018). Physical activity and music to support pre-school children’s mathematics learning. *Education 3–13* 46 (5), 483–493.
- Erickson, K. I., Hillman, C., Stillman, C. M., Ballard, R. M., Bloodgood, B., Conroy, D. E., Macko, R., Marquez, D. X., Petruzzello, S. J. & Powell, K. E. (2019). Physical activity, cognition, and brain outcomes: a review of the 2018 physical activity guidelines.

- Medicine & Science in Sports & Exercise 51(6), 1242-1251.  
DOI:10.1249/MSS.0000000000001936.
- Erickson, K. I., Hillman, C.H. & Kramer, A. F. (2015). Physical activity, brain, and cognition. *Current opinion in behavioral Sciences* 4, 27-32. DOI: 10.1016/j.cobeha.2015.01.005
- Ericsson, I. (2008). Motor skills, attention and academic achievements. An intervention study in school years 1-3. *British Educational Research Journal* 34 (3), 301-313.
- Eromäki, V. (9.12.2021). Suomalainen nuori laskee kaksi arvosanaa huonommin kuin 20 vuotta sitten. *Yle-uutiset*. Viitattu 10.4.2024. <https://yle.fi/a/3-12220417>.
- Eveland-Sayers, B. M., Farley, R. S., Fuller, D. K., Morgan, D. W. & Caputo, J. L. (2009). Physical fitness and academic achievement in elementary school children. *Journal of physical activity & health* 6(1), 99–104. <https://doi.org/10.1123/jpah.6.1.99>.
- Fitts, P.M. & Posner, M.I. (1967). *Human performance*. Belmont, CA: Brooks/Cole.
- Fletcher, J. M., Lyon, G. R., Fuchs, L.S. & Barnes, M.A. (2019). *Learning disabilities: From identification to intervention*. 2. painos. The Guilford Press.
- Gallahue, D. L. & Donnelly, C. F. (2007). *Developmental physical education for all children*. Human Kinetics.
- Gallahue, D. L., Ozmun, J. C. & Goodway, J. D. (2012). *Understanding motor development: Infants, children, adolescents, adults*. 7. painos. New York: The McGraw Hill Companies.
- Geary, D. C. (2000). From infancy to adulthood: the development of numerical abilities. *European Child & Adolescent Psychiatry*. 9 (2), 11-16. <https://doi.org/10.1007/s007870070004>.
- Goodway, J., Ozmun, J. & Gallahue, D. (2021). *Understanding motor development: Infants, children, adolescents, adults*. 8. painos. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning.
- Haapala, E. (2013). Cardiorespiratory Fitness and Motor Skills in Relation to Cognition and Academic Performance in children – A Review. *Journal of Human Kinetics* (36), 55–68. DOI: 10.2478/hukin-2013–0006.
- Haapala, E. A. (2014). Fyysinen aktiivisuus voi tukea oppimista ja koulumenestystä. *NMI-bulletin*. Niilo Mäki -säätö 24(4), 22–33
- Haapala, E. A. (2022). Liikunta- ihmelääke oppimiseen? *Liikunta & Tiede* 59(5), 36–38.
- Haapala, E. A., Poikkeus, A-M., Tompuri, T., Kukkonen-Harjula, K., Leppänen, P.H.T., Lindi, V. & Lakka, T. A. (2014). Association of motor and cardiovascular performance with academic skills in children. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 46(5), 1016-1024. DOI:10.1249/MSS.0000000000000186.

- Haapala, E., Kantomaa, M., Kujala, T., Jaakkola, T. & Tammelin, T. (2017). Liikunnan ja oppimisen vuorovaikutusta kartoittamassa. *Liikunta & Tiede* 54(4), 4–9.
- Haapala, E., Lubans, D., Jaakkola, T., Barker, A., Plaza-Flórida, A., Gracia-Marco, L., Solis-Urra, P., Cadenas-Sánchez, C., Cornejo, I. & Ortega, F. (2023). Which indices of cardiorespiratory fitness are more strongly associated with brain health in children with overweight/obesity? *Scandinavian Journal of Medicine & Science In Sports*. 34. <https://doi.org/10.1111/sms.14549>.
- Hakkarainen, A., Lappalainen, K., & Hotulainen, R. (2017–2019). *Tavoitteena tutkinto (TATU): Katse nuorten positiivisiin kehityskulkuihin*. Tutkimushanke, Itä-Suomen yliopisto.
- Halinen, I., Hotulainen, R., Kauppinen, E., Nilivaara, P., Raami, A. & Vainikainen, M-P. (2016). *Ajattelun taidot ja oppiminen*. E- kirja. Jyväskylä. PS-kustannus. Viitattu 25.4.2023.
