



KANSALLINEN
KOULUTUKSEN
ARVIOINTIKESKUS

MATEMATIIKKA COVID-19- PANDEMIAN VARJOSSA III

Syventäviä analyyseja matematiikan 9. luokan
arvioinnista keväällä 2021

MATEMATIIKKA COVID-19- PANDEMIAN VARJOSSA III

Syventäviä analyyseja matematiikan 9. luokan
arvioinnista keväällä 2021

Jari Metsämuuronen



Kansallinen koulutuksen arviointikeskus

Julkaisut 31:2023

JULKAISIJA Kansallinen koulutuksen arviointikeskus

KANSI JA ULKOASU Juha Juvonen (org.) & Ahoy, Jussi Aho (edit)

TAITTO PunaMusta Oy

ISBN 978-952-206-824-8 pdf

ISSN 2342-4184 (verkkojulkaisu)

© Kansallinen koulutuksen arviointikeskus

Julkaisija

Kansallinen koulutuksen arviointikeskus (KARVI)

Julkaisun nimi

MATEMATIIKKA COVID-19-PANDEMIAN VARJOSSA III

Syventäviä analyysejä matematiikan 9. luokan arvioinnista keväällä 2021

Tekijät

Jari Metsämuuronen

Raportissa tarkastellaan keväällä 2021 tehdyn perusopetuksen päättövaiheen arvioinnin perusteella matematiikan osaamiseen liittyviä ja vaikuttavia tekijöitä oppilaaseen, vertaisryhmään, kotitavastaan, opettajaan ja kouluun liittyvien tekijöiden näkökulmista. Kaikkiaan tiedonkeruu oli monipuolisempi ja laajempi kuin aiemmat matematiikan päättövaiheen arvioinnit. Myös otoskooltaan aineisto on selvästi laajempi kuin aiemmin ($n = 12\,484$ oppilasta 165 koulusta). Tämä johtui yhtäältä otantatavasta, jossa mukaan valitun koulutuksen järjestäjän kouluista valittiin edustava otos aineistoon ja toisaalta siitä, että mukaan valitusta koulusta otettiin aineistoon kaikki oppilaat.

Osaamisen pitkäaikaiseen laskeva trendi on pitkälti samanlaista erilaisissa demografisissa tai muulla tavoin selkeästi eroteltavissa ryhmissä. Osaamisen muutoksen trendi ei juuri poikkea sukupuolten, kieliryhmien tai kuntaryhmien välillä, vaikka osaaminen onkin ollut systemaattisesti matalammalla tasolla maaseutumaisissa kouluissa verrattuna kaupunkimaisiin kouluihin.

Oppilaiden osaamisen vaihtelu 9. luokalla on erittäin suurta ulottuen alkuopetuksen keskitasosta lukion pitkän matematiikan keskitasoon. Tasoerot sukupuolten välillä eivät ole merkittäviä. Sen sijaan erot ilmenevät osa-alueiden profiileissa ja ääriosajien ryhmissä. Pojat ovat hieman tyttöjä parempia päässälaskutyypisissä tehtävissä sekä tavoitteissa ”algoritmit ja ohjelmointi”, ”päässälaskut” ja ”prosenttilaskut”. Vastaavasti tytöt ovat parempia tavoitteessa ”yhtälöt”. Poikien suhteellinen osuus erittäin heikosti ja erittäin hyvin suoriutuneista oppilaista on merkittävästi suurempi kuin tyttöjen. Arvosanan 5, 6 tai 7 saaneet oppilaat suoriutuivat kokonaisosaamiseensa nähden järjestelmällisesti heikommin matemaattiseen ajatteluun ja todennäköisyyteen sekä päässälaskuihin liittyvissä tehtävissä.

Oppilaiden osaamista selittää merkittävästi se, miten selkeä suunnitelma heillä on peruskoulun jälkeisille opinnoille. Lukion pitkän matematiikan opintoihin suuntautuvien oppilaiden osaaminen on yli 150 pistettä korkeampi kuin niillä, jotka aikovat hankkia lisävalmiuksia toisen asteen koulutusta varten (mm. kymppiluokka tai valmistava opetus).

Vertaisryhmään liittyviä tekijöitä tarkasteltiin kolmesta kouluhyvinvointiin liittyvästä näkökulmasta: emotionaalinen kouluhyvinvointi, sosiaalinen kouluhyvinvointi ja kouluhyvinvointia mahdollistavat tekijät. Emotionaalisen hyvinvoinnin osatekijät, kuten kouluviihtyvyys ja positiivinen asenne matematiikkaa kohtaan, ovat selvästi yhteydessä matematiikan osaamiseen. Näitä on kuitenkin vaikea erottaa oppilaan yksilöllisistä tekijöistä. Sen sijaan sosiaalisten hyvinvoinnin osatekijöistä esimerkiksi koulukiusaaminen ja oppilaiden toisiaan kohtaan osoittama

auttamistaipumus eivät juuri selitä matematiikan osaamisen eroja. Kouluhyvinvointia mahdollistavista tekijöistä kodin tuki, luokkailmapiiri ja häiriöt oppitunneilla selittävät osaamista enemmän kuin sosiaaliset hyvinvoinnin osatekijät.

Kotitaustaan liittyvistä tekijöistä merkittävin osaamisen erojen selittäjä on vanhempien koulutustausta. Yliopistotasaisen koulutuksen suorittaneiden vanhempien lapset suoriutuivat päättövaiheessa merkittävästi paremmin kun oppilaat, joiden vanhemmilla oli enintään peruskoulu- tai ammatillista tutkintoa vastaava koulutustaso. Huoltajien koulutus vaikuttaa selvästi myös oppilaan jatkokoulutusvalintoihin: jos molemmilla huoltajilla oli yliopistotasoinen koulutus, lukion pitkän matematiikan opintoihin oli hakeutumassa 63 prosenttia oppilaista ja vain 14 prosenttia oppilaista ilmaisi valinneensa ammatillisen koulutuksen tuleviksi opinnoikseen. Kulttuurisesti ja resurssien suhteen varakkaammasta kodista olevat oppilaat suoriutuivat keskimäärin noin 100 pistettä paremmin kuin niukoista olosuhteista tulevat oppilaat. Sen sijaan huoltajien koulutusmyönteisyys ei ole suoraan yhteydessä osaamiseen. Sen sijaa osaaminen on korkeammalla tasolla niillä oppilailla, jotka ovat kokeneet joko saaneensa erittäin vähän tai erittäin paljon tukea.

Maahanmuuttotaustaisten oppilaiden osaaminen on hyvin vaihtelevaa; kaikissa arvosanalukissa on maahanmuuttotaustaisia oppilaita, ja kieliryhmien väliset erot ovat huomattavia. Yleinen osaamisen taso on selvästi ei-maahanmuuttotaustaisia oppilaita matalampi. Kielitaito ja sen puute näkyvät erityisesti sanallisten tehtävien hallinnassa.

Opettajaan ja luokkaan liittyvistä tekijöistä opettajan pedagogisten ratkaisujen yhteys osaamiseen vaihtelee oppilaiden osaamisen tason mukaan. Heikoimmin suoriutuneiden oppilaiden ryhmässä parhaita tuloksia saatiin ryhmässä, jossa oppilaat neuvovat toisiaan usein tai aina. Parhaimmin suoriutuneiden oppilaiden ryhmässä parhaita tuloksia saatiin ryhmässä, jossa kukin oppilas ratkaisee itselleen sopivan vaikeita tehtäviä aina tai lähes aina. Turvalliseksi koettu ilmapiiri luokassa selittää osaamista selkeimmin heikommin ja keskitasoisesti suoriutuvien oppilaiden ryhmässä. Parhaiden osaajien ryhmässä ilmapiirin stressaavuus tai sen puute erottelee ryhmiä toisistaan selkeimmin. Osaaminen on korkeammalla tasolla silloin, kun uuden oppimiselle on ollut riittävästi aikaa. Osaaminen on vielä hieman tätäkin korkeammalla tasolla, jos stressittömyyden lisäksi oikeiden ratkaisujen etsimiselle on annettu aikaa.

Jos kotitehtäviä ei koskaan tarkasteta tai niitä ei anneta, osaaminen jää heikommaksi kuin ryhmässä, jossa tehtäviä annetaan ja tarkastetaan joka tunnilla.

Kouluun liittyvistä tekijöistä opetusryhmän muoto (kiinteä tai muu ryhmitys) ja opetuksen paikka (luokkahuoneissa, avoimissa ympäristöissä tai muu) eivät selitä osaamisen vaihtelua. Myöskään koulutuksen järjestämisen haasteet, kuten esimerkiksi väistötiloissa oleminen, eivät selitä merkittävästi osaamisen eroja. Koulun akateeminen eetos eli opettajien, huoltajien ja oppilaiden korkeat odotukset oppilaiden suoriutumiselle, olivat enemmän yhteydessä oppimistuloksiin kuin opetusryhmän muotoon, opetuksen paikkaan ja haasteisiin liittyvät tekijät.

Hakusanat: Matematiikka, Oppimistulokset, Oppilastekijät, Vertaisryhmätekiäjät, Kotitekiäjät, Opettajatekiäjät, Koulutekiäjät, Rahoitustekijät, Pitkäaikainen muutos

Sammanfattning

Utgiven av

Nationella centret för utbildningsutvärdering (NCU)

Publikationens namn

MATEMATIKEN I SKUGGAN AV COVID-19-PANDEMIN III

Djupgående analyser i utvärderingen av lärresultaten i matematik i årskurs 9 våren 2021

Författare

Jari Metsämuuronen

I denna rapport analyseras faktorer som är relaterade till och påverkar kompetensen i matematik i anknytning till eleven, kamratgruppen, hemmet, läraren och skolan genom utvärderingen som gjorts i den grundläggande utbildningens slutskede under våren 2021. Som helhet var datainsamlingen mer mångsidig och mer omfattande än tidigare utvärderingar av matematiken i den grundläggande utbildningens slutskede. Även antalet elever som deltog var betydligt större än tidigare ($n = 12\,484$ elever i 165 skolor). Detta berodde dels på att samplet bestod av ett representativt urval av skolor från den utvalda utbildningsorganisationen och dels på att alla elever från den utvalda skolan togs med i materialet.

Den långvariga sjunkande kunskapstrenden är i stort sett densamma för olika demografiska eller på annat sätt tydligt åtskiljbara grupper. Trenden skiljer sig inte mycket mellan könen, språkgrupperna eller kommunalgrupperna, även om kunskapsnivån systematiskt har varit lägre i landsbygdsskolor jämfört med i städer.

Det finns en mycket stor variation i elevernas kunskaper i årskurs nio, som sträcker sig från den genomsnittliga nivån i grundskolan till den genomsnittliga nivån i lång matematik gymnasiet. Det finns ingen större nivåskillnad mellan könen. Skillnaderna visar sig i stället i kompetensområdenas olika profiler och i grupper av elever som presterar toppresultat. Pojkar är lite bättre än flickor på huvudräkningsuppgifter och när det gäller målen för "algoritmer och programmering", "huvudräkning" och "procenträkning". På motsvarande sätt är flickor bättre på målet "ekvationer". Den relativa andelen pojkar som uppvisade mycket svaga och mycket bra prestationer är betydligt högre än andelen flickor. Elever som fick vitsord 5, 6 eller 7 presterade systematiskt sämre i förhållande till sitt helhetsmässiga kunnande på uppgifter i anknytning till matematiskt tänkande och sannolikhet samt huvudräkning.

En viktig faktor som förklarar elevernas kunskaper är hur tydlig plan de har för sina studier efter grundskolan. De elever som planerar att gå vidare till gymnasiet och studera lång matematik har mer än 150 poäng högre kompetens än de elever som planerar att skaffa ytterligare beredskap för andra stadiets utbildning (bl.a. tionde klass eller förberedande utbildning)

De faktorer som är kopplade till kamratgruppen granskades utifrån tre aspekter av välbefinnande i skolan: känslomässigt välbefinnande i skolan, socialt välbefinnande i skolan och de faktorer som möjliggör välbefinnande i skolan. De aspekter som hör ihop med emotionellt välbefinnande, som skoltrivsel och en positiv inställning till matematik, är tydligt kopplade till kunskaper i matematik. Men det är svårt att skilja dessa från elevens individuella faktorer. Skillnaderna i kompetensen

i matematik kan däremot inte förklaras av de sociala välfärdsfaktorerna, som t.ex. mobbning och elevernas benägenhet att hjälpa varandra. Bland de faktorer som möjliggör välbefinnande i skolan är det stöd från hemmet, atmosfären i klassrummet och störningar på lektionerna som förklarar kompetensen mer än de sociala välbefinnandefaktorerna.

Den viktigaste faktorn som förklarar skillnaderna i fråga om familjebakgrund är föräldrarnas utbildning. Barn till föräldrar med en universitetsutbildning klarade sig betydligt bättre i slutskedet av grundskolan än elever till föräldrar med en grundskoleutbildning eller en yrkesutbildning. Vårdnadshavarnas utbildning har också en tydlig inverkan på elevernas val av vidareutbildning: om båda föräldrarna hade en universitetsutbildning var 63 procent av eleverna intresserade av att studera matematik i gymnasiet och endast 14 procent av eleverna angav att de hade valt yrkesutbildning för kommande studier. Elever från kulturellt och resursmässigt rikare hem klarade sig i genomsnitt ungefär 100 poäng bättre än elever från fattiga förhållanden. Däremot har vårdnadshavarnas positiva inställning till utbildningen inget direkt samband med kompetensen. Kompetensen är dock högre hos elever som har upplevt att de fått antingen väldigt lite eller väldigt mycket stöd.

Det finns stora skillnader mellan elever med invandrarbakgrund. Det finns elever med invandrarbakgrund i varje klass och skillnaderna mellan språkgrupper är stora. Den allmänna kunskapsnivån är klart lägre än för elever som inte har invandrarbakgrund. Språkkunskaper och brist på dessa syns framför allt i hanteringen av muntliga uppgifter.

I faktorer i anslutning till läraren och klassen varierar kopplingen mellan lärarens pedagogiska lösningar och kompetens beroende på elevernas kompetensnivå. I gruppen av lägst presterande elever var de som klarade sig bäst i den grupp där eleverna ofta eller alltid gav varandra råd. I den grupp av elever som klarade sig bäst, var de som hade bäst resultat i den grupp där varje elev alltid, eller nästan alltid, löser problem med lämplig svårighetsgrad för just den eleven. En trygg atmosfär i klassrummet förklarar kunskapen tydligare hos den grupp elever som klarar sig sämre och enligt genomsnittet. I den grupp som klarade sig bäst, är det stress eller brist på stress som skiljer grupperna från varandra. Kompetensen är på en högre nivå när det har funnits tillräckligt med tid för att lära sig något nytt. Kompetensen är ännu lite högre om eleverna både fått jobba i en stressfri miljö och även fått tid för att hitta rätt lösningar.

Om man aldrig kontrollerar eller inte ger några läxor, kommer kunskaperna att vara svagare än i en grupp där man ger uppgifter och kontrollerar dem varje lektion.

När det gäller skolrelaterade faktorer förklarar inte formen på undervisningsgruppen (fast eller annan grupp) och undervisningsplats (klassrum, öppna miljöer eller annat) skillnaderna i kompetensen. Inte heller utmaningar i anordnandet av utbildningen, såsom undervisning i tillfälliga byggnader, förklarar märkbart skillnaderna i kompetensen. Skolans akademiska etos, dvs. lärarnas, handledarnas och elevernas höga förväntningar på elevernas prestationer, var mer relaterad till lärresultaten än faktorer som gällde undervisningsgruppens form, undervisningsplats och utmaningar.

Sökord: Matematik, Lärresultat, Elevfaktorer, Kamratgruppsfaktorer, Hemfaktorer, Lärarfaktorer, Skolrelaterade faktorer, Finansieringsfaktorer, Långvarig förändring

Publisher

Finnish Education Evaluation Centre (FINEEC)

Title of publication

MATHEMATICS IN THE SHADOW OF COVID-19 PANDEMIC III

Deepening analysis of the assessment of mathematics at the 9th grade in spring 2021

Authors

Jari Metsämuuronen

Based on the evaluation of the final stage of the 9th grade in the spring of 2021, the report examines factors related to and influencing mathematics competence from seven perspectives: student, peer group, home, teacher, school and financial factors, as well as long-term change. All in all, the data collection was more diverse and broader than previous assessments of the final phase of mathematics. In terms of sample size, the material is also clearly larger than before ($n = 12,484$ students from 165 schools). This was due, on the one hand, to the sampling method, in which a representative sample of the schools of the selected education provider was selected for the data, and on the other hand, to the fact that all students from the selected school were included in the data.

The long-term trends in skills are broadly similar across different demographic or otherwise clearly distinguishable groups. The trend in the change in competence is not very different between genders, language groups or municipalities, although competence has been systematically lower in rural schools compared to urban schools.

The variation in students' skills in the 9th grade is very large, ranging from the average level of primary education to the average level of advanced mathematics in upper secondary school. Level differences between the sexes are not significant. Instead, the differences appear in the profiles of the sub-areas and groups of extreme experts. Boys are slightly better than girls in mental calculation-type tasks and in the goals "algorithms and programming", "mental calculations" and "percentage calculations". Correspondingly, girls are better at the goal "equations". The relative share of boys with very low and very high performing students is significantly higher than that of girls. The students who received a grade of 5, 6 or 7 performed systematically worse in tasks related to mathematical thinking and probability and mental calculations compared to their overall competence. In this respect, their competence profile resembles those students who study mathematics according to an individualized curriculum.

The ability of students to do this is largely explained by the degree to which they have a clear plan for their post-primary education. Students who plan to study long-term mathematics at secondary level are more than 150 points ahead of those who plan to acquire additional qualifications.

There is a wide variation in the level of proficiency of pupils with an immigrant background; there are immigrant pupils in all grades, and there are considerable differences between language groups. The average level of proficiency is clearly lower than for pupils of non-immigrant background. Language proficiency and its lack is particularly evident in solving verbal tasks.

Factors related to the peer group were examined from three perspectives related to school well-being: emotional well-being at school, social well-being at school and factors that facilitate school well-being. Components of emotional well-being, such as school attendance and a positive attitude towards mathematics, are clearly linked to mathematical proficiency. However, it is difficult to distinguish these from the factors related to the individual students. On the other hand, social well-being factors such as school bullying and the willingness of pupils to help one another do not explain much of the difference in mathematics proficiency. Among the factors that contribute to well-being at school, home support, classroom atmosphere, and distractions in classroom explain competence more than social factors.

The most significant of the family-related factors explaining the differences in skills is parental education. Children of parents with university-level education performed significantly better at the final stage than pupils whose parents had a level of education equivalent to a basic or vocational education or less. The education of carers also has a clear influence on the pupil's further education choices: if both carers had a university education, 63% of pupils applied for higher education in mathematics and only 14% of pupils indicated that they had chosen vocational education as their future course of study. Students from more culturally and resource-rich homes performed, on average, about 100 points better than those from poorer backgrounds. In contrast, the educational willingness of carers is skewed in relation to competence, with a higher level of competence in pupils who have experienced very little or very much support.

From teacher and classroom factors, the link between teacher pedagogical solutions and competence varies according to the level of competence of the pupils. In the group of students with the lowest scores, the best results were obtained in the group of students who often or always gave advice to each other. In the group of students with the best performance, the best results were obtained in the group in which each student solves for himself difficult problems all the time or almost all the time. A classroom atmosphere perceived to be safe explains competence more clearly in a group of poor and mediocre students. In a group of top performers, the stress or lack of it is the most obvious differentiator. Knowledge is at a higher level when there has been sufficient time to learn something new. The level of competence is even higher if, in addition to stress-free living, time is given to finding the right solutions.

If homework is never reviewed or assigned, proficiency will be lower than in a group that is assigned and reviewed every hour.

In terms of school-related factors, the form of the teaching group (fixed or other group) and the location of the teaching (in classrooms, open environments or other) do not explain the variation in competence. Nor do the challenges of organizing schooling, such as being on the evasive mode, explain differences in achievement. The school's academic ethos, i.e. the high expectations of teachers, carers and pupils for pupils' performance, was more related to learning outcomes than to the form, location and challenges of the teaching group.

Keywords: mathematics, learning outcomes, student factors, peer factors, home factors, teacher factors, school factors, financial factors, long-term change

Tiivistelmä	4
Sammanfattning	6
Summary	8
1 Alkulause	13
1.1 Alkusanat.....	14
1.2 Lähteet.....	16
2 Taustaa syventäville analyyseille	19
2.1 Poikkeuksellinen päättövaiheen arviointi.....	20
2.2 Aineisto linkittyy päättövaiheen matematiikan arviointien jatkumoon.....	22
2.3 Menetelmällisistä ratkaisuksista tiiviisti.....	25
2.3.1 Otantaan liittyviä seikkoja.....	25
2.3.2 Kato, puuttuvat tiedot ja niiden vaikutus tuloksiin.....	25
2.3.3 Mittareiden luotettavuus.....	26
2.3.4 Muita arvioinnin luotettavuuteen liittyviä seikkoja.....	29
2.3.5 Raportissa esiintyviä termejä.....	29
2.3.6 Raportissa esiintyvistä menetelmistä tiiviisti.....	31
3 Matematiikan osaamiseen ja sen muutoksen liittyviä syventäviä huomioita	34
3.1 Osaamiseen liittyvien tekijöiden malli.....	35
3.2 Oppilastekijät osaamisen selittäjinä.....	37
3.2.1 Yksilöiden välillä osaamisen vaihtelu on suurta.....	37
3.2.2 Poikien ja tyttöjen osaaminen ei poikkea keskimäärin toisistaan, mutta profiilit poikkeavat toisistaan.....	42
3.2.3 Arvosana ja akateeminen aktiivisuus selittävät osaamisen vaihtelua vahvasti....	45
3.2.4 Jatkokoulutus suunnitelma erottelee oppilaita selvästi toisistaan.....	48
3.2.5 Osaaminen erityisryhmissä on selvästi heikompaa kuin perusryhmässä.....	50
3.2.6 Oppilastekijöiden kokonaismalli selittää osaamisen eroista puolet.....	54
3.3 Vertaisryhmään ja kouluhyvinvointiin liittyvät tekijät osaamisen selittäjinä.....	55
3.3.1 Kouluhyvinvoinnin osatekijät selittävät osaamisen vaihtelua vain vähän.....	55
3.3.2 Vertaisryhmätekkijöiden yhteenveto.....	61
3.4 Kotiin liittyvät tekijät osaamisen selittäjinä.....	62
3.4.1 Kodin sosioekonominen tausta selittää osaamista selvästi.....	63
3.4.2 Huoltajien koulutusmyönteisyys ei selitä osaamista suoraviivaisesti.....	66
3.4.3 Maahanmuuttotilastaisten oppilaiden osaaminen vaihtelee paljon.....	67
3.4.4 Kodin vaikutuksen kokonaismalli selittää osaamisen vaihtelusta vajaan viidenneksen.....	76

3.5 Opettajaan ja opettamiseen liittyvät tekijät osaamisen selittäjinä.....	78
3.5.1 Luokan ja opettajan efekti on korkeampi kuin koulun efekti	78
3.5.2 Pedagogisilla valinnoilla on yhteyttä osaamiseen	79
3.5.3 Luokan ilmapiiriin liittyvistä tekijöistä turvallisuus selittää osaamista selkeimmin.....	85
3.5.4 Opettajan arvosanalinjat näkyvät aineistossa selvästi, mikä ei yhdenvertaisuuden kannalta ole optimaalista	88
3.5.5 Opettajatekijät kokonaisuutena selittävät osaamisen eroista kolmasosan.....	89
3.6 Kouluun liittyvät tekijät osaamisen selittäjinä.....	90
3.6.1 Luokan selitysosuus on suurempi kuin koulun selitysosuus	90
3.6.2 Hyvin harva koulutason tieto selittää osaamisen vaihtelua	95
3.6.3 Koulujen arvosanakulttuurit vaihtelevat voimakkaasti, mikä on yhdenvertaisuushaaste	99
3.6.4 Koulutekijät selittävät osaamisen vaihtelusta kokonaisuutena vain vähän	101
4 Tulosten koontia ja arvioivaa pohdintaa.....	103
4.1 Oppilaaseen liittyvien tekijöiden yhteenvetoa	104
4.2 Vertaisryhmään liittyvien tekijöiden yhteenvetoa.....	105
4.3 Kotitaustaan liittyvien tekijöiden yhteenvetoa	105
4.4 Opettajaan ja opetukseen liittyvien tekijöiden yhteenvetoa.....	106
4.5 Kouluun liittyvien tekijöiden yhteenvetoa	107
4.6 Osaamisen pitkäaikaiseen muutokseen liittyvien tekijöiden yhteenvetoa	107
5 Suosituksia.....	110
6 Lähteet.....	115
7 Liitteet	125

Alkulause

1

1.1 Alkusanat

Vuoden 2021 keväällä tehtiin 9. luokan päättövaiheen matematiikan oppimistulosten arviointi (tuonnempana ”arviointi”). Aineistosta on raportoitu keskeiset tasa-arvoon liittyvät tulokset (Metsämuuronen & Nousiainen, 2021), mittaukseen liittyviä teknisiä yksityiskohtia luotettavuustarkasteluineen (Metsämuuronen & Nousiainen, 2023) sekä edellisen yhteydessä kansallisen matematiikan osaamisen muutoksen mekanismeja tarkastellut artikkeli (Metsämuuronen & Suomilampi, 2023) osana teknistä raporttia.

Samanaikaisesti julkaistaan kaksi raporttia. Molemmissa syvennetään aiempaa tarkastelua osaamista selittävistä ja siihen liittyvistä tekijöistä. Tässä raportissa syvennetään aiempia osaamisen eroja selittäviä tarkasteluja oppilaaseen, vertaisryhmään, kotitaustaan, opettajaan ja kouluun liittyvien tekijöiden näkökulmista. Pitkäaikaista muutosta ja sen vaihtelua tarkastellaan demografisesti eri kieli-, kunta- ja alueryhmissä ja eri tasoisten oppilaiden suhteen.

Toisessa raportissa (Metsämuuronen, 2023) joukko eri aihepiirien asiantuntijoita tarkastelee aineistoa eri näkökulmista. Opettaja-aineistoa ja siihen liittyviä erityiskysymyksiä tarkastelevat lähemmin Nousiainen, Kivistö ja Metsämuuronen (2023). Kaikkiaan 281 opettajaa, jotka kyettiin yhdistämään noin 10 000 oppilaaseen toimivat aineistona, jonka perusteella tarkastellaan mm. opettajien pedagogisia ratkaisuja ja eriyttämisen parhaita käytänteitä. Nousiainen ja Kivistö ovat molemmat matematiikan opettajia ja tuovat arvokkaan käytännön näkökulman opettaja-aineistoon.

Arvioinnin yhteydessä kehitettiin uusi, matematiikkaan oppiaineena liittyviä, ns. akateemisia tunteita kartoittava mittaristo, jonka teknisiä piirteitä ovat tarkastelleet aiemmin Salonen (2023) sekä Metsämuuronen ja Nousiainen (2023). Tämän uuden ”tunteet matematiikkaa kohtaan”-mittarin tuloksia ja perinteisen uskomus- ja asennoitumismittarin tulosten yhteyttä osaamisen tarkastelevat Salonen, Haataja ja Hannula (2023). Kaikki kirjoittajat ovat taustaltaan matematiikan opettajia tai opettajan kouluttajia ja julkaisseet merkittävää tutkimusta matematiikan yhteydessä koetuista emootioista, uskomuksista ja asenteista.

Heikosti suoriutuneiden oppilaiden erityiskysymyksiin paneutuvat Metsämuuronen, Holm ja Räsänen (2023). Kirjoittajista Holm on väitellyt heikosti suoriutuneiden oppilaiden emootioista (Holm, 2020). Räsänen puolestaan on julkaissut kansainvälisesti merkittäviä tutkimuksia heikosti

suoriutuvien oppijoiden matematiikkavaikeuksien juurisyistä ja on yksi FUNA-testin kehittäjästä (ks. Räsänen, ym, 2021). Tässä osuudessa tarkastellaan mm. diagnostisena testinä tehdyn toiminnallisen laskutaidon diagnostisen standarditestin (FUNA, 2023) tuloksia. Tähän testiin osallistui arvioinnin kustakin otokseen valikoituneesta koulusta heikoimmin suoriutuneet oppilaat.

Parhaimmin suoriutuneiden oppilaiden osaajien osaamista, asenteita ja akateemisia tunteita tarkastelevat Niemi ja Metsämuuronen (2023). Niemi on väitöskirjassaan (2022) perehtynyt erityisesti parhaiden osaajien tunnistamiseen ja erityispiirteisiin. Parhaimmin suoriutuneet oppilaat tekivät arvioinnin toisessa vaiheessa ns. ”vaikean tehtäväsarjan”. Tämä diagnostinen tehtäväsarja oli suunnattu ensimmäisessä vaiheessa poikkeuksellisen hyvän suorituksen tehneille oppilaille, jotka ratkaisivat varsinaisen tehtäväsarjan tehtävistä 85 % tai enemmän oikein. Näiden oppilaiden arvosana oli tyypillisesti 10 tai 9. Tämä ylöspäin eriytetty lyhyehkö tehtäväsarja oli selvästi vaativa, ja tarkoitus oli selvittää, kuinka pitkälle matematiikan taidoiltaan taitavimmat oppilaat ovat edenneet 9. luokan loppuun mennessä. Kaikkiaan seitsemästä arvioinnista käytetystä tehtäväsarjasta koottiin myös kaikki ylioppilaskoetehtävät, joista muodostettiin ns. ”ylioppilaskoe”. Tämän avulla selvitettiin, kuin parhaat suoriutujat olisivat ehkä pärjänneet lyhyen matematiikan ylioppilaskokeessa.

Artikkeleista Salosen, Haatajan ja Hannulan teksti kävi läpi perinteisen *double-blind*-vertaisarvioinnin. Tässä kirjoittaja ei tiedä arvioijaa eikä arvioija kirjoittajaa. Muut artikkelit kävivät läpi *single-blind*-arvioinnin, jossa lukija tietää kirjoittajan, mutta kirjoittaja ei arvioijaa. Tapa on käytössä osassa arvostetuissa vertaisarviojulkaisusarjoissa kuten esimerkiksi *Frontiersin* sarjoissa.

Artikkelit tarjoavat uudenlaista näkökulmaa matematiikan osaamiseen päättövaiheessa. Aiemmin Karvin raporteissa ei esimerkiksi osaamisen ääripäitä ole tarkasteltu tällä tarkkuudella. Toive tietenkin on, että opettajat saisivat erityistarkasteluista työkaluja sekä heikosti suoriutuvien oppilaiden tukemiseen että parhaimmin suoriutuvien oppilaiden erityiskysymyksiin.

Helsingissä 14.12.2023

1.2 Lähteet

FUNA (2023). FUNA-DB-käsikirja. Oppimisanalytiikan keskus, Turun yliopisto. <https://www.oppimisanalytiikka.fi/ville/funa/manuals/funa-db-manual-fi/>

Holm, M. E. (2020). Executive functions and achievement emotions among adolescents: Mathematics difficulties, low mathematics performance, and special education support in mathematic. *Kasvatustieteellisiä tutkimuksia* 106. Helsingin yliopiston kasvatustieteellinen tiedekunta. <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/9fa771d7-eeee-4301-a7d7-7a371fb345f5/content>

Metsämuuronen, J. (toim.) (2023). *Matematiikkaa COVID-19-pandemian varjossa IV. Opettajat ja poikkeuksellisen heikosti ja hyvin suoriutuneiden oppilaiden osaaminen ja akateemiset tunteet matematiikan 9. luokan arvioinnissa keväällä 2021*. Julkaisut 32:2023. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus.

Metsämuuronen, J., Holm, M., & Räsänen, P. (2023). Matematiikassa heikoimmin suoriutuvien oppilaiden erityiskysymyksiä. Teoksessa J. Metsämuuronen (toim.), *Matematiikkaa COVID-19-pandemian varjossa IV. Opettajat ja poikkeuksellisen heikosti ja hyvin suoriutuneiden oppilaiden osaaminen ja akateemiset tunteet matematiikan 9. luokan arvioinnissa keväällä 2021* (ss. 84–127). Julkaisut 32:2023. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus.

Metsämuuronen, J. & Nousiainen, S. (2021). *Matematiikkaa COVID-19-pandemian varjossa. Matematiikan osaaminen 9. luokan lopussa keväällä 2021*. Julkaisut 27:2021. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. https://www.karvi.fi/sites/default/files/sites/default/files/documents/KARVI_2721.pdf

Metsämuuronen, J. & Nousiainen, S. (toim.) (2023). *Matematiikkaa COVID-19-pandemian varjossa II. Menetelmälliset ratkaisut matematiikan 9. luokan arvioinnissa keväällä 2021*. Julkaisut 5:2023. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. https://www.karvi.fi/sites/default/files/sites/default/files/documents/KARVI_0523.pdf

Metsämuuronen, J., & Suomilammi, M. (2023). Kolmen kansallisen populaation keskeiset erottelevat piirteet sekä heikkojen ja parempien oppilaiden osaamisen rajapintatarkastelua. Teoksessa J. Metsämuuronen & S. Nousiainen (toim.), *Matematiikkaa COVID-19-pandemian varjossa II. Menetelmälliset ratkaisut matematiikan 9. luokan arvioinnissa keväällä 2021* (ss. 127–172). Julkaisut 5:2023. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. https://www.karvi.fi/sites/default/files/sites/default/files/documents/KARVI_0523.pdf

Niemi, L. H. L. (2022). *Matematiikan parhaat osaajat perusopetuksessa ja toisella asteella. Pitkittäistutkimus matematiikan osaamisen ja asenteiden kehittymisestä vuosina 2005–2015*. *Kasvatustieteellisiä tutkimuksia* 142. Helsingin yliopisto. <http://hdl.handle.net/10138/346768>

Niemi, L. H. L., & Metsämuuronen, J. (2023). Matematiikassa erinomaisesti suoriutuneiden oppilaiden erityiskysymyksiä. Teoksessa J. Metsämuuronen (toim.), *Matematiikkaa COVID-19-pandemian varjossa IV. Opettajat ja poikkeuksellisen heikosti ja hyvin suoriutuneiden oppilaiden osaaminen ja akateemiset tunteet matematiikan 9. luokan arvioinnissa keväällä 2021* (ss. 128–154). Julkaisut 32:2023. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus.

Nousiainen, S., Kivistö, A., & Metsämuuronen, J. (2023). Opettajan toiminta päättövaiheen matematiikan osaamisen valossa. Teoksessa J. Metsämuuronen (toim.), *Matematiikkaa COVID-19-pandemian varjossa IV. Opettajat ja poikkeuksellisen heikosti ja hyvin suoriutuneiden oppilaiden osaaminen ja akateemiset tunteet matematiikan 9. luokan arvioinnissa keväällä 2021* (ss. 19–52). Julkaisut 32:2023. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus.

Räsänen, P., Aunio, P., Laine, A., Hakkarainen, A., Väisänen, E., Finell, J., Rajala, T., Laakso, M.-J., & Korhonen, J. (2021). Effects of gender on basic numerical and arithmetic skills: Pilot data from 3rd to 9th grade for a large-scale online dyscalculia screener. *Frontiers in Education*, 6:683672. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.683672>

Salonen, R. V. (2023). Tunteiden mittaaminen matematiikan arvioinnissa—Tunnemittari, uskomukset ja kontrolli-arvo-teoria. Teoksessa J. Metsämuuronen & S. Nousiainen (toim.), *Matematiikkaa COVID-19-pandemian varjossa II. Menetelmälliset ratkaisut matematiikan 9. luokan arvioinnissa keväällä 2021* (ss. 173–189). Julkaisut 5:2023. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. https://www.karvi.fi/sites/default/files/sites/default/files/documents/KARVI_0523.pdf

Salonen, R. V., Haataja, E. S. H., & Hannula, M. S. (2023). Tunteiden rooli yhdeksäsluokkalaisten matematiikan osaamisessa ja kokemuksissa matematiikan opetuksesta. Teoksessa J. Metsämuuronen (toim.), *Matematiikkaa COVID-19-pandemian varjossa IV. Opettajat ja poikkeuksellisen heikosti ja hyvin suoriutuneiden oppilaiden osaaminen ja akateemiset tunteet matematiikan 9. luokan arvioinnissa keväällä 2021* (ss. 53–83). Julkaisut 32:2023. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus.

Taustaa
syventäville
analyyseille

2

- Matematiikan osaamista arvioitiin perusopetuksen päättövaiheessa 2021. Otos oli poikkeuksellisen suuri (n = 12 484 oppilasta, n = 165 koulua), millä varmistettiin se, että myös pienemmistä oppilasryhmistä saatiin riittävästi oppilaista tarkempaan analyysiin.
- Arvioinnissa käytetyt mittarit ovat osuvia (valideja) ja riittävän tarkkoja (reliabeleita) uskottavien johtopäätösten tekemiseen.
- Poikittaisasetelman vuoksi syyn ja seurauksen suuntaa ei aina ole ilmeistä päätellä.

2.1 Poikkeuksellinen päättövaiheen arviointi

Vuoden 2021 9. luokan matematiikan oppimistulosten arviointi oli monella tavalla aiemmista matematiikan arvioinneista poikkeava. Taustalla oli vasta valmistunut matematiikan oppimistulosarvioinnin viitekehys (Ukkola & Kivistö, 2023), jossa matematiikka jaetaan perusopetuksen opetussuunnitelmien perusteiden (tuonnempana POPS; OPH, 2014) mukaisesti 6 sisältöalueeseen ja 20 tavoitteeseen. Aiempiin POPS:iin nähden uutena tavoitteena oli ohjelmointi ja algoritminen ajattelu, jota ei ole aiemmissa päättövaiheen arvioinneissa mitattu. Ensimmäisen kerran 9. luokan matematiikan oppimistulosarviointi toteutettiin kokonaan digitaalisesti, ja noin 90 % tehtävistä oli automaattisesti pisteitettäviä. Opettajille annettiin oppilaiden vastausten perusteella kaksi arvosanaehtotusta, joita opettaja saattoi käyttää oppilasarvioinnin tukena.

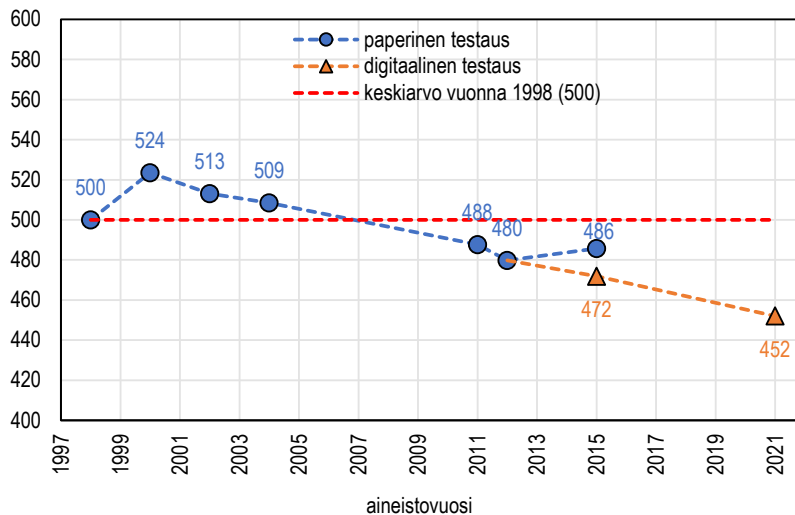
Tehtäväsarjojen rakenne ja toteutus poikkesivat aiemmasta. Arviointia varten valmisteltiin poikkeuksellisesti useita tehtäväsarjoja, mikä mahdollisti sen, että tiedonkeruun järjestelyt kouluissa oli mahdollista suorittaa aiempaa vapaammin yhden viikon aikana. Vuoden 2021 tiedonkeruussa käytettiin yhdeksää tehtäväsarjaa, kun aiemmin tehtäväsarjoja on ollut yksi. Tämä mahdollisti se, että samassa koulussa ja luokassa oli käytössä useita erilaisia tehtäväsarjoja. Yksi tehtäväsarjoista oli käytössä kaikissa kouluissa, ja tähän sarjaan liittyvät tehtävät osioparametreineen julkaistiin aieman raportin (Metsämuuronen & Nousiainen, 2023) yhteydessä vapaaseen käyttöön. Kuudessa muussa tehtäväsarjassa oli yhteisten tehtävien lisäksi painotettuna jokin matematiikan kuudesta sisältöalueesta. Tiedon keruu suunniteltiin niin, että osa opiskelijoista osallistui myös arvioinnin toiseen vaiheeseen, jossa kartoitettiin, minkälaisia matemaattisiin oppimisvaikeuksiin, numerotaidottomuuteen eli dyskalkuliaan liittyviä piirteitä heikosti suoriutuneilla oppilailla oli. Vastaavasti osa oppilaista osallistui ylöspäin eriyettyyn, vaikeaan testiin, jossa kartoitettiin, kuinka pitkälle

matematiikan taidoiltaan parhaat osaajat ovat edenneet. Taustakyselyissä paneuduttiin aiempaa laajemmin mm. kiusaamisen, akateemisten tunteiden ja digitaalisen ympäristön näkökulmiin.

Kaikkiaan tiedonkeruu on siis monipuolisempi ja laajempi kuin aiemmat matematiikan päättövaiheen arvioinnit. Myös otoskooltaan aineisto on selvästi laajempi kuin aiemmin ($n = 12\,484$ oppilasta 165 koulusta). Tämä johtui yhtäältä otantatavasta, jossa mukaan valitun koulutuksen järjestäjän kouluista valittiin edustava otos aineistoon ja toisaalta siitä, että mukaan valitusta koulusta otettiin aineistoon kaikki oppilaat.

2.2 Aineisto linkittyä päättövaiheen matematiikan arviointien jatkumoon

Tulevissa analyyseissa vuoden 2021 aineiston analyyseissa pitkäaikaisen trendin osalta käytetään vertailutietona vuodesta 1998 lähtien kerättyä perusopetuksen päättövaiheen matematiikan osaamisen pitkittäisaineistoa. Tässä yhteydessä kuvataan joitain aineistoon liittyviä erityispiirteitä. Ensiksi tiedetään, että kansallinen osaaminen on 9. luokan aineistoissa ollut laskujohteen vuodesta 2000 lähtien (Kuvio 1; ks. Metsämuuronen & Nousiainen, 2021; Metsämuuronen & Suomilammi, 2023).¹ Trendin taitekohta ajoittuu samaan kohtaan kuin kansainvälisessä *Harmonized learning outcomes* -aikasarjassa (Altinok, Diebolt ja Demeulemeester 2014; Altinok, Angrist ja Patrinos 2018; Kalenius, 2023). Kalenius (2023; ks. myös VATT, 2018) huomauttaa, että osaamisen lasku on Suomessa ainakin pojilla/miehillä saattanut alkaa jo aiemminkin, sillä armeijassa mitatun aritmetiikan testitulosten huippu saavutettiin jo 1990-luvun alkupuolella. Huomattakoon myös, että vuoden 2021 aineiston keskiarvo (452) on osittain keinotekoinen, sillä todellisuudessa keskiarvo oli huomattavan paljon matalampi (ks. Metsämuuronen & Nousiainen, 2023). Osassa linkkitehtävistä vastauskäyttäytyminen oli muuttunut niin, että puuttuvia tietoja oli selvästi enemmän kuin aikaisempina vuosina; oppilaat eivät digitaalisissa testissä tuottaneet laskujensa perusteluja samaan tapaan kuin aiemmissa paperi-kynä-tehtävissä.

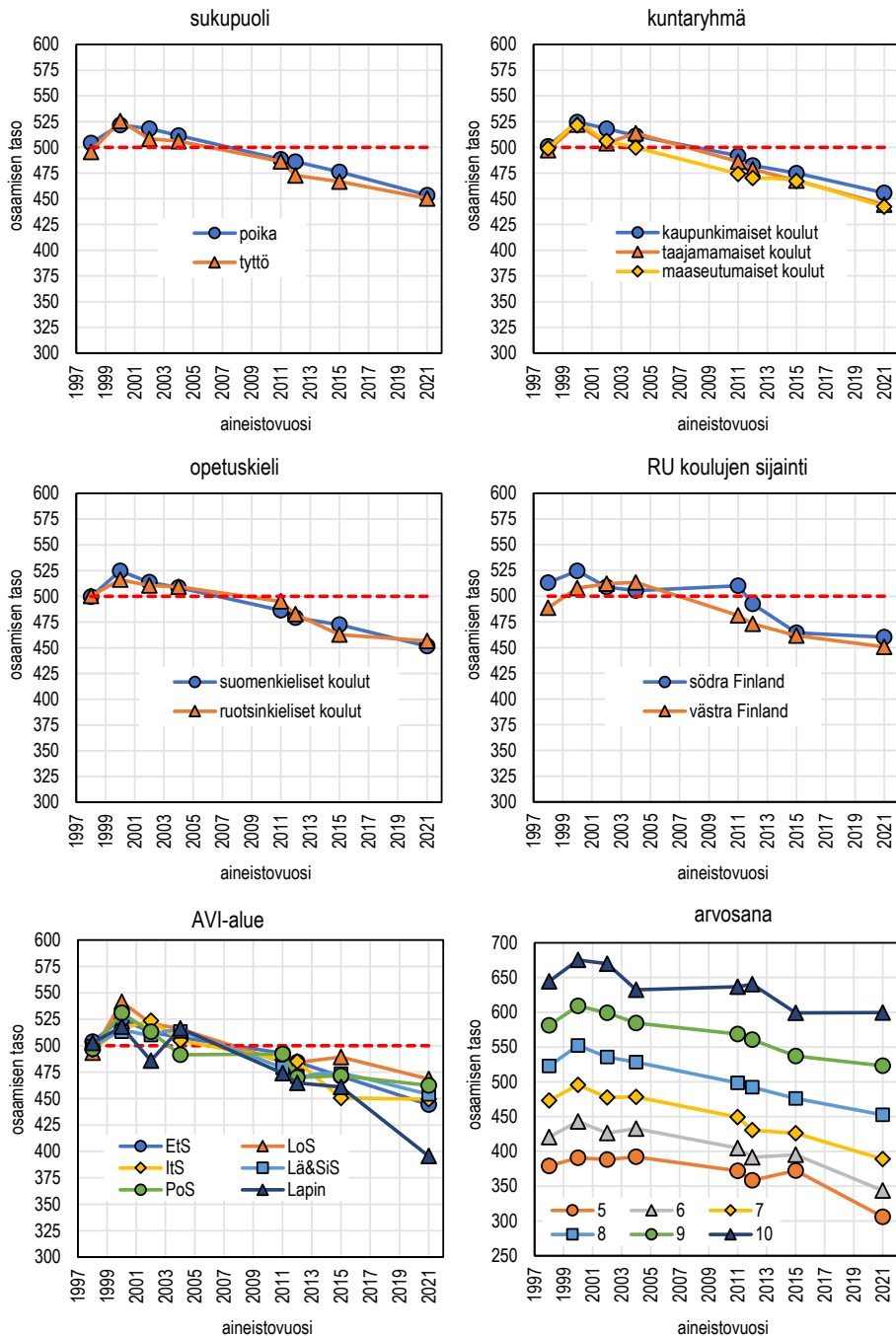


KUVIO 1. Matematiikan osaamisen kansallinen taso pitkäaikaisena trendinä (vrt. Metsämuuronen & Nousiainen, 2021)

Toiseksi osaamiseen liittyvä trendi ei juuri poikkea sukupuolten, kieliryhmien tai kuntaryhmien välillä, vaikka osaaminen onkin ollut systemaattisesti matalammalla tasolla maaseutumaisissa kouluissa verrattuna kaupunkimaisiin kouluihin (Kuvio 2). Ruotsinkielisten koulujen sijainnin mukaan eroteltuna (Etelä-Suomi vs. Länsi-Suomi) trendinä on ollut, että Etelä-Suomen alueen kouluissa osaaminen on ollut hieman korkeammalla tasolla kuin Länsi-Suomen alueen kouluissa. Osaamisen lasku on kuitenkin ollut jyrkempää Etelä-Suomen ruotsinkielisissä kouluissa vuodesta 2011 lähtien.

¹ Aineiston jatkotarkasteluissa huomattiin, että vuoden 1998 aineistoon liittyvä osaamisen keskiarvo ei ollut tarkka. Vertaistaminen tehtiin nyt käsillä olevan raportin yhteydessä uudelleen, ja tällä oli pieni vaikutus osaamisen keskiarvoihin (vrt. Metsämuuronen & Nousiainen, 2021). Kuvio 1 on tehty uuden vertaistuksen jälkeen.

AVI-alueista Lapin alueen keskiosaaminen on vaihdellut selkeimmin vuosien aikana ja tätä selittää koulujen ja oppilaiden pieni määrä; vuosittainen oppilasvaihtelu pienissä kouluissa ja kaupunki- maisten ja maaseutumaisien koulujen erot selittänevät keskiarvojen eroja. Vuoden 2021 aineis- tossa Lapin AVI-alueelta otokseen sattui vain maaseutumaisia kouluja. Tulos oli siltikin poikkeuk- sellisen matala jopa Lapin koulujen omiin keskituloksiin nähden.



KUVIO 2. Matematiikan osaamisen kansallinen taso pitkäaikaisena trendinä

Eri arvosanoja saaneiden oppilaiden osaamisen trendit ovat pitkälti samanlaisia. Arvosanan 10 saaneiden oppilaiden osaamisen lasku on ollut selkeimmin portaittaista: laskut ovat ajoittuneet vuosien 2002 ja 2004 sekä 2012 ja 2015 väliin. Toisessa ääripäässä arvosanan 5 tai 6 saaneiden oppilaiden osaaminen on ollut tasaisen heikkoa vuoden 2004 mittaukseen asti ja oikeastaan vasta vuoden 2021 mittauksessa osaaminen on selvästi heikompaa kuin aiempina vuosina.

Keskeinen vastaamatta jäävä tai vain osittain vastattu kysymys on, miksi osaaminen on ollut laskujohteista. Mahdollisia syitä pohtivat mm. Kalenius (2023, ss. 124–127), Metsämuuronen ja Suomilammi (2023) sekä Hautamäki ja Vainikainen (2022). Syitä on todennäköisesti monia eikä trendiä ole välttämättä helppo katkaista, ellei osaamisen laskun juurisyitä löydetä. Näitä pohditaan luvussa 4.1.6.

2.3 Menetelmällisistä ratkaisuista tiiviisti

2.3.1 Otantaan liittyviä seikkoja

Arviointiin osallistuvat koulut valittiin edustamaan satunnaisesti Suomen kouluja. Koulujen valinta tehtiin ositetusti kahdessa vaiheessa. Ensin koulutuksen järjestäjistä valittiin edustava otos eri kieliryhmistä (suomenkieliset/ruotsinkieliset koulut; kansainväliset koulut jätettiin otannan ulkopuolelle), aluehallintovirastojen (AVI) alueilta ja kuntaryhmistä (kaupunkimaiset, taajamamaiset ja maaseutumaiset koulut). Otannan toisessa vaiheessa kultakin valitulta koulutuksen järjestäjältä valittiin edustava otos kouluja. Otokseen valikoituneista kouluista poimittiin kaikki oppilaat, jotka opiskelivat 9. luokalla keväällä 2021.

Lopulliseen otokseen kuului yhteensä 12 482 oppilasta (23 % ikäluokasta) 165 eri koulusta. Aineistossa on pieni yliedustus ruotsinkielisiä oppilaita (8 % otoksessa; 6 % perusjoukossa; 26,4 % ruotsinkielisistä oppilaista) ja taajamamaisista kunnista tulleita oppilaita (21 % otoksessa ja 18 % perusjoukossa). Vastaavasti maaseutumaiset kunnat ovat hieman aliedustettuna (11 % otoksessa ja 14 % perusjoukossa). Maantieteellisesti aineistossa on pientä aliedustusta Lapin AVI-alueelta ja yliedustusta Pohjois-Suomen AVI-alueelta. Aliedustus Lapin AVI-alueella johtui siitä, että vaikka koulujen määrä otoksessa oli otoksen kannalta riittävä, ne olivat oppilasmäärältään pieniä. Karvin arvioinneille tyypillisesti ruotsinkielisistä kouluista otettiin yliedustus, jotta voidaan uskottavasti kuvata ja vertailla erilaisia ryhmiä kuten tyttöjä ja poikia ja osaamista koulujen sijainnin perusteella. Suurella otoskoolla varmistettiin myös, että maahanmuuttotautaisista oppilaista saatiin edustava otos ($n = 881$; 15,8 % maahanmuuttotautaisista 15-vuotiaista), vaikka heitä ei yliedustetakaan. Tämä mahdollistaa aiempaa tarkemman analyysin esimerkiksi kieliryhmittäin.

Edellä mainitut yli- ja aliedustukset voidaan korjata analyyseissa painokertoimien avulla, joskin korjaus isossa otoksessa on hyvin pieni. Painokertoimet vaihtelevat aineistossa 1,7–8,4. Painokerroin 2 viittaa siihen, että kyseinen oppilas edustaa kahta oppilaista populaatiossa ja vastaavasti painokertoimen 8 saanut oppilas edustaa kahdeksaa oppilasta populaatiossa. Pienet painot liittyvät otoksessa esimerkiksi ruotsinkielisiin kouluihin, joita on otantavaiheessa yliotostettu, jotta näistä oppilasta saataisiin analyysien kannalta riittävä määrä. Vastaavasti suuret painokertoimet liittyvät esimerkiksi Etelä-Suomen suuriin kuntiin, joista pienempi osa on valikoitunut otokseen. Painokertoimilla keskiarvotiedot painotetaan vastaamaan tuloksia koko Suomessa. Osittain tulokset kuvataan raportissa painotettuina: ryhmän keskiarvo olisi kuvatus kaltainen koko perusjoukossa eli kaikkien samanikäisten kohortissa eikä vain otoksessa. Koska painotuksen vaikutus on kuitenkin pieni ja sillä on tilastollista testausta häiritsevä vaikutus, yleensä analyyseissä käytetään painottamatonta aineistoa.²

2.3.2 Kato, puuttuvat tiedot ja niiden vaikutus tuloksiin

Ensimmäisen vaiheen tiedonkeruu koostui 12 857 oppilaan vastauksista. Aineiston alustavan tarkastelun yhteydessä huomattiin kuitenkin, että aineistossa oli oppilastasolla poikkeuksellisen paljon puuttuvia tietoja. Tätä pyrittiin korjaamaan mallintamalla kunkin oppilaan todellinen osaamistaso. Jos mallintaminen ei ollut mahdollista puuttuvien tietojen suuren määrän vuoksi, aineistosta poistettiin ne oppilaat, joilla oli aiemmin näytettyyn osaamiseen—käytännössä

² Painottaminen antaa populaatiosta hieman tarkemmat *keskiarvot* kuin painottamaton otos. Mutta painotus antaa otokseen nähden oleellisesti suuremmat populaatiovarianssit. Tilastollinen testauksessa pyritään päättämään keskiarvojen eroa populaatiossa. Johtopäätökset ovat aiempiin raporteihin nähden vertailukelpoisempia, kun käytetään otoksesta estimoituja (populaatio)variansseja eikä painotuksen kautta saatuja (populaatio)variansseja. Painotusta käytetään ensisijaisesti jakamakuuissa.

viimeisimpään matematiikan arvosanaan—nähdn huomattavasti odotettua enemmän puuttuvia tietoja. Kaikkiaan 12 857 Karviin palautuneesta oppilasvastauksesta 128 (1 %) poistettiin puuttuvien tietojen vuoksi (ks. tarkemmin Metsämuuronen & Nousiainen, 2023). Poistamisella ei ole oleellista vaikutusta kansalliseen keskiarvoon, joskin vaikutus on systemaattisesti keskiarvoa kohottava.