- Hannula, M. & Lepola, J. (2006). Matemaattisten taitojen kehittyminen esi- ja alkuopetuksen aikana: Mitkä tekijät ennakoivat aritmeettisten taitojen kehitystä? Teoksessa J. Lepola & M. Hannula (toim.). *Kohti koulua. Kielellisten, matemaattisten ja motivationaalisten valmiuksien kehitys*. Turku: Turun yliopiston kasvatustieteiden laitos, 129–153.
- Heikkilä, T. (2014). *Tilastollinen tutkimus*. Edita Publishing.
- Hendy, J., Lyons, E. & Breakwell, G. M. (2006). Genetic testing and the relationship between specific and general self-efficacy. *British journal of health psychology*, 11(2), 221-233. Viitattu 12.4.2024. <https://doi.org/10.1348/135910705X52543>.
- Hill, F., Mammarella, I. C., Devine, A., Caviola, S., Paasolunghi, M. C. & Szücs, D. (2016). Maths anxiety in primary and secondary school students: Gender differences, developmental changes and anxiety specificity. *Learning and Individual Differences*, 48, 45-53.
- Hillman, C. H. & Biggan, J. R. (2017). A Review of Childhood physical activity, brain, and cognition: perspectives on the future. *Pediatric Exercise Science* 29(2), 170-176. DOI: 10.1123/pes.2016-0125.
- Hillman, C. H., Erickson, K. I. & Kramer, A. F. (2008). Be Smart, Exercise Your heart: Exercise Effects on Brain and Cognition. *Nature Reviews Neuroscience* (9), 58–65 <https://doi.org/10.1038/nrn2298>.
- Holopainen, M. & Pulkkinen, P. (2004). *Tilastolliset menetelmät*. 1.–3. painos. Porvoo: WSOY.
- Hirsijärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. (2009). *Tutki ja kirjoita*. 15. uudistettu painos. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.



- Huang, X. & Mayer, R.E. (2019). Adding self-efficacy Features to an Online Statistics Lesson. *Journal of Education Computing Research*, 57(4), 1003-1037. Viitattu 13.4.2024. <https://doi.org/10.1177/0735633118771085>.
- Huhtiniemi, M. (2021). Syksyn 2020 Move! -mittaukset: istuva elämäntapa näkyy tuloksissa. *Liikunta & Tiede* 58(1), 13–16.
- Huhtiniemi, M. (2022). Syksyn 2021 Move! -mittaukset: fyysinen toimintakyky heikko kahdella viidesosalla koululaisista. *Liikunta & Tiede* 59(1), 19–23.
- Hujanen, O. (2020). Oppilaan minäpystyvyyden tukeminen vuoden 2014 1–6 luokkien perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa. Helsingin yliopisto. Kasvatustieteellinen tiedekunta, kasvatustieteiden maisteriohjelma. Pro gradu. Viitattu 13.4.2024. <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/60a4029c-8c55-486b-8b36-501f3e978ecb/content>.
- Husu, P., Tokola, K., Vähä-Ypyä, H. & Vasankari, T. (2023). Liikemittarilla mitatun liikkumisen, paikallaanolon ja unen määrä. Teoksessa S. Kokko & L. Martin, (toim.) Lasten ja nuorten liikuntakäyttäytyminen Suomessa. LIITU-tutkimuksen tuloksia 2022. Valtion liikuntaneuvoston julkaisuja 2023:1. Viitattu 25.4.2023.
- Hänninen, T. & Hallikainen, I. (2022). Kognitiiviset toiminnot. *Gerontologia 2022 -oppikirja*. Duodecim oppiportti. Viitattu 25.4.2023.
- Ikävalko, T., Lehto, S., Lintu, N., Väistö, J., Eloranta, A.-M., Haapala, E., Vierola, A., Myllykangas, R., Tuomilehto, H., Brage, S., Pakkala, R., Närhi, M. & Lakka, T. A. (2018). Health-related correlates of psychological well-being among girls and boys 6-8 years of age: The Physical Activity and nutrition in Children study. *Journal of Paediatrics and Child Health* 54(5), 506-509. <https://doi.org/10.1111/jpc.13891>.
- Ishihara, T., Drolette, E. S., Ludyga, S., Hillman, C. H. & Kamijo, K. (2021). The effects of acute aerobic exercise on executive function: A Systematic review and meta-analysis of individual participant data. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* (128), 258-269. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.06.026>.
- Jaakkola, T. (2010). Liikuntataitojen oppiminen ja taitoharjoittelu. Jyväskylä: PS-kustannus.
- Jaakkola, T. (2013). Liikuntataitojen oppiminen. Teoksessa Jaakkola, T., Liukkonen, J. & Sääkslahti, A. (toim.). Liikuntapedagogiikka. Jyväskylä: PS-kustannus, 162–184.