2.3.3 Mittareiden luotettavuus

Osaamismittareiden luotettavuus

Matematiikan osaamista mitattiin kuudella POPS:n mukaisella sisältöalueella ja kymmenellä tavoitteella (Taulukko 1; ks. Ukkola & Kivistö, 2023). Mittareiden osuvuuden eli validiteetin osalta mittarit ovat rakenteellisesti ja sisällöllisesti osuvia: juuri näitä sisältöalueita ja tavoitteita pitikin arvioida. Ekologisen validiteetin ja tuntuman (*face-validiteetti*) näkökulmista tehtävät kattoivat erilaisia ajattelun tasoja painottuen soveltaviin tehtäviin, ja tehtävät olivat keskimäärin keskivaikeita (keskimääräinen ratkaisuosuus $p = 0,50$), mikä puolestaan mahdollisti mittareiden hyvän erottelukyvyn, jota heijastaa mittarin korkea reliabiliteetti. Keskimäärin tehtäväsarjat olivat ”sopivia” tai hieman vaikeahkoja 9. luokan oppilaille. Tämän arvioinnin tehtäväsarjoissa käytettiin aiempaa useampia haasteellisia tehtäviä, mikä osaltaan laskee ratkaisuosuuksia aiempien mittausten vaikeustasoihin nähden. Aiemmin osioiden keskivaikeus on ollut $p > 0,60$.

TAULUKKO 1. Matematiikan sisältöalueet ja yksinkertaistetut tavoitteet 9. luokalla

sisältöalueet		tavoite ja sen yksinkertaistettu kuvaus (”Oppilas...”)	
S1	Ajattelun taidot ja menetelmät	T10	laskee päässään, tekee päätelmiä
		T20	ajattelee ja ratkaisee algoritmisesti ja (myös) ohjelmoiden
S2	Luvut ja laskutoimitukset	T10	laskee päässään, tekee päätelmiä
		T11	peruslaskutoimituksia rationaaliluvuilla
		T12	ymmärtää reaaliluvun käsitteen
		T13	laskee prosenttiosuuden, prosenttiluvun osoittaman määrän, muutos- ja vertailuprosentin
S3	Algebra	T14	ratkaisee yhtälöitä
		T15	tulkitsee ja tuottaa funktion
S4	Funktiot	T14	ratkaisee yhtälöitä
		T15	tulkitsee ja tuottaa funktion
S5	Geometria	T16	ymmärtää geometrysten käsitteiden yhteyksiä
		T17	hyödyntää suorakulmaiseen kolmioon ja ympyrään liittyviä ominaisuuksia
		T18	laskee pinta-aloja ja tilavuuksia
S6	Tietojen käsittely ja tilastot sekä todennäköisyys	T13	laskee prosenttiosuuden, prosenttiluvun osoittaman määrän, muutos- ja vertailuprosentin
		T19	määrittää tilastollisia tunnuslukuja ja laskee todennäköisyyksiä

Mittareiden tarkkuuden eli reliabiliteetin osalta aineiston summamuuttujien erottelukyky on korkea, kuten on tyypillistä Karvin oppimistulosarvioinneissa. Kun reliabiliteettia arvioi tehtäväsarjojen keskimääräisten reliabiliteettien avulla, kokonaispistemäärän reliabiliteetti on perinteisellä

alfakertoimella arvioiden tasolla 0,91–0,92 ja deflaatiokorjatulla alfakertoimella arvioituna tasolla 0,95–0,96 (kertoimesta ks. esimerkiksi Metsämuuronen, 2022a, 2022b). Hieman tehokkaammilla kertoimilla (theta- ja omegakertoimilla) deflaatiokorjaus johtaa tätä korkeampiin arvoihin 0,96–0,97. Jos reliabiliteettia arvioi yksittäisten osioiden erottelukyvyn avulla, reliabiliteetit ovat vielä tätäkin korkeampia; kaikki deflaatiokorjatut kertoimet antavat yhdenmukaisesti arvioksi 0,98 (ks. tarkemmin Metsämuuronen & Nousiainen, 2023). Teoreettista keskustelua erilaisista tavoista estimoida reliabiliteetti tilanteessa, jossa summa on muodostettu usean mittariversion avulla, käy myös Metsämuuronen (2022c).

Eri sisältöalueiden reliabiliteeteissa on enemmän vaihtelua kuin kokonaissummassa. Tämä johtuu siitä, että osamittareissa on vähemmän osioita, ja siitä, että mukana on erittäin vaikeita tehtäviä, joilla on taipumusta alentaa reliabiliteettia, jos käytetään perinteisiä kertoimia. Deflaatiokorjattujen kertoimien avulla arvioituna osa-alueiden reliabiliteetit vaihtelevat 0.87–0.97 (konservatiivinen korjaus) tai 0.94–0.97 (liberaali korjaus). Kummallakin tavalla arvioituna mittarit ovat riittävän tarkkoja uskottavien johtopäätösten tekemiseen.

Asennemittareiden luotettavuus

Asennoitumista matematiikkaan oppiaineena ja matematiikkaan liittyviä uskomuksia on Karvissa perinteisesti tutkittu Fennema–Sherman-asennetestin (Fennema & Sherman, 1976) pohjalta muokatun 15 väittämän kokonaisuudella. Samalla mittarilla asennoitumista on raportoitu vuodesta 2001 lähtien (ks. mittarin rakenteesta Metsämuuronen, 2009, 2012; Metsämuuronen & Nousiainen, 2023). Mittarissa on kolme ulottuvuutta: käsitys itsestä oppiaineen osaajana (OSAA), josta usein käytetään nimitystä ”minäpystyvyys”, oppiaineesta pitäminen (PITÄÄ), ja käsitys oppiaineen hyödyllisyydestä (HYÖTY). Kutakin dimensiota mitataan viidellä osiolla, jotka on mitattu seuraavin vaihtoehdoin: *Olen täysin eri mieltä* (1), *Olen jonkin verran eri mieltä* (2), *kantani on epävarma tai minulla ei ole selvää käsitystä* (3), *Olen jonkin verran samaa mieltä* (4) ja *Olen täysin samaa mieltä* (5). Asennemittareiden reliabiliteetit ovat riittävän korkeita, jotta oppilaat voidaan erotella toisistaan luotettavasti. Alfa vaihtelee 0,83–0,91 ja deflaatiokorjatut kertoimet 0,86–0,94 (konservatiivinen korjaus) tai 0,89–0,95 (liberaalimpi korjaus) osa-alueen mukaan (ks. Metsämuuronen & Nousiainen, 2023).

Emootiomittarin luotettavuus

Matematiikan opiskeluun ja matematiikkaan itseensä liittyviä emootioita eli akateemisia tunteita tutkittiin uudella mittarilla, jossa yhdistettiin viisi positiivista (innostunut, kiinnostunut, onnistunut, tyytyväinen ja varma), viisi negatiivista tunnetilaa (vihainen, avuton, ahdistunut, pettynyt, ja epävarma) ja näitä kuvaavat emojiit. Kysymykseen *Missä määrin alla esitetty tunnetila yhdistyy matematiikan opintoihisi?* vastattiin vaihtoehdoilla *ei lainkaan* (0), *harvoin* (1), *joskus* (2), *usein* (3) ja *lähes aina* (4). Mittarin rakennetta tutkivat tarkemmin Metsämuuronen & Nousiainen (2023) ja Salonen (2023). Salonen (2023) ja Salonen, Haataja ja Hannula (2023) huomauttavat, että vaikka tunnemittari toimii itsenäisenä mittarina hyvin tai vähintäänkin kohtuullisesti, se vaatii vielä kehitystyötä, jotta sillä voitaisiin erotella tunteita analyysissa sovelletun Pekrunin kontrolli-arvo-teorian (Pekrun, 2009) mukaisesti.

Emootiomittarin faktorirakenne on selkeä: oppilaat jakautuvat selkeästi positiivisesti ja negatiivisesti matematiikasta ajatteleviin ryhmiin. Emootiomittareiden korkeat reliabiliteetit (positiiviset tunnetilat 0,94–0,96 ja negatiiviset tunnetilat 0,90–0,94) heijastavat selkeää faktorirakennetta

tai ainakin sitä, että molemmissa faktoreissa oppilaat pystytään erottelemaan toisistaan erittäin tarkasti (Taulukko 8; ks. Liite 1). Huomataan, että negatiivisia tunteita mittaavan mittarin erotelukyky on systemaattisesti hieman matalampi kuin positiivisia tunteita käsittävällä mittarilla.

Kiusaamismittarin luotettavuus

Kiusaamista käsittelevä kuuden osion kokonaisuus on lainattu PISA- ja TIMSS-mittauksista (OECD, 2019). Siinä kiusaamista tarkastellaan järjestelmällisenä psyykkisenä, sosiaalisena ja fyysisenä toimintana oppilasta vastaan kuudella väittämällä. Asteikkona oli neliportainen järjestyksasteikko *ei lainkaan* (1), *harvemmin kuin kerran viikossa* (2), *noin kerran viikossa* (3) ja *useita kertoja viikossa* (4). Faktorianalyysin perusteella ilmiö on yksiulotteinen ja summamuuttujan reliabiliteetti on korkea (0,98–0,99) eli mittari pystyy erottelemaan enemmän kiusatut vähemmän kiusatuista lähes täydellisesti. Erot kiusattujen ja ei-kiusattujen välillä ovat aineistossa selvät: osa oppilaista ei koe kiusaamista lainkaan, osaa kiusataan monella tavalla ja usein.

SES-indikaattoreiden luotettavuus

Vanhempien koulutustaustan lisäksi sosioekonomista statusta (SES) kartoittavina kysymyspatereina käytettiin PISA- ja TIMSS-tiedonkeruista lainattuja *Home possessions-* ja *Home accessories-*mittareita (OECD, 2019). Kysymykset olivat tyypiltään ”*onko sinulla kotonasi...*” tai ”*kotonani on...*” ja vaihtoehtoina olivat *ei ole* (0) tai *on* (1). Näistä ensin mainittu sisälsi viisi oppilaan käytössä olevaa resurssia kuten pöytä opiskelua varten, rauhallinen paikka opiskeluille ja oma huone. Jälkimmäinen sisälsi kolme kotona olevaa kulttuurista harrastuneisuutta ilmentävää asiaa kuten musiikki-instrumentteja, kirjoja ja taideteoksia (ks. tarkemmin Metsämuuronen & Nousiainen, 2023). Molemmissa mittareissa perinteinen alfakerroin (ja samoin theta ja omega) tuottavat selkeän aliarvion reliabiliteetista (0,61–0,65). Tämä johtuu siitä, että hyvin harvoilla oppilailla oli kotonaan esimerkiksi e-kirjojen lukulaitetta. Järjestyskorrelaation näkökannalta (G ja D) niillä harvoilla oppilailla, joilla e-kirjojen lukulaite oli kotonaan, saivat kuitenkin korkeampia kokonaispisteitä. Siksi deflaatiokorjatut reliabiliteettikertoimet antavat oleellisesti korkeammat arviot mittareiden tarkkuudesta (0,87–0,99). Näistä *Home possessions* -mittari eli resurssitekijöihin liittyvä mittari on hieman tarkempi (reliabiliteetti 0,95–0,99) kuin *Home accessories* -mittari eli kulttuuritekijöihin liittyvä mittari (0,87–0,95).

Toisen vaiheen mittareiden luotettavuus

Arvioinnin ensimmäiseen vaiheeseen osallistuivat kaikki otoskoulujen 9. luokkalaiset. Arvioinnin toisessa vaiheessa käytössä oli kaksi tarkentavaa testiä, joihin oppilaat valittiin ensimmäisen vaiheen suoriutumisen ja viimeisimmän matematiikan arvosanan perusteella. Toinen testeistä oli suunniteltu toiminnallisen laskutaidon diagnostiseksi testiksi niille oppilaille, jotka suoriutuivat arvioinnin ensimmäisessä vaiheessa heikosti ja joiden matematiikan kouluarvosana oli 5 tai 6 (nk. FUNA-testi). Testin luotettavuutta on pohdittu toisaalla (mm. FUNA, 2019; Räsänen ym., 2021). Karvin aineiston yhteydessä reliabiliteetteja tarkastelevat Metsämuuronen ym. (2023).

Toinen testeistä oli ylöspäin eriytetty, ”vaikea” tehtäväsarja. Tässä tehtäväsarjassa oli 13 vaativahkoa tehtävää, jotka yhtä lukuun ottamatta olivat samoja, joita oppilaat testin eri versioissa olivat jo edellisessä vaiheessa ratkaisseet. Erottelukyvyltään vaikean tehtäväsarjan reliabiliteetti on matalampi (< 0,82) kuin varsinaisessa arvioinnissa käytetyissä tehtäväsarjoissa (> 0,95). Tämä selittyy

sillä, että testiin osallistuneet oli valikoitu niin, ettei heidän välillään lähtökohtaisesti ollutkaan juuri eroa.

2.3.4 Muita arvioinnin luotettavuuteen liittyviä seikkoja

Eräs tunnettu haaste kansallisissa oppimistulosarvioinneissa on niiden poikkileikkauksellinen luonne. Lukuun ottamatta joitain matematiikan osaamiseen liittyviä pitkittäisasetelmia (ks. Metsämuuronen, 2013, 2017; Niemi & Metsämuuronen, 2010; Ukkola & Metsämuuronen, 2019; 2021, 2023), valtaosassa arvioinneista—tässäkin arvioinnissa—oppilaiden *lähtötaso* ei ole tiedossa. Näin ollen sen arvioiminen, onko esimerkiksi jokin opetusmenetelmä tai luokkakoko tehokkaampi kuin toinen, jää hämäräksi. Monesti analyysien yhteydessä joudutaan toteamaan, että ”asetelman vuoksi” emme tiedä, kumpi muuttujista on syy ja kumpi seuraus. Tästä hyvä esimerkki on luokkakoko: tiedetään, että osaaminen on heikompaa pienryhmässä kuin suuressa ryhmässä. Mutta pienryhmää opetusjärjestelynä ei voi pitää heikon osaamisen syynä, koska pienryhmään on nimenomaan *valittu* heikkoja oppilaita, että oppiminen ja opetus tehostuisivat. Toiset muuttujat puolestaan ovat luonteeltaan selvästi selittäviä tekijöitä. Esimerkiksi huoltajien koulutustaso voi selittää lapsen osaamista mutta ei päinvastoin.

Arviointi toteutettiin digitaalisesti ja jotkut koulut raportoivat yhteysongelmista tietoverkoissa. Esimerkiksi Tampereen seudulla tietoliikenteen runkoverkko kaatui juuri arviointiviikolla ja useat koulut ottivat yhteyttä arvioinnin järjestelyihin liittyen. Osa oppilaista pystyi tekemään oman tehtäväsarjansa mobiiliyhteyksillään ja osa kouluista siirsi arvioinnin toteutuksen toiselle päivälle. Yleisesti ottaen arvioinnin suorittamiselle oli varattu viikko, jolloin yksittäisenä päivänä ilmennyt ongelma ei estänyt arvioinnin suorittamista. Joissain kouluissa koulun lähiverkko kuormittui liikaa ja yhteydet olivat hitaita. Tämän kaltaisilla seikoilla oli vaikutuksia muun muassa siihen, kuinka arvioinnissa kyettiin vastaamaan ensimmäisessä osassa olleeseen päässälaskukokonaisuuteen, joka oli aikarajoitettu (15 minuuttia). Jos hitautta tai katkoksia ilmeni juuri päässälaskuvaiheessa, ei tilannetta voinut paikata myöhemmin tehtyjen arviointitehtävien aikana. Joidenkin oppilaiden osalta tilanne johti siihen, että suuri (tai tietty) osa päässälaskutehtävistä jäi tekemättä ja että aineistossa oli tältä osin systemaattisesti puuttuvia tietoja tietyissä kouluissa. Nämä puuttuvat tiedot korvattiin oppilaskohtaisella ennusteella, jossa huomioitiin muun kuin päässälaskuosuuden tulos ja oppilaan kouluarvosana (ks. tarkemmin Metsämuuronen & Nousiainen, 2023).

Oppilaista 6 % teki testin kotonaan. Tähän liittyy monia epävarmuustekijöitä, sillä koulussa suoritusta arvioinnista poiketen ei etätestauksena suoritettavaan tehtäväsarjaan ei nähty tarpeelliseksi rakentaa mekanismeja esimerkiksi testivilpin kontrolloimiseksi. Etätestauksena arviointiin osallistuneet oppilaat suoriutuivat arvioinnissa tilastollisesti merkitsevästi paremmin ($p < 0,003$) kuin koulussa kontrolloiduissa olosuhteissa osallistuneet oppilaat. Havaitun eron suuruus oli noin 13 pistettä, mikä ei suuruudeltaan kuitenkaan ollut merkittävä ($f = 0,03$). Näiden oppilaiden suoritukset eivät merkittävästi vääristä kansallista tulosta, joten heidät pidettiin mukana aineistossa.

2.3.5 Raportissa esiintyviä termejä

Lukijalle, jolle tilastolliseen käsittelyyn liittyvät termit eivät ole tuttuja, kuvataan seuraavissa luvuissa tässä tilastolliseen päättelyyn liittyvät termit. Osaaminen ilmaistaan pääsääntöisesti pistemääränä asteikolla, jossa 9. luokan keskiarvo vuonna 1998 oli 500 ja hajonta 100. Jos oppilaan osaaminen vuoden 2021 aineistossa oli 500, hän oli samalla tasolla kuin keskitasoinen oppilas vuonna 1998. Asenteita kuvataan asteikolla 0–4, jossa 0 tarkoittaa selkeää negatiivista asennetta, 2 neutraalia asennetta ja 4 selkeää positiivista asennetta. Muita mittareita kuvataan analysoinnin yhteydessä.

Raportissa käytetään tilastolliseen testaukseen liittyvää termiä *tilastollisesti* merkitsevä kuvaamaan sitä, kuinka luotettavasti ryhmien välillä on eroa koko perusjoukossa eli muissakin kuin otoskouluissa. Poimittu otos ei välttämättä kaikilta osin täysin vastaa perusjoukkoa, jonka vuoksi otoksessa saattaa esiintyä eri ryhmien välillä sellaisia eroja, joita ei perusjoukossa tosiasiallisesti olekaan. Erilaisella otoksella johtopäätös voisi olla toisenlainen. Tilastollisen merkitsevyyden indikaattorina tekstissä käytetään esimerkiksi merkintää $p = 0,05$, joka viittaa suoraan 5 prosentin riskiin tehdä virhepäätelmä otoksen perusteella. Vastaavasti esimerkiksi merkintä $p = 0,002$ tarkoittaa 0,2 prosentin riskiä tehdä virhepäätelmä ja merkintä $p < 0,001$ sitä, että virhepäätelmän riski jää pienemmäksi kuin 0,1 prosenttia. Joissain kuvissa merkitsevyyttä havainnollistetaan asteriskilla (*): * viittaa arvoon $p < 0,05$, ** arvoon $p < 0,010$ ja *** arvoon $p < 0,001$.

Toinen tilastolliseen testaukseen liittyvä termi on *efektikoko*. Kahden muuttujan välinen yhteys tai ryhmien välinen ero voi olla tilastollisesti merkitsevä—eli yhteyttä tai eroa ryhmien välillä on varmasti otoksesta riippumatta—mutta ero ei välttämättä ole merkittävän suurta. Efektikoko kertoo sen, kuinka suurta ryhmien välinen ero on suhteessa aineistossa havaittuun vaihteluun. Kun esimerkiksi tyttöjen ja poikien keskiarvot ovat samat, efektikoko on nolla riippumatta siitä, olisivat ryhmien jakaumien muodot hyvinkin toisistaan poikkeavia. Jos taas keskiarvot poikkeavat toisistaan huomattavasti, kuten esimerkiksi eri kolmiportaisen tuen tasoilla, efektikoko voi olla suuri. Tekstissä usein esiintyvä efektikoon mitta on Cohenin f (Cohen; 1988). Cohenin f lasketaan varianssianalyysin yhteydessä saatavan eta-kertoimen avulla kaavalla $f = \sqrt{\eta^2 / (1 - \eta^2)}$. Perinteiset

rajat f :n arvioimiseksi ovat seuraavat: jos $f < 0,1$, keskiarvojen ero on pieni tai triviaalin pieni ("ei merkittävä"), jos $f \approx 0,2-0,3$, ero on keskisuuri ("merkittävä") ja jos $f > 0,4$ ero on suuri ("erittäin merkittävä"). Sawilowsky (2009) ehdottaa termiä "huge" ("valtava"), kun Cohenin d ylittää rajan 2,00. Cohenin f on noin puolet Cohenin d :n arvosta. Karkeasti arvioiden siis $f = 1$ on vastaavasti "valtavan" eron alaraja. Maahanmuuttajataustaisen oppilaiden osalta käytetään rinnakkaistietona myös nonparametrista Vargha–Delaney (2002) A -kerrointa, sillä otoskoot ovat matalia. Tällöin karkeat rajat pienelle, keskisuurelle ja suurelle efektille ovat 0,56, 0,64, ja 0,71.

Perinteiset efektikoon mitat kuten Cohenin d ja f lähestyvät nollaa riippumatta keskiarvojen erosta, kun ryhmien väliset otoskoot ovat hyvin erilaisia (ks. Metsämuuronen, 2022d, 2022e). Jos siis esimerkiksi erityistä tai tehostettua tukea saavien oppilaiden osaaminen olisi yleisen tuen piirissä olevien oppilaiden tulosta niin paljon matalampi, että 80 % heistä sijoittuu yleistä tukea saavien oppilaiden keskiarvon alapuolelle, tosiasiallisesti efektikoko on suuri. Tällaisissa tapauksissa perinteiset efektikoon indikaattorit ovat kuitenkin aliarvioita, sillä erityistä tai tehostettua tukea saavien oppilaiden määrät ovat hyvin pieniä muihin oppilaisiin nähden. Tällöin vertailutiedoksi on perusteltua laskea deflaatiokorjattu efektikoko (Metsämuuronen, 2022f). Deflaatiokorjattu Cohenin f (f_{DC}) lasketaan varianssianalyysin yhteydessä siten, että ensin lasketaan attenuaatiokorjattu eta (η_{AC}): $\eta_{AC} = \eta_{g|X}^{Obs} / \eta_{g|X}^{Max}$, missä $\eta_{g|X}^{Obs}$ on perinteinen havaittu eta ja $\eta_{g|X}^{Max}$ on kyseisessä aineistossa kyseisten muuttujien välille saatavissa oleva maksimaalinen eta. Jälkimmäinen puolestaan lasketaan niin, että eta lasketaan muuttujien välille niin, että molemmat muuttujat järjestetään suuruusjärjestykseen toisistaan riippumatta. Attenuaatio- tai deflaatiokorjattu selitysosuus on tämä korotettuna toiseen potenssiin eli $\eta_{AC}^2 = (\eta_{g|X}^{Obs} / \eta_{g|X}^{Max})^2$. Tästä deflaatiokorjattu Cohenin f lasketaan kaavalla $f = \sqrt{\eta_{AC}^2 / (1 - \eta_{AC}^2)}$.

Erityisesti regressio- ja varianssianalyysien yhteydessä käytetään termiä *selitysosuus*, joka ilmaistaan joko korrelaatiokertoimen neliönä (R^2) tai eta-kertoimen neliönä (η^2). Selitysosuus kertoo, kuinka monta prosenttia selittävä muuttuja selittää tai muuttujat yhdessä selittävät selitettävän muuttujan vaihtelusta. Jos $R^2 = 0,50$, selittävä muuttuja tai muuttujat selittävät 50 % selitettävän muuttujan kokonaisvaihtelusta. Regressioanalyysien yhteydessä selitysosuutta yleensä korjataan Wherryn korjausmenettelyllä, jos selittäviä tekijöitä on enemmän kuin kaksi (ns. korjattu,

”adjusted”, selityssaste; $Adj R^2$). Logistisen regressioanalyysin yhteydessä käytetään Nagelkerken (1991) ja Coxin ja Snellin (1970) ehdottamia pseudo- R^2 -kertoimia.

Perinteinen selityssosuus ei koskaan voi saavuttaa täyttä 100 prosenttia, mikäli muuttujien asteikot poikkeavat toisistaan ja erityisesti, jos ryhmien väliset otoskoot poikkeavat toisistaan selvästi, kuten ne usein tekevät luokitteluasteikkolisilla muuttujilla erityisryhmiä tarkasteltaessa (ks. Metsämuuronen, 2022b, 2022d, 2022f). Niinpä osassa analyyseja—erityisesti kun otoskoot ovat toisistaan poikkeavia—lasketaan vertailutiedoksi attenuaatio- tai deflaatiokorjattu selityssosuus. Regressiomallien yhteydessä tämä lasketaan siten, että ensin lasketaan perinteinen havaittu (yhteis)korrelaatiokerroin mallin kautta saadun ennustemuuttujan (predicted value) ja selitettävän muuttujan välille (R^{Obs}). Toiseksi lasketaan maksimaalinen (yhteis)korrelaatiokerroin (R^{Max}), joka saadaan laskemalla toisistaan riippumatta suuruusjärjestyksen laitettujen muuttujien välinen korrelaatio (ks. Metsämuuronen 2022b). Näiden avulla lasketaan attenuaatio- tai deflaatiokorjattu selityssosuus: $R_{AC}^2 = (R_{AC})^2 = (R^{Obs} / R^{Max})^2$.

2.3.6 Raportissa esiintyvistä menetelmistä tiiviisti

Ilmiöitä kuvataan raportissa yksinkertaisilla perustunnusluvuilla kuten keskiarvoilla, keskihajonnoilla ja prosenteilla. Joissain taulukoissa esiintyy termi keskivirhe (*Standard Error, S.E.*), joka saadaan, kun keskihajonta jaetaan otoskoollla. Kun ryhmien välisiä eroja kuvataan, käytetään yleensä varianssianalyysin erilaisia muotoja (*General Linear Model; GLM*). Kullekin oppilaalle on laskettu otannasta johtuva painokerroin; kun tuloksia yleistetään koskemaan koko perusjoukkoa, yksi oppilas voi aineistossa vastata neljää oppilasta ja toinen oppilas ehkä vain kahta. Tulokset kuvataan raportissa painottamattomina: suuresta otoskoosta johtuen keskiarvo tai prosentti olisi kuvaton kaltainen koko perusjoukossa eli kaikkien samanikäisten kohortissa ilman painotustakin. Sen sijaan jakaumakuvissa tiedot on tuotettu SPSS-ohjelmiston *Complex samples* -toiminnolla, joka suoraan tuottaa populaatiofrekvenssit kussakin ryhmässä. Suhteelliset osuudet on laskettu tämän jakauman perusteella; näin laskien jakaumatiedot poikkeavat jonkin verran otoksen perusteella laskettavista.

Toinen keskeinen raportissa esiintyvä menetelmä on regressioanalyysin (RA) ja sen erilaiset muodot. Regressioanalyysin avulla mallitetaan, kuinka selittävät muuttujat ovat yhteydessä selitettävään muuttujaan painokertoimen B ilmaiseman painon verran. RA:n eri muodoista logistinen regressioanalyysi (LRA) esiintyy raportissa usein. Tämä käytetään tilanteissa, joissa selitettävä muuttuja saa vain kaksi arvoa esimerkiksi ”kuuluu alimpaan osaamisryhmään” vs. ”kuuluu muihin osaamisryhmiin”. LRA:n yhteydessä käytetään yleisesti vetosuhdetta eli ”riskiä”, jolla kuvataan, todennäköisyyttä kuulua tiettyyn ryhmään, mikäli on selittävän muuttujan osalta tietyn kaltainen. Esimerkiksi luvussa 3.2 huomataan, että jos oppilaan matematiikan kouluarvosana oli 4–6, hänellä oli 231-kertainen ”riski” kuulua arvioinnissa heikoimmin suoriutuneeseen ryhmään ($Exp(B) = 231$). Yleisesti ottaen regressioanalyysit on tehty eksploroiden ns. tilastollisilla menettelyillä, yleensä Stepwise-regressiona. Tästä poikkeuksena ovat yksittäiset analyysit, joissa on haluttu varmistaa, kuinka aineisto toimii tietoisesti mukaan valituilla muuttujilla.

Joissain yhteyksissä käytetään päätöksentekopuuanalyysia (*Decision Tree Analysis, DTA*). DTA on joukko menetelmiä, joiden avulla analysoidaan laajoja aineistoja ja luokitellaan selittäviä muuttujia (*Independent variables*) kiinnostavan kohdemuuttujan (*Dependent Variable*), kuten esimerkiksi osaamisen kiusaamisen intensiteetin suhteen. Kyseessä on SPSS-ohjelmiston ns. numeronmurskaustyökalu, joka on erittäin tehokas tilanteissa, joissa ei välttämättä ole olemassa olevaa teoriaa kertomaan, miten selittävät muuttujat pitäisi ryhmitellä, jotta kohdemuuttuja voitaisiin selittää mahdollisimman hyvin. DTA tekee kaikki mahdolliset muuttujien väliset ryhmittelyt ja valitsee

niistä tilastollisin perustein parhaan mahdollisen. Menetelmä on herkkä muuttujien valinnalle: yhdenkin muuttujan lisääminen tai poistaminen mallista voi muuttaa tulosta oleellisesti. DTA on myös taipuvainen etsimään sellaisia ryhmiä, joiden otoskoot ovat mahdollisimman samankaltaisia ja suuria. Tämä logiikka seuraa tilastollisen päättely peruslogiikasta, jossa ryhmän suuri otoskoko johtaa tarkempaan tulokseen ja sitä kautta suurempaan merkitsevyyteen. Analyysseissa käytettiin DTA:n CHAID-algoritmia (Kass, 1980).

Maahanmuuttotaustaisten oppilaiden syventävissä tarkasteluissa ryhmäkoot jäävät pieniksi. Tällöin keskiarvojen eron tarkasteluissa käytetään non-parametrista Mann–Whitney–Wilcoxon *U*-testiä. Tämän yhteydessä efektikoon mittana käytetään Vargha–Delaney *A*-kerrointa. Osassa analyyseja testauksessa käytetään tarkkaa binomitestiä, kun analysoidaan äärihavaintojen esiintymisen todennäköisyyksiä. Tällöin efektikoon mittana on Cohenin *h*.

Koulukohtainen aineisto on aina ryvästynyt; koulun sisäinen vaihtelu on pienempää kuin jos saman verran oppilaita olisi valittu otokseen täysin satunnaisesti. Tätä korjataan yleisesti monitasomallituksella (ks. esimerkiksi Metsämuuronen, 2009b). Suuri otoskoko ja se, että kaikki oppilaat on valittu mukaan otantaan tulleesta koulusta, saavat kuitenkin aikaan sen, että erot ryhmien välillä ovat yleisesti ottaen joka tapauksessa tilastollisesti erittäin merkitseviä, eikä monitasomallitus tuo aineiston analysoinnissa lisäarvoa. Myös aineiston painotus korjaa ryvästymistä. Monitasomallitusta käytetään ensisijaisesti koulun, luokan, ja opettajan efektin eli selitysosuuden määrittämisessä.

Matematiikan
osaamiseen ja
sen muutoksen
liittyviä syventäviä
huomioita

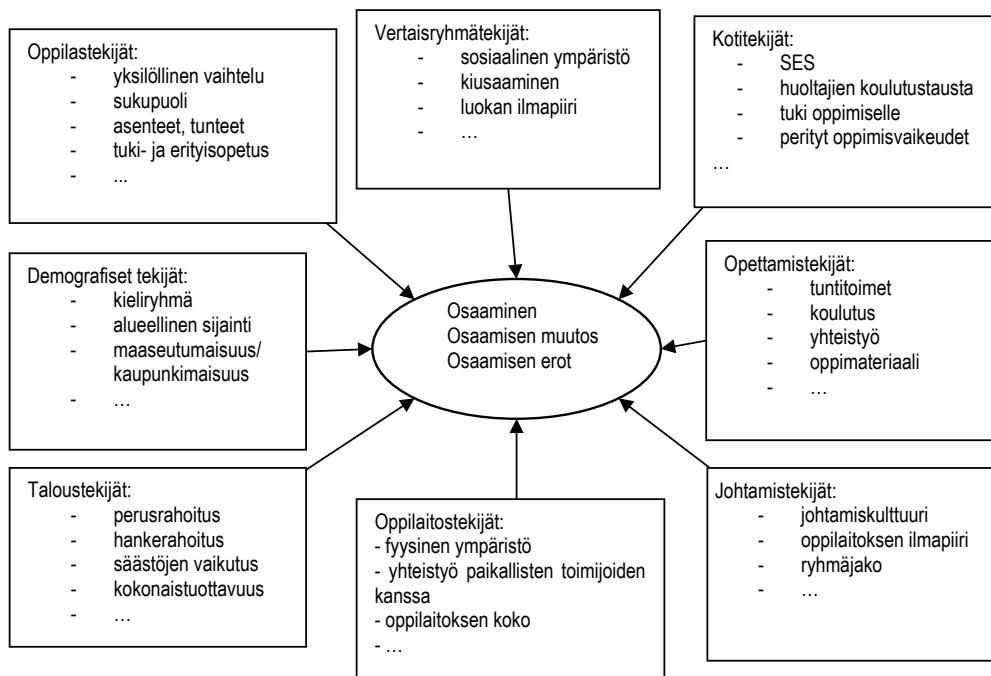
3

- Arvioinnissa osaamiseen liittyviä tekijöitä tarkastellaan viidestä näkökulmasta: oppilaaseen liittyvät yksilölliset tekijät, vertaisryhmään liittyvät tekijät, kotiin ja perheeseen liittyvät tekijät, opettajaan ja opettamiseen liittyvät tekijät sekä kouluun liittyvät tekijät.
- Aineiston syventävissä analyyseissa muuttujista muodostetaan malleja, joilla pyritään selittämään osaamisen vaihtelua.
- Selittäviä tekijöitä verrataan Hattien (2003, 2017) meta-analyysein perusteella tehtyihin arvioihin siitä, kuinka paljon eri tekijät selittävät osaamisen vaihtelusta.

3.1 Osaamiseen liittyvien tekijöiden malli

Tarkastellaan yksinkertaistettua systeemistä mallia oppimiseen, osaamiseen ja osaamisen muutokseen yhteydessä olevista tekijöistä (ks. esimerkiksi Metsämuuronen, 2009, 2017; ja modifioituna Ukkola, Metsämuuronen & Paananen, 2020). Mallissa oppimistuloksiin vaikuttavia tekijöitä etsitään kahdeksasta suunnasta: oppilaaseen liittyvät yksilölliset tekijät, vertaisryhmään liittyvät tekijät, kotiin ja perheeseen liittyvät tekijät, opettajaan ja opettamiseen liittyvät tekijät, koulun johtamiseen liittyvät tekijät, koulun fyysisiin olosuhteisiin liittyvät tekijät, demografiset tekijät ja taloustekijät (Kuvio 3). Näistä sukupuoleen ja demografisiin tekijöihin liittyviä seikkoja on käsitelty osittain jo aiemmassa raportissa (Metsämuuronen & Nousiainen, 2021). Talouteen liittyviä tekijöitä lukuun ottamatta muita tekijöitä tarkennetaan tulevissa luvuissa.

Oppilaaseen liittyviä tekijöitä käsitellään oppilaskyselyn ja Koski-rekisteristä saatujen tietojen avulla luvussa 3.2. Vertaisryhmään, kotitautaan ja perheeseen liittyviä tekijöitä käsitellään oppilaskyselyn perusteella luvuissa 3.3 ja 3.4. Opettajaan ja opettamiseen liittyviä tekijöitä käsitellään oppilaskyselyn perusteella luvussa 3.5 ja tarkemmin opettajakyselyn perusteella kirjan toisessa osassa (Nousiainen, Kivistö, & Metsämuuronen, 2023). Kouluun liittyviä seikkoja käsitellään rehtorikyselyn avulla luvussa 3.6.



KUVIO 3. Taustamuuttujien muodostama käsitteellinen malli (mukailien Metsämuuronen, 2009, 2017)

Osana aineiston jatkoanalyysija matematiikan osaamista ja oppilaiden välisiä eroja pyritään selittämään regressioanalyysin avulla aineistoon kootuilla muuttujilla. Tälle vertailutietona toimivat Hattien (2003, 2017; ks. myös Hattie, Masters, & Birch, 2015) laajojen meta-analyysien perusteella tehdyt päätelmät eri tekijöiden vaikutuksista osaamiseen. Hattien arvion mukaan oppilaan oma vaikutus osaamiseen on 50 %, opettajan 30 %, ja loput 20 prosenttia jakautuvat koululle (5 %), rehtorille (5 %), kodille (5 %) ja vertaisryhmälle (5 %). Aineiston syventävien analyysien yhteydessä tarkastellaan, kuinka paljon oppilas-, opettaja-, koti-, koulu-, ja vertaisryhmämuuttujat selittävät osaamisesta kansallisessa aineistossa.

Yleisesti ottaen Hattien tulosten vertailu koulun tai opettajan efektiin samassa mielessä kuin yleensä tarkoitetaan selitysosuutena koko vaihtelusta, on hankalaa, koska Hattien luvut perustuvat yksittäisten tekijöiden listaamiseen eikä kokonaisarvioon (ks. Hattie, 2003 ja 2017). Esimerkiksi PISA-aineiston perusteella Freemanin ja Vierengon (2014) arvio koulun vaikutuksesta Suomen kaltaisissa OECD-maissa, joissa oppilaita ei valikoida erilaisiin koulutuspolkuihin varhaisessa vaiheessa, on noin 20 prosenttia. Suomessa koulun selittävä vaikutus on kuitenkin ollut noin 10 prosenttia; pitkittäisaineistossa koulu selitti oppilaiden matematiikan osaamisen vaihtelusta 3. luokalla 12 %, 6. luokalla 8 % ja 9. luokalla 8 % (Metsämuuronen, 2013). Aiemmissä 9. luokan arvioinneissa selitysosuus on ollut 5,1–9,7 % (ks. koonti Metsämuuronen & Nousiainen, 2021, s. 81). Opettajaefektistä ei 9. luokan aineistoissa ole saatavissa samankaltaista trenditietoa kuin koulun efektistä, koska aineistoissa yksittäisiä oppilaita ei ole yhdistetty yksittäisiin opettajiin, kuten varhaisten luokkien arvioinneissa on tehty (ks. Ukkola & Metsämuuronen, 2019, 2023).

3.2 Oppilastekijät osaamisen selittäjinä

- Yksilöiden välillä osaamisen vaihtelu on suurta.
- Poikien ja tyttöjen osaaminen ei poikkea keskimäärin toisistaan, mutta osaamisen eri osa-alueilla sukupuolten välillä on eroja.
- Arvosana ja akateeminen aktiivisuus selittävät osaamisen vaihtelua vahvasti.
- Toisen asteen opintojen jatkokoulutus suunnitelma erottelee oppilaita selvästi toisistaan.
- Osaaminen erityisryhmissä on selvästi heikompaa kuin perusrhythmissä.
- Oppilastekijät selittävät osaamisen vaihtelusta puolet.

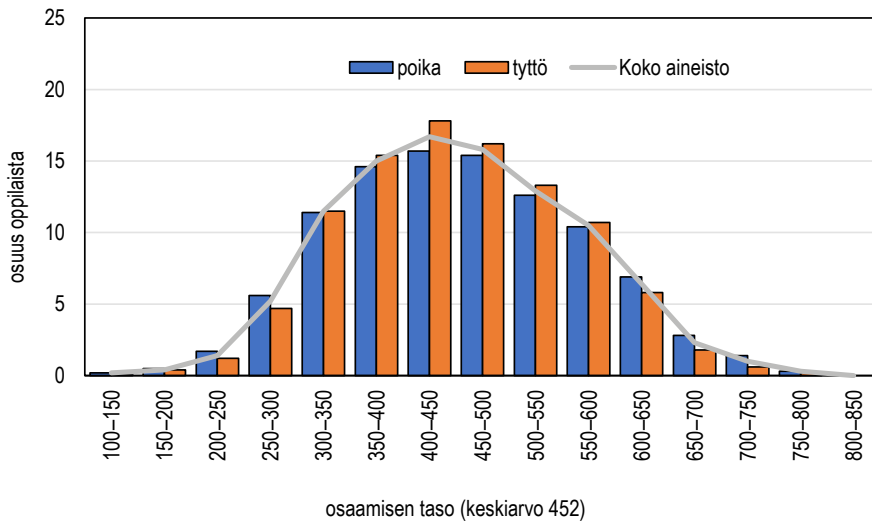
Yksilölliset oppilastekijät ovat keskeisiä osaamisen vaihtelua selittäviä tekijöitä. Oppilaskohtaiset taustakysymykset eivät perustu mihinkään tiettyyn teoreettiseen viitekehykseen, vaan yhtäältä usean vuosikymmenen arviointikokemukseen siitä, millaiset tekijät ovat osoittautuneet tekijöiksi, jotka selittävät osaamisen vaihtelua, ja toisaalta kulloiseenkin arviointiin liitetyillä uusilla näkökulmilla. Tässä arvioinnissa on Karvin vakiokysymysten lisäksi myös uudempia kysymyksiä, jotka koskevat mm. akateemisia tunteita, perheen sosioekonomista taustaa ja luokkailmapiiriä. Huomattakoon, että taustakyselyllä ei ole katettu läheskään kaikkia mahdollisia selittäviä tekijöitä, joten paljon asioita jää analyysin ulkopuolelle. Tämänkaltaisia asioita ovat mm. erilaiset persoonallisuuden piirteet (esimerkiksi ns. big five -persoonallisuuden piirteet neuroottisuus, ulospäin suuntautuneisuus, sovinnollisuus, tunnollisuus ja avoimuus; alkujaan Costa & McCrae, 1985, 1989; Goldberg, 1990; ks. myös Costa & McCrae, 1992, 1995; suomeksi Lönnqvist & Tuulio-Henriksson, 2008), psyykkiseen itsesääteilyyn linkittyvät positiiviset stressin hallinnan keinot eli copingin strategiat (Algorani & Gupta, 2023; Farchi ym., 2018) tai varhaiseen lapsuuteen tai varhaiskasvatukseen liittyvät seikat, joilla voi olla oleellinen merkitys kielen, matemaattisen ajattelun ja koulunkäynnin kiinnostavuuden kehittämisessä (ks. keskustelu Ukkola, Metsämuuronen, & Paananen, 2020).

Luvussa 3.2.1 tarkastellaan yksilöiden välistä vaihtelua yleisesti. Luvussa 3.2.2 tarkastellaan lähemmin sukupuolten välisiä eroja ja luvussa 3.2.3 eri arvosanan saaneiden oppilaiden välisiä eroja. Luvussa 3.2.4 tarkastellaan jatkokoulutus suunnitelmien yhteyttä osaamiseen ja luvussa 3.2.5 tarkastellaan yleistä tukea vahvempaa tukea saavien oppilaiden erityiskysymyksiä. Lopuksi luvussa 3.2.6 rakennetaan muuttujista kokonaismalli.

3.2.1 Yksilöiden välillä osaamisen vaihtelu on suurta

Oppilaiden osaaminen 9. luokalla vaihtelee alkuopetuksen oppilaiden keskitasosta lukion pitkän matematiikan opiskelijoiden keskitasoon. Tiedetään, että jo ensimmäiselle luokalle tullessaan oppilaiden osaaminen poikkeaa toisistaan huomattavasti (ks. Ukkola & Metsämuuronen, 2019; Ukkola, Metsämuuronen & Paananen, 2020), ja kolmannelle luokalle tultua osaaminen on selvästi yhtenäistyneempää eli osaamisen jakauma on jo kaventunut, joskin siinä vieläkin on selkeä leventynyt muoto (ks. Ukkola & Metsämuuronen, 2021, 2023; ks. myös Metsämuuronen, 2013). Aiemmassa pitkittäisarvioinnissa havaittiin, että osaamisen vaihtelu oli 6. luokalla kaikista pienintä, mutta 9. luokalle tultaessa oppilaiden osaaminen oli jo selvästi epätasaisempaa (Metsämuuronen, 2013, s. 45). Toisen asteen lopussa osaaminen on jo erittäin vaihtelevaa—vaihtelevampaa kuin koulun alkuopetuksen jälkeen (ks. Metsämuuronen, 2017).

Vuoden 2021 aineistossa 9. luokan jakauma on selvästi leveämpi kuin aiempien 9. luokan aineistojen jakauma (Kuvio 4). Aiemmassa aineiston analyysissä (Metsämuuronen & Nousiainen, 2021; Metsämuuronen & Suomilammi, 2023) huomattiin, että se on muodostunut—toisin kuin tätä edeltävissä aineistoissa—kolmesta populaatiosta.

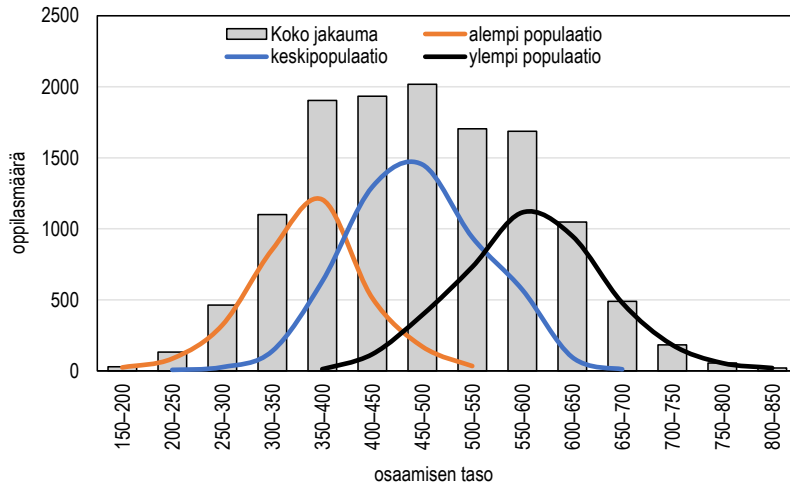


KUVIO 4. Osaamisen jakauma

Osaaminen jakaantuu kolmeen ryhmään

Vuoden 2021 matematiikan osaamisen kansallinen aineisto muodostuu kolmesta oppilasryhmästä tai ”populaatiosta”³, joista keskiosajien populaatioon kuuluu mallituksen perusteella 46 % oppilaista, keskitasoa heikempien oppilaiden populaatioon 21 % oppilaista ja keskitasoa parempien oppilaiden populaatioon 33 % oppilaista (Kuvio 5; ks. tarkemmin mallituksesta Metsämuuronen & Suomilammi, 2023). Alimpaan osaamispopulaatioon kuuluvien oppilaiden tunnistaminen on perusteltua siinä mielessä, että jos tähän ryhmään kuuluvat oppilaat voidaan tunnistaa, heille voidaan antaa aiempaa vahvempaa ja kohdennetumpaa tukea, ja näin voidaan pyrkiä nostamaan heidän osaamisen tasonsa kohti keskipopulaatiota. Taulukko 2 tiivistää mallituksen perusteella alimpaan osaamispopulaatioon sijoittuneiden oppilaiden piirteitä.

³ Termien ero syntyy siitä, että heikoimmin suoriutuvaan ”ryhmään” kuuluvat oppilaat voidaan erottaa paremmin suoriutuvasta ”ryhmästä” tarkasti. Sen sijaan heikosti suoriutuvien oppilaiden ”populaatioon” kuuluvat oppilaat muodostavat jakauman, joka menee osittain päällekkäin muiden ”populaatioiden” kanssa.



KUVIO 5. Osaamisen jakauma mallitettuna kolmeen ryhmään (Metsämuuronen & Suomalampi, 2023)

TAULUKKO 2. Matalimpaan oppilaspopulaatioon sijoittuvien oppilaiden ominaispiirteitä

Muuttujat ^{1,2}	B	S.E.	Wald	df	p-arvo	Exp(B)	1/Exp(B)
Vakio	-5,23	0,334	244,84	1	< 0,001		
Matematiikan arvosana 4–6 (Dummy)	5,44	0,165	1082,89	1	< 0,001	231,4	
Erikoisluokka Jopo, pienryhmä, erityisluokka (Dummy)	2,49	0,186	178,94	1	< 0,001	12,0	
S2-status (1 = kyllä, 0 = ei ole)	1,93	0,155	154,14	1	< 0,001	6,9	
Peruskoulun jälkeen Ei Lukio, pitkä matematiikka (Dummy)	1,80	0,180	99,10	1	< 0,001	6,0	
SES Kotonani on... (mm. taide-esineitä, musiikki-instrumentteja) 0–1 viidestä (Dummy)	1,24	0,133	86,02	1	< 0,001	3,4	
Tukiopetuksen määrä Yli 4 kertaa (Dummy)	1,08	0,116	86,67	1	< 0,001	3,0	
Miten viihdyt koulussa? Erittäin hyvin (Dummy)	0,52	0,134	15,06	1	< 0,001	1,7	
Miten viihdyt koulussa? Erittäin huonosti (Dummy)	0,47	0,203	5,36	1	0,021	1,6	
Sukupuoli 1 = poika, 2 = tyttö	0,47	0,099	22,38	1	< 0,001	1,6	
Erikoisluokka Ei erityis- eikä erikoisluokalla (Dummy)	0,43	0,167	6,68	1	0,01	1,5	
Positiivinen tunnetila Ei koskaan, Harvoin tai Joskus (Dummy)	0,34	0,128	6,89	1	0,009	1,4	
SES Kotonani on... (mm. taide-esineitä, musiikki-instrumentteja) 2–3 viidestä (Dummy)	0,31	0,122	6,31	1	0,012	1,4	
SES Sinulla on kotonasi (mm. oma huone, rauhallinen paikka, tietokone) 4–5 viidestä (Dummy)	-0,30	0,109	7,34	1	0,007	0,7	1,3
Tukiopetuksen määrä Ei koskaan (Dummy)	-0,52	0,114	20,58	1	< 0,001	0,6	1,7
Peruskoulun jälkeen Lukio, lyhyt matematiikka (Dummy)	-0,84	0,112	56,96	1	< 0,001	0,4	2,3
Matematiikan arvosana 9 tai 10 (Dummy)	-2,00	0,370	29,24	1	< 0,001	0,1	7,4
Cox & Snell R2	Nagelkerke R2		oikein ennustettu				
0,564	0,766		90,8 %				

¹ Logistinen regressioanalyysi, Conditional forward -ratkaisu; selitettävänä sijoittuminen alapopulaatioon (kun vaihtoehtona on sijoittua kahteen muuhun populaatioon)

² muuttujat järjestetty "riski"-tekijän mukaan (Exp(B))

Logistinen regressioanalyysi (LRA) löysi 30 muuttujan joukosta 16 muuttujaa, joilla aineistossa pystytään erottelemaan alimpaan osaamispopulaatioon kuuluvat oppilaat 91 prosentin varmuudella keskipopulaatiosta (Taulukko 2).⁴ Näistä vaikuttavin ennustetekijä on matematiikan matala kouluarvosana.⁵ Matala arvosana (5 tai 6) lisää 231-kertaisesti tilastollista ”riskiä” kuulua alimpaan osaamispopulaatioon verrattuna siihen, että oppilas olisi saanut 7 tai sitä korkeamman arvosanan. Muita ennustetekijöitä ovat kuuluminen joko joustavaan perusopetukseen, pienryhmään tai erityisluokalle (12-kertainen riski) sekä S2-oppimäärän mukaisesti opiskeleminen (7-kertainen riski).⁶ Jos oppilas ei suunnitellut menevänsä lukioon ja siellä pitkän matematiikan opintoihin, riski kuulua alimpaan osaamispopulaatioon on 6-kertainen. Myös sosioekonomiseen taustaan linkittyvä kodin vähäinen ”sivistyskapasiteetti”⁷ ja tukiopetuksen suurempi määrä (molemmilla 3-kertainen riski) ennustavat matalampaan populaatioon kuulumista selvästi. Vastaavasti korkea arvosana ja lukioon hakeutuminen ja siellä lyhyen matematiikan opintoihin hakeutuminen ennustavat muuhun kuin alimpaan populaatioon kuulumista (7- ja 2-kertainen riski). Tarkemmin alapopulaatioon kuuluvia oppilaita tarkastelevat Metsämuuronen, Holm ja Räsänen (2023) toisessa raportissa.

Vastaavasti 13 tekijää selittää ylimpään osaamispopulaatioon kuulumista (Taulukko 3). Näistä selkein on matematiikan korkea kouluarvosana (9–10;7200-kertainen riski); käytännössä lähes kaikilla ylimpään osaamispopulaatioon kuuluvilla oppilailla oli korkea arvosana. Korkea arvosana selittää ylimpään osaamispopulaatioon kuulumista selvästi voimakkaammin kuin heikko arvosana alimpaan osaamispopulaatioon sijoittumista. Ylimpään osaamispopulaatioon sijoittuneet oppilaat olivat keskipopulaatioon verrattuna todennäköisemmin osallistuneet matematiikka-, STEM- tai LUMA-erikoisluokalle (12-kertainen riski). Tämän suhteen emme tietenkään tiedä, onko painotettuun opetukseen osallistuminen parempiin arvosanoihin nähden syy vai seuraus. Eräänä mielenkiintoisena havaintona tämän mallin vaikuttavimmista selittäjistä oli se että valtaosa niistä ennustaa sitä, että oppilas *ei kuulu* ylimpään populaatioon. Näistä negatiivisista indikaattoreista selkein on kuuluminen joko joustavaan perusopetukseen, pienryhmään tai erityisluokalle (67-kertainen ”riski” sille, ettei kuulu ylimpään populaatioon), S2-status (6-kertainen riski), pitkän matematiikan poisvalinta ja kodin vähäinen ”sivistyskapasiteetti” (4-kertainen riski). Tarkemmin yläpopulaatioon kuuluvia oppilaita tarkastelevat toisessa raportissa Niemi ja Metsämuuronen (2023).

⁴ Metsämuuronen ja Suomilampi (2023) mallittivat samaa ryhmää, mutta kaikkia selittäviä muuttujia ei muutettu dummy-muotoon. Taulukossa 2 muuttujista etsittiin sellaiset jakokohdat, jotka selittävät jakautumista eri populaatioihin mahdollisimman hyvin. Seurauksena osa selittävistä muuttujista muuttui ja jäljelle jääneiden muuttujien vetosuhte eli ”riski” on aiemmasta poikkeava.

⁵ On hyvä muistaa, että Taulukon 2 (ja 3) muuttujat ovat merkityksellisiä selittäjiä suhteessa toisiinsa ja yhdessä muiden kanssa. Toisin sanoen, kun otetaan huomioon *kaikki* taulukoidut muuttujat *yhtä aikaa*, vetosuhteet ja selitysosuudet ovat kuvattuja, vaikka yksittäisinä tekijöinä muuttujilla ei olisiakaan selittävää vaikutusta tai se voisi olla suurempikin ilman muita muuttujia.

⁶ Muistetaan kuitenkin, että läheskään kaikki S2-oppimäärän mukaan opiskelevat oppilaat eivät kuulu alimpaan osaamispopulaatioon. S2-oppilaat ovat hyvin heterogeeninen ryhmä ja heitä on kaikissa arvosanaryhmissä, joskin heidän prosentuaalinen osuutensa arvosanan 5 ja 6 saaneista oppilaista on aineistossa 12–15 %:n luokkaa, kun arvosanan 9 ja 10 saaneiden joukossa se on 6–7 %:n luokkaa. S2-taustan osuutta osaamisen eriytyemisessä käsitellään tarkemmin luvussa 3.4.3.

⁷ ”Sivistyskapasiteetti” on tulkinta käytetystä sosioekonomisen statuksen (SES) mittarista, joka osoittautui selkeäksi osaamisryhmien välisen eron selittäjäksi. Kysymyssarjassa kysyttiin, onko oppilaan kotona mm. taide-esineitä, musiikki-instrumentteja ja kirjallisuutta. Kaikkiaan viidestä tekijästä laskettiin summa, ja alinta osaamispopulaatiota leimasi se, että useimmilla tähän ryhmään kuuluvista oppilaista oli kotonaan korkeintaan yksi viidestä osatekijästä. Vastaavasti korkeimpaan osaamispopulaatioon kuuluvilla oppilailla suurimmalla osalla oli 4–5 tekijää viidestä. Siksi termi ”sivistyskapasiteetin vähäisyys” voi ehkä kuvata syytekijän olemusta alimpaan osaamispopulaatioon kuuluvilla oppilailla.

TAULUKKO 3. Korkeimpaan oppilaspopulaatioon sijoittuvien oppilaiden ominaispiirteitä

Muuttujat ^{1,2}	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	1/Exp(B)
Vakio	-4,22	0,446	89,43	1	< 0,001	0,0	
Matematiikan arvosana 9–10 (Dummy)	8,88	0,346	660,70	1	< 0,001	7201,4	
Erikoisluokka Matematiikka, STEM, LUMA (Dummy)	2,50	0,724	11,95	1	< 0,001	12,2	
Tukiopetuksen määrä Ei koskaan (Dummy)	1,06	0,19	30,79	1	< 0,001	2,9	
Sukupuoli 1 = poika, 2 = tyttö	-0,54	0,188	8,36	1	0,004	0,6	1,7
Tukiopetuksen määrä Yli 4 kertaa (Dummy)	-0,60	0,265	5,13	1	0,023	0,5	1,8
Peruskoulun jälkeen Ammatillinen koulutus (Dummy)	-0,78	0,231	11,50	1	< 0,001	0,5	2,2
Positiivinen tunnetila Ei koskaan, Harvoin tai Joskus (Dummy)	-0,79	0,179	19,60	1	< 0,001	0,5	2,2
SES Kotonani on... (mm. taide-esineitä, musiikki-instrumentteja) 0–1 viidestä (Dummy)	-1,31	0,201	42,22	1	< 0,001	0,3	3,7
Peruskoulun jälkeen Ei pitkä matematiikka (Dummy)	-1,34	0,213	39,57	1	< 0,001	0,3	3,8
S2-status (1 = kyllä, 0 = ei ole)	-1,84	0,281	43,13	1	< 0,001	0,2	6,3
Erikoisluokka Jopo, pienryhmä, erityisluokka (Dummy)	-4,20	0,657	40,71	1	< 0,001	0,0	66,7
Cox & Snell R ²	Nagelkerke R ²			oikein ennustettu			
0,700	0,937			97,5 %			

¹ Logistinen regressioanalyysi, Conditional forward -ratkaisu; selitettävänä sijoittuminen alapopulaatioon (kun vaihtoehtona on sijoittua kahteen muuhun populaatioon)

² muuttujat järjestetty "riski"-tekijän mukaan (Exp(B))

Osaaminen vaihtelee alkuopetuksen ja lukion pitkän matematiikan kirjoittaneiden oppilaiden keskitasojen välillä

Toinen näkökulma oppilaiden laajaan osaamisen kirjoon 9. luokan lopussa saadaan siitä, että aiemmassa, vuonna 2015 päättyneessä pitkittäisarvioinnissa seurattiin samoja oppilaita 3. luokan alusta (Huisman, 2005; Huisman & Silverström, 2005) 6. luokan alkuun (Niemi & Metsämuuronen, 2010), 9. luokan loppuun (Metsämuuronen, 2013) ja aina toisen asteen loppuvaiheeseen asti (lukio ja ammatillinen koulutus; Metsämuuronen, 2017; Metsämuuronen & Salonen, 2017; Metsämuuronen & Tuohilampi, 2017). Nämä mittaukset vertaistettiin niin, että niiden pistemäärät olivat toisiinsa nähden vertailukelpoisia (ks. Metsämuuronen, 2013, 2017). Vuoden 1998 pisteisiin suhteutettuna 3. luokan alun⁸ aineistossa keskiosaaminen on 239 pistettä, 6. luokan alun⁹ aineistossa keskiosaaminen on 413 pistettä ja 9. luokan lopun aineistossa 478 pistettä (Taulukko 4).¹⁰ Toisen asteen opiskelijoiden osaamistaso mukailee selvästi koulutusvalintoja. Ammatillisen koulutuksen opiskelijoiden keskiosaaminen opintojen loppuvaiheessa oli 437 pistettä, lukiossa lyhyen matematiikan oppimäärän suorittaneiden ja ylioppilaskokeessa läpäisseiden opiskelijoiden keskiosaaminen oli 564 pistettä ja lukiossa pitkän matematiikan oppimäärän suorittaneiden ja kirjoittaneiden keskiosaaminen oli 696 pistettä.

⁸ Kun arviointi on kolmannen luokan alussa, arvioinnin kohteena ovat olleet alkuopetuksen aikana opitut asiat eli luku kuvaa 2. luokan lopun osaamisen tasoa.

⁹ Kun arviointi on kuudennen luokan alussa, arvioinnin kohteena ovat olleet viiden ensimmäisen kouluvuoden aikana opitut asiat eli luku kuvaa 5. luokan lopun osaamisen tasoa.

¹⁰ Pitkittäisarvioinnissa vuoden 2012 9. luokan keskiosaaminen oli vertaistettu tasoon 500. Kun tiedetään, että vuoden 1998 tasoon nähden vuoden 2012 mittauksen keskitaso oli 12 pistettä heikompi (478), muidenkin vuosiluokkien mittauksista vähennettiin 12 pistettä. Näin näiden vuosiluokkien muunnetut keskipistemäärät ovat vuoden 1998 9. luokan keskiosaamiseen nähden karkeasti samalla asteikolla.

TAULUKKO 4. Vuoden 2021 aineiston linkittyminen eri vuosina kerättyyn pitkittäisaineistoon

vuosiluokka	keskimääräinen osaamisen taso eri vuosiluokilla ¹	"Vuoden 2021 aineistossa..."	vuoden 2021 aineistossa %		
			kaikki	pojat	tytöt
3 (2005)	239	alle 3. luokan alun keskitason	1,8	2,1	1,4
6 (2008)	413	alle 6. luokan alun keskitason	39,3	39,5	39,0
9 (2012)	478	alle 9. luokan keskitason	59,3	58,4	60,1
Lukio 7–11 kurssia (2015)	564	yli lyhyen matematiikan keskitason	16,8	18,1	15,5
Lukio 12 kurssia tai enemmän (2015)	696	yli pitkän matematiikan keskitason	2,4	2,9	1,4

¹ osaamisen taso on vertaistettu vuoden 1998 aineiston tasoon vuoden 2012 aineiston kautta

Kun vuoden 2021 arviointitulokset suhteutetaan pitkittäisarvioinnin eri vuosiluokkien keskipisteisiin, huomataan, että vuoden 2021 aineistossa 2 prosenttia pojista ja 1,4 prosenttia tytöistä oli osaamistasoiltaan alle 3. luokan alun keskiosaamisen tason.¹¹ Vastaavasti 39 prosenttia oppilaista oli korkeintaan 6. luokan alun keskiosaamisen tasolla. Toisessa ääripäässä hieman yli 2 prosenttia oppilaista oli lukion pitkän matematiikan keskitason yläpuolella—pojista 3 prosenttia ja tytöistä vajaa 2 prosenttia—ja 15 prosenttia oli saavuttanut lukion lyhyen matematiikan kirjoittaneiden keskitason olettaen, että kaikissa mittauksissa on saavutettu jotain matematiikan yleisestä osaamisesta.¹² Tässä esitetyt vertailut ovat mielekkäitä lähinnä havainnollistamismielessä, sillä päättövaiheen mittauksissa ei ole kysytty pitkän matematiikan vaativimpiin sisältöihin liittyviä asioita, joista harvalla 9. luokan oppilaista oli tietoa. Voidaan kuitenkin karkeasti arvioida, että vuoden 2021 aineistossa 9. luokalla näytetty¹³ osaaminen jakaantuu alkuopetuksen keskimääräisen osaamistason ja lukion pitkän matematiikan oppilaiden osaamisen välille.

3.2.2 Poikien ja tyttöjen osaaminen ei poikkea keskimäärin toisistaan, mutta profiilit poikkeavat toisistaan

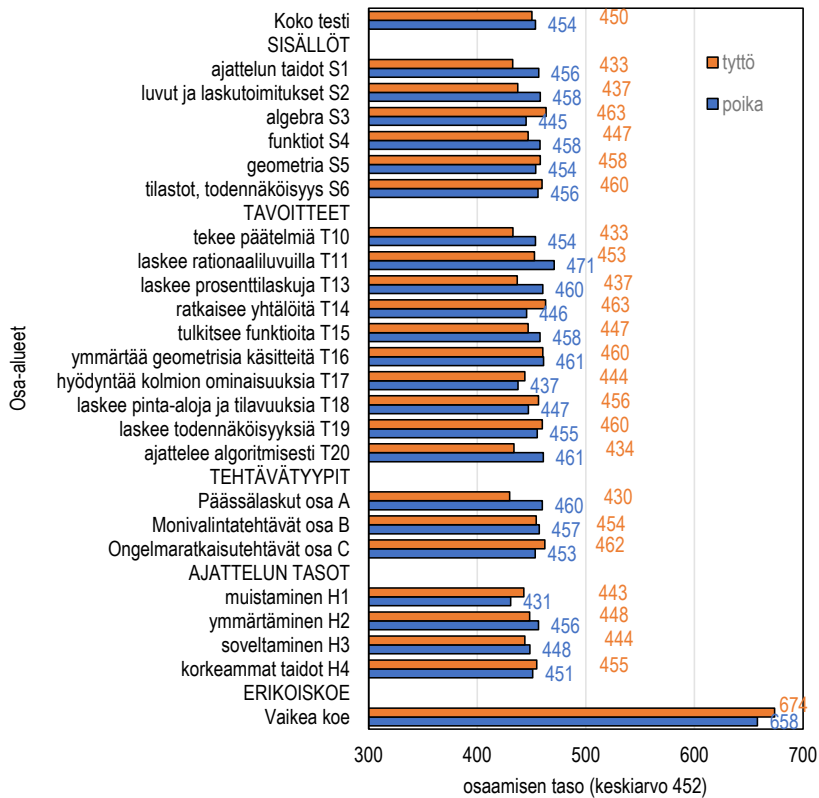
Osaamisen profiilit poikkeavat toisistaan poikien ja tyttöjen välillä

Kaikkiaan vuoden 2021 arviointi sisälsi kokonaissumman lisäksi kuusi sisältöalueeltaista osatestiä, kymmenen tavoitekohtaista osatestiä, neljä ajattelun tasoa mittaavaa osatestiä, kolme tehtävätyyppeihin liittyvää testiä sekä diagnosoivan FUNA-testin ja ns. ”vaikean” testin, johon oli koottu kaikista versioista vaikeimmat tehtävät (Kuvio 6).

¹¹ Rinnakaistietona todettakoon, että toisen raportin artikkelissa (Metsämuuronen ym., 2023) havaittiin diagnostisen FUNA-testin perusteella, että osa heikosti suoriutuneista oppilaista suoriutui helpoista numeerisista tehtävistä 3. luokkaa vastaavan tasoisesti; tämä oli matalin taso, jota testissä arvioitiin. Kolmas osa (31 %) heikosti suoriutuneista oppilaista oli vuosiluokkien 3–5 tasolla.

¹² Rinnakaistietona parhaita osajia koskevassa erillisanalyysissä (Niemi & Metsämuuronen, 2023) huomattiin, että parhaista osajista kaksi kolmesta sai vähintään 50% maksimipistemäärästä lukion lyhyen matematiikan ylioppilaskoetehtävistä muodostetussa osamittarissa.

¹³ Termi ”näytetty osaaminen” viittaa siihen, että heikko suoritus voi olla seurausta siitä, että arviointitestiin ei ole suhtauduttu vakavasti tai jokin testauksen aikana tapahtunut seikka on saanut korkeitakin arvosanoja saaneita oppilaita lopettamaan testin kesken tai jopa ihan alkuvaiheeseen. Heikko suoritus voi siis olla seurausta monesta tekijästä ja voidaan sanoa, että ”näin paljon oppilas halusi testauksessa näyttää omaa osaamistaan”. Sen sijaan korkea pistemäärä—tai keskimääräinen—on testissä epätodennäköistä; jos testivilppi voidaan poissulkea, hyvä suoritus on aina aidosti hyvä suoritus.



KUVIO 6. Osaaminen ero sisältöalueittain, tavoitekohtaisesti, tehtävätyypeittäin ja ajattelun tasoittain

Keskimäärin arvioiden poikien (454 pistettä) ja tyttöjen (450 pistettä) osaaminen on samalla tasolla, mutta profiilit poikkeavat toisistaan. Pojat ovat tilastollisesti merkitsevästi parempia ajattelun taidoissa (sisältöalue S1; +24 pistettä), luvuissa ja laskutoimituksissa (S2; +21 pistettä), ja funktiolaskuissa (S4; +11 pistettä), joskaan havaittu ero ei suuruudeltaan ole tyttöihin nähden merkittävä ($f < 0,10$). Vastaavasti algebraan liittyvissä tehtävissä tytöt suoriutuivat hieman poikia paremmin (S3; +18 pistettä). Ero ei tässäkään ole merkittävä ($f < 0,10$).

Koska erot ovat tilastollisesti merkitseviä tietyillä *sisältöalueilla*, tämä heijastuu myös *tavoitteisiin* ja *tehtävätyyppisiin*, jotka ovat suoraan linkittyneet sisältöalueisiin. Ero poikien hyväksi on suurimmillaan päässälaskutyypisissä tehtävissä (+30 pistettä) sekä tavoitteissa ”algoritmit ja ohjelmointi” (T20; +27 pistettä) ja ”päässälaskut” (T10; +21 pistettä), jotka molemmat linkittyvät sisältöalueeseen ”ajattelun taidot” (S1). Samoin sisältöalueeseen ”luvut ja laskutoimitukset” (S2) liittyvissä tavoitteissa ”prosenttilaskut” (T13; +24 pistettä) ja ”peruslaskutoimitukset” (T11; +18 pistettä) poikien ero tyttöihin nähden on tilastollisesti merkitsevää, joskaan ei merkittävän suurta ($f < 0,10$). Tyttöjen osaaminen puolestaan oli tilastollisesti merkitsevää tavoitteessa ”yhtälöt” (T14; +17 pistettä), joka liittyi sisältöalueeseen ”algebra” (T3). Tytöt olivat myös poikia parempia ”vaikeassa” tehtäväsarjassa (+16 pistettä), joskaan tämänkään suhteen ero ei ole merkittävä.

Poikia on enemmän osaamisen ääripäissä

Keskimääräinen ero tyttöjen ja poikien välillä on pieni, kuten edellä todettiin. Toisaalta samoin kuin aiemmissa arvioinneissa sekä kouluun tulon alkuvaiheessa (Ukkola, Metsämuuronen, & Paananen, 2020) että yläluokilla ja toisella asteella (Metsämuuronen, 2013, 2017) poikia sijoittuu enemmän osaamisen ääripäihin. Ilmiö tunnetaan hypoteesina, jossa tunnustetaan miesten suurempi vaihtelu (*greater male variability hypothesis*; ks. historiasta esimerkiksi Johnson, Carothers, & Deary, 2008). Useissa tutkimuksissa on huomautettu, että miesten osuus erilaisten ilmiöiden kuten älykkyyden ja osaamisen ääripäissä on suurempaa kuin naisten (ks. Baye & Monseur, 2016; Johnson, ym., 2008; O’Dea, ym., 2018). Myös vuoden 2021 aineistossa tyttöjen suhteellinen osuus poikkeuksellisen heikosti ja hyvin suoriutuneista oppilaista on pienempi kuin poikien. Alle 250 pistettä saaneista oppilaista tyttöjä oli 41 prosenttia ja poikia 59 prosenttia ja yli 650 pistettä saaneista tyttöjä oli 37 prosenttia ja poikia 63 prosenttia. Erot ryhmien välillä ovat tilastollisesti merkitseviä (binomitodennäköisyys $p < 0.001$) ja merkittäviä (Cohenin $h = 0,44$ ja $0,63$).

Tyttöjen osuus parhaista oppilaista ei ole oleellisesti muuttunut perusopetuksen päättövaiheessa

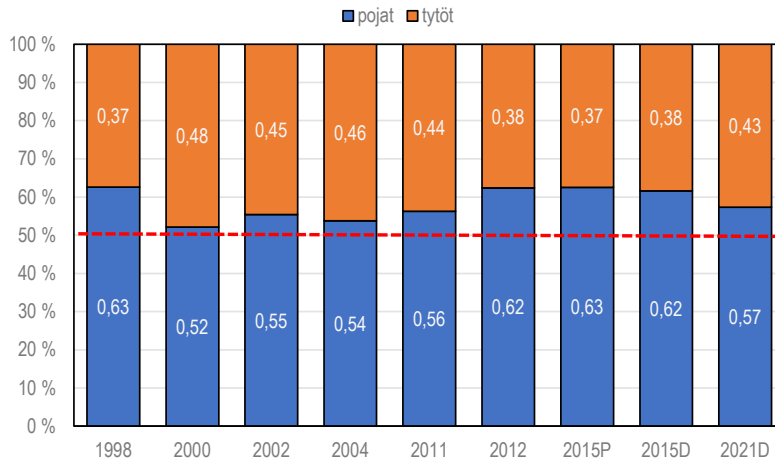
Aiemmassa pitkittäisaineistossa huomattiin, että lukiossa tyttöjen osuus parhaista matematiikan osaajista jää matalammaksi kuin poikien (ks. Metsämuuronen, 2017; Metsämuuronen & Tuohilampi, 2017), vaikka keskimääräisessä osaamisessa eroja ei olisikaan. On arveltu, että tytöt eivät koe matematiikkaa siihen vaadittavan vaivan arvoiseksi (Metsämuuronen & Lehikko, 2022). Tälle ilmiölle on annettu Etelä-Koreassa nimi ”supoza” (Ko, Choi, & Kaji, 2021), ”matematiikan poisvalitseminen”. Ilmiö on saattanut muuttua vuoden 2017 korkeakouluvalintakriteerien muutoksen myötä. Tuolloin yliopistokoulutuksen asiantuntijaverkosto päätyi suosittelemaan valintaratkaisua, joka johti siihen, että lukiossa matematiikan pitkän oppimäärän suorittamisesta saa hakuvaiheessa hieman enemmän etua kuin muista oppiaineista. Tällä voisi olla vaikutusta siihen, että käsillä olevassa aineistossa havaittaisiin tyttöjä sijoittuvan aiempaa useammin myös osaamisen parhaimpaan osaan.¹⁴ Tarkastellaan asiaa pitkittäisaineiston valossa.

Vuosien 2012 ja 2015 aineistoihin verrattuna suurempi osuus tytöistä sijoittuu korkeimpaan kymmenykseen kuin vuonna 2021 (Taulukko 5; Kuvio 7). Kun vuonna 2012 parhaimpaan kymmenykseen kuuluvista oppilaista 38 prosenttia oli tyttöjä, vuonna 2021 heitä oli 43 prosenttia. ”Merkittävää” erosta (Cohenin $h = 0,57$) on siirrytty ”pieneen” eroon ($h = 0,34$) sukupuolten välillä. Ilmiö ei kuitenkaan ole systemaattinen, kun sitä tarkastellaan pidemmällä aikavälillä (Kuvio 7). Pienimmillään ero tyttöjen ja poikien välillä oli vuoden 2000 aineistossa, ja ero kasvoi vuosien 2012 ja 2015 aineistoihin tultaessa selvästi: triviaalin pienestä erosta ($h = 0,09$) siirryttiin merkittävään eroon (korkeimmillaan $h = 0,58$ vuoden 2015 aineistossa). Tätä kirjoitettaessa matematiikan painoarvoa ylioppilaskokeen perusteella tehtävässä jatko-opintovalinnassa ollaan pienentämässä vuoden 2026 keväästä alkaen (ks. <https://yliopistovalinnat.fi/todistusvalinnan-piste-tytykset-vuodesta-2026>). Nähtäväksi jää, jatkuuko vuoden 2021 arvioinnissa havaittu trendi, jossa tyttöjen osuus parhaiden osaajien joukossa kasvoi, edelleen myös tulevissa arvioinneissa.

¹⁴ Tällöin ajatellaan, että aiemmin tyttöjen pienempi osuus parhaimpiin kuuluneista oppilaista johtuisi tyttöjen suuntautumisen ta lukion jälkeen aloille, joissa lukion pitkän matematiikan opinnoista ei olisi erityistä hyötyä. Valintauudistus muutti tilannetta sikäli, että lukion pitkän matematiikan opinnoista olisi hyötyä (lähes) *kaikkien* alojen sisäänpääsyssä. Jos tytöt olisivat halunneet varmistella korkeakouluihin sisäänpääsyä, heille olisi ollut hyödyllistä valita lukiossa pitkän matematiikan opinnot ja alkaa varmistella opinnoissa menestymistä jos perusopetuksen yläluokilla. Koska tytöillä on taipumusta menestyä paremmin akateemisissa opinnoissa, olisi ollut odotettavaa, että tämä olisi kasvattanut tyttöjen osuutta parhaimmin suoriutuneiden oppilaiden joukossa.

TAULUKKO 5. Tyttöjen sijoittuminen osaamisen ääripäihin vuosien 2012 ja 2021 aineistoissa

	tyttöjen osuus		Binomitodennäköisyys		Cohenin h	
	2012	2021	2012	2021	2012	2021
alin kymmenes (desiili)	0,50	0,47	0,435	0,011	0,02	0,15
ylin kymmenes (desiili)	0,38	0,43	< 0,001	< 0,001	0,57	0,34
alin viidennes (kvintiili)	0,49	0,49	0,291	0,094	0,04	0,06
ylin viidennes (kvintiili)	0,41	0,47	< 0,001	0,001	0,42	0,15



KUVIO 7. Parhaimpaan kymmenykseen kuuluvien oppilaiden sukupuolijakaumat eri vuosien arvioinneissa

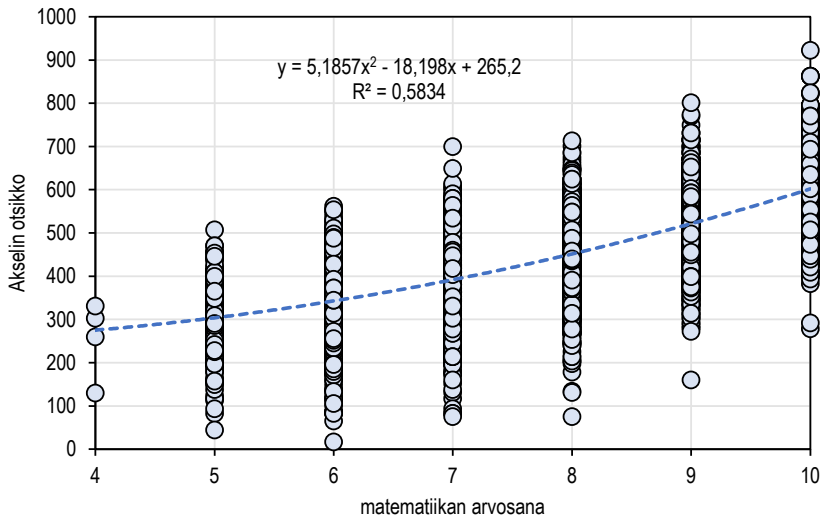
3.2.3 Arvosana ja akateeminen aktiivisuus selittävät osaamisen vaihtelua vahvasti

Arvosana selittää osaamista ja osaaminen arvosanaa heikommin kuin odotetaan

Kouluarvosana selittää selvästi kuulumista alimpaan ja ylimpään oppilaspopulaatioon, mutta osa yhteydestä on mekaanista ja seurausta oppilaiden luokittelusta ääriryhmiin, kuten luvussa 3.2.1 todettiin. On ilmeistä, että kouluarvosana heijastaa osaamista hyvin myös yksilötasolla, vaikka koulujen välillä onkin oleellisia eroja arvosanan antamisen periaatteissa; yhteys arviointitestissä suoriutumisen ja kouluarvosanan välillä on perinteisesti ollut pienempi kuin sen toivoisi olevan (ks. keskustelu esimerkiksi Metsämuuronen & Nousiainen, 2021). Lineaarinen yhteys arvosanan ja arviointitestillä mitatun osaamisen välillä on kuitenkin selkeä: arvosana selittää osaamisesta tai osaaminen arvosanasta 57 prosenttia ($R = 0,76$; $R^2 = 0,57$), ja hieman parempi malli syntyy epälineaaraisesti ($R^2 = 0,58$).¹⁵ Deflaatio- tai attenuaatiokorjattunakaan selitysosuus ei nouse korkeammaksi kuin 62 prosenttia ($R_{AC}^2 = 0,62$), mutta osoittaa, että noin 40 prosenttia arvosanasta selittyy muilla tekijöillä kuin osaamisella. Mekaanisena syynä toivottua matalampaan selitysosuuteen on

¹⁵ Koska korrelaatio kertoo yhteydestä eikä syystä ja seurauksesta, arvosana selittää osaamisesta yhtä paljon kuin osaaminen arvosanasta.

se, että osaaminen vaihtelee kaikissa arvosanaluoissa varsin laajasti (Kuvio 8).¹⁶ Arvosanan 10 saaneiden oppilaiden keskitasolla (600 pistettä) oppilas oli saattanut saada arvosanakseen myös 7, 8 tai 9. Vastaavasti keskitasoinen oppilas (452 pistettä) on voinut saada minkä hyvänsä arvosanan (Kuvio 9). Muistetaan, että yksittäisen arviointitestin avulla ei voi luotettavasti arvioida oppilaan kokonaisuosaamista puhumattakaan oppilaan kehityksestä, tuntiaktiivisuudesta tai muista arvosanan antamiseen liittyvistä tekijöistä.¹⁷



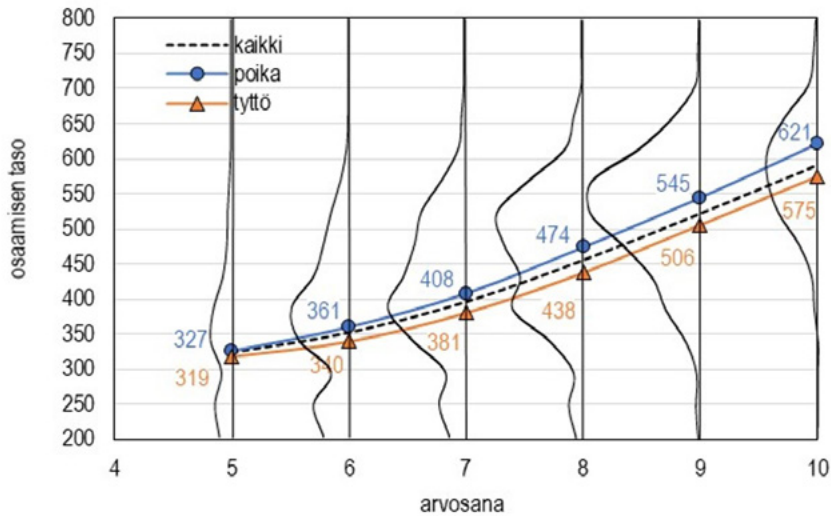
KUVIO 8. Arvosanan ja osaamisen yhteys

Osaamisen profiilit poikkeavat ylempiä ja alempia arvosanoja saaneilla oppilailla

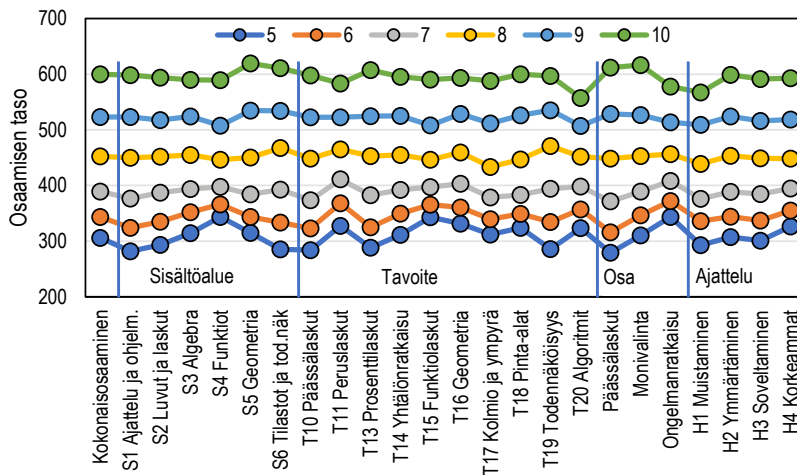
Ylempiä ja alempia arvosanoja saaneiden oppilaiden osaamisprofiilit poikkeavat jossain määrin toisistaan. Arvosanan 9 tai 10 saaneet oppilaat suoriutuivat omaan keskitasoonsa nähden heikommin algoritmiseen ajatteluun liittyvissä tehtävissä (T20) samoin kuin vaativampaa ongelmaratkaisua ja muistamista edellyttävissä tehtävissä (H1; Kuvio 10). Arvosanan 5, 6 tai 7 saaneet oppilaat puolestaan saivat omaan keskitasoon nähden heikompia pisteitä matemaattiseen ajatteluun (S1), todennäköisyyteen (S6, T19) ja päässälaskuihin (T10) liittyvissä tehtävissä ja vastaavasti parempia tuloksia funktiolaskuissa (S4, T15), peruslaskutoimituksissa (T11) ja vaativammissa ongelmanratkaisutehtävissä. Alimpia arvosanoja saaneiden oppilaiden profiilit ovat pitkälti samanlaisia kuin yksilöllistetyn matematiikan oppimissuunnitelman mukaan opiskelevilla oppilailla (ks. tuonnempana luku 3.2.5). Tämä viitannee siihen, että heikompia suorituksia tehneiden oppilaiden osaamisessa on systemaattisia piirteitä.

¹⁶ Kuvissa näytetään lineaarisista tai epälineaarista malleista sen mallin selitysaste (R^2), joka selitti ilmiötä parhaiten. Toisinaan kuvissa oleva sovite on siis suora ja toisinaan käyräviivainen. Tämän ilmiön osalta yhteys on selvästi käyräviivainen. Ilmiötä selittää paremmin toisen asteen yhtälö kuin ensimmäisen asteen lineaarinen yhtälö.

¹⁷ POPS:n mukaan "Perusopetuksessa arviointi kohdistuu oppimiseen, osaamiseen, työskentelyyn ja käyttäytymiseen" (OPH 2020, s. 2). Toisaalta kuitenkin todetaan: "Arviointi ei kohdistu oppilaiden persoonaan, temperamentiin tai muihin henkilökohtaisiin ominaisuuksiin" (OPH, 2020, s. 4). Oppilaan käyttäytyminen voi joskus olla seurausta temperamentista tai henkilökohtaisista ominaisuuksista, ja siksi näitä voi joskus olla vaikea erottaa toisistaan.



KUVIO 9. Matematiikan osaaminen eri kouluarvosanalukissa pojilla ja tytöillä ja havaitut jakaumat eri arvosanalukissa (Metsämuuronen & Nousiainen, 2021, s. 75)



KUVIO 10. Matematiikan osaamisen profiilit eri arvosanaryhmissä

Muukin akateeminen aktiivisuus selittää osaamista

Kun osaamista selittävään malliin lisätään arvosanan muodostumiseen välillisesti linkittyviä tekijöitä, on niistä saatava lisäinformaatio vähäistä mutta kuitenkin tilastollisesti merkitsevää. Malli, jossa osaamista ennustettiin arvosanan lisäksi viidellä tekijällä (Matematiikka-, STEM- tai LUMA-luokka, tukiopetuksen määrä, matematiikkakerhoon kuuluminen, sekä läksyihin ja kokeisiin käytetty aika luokiteltuina), selittää osaamisesta 60 prosenttia (deflaatiokorjattuna 62 %; Taulukko 6; ks. Liite 1). Ymmärrettävästi tukiopetuksen määrä ja kokeisiin valmistautumiseen käytetty aika ovat osaamisen nähden negatiivisia tekijöitä: mitä enemmän tukiopetusta on saanut ja mitä

enemmän aikaa on käyttänyt kokeisiin valmistautumiseen (oletettavasti puutteellisen osaamisen vuoksi), sitä heikompia tuloksia oppilailla oli taipumusta saada.

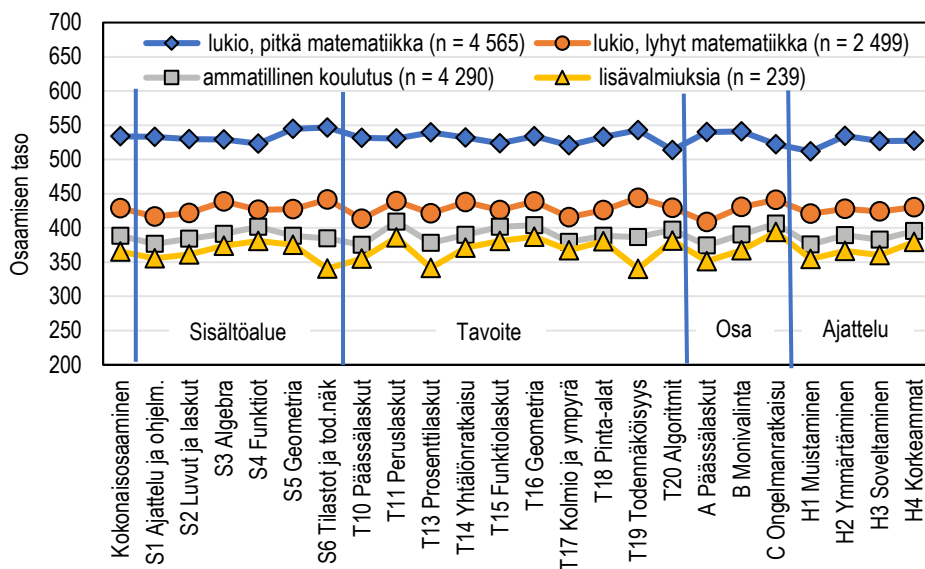
Sen sijaan näennäisen epäloogista on se, että myös matematiikkakerhoon osallistuminen osoittautuu mallissa negatiiviseksi asiaksi sekä muiden selittäjien yhteydessä kuin myös yksittäisenä tekijänä. Kaikkiaan 365 matematiikkakerhoon osallistuneesta oppilaasta 58 prosenttia kuului kahteen alimpaan osaamisviidennekseen ja 23 prosenttia kahteen ylimpään osaamisviidennekseen. Sama jakaantuminen näkyy myös matematiikka- ja STEM-luokkien oppilaissa, mutta toisin päin: 58 prosenttia kaikkiaan 209 erikoisluokalla opiskelleesta oppilaasta tuli kahdesta ylimmästä viidenneksestä ja 28 prosenttia kahdesta alimmasta. Syyn ja seurauksen suhde jää asetelman vuoksi avoimeksi: tuliko painotetulle luokalle valittua parhaita oppilaita, vai tuliko heistä parhaita, koska he olivat painotetulla luokalla.

3.2.4 Jatkokoulutus suunnitelma erottelee oppilaita selvästi toisistaan

Tehtäväsarjaa tehdessään valtaosalla oppilaista oli jo ajatus siitä, mitä he tulevat perusopetuksen jälkeen tekemään. Taustakyselyssä vaihtoehtoiksi annettiin seuraavat: *ensisijaisesti lukioon ja siellä pitkän matematiikan opinnot* (1), *ensisijaisesti lukioon ja siellä lyhyt matematiikka* (2), *ensisijaisesti ammatilliseen koulutukseen* (3), *hankin lisävalmiuksia (kymppiluokka, kansanopisto, VALMA/LUVA)* (4), *haen töihin* (5) tai *pidän välivuoden* (6). Vaihtoehtoista lisävalmiudet, työelämään hakeutuminen ja välivuosi olivat selvästi muista vaihtoehtoja harvinaisempia; vastanneista oppilaista vain 2 prosenttia valitsi nämä vaihtoehdot. Oppilaista 7 prosenttia ($n = 885$) ei vastannut kysymykseen; DTA:n perusteella heidän keskiosaamisensa oli samalla tasolla kuin lukioon lyhyen matematiikan oppimäärään suuntautuvilla oppilailla.

Jatkokoulutus suunnitelma selittää osaamista selvästi

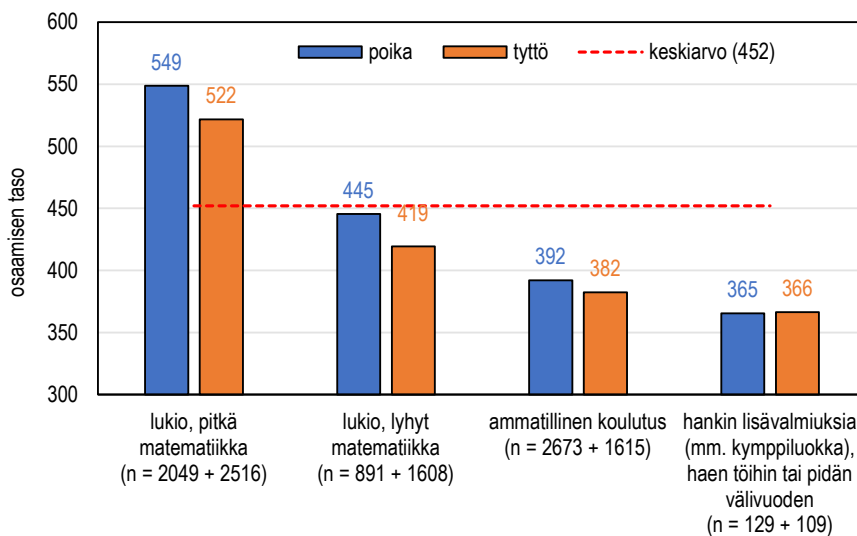
Niillä oppilailla, aikovat jatkossa suorittaa lukion pitkän matematiikan oppimäärän, osaamisen taso 9. luokalla on merkittävästi korkeampi kuin muilla oppilasryhmillä (Kuvio 11). Kokonaisuosaamisessa ero on merkittävä, 105–166 pistettä muihin ryhmiin nähden ($f = 0,72$). Sisältöalueittain arvioituna ero ääriryhmien välillä on suurin tietojen käsittelyn, tilastojen ja todennäköisyyden sisältöalueella (S6) ja siellä todennäköisyyslaskujen hallintaan liittyvässä tavoitteessa (T19; 99–203 pistettä). Tehtävyyteittäin arvioituna ero on suurimmillaan päässä-laskujen osa-alueella (131–200 pistettä), mikä viitanee siihen, että osaamisen automatisoituminen osaamisen kasvun myötä helpottaa erityisesti päässä-laskuoperaatioiden suorittamista. Vastaavasti ero ovat pienimmillään vaativammassa ongelmanratkaisutehtävissä (82–129 pistettä), joskin naisäkin tehtävissä ero ryhmien välillä on merkittävä ($f = 0,50$).



KUVIO 11. Jatko-opintosuunnitelma ja osaaminen

Kaikissa jatkokoulutusryhmissä poikien suoriutuminen on parempaa kuin tyttöjen

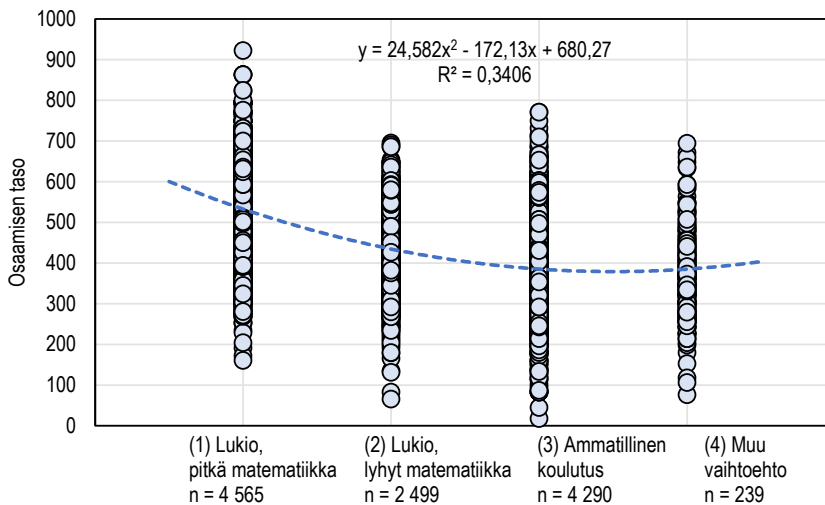
Kaikissa määrällisesti suurissa jatkokoulutusryhmissä poikien osaaminen on hieman korkeammalla tasolla kuin tyttöjen (Kuvio 12). Erot sukupuolten välillä ovat merkitseviä (kaksisuuntainen ANOVA, $p = 0,002$), mutta eivät merkittäviä ($f = 0,04$).



KUVIO 12. Jatko-opintosuunnitelma ja osaaminen

Kaikissa jatkokoulutusryhmissä osaaminen vaihtelee paljon

Koulutusvalinta selittää osaamisesta noin 34 prosenttia (Kuvio 13)—deflaatiokorjattuna 40 prosenttia. Osaamisen vaihtelu ryhmien sisällä on huomattavaa. Mielenkiintoisena yksityiskohdaksi mainittakoon, että osa oppilaista, jotka ilmoittivat suuntautuvansa lukion pitkän matematiikan opintoihin, suoriutui arvioinnissa erittäin heikosti, eikä heidän matematiikan arvosanansa vastaa perinteistä pitkän matematiikan opinnoissa edellytettävää osaamista. Kuudella prosentilla tähän ryhmään kuuluvista oppilaista oli arvosana 7 tai tätä heikompi, ja kymmenen prosenttia kuului kahteen alimpaan osaamisviidennekseen. Ammatilliseen koulutuksen hakeutuvien ryhmässä osaamisen jakauma on vieläkin laajempi: ammatilliseen koulutukseen hakeutuvista oppilaista 10 prosenttia sai arvosanan 9 tai 10, joskin pääpaino on arvosanan 6 tai 7 saaneissa oppilaissa (63 % ammatilliseen koulutukseen hakeutuvista).



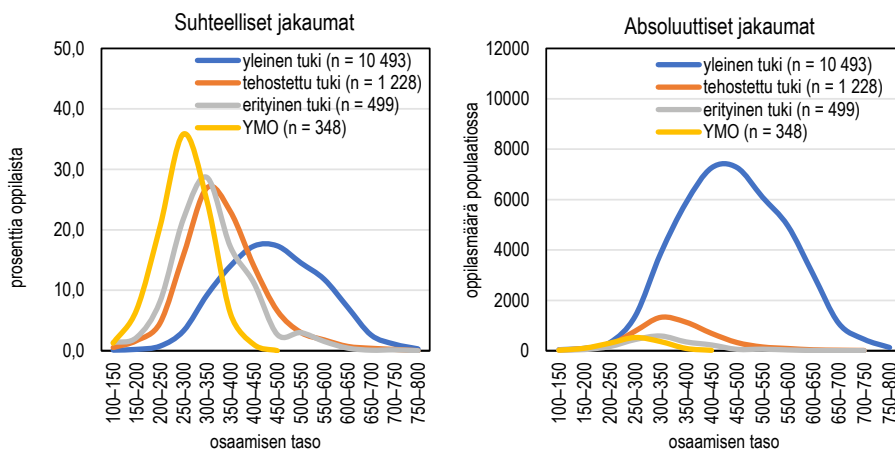
KUVIO 13. Jatko-opintosuunnitelma ja osaaminen

3.2.5 Osaaminen erityisryhmissä on selvästi heikompaa kuin perusryhmässä

Lähtökohtaisesti otoskoulujen kaikki 9. luokan oppilaat osallistuvat arviointiin. Yksittäisiä oppilaita jäi pois rehtorin päätöksellä, mikäli heidän katsottiin olevan kykenemättömiä osallistumaan arviointiin esimerkiksi laaja-alaisten oppimisvaikeuksien vuoksi. Tieto kolmiportaisen tuen tasosta saatiin lähes kaikilta oppilailta, kun yhdistettiin tietoa Koski-rekisteristä ja oppilaan taustakyselystä. Tehostettua tukea sai oppilaista 1 228 (10 %) ja erityistä tukea 819 (6,5 %), ja 255 oppilaan osalta tietoa ei ollut saatavilla (2 %). Erityistä tukea saaneista oppilaista 320:lla oli yksilöllistetty matematiikan oppimäärä (YMO; 40 %). Erityistä tukea saaneista oppilaista 60 prosentilla tuen tarve ei siis näytä liittyneen suoraan matematiikan opintoihin. Lisäksi aineistossa oli myös 24 YMO:n mukaan opiskelevaa oppilasta, jotka opiskelivat rekisterin mukaan yleisen tuen piirissä. Näiden osalta rekisteritieto lienee päivittymätön. Heidät kuitenkin laskettiin mukaan ryhmään, joille oli tehty YMO.

Tuki- tai erityisopetusta saavien oppilaiden osaaminen jää selvästi alemmalle tasolle kuin yleisopetuksen oppilailla

Tehostettua ja erityistä tukea saaneiden oppilaiden osaamisen jakaumat ovat hyvin lähellä toisiaan, eivätkä keskiarvot poikkea toisistaan merkittävästi ($f = 0,13\text{--}0,19$), vaikka ero merkitsevä onkin ($p < 0,001$). Molempien ryhmien keskiarvot kuitenkin poikkeavat merkittävästi perusr ryhmän keskiarvosta (tehostettu tuki $f = 0,32$ ja erityinen tuki $f = 0,26$ ja deflaatiokorjattuna $f_{DC} = 1,02$ ja $f_{DC} = 0,83$).¹⁸ Koska erityistä tukea saaneiden oppilaiden ryhmässä on suuri hajonta, ero on selvempi tehostetun tuen ryhmän osalta (vaikka periaatteessa tuki on voimakkaampaa erityistä tukea saavien ryhmässä): erityisen tuen ryhmässä on oma pieni ryhmä erityisen *hyvin* suoriutuneita oppilaita (Kuvio 14).



KUVIO 14. Osaamisen jakaumat kolmiportaisen tuen tasoilla

On tietenkin osin ilmeistäkin, että suoriutuminen on heikompaa erityisryhmissä, sillä tehostetun tai erityisen tuen päätöstä ei ole tehty ilman erityistä syytä. Toisaalta tehostetun tuen tarkoituksena on auttaa oppilaita saavuttamaan POPS:ssa kuvatut tavoitteet 9. luokan loppuun mennessä; muistetaan, että yhdelläkään tehostetun tuen oppilaalle ei ollut yksilöllistettyä *matematiikan* oppimissuunnitelmaa ja erityisen tuen oppilaistakin sellainen oli vain 40 prosentilla. Näyttää ilmeiseltä, että monen osalta matematiikan osaamiselle asetetut tavoitteet ovat pääosin jääneet saavuttamatta—tai vain minimitalvoitteet on saavutettu.¹⁹

Edellä havaittiin, että opettajilla on varsin yhtenäinen käsitys siitä, mikä on arvosanaan 5 vaadittava osaamisen taso ja käytännössä kaikkia pääsevät tälle tasolle. Yksilöllistetyn matematiikan oppimissuunnitelman mukaan opiskelleiden oppilaiden keskiosaaminen oli erittäin merkittävästi

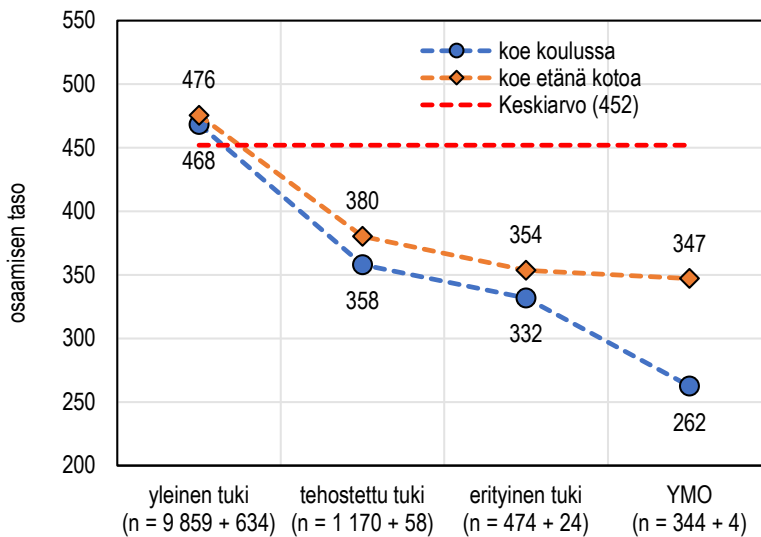
¹⁸ Cohenin f ja sen taustalla oleva eta-kerroin ja etan neliö ovat herkkiä otosten erisuuruudelle (ks. luku 2.2.5). Jos otoskoot ovat selkeästi eri suuria, eta jää mekaanisista syistä liian pieneksi kuvaamaan ryhmien välisiä keskiarvoeroja. Koska erityisryhmien otoskoot ($< 1\ 300$) poikkeavat selvästi perusr ryhmän otoskoosta ($> 10\ 000$), deflaatiokorjatuilla etalla ja f :lla on taipumusta poiketa selvästi korjaamattomista arvoista. Tässä yhteydessä tehostettua ja erityistä tukea saaneiden oppilaiden välinen ero on perinteisesti arvioituna $f = 0,13$ ja deflaatiokorjattuna $f_{DC} = 0,19$, mikä ei erona ole kovin suuri. Muiden ryhmien välillä ero perinteisen ja deflaatiokorjatun f -arvon välillä on huomattavan suuri.

¹⁹ Heikoimmin suoriutuneiden oppilaiden tarkentavissa analyyseissa (Metsämuuronen ym., 2023) huomattiin, että kolmas osa heistä oli yksinkertaistenkin numeeristen laskujen osalta vuosiluokkien 3–5 tasolla ja valtaosa 6. luokan tasolla. Kaikki kyllä osasivat yksikertaisia yhteen- ja vähennyslaskuja lukualueella 0–9, mutta laskusujuvuus oli heillä selvästi hitaampaa kuin keskiosajilla. Kaikki 9. luokan oppilaat osaavat siis kyllä jotain, mutta arkielämässä vaadittavissa matemaattisissa operatioissa heikoimmin suoriutuvilla oppilailla on vaikeuksia.

matalampi kuin perusryhmällä ($f = 0,34$), tehostetun tuen ryhmällä ($f = 0,36$) ja erityisen tuen ryhmällä ($f = 0,44$), mikä on ymmärrettävää, sillä YMO on laadittu, koska on todettu, etteivät oppilaat pysty saavuttamaan yleisiä tavoitteita. Deflaatiokorjattuina vastaavat ryhmäkohtaiset arvot ovat $f_{DC} = 1,42$, $f_{DC} = 0,80$, ja $f_{DC} = 0,61$ eli ero on merkittävä ja osin jopa suurempi kuin ”valtava”.²⁰

Erityisryhmät hyötyivät etätestauksesta

COVID-19 pandemian ajaksi annetuissa ohjeistuksissa poikkeukselliset opetusjärjestelyt eivät koskeneet erityisen tuen päätöksen saaneita oppilaita eikä pidennetyn oppivelvollisuuden oppilaita. Aiemmasta kuitenkin tiedetään (ks. Metsämuuronen & Nousiainen, 2023), että osa erityistä tukea saaneista oppilaista osallistui arviointiin kotoa käsin. Näiden oppilaiden huomattiin hyötyvän etätestauksesta: he suoriutuivat kotona suoritettussa testissä merkittävästi paremmin (+49 pistettä) kuin oppilaat, jotka tekivät tehtäväsarjan koulussa (Kuvio 15). Kun tarkastellaan lähemmin pelkästään YMO-ryhmään kuuluvia, joita oli yhteensä 348 ja joista neljä suoritti testin kotonaan, niin etänä tehtäväsarjan suorittaneiden suoriutuminen oli selvästi muuta YMO-ryhmää parempi (+85 pistettä). Kokonaisuutena YMO:n mukaan opiskelevien oppilaiden osaaminen jää lähes 200 pistettä matalammalle tasolle kuin keskiosaaminen 9. luokan lopussa. Huomattakoon, että yksilöllisestyn oppimäärän mukaan opiskelevien oppilaiden ei edes edellytetä saavuttavan 9. luokalle asetettuja tavoitteita.



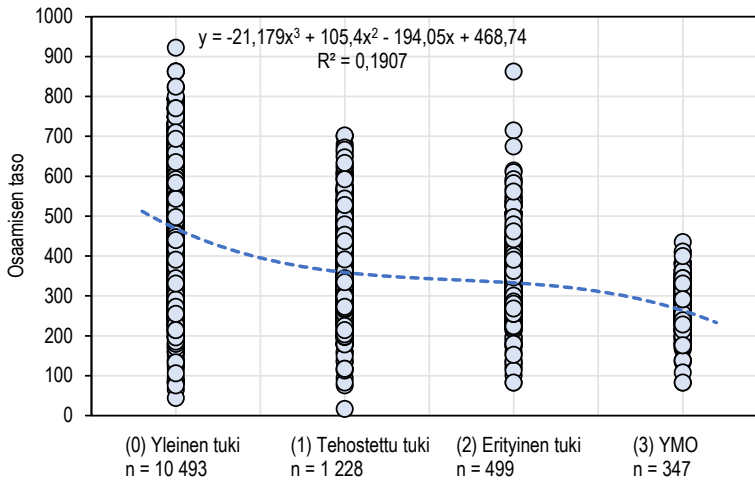
KUVIO 15. Etänä ja koulussa suoritettussa testissä suoriutuminen kolmiportaisen tuen tasoilla

Erityisryhmissä osaaminen vaihtelee paljon

YMO-ryhmää lukuun ottamatta kaikissa ryhmissä on monen tasoisia oppilaita, joskin keskimäärin osaamisen taso on erityisryhmissä tilastollisesti merkittävästi ja merkittävästi matalampi kuin yleisen tuen piirissä olevien oppilaiden keskimääräinen taso. Kun osaamista selitetään tuen saamisella, on sen selitysosuus perinteisellä lineaarisella regressioanalyysillä analysoituna 18 prosenttia

²⁰ Sawilowskyn (2009) standardiin nähden arvo $f = 1,42$ viittaa suurempaan eroon kuin ”valtava”.

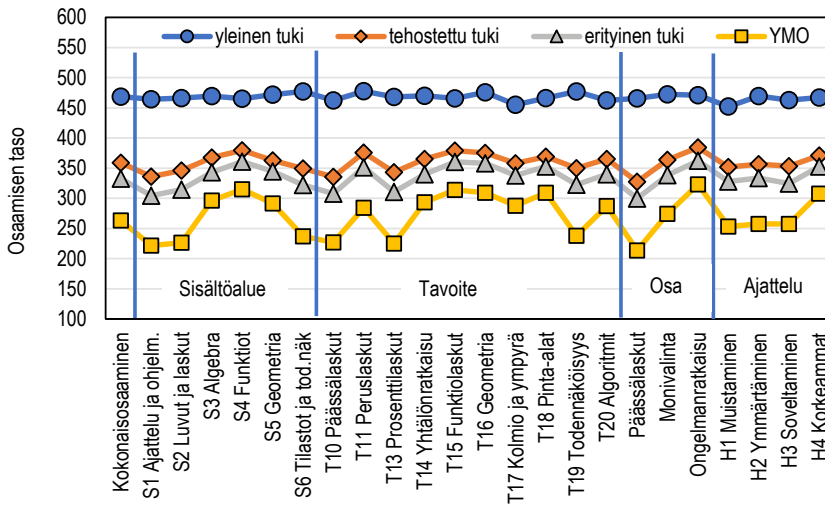
($R^2 = 0,18$), epälineaarisella mallilla 19 prosenttia (Kuvio 16) ja deflaatiokorjattuna 43 prosenttia ($R_{AC}^2 = 0,43$).



KUVIO 16. Osaamisen jakautuminen kolmiportaisen tuen tasoilla

Erityisryhmissä on haasteita matemaattisessa ajattelussa ja prosessoinnissa

Tietyt osaamisen osa-alueet tuottavat selvästi haasteita niille oppilaille, jotka kuuluvat joko tehostetun tai erityisen tuen piiriin tai YMO-ryhmään (Kuvio 17). Kaikissa erityisryhmissä omaan keskitasoon nähden haasteellisia näyttävät olevan matemaattiseen ajatteluun ja päässä laskuihin liittyvät tehtävät (Sisältöalue S1 ja Tavoite T10), luvut ja laskutoimitukset (S2) erityisesti prosenttilaskujen osalta (T13) sekä todennäköisyyteen liittyvät tehtävät (S6, T19). Sen sijaan omaa keskitasoon nähden selvästi paremmin osattiin algebraan, funktioihin ja geometriaan liittyviä tehtäviä (S3, S4 ja S5). Huomattavaa on, että perusryhmässä erot eri osa-alueiden välillä ovat selvästi pienemmät kuin erityisryhmissä. Tehtävätyypeittäin arvioiden erityisryhmiin kuuluvat oppilaat suoriutuivat omaan keskitasoonsa nähden selvästi paremmin vaativammissa ongelmanratkaisutehtävissä kuin monivalintatehtävissä puhumattakaan päässä laskuista. Sama piirre näkyy kaikissa erityisryhmissä, mutta selkeimmin YMO-oppilaiden ryhmässä. Edellä luvussa 3.2.3 huomattiin, että sama ilmiö koskee arvosanoja 5, 6 tai 7 saaneita oppilaita. Osittain nämä ryhmät ovat päällekkäisiä. Heikosti suoriutuneiden oppilaiden erityiskysymyksiä käsitellään tarkemmin raportin toisessa osassa (Metsämuuronen ym., 2023).