- Jaakkola, T., (2016). Juokse, hyppää, heitä, ota kiinni! Perusliikuntataitojen opettaminen lapsille ja nuorille. E-kirja. Jyväskylä. PS-kustannus.
- Jaakkola, T., Hakkarainen, A., Gråsten, A., Sipinen, E., Vanhala, A., Huhtiniemi, M., Laine, A., Salin, K. & Aunio, P. (2021). Identifying childhood movement profiles and

- comparing differences in mathematical skills between clusters: A latent profile analysis. *Journal of Sports Sciences* 39(21), 2503–2508, <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1949114>.
- Jaakkola, T., Hillman, C., Kalaja, S. & Liukkonen, J., (2015). The associations among fundamental movement skills, self-reported activity and academic performance during junior high school in Finland. *Journal of Sports Sciences* 33(16): 1-11.
- Jaakkola, T., Huhtiniemi, M. & Salin, K. (2022). Longitudinal associations among cardiorespiratory fitness and objectively measured moderate- to- vigorous physical activity of Finnish schoolchildren. HEPA Europe Conference. Abstract citation ID: ckac095.042 P03-06
- Jaakkola, T., Liukkonen, J. & Sääkslahti, A.(toim.). (2017). *Liikuntapedagogiikka 2. uudistettu painos*. Jyväskylän PS-kustannus
- Jaakkola, T., Sääkslahti, A., Liukkonen, J. & Iivonen, S. 2012. *Peruskoululaisten fyysisen toimintakyvyn seurantajärjestelmä (FTS)*. Jyväskylän yliopisto. Liikunta- ja terveystieteiden tiedekunta.
- Joensuu, L., Csányi, T., Huhtiniemi, M., Kälbi, K., Magalhães, J., Milanovic, I., Morrison, S., Ortega, F., Sardinha, L., Starc, G., Tammelin, T. & Jurak, G. (2024). How to design and establish a national school-based physical fitness monitoring and surveillance system for children and adolescents: A 10- step approach recommended by the FitBack network. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 34 (3). <https://doi.org/10.1111/sms.14593>.
- Joët, G., Usher, E. & Bressoux, P. (2011). Sources of self-efficacy. An investigation of elementary school students in France. *Journal of Educational Psychology*, 103, 649–663. <https://doi.org/10.1037/a0024048>
- Jyväskylän yliopisto. (2015). Määrällinen tutkimus. Verkkosivu. Viitattu 13.4.2024. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/maarallinen-tutkimus>.
- Kalaja, S. & Jaakkola, T. 2015. Taidon harjoittaminen. Teoksessa K. Hämäläinen, K. Danskanen, H. Hakkarainen, T., Lintunen, T. Jaakkola, P. Arajärvi, T. Lehtoviita, K. Forsblom, S. Pulkkinen, K. Pasanen, S. Kalaja & J. Riski (toim.). *Lasten ja nuorten hyvä harjoittelu*. Lahti: VK-kustannus. 194–209.
- Kantomaa, M., Syväoja, H. & Tammelin, T. (2013). Liikunta – hyödyntämätön voimavara oppimisessa ja opettamisessa? *Liikunta ja Tiede* 50 (4),12–17.

- Karvi. (2023). Huomattava osa 9. luokan oppilaista ratkaisee matematiikan tehtäviä alakoululaisen tasoisesti. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus tiedote. Viitattu 10.4.2024. <https://www.karvi.fi/fi/ajankohtaista/uutiset/huomattava-osa-9-luokan-oppilaista-ratkaisee-matematiikan-tehtavia-alakoululaisen-tasoisesti>.
- Kokko, S. & Martin L. (2023). Lasten ja nuorten liikuntakäyttäytyminen Suomessa. LIITU-tutkimuksen tuloksia 2022. Valtion liikuntaneuvoston julkaisuja 2023:1.
- Kokko, S., Martin, L., Villberg, J., Ng, K. & Mehtälä, A. (2019). Itsearvioitu liikuntaaktiivisuus, ruutu-aika ja sosiaalinen media sekä liikkumisen seurantalaitteet ja -sovellukset. Teoksessa S. Kokko & L. Martin, (toim.). Lasten ja nuorten liikuntakäyttäytyminen Suomessa. LIITU-tutkimuksen tuloksia 2018. Valtion liikuntaneuvoston julkaisuja 2019:1.
- Kokko, S., Mehtälä, A., Villberg, J., Ng, K. & Hämylä, R. (2016). Itsearvioitu liikuntaaktiivisuus, istuminen ja ruutu-aika sekä liikkumisen seurantalaitteet ja -sovellukset. Teoksessa S. Kokko & A. Mehtälä. (toim.). Lasten ja nuorten liikuntakäyttäytyminen Suomessa. LIITU-tutkimuksen tuloksia 2016. Valtion liikuntaneuvoston julkaisuja 2016:4.
- 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*. Opetus 2000. Jyväskylä: PS-Kustannus, 333–345.
- Korpipää, H., Koponen, T. & Lerkkanen, M.-K. (2021). Minäuskomukset ja matematiikan oppiminen: Matematiikan maailma -hankkeen kokemuksia. Oppimisen ja oppimisvaikeuksien erityislehti: NMI-bulletin, 31(1),60–67. Viitattu 12.4.2024. <https://bulletin.nmi.fi/2021/03/03/minauskomukset-jamatematiikan-oppiminen-matematiikan-maailmaan-hankkeen-kokemuksia/>.
- Kujala, T., Krause, C. M., Sajaniemi, N., Silvén, M., Jaakkola, T. & Nyssölä, K. (toim.). (2012). *Aivot, oppimisen valmiudet ja koulunkäynti*. Neuro- ja kognitiotieteellinen näkökulma. Opetushallitus, muistiot 2012:1. Helsinki 2012. ISBN 978-952-13-5039-9 (pdf).
- Kwak, L., Kremers, S. P., Bergman, P., Ruiz, J. R., Rizzo, N. S. & Sjöström, M. (2009). Associations between physical activity, fitness, and academic achievement. *The Journal of pediatrics* 155(6), 914–918. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2009.06.019>.
- Lerkkanen, M.-K., Rausku-Puttonen, H., Aunola, K. & Nurmi, J.-E. (2005). Mathematical performance predicts progress in reading comprehension among 7-year olds. *Journal of Early Childhood Research*. 20(2), 121–137. <https://doi.org/10.1007/BF03173503>.

- Lintu, N., Joensuu, L., Barker, A., Sansum, K., Lakka, T. A., Huotari, P. & Haapala, E. A. (2018). Lasten ja nuorten kestävyyskunto. *Liikunta & Tiede* 55(4), 36–43.
- Liukkonen, C. (2022). 9. Luokkalaisten yleinen minäpystyvyys ja sen lähteet. Lapin yliopisto, Kasvatustieteiden tiedekunta, yleinen kasvatustiede. Pro gradu. Viitattu 12.4.2024.
- Lopes, L., Santos, R., Pereira, B. & Lopes, V. P. (2013). Associations between gross motor coordination and academic achievement in elementary school children. *Human movement science*, 32(1), 9–20. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2012.05.005>.
- Lopes, V. P., Rodrigues, L.P., Maia, J. A. & Malina, R. M. (2011). Motor coordination as predictor of physical activity in childhood. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 21(5), 663-669. Viitattu 17.4.2024. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01027.x>.
- Luszczynska, A. & Schwarzer, U. (2005). The general self-efficacy scale: multicultural validation studies. *The Journal of Psychology* 139 (5), 439–457.
- Magill, R. A. (2011). *Motor learning and control: Concepts and applications*. 9. painos. New York: The McGraw Hill Companies.
- Martin, L., Kokko, S., Villberg, J., Suomi, K. & Ng, Kwok. (2023). Itsearvioitu liikuntaaktiivisuus, liikuntatilanteet, liikkumisympäristöt ja liikkumisen seurantalaitteet. Teoksessa S. Kokko & L. Martin, (toim.). *Lasten ja nuorten liikuntakäyttäytyminen Suomessa. LIITU-tutkimuksen tuloksia 2022. Valtion liikuntaneuvoston julkaisuja 2023:1*.
- McArdle, W., Katch, F & Katch, V. (2010). *Exercise physiology: energy, nutrition and human performance*. 7. painos. Philadelphia, Penn: Lippincott.
- Metsämuuronen, J. & Nousiainen, S. (2021). *Matematiikkaa covid-19-pandemian varjossa - matematiikan osaaminen 9.luokan lopussa keväällä 2021*. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus julkaisut 27:2021. ISBN 978-952-206-715-9 pdf.
- Metsämuuronen, J. (2005). *Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä*. 2.uudistettu painos. Jyväskylä: Gummerrus Kirjapaino Oy.
- Metsämuuronen, J. (2011). *Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä*. [www.booky.fi](http://www.booky.fi) E-Kirja.
- Morales, J., Pellicer-Chenoll, M., Garcia-Masso, X., Gomez, A., Gomis, M. & Gonzales, LM. 2011. Relation between physical activity and academic performance in 3rd- year secondary education students. *Perceptual and Motor Skills* 113 (2), 539–546.

- Mäntylä, T., Tammelin, T. H., Asunta, P., Salin, K., Sneek, S., Palomäki, S. & Syväoja, H. J. (2022). Motoristen perustaitojen yhteydet matemaattisiin taitoihin kolmasluokkalaisilla. *Liikunta & Tiede*, 59(2), 75–82.