KUVIO 17. Osaamisen jakaumat kolmiportaisen tuen tasoilla

3.2.6 Oppilastekijöiden kokonaismalli selittää osaamisen eroista puolet

Edellisissä luvuissa on käsitelty oppilaaseen liittyviä tekijöitä, jotka selittävät osaamisen eroja. Tässä osuudessa kootaan aiemmissa luvuissa selittäviksi tekijöiksi osoittautuneet tekijät ja rakennetaan niistä oppilastekijöitä koskeva ”kokonaismalli”. Muistetaan myös, että taustakyselyllä ei ole katettu läheskään kaikkia mahdollisia selittäviä tekijöitä, ja näin olleen paljon asioita jää analyysin ulkopuolelle. Siksi oppilastekijöiden osuus osaamisen selittämisessä jää mahdollisesti aliselitetyksi. Matematiikan kouluarvosana jätetään tarkastelun ulkopuolelle, koska se ei ilmeisestikään ole tehtäväsarjoissa suoriutumisen riippumaton tekijä. Samoin YMO:n mukaan opiskelevat oppilaat jätetään mallin ulkopuolelle, koska heidän tavoitteensa poikkeavat muista oppilaista. Mukaan malliin otetaan tekijät, joiden edellä havaittiin jäävän malleihin mukaan tilastollisesti merkittävänä osaamisen erojen selittäjinä. Tässä yhteydessä malliin otetaan mukaan myös suomi tai ruotsi toisena kielenä status (S2), vaikka maahanmuuttotaustaa käsitellään tarkemmin vasta kotiin ja perheeseen liittyvien tekijöiden yhteydessä.

Yksilöoppilaaseen liittyvistä 16 muuttujasta 13:llä on oma vaikutusta osaamisen erojen selittämisessä, ja muuttujat selittävät 50 prosenttia osaamisen vaihtelusta (deflaatiokorjattuna 51 %; Taulukko 7, ks. Liite 1). Arvattavaksi tosin jää, olisiko selitysosuus tästä vielä kasvanut, jos muitakin yksilöpsykologisia tekijöitä olisi ollut käytettävissä. Saattaa myös olla niin, että ne olisivat korreloineet vahvasti jo nyt käytössä olevien tekijöiden kanssa, jolloin niiden tuoma lisäarvo olisi ollut mallissa hyvin vähäinen. Tällaisenaan noin 50 prosentin selitysosuus vastaa Hattien (2003) arvioimaa oppilaan osuutta osaamisen erojen selittämisessä. Selkeimmin osaamista selittävät jatkokoulutusvalintana lukion pitkän tai lyhyen matematiikan opintoihin suuntautuminen, tukiopetuksen tarpeen vähyys, positiivinen asenne matematiikkaa kohtaan ja erityisesti oma tuntemus siitä, kuinka osaava on matematiikan opinnoissa ja tähän linkittyvät positiiviset akateemisen tunteen matematiikkaa kohtaan. Muuttujat ovat ilmeisiä tai ainakin ymmärrettäviä indikaattoreita sille, että oppilaan osaaminen kansallisessa arvioinnissa on korkealla tasolla.

3.3 Vertaisryhmään ja kouluhyvinvointiin liittyvät tekijät osaamisen selittäjinä

- Kouluhyvinvoinnin osatekijät selittävät osaamisen vaihtelua vain vähän.
- Emotionaalisen hyvinvoinnin osatekijät ovat selvässä yhteydessä matematiikan osaamiseen.
- Sosiaalisen hyvinvoinnin osatekijät eivät juuri selitä matematiikan osaamisen eroja.
- Kouluhyvinvointia mahdollistavien tekijöiden yhteys osaamiseen ei ole suoraviivaista.
- Vertaisryhmään liittyvien muuttujien kokonaismalli selittää osaamisen vaihtelusta neljäsosan, mutta ei lisää selitysosuutta merkittävästi, jos yksilöoppilaaseen liittyvän mallin ennuste huomioidaan mallissa. Valtaosa vertaisryhmään liittyvistä tekijöistä tulee jo selitettyä yksilöoppilaaseen liittyvillä muuttujilla.

Kouluhyvinvointi on ilmiö, jota voidaan lähestyä monesta näkökulmasta ja joita voidaan jäsentää monilla käsitteillä, ja joka koostuu monista erilaisista elementeistä (ks. kirjallisuutta esimerkiksi Janhunen, 2013). Konu (2002) jäsentää ilmiön neljään osa-alueeseen: koulun olosuhteet (*having*), sosiaaliset suhteet (*loving*), itsensä toteuttamisen mahdollisuudet (*being*) sekä terveydentila (*health*). Näistä koulun olosuhteet sisältävät koulun fyysisen ympäristön, opiskeluympäristön ja oppilaille suunnatut palvelut. Sosiaaliset suhteet käsittävät kouluympäristön sisäiset ja ulkoiset sosiaaliset suhteet. Itsensä toteuttamisen mahdollisuudet sisältää omien taitojen/kykyjen mukainen opiskelu, kannustuksen, palautteen ja arvostuksen saaminen. Terveydentilaa arvioidaan hyvinvointimallissa pääsääntöisesti psykosomaattisena oirehtimisena, joka on yhdistetty erityisesti nuorilla mielenterveyteen. Janhunen (2013) liittyy termistöön rinnakkaisina tai alakäsitteinä *kouluviihtyvyyden*, *koulutytyväisyyden* ja *kouluelämänlaadun* käsitteet. Parhiala (2020a, 2020b) puolestaan jakaa kouluhyvinvoinnin *emotionaaliseen* hyvinvointiin (koulu-uupumus, sisään ja ulospäin suuntautuva tunne-elämän oireilu sekä itsetunto) ja *koulumotivaatioon* (motivaatio matematiikkaan ja äidinkieleen, kouluviihtyvyys sekä tehtäväsuuntautuminen). Näitä näkökulmia yhdistellen kouluhyvinvoinnin osatekijät tarkastellaan seuraavassa kolmesta näkökulmasta: emotionaaliset, sosiaaliset ja kouluhyvinvointia mahdollistavat tekijät.

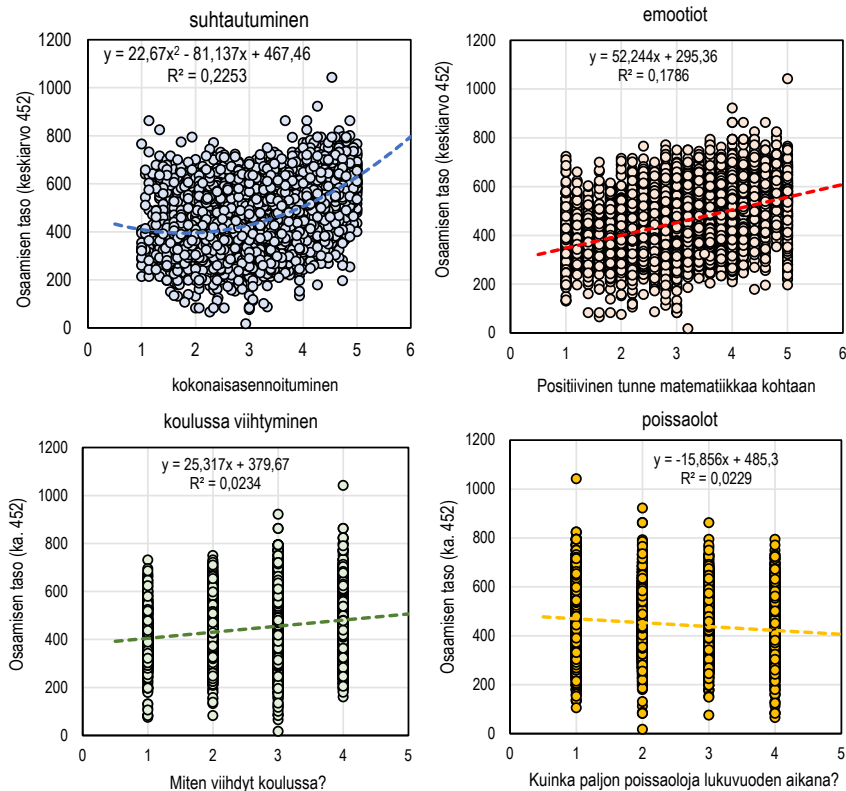
Luvussa 3.3.1 käsitellään tähän ilmiökenttää liittyviä muuttujia, minkä jälkeen luvussa 3.3.2 muodostetaan yhteismalli oppilas- ja vertaisryhmätekijöistä.

3.3.1 Kouluhyvinvoinnin osatekijät selittävät osaamisen vaihtelua vain vähän

Vuoden 2021 matematiikan arvioinnissa taustakyselyssä on kouluhyvinvointia lähestytty kolmesta eri suunnasta. Oppilaiden emotionaalista hyvinvointia mitattiin koulumotivaatioon liittyvillä seikoilla: matematiikkaan suhtautumisella (*matematiikasta pitäminen, minä osajana ja matematiikan koettu hyöty* sekä näiden muodostama *kokonaissuhtautuminen*), matematiikkaan kohdistuvina akateemisilla tunteilla (positiiviset ja negatiiviset), kouluviihtyvyytenä sekä välillisenä muuttujana poissaolojen määrällä. Sosiaalisten suhteiden kokonaisuudessa hyvinvointia mitattiin koulu-kiusaamista käsittelevällä mittarilla ja oppilaiden vertaisauttamiseen liittyvällä kysymyksellä (*”kuinka usein oppilaat auttavat ja neuvovat toisiaan oppitunneilla”*). Hyvinvointia mahdollistavista tekijöistä tarkasteltiin luokan häiriötekijöitä oppimistilanteissa ja luokan opiskeluilmapiiriä sekä kodin myönteistä suhtautumista matematiikan opiskeluun. Näiden tekijöiden yhteyttä osaamiseen tarkastellaan sekä yksittäisinä tekijöitä että yhdessä regressioanalyysin näkökannalta.

Emotionaalisen hyvinvoinnin osatekijät ovat selvässä yhteydessä matematiikan osaamiseen

Positiivinen suhtautuminen matematiikkaan—erityisesti realistinen käsitys omista taidoista (”minä osaajana”)—ja matematiikan yhteydessä koetut positiiviset tunteet korreloivat selvästi osaamiseen ($R = 0,42-0,47$). Suhtautumisen osalta yhteys on käyräviivaista ja tunnetilojen osalta yhteys on selkeämmin suoraviivaista (Kuvio 18). Käyräviivaisuus suhtautumisen osalta ilmenee käytännössä siten, että yhteys on selkeästi positiivista vasta, kun suhtautuminen on neutraalia tai positiivista. Oppilaat, jotka kokevat matematiikan yhteydessä äärimmäisen positiivisia tunnetiloja, ovat osaamiseltaan keskimäärin noin 200 pistettä korkeammalla tasolla kuin ne oppilaat, jotka kokevat äärimmäisen vähän positiivisia tunnetiloja. Asetelman vuoksi emme tiedä, seuraako positiivisista tunteista korkeampaa osaamista vai tuottaako korkeampi osaaminen positiivisia tunteita. Koulussa viihtyminen ja poissaolojen määrä ennustavat osaamista selvästi vähemmän kuin suhtautuminen ja emootiot ($R = 0,15$). Huomataan myös, että emotionaaliset kouluhyvinvoinnin tekijät eivät välttämättä ole yksinomaan vertaisryhmään liittyviä tekijöitä vaan mitä suuremmassa määrin myös yksilöllisiin eroihin liittyviä tekijöitä, joita on käsitelty jo edellä.



KUVIO 18. Emotionaalisen hyvinvoinnin osatekijöiden yhteys matematiikan osaamiseen

Tarkastellaan emotionaalisen kouluhyvinvoinnin osatekijöitä yksittäin ja mallinnetaan niitä lineaarisella regressioanalyysillä. Huomataan ensiksi, että kouluviihtyvyys ja poissaolojen määrä eivät lisää mallin selitysosuutta, jolloin ne poistuvat mallista (Taulukko 8; ks. Liite 1). Toiseksi huomataan, että askeltavassa mallinnuksessa korkein selitysosuus on muuttujalla ”mielestäni olen hyvä matematiikassa” (yksittäin $R^2 = 0,21$), ja kaikki muut 21 muuttujaa lisäävät selitysosuutta vain

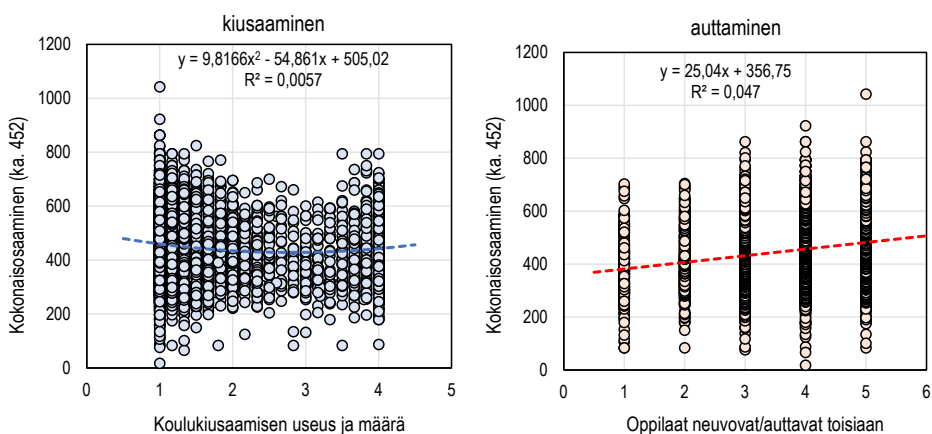
vähän (koko mallin $R^2 = 0,294$). Tämä tarkoittaa, että *muut* kuin emotionaaliset kouluhyvinvointitekijät selittävät yli 70 prosenttia matematiikan osaamisesta. Tämä näkyy myös edellä kuvassa 10: riippumatta suhtautumisesta tai emootioiden positiivisuudesta, osaamisen vaihtelu on suurta.

Ennustetekijöiden perusteella voidaan päätellä, että jos oppilas olisi kaikkien malliin tulevien muuttujien osalta äärimmäisen positiivinen (ts. hän on esimerkiksi aina matematiikasta kiinnostunut ja saa siinä aina onnistumisen kokemuksia, kokee selvästi olevansa siinä hyvä ja että matematiikka on helppoa ja että se yksi lempiaineista ja arvelee tarvitsevansa matematiikkaa tulevissa opinnoissa), hän saisi laskennallisesti keskimäärin 279 tuloksen, eli päätyisi keskimäärin pistemäärään 635, kuin jos asennoituminen olisi ollut neutraali kaikissa muuttujissa (356 pistettä).²¹ Vastaavasti, jos hän olisi kaikkien selittävien tekijöiden suhteen äärimmäisen negatiivinen (ts. harvoin kiinnostunut eikä koskaan saa onnistumisen kokemuksia, ei koe olevansa hyvä vaan että matematiikka on vaikeaa ja kokee tarvitsevansa tulevissa opinnoissaan vain vähän matematiikkaa), hän päätyisi keskimäärin pistemäärään 206. Nämä ääripäät ovat tietenkin teoreettisia, sillä aineistossa ei ole oppilaita, jotka sijoittuisivat jokaisen yksittäisen muuttujan suhteen ääripäihin. Tosin kyse on silti ennusteesta, jolloin yksittäisen oppilaan havaittu osaaminen voi olla ennustettua parempaa tai heikompaa. Kokonaisuutena tässä käytetyt ennustavat tekijät ovat epätarkkuudestaan huolimatta sisällöllisesti mielekkäitä osaamisen erojen selittäjiä.

Tarkemmin emootioiden tai tunnetilojen yhteyttä osaamiseen tarkastelevat toisessa raportissa Salonen ja kollegat (2023).

Sosiaalisen hyvinvoinnin osatekijät eivät juuri selitä matematiikan osaamisen eroja

Sosiaalisten hyvinvoinnin osatekijöiden osalta käytettävissä oli tietoja koulukiusaamisesta ja oppilaiden toisiaan kohtaan osoittamasta auttamistendenssistä. Aiemmin on jo raportoitu, että kiusaamisen useus ja määrä eivät juuri selitä osaamista (Metsämuuronen & Nousiainen, 2021): korrelaatio kiusaamismittarin ja kokonaisosaamisen välillä on $R = 0,08$ eli käytännössä triviaalin pieni. Tämä selittyy sillä, että kiusaamista tapahtuu osaamisen molemmissa ääripäissä (Kuvio 19).



KUVIO 19. Sosiaalisten hyvinvoinnin osatekijöiden yhteys matematiikan osaamiseen

²¹ Ennuste voidaan laskea regressiokertoimien (B) avulla seuraavasti: $\sum_{i=1}^{22} (4 \times B_i)$.

Kun mukaan otetaan muitakin selittäviä tekijöitä (sukupuoli, tuen saaminen kolmiportaisena, matematiikan arvosana ja S2-status), niistä oppilaista, joita ylipäänsä oli kiusattu ($n = 4,470$), toistuvaa ja laaja-alaista kiusaamista on aineistossa kokenut 15,8 prosenttia oppilaista. DTA:n perusteella intensiivinen kiusaaminen on tilastollisesti merkitsevästi tätä todennäköisempää ryhmässä, jossa osaamisen taso jää alle 309 pisteen eli oppilaiden suoritus on erittäin heikko. Tähän ryhmään ($n = 453$) kuuluvista oppilaista 22 % koki toistuvaa ja laaja-alaista kiusaamista riippumatta sukupuolesta tai maahanmuuttotaustasta. Tässä heikosti suoriutuneiden ryhmässä ei-maahanmuuttotaustaisilla pojilla ($n = 146$) intensiivisen kiusaamisen osuus oli 28 % mutta maahanmuuttotaustaisilla oppilailla riippumatta sukupuolesta ($n = 84$) intensiivisen kiusaamisen osuus oli 31 %. Vielä tätäkin todennäköisempää jatkuva ja laaja-alainen kiusaaminen oli osaamiseltaan keskitasoisilla maahanmuuttotaustaisilla pojilla (kokonaispistemäärä 382–600; $n = 40$), joista yli puolet (52 %) koki toistuvaa ja laaja-alaista kiusaamista. Viides ryhmä, todennäköisesti hyvin erilaisista syistä kiusatuksi tulleet oppilaat, ovat erittäin hyvin suoriutuneet tytöt (> 600 pistettä), joista 19 % koki intensiivistä kiusaamista. Aineiston ja asetelman perusteella ei voida sanoa, vaikuttaako kiusaaminen osaamiseen vai päinvastoin. Sivistynyt arvaus kuitenkin on, että molemmat suunnat voivat olla mahdollisia ja voivat tapahtua samanaikaisesti. Vaikka kiusaaminen ei olisikaan suoraan yhteydessä osaamiseen, itse ilmiöstä tulee päästä eroon, koska sillä voi olla muita, läpi elämän vaikuttavia seuraamuksia. Karvi onkin antanut jo aiemmin asiaa koskevan suosituksen (Metsämuuronen & Nousiainen, 2021).

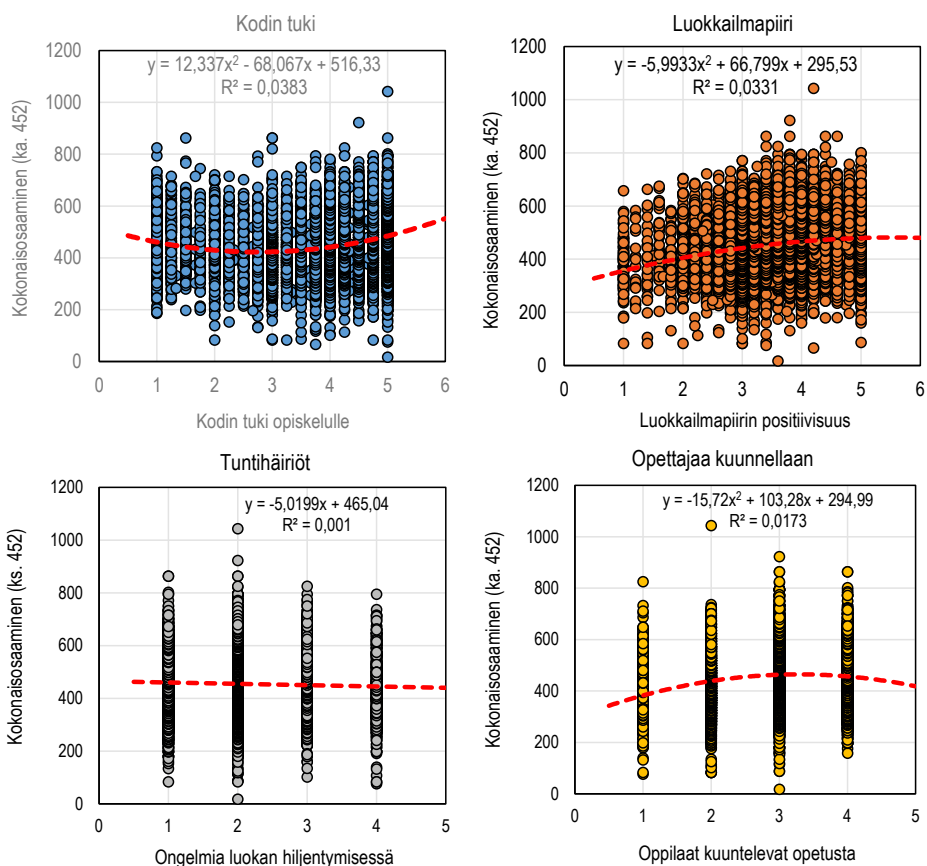
Oppilaiden auttamistaipumus ja vertaisneuvonta matematiikan tunneilla on yhteydessä osaamiseen ($R = 0,22$), joskaan selitysosuus ei ole korkea ($R^2 = 0,05$).²² Ääriryhmien ”ei koskaan tunneilla auteta/neuvota” ja ”lähes joka tunnilla autetaan/neuvotaan” osaamisen ero on 100 pisteen luokkaa (vrt. edellä asenteiden ja emootioiden yhteydessä 200 pisteen luokkaa). Kysymys tosin mitannee enemmän yleisiä avun antamisen ja kohdentumisen piirteitä kuin yksittäisen oppilaan tilannetta.

Yksittäisistä sosiaalisen hyvinvoinnin osatekijöistä muodostuva malli ei oleellisesti lisää tietoa niiden yhteydestä osaamiseen: parempaa matematiikan suoriutumista selittää eniten tilanne, jossa oppilaat neuvovat ja auttavat toisiaan (Taulukko 9; ks. Liite 1). Kiusaamiseen liittyvistä kuudesta osatekijästä kaksi selittää muita voimakkaammin parempaa suoriutumista arvioinnissa: onko oppilaasta levitetty juoruja ja onko kiusaaminen ollut fyysistä lyömistä ja tönimistä. Paremmiin suoriutuneisiin oppilaisiin on siinä määrin kokeneet muita enemmän mainittuja kiusaamisen muotoja.

Kouluhyvinvointia mahdollistavien tekijöiden yhteys osaamiseen ei ole suoraviivaista

Kouluhyvinvointia mahdollistavista tekijöistä käytettävissä oli kodin tukeen, luokkailmapiiriin ja oppituntihäiriöihin liittyviä oppilasvastauksia. Kodin tukea kartoitettiin neljällä kysymyksellä (*Huoltajani ovat kiinnostuneita koulunkäynnistäni, Kotonani arvostetaan koulutusta, Huoltajani mielestä matematiikka on tärkeä oppiaine ja Huoltajat pitävät tärkeänä, että menestyn opinnoissani*). Muuttujien muodostama summa on erittäin erottelava ($\alpha = 0,91$), sillä osa oppilaista koki saavansa kotoaan paljonkin tukea ja osa ei välttämättä lainkaan. Kodin tuen yhteys osaamiseen on pikemminkin käyräviivainen kuin suoraviivainen, toisin sanoen, jos oppilas koki saavansa kotoa äärimmäisen paljon tai äärimmäisen vähän koulunkäynnin tukea, osaaminen on keskimäärin lähes samalla tasolla. Jos taas oppilas oli tuesta epävarma, osaaminen oli 75–96 pistettä heikompaa (Kuvio 20). Selitysosuus jää matalahkoksi ($R^2 = 0,04$; $R = 0,20$).

²² Muistetaan, että Cohenin standardeissa R -efektikoko 0,10 on pieni ja 0,31 suuri.



KUVIO 20. Kouluhyvinvointia mahdollistavien osatekijöiden yhteys matematiikan osaamiseen

Luokkailmapiirin osalta keskeinen havainto on, että jos oppilas koki luokkailmapiirin olleen vain vähän myönteinen, osaaminen on jäänyt keskimäärin noin 100 pistettä keskitasoa heikommaksi (354 pistettä), kuin jos oppilas olisi kokenut ilmapiirin selvästi myönteiseksi (458 pistettä). Luokkailmapiiriä kartoitettiin kuudella osatekijällä (*turvallinen, kannustava, levollinen, toiminnallinen, leppoisa ja stressaava*). Näistä negatiivinen osatekijä (*”stressaava”*) ei mittaa samaa asiaa kuin muut. Muiden summa on kuitenkin riittävän erotteleva ($\alpha = 0,80$) arvioinnin tarpeisiin. Myönteisen luokkailmapiirin yhteys osaamiseen on positiivinen ja muodoltaan suoraviivaisempi kuin kodin antama tuki opintoihin -tekijän. Yhteyttä voi kuvata vahvuudeltaan vähäiseksi tai korkeintaan keskisuureksi ($R^2 = 0,03$; $R = 0,18$). Äärimmäisen myönteisen ja äärimmäisen vähän myönteisen ryhmän välinen osaamisero on noin 100 pisteen luokkaa. Yhteys näyttäisi osoittavan enemmän osaamisen heikkoutta kuin vahvuutta. Luokkailmapiiriltään positiivisimmissä ryhmissä osaaminen on aineiston keskitasoa tai vain hieman sitä korkeampaa (450–480 pistettä), mutta mitä vähemmän positiivisia kokemuksia oppilailla on, sitä heikompia suorituksia oppilailla keskimäärin on; negatiivisimmissä ryhmissä tulos jää noin 100 pistettä keskiarvon alapuolelle.

Tulkintaa vaikeuttaa se, että saman luokan oppilaat, yhteisestä objektiivisesta todellisuudesta huolimatta, tulkitsevat subjektiiviset tuntemuksensa hyvin vaihtelevasti. Kaikista luokista, joissa oli yli 5 oppilasta, lähes 60 prosenttia saman luokan oppilaista koki ilmapiirin olleen joko erittäin myönteinen (pistemäärät 4–5) tai erittäin vähän myönteinen (pistemäärät 1–2). Koska analyysi perustuu yksilöoppilaiden tuntemuksiin, voidaan sanoa, että jos oppilas *koki* luokkailmapiirin

olleen vain vähän myönteinen, osaaminen on jäänyt matalammaksi, kuin jos oppilas olisi kokenut ilmapiirin selvästi myönteiseksi.

Oppitunneilla ilmenneillä häiriöillä (kysymyksenä *Joutuuko opettaja matematiikan tunneilla odotamaan kauan oppilaiden hiljentymistä? vaihtoehdoilla ei koskaan/joillakin tunneilla/useimmilla tunneilla/joka tunnilla*) ei ole merkittävää yhteyttä osaamiseen ($R = 0,03$). Sen sijaan sillä, että oppilaat kuuntelevat opettajaa (*Kuuntelevatko oppilaat matematiikan tunneilla, mitä opettaja sanoo?*) näyttää olevan samansuuntainen yhteys osaamiseen kuin edellä luokkailmapiirillä. Jos oppilaat kokivat, että opettajaa kuunneltiin *useimmilla tunneilla* tai *joka tunnilla*, osaaminen on aineiston keskitasoa tai hieman sitä korkeampaa (455–465). Jos taas opettajaa ei oppilaan kokemuksen mukaan kuunneltu ”*koskaan*”, osaaminen jäi tasolle 391 eli 60 pistettä keskimääräistä matalammaksi. Yksityiskohtana voi mainita, että tuonnempana luvussa 3.6.2 painotetun opetuksen ryhmiä tarkasteltaessa huomataan, että erikoisluokissa oppilaat kokivat työrauhan paremmaksi kuin painottamattomissa luokissa. Jos painotettuun opetukseen on tullut valittua jo lähtökoh- taisestikin hieman paremmin suoriutuvia oppilaita, tämä voi selittää korkeamman selitystason.

Kahdestatoista yksittäisestä kouluhyvinvointia mahdollistavasta osatekijästä kymmenellä on omaa selitysvaikutusta osaamisen (Taulukko 10; ks. Liite 1). Lukuun ottamatta stressaavaa ilma- piiriä, kaikilla malliin mukaan tulevilla muuttujilla on yksittäisinä tekijöinä pieni positiivinen yhteys osaamiseen. Yhteisessä mallissa positiivisimmiksi tekijöiksi osoittautui kolme asiaa: se, että oppilaat kokevat huoltajien ajattelevan matematiikan tärkeäksi oppiaineeksi ja että kotona arvostetaan koulutusta sekä se, että luokan ilmapiiri oli levollinen ja kannustava. Mallissa näiden tuottamaa ennustetta tasapainottavat mm. se, että huoltajat ovat kiinnostuneita oppilaan koulun- käynnistä sekä se, että luokan ilmapiiri oli toiminnallinen. Mallin selitysosuus jää selvästi vaatimat- tomammaksi ($R^2 = 0,10$) kuin henkilökohtaisesti koettujen emotionaalisten hyvinvointitekijöiden muodostama malli ($R^2 = 0,29$). Kouluhyvinvointia mahdollistaviin tekijöihin palataan tarkemmin luvuissa 3.4 (kotiin liittyvät tekijät) ja 3.5 (opettamiseen liittyvät tekijät).

Kouluhyvinvoinnin yhteys osaamiseen: kokonaismalli selittää osaamisen vaihtelusta neljä- sosan

Tarkastellaan kouluhyvinvoinnin osatekijöitä kokonaisuutena edellä käsiteltyjen summamuuttu- jien avulla. Lineaarinen regressioanalyysi kertoo, että voimakkaimmin matematiikan osaamisen ovat yhteydessä kokonaisuutena matematiikkaa kohtaan, positiivinen tunnetila matematiikan yhteydessä ja se, että oppilaat auttavat ja neuvovat toisiaan matematiikan oppitunneilla (Taulukko 11; ks. Liite 1). Kokonaismallin selitysosuus on 25 prosenttia. Malli olisi ollut selitysosuudel- taan hieman voimakkaampi (28 %), mikäli suhtautumisen osatekijät olisivat olleet mallissa eril- lisiä tekijöinä. Tällöin minä osajana- tai minäpystyvyys-komponentti tulisi voimakkaimmaksi selittäjäksi. Tällä on yksittäisten kysymysten osalta kuitenkin selkeä tekninen yhteys osaamiseen itseensä, miksi muuttujia käsiteltiin mallissa summamuuttujien muodossa.

Kouluhyvinvointiin liittyvistä tekijöistä niiden kielteisillä piirteillä on yhteys matalampaan osaa- misen tasoon. Koulussa viihtymättömyys, poissaolojen suuri määrä, vähäiset positiiviset tunne- kokemukset matematiikkaa kohtaan ja negatiivinen suhtautuminen matematiikkaan liittyvät heikompaan osaamiseen. Arviointiasetelman vuoksi emme tiedä, onko matala osaamisen taso syy vai seuraus.

3.3.2 Vertaisryhmätekijöiden yhteenveto

Edellisissä luvuissa on käsitelty joitain vertaisryhmään ja luokan ilmapiiriin liittyviä tekijöitä, jotka selittävät osaamisen eroja. Näitä olisi voitu ajatella myös oppilaaseen liittyvinä tekijöinä, sillä ne menevät osittain päällekkäin vertaisryhmään liittyvien tekijöiden kanssa. Tämän kaltaisia tekijöitä ovat mm. motivaation ja emootioiden yksittäiset muuttujat, joista oppilasmuuttujia käsiteltäessä malliin otettiin vain summamuuttujat. Tässä yhteydessä malliin kuitenkin otetaan mukaan kaikki 36 edellisissä taulukoissa esiin tullutta, tilastollisesti merkitsevää muuttujaa.

Vertaisryhmään liitetystä 36 muuttujasta 29:llä on omaa vaikutusta osaamisen selittämisessä, ja muuttujat selittävät 32 prosenttia osaamisen vaihtelusta (Taulukko 12; Ks. Liite 1). Parempaan suoritukseen liittyivät kiinnostunut tunne matematiikan yhteydessä, positiivinen käsitys omasta matematiikan osaamisesta ja se, että oppilaat neuvovat ja auttavat oppitunneilla toisiaan. Huomataan kuitenkin, että tekijöiden yhdistäminen muihin oppilasmuuttujiin ja niiden saman-aikainen analysointi olisi johtanut malliin, johon olisi jäänyt vain kolme vertaisryhmään liittyvää selittäjää: se, että oppitunneilla oppilaat neuvovat ja auttavat toisiaan, positiivisen ilmapiirin kokonaisintensiteetti (summa) ja kodin antaman tuen kokonaismäärä (summa) (Taulukko 13; ks. Liite 1). Muut seikat tulevat selitettyä jo oppilastekijöiden yhteydessä.

3.4 Kotiin liittyvät tekijät osaamisen selittäjinä

- Kodin sosioekonominen tausta selittää osaamista selvästi: huoltajien koulutustaso selittää osaamista merkittävästi ja heijastuu oppilaan ilmaisemissa jatkokoulutusvalinnoissa.
- Kodin resurssit ja erityisesti kulttuurinen pääoma selittävät osaamista merkittävästi.
- Huoltajien koulutusmyönteisyys ei selitä osaamista suoraviivaisesti.
- Maahanmuuttotaustaisten oppilaiden osaaminen vaihtelee paljon.
- Kotitastaan liittyvien muuttujien kokonaismalli selittää osaamisen vaihtelusta vajaan viidenneksen, mutta ei lisää selitysosuutta merkittävästi, jos yksilöoppilaaseen liittyvän mallin ennuste huomioidaan mallissa. Valtaosa kotitastaan liittyvistä tekijöistä tulee jo selitettyä yksilöoppilaiden välisillä eroilla.

Yksilöllisten oppilastekijöiden taustalla vaikuttavat biologisen, sosiaalisen ja kulttuurisen perimän antamat valmiudet ja mahdollisuudet. Näillä on taipumusta tulla lapselle annettuna ilman, että niihin on lapsi voinut itse vaikuttaa. Näillä voi olla suoraa vaikutusta osaamiseen ja oppimiseen (kuten esimerkiksi perityt oppimisvaikeudet) tai ne saattavat olla välillisiä (kuten esimerkiksi sosioekonomisella tausta). Osa kodin taustaan liittyvistä tekijöistä on tullut esille jo kouluhyvinvointia mahdollistavissa tekijöissä. Tällaisia ovat mm. oppilaan kotoa saatu tuki opintoihin. Ukkola ym. (2020) ja Metsämuuronen ja Ukkola (2022) ovat koonneet asiaa koskevaa kirjallisuutta.

Toisin kuin varhaisten luokkien arvioinnissa (ks. Ukkola & Metsämuuronen, 2019, 2023; Ukkola ym., 2020) 9. luokan arvioinneissa ei periytyviin oppimishäiriöihin, kuten matemaattisiin vaikeuksiin tai luku- ja kirjoitusvaikeuksiin, ole liitetty taustakysymyksiä. Näin ollen näiden oleellisten selittävien tekijöiden poisjäänti heikentää nyt esitettyjen mallien selitysvoimaa. Oppimisvaikeuksilla on joka tapauksessa taipumusta periytyä (mm. Rimpfeld ym., 2018) ja usein myös esiintyä samanaikaisesti (mm. Fuchs, ym., 2019; Willcutt, ym., 2010). Toisaalta vaikka oppimisvaikeudet voidaan kytkeä geeniperimään (mm. Parraccini, Scerri, & Monaco, 2007), Ukkola ja kollegat (2020) muistuttavat, että geeniperimän ja kasvuympäristön yhteisvaikutus lienee parempi selitys oppimisvaikeuksien ilmenemiselle kuin kumpikaan yksinään (ks. Dilnot, ym., 2016; Pennington, 2006; van Bergen, van der Leij, & de Jong, 2014).

Toinen selkeästi osaamiseen kytkeytyvä muuttujajoukko ovat perheen sosioekonomiseen statukseen (SES) liittyvät tekijät (mm. OECD, 2016; 2019a); näistä tekijöistä on saatavissa tietoa myös 9. luokan osalta. Perinteisesti SES:n katsotaan sisältävän huoltajien koulutuksen, perheen tulotason ja huoltajien ammatillisen pätevyuden (mm. APA, 2007; Bradley & Corwyn, 2002; Krieger, Williams, & Moss, 1997; OECD, 2016, 2019a). Joskus tähän liitetään myös kulttuurinen komponentti, kuten PISA- ja TIMSS-tiedonkeruiden ESCS-indeksissä.

On esitetty, että huoltajien korkeampi koulutus tuottaa lapselle intellektuaalista, akateemista ja sosiaalista pääomaa (mm. Metsämuuronen, 2017; Metsämuuronen & Tuohilampi, 2017). Tähän joukkoon voitaneen lisätä myös kulttuurinen pääoma tai ”kulttuuriresurssit” (Metsämuuronen & Suomilampi, 2023, s. 140), jota koskeva mittarisarja on mukana tämän arvioinnin taustakyselyssä. Intellektuaalinen pääoma saattaa näkyä esimerkiksi lapsen laajempänä sanavarastona (Fernald, Marchman, & Weisleder, 2013), akateeminen pääoma esimerkiksi kodin koulutusmyönteisyytenä, sosiaalinen pääoma esimerkiksi koulutuksen periytyvyytenä ja kulttuurinen pääoma esimerkiksi luku- tai taideharrastuksena (ks. keskustelu Ukkola ym. 2020) ja kulttuurinen pääoma saattaa heijastua käsitteellisempänä ajatteluna, lukuharrastuksena ja laajentuneena sanavarastona. Esimerkiksi lukuharrastuksen todettiin ennustavan koulun aloitusvaiheessa selkeästi korkeampaa lähtötasoa (ks. Ukkola ym., 2020). Vastaavasti kaikkein heikoimmilla matematiikan valmiuksilla

koulua aloittavien oppilaiden joukossa puhutun kielen heikko ymmärrys selitti yli 40 % matematiikan osaamisen heikkoudesta (Metsämuuronen & Ukkola, 2022).

Oppilas saa annettuna muutakin kuin sosioekonomisen taustan, mutta kaikkia seikkoja ei tässä luvussa käsitellä. Yksi näistä on perheen maahanmuutto- ja kielitausta, jota käsitellään tässä yhteydessä tarkemmin.

Toisin kuin monen oppilastekijän suhteen, kotiin liittyvillä tekijöillä on luonnostaan osaamista selittävä luonne; oppilaan osaaminen ei vaikuta perheen resurssitekijöihin tai maahanmuutto- ja kielitaustaan vaan päinvastoin.

Luvussa 3.4.1 tarkastellaan sosioekonomista taustaa, luvussa 3.4.2 huoltajien koulutusmyönteisyyttä osaamisen erojen selittäjinä ja luvussa 3.4.3 maahanmuuttotaustaisten oppilaiden erityisyyksiä. Luvussa 4.3.4 rakennetaan kodin vaikutusta kuvaava kokonaismalli.

3.4.1 Kodin sosioekonominen tausta selittää osaamista selvästi

Huoltajien koulutustaso selittää osaamista merkittävästi

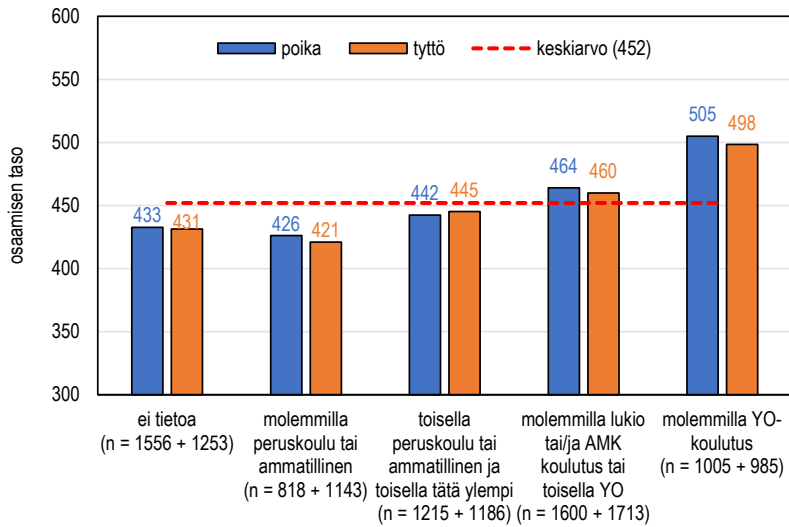
Huoltajien koulutustausta selittää 9. luokan oppilaiden osaamisen eroista noin 5 prosenttia ($R^2 \approx \eta^2 \approx 0,05$): jos molemmat huoltajista ovat saaneet yliopistokoulutuksen, päättövaiheessa oppilaiden keskiosaaminen on 77–79 pistettä korkeammalla tasolla kuin jos molemmilla huoltajilla olisi suoritettu peruskoulun oppimäärä tai ammatillinen tutkinto korkeimpana koulutuksena (Kuviot 21 ja 22). Ero on merkittävä ($f = 0,22$), vaikka kaikissa luokitelluissa²³ huoltajien kouluryhmissä vaihtelu on suurta. Kouluuntulovaiheen aineistossa havaittiin, että samojen ääriyhmiä välinen ero oli 77 pistettä samalla asteikolla esitettynä (Ukkola ym., 2020). Alaluokilla ryhmien välinen ero vastaa noin vuoden opintoja, mutta yläluokilla kolmen vuoden eroa tai jopa enemmän.²⁴ Vaikka eri arvioinneissa kyseessä eivät olekaan samat oppilaat, näyttää siltä, että huoltajien korkeampi koulutus tuo oppilaalle pysyväluontoisen edun niihin nähden, joiden huoltajilla on matalampi koulutus.

Huoltajien koulutustausta heijastuu oppilaan ilmaisemissa jatkokoulutusvalinnoissa

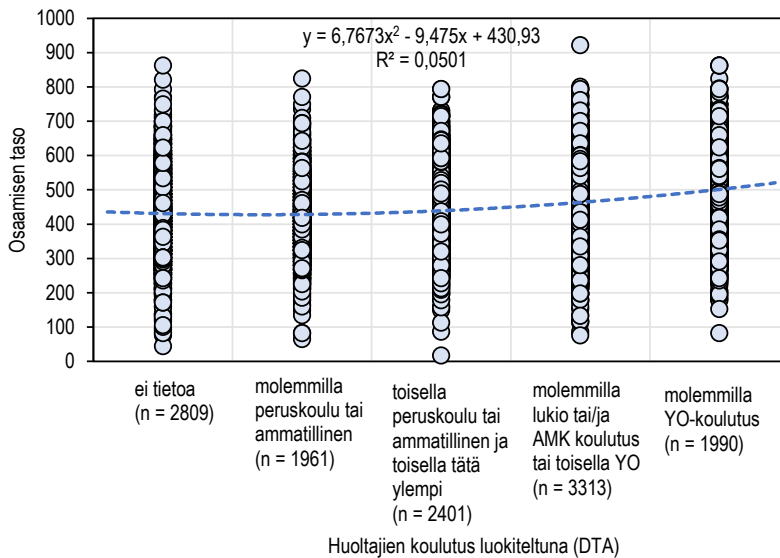
Aineisto tukee aiempia tuloksia koulutuksen periytyvyydestä (ks. esimerkiksi Kivinen & Rinne, 1995; Myrskylä, 2009; Ruohola, 2012) siinä mielessä, että huoltajien koulutustausta heijastuu selvästi oppilaan ilmaisemissa jatkokoulutusvalinnoissa (Kuvio 23). Ryhmässä, jossa molemmilla huoltajilla korkein koulutus oli peruskoulu tai ammatillinen koulutus, lukion pitkän matematiikan opintoihin oli hakeutumassa 25 prosenttia oppilaista, kun taas 56 prosenttia oppilaista ilmaisi valinneensa ammatillisen koulutuksen tuleviksi opinnoikseen. Vastaavasti ryhmässä, jossa molemmilla huoltajilla korkein koulutus oli yliopistotasoinen, lukion pitkän matematiikan opintoihin oli hakeutumassa 63 prosenttia oppilaista ja vain 14 prosenttia oppilaista ilmaisi valinneensa ammatillisen koulutuksen tuleviksi opinnoikseen.

²³ Luokittelussa hyödynnettiin varhaisten luokkien aineistojen yhteydessä tehtyä ryhmittelyä neljään ryhmään. DTA jakaisi ryhmät 9. luokalla hieman tarkemmin kuin alkumittauksen (Ukkola & Metsämuuronen, 2019) ja 3. luokan alun mittauksissa (Ukkola & Metsämuuronen, 2023). Kun käytetään samaa luokittelua, aineistojen vertaaminen on ymmärrettävästi suoraviivaisempaa.

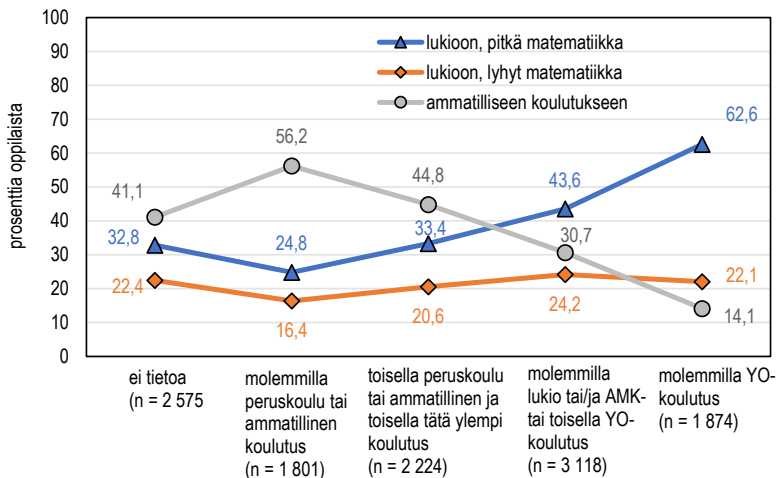
²⁴ Aiemmassa pitkittäisaineistossa (mm. Metsämuuronen, 2017) lukion pitkän matematiikan opinnot valinneiden oppilaiden osaamisen muutos oli suurempaa kuin muilla ryhmissä: 6. luokan alusta 9. luokan loppuun noin 100 pistettä. Lyhyen matematiikan valinneilla muutos oli 75 pistettä neljässä vuodessa. Ammatilliseen koulutukseen hakeutuneilla oppilailla osaamisen muutos neljässä vuodessa oli 43 pistettä.



KUVIO 21. Huoltajien koulutuksen yhteys matematiikan osaamiseen



KUVIO 22. Oppilaiden osaamisen jakautuminen huoltajien koulutustaustan perusteella



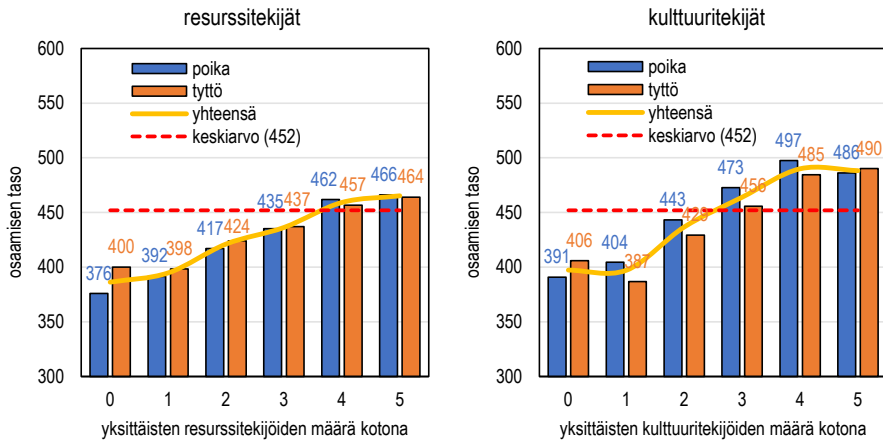
KUVIO 23. Oppilaiden jatkokoulutus suunnitelma huoltajien koulutustaan perusteella eroteltuna

Kodin resurssit ja erityisesti kulttuurinen pääoma selittävät osaamista merkittävästi

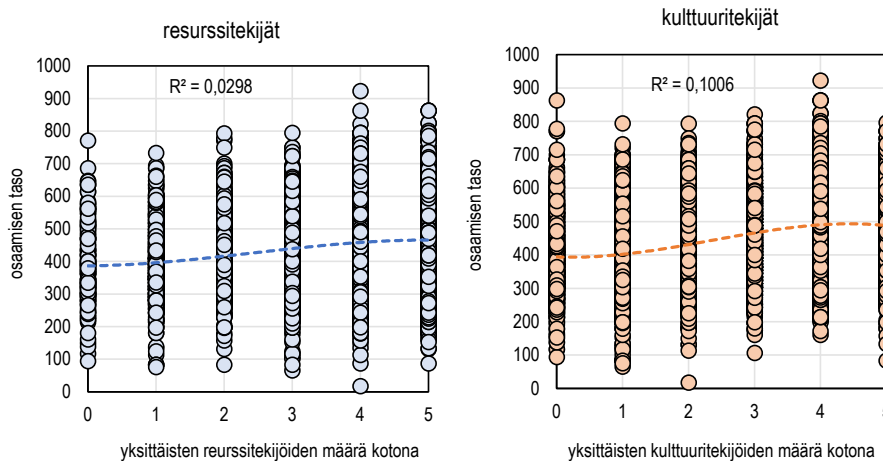
Kaksi kiinteästi kodin sosioekonomiseen ja kulttuuriseen statukseen liittyvää taustamuuttujaa ovat taloudellinen ja kulttuurinen pääoma. Näitä seikkoja kartoitettiin välillisesti taustakyselyssä kahdella kysymyssarjalla: ”Onko sinulla kotonasi...” tai ”Kotonani on...” ja vaihtoehtoina olivat *ei ole* (0) tai *on* (1). Ajatuksena on, että oppilaille voi olla haasteellista, ellei mahdollista tietää tai muistaa vanhempien tulotasoa, mutta he pystyvät sanomaan tarkastikin, onko hänen käytössään esimerkiksi oma huone, tietokone, pöytä opiskelua varten tai rauhallinen paikka opiskelulle. Samoin oppilas pystyy uskottavasti kertomaan, onko kotona kulttuurista harrastuneisuutta ilmentäviä asioita kuten esimerkiksi musiikki-instrumentteja, kirjoja ja taideteoksia. Mittareista *Home possessions* -mittaria nimitetään tässä resurssitekijöiksi ja *Home accessories* -mittaria kulttuuritekijöiksi. Muuttujista muodostetut summat olisivat parempia, jos vain osa muuttujista otetaan huomioon (ks. Metsämuuronen & Nousiainen, 2023). Tässä yhteydessä käsitellään kuitenkin summamuuttujia niin, että kaikki kysytyt muuttujat ovat mukana mittarissa.

Ensimmäinen huomio resurssi- ja kulttuuritekijöiden yhteydestä osaamiseen on, että kulttuuritekijät ovat selitysvoimaltaan voimakkaammat ($\eta^2 = 0,103$, $f = 0,34$) kuin resurssitekijät ($\eta^2 = 0,030$, $f = 0,18$). Tämä johtuu teknisesti siitä, että oppilasvaihtelu on resurssitekijöiden suhteen selvästi pienempää kuin kulttuuritekijöiden suhteen. Oppilaista 75 prosentilla oli vähintään neljä resurssitekijöistä kun 7 prosentilla oli korkeintaan yksi resurssitekijä. Kulttuuritekijöiden suhteen oppilaat ovat jakautuneet tasaisesti kaikkiin luokkiin; 36 prosentilla oppilaista oli vähintään neljä viidestä kulttuuritekijöistä ja 31 prosentilla oli korkeintaan yksi kulttuuritekijä.

Toiseksi yhteys resurssi- ja kulttuuritekijöiden ja osaamisen välillä on pikemmin käyräviivainen kuin lineaarinen (Kuviot 24 ja 25). Jos koti on resurssi- tai kulttuuritekijöiden suhteen erittäin niukka, osaamisen suhteen ei ole merkityksellistä, löytyykö kotoa yksi tekijä vai ei yhtään; keski-osaaminen jää alle 400 pisteen tai sen läheisyyteen. Vastaavasti jos koti on resurssi- tai kulttuuritekijöiden suhteen rikas, ei ole merkityksellistä, löytyykö kotoa neljä vai kaikki viisi tekijää; osaaminen ylittää kansallisen keski-osaamisen (> 485 kulttuuritekijöiden osalta ja > 457 resurssitekijöiden osalta). Ilmiö on samanlainen molempien tekijöiden suhteen, mutta ero näkyy selvemmin kulttuuritekijöissä.



KUVIO 24. Kodin resurssi- ja kulttuuritekijät osaamisen selittäjinä



KUVIO 25. Resurssi- ja kulttuuritekijät ja osaamisen jakaumat

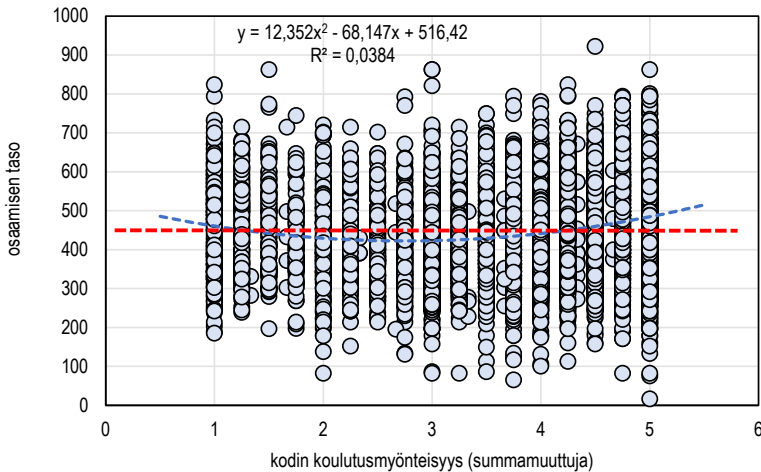
Kolmanneksi yksittäisistä osatekijöistä muodostettu regressiomalli selittää osaamista paremmin kuin summamuuttujista muodostettu malli. Kymmenestä yksittäisestä osatekijästä kuuden muodostama malli on selitysvoimaltaa paras (Taulukko 13, Ks. Liite 1), joskin selitysosuus jää 12 prosentin tasolle (deflaatiokorjattuna 14 %). Oppilas, jolla oli kotona kirjoja, tauluja ja kaunokirjallisuutta, musiikki-instrumentteja, pöytä opiskeluja varten, tietokone ja oma huone sai laskennallisesti keskimäärin 119 pistettä korkeamman pistemäärän (492) kuin oppilas, jolla ei näistä resursseista ollut yhtäkään (373).