- Määttä, S. (2020). Motivaatio ja oppiminen. Teoksessa S. Tuovila, L. Kairaluoma, & V. Majonen (toim.), *Luku- ja kirjoitustaidon pedagogikkaa yläkouluun*. Sivut 10–18). Lapin yliopisto. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-337-206-1>.
- Nabavi, R. T. & Bijandi, M. S. (2012). Bandura's Social Cognitive Learning Theory & Social Cognitive Learning Theory. *Theories of Developmental Psychology*.
- Nokia, M., Wikgren, J. & Kainulainen, H. (2017). Fyysinen aktiivisuus pitää yllä aivojenkin terveyttä ja toimintakykyä läpi elämän. *Liikunta & Tiede*, 54(4), 14–16.
- Nummela, A. 2010. Kestävyyssominaisuuksien mittaaminen. Teoksessa K. L. Keskinen, K. Häkkinen & M. Kallinen. *Kuntotestauksen käsikirja*. Tampere: Liikuntatieteellinen seuran julkaisuja 156, 51–124.
- Nummenmaa, L. (2006). Kognitio ja emootio. Teoksessa Hämäläinen, H., Laine, M., Aaltonen, O. & Revonsuo, A. *Mieli ja Aivot. Kognitiivisen neurotieteen oppikirja*. Jyväskylä. PS-kustannus.
- Numminen, P. (2005). *Avaa ovi lapsen maailmaan*. Tampere: Pilot-kustannus Oy.
- Närhi, V. & Korhonen, T. (2006). Toiminnanohjauksen kehitys. Teoksessa Hämäläinen, H., Laine, M., Aaltonen, O. & Revonsuo, A. *Mieli ja Aivot. Kognitiivisen neurotieteen oppikirja*. Jyväskylä. PS-kustannus.
- OAJ. (9.12.2021). Matematiikan osaamisen tason lasku vaatii pikaisia korjaavia toimenpiteitä. OAJ uutinen. Viitattu 10.4.2024. Matematiikan osaamisen tason lasku vaatii pikaisia korjaavia toimenpiteitä (oaj.fi).
- Oettingen, G. 1995. Gross-cultural perspectives on self-efficacy. Teoksessa A. Bandura (toim.) *Self-efficacy in changing societies*. Cambridge: Cambridge University Press. 149–171. E-kirja.
- Opetus- ja kulttuuriministeriö. (2021). *Liikkumissuositus 7–17-vuotiaille lapsille ja nuorille*. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisusarja 2021:19. Viitattu 27.4.2023. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-263-853-3>.
- Opetus- ja kulttuuriministeriö. (2023). *PISA 2022 ensituloksia*. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2023:49. Viitattu 10.4.2024. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-263-949-3>.

- Opetushallitus. (s.a.) 8. Luokan oppilaan tuloslomake. Move!- fyysisen toimintakyvyn mittaus- ja palautejärjestelmä. Viitattu 24.4.2024. [https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/move\\_oppilaslomake8lk\\_0.pdf](https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/move_oppilaslomake8lk_0.pdf)
- Opetushallitus. (2023a). Lasten ja nuorten fyysisen toimintakyvyn lasku on tasaantunut. opetushallitus tiedote. Viitattu 8.4.2024. <https://www.oph.fi/fi/uutiset/2023/lasten-ja-nuorten-fyysisen-toimintakyvyn-lasku-tasaantunut>.
- Opetushallitus. (2021). Fyysisen toimintakyvyn mittaus- ja palautejärjestelmä Move! -mittauskäsikirja. Teoksessa M. Huhtiniemi (toim.) Fyysisen toimintakyvyn mittaus- ja palautejärjestelmä Move! 2021. Viitattu 13.4.2024. [www.oph.fi/move](http://www.oph.fi/move).
- Opetushallitus. (2023b). Move! - Fyysisen toimintakyvyn seurantajärjestelmä: Tulokset koko maa syksy 2023. Viitattu 8.4.2024. [https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/kokomaa\\_helalandet\\_move2023.pdf](https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/kokomaa_helalandet_move2023.pdf).
- Paananen, M. (2020). Itsesäätelyn ja toiminnanohjaus oppimistilanteissa: itsesäätelyn minäpystyvyys ja taitojen kehittäminen alakoululaisilla. Oppimisen ja oppimisvaikeuksien erityislehti: NMI- bulletin, 30(2), 4–10. Viitattu 13.4.2024. <https://bulletin.nmi.fi/2021/03/01/itsesaately-jatoiminnanohjaus-oppimistilan-teissa-itsesaatelyn-minapystyvyys-ja-taitojen-kehittaminenalakoululaisilla/>.
- Paavilainen, P. (2020). Toimivat aivot kognitiivisen neurotieteen perusteita. E-kirja. 2.uudistettu painos. Helsinki. Edita.
- Pajares, F. (2005). Self- efficacy during childhood and adolescence. Implications for teachers and parents. Charlotte: Information Age Publishing, 339–367.
- Palomäki, S. & Heikinaro- Johansson, P. (2011). Liikunnan oppimistulosten seuranta-arviointi perusopetuksessa 2010. Opetushallitus. Koulutuksen seurantaraportit 2011:4. Viitattu 17.4.2024. <https://www.oph.fi/fi/tietoaineistot-ja-analyysit>.
- Paukkeri, V. (2013). Matemaattisten taitojen kehittyminen esiopetuksesta neljännelle luokalle. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutus laitos. Pro gradu –tutkielma. Viitattu 10.4.2024.
- Peng, P., Namkung, J., Barnes, M. & Sun, C. (2016). A meta-Analysis of Mathematics and Working Memory: Moderating Effects of Working Memory Domain, Type of Mathematics Skill, and sample Characteristic. *Journal of Educational Psychology*, 108(4), 455–473. <https://doi.org/10.1037/edu0000079>.
- Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014. (2014). Opetushallitus. Määräykset ja ohjeet 2014:96. Viitattu 4.4.2023. [https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen\\_opetussuunnitelman\\_perusteet\\_2014.pdf](https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf).

- Perustuslaki 731/1999. (1999). Viitattu 13.4.2024.  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990731>.
- Pesu, L. (2017). Vanhempien ja opettajien lapsen taitoja koskevien uskomusten yhteydet lapsen oppijaminäkuvan kehitykseen: väitöskirja. Oppimisen ja oppimisvaikeuksien erityislehti: NMI-bulletin, 27(3), 11–14. Viitattu 12.4.2024.  
<https://bulletin.nmi.fi/2019/10/01/vaitoskirja-vanhempien-ja-opettajienlapsen-taitoja-koskevien-uskomusten-yhteydet-lapsen-oppijaminakuvan-kehitykseen-2/>.
- Peura, P. (2021). “Pystynkö minä?”: lasten uskomukset omista kyvyistään merkityksellisiä lukutaidon kehittymiselle. Oppimisen ja oppimisvaikeuksien erityislehti: NMI-bulletin, 31(4), 4–9. Viitattu 12.4.2024. <https://bulletin.nmi.fi/2022/01/26/pystynko-mina-lasten-uskomukset-omista-kyvyistaanmerkityksellisia-lukutaidon-kehittymiselle/>.
- Quka, N. & Selenica, R. (2022). Physical performance in youth. *European Journal of Medicine and Natural Sciences* 5(1), 1–8.
- Raghubar, K. P., Barnes, M. A. & Hecht, S. A. (2010). Working memory and mathematics: A review of developmental, individual difference, and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences*, 20, 110–122.
- Rajala, K., Haapala, H., Kantomaa, M. & Tammelin, T. (2010). Liikunnan edistäminen lapsilla ja nuorilla – liikuntaan vaikuttavat tekijät ja liikuntainterventioiden vaikutukset. Tutkimus -ja kirjallisuuskatsaus. Nuori Suomi ry: Liikunnasta syrjäytyneiden lasten ja nuorten fyysinen aktivointi -hanke.
- Reed, J., Einstein, G., Hahn, E., Hooker, S., Gross, V. & Kravitz, J. (2010). Examining the impact of integrating physical activity on fluid intelligence and academic performance in an elementary school setting: a preliminary investigation. *Journal of Physical Activity & Health* 7 (3), 34.
- Resaland, G. K., Moe, V. F., Bartholomew, J. B., Andersen, L. B., McKay, H. A., Anderssen, S. A. & Aadland, E. (2018). Gender- specific effects of physical activity on children’s academic performance: The Active Smarter Kids cluster randomized controlled trial. *Preventive Medicine*, 106, 171-176.
- Rosselli, M., Ardila, A., Matute, E. & Inozemtseva, O. (2009). Gender differences and cognitive correlates of mathematical skills in school-aged children. *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and abnormal development in Childhood and Adolescence*, 15. 10.1080/09297040802195205.
- Ruotsalainen, I., Renvall, V., Gorbach, T., Syväoja, H. J., Tammelin, T. H., Karvanen, J. & Parviainen, T. (2019). Aerobic fitness, but not physical activity, is associated with grey

- matter volume in adolescents. *Behavioral Brain Research* (362), 122-130. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2018.12.04>.
- Räsänen, P. & Leino, L. (2005). KTLT- Laskutaidon testi luokka-asteille 7–9. Niilo Mäki Instituutti.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2003). Knowledge Building. In *Encyclopedia of Education*. 2. painos. New York: Macmillan Reference, USA.