3.4.2 Huoltajien koulutusmyönteisyys ei selitä osaamista suoraviivaisesti

Koulutuksen periytyvyyteen saattaa osaltaan kuulua myös huoltajien koulutusmyönteisyys. Matalamman koulutustason periytyvyyteen voi liittyä esimerkiksi kielteisiä koulutusasenteita

ja -arvoja tai huono itseluottamus, jotka kannustavat nopeasti siirtymään työelämään pidemmän opiskelun sijaan (ks. Jackson ym., 2007; Ukkola ym., 2020). Koulutusmyönteisyyttä tarkasteltiin neljällä kysymyksellä: *Huoltajani ovat kiinnostuneita koulunkäynnistäni, Kotonani arvostetaan koulutusta, Huoltajani mielestä matematiikka on tärkeä oppiaine, ja Huoltajat pitävät tärkeänä, että menestyn opinnoissani*. Kutakin väitettä arvioitiin 5-portaisella Likertin asteikolla. Vaikka muuttujista muodostettu keskiarvo on erittäin erottelava (reliabiliteetti $\alpha = 0,91$), selitysosuudeltaan hieman parempi malli syntyy, kun muuttujat otetaan malliin mukaan yksittäisinä (yksittäisinä $adj R^2 = 0,04$ ja yhtenä muuttujana $R^2 = 0,02$; Taulukko 14, Ks. Liite 1). Muuttujista kaksi osoittautuu negatiivisiksi selittäjiksi: mitä parempi osaaminen, sitä vähemmän oppilaat kokivat, että huoltajat olisivat kiinnostuneita opinnoista ja että huoltajat pitivät tärkeänä, että oppilas menestyy opinnoissa.

Matalaa selitysosuutta selittää se, että aineisto sisältää puuttuvaa tietoa, jolloin eri selittäjiä käyttäen myös havaintomäärä on eri malleissa erilainen. Yhteys on lineaarisen sijaan pikemmin käyräviivainen (Kuvio 26). Jälkimmäiseen viittaa myös edellä mainittu ilmiö, että korkeampia koulutusmyönteisyyspisteitä saattoivat saada sekä heikoimmat että parhaimmat oppilaat. Kaikkiaan kuitenkin yli 90 prosenttia osaamisen tason vaihtelusta selittyy muilla kuin koulutusmyönteisyyteen liittyvillä tekijöillä.



KUVIO 26. Kodin koulutusmyönteisyys ja osaamisen jakauma

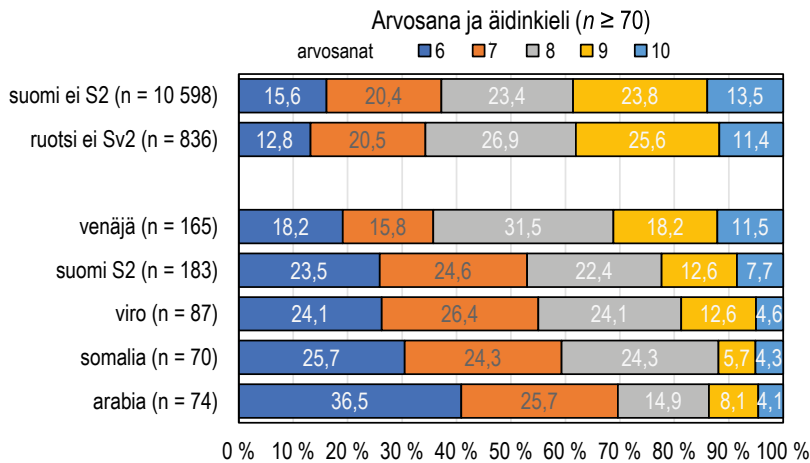
3.4.3 Maahanmuuttotustaisten oppilaiden osaaminen vaihtelee paljon

Yksi syy arvioinnin aiempaa laajempaan otokseen oli, että maahanmuuttotustaista pienestä ryhmästä oppilaita voisi tehdä aiempaa tarkempaa analyysia. Otokseen tulleista oppilaista 7 prosentilla ($n = 881$) oli ollut viimeisen kolmen vuoden aikana vähintään yhtenä vuonna suomi tai ruotsi toisena kielenä status (S2), mikä tulkittiin maahanmuuttotustaistaksi. Kaikkiaan aineistossa oli oppilaita 51 tunnetusta kieliryhmästä. Näiden lisäksi osalla oppilaista oli äidinkielenä virallisen

kieliluokituksen ulkopuolelle jäävä kieli ($n = 53$).²⁵ Maahanmuuttotasaustaiset oppilaat, joiden äidinkieli tunnettiin (97 %), puhuivat äidinkielenään pääsääntöisesti eurooppalaisia kieliä (65 %) ja vähemmässä määrin aasialaisia (25 %) ja afrikkalaisia kieliä (10 %). S2-oppilaiden suurimmat kieliryhmät olivat suomi ($n = 183$), venäjä ($n = 165$), viro ($n = 87$), arabia ($n = 74$) ja somalia ($n = 70$) sekä näitä selvästi pienemmät ryhmät kurdi ($n = 23$), englanti ($n = 23$), turkki ($n = 21$), albania ($n = 19$), kiina ($n = 19$), thai ($n = 17$) ja vietnam ($n = 16$).²⁶ Kieliryhmien suhteellinen jakauma heijastelee Suomessa muutoinkin asuvien maahanmuuttotasaustaisten perheiden jakaamaa.²⁷

Maahanmuuttotasaustaisten oppilaiden osaaminen vaihtelee paljon

Kun keskustellaan maahanmuuttotasaustaisten oppilaiden osaamisesta, on hyvä muistaa, että tässä oppilasryhmässä on varsin huomattavia eroja niin yksilöiden kuin kieliryhmien välillä. Se näkyy esimerkiksi siinä, että S2-statuksella olevia oppilaita on kaikissa arvosanaryhmissä (Kuvio 27), vaikka keskimäärin maahanmuuttotasaustaisten oppilaiden osaaminen oli merkittävästi matalammalla tasolla kuin ei-maahanmuuttotasaustaisilla oppilailla. Yksin jo se, että äidinkielenään kiinaa puhuvien oppilaiden ryhmässä arvosanan 10 saaneita oppilaita on suhteellisesti yli kolme kertaa enemmän kuin suomenkielisessä ryhmässä, kertoo, että maahanmuuttotasaustaisten oppilaiden niputtaminen yhdeksi ryhmäksi ei tee oikeutta heille.



KUVIO 27. Arvosanajakaumat kieliryhmissä, joissa oli 70 oppilasta tai enemmän

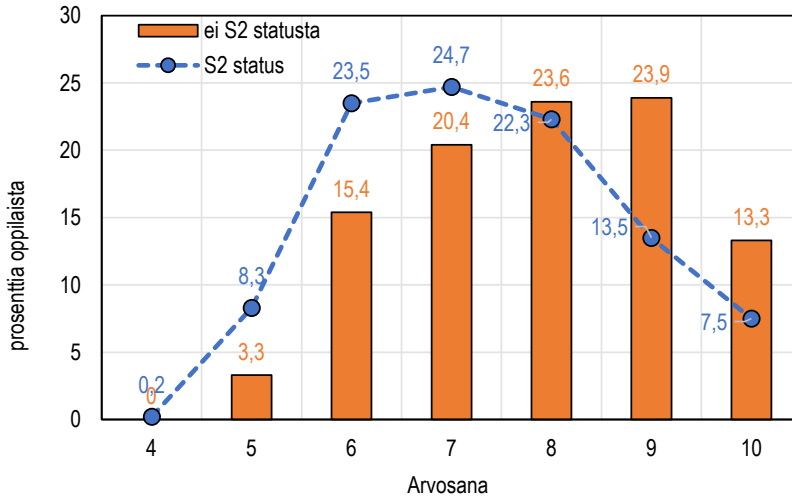
²⁵ Kieliryhmään eli virallisesti *äidinkielen* liittyvä tieto saatiin Koski-tietokannasta ja se on virallinen tieto. Äidinkieli on kuitenkin luonteeltaan tieto, johon lähtökohtaisesti voi liittyä epävarmuutta. Tieto on vanhempien antama ajalta ennen kuin lapselle on varsinaisesti kehittynyt omaa kieltä ja voi joissain tapauksissa heijastaa toivetta, että lapsesta tulisi jonkin tietyn kielenen. Valtaosin tieto kuitenkin heijastaa uskottavasti ainakin perheen kielitilaa. Huomiota kiinnittää, että ryhmään kuuluu myös äidinkieleltään suomen- ja ruotsinkielisiä oppilaita. Näistä yli 90 prosenttia oli aloittanut koulunkäyntinsä Suomessa jo 1. luokalla tai esiopetuksessa.

²⁶ Huomattakoon, että vaikka ryhmien otoskoot näyttävät osittain pieniltä, ne ovat analyysissa käytettyjen nonparametristen menetelmien näkökannalta suuria tai suurehkoja tilastollisten johtopäätösten tekemiseen. Oleellisempaa kuin ryhmän koko on se, edustavatko oppilaat kieliryhmää satunnaisesti. Koska koulujen valinta on satunnaista eikä Suomessa ole tapana erotella eri kieliryhmien oppilaita eri kouluihin, on perustelua ajatella, että oppilasjakauma edustaa hyvin Suomessa koulua käyviä 9. luokan maahanmuuttotasaustaisia oppilaita. Huomataan kuitenkin myös, että kun kielikohtaiset otoskoot ovat pieniä, yhden oppilaan vaikutus keskiarvoon on suurempi, kuin jos otoskoko on suuri.

²⁷ ks. <https://www.stat.fi/tup/maahanmuutto/maahanmuuttajat-vaestossa/vieraskieliset.html>

Maahanmuuttotaustaisen oppilaisen keskiosaaminen jää selvästi matalammaksi kuin ei-maahanmuuttotaustaisen oppilaiden

Vaikka maahanmuuttotaustaisia oppilaita on kaikissa arvosanaryhmissä, kokonaisuutena arvioiden maahanmuuttotaustaisia oppilaita sijoittuu ei-maahanmuuttotaustaisiin oppilaisiin nähden suhteellisesti enemmän heikoimpiin arvosanaryhmiin kuin parhaimpiin (Kuvio 28).



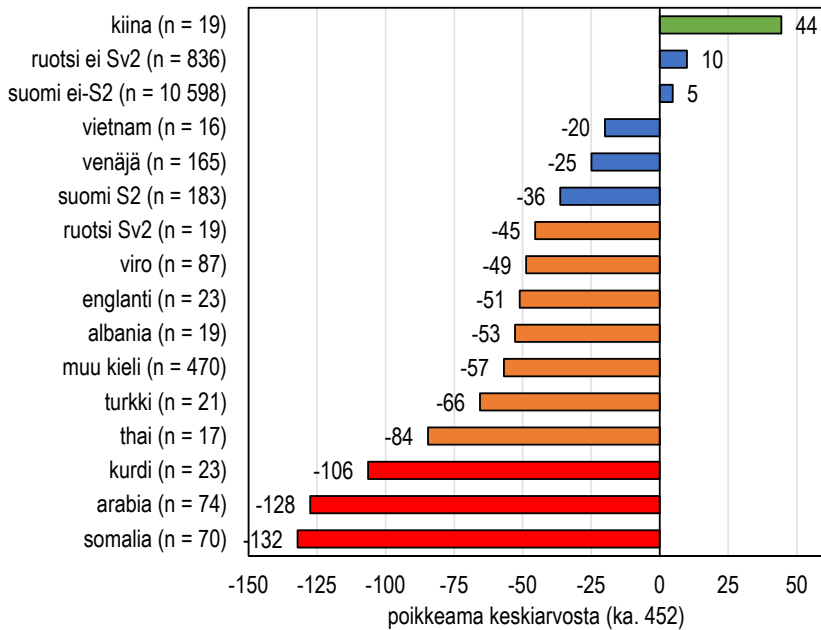
KUVIO 28. Arvosanjakaumat kokonaisuutena

Maahanmuuttotaustaisen oppilaiden matalammat kouluarvosanat heijastavat matalampaa osaamista, mutta tämän suhteen vaihtelu on suurta (ks. edellä Kuvio 27). Suuremmista kieliryhmistä parhaiten suoriutuivat taustaltaan kiinankieliset oppilaat (496 pistettä), erityisesti kiinankieliset pojat (523). Matalimpia pistemääriä saivat somalin (320) ja arabiankieliset oppilaat (324). Erityisen heikosti suoriutuivat somalinkieliset tytöt (304), joiden osaaminen jää lähes 150 pistettä aineiston keskiarvoa (452) heikommaksi. Kun vertailukohtana pidetään aineiston keskiarvoa, kiinankieliset oppilaat suoriutuvat selvästi keskimääräistä paremmin (+44 pistettä; Kuvio 29). Vastaavasti toisessa ääripäässä keskiarvoa selvästi heikommin suoriutuivat somalin- (-132), arabian- (-128) ja kurdinkieliset oppilaat (-106). Aiemmassa analyysissä (Metsämuuronen & Suomilampi, 2023) arvioitiin, että osa heikommasta suoriutumisesta saattaa selittyä sillä, etteivät oppilaat osanneet riittävän hyvin tehtäväsarjoissa käytettyä suomen- tai ruotsinkieltä. Tätä pohditaan tuonnempana.

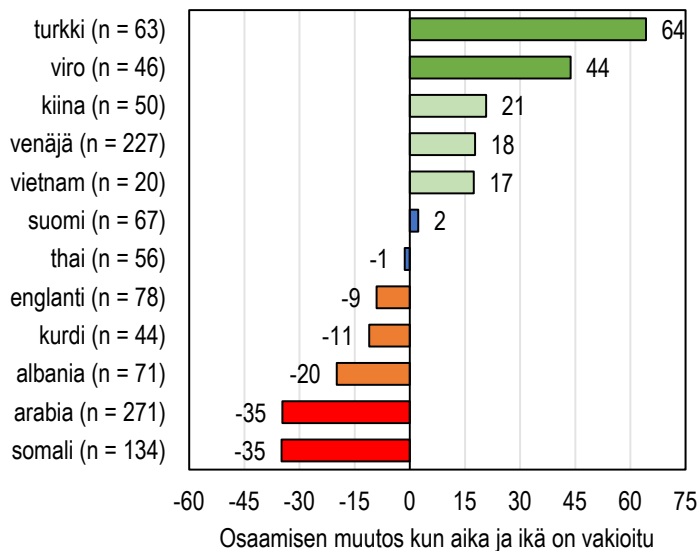
Tässä yhteydessä kiintoisan vertailuaineiston matematiikan osaamiseen ja kielen kehittymiseen antaa valmistavaan opetukseen (VALO) osallistuneiden suomen kielen osaamisen kehittyminen ja siinä havaitut erot kieliryhmien välillä (Venäläinen ym., 2022). VALO-aineistossa arvioitiin suomen kielen tasoa ja välillisesti myös sen kehittymistä ennen peruskouluun siirtymistä 6–19-vuotiailla maahanmuuttotaustaisilla koulutulokkailla ($n = 2\ 211$). Aineisto sisälsi muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta kaikki vuonna 2021 valmistavan opetuksen piirissä olleet oppilaat.²⁸ Havaittiin, että kun valmistavan opetuksen piirissä olon aika ja ikä vakioitiin, suomen kieli kehittyi selvästi ennustetta heikommin juuri samoissa kieliryhmissä, jotka suoriutuivat keskimääräistä

²⁸ Tässäkin aineistossa on huomionarvoista, että osa kielikohtaisista oppilasryhmistä on verrattain pieniä, jolloin yksittäisen oppilaan suoriutumisella on huomattavampaa vaikutusta keskiarvoon kuin isommissa kieliryhmissä.

huonommin myös tässä arvioinnissa (Kuvio 30). Tämä voi siis viitata nimenomaan kielellisiin haasteisiin arviointitestissä.



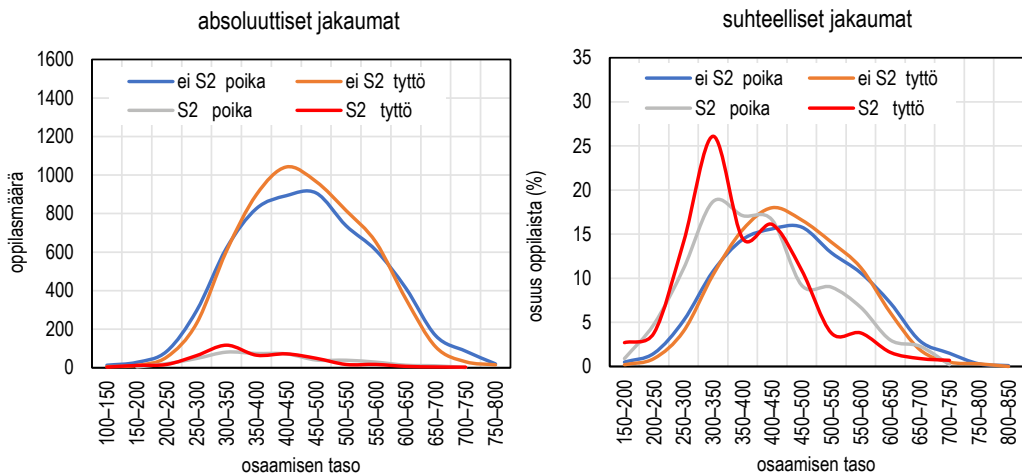
KUVIO 29. Osaaminen suhteessa aineiston keskiarvoon (452) kieliryhmissä, joissa yli 15 oppilasta



KUVIO 30. Suomen kielen osaamisen kehittyminen valmistavan opetuksen aikana valituissa kieliryhmissä (mukaillen Venäläinen ym., 2022)

Maahanmuuttotaustaisen tyttöjen osaamisen taso on yleisesti ottaen poikien osaamisen tasoa heikompaa

Maahanmuuttotaustaisten oppilaiden määrä on aineistossa pieni, eikä oppilaiden keskimääräistä heikompaa osaamisen taso (389) vaikuta koko aineiston keskiarvoon ratkaisevasti. Ilman S2-statuksella olevia oppilaita kansallinen osaamisen taso olisi 5 pistettä korkeampi noin 1000 pisteen asteikossa. Kun asiaa tarkastellaan suhteellisesti, tyttöjen heikompaa osaamista nähdään kuitenkin ilmeistä (Kuvio 31). Vaikka maahanmuuttotaustaisilla tytöillä on kokonaisuuksena selkeä yliedustus heikosti suoriutuvien oppilaiden joukossa (< 350 pistettä), suoriutuivat monet heistä tässä arvioinnissa erittäin hyvin. Aiemmin arvioitiin (Metsämuuronen & Nousiainen, 2021) maahanmuuttotaustaisia poikia siirrettävän erityisen tuen piiriin osaamiseen nähden kevyemmin perusteiden kuin maahanmuuttotaustaisia tyttöjä, vaikka tytöillä osaaminen jäi selvästi heikommaksi. On tietenkin mahdollista, että vahvemman tuen perusteet eivät ole kaikilla liittyneet matematiikan osaamiseen. Aineistossa maahanmuuttotaustaisista tytöistä yleisen tuen piirissä on 76 %, tehostetun tuen piirissä 16 % ja erityisen tuen piirissä 8 %. Vastaavasti maahanmuuttotaustaisista pojista yleisen tuen piirissä on 73 %, tehostetun tuen piirissä 16 % ja erityisen tuen piirissä 11 % oppilaita.

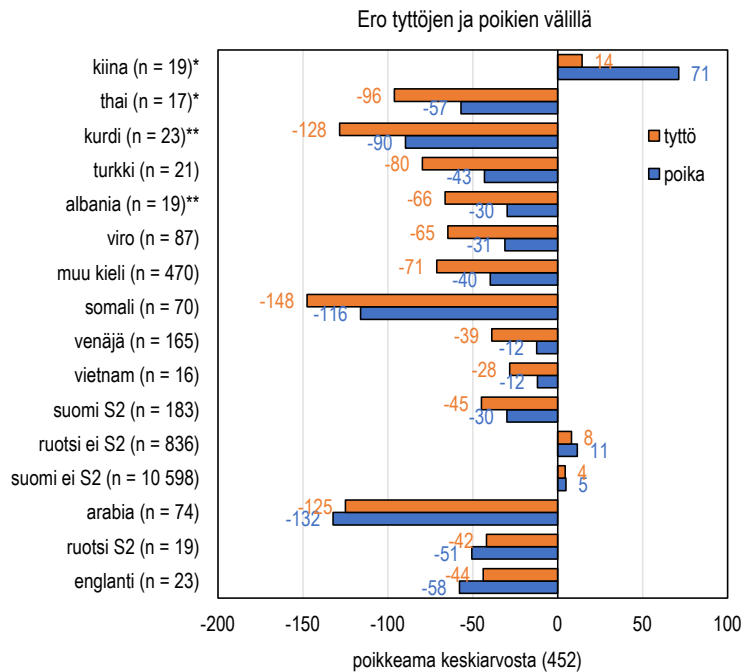


KUVIO 31. Tyttöjen ja poikien osaaminen

Kieliryhmien välillä on merkittäviä eroja tyttöjen ja poikien osaamisen tasossa (Kuvio 32).²⁹ Esimerkiksi ero tyttöjen ja poikien välillä on suurinta kiinan kielen taustaisilla oppilaita, vaikka osaaminen oli keskiosuutuvien nähden selvästi parempaa kuin muissa kieliryhmissä: 57 pistettä poikien hyväksi. Suurta eroa on myös thain- (+39 pistettä poikien eduksi), kurdin- (+39), turkin (+37) ja albaniankielillä (+36) oppilaita. Näiden osalta erot ovat merkittäviä (Vargha-Delaney $A > 0,61$; Cohenin $f > 0,21$), vaikkakaan eivät merkitseviä (U -testin $p > 0,306$; F -testin $p > 0,293$). Huomattakoon, että suomen ja ruotsin kielisillä, ei-S2-statuksella olleilla oppilaita ero on tyttöjen

²⁹ Tässä yhteydessä erityisesti—kuten edellä kieliryhmien yhteydessä—on huomattava, että yhdelläkin oppilaalla on merkittävä vaikutus keskiarvoon. Havaintojen vahvistamiseksi olisi oleellista tutkia asiaa laajemmalla otoksella. Kaikissa kieliryhmissä on vähintään kahdeksan oppilasta molemmista sukupuolista. Tämä on pienten aineistojen menetelmien näkökannalta suurehko otoskoko. Oleellisempaa kuin otoskoko on se, edustavatko oppilaat satunnaisesti kieliryhmäänsä ja että onko heidän määränsä sukupuolten välillä suhteellisesti oikean suuntainen. Mikään ei viittaa siihen, etteivät oppilaat edustaisi kieliryhmäänsä satunnaisesti ja määrällisesti oikeassa suhteessa.

ja poikien välillä hyvin pientä tai olematonta (1–3 pistettä poikien eduksi). Huomataan myös, että muista kieliryhmistä poikkeavat englanninkieliset, ruotsinkieliset S2-oppilaat ja arabiankieliset oppilaat. Näissä ryhmissä tytöt suoriutuivat hieman poikia paremmin, joskaan erot eivät ole merkittäviä: 7–14 pisteen luokkaa.



** ero on merkittävä (Vargha-Delaney $A > 0,627$; merkittävän raja $0,64$; Cohenin $f > 0,23$)

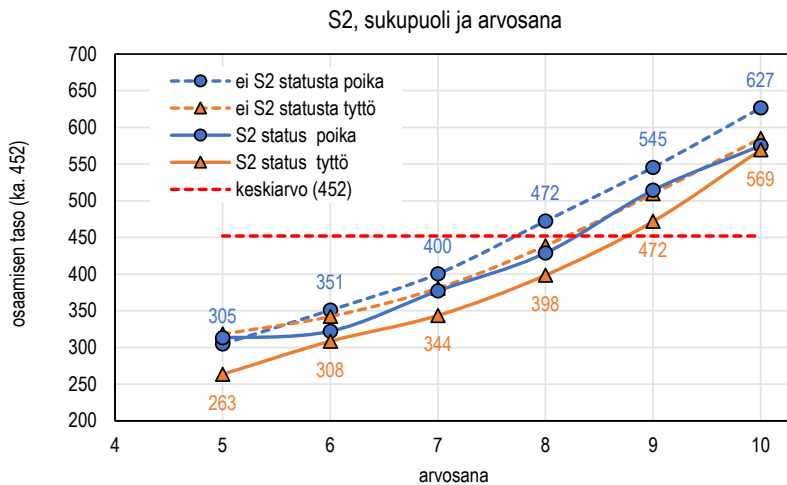
* ero on suuntaa-antavasti merkittävä (Vargha-Delaney $A = 0,611-0,62$; Cohenin $f = 0,21-0,22$)

KUVIO 32. Tyttöjen ja poikien osaaminen eri kieliryhmissä

Maahanmuuttotaustaiset tytöt saavat osaamiseen nähden selvästi korkeampia arvosanoja kuin pojat

Kun arviointisuoritusta ja opettajien antamia arvosanoja tarkastellaan lähemmin, näyttää siltä, että opettajat kohtelevat eri oppilasryhmiä toisistaan poikkeavasti mitä tulee osaamisen tasoon (Kuvio 33). Ei-maahanmuuttotaustaisilla tytöillä arvosana on arvioinnissa näytettyyn osaamiseen nähden noin puoli arvosanaa korkeampi kuin ei-maahanmuuttotaustaisilla pojilla. Maahanmuuttotaustaisten tyttöjen arvosana puolestaan on osaamiseen nähden noin kokonaisen arvosanan korkeampi kuin ei-maahanmuuttotaustaisilla pojilla ja puoli arvosanaa korkeampi kuin maahanmuuttotaustaisilla tytöillä. Kun siis suomenkielinen poika tarvitsee arvosanan 8 saami- seksi osaamista keskimäärin 472 pisteen verran, maahanmuuttotaustainen poika ja ei-maahanmuuttotaustainen tyttö tarvitsevat samaan arvosanaan osaamista keskimäärin 429–439 pistettä ja maahanmuuttotaustainen tyttö vain 398 pistettä eli 74 pistettä vähemmän kuin ei-maahanmuuttotaustainen poika. Ero ääri-ryhmien välillä on merkittävä ($f = 0,28$). On siis ilmeistä, että opettajat

huomioivat päättöarvosanaa antaessaan myös muita osaamiseen liittyviä asioita, kuten OPS:n mukaan pitääkin.³⁰



KUVIO 33. Tyttöjen ja poikien osaamisen yhteys arvosanoihin

Kielitaito ja sen puute näkyvät erityisesti sanallisten tehtävien hallinnassa

Aiemmin raportoitiin julkaistujen linkkitehtävien avulla, kuinka osaaminen on muuttunut aiempiin päättövaiheen arviointeihin nähden (Metsämuuronen & Suomilammi, 2023). Tässä yhteydessä analysoidaan joitain esimerkkitehtäviä uudelleen erityisesti maahanmuuttotaustaisten oppilaiden näkökulmasta. Kolme tehtävää indikoi kielitaitoa tai siinä olevia puutteita. Jotta kielitaidon merkitys havainnollistuu, seuraavassa tehtävien tekstiosuudet on käännetty hepreaksi, joka oletettavasti on vieras kieli useimmille lukijoille. Käännöskään ei ole tarkka, mutta se ei ehkä ole ensisijainen haaste tehtävää ratkaistaessa.

Tehtävistä kaksi ensimmäistä (osiot 18 ja 7 Kuviossa 34) ovat tehtäviä, joissa varsinainen matemaattinen ongelma on ymmärrettävissä kielestä riippumatta. Tehtävä 18 oli seuraava:

מה יהיה התשובה על משפט החישוב?

2-5-2-5

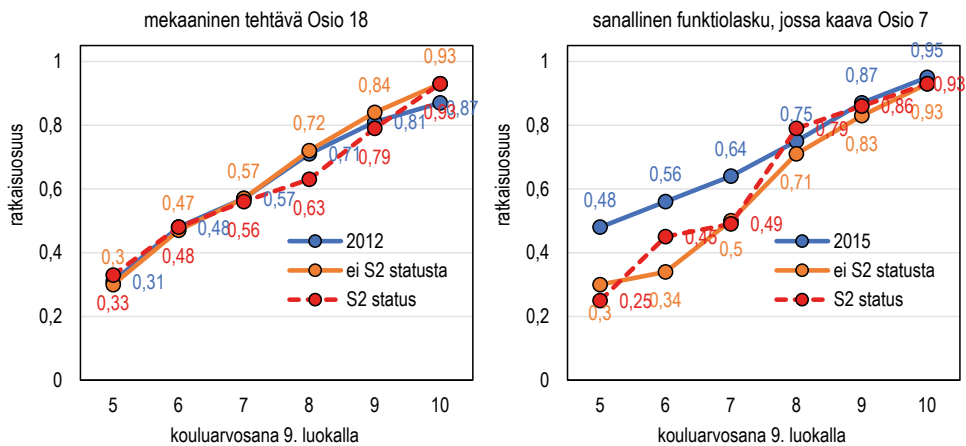
ja tehtävä 7 seuraava:

מחיר התפוחים נקבע על פי הפונקציה $f(x) = 2x + 1$ כאשר x הוא

מספר התפוחים (kg). כמה עולה 3.5 ק"ג של תפוחים?

³⁰ Muistetaan kuitenkin, että POPS kytkee päättöarvosanan yksikäsitteisesti ”osaamisen tasoon” (OPH, 2020, s. 9: ”Päättöarvioinnissa annettava numeroarvosana tai sanallinen arvio kuvaa oppilaan osaamisen tasoa suhteessa kunkin oppiaineen oppimäärän tavoitteisiin ja päättöarvioinnin kriteereihin”). Koska Karvin osaamismittari mittaa osaamista laaja-alaisesti ja tarkasti (ks. luku 2.3), suoriutuminen Karvin arvioinnissa mittaa uskottavasti osaamisen tasoa päättövaiheessa. Tällöin olisi odotettavaa, että päättöarvosanoissa heijastuisi paremmin oppilaan osaamisen taso. Muistetaan kuitenkin, että Karvin arviointitietä on vain yksi poikkileikkaustieto kaikkien kouluvuosien ajalta eikä siinä pystytä huomioimaan kaikkia mahdollista arvosanan antamiseen liittyviä tekijöitä. Päättöarvosanan kriteerit on varsin väljät ja tulkinnanvaraiset ja päättöarvosana on matematiikan kaikkien tavoitteiden ja kriteereiden perusteella muodostettu kokonaisarviointi. Osaamisen tason saavuttaminen jonkin tavoitteen osalta voi myös kompensoida heikomman suorituksen toisen tavoitteen osalta.

Molemmissa tapauksissa itse tehtävä ja tehtävänanto on ymmärrettävissä varsin alkeellisellakin kielitaidolla, jos matemaattinen sanasto ja operaatiot ovat hallinnassa. Kummassakaan tehtävässä ei ole käytännössä eroa maahanmuuttotaustaisten ja ei-maahanmuuttotaustaisten oppilaiden välillä, kun vakioidaan arvosanaryhmä (Kuvio 34). Huomataan kuitenkin, että jälkimmäisessä tapauksessa (osiossa 7) aiemman mittauksen (2015) ja viimeisimmän mittauksen välillä (2021) välillä on selkeä ero siinä, kuinka heikoimmin suoriutuneet oppilaat ylipäänsä suoriutuivat tehtävässä vuonna 2021. Tämä saattaa olla ainakin osittain kieleen liittyvää haastetta, mutta tällöin sama haaste koskee niin ei-maahanmuuttotaustaisia kuin maahanmuuttotaustaisiakin oppilaita.



KUVIO 34. Kielen merkitys erityyppisissä tehtävissä, kun matemaattinen ongelma näkyy tehtävässä

Kielen näkökannalta kiintoisin on osio 14: tämä tehtävä havainnollistaa suoraan kielellisiä haasteita maahanmuuttotaustaisilla oppilailla. Vieraalla kielellä luettuna tehtävä 14 näyttää seuraavalta:

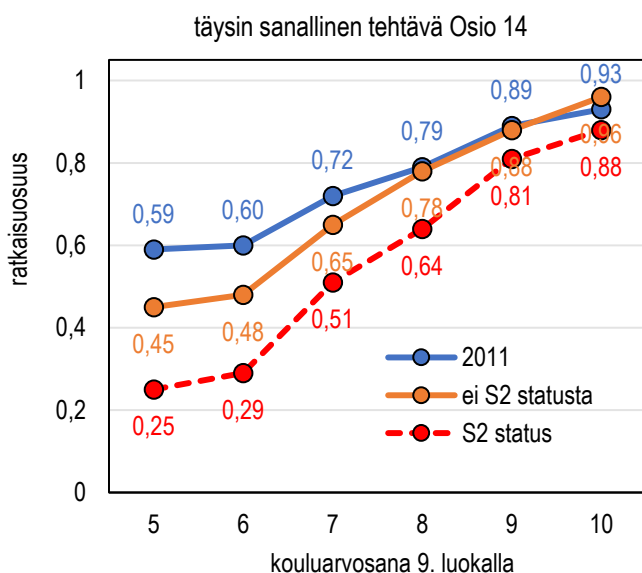
קאטרי מחזיקה את הקלפים למטה בשק, ושק התהפך



קאטרי מרימה את אחד הקלפים בלי להסתכל

מהו המספר שבסימן המשחק הוא חלקי שלוש

Matemaattisesti lahjakkaallekin mutta kielellisesti vasta-alkajalle tehtävän 14 toimeksianto on haasteellinen. Mitään vihjettä ei anneta siitä, mitä matemaattista operaatiota tehtävässä haettiin. Tehtävässä maahanmuuttotaustaiset oppilaat kouluarvosanasta riippumatta saivat selvästi heikomman tuloksen kuin ei-maahanmuuttotaustaiset oppilaat (Kuvio 35). Kielellinen haaste näkyy selkeimmin arvosanaltaan heikoimmissa ryhmissä. Tämänkaltaiset tehtävät mittaavatkin näissä tilanteissa todennäköisesti enemmän kielellistä kuin matemaattista osaamista.



KUVIO 35. Kielen merkitys erityyppisissä tehtävissä, jossa matemaattinen ongelma ei ole ilmeinen

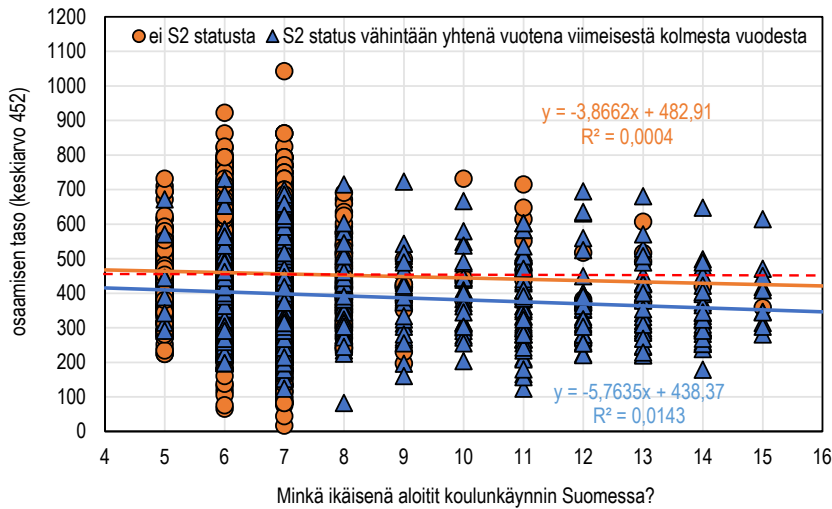
Opintojen kesto selittää matematiikan osaamista vain hieman

Koska kielitaito näyttää olevan yhteydessä maahanmuuttotaustaisten oppilaiden matematiikan osaamiseen, selvitettiin, kuinka opintojen kesto on yhteydessä osaamiseen. Oletetaan, että jos oppilas on ollut Suomessa vain vähän aikaa, kielitaito on oleellinen heikompaa osaamista selittävä tekijä. Jos taas maahanmuuttotaustainen oppilas on ollut Suomessa koko kouluikänsä, kielen vaikutus ei pitäisi enää olla merkittävä tekijä 9. kouluvuoden jälkeen. Analyysiin liittyvä haaste on se, että valtaosalla oppilaista virallinen opinto-oikeus alkaa yläluokille tultaessa uudessa koulussa, jolloin emme tiedä, koska he virallisesti ovat aloittaneet koulunsa Suomessa. Kaikista oppilaista, näin myös maahanmuuttotaustaisista, 25 % oli saanut opiskeluoikeuden jo ennen yläluokkia. Seuraavassa asiaa tarkastellaan sen perusteella, minkä ikäisenä oppilaat *itse ilmoittivat* alkaneensa koulunkäynnin Suomessa.

Maahanmuuttotaustaisten otosoppilaiden koulunaloittamisikä Suomessa oli 8 vuotta (keskimäärin 7,98) ja 71 prosenttia aloitti koulunsa 5–7-vuotiaina. Vastaavat luvut ei-maahanmuuttotaustaisilla oppilailla olivat 7 vuotta (6,71) ja 99 prosenttia. Molempien seikkojen suhteen erot ryhmien välillä ovat merkittäviä (aloittamisikä $f = 0,40$ ja osuus oppilaista $f = 0,45$). Suurimmista kieliryhmistä keskimäärin pisimpään Suomessa opiskelleita oppilaita olivat albanian-, englannin- ja kurdinkieliset oppilaat, jotka olivat aloittaneet koulunsa suomessa 7 vuotiaina tai tätä nuorempina). Vastaavasti thain- ja arabiankieliset oppilaat olivat aloittaneet koulunkäynnin keskimäärin kaksi vuotta myöhemmin (> 9 vuotiaina). Kiinan, venäjän, viron, somalian, turkin ja vietnamin kieliset oppilaat olivat aloittaneet koulun keskimäärin 8-vuotiaina.

Opinto-oikeuden pituus tai kouluvuosien määrä eivät selitä sitä, miksi osa maahanmuuttotaustaisista oppilaista saa keskimääräistä selvästi heikompia tuloksia. Maahanmuuttotaustaisilla oppilailla opiskeluaika on hieman voimakkaammin yhteydessä osaamiseen ($R = 0,12$) kuin ei-maahanmuuttotaustaisilla oppilailla ($R = 0,02$), joskin yhteys on pientä (Kuvio 36). Ero niiden S2-oppilaiden

välillä, jotka olivat tulleet vasta 8. tai 9. luokalla ja niiden, jotka olivat olleet koko koulupolkinsa Suomessa (ml. esiopetuksesta lähtien olleet), on 36 pistettä.



KUVIO 36. Opiskeluajan yhteys osaamiseen

Yhteenvedona maahanmuuttotausteisten oppilaiden osaamisesta huomataan ensiksi, että maahanmuuttotaustaiset oppilaat ovat toisiinsa nähden hyvin erilaisia ja heitä löytyy kaikista arvosanaryhmistä. Toiseksi maahanmuuttotaustaisen oppilaisen keskiosaaminen jää selvästi matalammaksi kuin ei-maahanmuuttotaustaisen oppilaiden; maahanmuuttotaustaisilla oppilailla on selkeä yliedustus heikoimmin suoriutuneista oppilaista (ks. myös Metsämuuronen ym. 2023) ja aliedustus parhaiden osajien jousossa (ks. myös Niemi & Metsämuuronen, 2023). Osittain heikompi osaamisen taso on selitettävissä kielitaidossa esiintyvillä puutteilla erityisesti sanallisten tehtävien hallinnassa. Kolmanneksi maahanmuuttotaustaisen tyttöjen osaamisen taso on yleisesti ottaen poikien osaamisen tasoa heikompaa mutta heidän päättöarvosanansa näyttävät olevan näytettyyn osaamiseen nähden korkeampia kuin pojilla samaan tapaan kuin ei-maahanmuuttotaustaisilla tytöillä ei-maahanmuuttotaustaisiin poikiin nähden.

3.4.4 Kodin vaikutuksen kokonaismalli selittää osaamisen vaihtelusta vajaan viidenneksen

Tarkastellaan kotiin ja perheeseen liittyviä muuttujia yhdessä ja rakennetaan kotitaustaan liittyvä kokonaismalli. Perimään liittyviä oppimisvaikeuksia ja tietoa niihin liittyvästä yhteisvaikutuksesta ei aineistossa ole käytettävissä, ja perheen varallisuuteen liittyviä tekijöitä on mitattu välillisesti. Otetaan perheen maahanmuuttotausta mukaan analyysiin, vaikka se olikin edellä myös oppilastehtäviä koskevassa mallissa. Tosiasiallisesti maahanmuuttotausta on eräs niistä tekijöistä joihin lapsi ei itse ole voinut vaikuttaa ja joka tulee huoltajien mukana. Hattien (2023) meta-analyyseista tekemien meta-analyysien perusteella kotitaustan vaikutus osaamiseen on kansainvälisesti noin viiden prosentin luokkaa.

Kodin taustaan liittyvään kokonaismalliin jää 12 muuttujaa, joista negatiivisesti latautuneita on kolme: S2-status, huoltajien kiinnostus oppilaan koulunkäynnistä ja se, että oppilaalla on

kotonaan oma huone (Taulukko 16; ks. Liite 1). Näistä viimeksi mainittu ei ole ilmeinen ja heijastanee sitä, että valtaosalla oppilaista—myös heikosti suoriutuneilla—saattaa olla kotonaan oma huone käytössään.³¹ Selkeimmät positiiviset selittäjät mallissa ovat huoltajien korkeampi koulutustaso ja kulttuuritaustaa kuvaavista muuttujista tieto siitä, onko kotona oppilaalla omia kirjoja koulukirjojen lisäksi. Näistä jälkimmäinen näyttää viittaavan perheen lukuharrastukseen, jolla havaittiin varhaisten vuosien aineistossa olevan selkeä matematiikan osaamista selittävä vaikutus (ks. Ukkola ym, 2020). Malli selittää kokonaisuudessaan osaamisesta 17 prosenttia (deflaatiokorjattuna 18 %).³² Se on selvästi enemmän kuin Hattien aineistossa, mutta kaikkiaan selvästi vähemmän kuin oppilasaineistoon liittyvien muuttujien selitysosuus (50 %).

Jos selittävinä tekijöinä käytetään samanaikaisesti sekä oppilastekijöiden ennustemuuttujaa että kotitaustan ennustemuuttujaa, varsinainen selitys syntyy oppilastekijöistä (50%), johon kotitausta lisää selitystä vain 1,4 %. Valtaosa kodin taustaan liittyvistä tekijöistä tulee siis selitettyä jo yksilöiden välisillä eroilla.

³¹ Muistetaan myös, että regressiomalleissa kaikilla tekijöillä on mallissa merkitystä. Yksittäisen tekijän negatiivinen tai positiivinen vaikutus tulee suhteuttaa kaikki mallin muuttujiin. Jos muut tekijät nostavat ennustekeskianvoa liian korkealle, jollain muulla tekijällä—kuten tässä sillä, että oppilaalla on käytössään oma huone, mikä yksittäisenä tekijänä on positiivinen—kompensoidaan tätä seikkaa.

³² Kokonaismalli on muodostettu $n = 9\,055$ oppilaan perusteella. Varsinkin huoltajien koulutustaustaan liittyvien tietojen puuttuminen monelta oppilaalta sai aikaan muita analyyseja suuremman kadon.

3.5 Opettajaan ja opettamiseen liittyvät tekijät osaamisen selittäjinä

- Luokan ja opettajan efekti on korkeampi kuin koulun efekti; luokka selittää osaamisen vaihtelua voimakkaammin kuin koulu.
- Pedagogisilla valinnoilla on yhteyttä osaamiseen: kotitehtävien antaminen ja tarkastaminen ovat yhteydessä korkeampaan osaamisen tasoon, mutta tuntiaktiiviteettien vaikutus osaamiseen riippuu oppilaiden osaamisen tasosta. Opetusryhmä koko ei ole selkeässä yhteydessä osaamiseen.
- Luokan ilmapiiriin liittyvistä tekijöistä turvallisuus ja stressittömyys ovat yhteydessä korkeampaan osaamisen tasoon; luokan levottomuus selittää osaamista vain vähän.
- Opettajan arvosanalinjat näkyvät aineistossa selvästi, mikä ei yhdenvertaisuuden kannalta ole optimaalista.
- Opettajaan ja opettamiseen liittyvien muuttujien kokonaismalli selittää osaamisen vaihtelusta 30 %, mutta lisää selitysosuutta vain 2,3 %, jos yksilöoppilaaseen liittyvän mallin ennuste huomioidaan mallissa. Valtaosa opettamiseen liittyvistä tekijöistä tulee jo selitettyä yksilöoppilaiden välisillä eroilla.

Opettajaan ja opetukseen liittyvää tietoa koottiin sekä oppilailta että opettajalta. Opettaja-aineistossa tarkastellaan tarkemmin mm. opettajan pätevyyttä, eriyttämisen keinoja, oppilaiden tekemisen virheiden käsittelyn muotoja ja yhteistyötä muiden opettajien kanssa. Näitä seikkoja käsittelevät toisaalla Nousiainen, Kivistö ja Metsämuuronen (2023). Tässä yhteydessä tarkastellaan oppilailta kysytyjä opettamiseen liittyviä seikkoja. Näitä ovat ryhmäkokoon, tuntityöskentelyyn ja läksyihin sekä luokan ilmapiiriin liittyvät tekijät. Tarkastelu aloitetaan opettajan ja luokan efektin tarkastelulla.

3.5.1 Luokan ja opettajan efekti on korkeampi kuin koulun efekti

Tuonnempana luvussa 3.6 käsitellään koulun vaikutusta eli efektiä osaamisen selittämisessä.³³ Tässä yhteydessä käsitellään lyhyesti luokan selitysosuutta kokonaisvaihtelusta. Jotkut tutkijat ovat huomauttaneet, että koulujen välisten erojen sijaan olisikin parempi kuvata luokkien välisiä eroja (mm. Hautamäki, 2010). Tämä johtuu siitä, että erikoisluokille on taipumusta valikoitua satunnaiseen valikoitumiseen nähden enemmän taustoiltaan samankaltaisia oppilaita.³⁴ Tällä on nähty olevan haitallista oppilasryhmiä eriyttävää vaikutusta (mm. Kupiainen, 2016, 2018).

³³ Efekti-sanan merkitys arkikielessä on "vaikutus". Tässä yhteydessä efektilä tarkoitetaan tarkennetusti "selitysosuutta vaihtelusta"; voidaan puhua koulun efektistä, luokan efektistä tai opettajan efektistä. Vaikka opettajan "efekti" jäisi pieneksikin johtuen esimerkiksi siitä, että koulujen välillä ei Suomessa ole juuri eroja, opettajalla on aina "vaikutusta" sanan muussa merkityksessä. Opettajan efekti viittaa siihen, kuinka paljon eri opettajien oppilaiden keskiarvot poikkeavat toisistaan, kun huomioidaan se, että kaikissa kouluissa ja luokissa on omanlaista laajaa vaihtelua.

³⁴ Periaatteessa arviointiasetelma sallisi kolmetasoisinkin hierarkkisen mallituksen: aineistossa on oppilastason lisäksi tieto sekä koulun tasolta että näiden väliin jäävästä luokkatasosta, mikä matematiikan osalta on hyvin lähellä opettajatasoa. Metsämuuronen (2017) muistuttaa kuitenkin, että menetelmällinen haaste arvioida sekä koulun että luokan efektiä samanaikaisesti on ilmeinen, sillä yleensä kouluissa ei ole tarpeeksi luokkia, jotta koulun tason lisäksi luokkatasolle saataisiin aito normaalijakauma aikaan (ks. keskustelu yksikköjen määristä esimerkiksi Cheung & Au, 2005; Hox, 1995; Kreft, 1996; Maas & Hox, 2005). Kun kouluissa ei ole luokkia tarpeeksi kolmitasoiseen mallitukseen, joko koulun tai opettajien efekti painuu teknisistä syistä matalaksi, kuten Hautamäen (2010) aineistossa näytti käyneen. Yhteismalleissa luokan ja koulun vaihtelua on joskus vaikea erottaa toisistaan, mutta tiedetään, että erillisinä analysoituna luokkataso selittää osaamisen vaihtelua paremmin kuin koulutaso. Tässä yhteydessä luokkatietona käsitellään vain niitä oppilaita, joihin opettajat kyettiin yhdistämään yksikäsitteisesti ja jotka tulivat *luokista*, joissa oppilaita yli 15 ($n = 6\,500$). Koulun efektiä laskettaessa käsitellään oppilaita, joiden *kouluissa* oli yli 15 oppilasta; näitä oli $n = 8\,512$.

Aiemmissa matematiikan arvioinneissa Karvi ei ole ollut erityisen kiinnostunut luokan efektistä, sillä painotetun opetuksen luokilla saattaa olla merkitystä erityiskiinnostuksen kohteiden kuten musiikin, kuvataiteiden tai matematiikan osaamisen kansallisessa kehittämisessä. Luokan efektin analysointi ei myöskään ole ollut mahdollista, koska opettajia ja oppilaita ei ole yhdistetty luokan tasolla toisiinsa toisin kuin alempien luokkien arvioinneissa (mm. Ukkola & Metsämuuronen, 2019, 2023). Tässä arvioinnissa tämän kaltainen tieto koottiin myös 9. luokan osalta. Tässä yhteydessä luokan/opettajan efekti kuvataan lyhyesti, ja koulumuuttujien yhteydessä käsitellään hieman tarkemmin, mikä on luokan efekti erilaisissa kouluissa. Tässä yhteydessä tarkastelu rajataan niihin oppilasryhmiin, joissa oli vähintään 15 oppilasta ja niihin oppilasryhmiin, joista tarkka tieto oli saatavilla.³⁵ Aineiston oppilaista vain harva osallistui painotettuun opetukseen—88 prosenttia oppilaista ei osallistunut erikoisluokkien opetukseen.

Aineistossa luokan (tai opettajan) efekti on 12,8 prosenttia, mikäli ainakin yksi oppilas osallistui painotettuun opetukseen (62 % kouluista) ja 11,9 prosenttia, mikäli yksikään oppilas ei ilmaissut osallistuvansa painotettuun tai pienryhmäopetukseen (38 % kouluista). Luokan tai opettajan efekti on selvästi korkeampi kuin koulun efekti (7,6 %); oppilaat ovat merkittävästi enemmän toistensa kaltaisia yksittäisissä luokissa kuin yksittäisissä kouluissa. Tämän taustalla voi olla oppilaiden valikoituminen, jolloin päätellään, että jokin sisäinen valintaprosessi ohjaa saman tasoisia oppilaita samalle luokalle, vaikka periaatteessa tasoryhmitys ei ole sallittu. Toinen selitys on se, että opettajien välillä on eroja, joiden seurauksena tietyn opettajan oppilaista tulee matemaattisesti osaavampia kuin toisen opettajan oppilaista. Jälkimmäiseen mekanismiin liittyviä tekijöitä tarkastellaan tässä seuraavaksi: millaisilla opettajan tekemiin pedagogisiin valintoihin liittyvillä seikoilla voidaan selittää osaamisen eroja.

3.5.2 Pedagogisilla valinnoilla on yhteyttä osaamiseen

Opetusryhmä koko ei ole selkeässä yhteydessä osaamiseen

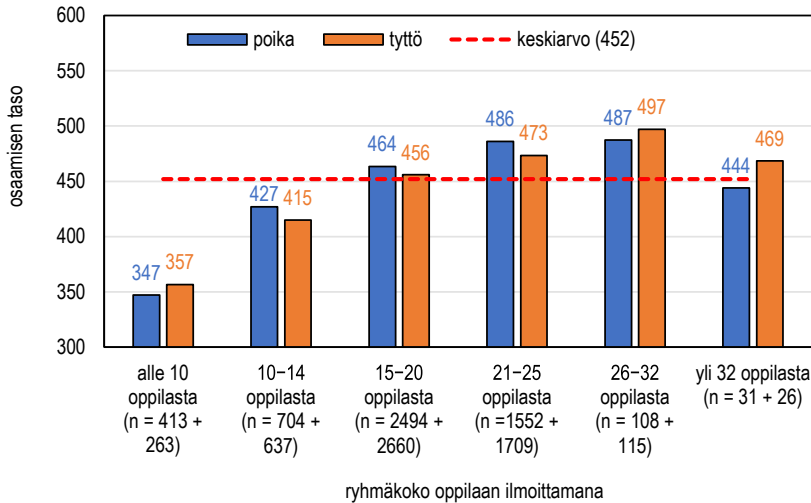
Aiemmista arvioinneista tiedetään, että opetusryhmän koko on yhteydessä osaamiseen siten, että pienempi ryhmäkoko on yhteydessä heikompaan osaamiseen (mm. Metsämuuronen, 2013, 2017). Tämä on ymmärrettävää, sillä pienryhmäopetus on käytännöllinen ratkaisu antaa heikommin suoriutuneille oppilaille tehostettua tai intensiivistä opetusta. Heikko osaaminen on siis syy pienelle ryhmäkoolle eikä päinvastoin. Aineistossa on kaksi ryhmän kokoa kuvaavaa muuttujaa. Yhtäältä asiaa kysyttiin oppilailta suoraan valmiiksi luokitellun asteikon avulla. Toisaalta kaikki otokseen valittujen koulujen oppilaat osallistuivat muutamaa harvaa poikkeusta lukuun ottamatta arviointiin, jolloin tieto oppilaan vuosiluokasta oli käytettävissä. Näiden tietojen perusteella oli pääteltävissä sen ryhmän koko, jossa oppilas pääasiallisesti opiskeli.³⁶ Suurin osa oppilaista (78 %) oli opiskellut 15–25 oppilaan ryhmissä ja loput tätä pienemmissä (esimerkiksi pienryhmäopetuksessa) tai suuremmissa ryhmissä (esimerkiksi yhtäaikaisopetuksessa).

Kuten aiemmissakin arvioinneissa myös tässä aineistossa pieni ryhmäkoko, alle 10 oppilasta, on yhteydessä keskimääräistä heikompaan osaamiseen (Kuvio 37). Pienissäkin ryhmissä osaaminen voi kuitenkin selvästi ylittää kansallisen keskitason (Kuvio 38). Keskimäärin osaaminen on tasoltaan korkeinta 21–32 oppilaan ryhmissä, joskin korkeimpia yksilösuorituksia saatiin 14–17

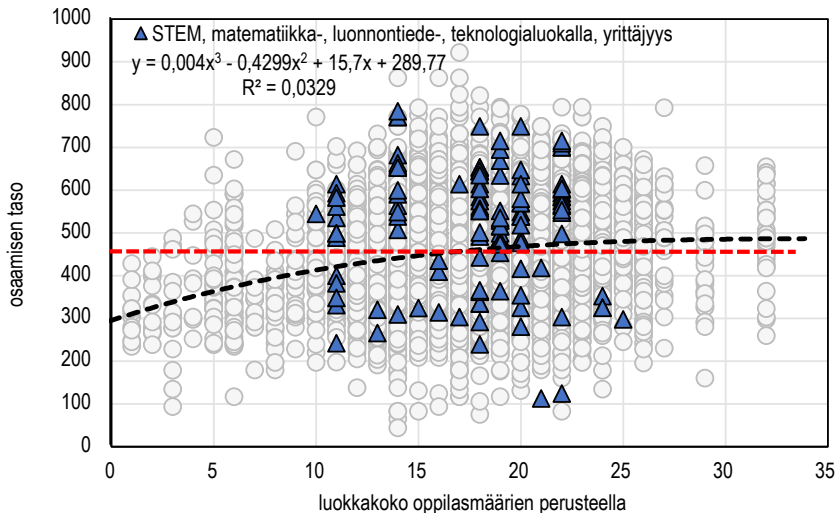
³⁵ Yksisarjaisia kouluja lukuun ottamatta oppilaat ilmasivat luokkansa koodeilla 9A, 9B jne. ja vastaavasti opettajat ilmoittivat myös luokkakoodin sanalla tavalla. Näin oppilaat ja opettajat saatiin yhdistettyä toisiinsa. Jos luokkatieto ei ollut saatavissa tai monisarjaisen koulun oppilas tai opettaja ei spesifioinut luokkaa (tai opettajat opettivat useita luokkia), näille oppilaille laskettiin koulun opettajien keskiarvo. Näissä tapauksissa emme siis tiedä, kuka opettajista opetti mitään luokkaa. Näiden oppilaiden määrä aineistossa oli $n = 3\,841$ (30,6 %).