- Schunk, D. H. (1990). Goal setting and self- efficacy during self-regulated learning. *Educational Psychologist*. 25(1), 71-86. Viitattu 18.4.2024. [https://doi.org/10.1207/s15326985ep2501\\_6](https://doi.org/10.1207/s15326985ep2501_6).
- Schutte, N., Nederend, I., Hudziak, J., Bartels, M. & de Geus, E. J. C. (2016). Twin-sibling study and meta-analysis on the heritability of maximal oxygen consumption. *Physiol Genomics* 48: 210–219. <https://doi.org/10.1152/physiolgenomics.00117.2015>.
- Seta (2023). Intersukupuolisuus. Viitattu 17.4.2024 <https://seta.fi/sateenkaaritieto/sukupuolenmoninaisuus/intersukupuolisuus/>.
- Simula, M., Juutinen, T., Kekäläinen, T., Salmi, A., Valittu, M., Turunen, K. & Niemi, P. (16.11.2023). Tutkimusetiikan syventäminen. Tutkimusetiikan syventäminen (LTKS)1001) luento. Liikuntatieteellinen tiedekunta. Jyväskylän yliopisto.
- Singh, A. S., Saliasi, E., Berg, V. van den Uijtdewillingen, L., Groot, R. H. M. de Jolles, J., Andersen, L. B. Bailey, R., Chang, Y.-K., Diamond, A. Ericsson, I., Etnier, J. L., Fedewa, A. L., Hillman, C. H., McMorris, T., Pesce, C., Pühse, U., Tomporowski, P.D., & Chinapaw, M. J. M. (2019). Effects of physical activity on children’s academic performance: The Active Smarter Kids cluster randomized controlled trial. *Preventive medicine*, 106, 171-176.
- Shavelson, R. J., Hubner, J.J., & Stanton, G. C. (1976). Self-concept: Validation of construct interpretations. *Review of Educational Research*, 46, 407–444. Viitattu 12.4.2024.
- Skog, H., Lintu, N., Haapala, H. L. & Haapala, E. A. (2020). Associations of cardiorespiratory fitness, adiposity, and arterial stiffness with cognition in youth. *Physiological Reports*, 8(18). <https://doi.org/10.14814/phy2.14586>.
- Sneck, S., Viholainen, H., Syväoja, H., Kankaanpää, A., Hakonen, H., Poikkeus, A.-M. & Tammelin, T. (2019). Effects of school-based physical activity on mathematics performance in children: a systematic review. *International Journal of behavioral nutrition and physical Activity*, 16(1), 109.



- Stodden, D., Goodway, J., Langendorfer, S., Robertson, M. & Rudisill, M. 2008. A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: An emergent relationship. *Quest* 60 (2), 290–306.
- Strean, W. B. (2009). Remembering instructors: play, pain and pedagogy. *Qualitative Research in Sport and Exercise* 1 (3): 210–220 doi: 10.1080/19398440903192290.
- Strong, W. B., Malina, R. M., Blimkie, C.J.R., Daniels, S. R. Dishman, R.K., Gutin, B. hergenroeder, A.C. Must, A., Nixon, P.A., Pivarnik, J.M., Rowland, T., Trost, S. & Trudeau, F. (2005). Evidence based physical activity for school-age youth. *The Journal of Pediatrics* 146 (6), 732–737. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2005.01.055>.
- Syväoja, H. J., Kankaanpää, A., Hakonen, H., Inkinen, V., Kulmala, J., Joensuu, L., Räsänen, P., Hillman, C. H. & Tammelin, T. H. (2021). How physical activity, fitness, and motor skills contribute to math performance: Working memory as a mediating factor. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 31(12), 2310–2321. <https://doi.org/10.1111/sms.14049>.
- Syväoja, H., Kankaanpää, A., Joensuu, L., Kallio, J., Hakonen, H., Hillman, C. H. & Tammelin, T. H. (2019). The longitudinal associations of fitness and motor skills with academic achievement. *Official journal of the American college of sports medicine* 2050-2057. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002031>.
- Syväoja, H., Kantomaa, M., Laine, K., Jaakkola, T., Pyhältö, K. & Tammelin, T. (2012). *Liikunta ja oppiminen. Opetushallitus ja LIKES-tutkimuskeskus. Opetushallitus, Muistiot 2012:5. Helsinki 2012. ISBN 978-952-13-5293-5 (pdf)*.
- Syväoja, H., Tammelin, T. H., Ahonen, T., Kankaanpää, A. & Kantomaa, M. T. (2014). The associations of objectively measured physical activity and sedentary time with cognitive functions in school-aged children. *PLOS ONE*, 9(7). [Doi.org/10.1371/journal.pone.0103559](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103559).
- Sääkslahti, A. (2020). Move! kartuttaa arvokasta trenditietoa. *Liikunta ja tiede*, 57(1), 14–16.