³⁶ 24 prosenttia oppilaista ei ilmaissut tarkkaa luokkaa (9A, 9B, jne.). Tässä käytetty luokan koko perustuu 9 421 oppilaan koulu- ja luokkatietoihin (75,0 %), jossa epäselvät tapaukset on jätetty analyysin ulkopuolelle.

oppilaan ryhmissä. Kokonaisuutena arvioiden STEM-erikoisluokalla opiskelleet oppilaat ($n = 209$) saivat selvästi keskimääräistä paremman tuloksen (511 pistettä), joskin vaihtelu tässä ryhmässä on iso, 113 pisteestä 771 pisteeseen. Painotettuun opetukseen ja tähän liittyviin erikoisluokkiin liittyviä kysymyksiä tarkastellaan lähemmin luvussa 3.6 koulutekijöiden yhteydessä. Ryhmäkoko selittää osaamisesta 8 prosenttia ($\eta^2 = 0,08$), mikä viittaa merkittävään eroon ryhmien välillä ($f = 0,30$). Opetusryhmän koko on käyräviivaisesti yhteydessä osaamiseen ja selittää noin 3 prosenttia osaamisen vaihtelusta.



KUVIO 37. Opetusryhmän koko ja osaaminen



KUVIO 38. Opetusryhmän koko, matematiikkaa painottunut opetusryhmä ja osaamisen jakauma

Tuntiaktiiviteettien vaikutus osaamiseen riippuu oppilaiden osaamisen tasosta

Opettajilla saattaa olla yleisiä taipumuksia toimia pedagogisesti tietyllä tavalla. Näitä opettajalle tyypillisiä pedagogisia ratkaisuja voidaan lajitella esimerkiksi faktorianalyysin perusteella (ks. toisaalla Nousiainen ym., 2023; Salonen ym., 2023). Osa opettajista voi painottaa ”oppilaskeskeisyyttä”, jolloin he saattavat antaa oppilaiden edetä omaan tahtiinsa yksilöllisesti ja toisiaan neuvoen. Toiselle opettajalle tyypillisempää saattaa olla yhteisopetus, johon hän ehkä yhdistää opettajajohtoista opetusta ja sitä, että oppilaat selittävät muille ratkaisujaan. Kolmas opettaja voi taas kokea tärkeiksi tietokoneohjelmistot ja tietokoneiden opetusikäytön matematiikan opetuksessa. Oppilaan näkökulmasta opettajan pedagogiset ratkaisut voivat näyttäytyä hyvin erilaisina. Vaikka opettajan pedagoginen perusnäkemys saattaisi olla oppilaskeskeinen, toiminta esimerkiksi heikommin suoriutuvien oppilaiden kanssa on saattanut olla opettajakeskeisempää kuin paremmin suoriutuvien oppilaiden kanssa.

Tuntityöskentelyn muotoja kysyttiin oppilailta 19 tuntiratkaisuihin liittyvällä muuttujalla asteikolla *ei lainkaan* (1), *harvoin* (2), *joskus* (3), *usein* (4) ja *lähes aina* (5; Taulukko 17). Samoja muutujia kysyttiin sekä opettajilta että oppilailta. Opettajan näkökulmaa aineistossa tarkastelevat Nousiainen ym. (2023). Tässä yhteydessä tuntityöskentelyn muotoja—tai opettajan pedagogisia ratkaisuja—tarkastellaan oppilaan näkökannalta.

Jo aiemmin arvioinneissa on havaittu, että taitavat opettajat sopeuttavat opetustaan oppilaan kykyjen mukaan (mm. Metsämuuronen, 2013, 2017). Seuraavaksi selvitetään tarkemmin DTA:n avulla erilaisten pedagogisten lähestymistapojen ja matemaattisen osaamisen välistä yhteyttä. Tässä analyysissä oppilaat jaetaan kolmeen ryhmään kouluarvosanan perusteella: 4–6 (”heikoimmat osaajat”), 7–8 (”keskiosaajat”) ja 9–10 (”parhaat osaajat”).

DTA:n mukaan heikoimmin suoriutuneilla oppilailla tilastollisesti merkitsevin osaamiserojen selittäjä oli se, asettavatko oppilaat itselleen tavoitteita ja arvioivat menestystään. Heikoimpia suorituksia saatiin tilanteissa, joissa oppilaat joko eivät *koskaan* asettaneet omia tavoitteitaan (315 pistettä) tai jos he *aina* asettivat tavoitteita (331 pistettä). Viimeksi mainitussa ryhmässä oleellisesti heikompia tuloksia saatiin, mikäli päässälaskuja oli harjoiteltu ”*aina*” (313). Edellä havaittiin, että heikoimmille osaajille tyypillistä oli juuri päässälaskujen heikko osaaminen. Näyttää siltä, että tämä on havaittu myös koulussa ja heidän kanssaan—tai ainakin osan kanssa—päässälaskuja onkin harjoiteltu. Heikoimmin suoriutuneiden oppilaiden ryhmässä parhaita tuloksia saatiin, kun tavoitteita asetettiin harvoin, joskus tai usein muttei aina eikä koskaan (2–4; 344 pistettä). Jos tämän lisäksi oppilaat neuvovat toisiaan usein tai aina (4–5), tulokset olivat tätä hieman parempia (350 pistettä). Asetelman vuoksi emme tiedä, onko tiettyjä menetelmiä valittu silmällä pitäen juuri heikommat suoritukset tai onko heikoista oppilaista parhaiden kanssa havaittu tietyt ratkaisut tehokkaammaksi kuin toiset.

Sekä keskiosaajien että parhaimmin suoriutuneiden oppilaiden ryhmässä keskeisin eroja ennustava muuttuja on se, kuinka selviksi opetettavat asiat tulevat. Taustamuuttujista tämä on ilmeisin: jos asiat eivät tule selviksi, oppimistakaan ei varmaankaan ole voinut tapahtua optimaalisesti. Joka tapauksessa, jos keskiosaajilla asiat tulivat selviksi vain *harvoin* tai *ei koskaan*, keskiosaaminen jää tasolla 401 pistettä. Jos lisäksi oppilaat eivät *koskaan* asettaneet omia tavoitteitaan, osaaminen jää tästä vielä merkittäväksi matalammaksi (375 pistettä). Jos muuttuja *Opiskeltavat asiat tulevat minulle selkeiksi* jätetään analyysistä pois ilmeisenä tekijänä, merkitsevimmäksi erottelijaksi osoittautuu se, että *oppilaat neuvovat toisiaan* (422). Tulos oli tätä korkeampi, jos muut oppilaat neuvovat *aina*: osaamisen taso on 427 pistettä ja vielä hieman korkeampia mikäli oppilaat eivät *koskaan* opettele tai vain *harvoin* opettelevat asioita *mittaamalla, rakentamalla tai muulla tavalla tekemällä* (435).

TAULUKKO 17. Oppilaskyselyssä olleet pedagogiset ratkaisut (%)

Oppitunneilla...	n	ei lainkaan (1)	harvoin (2)	joskus (3)	usein (4)	lähes aina (5)	keski- arvo
T28.1 opettaja ottaa huomioon opetukseen liittyvät oppilaiden ideat ja toiveet	10594	3,8	9,1	32,6	34,9	19,5	3,57
T28.2 on yhteistä opetusta opettajan johdolla	10497	2,6	5,8	29,2	37	25,5	4,00
T28.3 opiskellaan itsenäisesti oman oppimispolun mukaisesti	10507	42,9	26	22,1	6,3	2,7	3,50
T28.4 opiskellaan ryhmissä ja pareittain	10481	15,5	21,8	37,8	19,2	5,7	2,74
T28.5 tehdään vain oppikirjan tehtäviä	10495	11,7	22,5	38,9	20,6	6,2	3,85
T28.6 opitaan mittaamalla, rakentelemalla tai muulla tavoin tekemällä	10493	1,1	3	30,8	40,8	24,3	2,56
T28.7 oppilaat käyttävät matematiikan oppimiseen tarkoitettuja tietokoneohjelmia (esim. digitaalisia oppimateriaaleja, oppimispelejä, Geogebra, Lukimat, Peda ym.)	10460	9,4	12,7	34,3	28,7	15	2,87
T28.8 oppilailla on tietokoneet oppimiskäytössä	10465	4,4	9,1	34,5	35,3	16,6	2,91
T28.9 oppilaat neuvovat toisiaan (auttavat)	10455	6,5	14,1	39,5	29,3	10,7	3,92
T28.10 kukin ratkaisee itselleen sopivan vaikeita tehtäviä	10467	3,8	6,3	24,8	31	34	3,77
T28.11 tehdään projektitöitä	10422	4,6	9	32,6	34,6	19,2	2,00
T28.12 sovelletaan matematiikan taitoja arkielämän tilanteisiin	10573	2,3	4,4	21	35,4	36,9	2,78
T28.13 harjoitellaan pääsälaskuja	10555	5,3	10,6	31,4	34	18,8	2,87
T28.14 pidetään testejä ja kokeita	10563	19,3	24,5	28,4	18,5	9,4	3,84
T28.15 oppilaat selittävät muille, miten ovat tehneet tehtävät / oppilaat esittävät muille ratkaisujaan	10555	2,1	6	24,4	40	27,4	3,27
T28.16 pohditaan, onko tehtävän vastaus järkevä	10525	19,5	28,7	33,4	13,8	4,6	3,51
T28.17 oppilaat asettavat itselleen tavoitteita ja arvioivat edistymistään	10521	12,9	21,8	37,8	20,5	7,1	3,24
T28.18 olen tehnyt annetut kotitehtävät sovitulla tavalla	10512	16,6	20,4	31,5	18,2	13,4	3,85
T28.19 opiskeltavat asiat tulevat minulle selviksi	10513	2,3	4,4	23,8	37,5	31,9	3,55

Parhaimmin suoriutuneiden oppilaiden ryhmässä osaaminen on keskimäärin korkealla tasolla (551 pistettä). Tätä heikompaa osaaminen oli ryhmässä, jossa asiat tulivat selviksi vain *harvoin* tai *ei koskaan*. Näillä oppilailla keskiosaaminen oli 509 pistettä. Parhaita tuloksia saatiin ryhmässä, jossa opiskeltavat asiat tulivat selviksi *aina* (579) ja jos tässä ryhmässä testejä ja kokeita pidettiin *joskus*, *harvoin* tai *ei koskaan* (599). Viimeksi mainittu viitannee siihen, että näiden oppilaiden osaaminen tiedetään korkeaksi ilman testejäkin. Jos asioiden selkeiksi tuleminen jätetään ilmeisenä muuttujana pois analyysistä, merkitsevimmäksi erottelijaksi osoittautuu se, että kukin *oppilas ratkaisee itselleen sopivan vaikeita tehtäviä* (551). Korkeampia tuloksia saadaan, jos näin tehdään *aina* tai *lähes aina* (4–5); osaamisen taso on 557 pistettä ja vielä hieman korkeampia mikäli *tehdään testejä ja kokeita* vain *joskus* tai tätä *harvemmin* (1–3; 570).

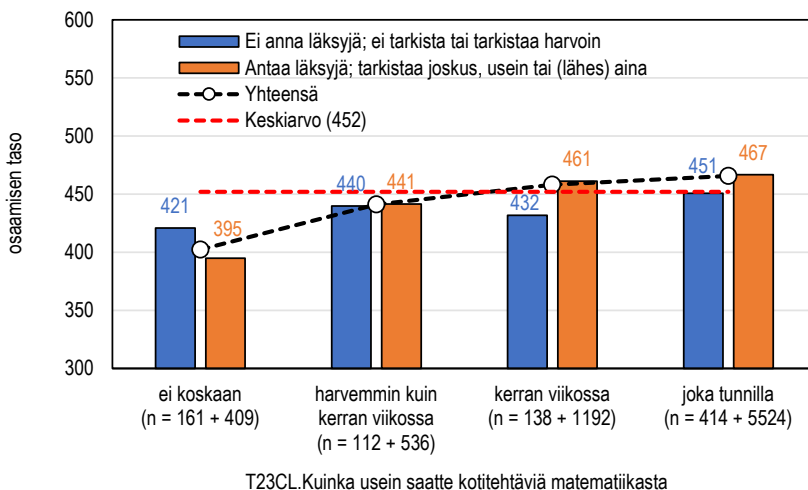
Tarkastellaan asiaa myös regressioanalyysin avulla. Kaikkiaan 19 muuttujasta 13:lla on omaa vaikutusta osaamiseen selittämisessä (Taulukko 18; ks. Liite 1). Muuttujat selittävät osaamisen vaihtelusta 26 prosenttia. Positiivisina selittäjinä ovat jo edellä esiin tulleet muuttujat *opiskelvat asiat tulevat minulle selviksi*, se, että *kukin ratkaisee itselleen sopivan vaikeita tehtäviä* sekä se, että *oppilaat neuvovat ja auttavat toisiaan*, *oppilaat tekevät kotiläksynsä sovitulla tavalla* ja se, että *yhteistä opetusta on opettajan johdolla*. Näille tyypillistä on siis se, että mitä parempaa osaaminen on, sitä useampia näistä pedagogisista lähestymistavoista on ollut oppilaan kertomana käytössä. Vastaavasti selkeimpinä negatiivisia selittäjiä ovat usein tapahtuva *päässälaskujen harjoittelu*, *oppiminen mittaamalla, rakentelemalla tai muulla tavoin tekemällä*, ja *omien tavoitteiden asettaminen ja edistymisen arvioiminen*. Näiden osalta tyypillistä siis on, että mitä heikompia tulokset ovat, sitä useammin tai intensiivisemmin näitä on käytetty. Asetelman vuoksi emme tiedä, onko menettelyt valittu juuri sen vuoksi, että niillä on huomattu saatavan parempia tuloksia aikaan juuri heikomilla oppilailla vai onko osaaminen jäänyt heikommaksi näitä menettelyjä käyttäen.

Kotitehtävien antaminen ja tarkastaminen ovat yhteydessä korkeampaan osaamisen tasoon

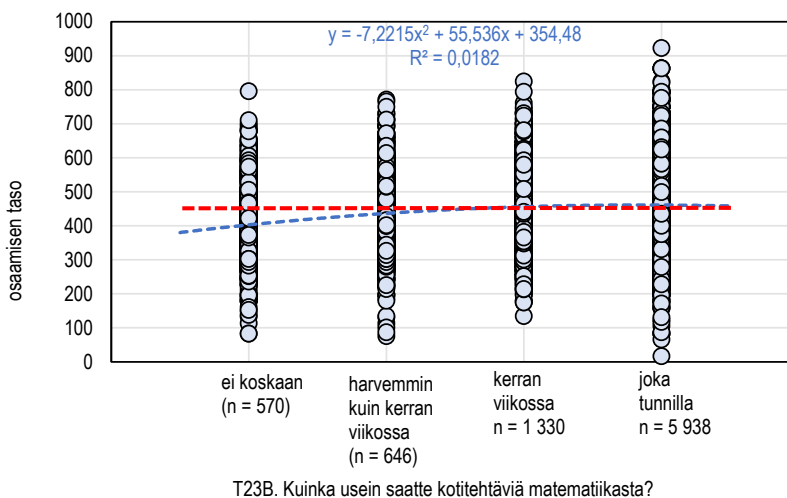
Eräs opettajan pedagogisiin ratkaisuihin linkittyvä tekijä on se, saako oppilas läksyjä ja tarkastetaanko ne. Aineistossa asiaan on kaksi näkökulmaa. Yhtäältä opettajalta on kysytty, tarkistaako hän ovatko oppilaat tehneet heille annetut kotiläksyt. Asteikkona oli *en anna kotiläksyjä* (1), *en (tarkista) koskaan* (2), *(tarkistan) harvoin* (3), *joskus* (4), *usein* (5) tai *aina tai lähes aina* (6). Toisaalta oppilaalta kysyttiin, kuinka usein saatte kotitehtäviä matematiikassa asteikolla *ei koskaan* (1), *harvemmin kuin kerran viikossa* (2), *kerran viikossa* (3) ja *joka tunnilla* (4). Opettajan ja oppilaiden vastaukset eivät täysin vastaa toisiaan. Esimerkiksi vaikka opettaja ilmoittikin, että hän ei ”koskaan” anna kotitehtäviä tai ei ainakaan tarkasta niiden tekemistä, näiden opettajien oppilaista 33 prosenttia ($n = 369$) oli kuitenkin kokenut, että opettaja tarkisti kotitehtävät *jokaisella tunnilla*. Vastaavasti, jos opettaja kertoi tarkistavansa kotitehtävät aina tai lähes aina, näiden opettajien oppilaista 81 prosenttia ($n = 3\,469$) ilmaisi, että opettaja tarkisti kotitehtävät jokaisella tunnilla. Tulokset ovat siis tarkempia niiden oppilaiden ryhmissä, joissa opettaja antoi ja tarkisti läksyjä säännöllisesti.

Koska opettajatieto on oppilasaineistossa joissain tapauksissa useamman opettajan keskiarvotieto, karkeistetaan sitä kahteen ryhmään: toiseen ryhmään kuuluvat ne oppilaat, joiden opettajat eivät kertomansa mukaan anna läksyjä *lainkaan* tai eivät ainakaan tarkasta annettuja läksyjä tai jos tarkastavat, sitä tapahtuu *harvoin* ($n = 969$). Toiseen ryhmään kuuluvat ne oppilaat, joiden opettajat antavat kertomansa mukaan kotitehtäviä ja tarkastavat niitä säännöllisesti vähintään *joskus* (joskus, usein, aina tai lähes aina; $n = 8\,897$). Näiden oppilasryhmien välinen osaamisen ero on 23 pistettä, mikä on merkitsevä³⁷, muttei merkittävän suuri ($f = 0,06$; deflaatiokorjattuna $f_{DC} = 0,11$). Jos pidetään oppilaiden keskimääräistä käsitystä läksyjen antamisesta ja tarkistamisesta oikeana tai oikean suuntaisena, ero näyttäytyy suurempana: ero ääriryhmien välillä on 63 pistettä (Kuviot 39 ja 40). Jos opettaja ei ”koskaan” tarkistanut kotitehtäviä, on osaamisen keskiarvo 402 pistettä eli selvästi keskitasoa matalampi ja jos ne tarkastetaan ”aina”, on keskiarvo 466 pistettä eli hieman keskitasoa korkeampi. Ero on suuntaa antavasti merkittävä ($f = 0,14$; deflaatiokorjattuna $f_{DC} = 0,18$).

³⁷ Kaksisuuntaisessa mallissa oppilastieto on merkitsevä selittäjä ($p < 0,001$) mutta opettajatieto ei sitä ole ($p = 0,274$). Yksisuuntaisissa malleissa molemmat tekijät ovat merkitseviä selittäjiä.

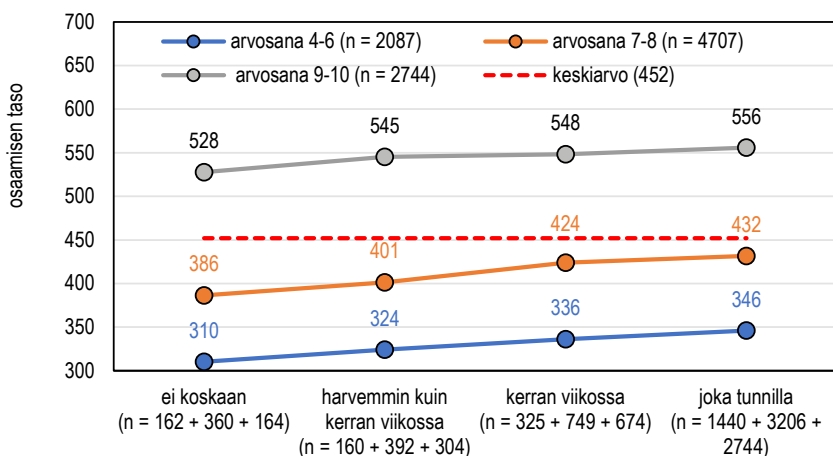


KUVIO 39. Läksyjen antaminen, tarkastaminen ja osaamisen taso



KUVIO 40. Läksyjen tarkastaminen ja osaamisen jakauma

Kotitehtävien antamisella näyttää olevan pieni yhteys osaamiseen kaikissa osaamisryhmissä päätellen siitä, että sama ilmiö näkyy kaikissa arvosanaryhmissä (Kuvio 41). Jos kotitehtäviä ei koskaan tarkasteta (tai niitä ei anneta), jää osaaminen heikommin suoriutuneiden oppilaiden ryhmässä 36 pistettä heikommaksi kuin ryhmässä, jossa tehtäviä tarkastetaan joka tunnilla. Keskiosajien ryhmässä on ero ääriyhmien välillä 45 pistettä ja parhaiden osajien ryhmässä 28 pistettä.



T23B. Kuinka usein saatte kotitehtäviä matematiikasta?

KUVIO 41. Läksyjen tarkastaminen, arvosana ja osaamisen taso

3.5.3 Luokan ilmapiiriin liittyvistä tekijöistä turvallisuus selittää osaamista selkeimmin

Edellä oppilastekijöiden ja siellä kouluviihtyvyyden yhteydessä käsiteltiin luokan ilmapiiriin liittyvistä tekijöistä laskettua kokonaissummaa. Ilmapiiriä kartoitettiin kuudella adjektiivilla (*turvallinen, kannustava, stressaava, levollinen, toiminnallinen ja leppoisa*). Näihin kytkettiin konkreettinen esimerkkikuvaus siitä, mitä asia voisi tarkoittaa käytännössä. Turvallinen ilmapiiri sai esimerkikseen se, että *oppilaat ymmärtävät, että virheet ovat sallittuja*. Kannustava ilmapiiri konkretisoitiin siten, että *oppilaiden vahvuuksia tuetaan virheisiin reagoimisen sijaan*. Stressaavuutta kuvasti se, että *uuden oppimiselle ei ole aikaa*. Levollisuudelle annettiin esimerkiksi se, että *oikeiden ratkaisujen etsimiselle on aikaa*. Toiminnallisuuden esimerkki oli, että *oppilaat ilmaisevat tekemisen iloa*. Leppoisuuden esimerkkinä oli, että *oppilaat nauravat tunnilla spontaanisti*. Asteikkona oli *ei koskaan (1), harvoin (2), joskus (3), usein (4) ja lähes aina (5)*.

Subjektivisten tuntemusten mittaaminen on ongelmallista, koska näennäisesti sama ”objektiivinen” tilanne tai asia voidaan kokea hyvin eri tavoin. Kun edellä havaittiin, että opettajan pedagogisten ratkaisujen suhteen opettajat ja oppilaat saattoivat nähdä asioita hyvin eri tavoilla, luokan ilmapiirin osalta tulkinnalliset haasteet voivat olla vieläkin suurempia, sillä ilmapiiri voi myös vaihdella oppitunneittain tai hetkittäin. Tämä piirre havainnollistuu tässä arvioinnissa sikäli, että vain hyvin harvassa luokassa (4 %) olivat oppilaat täysin yksimielisiä opetusryhmänsä ilmapiirin sävystä, kun taas selvästi yleisempää oli se, että oppilaiden vastaukset hajosivat yli kaikkien vastausmahdollisuuksien (28 % luokista). Tällöin oppilaiden tyypillisin valinta ja keskiarvokin kuvannee riittävällä tarkkuudella ilmapiiriä yleisesti. Tulkinnallisessa mielessä tuloksen voi ajatella ilmentävän enemmän oppilaiden subjektiivista kuin objektiivista arviota opetusryhmänsä ilmapiiristä.

Luokan ilmapiiriin liittyvistä tekijöistä turvallisuus ja stressittömyys ovat yhteydessä korkeampaan osaamisen tasoon

Edellä havaittiin, että positiivinen luokkailmapiiri kokonaisuutena selitti osaamisesta noin kolme prosenttia. Tässä yhteydessä käsitellään ilmapiirimittariin liittyviä yksittäisiä muuttujia ja niiden

yhteyttä osaamiseen. Tarkastellaan muuttujia eri arvosanaryhmissä; on mahdollista, että tietyn tyyppiset ilmapiiritekijät saattavat olla tyypillisempiä heikoimmin suoriutuvien kuin parhaimmin suoriutuvien oppilaiden ryhmissä.

DTA:n perusteella havaitaan, että heikoimmin suoriutuneiden oppilaiden ryhmässä (arvosanat 4–6; osaaminen 336 pistettä) merkitsevin selittäjä on *turvallisuus*: jos oppilaat ovat vähintään *joskus* (joskus, usein tai lähes aina) ymmärtäneet, että virheet ovat sallittuja, on osaaminen hieman korkeammalla tasolla (343) ja, mikäli ilmapiiri on ollut *toiminnallinen* korkeintaan *usein* (1–4), on osaaminen lähes samantasoista (344). Toiminnallisuuden negatiivinen ”vaikutus” voi viitata siihen, että tämän kaltaista leppoisaa ilmapiiriä halutaan ylläpitää aina niissä ryhmissä, joissa on heikompia oppilaita, koska on havaittu, että ne toimivat paremmin kuin teoreettisemmat lähestymistavat.

Myös keskiosajien ryhmässä (arvosanat 7–8; 423) merkitsevin ilmapiiriin liittyvä erottelija on *turvallisuus*. Jos oppilailla on vain *harvoin* tai *ei koskaan* tunne, että *virheet ovat sallittuja*, osaaminen jää selvästi heikommaksi (394) kuin jos tällainen tuntemus syntyy *usein* tai *lähes aina* (429). Jälkimmäisissä ryhmissä tätä parempia keskituloksia on syntynyt (437), mikäli *ilmapiiri on ollut stressaava* vain *harvoin* tai *ei koskaan* eli kun uuden oppimiselle on annettu aikaa.

Parhaiden osaajien ryhmässä (551) ilmapiirin *stressaavuus* tai sen puute erottelee ryhmiä toisistaan selkeimmin. Jos uuden oppimiselle on löytynyt aikaa useammin (stressaavaa *ei koskaan* tai vain *harvoin*), osaaminen on korkeammalla tasolla (565) kuin jos aika ei ole löytynyt (stressaavaa *joskus, usein tai lähes aina*; 540). Jos stressittömyyden lisäksi ilmapiiri on *levollinen* vähintään *joskus*, eli oikeiden ratkaisujen etsimiselle on annettu aikaa, on osaaminen vielä hieman tätä korkeammalla tasolla (569). Näidenkin muuttujien suhteen on haasteellista tietää, onko osaaminen parempaa, koska luokassa on levollinen tunnelma vai voidaanko oikeiden ratkaisujen etsimiselle antaa useammin aikaa, koska oppilaat ovat niin hyviä kuin ovat.

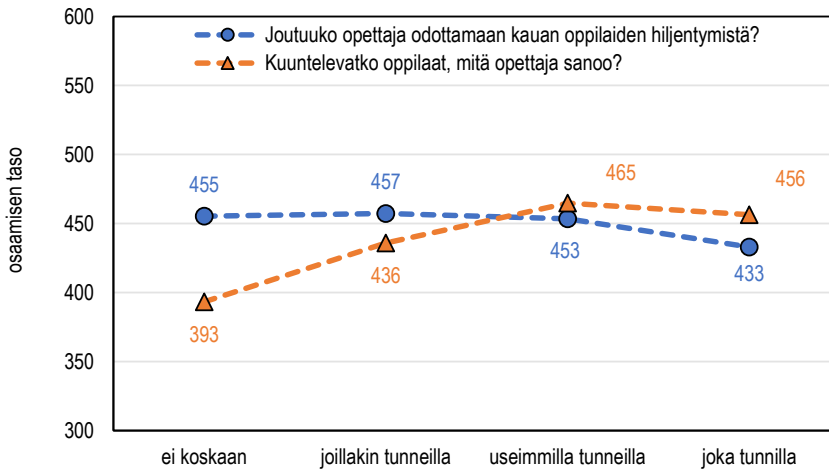
Jokaisella luokan ilmapiiriä selittävällä kuudella tekijällä oli lineaarisen regressioanalyysin perusteella itsenäistä vaikutusta, joskin selkeimmäksi yksittäiseksi selittäjäksi osoittautuu stressaavuus; tämä oli tyypillinen erotteleva tekijä parhaimmin suoriutuneiden oppilaiden ryhmässä. Yksin se selitti osaamisesta noin 3,5 prosenttia, kun kokonaismallin selitysaste noin 7 prosenttia (Taulukko 19; ks. Liite 1). Kyseessä on siis merkittävästi osaamista selittävä muuttujajoukko ($R = 0,27$; $f = 0,28$).³⁸ Positiivisia ilmapiirin kuvauksina ovat *levollisuus*, *kannustavuus*, *leppoisuus*, *turvallisuus* ja *stressittömyys*: nämä mainitaan tyypillisemmin paremmin suoriutuneiden oppilaiden ryhmissä. Sen sijaan heikommin suoriutuneiden oppilaiden ryhmässä yleisimpinä piirteinä ilmenevät *stressittömyys* ja *toiminnallisuus*. Tämä kertonee siitä, että koulussa on pedagogisin toimintatavoin pyritty tukemaan niitä oppilaita, joilla on haasteita matematiikassa. Esimerkiksi *toiminnallisuus* korreloi voimakkaasti sen kanssa, että oppitunneilla *opitaan mittaamalla, rakentamalla tai muulla tavoin tekemällä* ($R = 0,35$; $f = 1,53$); ja näitä molempia havaitaan erityisesti heikoimmin suoriutuneiden ryhmissä. Tämänkään suhteen asetelma ei salli syyn ja seurauksen tulkintaa.

Luokan levottomuus selittää osaamista vain vähän

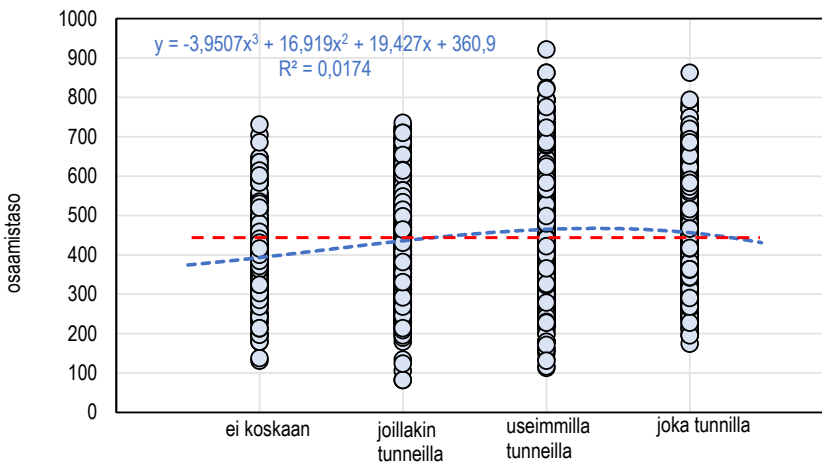
Luokan yleisen ilmapiiriin lisäksi on oppilailta kysytty, miten levottomaksi he kokevat sen tarjoaman opiskeluympäristön. Tätä kartoitettiin kahdella kysymyksellä: *joutuuko opettaja odottamaan kauan oppilaiden rauhoittumista ennen opetuksen alkamista ja kuuntelevatko oppilaat opettajaa*. Näitä

³⁸ *R*-efektikokojen yhteys Cohenin *d*-efektikokoon on helppo laskea suorilla kaavoilla. Nyt hyödynnettiin sitä tietoa, että kun muuttujien asteikoissa ei ole paljon eroa, $R \approx \eta$ joskin aina $R < \eta$ (ks. esimerkiksi Metsämuuronen, 2022d, 2022e). Näin ollen Cohenin *f* voidaan melko tarkasti laskea sijoittamalla kaavaan etan sijaan *R*, mutta efektikoko on hieman korkeampi kuin tässä kuvataan.

kysyttiin asteikolla *ei koskaan* (1), *joillakin tunneilla* (2), *useimmilla tunneilla* (3) ja *joka tunnilla* (4). Muuttujista se, kuuntelevatko oppilaat opettajaa, selittää osaamista selvemmin ($\eta^2 = 0,02; f = 0,14$) kuin se, joutuuko opettaja odottamaan kauan oppilaiden hiljenemistä ($\eta^2 = 0,002; f = 0,04$), joskin selitysosuudet jäävät yksittäisinä tekijöinä mataliksi, korkeintaan 2 prosentin tasolle. Jos oppilaat eivät ”*koskaan*” kuuntele opettajaa tai kuuntelevat vain ”*joillain tunneilla*”, jää keskiosaaminen keskitasoa alemmalle tasolle (393 ja 436 pistettä) (Kuvio 42). Yhteys on käyräviivaista (Kuvio 43).



KUVIO 42. Luokan epäjärjestys ja osaaminen



T27B. Kuuntelevatko oppilaat matematiikan tunneilla, mitä opettaja sanoo?

KUVIO 43. Luokan epäjärjestys ja osaamisen jakauma

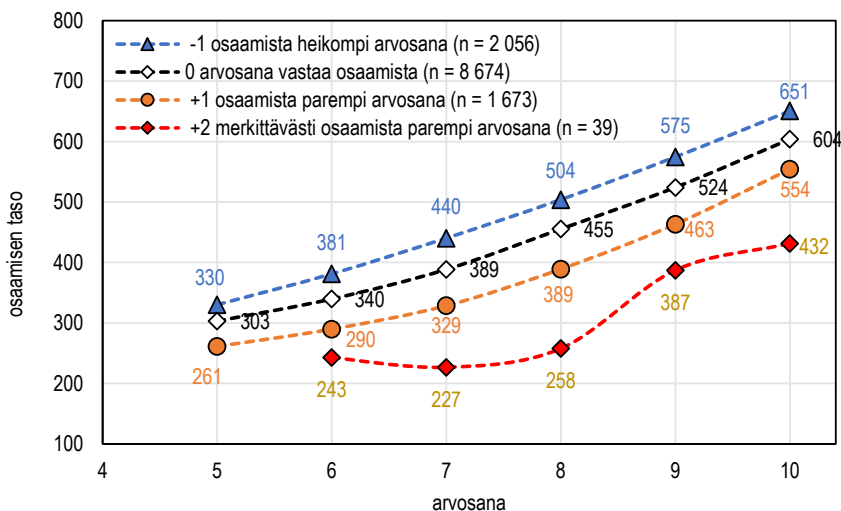
Tulkinnan kannalta on ongelmallista, että oppilaista kuitenkin vain pieni osa ($n = 166$) ilmaisi, ettei opettajaa ”*koskaan*” kuunnella. Samoin kuin edellä, näidenkin muuttujien suhteen haasteena on oppilaiden erimielisyys faktiseen todellisuuteen nähden. Vain viidessä prosentissa luokista

kaikki oppilaat olivat identtisesti samaa mieltä siitä, kuuntelevatko oppilaat opettajaa *joka tunnilla, useimmilla tunneilla, joillakin tunneilla* vai *ei koskaan* ja 18 prosenttia oli sellaisia luokkia, joissa oppilaat olivat valinneet kaikkia vaihtoehtoja. Subjektiiivisesti koettujen asioiden käyttöön ja tulkintaan liittyy aina ongelmia. Vaikka ne ovat hyvin tilannekohtaisia ja vaihtelevia, antanevat ne kuitenkin karkean kuvan tilanteesta.

3.5.4 Opettajan arvosanalinjat näkyvät aineistossa selvästi, mikä ei yhdenvertaisuuden kannalta ole optimaalista

POPS:ssa kuvatun normin mukaan oppilasarviointi kohdistuu ”oppimiseen, osaamiseen, työs-kentelyyn ja käyttäytymiseen” (OPH, 2020, s. 2). Erityisesti päättöarvioinnin osalta POPS kytkee arvosanan suoraan osaamiseen: ”Päättöarvioinnissa annettava numeroarvosana tai sanallinen arvio kuvaa oppilaan *osaamisen tasoa* suhteessa kunkin oppiaineen oppimäärän tavoitteisiin ja päät-töarvioinnin kriteereihin” (OPH, 2020, s. 9; kursivi lisätty). Opettajat antavat oppilasarvosanan perustuen laajaan määrään koottua tietoa oppilaan osaamisesta ja sen kehittymisestä. Haaste oppi-lasarviointiin tulee siitä, että arvioinnin kohteita eli kriteereitä on useita ja heikompi suoritus eli matalampi standarditaso jollain sisältöalueella tai jossain tavoitteessa voidaan kompensoida toisen alueen tai tavoitteen onnistumisella. Eri opettajien arvosanojen soveltamiskäytänteet poikkeavat toisistaan, mikä näkyy testisuoritukseltaan samantasoisten oppilaiden arvosanavaihtelussa niin koulun sisäisissä kuin myös koulujen välisissä tarkasteluissa. Tässä yhteydessä kuvataan, millaisia eroja yksittäisten opettajien arvosanalinjojen välillä ilmenee. Luvussa 3.6 kuvataan koko *koulun* arvosanalinjan yhteyttä osaamiseen. Arvosanalinjan laskeminen on kuvattu liitteessä 2. Arvio perustuu opettajien omille oppilaille antamien arvosanojen ja rekisteritietona saadun arvosanaja-kauman vertaamiseen. Arvosanajakauman perusteella tiedetään kunkin arvosanan suhteellinen osuus ja näiden suhteellisten osuuksien perusteella on laskettu kansallisesti edustavalla, laajalla aineistolla, mikä osaamisen taso on keskimäärin tarvittu kunkin arvosanan saamiseksi.

Valtaosalla opettajista (63 %) arvosanalinja oli pitkälti sopusoinnussa osaamisen kautta arvioidun arvosanan kanssa. Osaamiseen nähden systemaattisesti matalampia arvosanoja antaneita, ”tiuk-koja” opettajia oli 18 % ja osaamiseen nähden systemaattisesti korkeampia arvosanoja antaneita, ”kannustavia” opettajia 18 %. Jatko-opiskelujen kannalta haasteellista on, että arvosanalinjaltaan tiukemmat opettajat edellyttivät oppilailtaan arvosanaluokissa 6–10 69–115 pistettä enemmän osaamista kuin linjaltaan ”kannustavat” opettajat, mikä vastaa noin kahden arvosanan eroa; samalla osaamisella, jolla ”kannustava” opettaja antoi keskimäärin arvosanan 9, antoi tiukempi opettaja keskimäärin arvosanan 7 kun osaamista vastaava arvosana olisi ehkä ollut 8 (Kuvio 44). Pienelle osalle oppilaista ($n = 39$; opettajista vajaa 2 %) opettaja oli antanut osaamiseen nähden *selvästi* parempia arvosanoja. Nämä olivat tyypillisesti pienryhmissä ja joustavassa perusopetuk- sessa opiskelevia oppilaita.



KUVIO 44. Opettajan arvosanalinja ja osaaminen

3.5.5 Opettajatekijät kokonaisuutena selittävät osaamisen eroista kolmasosan

Kuten edellä oppilas- ja kotitekiäjien yhteydessä, tässäkin rakennetaan edellä kuvatuista opettajatekijöistä kokonaisuusmalli, jota arvioidaan suhteessa Hattien kansainvälisen aineiston tuottamiin havaintoihin. Hattien (2003) aineistossa opettajan toimien vaikutus on ollut noin 30 prosentin luokkaa. Edellä huomattiin, että kansallisessa aineistossa luokan tai opettajan efekti on noin 12 prosenttia, mutta että osa opetusryhmään ja pedagogisiin ratkaisuihin liittyvistä tekijöistä näyttää selittävän osaamisen eroja huomattavasti tätä voimakkaammin. Aineisto, jossa on puuttuvaa tietoa, on mallinrakentamisessa ongelmallinen. Mitä enemmän malliin sisällytetään muuttujia, sitä enemmän aineistossa on myös puuttuvia havaintoja, jotka osaltaan heikentävät selitysosuutta. Tässä esitetty malli perustuu 10 766 oppilaan vastauksiin (86 %).

Kaikkiaan 30:sta opetukseen liittyvästä opettajatekijästä 19:llä on omaa vaikutusta osaamisen vaihtelun selittämisessä (Taulukko 20; ks. Liite 1). Mallissa olevat opettajatekijät selittävät osaamisen vaihtelusta noin 30 prosenttia, joka on suuruudeltaan vastaa hyvin Hattien (2003) havaintoja. Keskeiset positiiviset selittäjät ovat opiskeltavien asioiden selviksi tuleminen, suurempi ryhmäkoko, sopivan vaikeiden tehtävien tekeminen ja kotitehtävien antaminen ja niiden säännöllinen tarkastaminen. Vastaavasti heikompaan osaamiseen olivat yhteydessä päässälaskujen intensiivinen harjoittelu, toiminnalliset työskentelytavat, oppikirjan yksinomainen käyttö ja testien runsas käyttö. Poikkileikkausasetelman vuoksi ei voida sanoa, että yksikään näistä tekijöistä olisi *syynä* heikolle tai paremmalle suoritukselle, koska on hyvin mahdollista, että juuri nämä työskentelytavat ovat valikoituneet käyttöön oppilaiden osaamisen tason vuoksi.

Jos malliin sisällytetään yhtä aikaa oppilastekijöiden, kotitekiäjien ja opettajatekijöiden ennustemuuttujat, kokonaisuudessaan voimakkain selittäjä on oppilastekijät ($R^2 = 0,50$), johon opettajatekijöiden tuoma lisäys on 2,3 % ja kotitekiäjien 1 %. Kokonaisuutena siis 53,3 prosenttia osaamisen vaihtelusta tulee selitettyä oppilas-, opettaja- ja kotitekiäjillä ($R^2 = 0,53$).

3.6 Kouluun liittyvät tekijät osaamisen selittäjinä

- Koulun selitysosuus osaamisen vaihtelusta on pieni, 7,7 %, mutta päättövaiheen arviointien perusteella kasvujohteinen.
- Luokan selitysosuus on sitä voimakkaampi, mitä enemmän koulussa on painotetun opetuksen luokkia.
- Koulun akateeminen eetos selittää osaamisen vaihtelua, mutta vain vähän.
- Osaamisen vaihtelua eivät selitä opetusryhmän muoto tai tilaratkaisut, tietotekniikkaan liittyvät resurssit eivätkä koulutuksen järjestämiseen liittyvät haasteet tai niiden moninaisuus.
- Koulujen arvosanakulttuurit vaihtelevat selvästi. Tällä on ilmeinen yhdenvertaisuutta heikentävä vaikutus toisen asteen opintoihin haettaessa.
- Kouluun liittyvien muuttujien kokonaismalli selittää osaamisen vaihtelusta vain vähän.

Hyvin harvassa oppimistulosarvioinnissa koulun tai järjestäjätason tiedot ovat selittäneet osaamisen vaihtelua. Tämä seuraa siitä, että kaikissa kouluissa on sekä heikosti että hyvin suoriutuneita oppilaita ja koulujen keskimääräiset erot ovat jääneet pieniksi. Tyypillisesti koulujen keskiarvoja kuvaavassa havainnollistuksissa (ks. esimerkiksi Metsämuuronen & Nousiainen, 2021, Kuvio 27) vain äärikoulut poikkeavat muista kouluista ja muiden koulujen keskiarvot eivät poikkeakaan tilastollisesti merkittävästi, mitä voidaan pitää hyvänä asiana.

Koulu- ja opetusryhmäkohtaista erityistietoa saatiin rehtoreilta. Kaikkiaan tietoa saatiin vain 81 koulusta 165:stä eli hieman yli puolet otoksen rehtoreista ei vastannut kyselyyn pyynnöistä huolimatta. Näistä kouluista tulleet oppilaat ($n = 6\,081$) eivät kuitenkin suoritukseltaan juuri poikenneet niistä oppilaista, joiden rehtoreilta ei vastauksia saatu. Vertailtaessa vastanneita ja vastaamattomia rehtoreita aluetekijöiden suhteen, havaitaan että suurempi osa vastaajista edusti kaupunkimaisten alueiden kouluja (63 % vs. 56 %), taajamamaiset koulut ovat aliedustettuina (14 % vs. 23 %) ja AVI-alueiden kouluista korostuu Lounais-Suomi (15 % vs. 11 %). Koulukoon suhteen ei vastaajaryhmien välillä ollut eroa (keskikoot $n = 84$ vs. $n = 87$). Tietyn varauksin saatu aineisto heijastaa riittävällä tarkkuudella koko aineistoa.

Rehtoreilta kysyttiin mm. opetuksen järjestämiseen, ilmapiiriin tai eetokseen ja resursseihin liittyviä seikkoja. Koska kyseessä oli ensimmäinen kerta, kun 9. luokan tehtäväsarjoissa oli käytössä ohjelmointiin liittyviä tehtäviä, rehtoreilta kysyttiin myös erityisesti tietokoneisiin ja vastaaviin laitteisiin liittyvistä resursseista. Käsittely aloitetaan kuitenkin koulun ja luokan efektin tarkastelulla.

3.6.1 Luokan selitysosuus on suurempi kuin koulun selitysosuus

Koulun selitysosuus osaamisen vaihtelusta on pieni mutta kasvujohteinen

Osaamisen vaihtelu voidaan jakaa kahteen komponenttiin: koulujen väliseen vaihteluun ja oppilaiden väliseen vaihteluun. Koulun selitysosuus lasketaan sisäkorrelaationa koulujen vaihteluna kaikesta vaihtelusta. Korkea koulun selitysosuus viittaa siihen, että koulujen välillä on selkeitä eroja keskiosaamisessa. Perinteisesti kansallisissa arvioinneissa koulun selitysosuus on ollut 6–8 prosentin luokkaa, mikä on selvästi vähemmän kuin OECD-maissa keskimäärin, mikä on 20

prosentin luokkaa Suomen kaltaisilla mailla, jossa oppilaita ei valita varhaisessa vaiheessa erilaisille koulutusurille (ks. Freeman & Viarengo, 2014).

Aiemmasta tiedetään, että koulun selitysosuus aineistossa on 7,7 prosenttia (Metsämuuronen & Nousiainen, 2021). Kun tarkastellaan vain kouluja, joissa on vähintään 15 oppilasta, selitysosuus on 7,6 prosenttia. Eri vuosina tehtyjen arviointien perusteella selitysosuuksilla on ollut taipumusta olla nousujohteisella uralla (ks. Metsämuuronen & Nousiainen, 2021). Tämä viittaa siihen, että koulujen väliset erot ovat vaivihkaa laajentumassa. Aineistojen perusteella tiedetään myös, että metropolialueella ja erityisesti Helsingissä ja Vantaalla koulun selitysosuus näyttää kasvaneen moninkertaiseksi vuosien 2012 ja 2021 välillä (vuonna 2012 Helsinki: 4,8 %; Vantaa: 1,6 % ja vuonna 2021 Helsinki: 15,1 %; Vantaa: 11,9 %). Osittain tämä saattaa selittyä suurissa kunnissa koulujen valikoitumisella otokseen.³⁹

Koulun selitysosuus on hieman korkeampi ruotsinkielisissä (8,3 %) kuin suomenkielisissä kouluissa (7,6 %). Tämän suhteen tilanne on parantunut vuoden 2012 aineistoon nähden, jossa ruotsinkielisten koulujen selitysosuus oli 13,4 prosenttia. Taajamamaississa kunnissa selitysosuus on matalampi (4,8 %) kuin muissa kuntaryhmissä (8,2 kaupungeissa ja 8,4 maaseutumaisissa kunnissa). Tämän suhteen tilanne on hieman parantunut vuoden 2012 aineistoon nähden taajamamaississa kunnissa (2012: 7,5 %; 2021: 4,8 %) ja hieman heikentynyt maaseutumaisissa kunnissa (2012: 6,9 %; 2021: 8,4 %). Itä-Suomen AVI-alueella koulun selitysosuus matalampi (2,1 %) kuin muilla AVI-alueilla. Pohjois-Suomen AVI-alueella selitysosuus on suurin (9,6 %). Vuoden 2012 aineistossa ei AVI-alueita ollut, mutta sen aikaiset läänit edustavat osittain samoja maantieteellisiä alueita. Näyttää siltä, että Etelä-Suomen alueella koulun selitysosuus on pienentynyt hieman (2012: 10,8 %; 2021: 7,9 %) ja muilla alueilla tilanne on pysynyt saman suuntaisena viimeisten kymmenen vuoden aikana.

Luokan selitysosuus on voimakkaampi, jos koulussa on useita painotetun opetuksen luokkia

Eräs ryhmä koulutekijöitä, joilla näyttää olevan vaikutusta osaamisen tason selittäjänä, ja joka usein lienee pikemminkin koulutuksen järjestäjäkohtainen valinta, on opetuksen järjestämiseen ja painotettuun opetukseen liittyvät valinnat. Edellä huomattiin, että opetusryhmän selitysosuus on korkeampi (12,5 %) kuin koulun selitysosuus (7,7 %). Tämä viittaa siihen, että oppilaat opetusryhmien sisällä ovat enemmän toistensa kaltaisia kuin saman koulun oppilaat yleisesti. Osittain tämä on ilmeistäkin ja ymmärrettävää esimerkiksi siitä syystä, että pienryhmään ja joustavan perusopetuksen ryhmiin kootaan yleensä heikosti suoriutuvia oppilaita. Jos koulun oppilaista yksikin oli painotetun opetuksen ryhmässä ($n = 4\,943$), luokan selitysosuus on 13 prosenttia. Näissä kouluissa vastaava koulun selitysosuus oli 7 prosenttia. Vastaavasti kouluissa, joissa yksikään oppilas painotetussa opetuksessa eikä JOPO- tai erityisluokalla ($n = 1\,559$), luokan selitysosuus oli 10 prosenttia.⁴⁰ Näissä kouluissa koulun selitysosuus oli 8 prosenttia. Luokan ja koulun selitysosuuteen vaikuttaa siis se, onko osa oppilaita siirretty pienryhmäopetukseen.

Luokan selitysosuus on hieman korkeampi ruotsinkielisissä (13,6 %) kuin suomenkielisissä kouluissa (12,4 %). Kuntaryhmistä selitysosuus on pienintä maaseutumaisissa kunnissa (7,1 %) ja suurinta kaupunkimaisissa kunnissa (13,9) ja taajamamaississa kunnissa olevat koulut jäävät

³⁹ Kaikkiaan koulujen valikoitumisella otokseen on suuri vaikutus selitysosuuteen isoissa kaupungeissa. Jos kaikki otokseen tulleet koulut sattuvat olemaan keskiosaamiseltaan hyvin toistensa kaltaisia, selitysosuudesta tulee pieni. Vastaavasti selitysosuudesta voi olla suurikin, jos yhtä monta mutta keskiarvoiltaan hyvin poikkeavaa koulua tulisi valittua otokseen. Helsingistä, Espoosta ja Vantaalta valittiin kustakin kaupungista 10–11 prosenttia kouluista satunnaisesti otokseen.

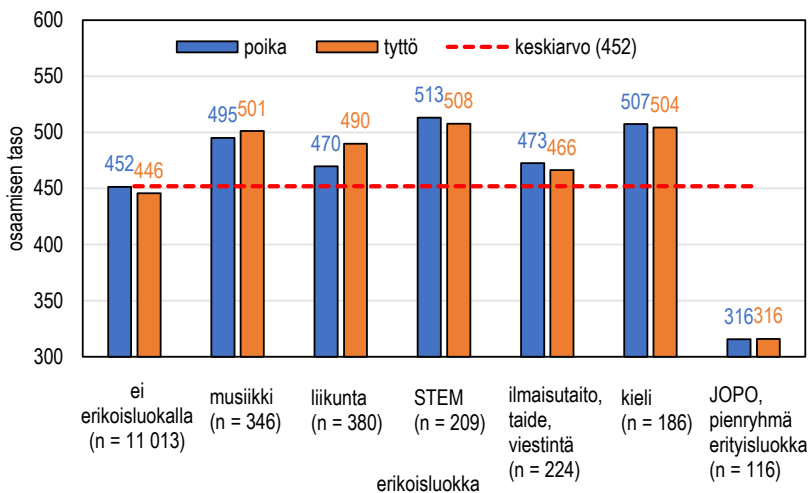
⁴⁰ Huomattakoon, että koulun selitysosuutta laskettaessa oppilaita on enemmän, koska myös ne oppilaat tulevat laskettua mukaan, jotka tulevat pienemmistä oppilasryhmistä (mikäli muitakin oppilaita koulussa on) ja joilta tarkkaa luokkatietoa ei ollut saatavissa.

näiden väliin (8,9 %). Itä-Suomen ja Lounais-Suomen AVI-alueilla luokan selitysosuus matalampi (4,7 % ja 6,8 %) kuin muilla AVI-alueilla (12,1–17,0 %). Lapin AVI-alueella selitysosuus poikkeaa selvästi muista (31,9 %), mutta Lapista tulleissa harvoissa kouluissa oli muutoinkin muista poikkeava osaamisen profiili siinä mielessä, että keskiosaaminen oli selvästi matalampaa kuin muualla Suomessa.

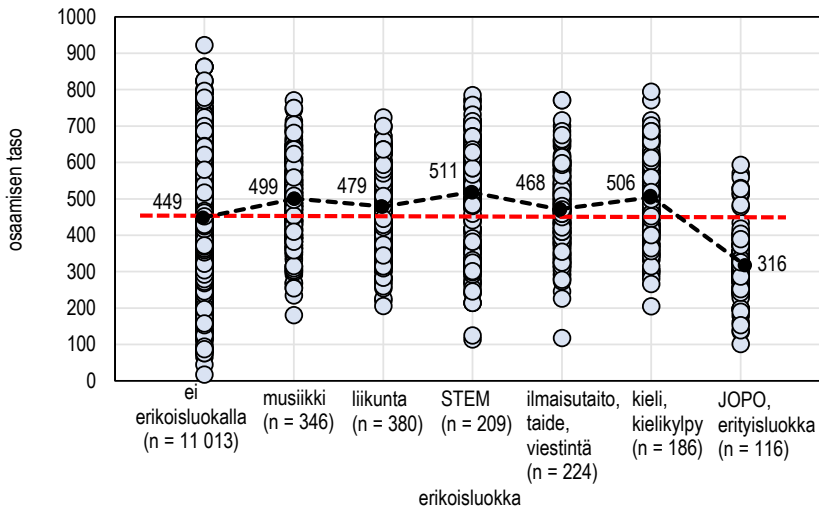
Mitä useampia painotetun opetuksen luokkia on koulussa, sitä suurempi luokan selitysosuus

Eräs potentiaalisesti mielenkiintoinen luokan efektiin liittyvä havainto on, että mitä enemmän koulussa on erilaisia painotetun opetuksen ryhmiä (tuonnempana ”erikoisluokkia”), sitä suurempi on luokan selitysosuus. Aineistossa erikoisluokat jaettiin kuuteen ryhmään: (1) JOPO-, erityis- tai pienryhmä, (2) musiikkiryhmä (3) liikuntaryhmä, (4) ilmaisutaito-, taide- tai viestintäryhmä, (5) kieliryhmä ja (6) STEM-, matematiikka- luonnontiede-, teknologia- tai yrittäjyysryhmä. Näistä tietenkin viimeinen on matematiikan kannalta kiinnostavin. Jos koulussa ei ollut yhtäkään oppilasta, joka olisi ilmaissut olevansa erikoisluokalla, luokan selityssaste on 11,4 prosenttia. Jos koulussa oli enintään yksi erikoisluokka mukaan lukien pienryhmät, ryhmästä riippumatta, luokan selitysosuus osaamisesta oli 6,9 %. Jos erikoisluokkia oli 2–5, selitysosuus kasvaa 13,2 prosentista (kaksi tai kolme ryhmää) 14,3 prosenttiin (neljä ryhmää) ja edelleen 15,6 prosenttiin (5 ryhmää). Vaikutuksen kasvu selittyy sillä, että mitä useampia erikoisluokkia koulussa on, sitä useampi oppilas saa painotettua opetusta satunnaista homogeenisemmässä ryhmässä.

Lukuun ottamatta JOPO-, erityis- ja pienryhmiä, kaikissa erikoisryhmissä oppilaiden matematiikan osaaminen on keskimäärin hieman korkeammalla tasolla kuin oppilailla, jotka eivät opiskele erikoisluokalla (Kuvio 45). Myös osaamisen vaihtelu on painotetuilla luokilla vähäisempää (Kuvio 46), mikä osaltaan lisää luokan selitysosuutta. Vaikka matematiikan osaaminen onkin korkeimmillaan oppilailla, jotka tulivat STEM-, matematiikka- luonnontiede-, teknologia- tai yrittäjyysryhmästä (511), myös kieliryhmissä (506) ja musiikkiryhmässä (499) matematiikan osaaminen on selvästi keskitasoa korkeammalla tasolla.