- Sääkslahti, A. (2015). *Liikunta varhaiskasvatuksessa*. Jyväskylä: PS-kustannus.
- TENK. (2023). Hyvä tieteellinen käytäntö (HTK). Viitattu 17.4.2024 <https://tenk.fi/fi/tiedevilppi/hyva-tieteellinen-kaytanta-htk>.
- Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. (2020). Elintavat ja ravitsemus. Liikunnan terveyshyödyt. Viitattu 18.4.2023. <https://thl.fi/fi/web/elintavat-ja-ravitsemus/liikunta/liikunnan-terveyshyodyt>
- Tietoarkisto. (s.a). Mittaaminen: Mittarin luotettavuus. Verkkosivu. Viitattu 13.4.2024. <https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/mittaaminen/luotettavuus.html#validiteetti>.

- Tietoarkisto. (2022a). Pearsonin korrelaatiokerroin. Teoksessa Kvantitatiivisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Viitattu 18.4.2024. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvanti/korrelaatio/korrelaatio/>.
- Tietoarkisto. (2022b). Standardointi. Teoksessa Kvantitatiivisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Viitattu 18.4.2024. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvanti/regressio/moderaatio/#Standardointi>.
- Tilastokeskus. (2024). Käsitteet- Validiteetti. Verkkosivu. Viitattu 13.4.2024. <https://www.stat.fi/meta/kas/validiteetti.html>.
- Tremblay, M. S., LeBlanc, A. G., Kho, M. E., Saunders, T. J., Larouche, R., Colley, R. C., Goldfield, G. & Connor Gorber, S. (2011). Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth. *International Journal of Behavioral nutrition and Physical Activity* 8(1). <https://doi.org/10.1186/1479-5868-8-98>.
- Tsang, S., Hui, E. & Law, B. (2012). Self- efficacy as a positive youth development construct: a conceptual review. *The Scientific World* 2012, 1–7.
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. (2019). Ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettiset periaatteet ja ihmistieteiden eettinen ennakoarviointi Suomessa- Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje 2019. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan julkaisuja 3/2019. Toinen, uudistettu painos. Viitattu 13.4.2024. ISSN 2669-9427 (pdf).
- UKK-instituutti. (2020). Kestävyyskunto. Verkkosivu. Viitattu 4.4.2023. <https://ukkinstituutti.fi/fyysinen-kunto/kunnon-osa-alueet/kestavyyskunto/>.
- Valjus, K. (2015). Kestävyyskunnan ja motoristen taitojen yhteydet lasten oppimistuloksiin ja kognitiivisiin taitoihin. Jyväskylän yliopisto. Liikuntatieteellinen tiedekunta. Liikuntabiologian laitos. Liikuntafysiologian Pro gradu –tutkielma. Viitattu 10.4.2024.
- Valli, R. (2015). Johdatus tilastolliseen tutkimukseen 2. uudistettu painos. Jyväskylä: PS-kustannus.
- Van Luit, J., Van de Rijt B. & Aunio, P. (2006). Lukukäsitetesti. *LukiMat*. Viitattu 10.4.2023. <http://www.lukimat.fi/matematiikka/tietopalvelu/perustaitojen-arviointi/matemaattisten-taitojen-arviointivalineita/lukukasitetesti>.
- Van Rooij, E., Fokkens-Bruinsma, M. & Goedhart, M. (2019). Preparing science undergraduates for teaching career: sources of their teacher self-efficacy. *The teacher educator* 54 (3), 270–294.

- Vermeer, H. J., Boekaerts, M. & Seegers, G. (2000). Motivational and gender differences: Sixth-grade students' mathematical problem-solving behavior. *Journal of Educational Psychology*, 92, 308–315.
- Voos, M.C., Piemonte, M.E.P., Castelli, L.Z., Machado, M.S.A., Dos Santos Texeira, P.P. & Caromano, F.A. 2015. Association between educational status and dualtask performance in young adults. *Perceptual & Motor Skills: Learning & Memory* 120 (2), 1–22.
- Waddington, J. (2023). Key concepts in let – Self-efficacy. *ELT Journal*. 77(2). Viitattu 12.4.2024. <https://doi.org/10.1093/elt/ccac046>.
- Wigfield, A. & Eccles. J. S. (2000). Expectancy – value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 68–81.
- Zhang, X., Räsänen, P., Koponen, T., Aunola, K., Lerkkanen, M.-K. & Nurmi, J.-E. (2017). Knowing, applying, and reasoning about arithmetic: Roles of domain-general and numerical skills in multiple domains of arithmetic learning. *Developmental Psychology*, 53, 2304–2318.
- Zhu, Z. (2007). Gender differences in mathematical problem-solving patterns: A review of literature. *International Educational Journal*, 8, 187–203.