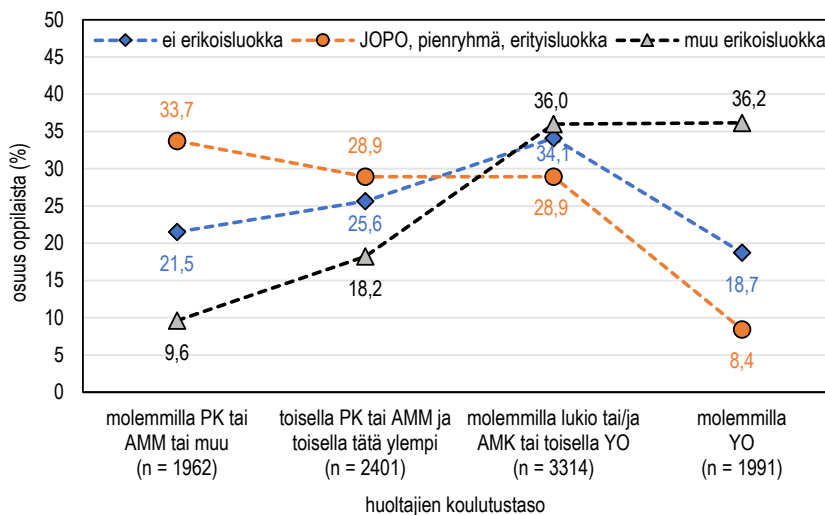


KUVIO 45. Painotetun opetuksen ryhmä ja osaamisen keskitasot



KUVIO 46. Painotetun osaamisen ryhmä ja osaamisen jakaumat

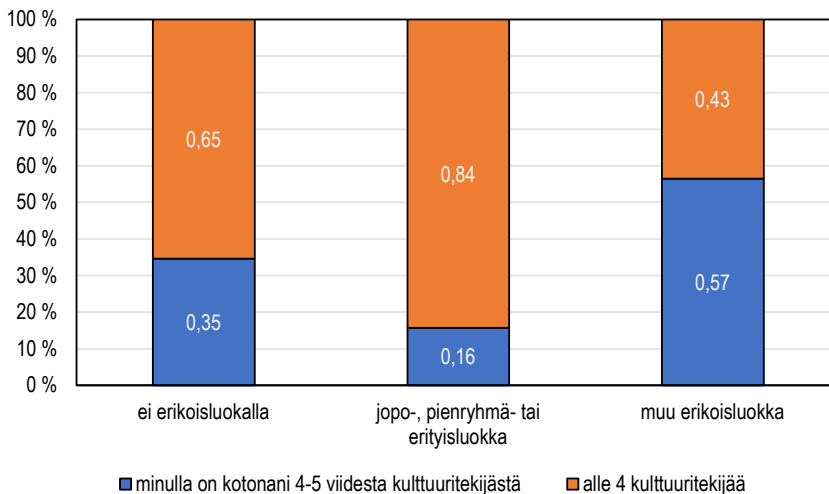
Vaikka erikoisluokkien keskiarvot eivät poikkea tavallisten luokkien keskiarvosta merkittävästi, ero on silti systemaattista. Korkeampi keskiarvo voisi olla selitettävissä sillä, että erikoisluokissa annetaan muihin luokkiin nähden merkitsevästi useammin kotitehtäviä, käytetään aikaa niiden tekemiseen ja valmistaudutaan kokeisiin, koulussa viihdytään paremmin, ilmapiiri on positiivisempi, poissaoloja on vähemmän, ja oppilaat kuuntelevat useammin, mitä opettajalla on sanottavaa. Toinen mekanismi paremmille keskiarvoille voi olla, että erikoisluokille valikoituu jo lähtökohtaisesti motivoituneempia ja osaavampia oppilaita. Tähän viittaa se, että erikoisluokilla opiskelleilla oppilailla (pois lukien pienryhmät), huoltajien koulutustasusta oli korkeampi kuin pienryhmissä ja tavallisessa, ei-painotetussa opetuksessa olleissa oppilailla (Kuvio 47). Jälkimmäisen mekanismin piirteitä tarkastellaan tässä tarkemmin.



KUVIO 47. Huoltajien koulutustaso ja erikoisluokille osallistuminen

Eräs painotetun ja ei-painotetun opetuksen ryhmiä erottelevista tekijöistä on vanhempien antama tuki: erikoisluokkien oppilaat kokevat muiden luokkien oppilaita useammin, että he saavat tukea opintoihinsa kotoa. Tämä linkittyy siihen, että erikoisluokille hakeutuminen on yhteydessä huoltajien koulutukseen ja sosiaaliseen ja kulttuuriseen taustaan. Erikoisluokilla opiskelevien lasten huoltajat ovat useammin korkeammin koulutettuja—eroa ei ole lukion käyneiden ja tätä koulutempien huoltajien välillä (ks. edellä Kuvio 47)—ja kotona on todennäköisemmin 4–5 kulttuuritekijää viidestä kysytystä (Kuvio 48).

Korkeammin koulutuilla huoltajilla on taipumusta olla kiinnostuneempia lastensa akateemisesta tulevaisuudesta, ja he ymmärtävät työn tekemisen merkityksen koulun käynnissä; tämä on osa akateemista, sosiaalista, koulutuksellista ja kulttuurista pääomaa, jota he voivat lapsilleen tarjota (ks. edellä luku 3.4.1). Varhaisten luokkien arvioinnissa (Ukkola ym. 2020; Ukkola & Metsämuuronen, 2023) havaittiin, että ohjattujen harrastusten määrä oli merkittävästi ja merkittävästi yhteydessä huoltajien koulutustaustaan sekä koulun lähtövaiheessa että 3. luokan alussa: matalasti koulutettujen huoltajien lapsilla harrastuksia oli vähemmän kuin korkeasti koulutettujen huoltajien lapsilla ($f = 0,30$). Kolmannen luokan aineistossa ohjattujen harrastusten puute oli kuitenkin yhteydessä keskimääräistä matalampaan osaamistasoon huoltajien koulutustaustasta riippumatta: kaikissa huoltajien koulutusryhmissä (jotka luokiteltiin samoin kuin tässä arvioinnissa) sekä tytöillä että pojilla osaamisen taso oli merkittävästi muita matalampi, mikäli oppilaalla ei ollut yhtäkään ohjattua harrastusta.



KUVIO 48. Kulttuuriresurssit ja erikoisluokille osallistuminen

Koulun eli käytännössä koulutuksen järjestäjän painotetun opetuksen järjestäminen selittää osaamisen vaihtelusta 1,4 prosenttia.⁴¹ Arvo on kuitenkin voimakkaasti deflatoitunut, koska erikoisluokille osallistuneita on kokonaisoppilasmäärään nähden pieni osa (11 %). Deflaatiokorjattuna selitysosuus on 34,5 prosenttia, mikä efektikooksi muutettuna osoittaa merkittävää eroa ryhmien välillä ($f_{DC} = 0,73$); ero ryhmien välillä on 44 pistettä.

⁴¹ Analyysissa JOPO- ja erityisluokka sekä pienryhmä on yhdistetty ryhmään ”ei erikoisluokkaa”. Mukana tarkastelussa ovat vain ne oppilaat, joiden kouluista tuli rehtoritietoa ($n = 6\ 081$; 49 %).

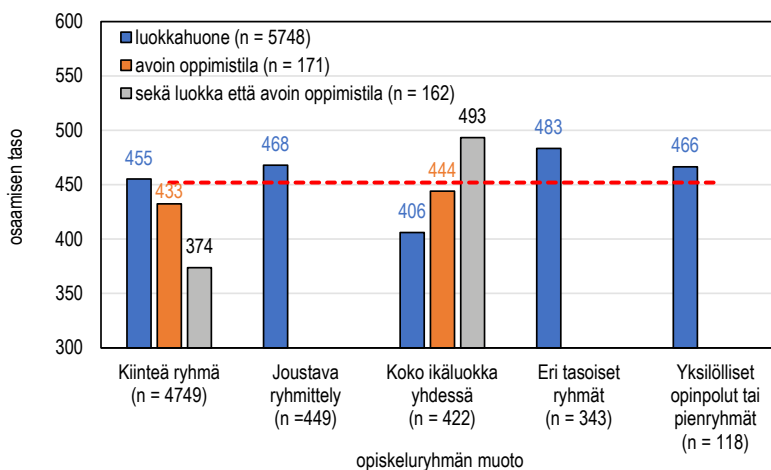
3.6.2 Hyvin harva koulutason tieto selittää osaamisen vaihtelua

Opetusryhmän muoto ja opetuksen tilaratkaisut eivät selitä osaamisen vaihtelua

Opetusta voidaan toteuttaa luokkahuoneissa tai avoimissa oppimistiloissa tai jollain muulla tavalla organisoiden. Aineistossa vaihtoehto *muu* tarkentui avovastauksissa opetuksiksi, jota annettiin sekä luokkahuoneissa että avoimissa oppimisympäristöissä. Toisaalta opetus voi tapahtua kiinteissä ryhmissä tai matematiikan opetukseen muilla periaatteilla ryhmiteltynä. Niiden koulujen oppilaat, joiden rehtorit olivat osallistuneet arviointiin ($n = 6\ 081$), opiskelivat tyypillisesti luokkahuoneissa (94,5 %) ja kiinteissä ryhmissä (78,1 %). Muilla periaattein muodostetuista opiskeluryhmittä useimmiten kyseessä oli joustava ryhmittely (7,4 %), koko ikäluokan yhteisopetus (6,9 %) tai ryhmittäminen eri tasoihin ryhmiin (5,6 %).

Sekä opetuspaikka (luokkahuoneopetus/avoin ympäristö/muu) että opetusmuoto (kiinteä ryhmä/muu peruste) selittävät osaamista merkitsevästi muttei merkittävästi. Luokkahuoneopetukseen osallistuneiden oppilaiden osaaminen oli hieman korkeammalla tasolla (456) kuin avoimissa ympäristöissä tai sekä luokassa että avoimessa ympäristössä (437). Oppilaiden ryhmittely selittää osaamista enemmän kuin opetuspaikka ($f = 0,03$ vs. $f = 0,08$), mutta tulkintaa monimutkaistaa se, että opetuspaikka erottelee oppilaiden osaamista opetusmuodon suhteen (Kuvio 49). Keskimäärin parhaita tuloksia saatiin ryhmissä, joissa opetus perustui eritasoisten oppilaiden eriyttämiseen (483). Toisaalta esimerkiksi tasoltaan matalinta osaaminen on ryhmissä, jossa koko ikäluokkaa opetetaan yhdessä (430). Jos kuitenkin koko ikäluokkaa opetettiin sekä luokassa että avoimissa ympäristöissä, osaaminen on selvästi korkeampaa kuin keskimäärin (493). Jos taas oppilaita opetetaan kiinteissä ryhmissä, kuten valtaosaa oppilaista opetetaan, päästään luokkahuoneopetuksessa lähelle kansallista keskiarvoa. Jos kiinteää ryhmää opetettiin sekä luokassa että avoimissa tiloissa osaaminen, jäi osaaminen selvästi keskimääräistä matalammalle tasolle (374).

Vaikka molemmat tekijät selittävät osaamista tilastollisesti merkitsevästi, jää yhteinen selitysoosuus regressiomallituksessa silti erittäin matalaksi ($R^2 = 0,002$).



KUVIO 49. Opetuksen muoto ja paikka ja osaaminen

Tietotekniikkaan liittyvät resurssit eivät selitä merkittävästi osaamisen eroja

Koska kansallinen arviointi toteutettiin digitaalisena, voi myös oppilaan tietotekninen kokemus selittää testisuorituksessa onnistumista. Osa koulun mahdollista vaikutusta matematiikan osaamiseen ovat opetuksen tueksi, erityisesti tietotekniikkaan (ICT) suuntaamat koulun ja järjestäjän antamat resurssit, jotka ovat ohjelmointiin liittyvän osaamisen kannalta relevantteja. Kaikkiaan kymmenen erilaista resurssitekijää nimettiin rehtorikyselyssä (Taulukko 21; ks. Liite 1) ja niiden lisäksi oli mahdollista nimetä jokin vapaa-valintainen, listan ulkopuolinen resurssitekijä. Yksikään näistä ei ole merkittävässä eikä merkitsevässä yhteydessä parempaan osaamiseen.

Rehtorilta kysyttiin ICT-resurssien yhteydessä myös koulun tietokoneiden määrä oppilasta kohden. Nämä luokiteltiin kolmeen ryhmään: (1) *tietokoneita on vähemmän kuin oppilaita* eli kaikilla oppilailla ei ole koulun puolesta tietokonetta käytössään, (2) *jokaiselle oppilaalle on varattu tietokone* ja (3) *koulussa on enemmän tietokoneita kuin oppilaita* eli tietokoneita on useita oppilasta kohden. Osaaminen on merkitsevästi, joskaan ei merkittävästi ($f = 0,05$) matalammalla tasolla, mikäli kaikilla oppilailla ei ollut tietokonetta (441) kuin jos kaikilla oli oma tietokone (457) tai jos niitä oli useita oppilasta kohden (460).

Koulutuksen järjestämisen haasteet eivät selitä merkittävästi osaamisen eroja

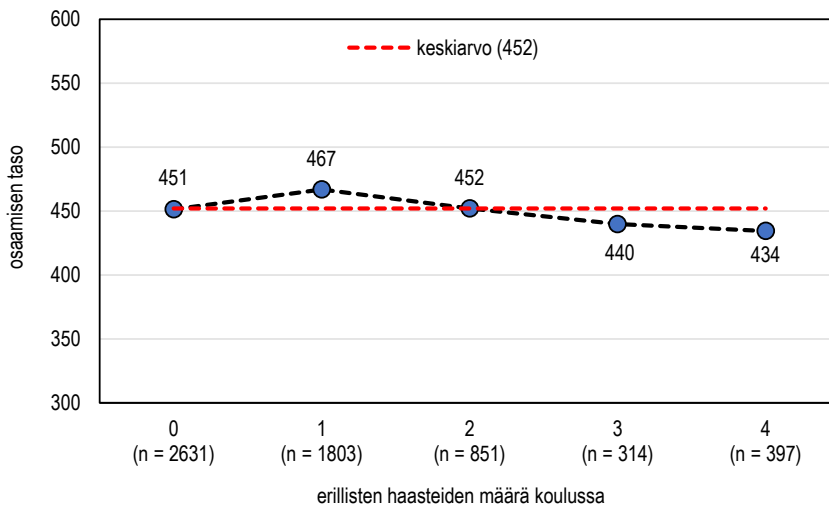
Systemaattiset poikkeamat koulun normaalitoiminnasta saattavat potentiaalisesti altistaa ylimääräiselle stressille ja koulun keskimääräistä heikommalle tulokselle. Kahdeksan haastetta nimettiin kyselyssä (Taulukko 22), ja lisäksi rehtori nimesi muita haasteita. Avovastauksissa luokittelemattomista haasteista yleisimmin tulivat esiin rakennusprojektit ja väistötilat ($n = 677$) ja tilan ahtaus ($n = 294$). Yleisesti ottaen yksikään haasteista ei selitä merkittävästi osaamisen eroja ($f < 0,07$). Erillisten haasteiden määrä selittää osaamisen eroja hieman enemmän kuin yksittäiset haasteet ($f < 0,09$): yksi haaste saattaa jopa vaikuttaa positiivisesti (keskiosaaminen 467), mutta jos haasteita on kolme (440) tai neljä (434) osaaminen on hieman matalampaa, mutta erot eivät ole merkittävän suuria (Kuvio 50).

TAULUKKO 22. Rehtorin ilmaisemat opetuksen haasteet osaamisen selittäjinä

Haasteet ¹	ei haasteena (n)	haasteena (n)	keskiarvojen ero (pistettä) ²	merkitsevyys (p)	merkittävyys (f)
jokin muu haaste	4897	1184	27	<,001	0,071
sisäilmaongelmat	5037	1044	-16	0,003	0,032
epäsopivat tilat	5509	572	-18	0,008	0,032
koulu toimii väistötiloissa	4992	1089	10	0,049	0,032
puutteellinen tai vanhentunut opetusmateriaali	5849	232	-20	0,05	0,032
koulu on lakkautusuhan alla	5898	183	-22	0,051	0,032
heikko internetyhteys	5602	479	-8	0,268	0
puutteellinen tai vanhentunut opetusvälineistö	5430	651	-2	0,807	0
suuret ryhmäkoot	5055	1026	1	0,901	0

¹ Haasteet on järjestetty sarakkeiden "merkittävyys" ja "merkitsevyys" mukaan laskevaan järjestykseen

² Negatiivinen arvo viittaa siihen, että rehtori on ilmaissut kyseisen haasteen haittauksen arviointisuoritusta.



KUVIO 50. Haasteiden määrä ja osaamisen taso

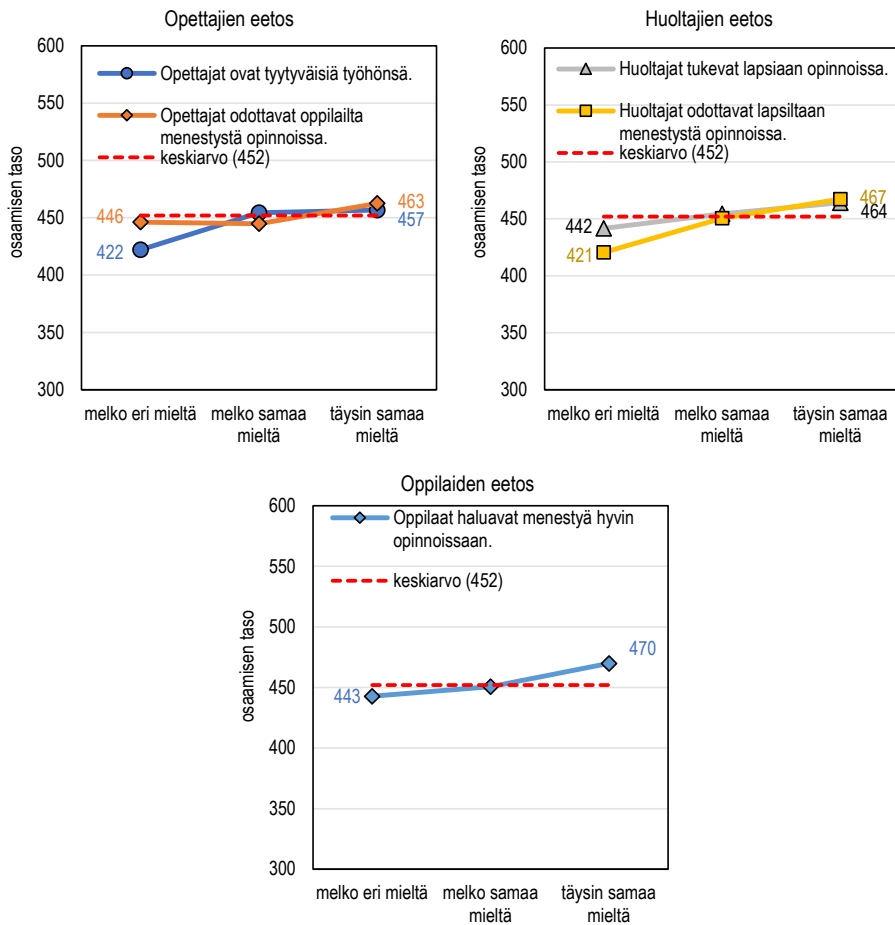
Kaikki nimetyt haasteet osoittautuvat osaamisen merkitseviksi selittäjiksi, joskin kokonaisuutena-kin regressiomallin selitysosuus jäi vain 1,5 prosentin tasolle (Taulukko 23; ks. Liite 1). Väistötiloissa toimiminen tai ”muu” haaste (useimmiten rakennusprojekti ja väistötilat jonkin muun haasteen ohessa) näyttäytyvät positiivisina ”haasteina”: keskiarvoa parempia tuloksia saaneilla oppilailla oli taipumusta tulla kouluista, joissa ilmeni näiden kaltaisia haasteita. Vastaavasti vanhentunut puutteelliset ja vanhentuneet oppimateriaalit ja lakkautusuhan alla oleminen ovat voimakkaimmin negatiivisia haasteita: heikompia tuloksia saaneille oppilaille oli tyypillistä tulla kouluista, joissa ilmeni näiden kaltaisia haasteita.

Koulun akateeminen eetos selittää osaamisen vaihtelua, mutta vain vähän

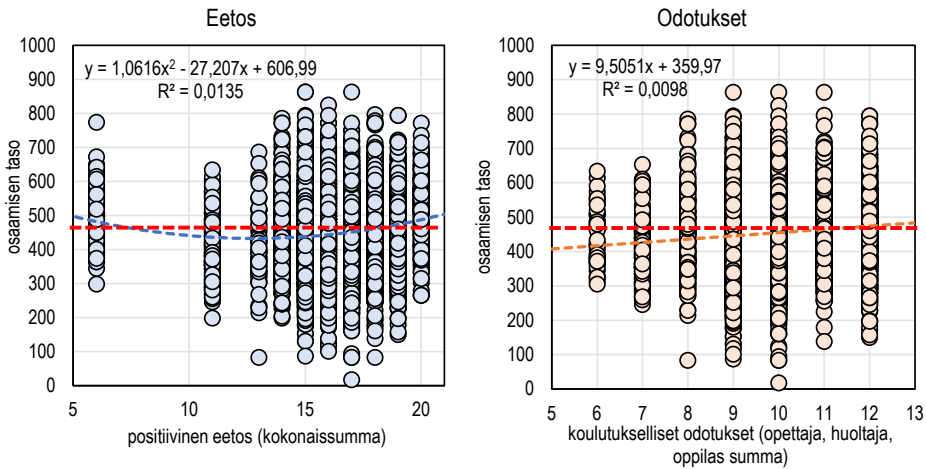
Koulun akateeminen eetos tai ilmapiiri heijastuu mm. opettajan, huoltajien ja oppilaiden asettama vaatimus- tai odotustasona tai haluna menestyä ja tuottaa korkeaa opintomenestystä. Voidaan ajatella, että jos vaatimustaso asetetaan korkealle ja pyritään hyviin suorituksiin, parempaa osaamista voidaan myös odottaa saavutettavan, kuin tilanteessa, jossa hyviä suorituksia ei edes tavoitella.

Akateemista eetosta kartoitettiin viidestä näkökulmasta asteikolla *täysin eri mieltä, melko eri mieltä, melko samaa mieltä* ja *täysin samaa mieltä*. Opettajanäkökulma tulee siitä, kuinka tyytyväisiä opettajat ovat rehtorin mielestä työhönsä ja miten voimakkaasti opettajat odottavat oppilailta menestymistä opinnoissa. Huoltajanäkökulma tulee siitä, kuinka aktiivisesti huoltajat tukevat lapsiaan opinnoissa ja kuinka voimakkaasti he odottavat lapsiltaan menestymistä opinnoissa. Oppilasnäkökulma tulee siitä, kuinka voimakkaasti oppilaat haluavat menestyä opinnoissaan hyvin. Näkökulma eetokseen rajataan tässä rehtorin käsitykseen asiasta. Yhdessä kouluista kaikkien muuttujien suhteen asiat olivat äärimmäisen negatiivisesti. Tässä koulussa oppilaiden suoriutuminen arviointitesteissä oli kuitenkin keskimääräistä korkeammalla tasolla. Tämä koulu on kaikista muista kouluista hyvin poikkeava ja jätetään tässä yhteydessä analyysin ulkopuolelle ns. *outlierina*.

Suoraviivaisimmiksi tekijöiksi osoittautui kolme tekijää, joskaan vaikutukset eivät ole merkittäviä: odottavatko huoltajat lapsiltaan menestystä opinnoissa ($f = 0,10$), odottavatko opettajat oppilailta menestystä ($f = 0,09$), ja haluavatko oppilaat menestyä opinnoissaan ($f = 0,08$; Kuvio 51). Näiden selkeimmin odotusta kuvaavien muuttujien summa selittää hieman em. enemmän ($f = 0,11$). Selitysosuudet ovat kuitenkin pieniä (enintään 1,2 %). Edellä havaittiin, että oppilasvastausten perusteella kodin koulutusmyönteisyys selitti 4 prosenttia osaamisen vaihtelusta. Sen sijaan eetokseen liittyvät muuttujat eivät kokonaisuudessaan selitä osaamista kuin noin 1 prosentin verran (Kuvio 52). Huomataan myös, että valtaosin rehtoreiden näkemykset oman koulunsa akateemisesta eetoksesta ovat pitkälti positiivia.



KUVIO 51. Akateemisen eetoksen osatekijät rehtorin arvioimana ja osaamisen taso



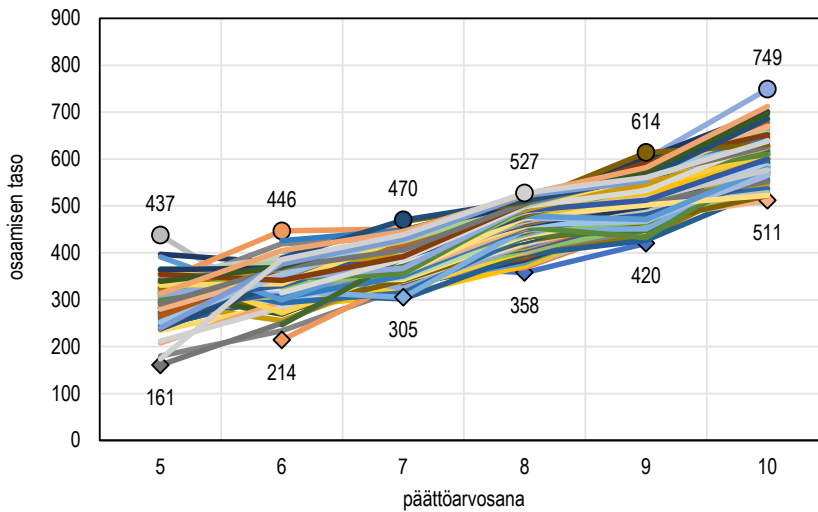
KUVIO 52. Akateemisen eetoksen positiivisuus ja osaamisen jakauma

Koulutusodotuksia kuvaavan summamuuttujan lisäksi yksikään muu koulun akateemista eetosta heijastava osatekijä ei lisää regressiomallin selitysosuutta.

3.6.3 Koulujen arvosanakulttuurit vaihtelevat voimakkaasti, mikä on yhdenvertaisuushaaste

Yleisellä tasolla oppilasarviointi kohdistuu ”oppimiseen, osaamiseen, työskentelyyn ja käytäytymiseen” (OPH, 2020, s. 2) ja erityisesti osaamiseen, kuten edellä opettajatekijöiden yhteydessä keskusteltiin. Toisaalta POPS:n perusteella arviointikulttuurin tulisi olla *saman järjestäjän kouluissa* yhtenäisiä: ”Kouluissa tulee olla yhtenäiset arvioinnin periaatteet ja käytänteet, jotka ilmenevät koulun arviointikulttuurissa. Opetuksen järjestäjä seuraa arvioinnin periaatteiden toteutumista kouluissa ja tukee yhtenäisen arviointikulttuurin kehittymistä” (OPH, 2020, s. 2). Arvioinnin perusteella on selvästi pääteltävissä, että arviointikulttuurissa on eroja niin koulu- kuin järjestäjätasolla.

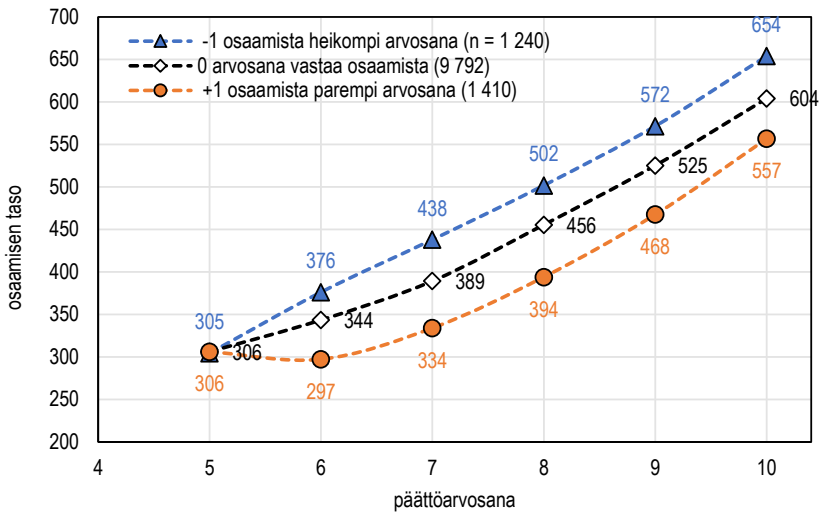
Arviointitihetkellä opettajat sovelsivat vanhempaa normistoa, jossa vain arvosanalla 8 oli standardikuvaus (OPH, 2014). Toisin sanoen päättöarvosanan 8 saaneilla oppilailla tulisi osaamisen olla pitkälti saman tasoista (OPH, 2020, s. 9), vaikka osaamisprofiileissa eroa olisikin (ks. edellä keskustelu opettajan antamisen arvosanojen yhteydessä). Eri koulujen erilainen arvosanakulttuuri kuitenkin johtaa siihen, että jossain koulussa arvosanan 8 saa lähes 170 pistettä heikommalla keskiosaamisella (358 pistettä) kuin toisessa, vaativammassa koulussa (527 pistettä; Kuvio 53). Arvosanan 10 saaneilla oppilailla ero on suurempi: kun jossain koulussa arvosanan 10 saadakseen oppilaiden keskiarvon olisi oltava 511 pistettä eli hieman kansallisen keskitason (452) yläpuolella, toisessa koulussa osaamista tarvitaan 749 pisteen verran eli 238 pistettä toisen koulun keskiarvoa enemmän. Kuvioista 50 huomataan myös, että jossain koulussa arvosanan 9 saaneiden oppilaiden keskiarvo (420) on lähes sama kuin toisessa koulussa arvosanan 6 saaneiden oppilaiden (446). Tätä ei voi pitää suotavana tilanteena jatko-opintopaikkoihin hakeutumisen ja koulutuksellisen tasa-arvon näkökannalta. Uusien arviointikriteerien toivotaan tuovan tilanteeseen oikaisua, ja niiden vaikutus jää nähtäväksi tulevissa arvioinneissa.



KUVIO 53. Koulujen arvosanan antamisen erot (n > 20 oppilasta)

Tarkennetaan asiaa koulun arvosanalinjan näkökannalta. Liitteessä on 2 on kuvattu linjan muodostamista; edellä opettaja-aineiston yhteydessä kuvattiin asiaa opettajien arvosanalinjojen näkökannalta. Opettajamuuttujien yhteydessä arvosanalinjaa käsiteltiin luokan tasoisena tietona. Koulun arvosanalinja laskettiin suoraan oppilaiden arvosanojen ja arviointituloksen perusteella lasketun laskennallisen arvosanan välisen eron koulukohtaisena keskiarvona. Koulujen arvosanan antamiseen liittyvä eetos—tiukka, osuva tai kannustava arvosanalinja—tietenkin liittyy siihen, millainen arvosanalinja koulun opettajilla on. Mikäli vahvistetun ja laskennallisen arvosanan erotus pyöristyi arvoon -1 , oppilaiden vahvistettu arvosana oli keskimäärin *yhden arvosanan matalampi*, kuin mitä arvioinnissa näytetyn osaamisen perusteella olisi voitu antaa. Arvosanalinja oli siis ”tiukka”. Jos erotus pyöristyi arvoon $+1$, oppilaiden vahvistettu arvosana oli keskimäärin *yhden arvosanan korkeampi* kuin mitä osaamisen perusteella olisi voitu antaa. Arvosanalinja oli siis ”kannustava”. Muistetaan, että yhden poikkileikkaavan kansallisen arvioinnin perusteella ei voi heikommin suoriutuneiden osalta arvioida laskennallista arvosanaa tarkasti. Sen sijaan hyvä suoritus yläluokkien oppisisältöä kattavassa laajahkossa testissä ei ole sattumaa.

Valtaosassa kouluja (79 %) koulun arvosanalinja oli sopusoinnussa osaamisen kautta arvioidun arvosanan kanssa. Osaamiseen nähden systemaattisesti heikompia arvosanoja antaneita, ”tiukkoja” kouluja oli 10 % ja osaamiseen nähden systemaattisesti parempia arvosanoja antaneita, ”kannustavia” kouluja 11 %. Suuremmille järjestäjille tyypillistä oli se, että joukossa oli aina vähintään yksi koulu, jossa arvosanalinja poikkesi muista. Jatko-opiskelijujen kannalta haasteellista on, että arvosanalinjaltaan ”tiukoissa” kouluissa osaamista tarvittiin ”kannustaviin” kouluihin nähden yli 79 pistettä enemmän, mikä vastaa noin kahden arvosanan eroa; samalla osaamisella, jolla ”kannustavassa” koulussa sai keskimäärin arvosanan 9, sai tiukemmassa koulussa keskimäärin arvosanan 7 ja osaamista vastaava arvosana oli 8 (Kuvio 54). Kiinnostava yksityiskohta on, että koulun tasolla ollaan kansallisesti yksimielisiä siitä, mikä on arvosanaan 5 vaadittava osaamisen taso.



KUVIO 54. Koulun arvosanalinja ja osaaminen

3.6.4 Koulutekijät selittävät osaamisen vaihtelusta kokonaisuutena vain vähän

Edellä havaittiin, että aineistossa koulun selitysosuus osaamisen vaihtelusta on 7,7 prosenttia. Kun tarkastelu rajataan vain niihin kouluihin, joista käytössä oli myös rehtoriaineisto ($n = 6\,081$ oppilasta), koulun selitysosuus on 8,2 prosenttia. Kun tehdään malli, joka sisältää kaikki edelliset 32 muuttujaa, havaitaan, että niistä seitsemällä on omaa selitysosuutta lineaarisessa mallituksessa (Taulukko 24; ks. Liite 1). Mallin selitysosuus on 2,4 prosenttia eli läheskään kaikkia koulun selitysoimaan liittyviä tekijöitä ei rehtoreiden taustakyselyssä ole kyetty valitsemaan. Korkeampaan osaamiseen tasoon liittyivät seuraavat muuttujat: huoltajat tukevat lapsiaan opinnoissaan, koulu toimii väistötiloissa, ja koulun toimintaa on häirinnyt rakennushanke. Kaksi jälkimmäistä eivät tietenkään ole loogisia, ilmeisiä eikä välttämättä edes aitoja positiivisia osaamista ennustavia tekijöitä, mutta tasapainottavat mallin muuttujien yhteisvaikutusta. Asetelman takia emme tiedä, olisiko osaaminen voinut olla väistötiloissa toimivissa kouluissa voinut olla vieläkin parempaa, jos olisi oltu normaalioloissa. Vastaavasti negatiivisia koulutekijöitä ovat puutteellisten tai vanhentuneiden opetusmateriaalien käyttö ja sisäilmaongelmat. Molemmilla saattaa olla opettajien työmotivaatiota alentavaa vaikutusta.

Jos malliin laitetaan yhtä aikaa oppilas-, koti-, opettaja- ja koulutekijöiden ennustemuuttujat, kokonaismallissa voimakkain selittäjä on oppilastekijät ($R^2 = 0,51$) ja tähän opettajatekijät lisäävät selitysosuutta 2,4 %, kotitekijät 1 % ja koulutekijät 0,3 % selitysosuutta. Kokonaisuutena siis 54,2 prosenttia osaamisen vaihtelusta tulee selitettyä oppilas-, opettaja- ja kotitekijöillä ($R^2 = 0,542$). Malliin sisältyvää kokonaisoppilasmäärää ($n = 3\,665$) harventaa selvästi eri aineistojen puuttuvat tiedot.

Tulosten koontia
ja arvioivaa
pohdintaa

4

Raportissa on tarkasteltu vuoden 2021 keväällä kootun, 9. luokan matematiikan osaamista kartoittavan arvioinnin tuloksiin liittyviä tekijöitä. Osaamiseen vaikuttavia tekijöitä tarkasteltiin oppilaaseen, vertaisryhmään, kotiin, opettajaan ja kouluun liittyvien tekijöiden näkökulmista. Seuraavassa poimitaan edeltävistä luvuista tärkeimpiä havaintoja ja pohditaan niiden merkitystä.

4.1 Oppilaaseen liittyvien tekijöiden yhteenvetoa

Oppilaiden osaamisen vaihtelu 9. luokalla on erittäin suurta vaihdellen alkuopetuksen keskitason ja lukion pitkän matematiikan oppimäärän keskitason välillä. Sukupuolten väliset erot ilmenevät lähinnä eri osaamisalueilla ja erityisen huonosti tai hyvin suoriutuneiden ryhmissä. Pojat ovat hieman tyttöjä parempia OPS:n tavoitteissa ”algoritmit ja ohjelmointi”, ”päässälaskut” ja ”prosenttilaskut”. Vastaavasti tytöt ovat parempia tavoitteessa ”yhtälöt”. Tyttöjen suhteellinen osuus poikkeuksellisen heikosti ja hyvin suoriutuneista oppilaista on merkittävästi pienempi kuin poikien. Lukion pitkän matematiikan opintoihin suuntautuvien oppilaiden suoriutuminen arvioinnissa on 156–184 pistettä korkeammalla tasolla kuin niillä, jotka aikovat hankkia 9. luokan jälkeen lisävalmiuksia toisen asteen opintoja varten esimerkiksi kymppiluokan tai valmistavan opetuksen kautta.

Päättöarvosanan 5, 6 tai 7 saaneet oppilaat suoriutuivat arvioinnissa omaan keskimääräiseen suoriutumistasoonsa nähden selvästi heikommin matemaattiseen ajatteluun ja todennäköisyyteen sekä päässälaskuihin liittyvissä tehtävissä. Profiilit ovat pitkälti samanlaisia kuin yksilöllistetyn matematiikan oppimäärän (YMO) mukaisesti opiskelevilla oppilailla. Tämä voi viitata siihen, että tietyt matematiikan osa-alueet tuottavat heikoimmin suoriutuneille oppilaille erityisiä haasteita. Näyttää siltä, että matalia arvosanoja saaneiden sekä tehostettua ja erityistä tukea saavien oppilaiden opetuksessa saataisi olla hyödyllistä harjoitella aiempaa enemmän esimerkiksi päässälaskuissa tarvittavia strategioita kuten esimerkiksi yksinkertaisten numeeristen ongelmien sujuvoittamista tai muistamistekniikoita. Aineiston mukaan YMO:n mukaan opiskelevien oppilaiden ryhmässä tällä saataisiin noin 50 pisteen lisäys kokonaispistemäärään ja muissa ryhmissä noin 20–30 pisteen lisäys, mikä noin 1000 pisteen asteikossa ei kuitenkaan ole suuri lisäys. Perusasioiden parempi hallinta voi kuitenkin edesauttaa vaativampien asioiden oppimista, vaikka asiaa ei aineiston perusteella voidakaan todentaa. Havaitut ongelmat ovat todennäköisesti pidemmän kehityskulun tulos, jolloin niiden korjaaminen vaatii sellaisia toimia, jotka eivät rajoitu pelkästään yläluokille.

4.2 Vertaisryhmään liittyvien tekijöiden yhteenvetoa

Vertaisryhmään liittyviä tekijöitä tarkasteltiin kolmesta kouluhyvinvointiin liittyvästä näkökulmasta: emotionaalinen kouluhyvinvointi, sosiaalinen kouluhyvinvointi ja kouluhyvinvointia mahdollistavat tekijät. Emotionaalisen hyvinvoinnin osatekijät, kuten kouluviihtyvyys ja positiivinen asenne matematiikkaa kohtaan, ovat selvästi yhteydessä matematiikan osaamiseen. Näitä on kuitenkin vaikea erottaa oppilaan yksilöllisistä tekijöistä. Sen sijaan sosiaalisten hyvinvoinnin osatekijöistä esimerkiksi koulukiusaaminen ja oppilaiden toisiaan kohtaan osoittama auttamistai-pumus eivät juuri selitä matematiikan osaamisen eroja. Kouluhyvinvointia mahdollistavista tekijöistä kodin tuki, luokkailmapiiri ja oppituntihäiriöt selittävät osaamista enemmän kuin sosiaaliset hyvinvoinnin osatekijät.

Kouluhyvinvointiin liittyvistä tekijöistä niiden kielteisillä piirteillä on yhteys matalampaan osaamisen tasoon. Koulussa viihtymättömyys, poissaolojen suuri määrä, vähäiset positiiviset tunnekokemukset matematiikkaa kohtaan ja negatiivinen suhtautuminen matematiikkaan liittyvät heikompaan suoriutumiseen. Arviointiasetelman vuoksi emme tiedä, onko matala osaamisen taso syy vai seuraus. Vaikka kiusaaminen ei olekaan suorassa yhteydessä osaamisen tasoon, koska sekä erittäin heikosti että erittäin hyvin suoriutuneita oppilaita kiusataan, itse ilmiöstä tulee päästä eroon, koska sillä voi olla muita, läpi elämän vaikuttavia seuraamuksia. Karvi onkin antanut jo aiemmin asiaa koskevan suosituksen. (Metsämuuronen & Nousiainen, 2021).

4.3 Kotitautaan liittyvien tekijöiden yhteenvetoa

Huoltajien koulutustaso selittää osaamista merkittävästi. Jos molemmat huoltajista ovat saaneet yliopistokoulutuksen, päättövaiheessa oppilaiden keskiosaaminen on 77–79 pistettä korkeammalla tasolla, kuin jos molemmilla huoltajilla on peruskoulun tai ammatillisen koulutuksen opinnot korkeimpana koulutuksena. Aineisto tukee aiempia tuloksia koulutuksen periytyvyydestä siinä mielessä, että huoltajien koulutustausta heijastuu selvästi oppilaan ilmaisemissa jatkokoulutusvalinnoissa: jos molemmilla huoltajilla oli yliopistotasoinen koulutus, heidän lapsistaan 63 prosenttia oli hakeutumassa lukion pitkän matematiikan opintoihin ja vain 14 prosenttia ammatilliseen koulutukseen. Huoltajien korkeampi koulutus näyttää tuovan oppilaalle pysyväluntonaisen edun niihin nähden, joiden huoltajilla on matalampi koulutus. Asiaan kiinnitettiin huomiota myös vuoden vuosien 2012 ja 2015 matematiikan pitkittäisaineiston yhteydessä (Metsämuuronen, 2017): näyttää siltä, että koululaitos ei edelleenkään kykene tasaamaan vanhempien koulutustaustaa mukailevia osaamisen eroja eri oppilaiden välillä.

Kodin varallisuus ja erityisesti kulttuurinen pääoma selittävät osaamista merkittävästi; jos koti on resurssiltaan tai kulttuuritekijöiltään rikas (esimerkiksi oppilaalla on oma huone tai kotona on kirjallisuutta, musiikki-instrumentteja ja taideteoksia), osaaminen on noin 100 pistettä korkeammalla tasolla kuin jos koti on resurssi- tai kulttuuritekijöiden suhteen erittäin niukka. Sen sijaan huoltajien koulutusmyönteisyys ei juuri selitä osaamista. Muuttujista kaksi osoittautuu negatiiviseksi selittäjiksi: mitä parempi osaaminen, sitä vähemmän oppilaat kokivat, että huoltajat olisivat kiinnostuneita opinnoista ja että huoltajat pitivät tärkeänä, että oppilas menestyy opinnoissa. Tämä voi viitata siihen, että huoltajat saattavat olla erityisen kiinnostuneita oppilaan suoriutumisesta, mikäli se ei ole kovin hyvää.

Maahanmuuttotasaustaisten oppilaiden osaaminen on toisiinsa nähden hyvin vaihtelevaa; kaikissa arvosanalukissa on maahanmuuttotasaustaisia oppilaita, ja kieliryhmien väliset erot ovat huomattavia. Keskiosaaminen jää kuitenkin selvästi ei-maahanmuuttotasaustaisia oppilaita matalammaksi. Kielitaito ja sen puute näkyvät erityisesti sanallisten tehtävien hallinnassa.

Maahanmuuttotaustaisten tyttöjen osaamisen taso on yleisesti ottaen poikien osaamisen tasoa heikompaa. Vaikka maahanmuuttotaustaisista tytöistä jotkut suoriutuivat arviointitestissä erittäin hyvin, on heistä poikkeuksellisen suuri osuus heikosti suoriutuvien oppilaiden ryhmässä. Aineiston perusteella opettajat kohtelevat eri oppilasryhmiä toisistaan poikkeavasti mitä tulee osaamisen tasoon. Ei-maahanmuuttotaustaisilla tytöillä arvosana on osaamiseen nähden noin puoli arvosanaa korkeampi kuin ei-maahanmuuttotaustaisilla pojilla. Maahanmuuttotaustaisten tyttöjen arvosana puolestaan on osaamiseen nähden noin kokonaisen arvosanan korkeampi kuin ei-maahanmuuttotaustaisilla pojilla ja puoli arvosanaa korkeampi kuin ei-maahanmuuttotaustaisilla tytöillä. On siis ilmeistä, että opettajat huomioivat arvosanaa antaessaan myös muita osaamiseen liittyviä asioita, kuten pitääkin. Yhdenvertaisuuden kannalta on kuitenkin tärkeää, että kaikkien oppilaiden osaaminen arvioidaan päättöarvosanaa annettaessa samoilla kriteereillä, jotka POPS yksikäsitteisesti sitoo osaamisen tasoon.

4.4 Opettajaan ja opetukseen liittyvien tekijöiden yhteenvetoa

Opettajaan ja luokkaan liittyvistä tekijöistä opetusryhmän koko on yhteydessä osaamiseen, mutta yhteys ei ole suoraviivaista. Pienryhmässä oppilaiden osaaminen on selvästi alemmalla tasolla kuin suuremmissa ryhmissä opiskelien. Tämä selittyy sillä, että opinnoissaan enemmän tukea tarvitsevat oppilaat opiskelevat muita useammin pienryhmissä. Näyttää kuitenkin siltä, että osaaminen lisääntyy luokkakoon kasvaessa aina 30 oppilaan luokkakokoon asti. Epäselvää on, johtuuko vaikutus varsinaisesti luokkakoosta, sillä toisaalta tiedetään, että osaaminen oli korkeammalla tasolla kaupungeissa, joissa on isommat opetusryhmät kuin hyvin pienissä maaseutukouluissa, joissa osaaminen puolestaan jäi hieman matalammaksi. Maaseutukoulujen oppilaista puolestaan vain 9 prosenttia tuli perheistä, joissa molemmilla oli yliopistokoulutus, kun kaupunkikouluissa heitä oli 24 prosenttia.

Tuntiaktiviteettien vaikutus osaamiseen riippuu oppilaiden osaamisen tasosta. Heikoimmin suoriutuneiden oppilaiden ryhmässä parhaita tuloksia saatiin, kun tavoitteita asetettiin harvoin, joskus tai usein (muttei koskaan eikä aina), ja jos tämän lisäksi oppilaat neuvovat toisiaan usein tai aina. Parhaimmin suoriutuneiden oppilaiden ryhmässä parhaita tuloksia saatiin ryhmässä, jossa opiskeltavat asiat tulivat aina selviksi. Vaihtoehtoisesti, jos analyysistä jätetään pois muutuja, joka mittaa asioiden selväksi tulemistä, korkeita pistemääriä saatiin ryhmässä, jossa kukin oppilas ratkaisee itselleen sopivan vaikeita tehtäviä aina tai lähes aina. Kotitehtävien antaminen ja tarkastaminen ovat lievässä yhteydessä korkeampaan osaamisen tasoon; jos kotitehtäviä ei koskaan tarkasteta (tai niitä ei anneta), osaaminen jää 36 pistettä heikommaksi kuin ryhmässä, jossa tehtäviä tarkastetaan joka tunnilla. Kummassakaan ryhmässä ei ole ilmeistä, mikä on vaikutuksen suunta: valitaanko menetelmiä osaamisen mukaan, vai seuraako valinnasta osaamista.

Luokan ilmapiiriin liittyvistä tekijöistä turvallisuus selittää osaamista heikommin ja keskitasoisesti suoriutuvien oppilaiden ryhmässä. Parhaiden osaajien ryhmässä ilmapiirin stressaavuus tai sen puute erottelee ryhmiä toisistaan selkeimmin. Jos oppilaat kokevat, että uuden oppimiselle on löytynyt useimmin aikaa, osaaminen on korkeammalla tasolla, kuin jos aikaa ei kokemusten mukaan ole löytynyt. Jos stressittömyyden lisäksi ilmapiiri on levollinen vähintään joskus, eli oikeiden ratkaisujen etsimiselle on annettu aikaa, osaaminen on vielä hieman tätä korkeammalla tasolla. Luokan levottomuus on vain vähäisessä yhteydessä osaamiseen.

Jatko-opiskelujen kannalta haasteellista on, että arvosanalinjaltaan tiukemmat opettajat edellyttivät oppilailtaan noin kahden arvosanan verran enemmän osaamista kuin linjaltaan ”kannustavat” opettajat; samalla osaamisella, jolla ”kannustava” opettaja antoi keskimäärin arvosanan 9, antoi tiukempi opettaja keskimäärin arvosanan 7 ja osaamista vastaava arvosana oli 8. Selvästi osaamisen tasoon liittymätön arvosanan muodostamisen käytäntö—vaikka onkin ymmärrettävä ja

opettajan autonomian piiriin kuuluvaa—on tietenkin oppilaan oikeusturvan näkökannalta haasteellinen. Erityisesti isompien järjestäjien kouluista tulleilla oppilailla on taipumusta hakea saman järjestäjän oppilaitokseen toisen asteen koulutukseen. Jos joillain samoista opiskelupaikoista kilpailevilla oppilailla on osaamiseen nähden selvästi liian korkeita arvosanoja, he saattavat päästä haluamaansa oppilaitokseen, samalla kun yhtä hyvin tai jopa paremmin suoriutunut oppilas toisesta koulusta saattaa jäädä haluamaan opiskelupaikkaa vaille. Olisi hyvä löytää keinoja arvosanalinjojen yhdenmukaistamiseen eri koulujen ja opettajien välillä. Uusien arvosanakriteerien (OPH, 2021) toivotaan auttavan tässä asiassa.

4.5 Kouluun liittyvien tekijöiden yhteenvetoa

Koulun akateeminen eetos eli se, odottavatko opettajat, huoltajat ja oppilaat hyviä tuloksia, selitti osaamisen vaihtelua. Sen sijaan opetusryhmän muoto (kiinteä ryhmä/muu peruste) ja -paikka (luokkahuoneopetus/avoin ympäristö/muu) eivät selitä osaamisen vaihtelua. Myöskään koulutuksen järjestämisen haasteet eivät selitä merkittävästi osaamisen eroja.

Jatko-opiskelujen kannalta haasteellista on, että arvosanalinjaltaan ”tiukoissa” kouluissa annettiin ”kannustaviin” kouluihin nähden noin kaksi arvosanaa heikompia päättöarvosanoja. Tämä on tietysti yhteydessä edellä kuvattuun opettajien arvosanalinjaan. Koska ilmiö on oppilaan oikeusturvan näkökannalta ongelmallinen, olisi järkevää käydä keskusteluja koulutuksen järjestäjien ja rehtoreiden välillä siitä, millaisilla keinoilla arvosanojen yhdenmukaisuutta voitaisiin lisätä. Kiinnostava yksityiskohta on, että koulun tasolla ollaan kansallisesti yksimielisiä siitä, mikä on arvosanaan 5 vaadittava osaamisen taso. Tätä kohden olisi hyvä edetä myös muissa arvosanoissa.

Korkeampaan osaamiseen tasoon liittyivät koulutason muuttujista seuraavat: huoltajat tukevat lapsiaan opinnoissaan, koulu toimii väistötiloissa, ja koulun toimintaa on häirinyt rakennushanke. Kaksi jälkimmäistä eivät tietenkään ole loogisia, ilmeisiä eikä välttämättä edes aitoja positiivisia osaamista ennustavia tekijöitä. Vastaavasti negatiivisia koulutekijöitä ovat puutteellisten tai vanhentuneiden opetusmateriaalien käyttö ja sisäilmaongelmat. Molemmilla saattaa olla opettajien työmotivaatiota alentavaa vaikutusta.

4.6 Osaamisen pitkäaikaiseen muutokseen liittyvien tekijöiden yhteenvetoa

Aineistojen perusteella osaamisen muutoksen trendi ei juuri poikkea sukupuolten, kieliryhmien tai kuntaryhmien välillä, vaikka osaaminen onkin ollut systemaattisesti matalammalla tasolla maaseutumaisissa kouluissa verrattuna kaupunkimaisiin kouluihin.

Pitkäaikaisen laskutrendin katkaiseminen ja muuttaminen nousujohteiseksi on tulevien vuosien keskeinen haaste. Ilmiö ei ole vain suomalainen vaan monissa maissa ja kansainvälisissä aikasarjoissa on havaittu, että matemaattisen osaamisen taso on ollut laskujohteinen koko 2000-luvun alkuvuosikymmenien ajan (ks. Altinok, Diebolt, & Demeulemeester 2014; Altinok, Angrist, & Patrinos 2018; OECD, 2019b; ks. keskustelu Kalenius, 2023; Metsämuuronen & Nousiainen, 2021, 2023; Metsämuuronen & Suomilampi, 2023). Osaamisen lasku on Suomessa todennäköisesti alkanut jo tätä aiemmin; näyttää siltä, että osaamisen huippu saavutettiin jo 1990-luvun alkupuolella (VATT, 2018; Kalenius, 2023). Karvin aineiston perusteella tiedetään, että keskeisten tasa-arvotekijöiden suhteen ei ole havaittavissa systemaattisia eroja muutoksen trendissä: kaikkialla Suomessa, tytöillä ja pojilla, suomen- ja ruotsinkielisissä kouluissa, maaseudulla ja kaupungeissa ja

kaikissa taitotasoryhmissä matematiikan osaaminen on laskusuunnassa, eikä tätä kirjoitettaessa positiivista taitekohtaa ole nähtävissä.

Aiemmin Metsämuuronen ja Suomilampi (2023) pohtivat osaamisen muutosta ja havaitsivat, että matemaattisten ongelmien kielentämisellä oli vaikutusta erityisesti heikoimmin suoriutuneiden oppilaiden suorituksiin; matematiikan spesifit ja tarkat termit eivät näyttäneen enää avautuneen samalla tavalla kuin aiempina vuosina eikä pidempiä sanallisia tehtäviä näytetty jaksavan lukea loppuun. Toisaalta pohdinnoissa tultiin pitkälti samansuuntaisiin päätelmiin kuin esimerkiksi Hautamäki ja kollegat (2013) sekä Vainikainen ja Hautamäki (2022) aiemmin: Näyttää siltä, että osaamisen laskussa kyseessä on pikemmin motivaation puutteen ja testilaiskistumisen vaikutuksesta testeissä, joilla ei ole suurta merkitystä oppilaan tulevaisuuden kannalta (ns. *low-stake* testit) kuin varsinaisesta kognitiivisten taitojen rapautuminen, josta käytetään termiä käänteinen Flynnin ilmiö (*anti-Flynn effect*; mm. Flynn & Shayer, 2018). Testilaisuus näkyi käytännössä siinä, että hyvätkään oppilaat eivät vuoden 2021 arvioinnissa vaivautuneet perustelevaan vastuksiaan digitaalisessa testissä samalla tavoin kuin aiemmin paperi-kynä-testeissä (Metsämuuronen & Nousiainen, 2023).

Muitakin selityksiä on tarjottu. Viimeaikaisessa keskustelussa esiin on nostettu esimerkiksi älypuhelimien liikakäyttö oppituntien aikana, jolla selityksen mukaan olisi keskittymistä haittaava vaikutus. Kalenius (2023) pohtii tarjottuina selityksinä mm. sitä, että teknologia on muuttanut esimerkiksi lukutottumuksia ja tuonut tiedon sekä laskemisen apuvälineet ennennäkemättömästi kaikkien saataville. Tämä perustelisi osaamisen laskua kulttuurisilla syillä, jotka heijastavat elämäntavan sekä yhteiskunnallisten arvostusten ja asenteiden muutosta. Aiemmassa raportissa (Metsämuuronen & Nousiainen, 2021) mahdollisia syitä pohdittiin hyvän oppijuuden näkökannalta: modernit, sosiokonstruktivistisiin oppimisteorioihin perustuvat käytänteet ovat johtaneet siihen, että opetettavan aineksen ulkoa muistamisen ja mieleen painamisen vaade on vähentynyt ja itseohjautuvuuden tarve lisääntynyt. Tätä on tukenut teknologisen kehityksen trendit, jossa yhtäältä kaikenlaista tietoa on vapaasti saatavilla sopivilla hakusanoilla tietoverkosta, ja toisaalta kaikkea saa nopeasti ilman vaivan näkemistä. Heikosti suoriutuvilla oppilailla saattaa olla käsitys, että asioita ei enää tarvitse osata ulkoa, koska tiedon löytää helposti tietoverkosta. Vaivalloisesta ulkoa opettelemisesta—esimerkiksi kertotaulun tai peruskaavojen muistamisesta—olisi kuitenkin se etu, että asioiden prosessointi nopeutuu.

Kalenius (2003) huomauttaa em. kaltaisten kulttuuriselitysten haasteena olevan se, että keskeisissä vertailumaissa kuten esimerkiksi Ruotsissa—jossa osaaminen kääntyi nousuun vuoden 2011 koulutus uudistuksen jälkeen—ulkoinen todellisuus on suurelta osin sama kuin Suomessa esimerkiksi teknologisen kehityksen suhteen. Miksi esimerkiksi viestintäteknologian alati laajempi käyttö ei kaikissa olosuhteissa näytäkään olevan yhteydessä oppimistulosten heikkenemiseen? Osaamisen trendin kääntämisessä keskeistä olisi selvittää, mihin asioihin investoimalla saisimme rahoillemme parhaan mahdollisimman hyödyn.

Itseohjautuvuuden puute puolestaan oli yksi keskeisistä syistä COVID-19-pandemian haittapuolien muuttumiseksi reaalisiksi koulutusongelmiksi niin kansallisesti (Goman ym., 2021) kuin kansainvälisestikin (esim. Schleicher, 2020). Motivoituneet ja itseohjautuvat oppilaat eivät niinkään kärsineet pandemiasta, mutta ne, joilla itseohjautuvuuden heikkous tai puute osoittautuivat ongelmiksi, eivät välttämättä saaneet juuri mitään oppimiseen liittyvää aikaa etäjaksojen aikana. Siksi UNESCON (2020) tutkijat suosittelivatkin huomion kiinnittämistä itsenäiseen opiskeluun liittyvien valmiuksien kehittymiseen. Vaikka COVID-19-pandemia onkin jo laantunut, suositus lienee silti ajankohtainen. Metsämuuronen ja Nousiainen (2021) pohtivatkin, että pedagogiselta kannalta tarkastellen osalle oppijoista ulkoinen motivaatio opettajan muodossa voi edelleen olla paras tapa oppia asioita, ja suosittivat, että oppilaiden oppimisprosessin itsesäätelyn ja omatoimisen työskentelyn tasoon on kiinnitettävä huomiota ja tässä havaittuja puutteita on järkevää korjata ja ominaisuutta tuettava varhaisista kouluvuosista lähtien.

Suosituksia

5

Vuoden 2021 matematiikan oppimistulosaineiston perusteella on aiemmin annettu 14 suositusta, näistä yhdeksän tasa-arvokysymyksiin liittyen (Metsämuuronen & Nousiainen, 2021) ja viisi aiemman pitkittäisanalyyssissä ja teknisissä ratkaisuisissa havaittujen haasteiden perusteella (Metsämuuronen & Nousiainen, 2023; Metsämuuronen & Suomilammi, 2023). Syventävien analyyssien perusteella annetaan kuusi suositusta. Suositukset nousevat molemmista raporteista, mutta ne julkaistaan vain tämän raportin yhteydessä

1. Matematiikan taidoiltaan heikoille oppilaille tulee kohdentaa aiempaa intensiivisempää oppimisen tukea mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Tukiopetusresursseja tulee suunnata riittävän tehokkaasti jo alkuopetukseen.

Arvosanan 5, 6 tai 7 saaneet oppilaat suoriutuivat omaan keskisuoriutumiseensa nähden selvästi heikommin tehtävissä, jotka liittyivät matemaattiseen ajatteluun, todennäköisyyteen ja päässä-laskuihin. Heikoimmin suoriutuvilla oppilaille on haasteita yksinkertaisimpienkin laskuoperaatioiden sujuvuudessa. Näyttää siis siltä, että heikkoja arvosanoja saaneiden sekä tehostettua ja erityistä tukea saavien oppilaiden opetuksessa saattaisi olla hyödyllistä harjoitella aiempaa enemmän esimerkiksi päässä-laskuissa tarvittavia strategioita, kuten esimerkiksi yksinkertaisten laskuoperaatioiden sujuvoittamista tai muistamistekniikoita. Ensin mainittu nopeuttaa laskuoperaatioiden tekemistä ja jälkimmäinen helpottaa esimerkiksi sanallisten ongelmien ratkaisua.

Päättövaiheessa heikoimmin suoriutuvista oppilaita lähes puolet on yleisen tuen piirissä. Vain noin puolet opettajista ilmaisi, että tuen piirissä olevat saavat riittävästi tukea erityisopettajalta. Oppimisen tukea tulisi tarjota oppilaille mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Jotta heikosti suoriutuville oppilaille voitaisiin tarjota aiempaa vahvempaa tukea riittävän varhain, matematiikan oppimisvaikeudet tulisi pystyä diagnosoimaan vastaavalla tavalla kuin mahdolliset luku- ja kirjoitusvaikeudet.

On siis suositeltavaa suunnata tukiopetusresursseja ja matematiikan oppimisvaikeuksien tunnistamista riittävän tehokkaasti varhaisin kouluvuosiin, sillä osaamisessa ilmeneviä puutteita on vaikeampi korjata ylempien luokkien aikana.

2. Oppilaita tulee tukea asettamaan oppimistavoitteensa matematiikan opinnoissaan omaan potentiaaliinsa nähden mahdollisimman korkealle.

Arviointitulosten mukaan oppilaiden, opettajien ja huoltajien positiiviset menestymisodotukset ovat systemaattisessa, joskin lievässä yhteydessä osaamisen tasoon. Sekä oppilaan oma tavoitteiden asettaminen että opettajan asettamat tavoitteet ja pedagoginen toiminta ohjaavat oppimista. Keskitymiseen ohjaaminen sekä harjoittelemisen ja vaivan näkemisen opettelemisen jo varhaisilla luokilla on edellytys matematiikan osaamisen kehittymiselle.

3. Matematiikan opiskeluun liittyvien tunteiden yhteydestä osaamiseen on tuotettava lisää tietoa. Kouluissa tulee vahvistaa kannustavaa ja turvallista ilmapiiriä ja työrauhaa.

Arvioinnin tulosten perusteella myönteiset tunteet ovat yhteydessä parempaan osaamistasoon ja myönteiseen minäkäsitykseen matematiikan osaajana. Aineiston perusteella ei kuitenkaan tiedetä, lisäävätkö myönteisemmät tunteet osaamisen tasoa. Siksi lisää tietoa tarvitaan tunteiden ja osaamisen yhteydestä. On tärkeää selvittää tunteiden yhteyttä myös kykyyn suunnata, kontrolloida ja koordinoida käytöstä sekä suunnata tarkkaavaisuutta tai suunnitella tehtäviä etukäteen.

Kaikissa taitotasoryhmissä tyttöjen matematiikka-ahdistus on suurempi kuin poikien, ja tytöt kokevat enemmän kielteisiä tunteita kuin pojat. Arviointitulosten perusteella näyttää siltä, että suuri ryhmäkoko on yhteydessä heikoimmin suoriutuneiden oppilaiden kielteisiin tunteisiin. Toisaalta luokan myönteinen, turvallinen ja kannustava ilmapiiri ja työrauha olivat yhteydessä myönteisiin tunteisiin.

4. Maahanmuuttotaustaisten oppilaiden matematiikan opetuksessa tulee huomioida paremmin kielitietoiset työtavat.

Vaikka kaikissa osaamisryhmissä on maahanmuuttotaustaisia oppilaita, he ovat merkittävästi yliedustettuina heikoimpien oppilaiden ryhmässä. Tulosten mukaan kielestä riippumattomissa, puhtaasti matemaattisesti helppoissa tehtävissä maahanmuuttotaustaiset oppilaat suoriutuvat yhtä sujuvasti (tai heikosti) kuin ei-maahanmuuttotaustaiset oppilaatkin; heillä ei siis ole useammin matematiikkavaikeuksia kuin ei-maahanmuuttotaustaisilla oppilaillakaan. Testin kieleen liittyvät haasteet ovat tällöin varteen otettava selitys heikommalle suoritukselle matematiikassa.

Varhaisten kouluvuosien matematiikan arviointien perusteella tiedetään, että osaamisessa on suuria eroja maahanmuuttotaustasta riippumatta. Eräänä selittävänä tekijänä on kielen osaamisen heikkous. Siksi kielitietoiset työtavat voivat oleellisesti nopeuttaa matematiikan osaamisen kehittymistä erityisesti varhaisilla koululuokilla maahanmuuttotaustasta riippumatta.

5. Opettajia suositellaan hyödyntämään arviointitietoa työtavoista, joilla ylläpidetään parhaiden osaajien motivaatiota ja joita opettajat ovat kokeneet hyödyllisiksi eriyttämisen keinoiksi parhaille osaajille.

Yleisesti ottaen tuki kouluissa priorisoidaan opinnoissaan heikommin suoriutuville oppilaille. Myös parhaat osaajat tarvitsevat mielekkäitä opetusratkaisuja ja yksilöllistä tukea oppimiseensa. On merkityksellistä kiinnittää huomiota siihen, miten parhaiden osaajien motivaatiota matematiikan opiskeluun pidetään yllä ja vahvistetaan, jotta opinnoissaan erinomaisesti pärjäävät oppilaat hakeutuvat vaativampiin matematiikan opintoihin ja myöhemmissä opinnoissaan matematiikan osaamista edellyttäville aloille. Monipuolisia eriyttämisen tapoja tarvitaan. Mikäli tässä epäonnistutaan, taitavat oppilaat saattavat alisuoriutua. Eräs ratkaisu on

matematiikan tuntien joustava ryhmittely, jolloin oppilas voisi valita eri nopeudella etenevistä ryhmistä omaan tilanteeseensa sopivimman.

Tulosten mukaan toimivia ja samalla kenties yleisimpiä opettajien käyttämiä eriyttämisen tapoja taitavien oppilaiden opetuksessa olivat ylöspäin eriytetyt yksittäiset tehtävät, lisätehtävät, joustava eteneminen muun ryhmän edelle ja ylöspäin eriytetyt kokonaiset tehtäväsarjat. Yksikään eriyttämisen keinoista ei ollut yhteydessä parempaan osaamisen tasoon, mutta tietyt eriyttämisen keinot olivat yhteydessä parhaiden osaajien myönteisiin asenteisiin. Ylöspäin eriytetyt yksittäiset tehtävät ja joustava eteneminen muun ryhmän edelle ovat yhteydessä oppilaiden matematiikasta pitämiseen ja matematiikan hyödylliseksi kokemiseen. Korkeampaan matemaattiseen minäkäsitykseen ovat voimakkaimmin yhteydessä erillinen työskentelypaikka ja ylöspäin eriytetty oppikirja. Myös opettajankoulutuksessa ja täydennyskoulutuksessa on syytä huolehtia siitä, että tarjotaan riittävästi keinoja myös taitavien oppilaiden eriyttämiseen.

6. Opettajien välistä yhteistyötä tulee tukea kouluissa.

Opettajien välisellä yhteistyöllä on lievästi myönteinen yhteys oppilaiden osaamiseen. Jos opettajien välistä yhteistyötä toteutetaan harvemmin kuin kuukausittain, oppilaiden osaaminen on heikompaa, kuin jos sitä toteutetaan viikoittain tai tätä useammin. Opettajien välinen yhteistyö voi lisätä oppilaiden yksilöllisten tarpeiden huomioimista ja toisaalta myös opettajien oman ammatillisen pääoman kasvua. Yhteistyötä tulisikin tukea entisestään, ja sen toteuttamiseen tulisi järjestää mahdollisuuksia. Opettajien välinen yhteistyö ja avoin keskustelu voivat auttaa myös oppilasarvioinnin yhdenmukaistumisessa.

Lähteet

6

Algorani, E. B., & Gupta, V. (2023). *Coping Mechanisms*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/nbk559031/>

Altinok, N., Diebolt, C., & Demeulemeester, J.-L. (2014). A new international database on education quality: 1965—2010. *Applied Economics*, 46(11), 1212–1247. [10.1080/00036846.2013.868592](https://doi.org/10.1080/00036846.2013.868592)

Altinok, N., Angrist, N., Patrinos, H. A. (2018). *Global Data Set on Education Quality (1965-2015)*. Policy Research Working Paper; No. 8314. World Bank. <http://hdl.handle.net/10986/29281>

APA (2007). *Report of the APA Task Force on Socioeconomic Status*. American Psychological Association.

Baye, A., & Monseur, C. (2016). Gender differences in variability and extreme scores in an international context. *Large-Scale Assessments in Education*, 4(4), 1–16. <https://doi.org/10.1186%2Fs40536-015-0015-x>

Bradley, R. H. & Corwyn, R. F. (2002). Socioeconomic Status and Child Development. *Annual Review of Psychology*, 53, 371–399. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135233>.

Cheung, M.W.-L. & Au, K. (2005). Applications of multilevel structural equation modeling to cross-cultural research. *Structural Equation Modeling*, 12(4), 598–619. https://doi.org/10.1207/s15328007sem1204_5

Cohen J (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2. laitos. Erlbaum.

Costa, P.T. & McCrae, R.R. (1985). *The NEO Personality Inventory Manual*. Psychological Assessment Resources.

Costa, P.T. & McCrae, R.R. (1989). *The NEO-PI/NEO-FFI Manual Supplement*. Psychological Assessment Records.

Costa, P. T. & McCrae, R. R. (1992). *NEO-PI-R: Professional Manual*. Psychological Assessment Resources.

- Costa, P. T. & McCrae, R. R. (1995). Domains and facets: Hierarchical personality assessment using the Revised NEO Personality Inventory. *Journal of Personality Assessment*, 64(1), 21–50. https://doi.org/10.1207/s15327752jpa6401_2
- Cox, D. R., & Snell, E. J. 1970. *The analysis of binary data*. 2. laitos. Chapman and Hall.
- Dilnot, J., Hamilton, L., Maughan, B., & Snowling, M. J. (2016). Child and environmental risk factors predicting readiness for learning in children at high risk of dyslexia. *Development and Psychopathology*, 29(1), 235–244. <http://dx.doi.org/10.1017/S0954579416000134>
- Farchi, M., Levy, T. B., Gershon, B. B., Hirsch-Gornemann, M. B., Whiteson, A., & Gidron, Y. (2018). The SIX Cs model for immediate cognitive psychological first aid: From helplessness to active efficient coping. *International Journal of Emergency Mental Health and Human Resilience*, 20(2), 1–12. <https://doi.org/10.4172/1522-4821.1000395>
- Fennema, E., & Sherman, J. A. (1976). Fennema-Sherman mathematics attitude scales: Instruments designed to measure attitudes toward the learning of mathematics by females and males. *Journal for Research in Mathematics Education*, 7(5), 324–326. <https://doi.org/10.2307/748467>
- Fernald, A., Marchman, V. A., & Weisleder, A. (2013). SES differences in language processing skill and vocabulary are evident at 18 months. *Developmental Science*, 16(2), 234–248. <https://doi.org/10.1111/desc.12019>.
- Flynn, J. R., & Shayer, M. (2018). IQ decline and Piaget: Does the rot start at the top? *Intelligence*, 66, 112–121. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2017.11.010>
- Freeman, R. B. & Viarengo, M. (2014). School and Family Effects on Educational Outcomes Across Countries. *Economic Policy*, 29(79), 395–446. <http://dx.doi.org/10.1111/1468-0327.12033>
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Seethaler, P. M., Cutting, L. E., & Mancilla-Martinez J. (2019). Connections between reading comprehension and word-problem solving via oral language comprehension: Implications for comorbid learning disabilities. *New Directions for Child and Adolescent Development*, 165, 73–90. <https://doi.org/10.1002/cad.20288>
- FUNA (2019). FUNA-DB-käsikirja. Oppimisanalytiikan keskus, Turun yliopisto. <http://oppimisanalytiikka.fi/funa>
- Goldberg, L. R. (1990). An alternative “description of personality”: The Big-Five factor structure. *Journal of Personality and Social Psychology*, 59(6), 1216–1229. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.59.6.1216>
- Goman, J., Huusko, M., Isoaho, K., Lehikko, A., Metsämuuronen, J., Rumpu N., Seppälä, H., Venäläinen, S., & Åkerlund, C. (2021). Poikkeuksellisten opetusjärjestelyjen vaikutukset tasa-arvon ja yhden vertaisuuden toteutumiseen eri koulutusaloilla. Osa III: Kansallisen arvioinnin yhteenveto ja suositukset. Julkaisut 8:2021. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. https://karvi.fi/wp-content/uploads/2021/04/KARVI_0821.pdf
- Gronlund, N. E., & Linn, R. L. (1990). *Measurement and evaluation in teaching*. 6. laitos. Pearson.
- Hattie, J. (2003). Teachers make a difference. What is the research evidence? Presentation at Australian Council for Educational Research Annual Conference on: Building Teacher

Quality. https://research.acer.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1003&context=research_conference_2003 Luettu: 13.7.2023.

Hattie, J. (2017). Visible Learning. Osoitteessa <https://visible-learning.org/wp-content/uploads/2018/03/VLPLUS-252-Influences-Hattie-ranking-DEC-2017.pdf> Luettu: 13.7.2023.

Hattie, J., Masters, D., & Birch, K. (2015). Visible Learning into Action. International Case Studies of Impact. Routledge.

Hautamäki, J. (2010). Minne vaihtelu menee? Oppilaiden, luokkien ja koulujen väliset erot oppimistuloksissa. Teoksessa M. Rimpelä & V. Bernelius, Peruskoulujen oppimistulokset ja oppilaiden hyvinvointi eriytyvällä Helsingin seudulla. MetrOP-tutkimus 2010–2013. Mitä tiedettiin tutkimuksen käynnistyttyä keväällä 2010 (ss. 49–54). Geotieteiden ja maantieteen laitoksen julkaisuja B. Yliopistopaino. Osoitteessa https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/17076/MetrOP-raportti_1_verkkoversio.pdf.

Hautamäki, J., Kupiainen, S., Marjanen, J., Vainikainen, M.-P., & Hotulainen, R. (2013). Oppimaan oppiminen peruskoulun päättövaiheessa. Tilanne vuonna 2012 ja muutos vuodesta 2001. Tutkimuksia 347. Helsingin yliopisto. https://www.academia.edu/13161750/Oppimaan_oppiminen_peruskoulun%C3%A4%C3%A4tt%C3%B6vaiheessa_Tilanne_vuonna_2012_ja_muutos_vuodesta_2001_Learning_to_learn_at_the_end_of_basic_education_The_situation_in_2012_and_the_change_from_2001

Hox, J.J. (1995). Applied Multilevel Analysis. TT-Publikaties.

Huisman, T. (2006). Luen, kirjoitan ja ratkaisen. Peruskoulun kolmasluokkalaisten oppimistulokset äidinkiessä ja kirjallisuudessa sekä matematiikassa. Oppimistulosten arviointi 7/2006. Opetushallitus. https://karvi.fi/app/uploads/2014/09/OPH_0906.pdf

Huisman, T., & Silverström, C. (2006). Läsa, skriva, räkna. Utvärdering av inlärningsresultat i modersmål och litteratur samt matematik i årskurs 3. Utvärdering av inlärningsresultat 8/2006. Utbildningsstyrelsen. https://karvi.fi/app/uploads/2014/10/OPH_1006.pdf

Jackson, M., Erikson, R., Goldthorpe, J. H., & Yaish, M. (2007). Primary and Secondary Effects in Class Differentials in Educational Attainment: The Transition to A-Level Courses in England and Wales. *Acta Sociologica*, 50(3), 211–229. <http://www.jstor.org/stable/20459999>

Jauhainen, K.-M. (2013). Kouluhyvinvointi nuorten tulkitsemana. Dissertations in Social Sciences and Business Studies, No. 52. Itä-Suomen yliopisto. https://erepo.uef.fi/bitstream/handle/123456789/11943/urn_isbn_978-952-61-1021-9.pdf

Johnson, W., Carothers, A., & Deary, I. J. (2008). Sex differences in variability in general intelligence: A new look at the old question. *Perspectives on Psychological Science*, 3(6), 518–531. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-6924.2008.00096.x>

Kalenius, A. (2023). Sivistyskatsaus 2023. Opetus- ja kulttuuriministeriö. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/164564>

Kass, G. (1980). An exploratory technique for investigating large quantities of categorical data. *Applied Statistics*, 29(2), 119–127. <https://doi.org/10.2307/2986296>

Kivinen, O. & Rinne, R. (1995). Koulutuksen periytyvyys: nuorten koulutus ja tasa-arvo Suomessa. Koulutus 1995:4. Tilastokeskus.

Ko, H.K., Choi, S. & Kaji, S. (2021). Who has given up on mathematics? A data analysis. *Asia Pacific Educational Review*, 22, 699–714. <https://doi.org/10.1007/s12564-021-09709-6>

Konu, A. (2002): Oppilaiden hyvinvointi koulussa. *Acta Universitatis Tamperensis* 887. Tampereen yliopisto.

Kreft, I.G.G. (1996). Are multi-level techniques necessary? An overview, including simulation studies. California State University.

Krieger, N., Williams, D. R., & Moss, H. W. (1997). Measuring social class in US public health research: concepts, methodologies, and guidelines. *Annual Review of Public Health*, 18, 341–378. <https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.18.1.341>

Kupiainen, S. (2016). Luokkien väliset erot. Teoksessa R. Hotulainen, A. Rimpelä, J. Hautamäki, S. Karvonen, J. M. Kinnunen, S. Kupiainen, P. Lindfors, J. Minkkinen, L. Pere, H. Thuneberg, M.-P. Vainikainen, & T. Wallenius, Osaaminen ja hyvinvointi yläkoulusta toiselle asteelle: Tutkimus metropolialueen nuorista (s. 67–95). Opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia 398. Helsingin yliopisto. <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/100405/978-952-03-0347-1.pdf>

Kupiainen, S. (2018). Yksi peruskoulu, monenlaisia luokkia? *e-Erika* 1/2018, 15–23. <https://journals.helsinki.fi/e-erika/article/view/46>

Lönnqvist, J. E. & Tuulio-Henriksson, A. (2008). NEO-PI-R persoonallisuusmittarin suomenkielisen käännöksen validointi. *Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B33/2008*. Yliopistopaino.

Maas, C.J.M. & Hox, J.J. (2005). Sufficient sample sizes for multilevel modeling. *Methodology: European Journal of Research Methods for the Behavioral and Social Sciences*, 1(3), 86–92. <https://doi.org/10.1027/1614-2241.1.3.86>

Metsämuuronen, J. (2001). Suuret ikäluokan ja kuntien haasteet sosiaali- ja terveysalalla. Teoksessa J. Metsämuuronen, Sosiaali- ja terveysalan tulevaisuutta etsimässä (ss. 49–59). International Methelp Oy. Julkaistu aiemmin Suomen Lääkärilehti 15/1999, 2015–2021.

Metsämuuronen, J. (2009a). Metodit arvioinnin apuna. Perusopetuksen oppimistulosarviointien ja -seurantojen menetelmätarkaisut Opetushallituksessa. *Oppimistulosten arviointi* 1/2009. Opetushallitus.

Metsämuuronen, J. (2009b). Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. 4. laitos. International Methelp Oy.

Metsämuuronen, J. (toim.) (2013). Perusopetuksen matematiikan oppimistulosten pitkittäisarviointi vuosina 2005–2012. Koulutuksen seurantaraportit 2013:4. Opetushallitus. https://karvi.fi/wp-content/uploads/2013/09/OPH_0413.pdf

Metsämuuronen, J. (2017). Oppia ikä kaikki. Matemaattinen osaaminen toisen asteen koulutuksen lopussa 2015. Julkaisut 1:2017. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. https://karvi.fi/wp-content/uploads/2017/03/KARVI_0117-1.pdf

Metsämuuronen, J. (2022a). Deflation-corrected estimators of reliability. *Frontiers in Psychology*, 12:748672, <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.748672>

Metsämuuronen, J. (2022b). Attenuation-corrected reliability and some other MEC-corrected estimators of reliability. *Applied Psychological Measurement*, 46(8). <https://doi.org/10.1177/01466216221108131>

Metsämuuronen, J. (2022c). Reliability for a score compiled from multiple booklets with equated scores. Preprint osoitteessa https://www.researchgate.net/publication/358849481_Reliability_for_a_score_compiled_from_multiple_booklets_with_equated_scores

Metsämuuronen, J. (2022d). Artificial systematic attenuation in eta squared and some related consequences. Attenuation-corrected eta and eta squared, negative values of eta, and their relation to Pearson correlation. *Behaviormetrika*, 50, 27–61. <https://doi.org/10.1007/s41237-022-00162-2>

Metsämuuronen, J. (2022e). Directional nature of the product-moment correlation coefficient and some consequences. *Frontiers in Psychology*, 13:988660. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.988660>

Metsämuuronen, J. (2022f). Deflation-corrected F-test statistic, effect size, and explaining power. Note on the radical deflation in eta squared and F-test statistics. Preprint at <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.19260.51840>

Metsämuuronen, J. (toim.). (2023). Matematiikkaa COVID-19-pandemian varjossa IV. Opettajat ja poikkeuksellisen heikosti ja hyvin suoriutuneiden oppilaiden osaaminen ja akateemiset tunteet matematiikan 9. luokan arvioinnissa keväällä 2021. Julkaisut 32:2023. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus.

Metsämuuronen, J., Holm, M., & Räsänen, P. (2023). Matematiikassa heikoimmin suoriutuneiden oppilaiden erityiskysymyksiä. Teoksessa J. Metsämuuronen (toim.), Matematiikkaa COVID-19-pandemian varjossa IV. Opettajat ja poikkeuksellisen heikosti ja hyvin suoriutuneiden oppilaiden osaaminen ja akateemiset tunteet matematiikan 9. luokan arvioinnissa keväällä 2021 (ss. 84–127). Julkaisut 32:2023. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus.

Metsämuuronen, J., & Lehikko, A. (2022). Challenges and possibilities of educational equity and equality in the post-COVID-19 realm in the Nordic countries. *Scandinavian Journal of Educational Research*. <https://doi.org/10.1080/00313831.2022.2115549>

Metsämuuronen, J. & Nousiainen, S. (2021). Matematiikkaa COVID-19-pandemian varjossa. Matematiikan osaaminen 9. luokan lopussa keväällä 2021. Julkaisut 27:2021. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. https://www.karvi.fi/sites/default/files/sites/default/files/documents/KARVI_2721.pdf

Metsämuuronen, J. & Nousiainen, S. (toim.) (2023). Matematiikkaa COVID-19-pandemian varjossa II. Menetelmälliset ratkaisut matematiikan 9. luokan arvioinnissa keväällä 2021. Julkaisut 5:2023. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. https://www.karvi.fi/sites/default/files/sites/default/files/documents/KARVI_0523.pdf

Metsämuuronen, J. & Salonen, R. V. (2017). Matematiikan osaamisen piirteitä ammatillisessa koulutuksessa 2015 ja pitkän ajan muutoksia. Julkaisut 2:2017. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. https://karvi.fi/wp-content/uploads/2017/03/KARVI_0217.pdf

Metsämuuronen, J., & Suomilammi, M. (2023). Kolmen kansallisen populaation keskeiset erottelevat piirteet sekä heikkojen ja parempien oppilaiden osaamisen rajapintatarkastelua. Teoksessa J. Metsämuuronen & S. Nousiainen (toim.), *Matematiikkaa COVID-19-pandemian varjossa II. Menetelmälliset ratkaisut matematiikan 9. luokan arvioinnissa keväällä 2021* (ss. 127–172). Julkaisut 5:2023. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus.

Metsämuuronen, J. & Tuohilampi, L. (2017). Matematiikan osaamisen piirteitä lukiokoulutuksen lopussa 2015. Julkaisut 3:2017. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus.

Metsämuuronen, J. & Ukkola, A. (2022). Rudimentary stages of the mathematical thinking and proficiency. Mathematical skills of low-performing pupils at the beginning of the first grade. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 10(2), 56–83. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.10.2.1632>

Myrskylä P (2009). Koulutus periytyy edelleen. Hyvinvointikatsaus 1/2009. Saatavilla osoitteessa http://www.stat.fi/artikkelit/2009/art_2009-03-16_002.html?s=0

Nagelkerke, N. J. D. (1991). A Note on a General Definition of the Coefficient of Determination. *Biometrika*, 78(3), 691–692. <https://doi.org/10.1093/biomet/78.3.691>

Niemi, E. K., & Metsämuuronen, J. (toim.) (2008). Miten matematiikan taidot kehittyvät? Matematiikan oppimistulokset peruskoulun viidennen vuosiluokan jälkeen vuonna 2008. Koulutuksen seurantaraportit 2010:2. Opetushallitus.

Niemi, L. H. L., & Metsämuuronen, J. (2023). Matematiikassa erinomaisesti suoriutuneiden oppilaiden erityiskysymyksiä. Teoksessa J. Metsämuuronen (toim.), *Matematiikkaa COVID-19-pandemian varjossa IV. Opettajat ja poikkeuksellisen heikosti ja hyvin suoriutuneiden oppilaiden osaaminen ja akateemiset tunteet matematiikan 9. luokan arvioinnissa keväällä 2021* (ss. 128–154). Julkaisut 32:2023. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus.

Nousiainen, S., Kivistö, A., & Metsämuuronen, J. (2023). Opettajan toiminta päättövaiheen matematiikan osaamisen valossa. Teoksessa J. Metsämuuronen (toim.), *Matematiikkaa COVID-19-pandemian varjossa IV. Opettajat ja poikkeuksellisen heikosti ja hyvin suoriutuneiden oppilaiden osaaminen ja akateemiset tunteet matematiikan 9. luokan arvioinnissa keväällä 2021* (ss. 19–54). Julkaisut 32:2023. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus.

O’Dea, R. E., Lagisz, M., Jennions, M. D., & Nakagawa, S. (2018). Gender differences in individual variation in academic grades fail to fit expected patterns for STEM. *Nature communications*, 9(1), 3777. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-06292-0>

OECD (2016), *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*. PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264266490-en>.

OECD (2019a), *PISA 2018 Results (Volume III): What School Life Means for Students’ Lives*. PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/acd78851-en>

OECD (2019b). Country note. OECD Publications.

Suomi: https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_FIN.pdf

Ruotsi: https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_SWE.pdf

Norja: https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_NOR.pdf

Tanska: https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_DNK.pdf

Viro: https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_EST.pdf

OPH (2014). Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014. Määräykset ja ohjeet 2014:96. Opetushallitus. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf

OPH (2020). Oppilaan oppimisen ja osaamisen arviointi perusopetuksessa. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden 2014 muutokset. Opetushallitus 10.2.2020. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen-arviointiluku-10-2-2020_2.pdf

Parhiala, P. (2020a). The role of learning difficulties and brief treatment for student well-being. JYU Dissertations 184. Jyväskylän yliopisto.

Parhiala, P. (2020b). Kouluhyvinvointi – miten voidaan tukea ja mitä tehdä, kun ongelmia ilmenee? Oppimisen ja oppimisvaikeuksien erityislehti, 30(3), 1–11. https://bulletin.nmi.fi/wp-content/uploads/2022/10/Bulletin_3_2020_4-11.pdf

Paracchini, S., Scerri, T., & Monaco, A. P. (2007). The genetic lexicon of dyslexia. *Annual Review of Genomics & Human Genetics*, 8, 57–79. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.genom.8.080706.092312>

Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational psychology review*, 18(4), 315–341. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>

Pennington, B. F. (2006). From single to multiple deficit models of developmental disorders. *Cognition* 101(2), 385–413. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2006.04.008>

Rimfeld, K., Malanchini, M., Krapohl, E., Hannigan, L., Dale, P., & Plomin, R. (2018). The stability of educational achievement across school years is largely explained by genetic factors. *Science of Learning*, 3(16). <https://doi.org/10.1038/s41539-018-0030-0>

Ruohola S (2012). Äidiltä tyttäreille. Koulutuskulttuurisia siirtymiä neljässä sukupolvessa. Turun yliopiston julkaisu C 342.

Räsänen, P., Aunio, P., Laine, A., Hakkarainen, A., Väisänen, E., Finell, J., Rajala, T., Laakso, M.-J., & Korhonen, J. (2021). Effects of gender on basic numerical and arithmetic skills: Pilot data from 3rd to 9th grade for a large-scale online dyscalculia screener. *Frontiers in Education*, 6:683672. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.683672>

Salonen, R. V. (2023). Tunteiden mittaaminen matematiikan arvioinnissa—Tunnemittari, uskomukset ja kontrolli–arvo-teoria. Teoksessa J. Metsämuuronen & S. Nousiainen (toim.), *Matematiikkaa COVID-19-pandemian varjossa II. Menetelmälliset ratkaisut matematiikan 9. luokan arvioinnissa keväällä 2021* (ss. 173–189). Julkaisut 5:2023. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus.

Salonen, R. V., Haataja, E. H. S., & Hannula, M. S. (2023). Tunteiden rooli yhdeksäsluokkalaisten matematiikan osaamisessa ja kokemuksissa matematiikan opetuksesta. Teoksessa J. Metsämuuronen (toim.), *Matematiikkaa COVID-19-pandemian varjossa IV. Opettajat ja poikkeuksellisen heikosti ja hyvin suoriutuneiden oppilaiden osaaminen ja akateemiset tunteet matematiikan 9. luokan arvioinnissa keväällä 2021* (ss. 53–83). Julkaisut 32:2023. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus.

Sawilowsky, S. (2009). New effect size rules of thumb. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 8(2), 467–474. <http://dx.doi.org/10.22237/jmasm/1257035100>

Ukkola, A. & Kivistö, A. (toim.) (2023). *Matematiikan viitekehys kansallisen koulutuksen arviointikeskuksen oppimistulosarviointiin vuosiluokilla 1–9*. Julkaisut 6:2023. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus.

Ukkola, A. & Metsämuuronen, J. (2019). Alkumittaus—Matematiikan ja äidinkielen ja kirjallisuuden osaaminen ensimmäisen luokan alussa. *Julkaisut 17:2019*. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus.

Ukkola, A., & Metsämuuronen, J. (2021). Matematiikan ja äidinkielen ja kirjallisuuden osaaminen kolmannen luokan alussa. *Julkaisut 20:2021*. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus.

Ukkola, A., & Metsämuuronen, J. (2023). Matematiikan ja äidinkielen taidot alkuopetuksen aikana. Perusopetuksen oppimistulosten pitkäjäsenarviointi 2018–2020. *Julkaisut 1:2023*. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus.

Ukkola, A., Metsämuuronen, J., & Paananen, M. (2020). Alkumittauksen syventäviä kysymyksiä. *Julkaisut 10:2020*. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus.

UNESCO (2020). *Education and COVID-19: Challenges and opportunities*. UNESCO. <https://en.ccunesco.ca/idealab/education-and-covid-19-challenges-and-opportunities>

Vainikainen, M.-P. & Hautamäki, J. (2022). Three Studies on Learning to Learn in Finland: Anti-Flynn Effects 2001-2017. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 66(1), 43–58 . <https://doi.org/10.1080/00313831.2020.1833240>

van Bergen, E., van der Leij, A., & de Jong, P. F. (2014). The intergenerational multiple deficit model and the case of dyslexia. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 346. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00346>

Vargha, A. & Delaney, H. D. (2000) A critique and improvement of the CL common language effect size statistics of McGraw and Wong. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 25(2), 101–132. <https://doi.org/10.3102/10769986025002101>

VATT (2018). *Economic Policy Council Report 2017*. Economic Policy Council. VATT. <https://www.talouspolitiikanarviointineuvosto.fi/wordpress/wp-content/uploads/2018/01/Report2017.pdf>

Venäläinen, S., Laimi, T., Seppälä, S., Vuojus, T., Viitala, M., Ahlholm, M., Latomaa, S., Mård-Miettinen, K., Nirkkonen, M., Huhtanen, M., & Metsämuuronen, J. (2022). *Kielellisiä taitoja ja koulunkäyntivalmiuksia – Valmistavan opetuksen ja oman äidinkielen opetuksen tila ja vaikuttavuus -arviointi*. *Julkaisut 19:2022*. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus.

Willcutt, E. G., Betjemann, R. S., McGrath, L. M., Chhabildas, N. A., Olson, R. K., DeFries, J. C., & Pennington, B. F. (2010). Etiology and neuropsychology of comorbidity between RD and ADHD: The case for multiple-deficit models. *Cortex*, 46(10), 1345–1361. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cortex.2010.06.009>

Liitteet



Liite 1. Liitetaulukoita

TAULUKKO 6. Arvosanaan ja koulun käyntiin liittyvät osatekijät matematiikan osaamisen selittäjinä

	Standardoimaton kerroin		Standardoitu kerroin	Tilastollinen päättely		Kollineaarisuustunnusluvut	
	B	Keski- virhe	Beta	t-testi	merkitsevyys	Toleranssi	VIF
Muuttujat ^{1,2}							
Vakio	18,71	5,26		3,56	< 0,001		
Matematiikan arvosana	58,46	0,56	0,72	105,19	< 0,001	0,81	1,23
T24B. Kuinka paljon aikaa käytät yleensä matematiikan kotitehtävien tekemiseen viikossa? (1 = en lainkaan; 2 = 1-15 min; 3 = 15-30 min; 4 = 30-60 min; 5 = 1-2 h, 6 = >6 h)	5,57	0,68	0,06	8,14	< 0,001	0,83	1,20
T7DB4 Opiskeletko erikoisluokalla MAT-, STEM-, tai LUMA luokka (0 = en opiskele; 1 = opiskelen)	33,34	5,41	0,04	6,16	<,001	1,00	1,00
T21B. Oletko osallistunut matematiikkakerhoon luokkien 7, 8 tai 9 aikana? (0 = en ole; 1 = olen)	-12,27	3,84	-0,02	-3,19	0,001	0,99	1,01
T25B. Kuinka paljon käytät aikaa valmistautuessasi matematiikan kokeeseen? (1 = en lainkaan; 2 = 1-30 min; 3 = 30-60 min; 4 = 1-2 h, 5 = 2-4 h; 6 = >4 h)	-5,70	0,47	-0,08	-12,02	< 0,001	0,83	1,21
T22B. Kuinka monta kertaa olet saanut matematiikassa tukiopetusta luokkien 789 aikana? (1 = en kertaakaan, 2 = 1-3 kertaa, 3 = 4-8 kertaa, 4 = >8 kertaa)	-11,38	0,84	-0,09	-13,58	< 0,001	0,81	1,24
	R	R ²	Adj. R ²	estimaatin keskivirhe			
	0,774	0,599	0,598	70,84			

¹ muuttujat on järjestetty t-testisuureen perusteella laskevaan järjestykseen

² Stepwise Regression, selitettävänä kokonaisosaaminen, selittäjinä koulunkäyntiin liittyvät yksittäiset osatekijät ilman summuuttujia

TAULUKKO 7. Oppilaaseen liittyvät osatekijät matematiikan osaamisen selittäjinä

	Standardoimaton kerroin		Standardoitu kerroin	Tilastollinen päättely		Kollineaarisuustunnusluvut	
	B	Keskivirhe	Beta	t-testi	merkitsevyys	Toleranssi	VIF
Muuttujat ^{1,2}							
Vakio	354,36	5,80		61,06	< 0,001		
T8B. Jatkokoulutus. Mitä aiot tehdä peruskoulun jälkeen? (Dummy) (1 = Lukio, pitkä matematiikka; 0 = muu)	100,51	2,13	0,44	47,12	< 0,001	0,59	1,71
SUM T17. OSAA; minä matematiikan osaajana (1–5 jatkuva mja)	21,53	1,19	0,18	18,05	< 0,001	0,51	1,94
T8B. Jatkokoulutus. Mitä aiot tehdä peruskoulun jälkeen? (Dummy) (1 = Lukio, lyhyt matematiikka; 0 = muu)	37,60	2,27	0,14	16,55	< 0,001	0,73	1,37
SUM T18. Positiivinen tunnetila matematiikan yhteydessä (1–25, intervalliasteikollinen mja)	1,11	0,13	0,08	8,27	< 0,001	0,56	1,80
T24B. Kuinka paljon aikaa käytät yleensä matematiikan kotitehtävien tekemiseen viikossa? (1 = en lainkaan; 2 = 1-15 min; 3 = 15-30 min; 4 = 30-60 min; 5 = 1-2 h, 6 = >6 h)	4,90	0,79	0,05	6,18	< 0,001	0,82	1,22
T7DB4 STEM Opiskeletko erikoisluokalla MAT-, STEM- tai LUMA-luokka (Dummy) (0 = en opiskele; 1 = opiskelen)	30,50	6,11	0,04	4,99	< 0,001	0,99	1,01
SUM T17. HYÖTY; matematiikan koettu hyöty (1–5 jatkuva mja)	3,89	0,98	0,03	3,97	< 0,001	0,77	1,29
T21B. Oletko osallistunut matematiikkakerhoon luokkien 7, 8 tai 9 aikana? (0 = en ole; 1 = olen)	-14,81	4,45	-0,02	-3,33	< 0,001	0,97	1,03
KSukupuoli (1 = poika; 2 = tyttö)	-8,67	1,71	-0,04	-5,08	< 0,001	0,87	1,14
T25B. Kuinka paljon käytät aikaa valmistautuessasi matematiikan kokeeseen? (1 = en lainkaan; 2 = 1-30 min; 3 = 30-60 min; 4 = 1-2 h, 5 = 2-4 h; 6 = >4 h)	-6,31	0,56	-0,09	-11,27	< 0,001	0,79	1,27
KS2 status (0 = ei ole; 1 = on)	-43,11	3,41	-0,09	-12,66	< 0,001	0,96	1,04
T22B. Kuinka monta kertaa olet saanut matematiikassa tukiopetusta luokkien 7-9 aikana? (1 = en kertaakaan, 2 = 1-3 kertaa, 3 = 4-8 kertaa, 4 = >8 kertaa)	-18,03	0,97	-0,15	-18,69	< 0,001	0,81	1,24
KTukiopetus 3-portainen (0 = yleinen tuki; 1 = tehostettu tuki; 2 = erityinen tuki)	-40,16	1,85	-0,17	-21,76	< 0,001	0,88	1,14
	R	R ²	Adj. R ²	estimaatin keskivirhe			
	0,710	0,505	0,504	78,81			

¹ muuttujat järjestetty t-testisuureen perusteella laskevaan järjestykseen

² Stepwise Regression, selitettävänä kokonaisosaaminen, selittäjinä oppilaaseen liittyvät yksittäiset tekijät

TAULUKKO 8. Emotionaalisen hyvinvoinnin yksittäiset osatekijät matematiikan osaamisen selittäjinä

	Standardoimaton kerroin		Standardoitu kerroin	Tilastollinen päättely		Kollineaarisuus-tunnusluvut	
	B	Keski- virhe	Beta	t-testi	merkit- sevyys	Toleranssi	VIF
Muuttujat ^{1,2}							
Vakio	355,85	8,45		42,14	< 0,001		
T18.2 Tunnetila: kiinnostunut	19,16	1,57	0,188	12,20	< 0,001	0,30	3,34
T17.AS11 Mielestäni olen hyvä matematiikassa.	14,18	1,30	0,158	10,88	< 0,001	0,34	2,98
T17.AS1 Matematiikka on helppo oppiaine.	8,48	1,29	0,091	6,57	< 0,001	0,37	2,70
T17.AS7 Matematiikka on yksi lempiaineistani.	6,67	1,08	0,084	6,20	< 0,001	0,38	2,62
T17.AS2 Tulevissa opinnoissani tarvitsen matematiikan tietoja ja taitoja.	5,99	1,04	0,063	5,78	< 0,001	0,59	1,71
T18.3 Tunnetila: onnistunut	9,65	1,75	0,087	5,53	< 0,001	0,29	3,51
T18.10 Tunnetila: epävarma	5,00	1,06	0,054	4,73	< 0,001	0,55	1,83
T17.AS12 Pelkään matematiikan kokeita.	3,35	0,84	0,04	3,99	< 0,001	0,69	1,45
T18.5 Tunnetila: varma	5,49	1,50	0,053	3,66	< 0,001	0,34	2,93
T18.4 Tunnetila: tyytyväinen	4,23	1,72	0,039	2,46	0,014	0,28	3,52
T17.AS4 Matematiikka on ikävyyttävä oppiaine.	2,22	1,06	0,024	2,09	0,037	0,53	1,91
T17.AS13 Monet asiat ovat matematiikassa vaikeita.	-2,60	1,06	-0,028	-2,45	0,014	0,55	1,81
T18.6 Tunnetila: vihainen	-2,49	0,98	-0,027	-2,55	0,011	0,61	1,63
T17.AS6 Yrittäessäni tehdä matematiikan tehtäviä pääni tuntuu tyhjältä, enkä pysty ajattelemaan selkeästi.	-2,63	1,03	-0,03	-2,56	0,01	0,52	1,92
T17.AS8 Matematiikan tiedot ja taidot ovat arkielämän tilanteissa tarpeen.	-2,94	1,05	-0,031	-2,81	0,005	0,59	1,70
T17.AS5 Pidän matematiikan tunteista.	-3,55	1,25	-0,037	-2,84	0,004	0,41	2,42
T17.AS10 En tarvitse tulevaisuudessa juurikaan sitä, mitä matematiikassa on tähän mennessä opiskeltu.	-3,11	0,97	-0,033	-3,20	0,001	0,68	1,46
T17.AS9 Yleensä meillä on matematiikassa kiinnostavia tehtäviä.	-5,08	1,30	-0,053	-3,91	< 0,001	0,39	2,56
T18.7 Tunnetila: avuton	-5,65	1,20	-0,059	-4,71	< 0,001	0,46	2,19
T15B. Kuinka paljon sinulla on ollut poissaoloja koulusta tämän lukuvuoden aikana?	-6,80	0,89	-0,065	-7,61	< 0,001	0,96	1,04
T18.1 Tunnetila: innostunut	-14,07	1,49	-0,136	-9,47	< 0,001	0,34	2,92
T17.AS3 Minun on mahdotonta päästä hyviin tuloksiin matematiikassa.	-9,54	0,95	-0,109	-10,06	< 0,001	0,60	1,67
	R	R ²	Adj. R ²	estimaatin keskivirhe			
	0,544	0,296	0,294	93,45			

¹ muuttujat on järjestetty t-testisuureen perusteella laskevaan järjestykseen

² Stepwise Regression, selitettävänä kokonaisosaaminen, selittäjinä emotionaalisen hyvinvoinnin yksittäiset osatekijät ilman summamuuttujia

TAULUKKO 9. Sosiaalisten hyvinvoinnin yksittäiset osatekijät matematiikan osaamisen selittäjinä

	Standardoimaton kerroin		Standardoitu kerroin	Tilastollinen päättely		Kollineaarisuustunnusluvut	
	B	Keskivirhe	Beta	t-testi	merkitsevyys	Toleranssi	VIF
Muuttujat ^{1,2}							
Vakio	340,572	6,619		51,455	<,001		
T28.9 Oppitunneilla... oppilaat neuvovat/auttavat toisiaan (Likertasteikko 1–5)	24,422	1,112	0,211	21,954	<,001	0,993	1,007
T16.6 Oppilaat ovat: levittäneet minusta ilkeitä juoruja (järjestysasteikko 1–5)	10,329	2,252	0,077	4,586	<,001	0,329	3,037
T16.5 Oppilaat ovat: lyöneet tai tönnineet minua (järjestysasteikko 1–5)	5,184	2,575	0,038	2,013	0,044	0,253	3,96
T16.4 Oppilaat ovat: ottaneet tai tuhonneet minulle kuuluneita esineitä (järjestysasteikko 1–5)	-10,108	2,82	-0,072	-3,584	<,001	0,228	4,392
	R	R ²	Adj. R ²	estimaatin keskivirhe			
	0,223	0,050	0,049	108,89			

¹ muuttujat on järjestetty t-testisuureen perusteella laskevaan järjestykseen

² Stepwise Regression, selitettävänä kokonaisosaaminen, selittäjinä kiusaamisen ja auttamisen yksittäiset osatekijät ilman summamuuttujaa

TAULUKKO 10. Kouluhyvinvointia mahdollistavat yksittäiset osatekijät matematiikan osaamisen selittäjinä

	Standardoimaton kerroin		Standardoitu kerroin	Tilastollinen päättely		Kollineaarisuus-tunnusluvut	
	B	Keski- virhe	Beta	t-testi	merkitsevyys	Toleranssi	VIF
Muuttujat ^{1,2}							
Vakio	372,15	7,844		47,45	< 0,001		
T17.AS21 Huoltajani mielestä matematiikka on tärkeä oppiaine. (Likert-asteikko 1–5)	16,71	1,481	0,171	11,28	< 0,001	0,39	2,57
T29.4 Ilmapiiri on... levollinen esim. oikeiden ratkaisujen etsimiselle on aikaa (Järjestysasteikko 1–5)	14,08	1,291	0,124	10,91	< 0,001	0,70	1,44
T29.2 Ilmapiiri on... kannustava esim. oppilaiden vahvuuksia tuetaan virheisiin reagoimisen sijaan (Likert-asteikko 1–5)	10,76	1,297	0,099	8,30	< 0,001	0,63	1,59
T17.AS20 Kotonani arvostetaan koulutusta. (Likert-asteikko 1–5)	12,68	1,719	0,127	7,37	< 0,001	0,30	3,32
T29.6 Ilmapiiri on... leppoisa esim. oppilaat nauravat tunneilla spontaanisti (Järjestysasteikko 1–5)	4,54	1,18	0,043	3,84	< 0,001	0,72	1,39
T27B. Kuuntelevatko oppilaat matematiikan tunneilla, mitä opettaja sanoo? (Järjestysasteikko 1–5)	4,78	1,504	0,031	3,18	0,001	0,93	1,08
T17.AS22 Huoltajat pitävät tärkeänä, että menestyn opinnoissani. (Likert-asteikko 1–5)	-5,69	1,636	-0,057	-3,48	< 0,001	0,34	2,97
T17.AS19 Huoltajani ovat kiinnostuneita koulunkäynnistäni. (Likert-asteikko 1–5)	-13,23	1,521	-0,137	-8,70	< 0,001	0,36	2,79
T29.5 Ilmapiiri on... toiminnallinen esim. oppilaat ilmaisevat tekemisen iloa (Järjestysasteikko 1–5)	-12,08	1,247	-0,112	-9,69	< 0,001	0,67	1,50
T29.3 Ilmapiiri on... stressaava esim. uuden oppimiselle ei ole aikaa (Järjestysasteikko 1–5)	-13,59	0,954	-0,139	-14,24	< 0,001	0,94	1,06
	R	R ²	Adj. R ²	estimaatin keskivirhe			
	0,319	0,102	0,101	105,60			

¹ muuttujat on järjestetty t-testisuureen perusteella laskevaan järjestykseen

² Stepwise Regression, selitettävänä kokonaisosaaminen, selittäjinä kouluhyvinvointia mahdollistavat yksittäiset osatekijät ilman summamuuttujia

TAULUKKO 11. Kouluhyvinvoinnin osatekijät matematiikan osaamisen selittäjinä

	Standardoimaton kerroin		Standardoitu kerroin	Tilastollinen päättely		Kollineaarisuus-tunnusluvut	
	B	Keski- virhe	Beta	t-testi	merkitsevyys	Toleranssi	VIF
Muuttujat ^{1,2}							
Vakio	269,70	7,526		35,84	< 0,001		
SUM T17A. Kokonaisasenne matematiikkaa kohtaan	43,61	1,707	0,313	25,55	< 0,001	0,49	2,04
SUM 18. Positiivinen tunnetila matematiikan yhteydessä	25,83	1,544	0,209	16,73	< 0,001	0,47	2,12
T28.9 Oppitunneilla... oppilaat neuvovat/auttavat toisiaan	12,11	1,118	0,105	10,83	< 0,001	0,79	1,27
T14. kouluviihtyvyys	-3,72	1,572	-0,022	-2,37	0,018	0,82	1,22
SUM T16. Koulukiusaaminen	-3,54	1,293	-0,024	-2,74	0,006	0,98	1,02
SUM T17B. Kodin antama tuki	-5,07	1,035	-0,046	-4,89	< 0,001	0,84	1,20
SUM 29. Positiivinen luokkailmapiiri	-7,36	1,501	-0,050	-4,90	< 0,001	0,71	1,40
T15. poissaolojen määrä	-8,62	0,919	-0,083	-9,37	< 0,001	0,95	1,05
	R	R ²	Adj. R ²	estimaatin keskivirhe			
	0,499	0,249	0,249	96,48			

¹ muuttujat järjestetty t-testisuureen perusteella laskevaan järjestykseen

² Stepwise Regression, selitettävänä kokonaisosaaminen, selittäjinä kouluhyvinvointiin liittyvät summamuuttujat

TAULUKKO 12. Vertaisryhmään ja kouluviihtyvyyteen liittyvät osatekijät matematiikan osaamisen selittäjinä

	Standardoimaton kerroin		Standardoitu kerroin	Tilastollinen päättely		Kollineaarisuus-tunnusluvut	
	B	Keski- virhe		t-testi	merkitsevyys	Toleranssi	VIF
Muuttujat ^{1,2}			Beta				
Vakio	344,36	10,26		33,56	< 0,001		
T18.2 Tunnetila: kiinnostunut	17,67	1,56	0,17	11,32	< 0,001	0,31	3,26
T17.AS11 Mielestäni olen hyvä matematiikassa.	14,28	1,30	0,16	10,95	< 0,001	0,34	2,96
T28.9 Oppitunneilla... oppilaat neuvovat/auttavat toisiaan (Likert-asteikko 1–5)	10,13	1,12	0,09	9,02	< 0,001	0,76	1,32
T17.AS1 Matematiikka on helppo oppiaine.	10,21	1,28	0,11	8,00	< 0,001	0,38	2,62
T29.4 Ilmapiiri on... levollinen esim. oikeiden ratkaisujen etsimiselle on aikaa (Järjestysasteikko 1–5)	7,38	1,16	0,07	6,38	< 0,001	0,69	1,45
T18.3 Tunnetila: onnistunut	8,58	1,57	0,08	5,45	< 0,001	0,36	2,81
T17.AS7 Matematiikka on yksi lempiaineistani.	5,83	1,09	0,07	5,37	< 0,001	0,38	2,65
T18.5 Tunnetila: varma	6,71	1,44	0,06	4,67	< 0,001	0,38	2,64
T18.10 Tunnetila: epävarma	3,82	1,07	0,04	3,58	< 0,001	0,54	1,84
T17.AS20 Kotonani arvostetaan koulutusta. (Likert-asteikko 1–5)	5,57	1,56	0,06	3,57	< 0,001	0,29	3,46
T17.AS2 Tulevissa opinnoissani tarvitsen matematiikan tietoja ja taitoja.	3,92	1,11	0,04	3,55	< 0,001	0,52	1,93
T17.AS12 Pelkään matematiikan kokeita.	2,76	0,83	0,03	3,34	< 0,001	0,72	1,39
T29.6 Ilmapiiri on... leppoisa esim. oppilaat nauravat tunneilla spontaanisti (Järjestysasteikko 1–5)	2,70	1,08	0,03	2,50	0,012	0,69	1,45
T17.AS21 Huoltajani mielestä matematiikka on tärkeä oppiaine. (Likert-asteikko 1–5)	3,46	1,41	0,04	2,45	0,014	0,34	2,96
T29.2 Ilmapiiri on... kannustava esim. oppilaiden vahvuuksia tuetaan virheisiin reagoimisen sijaan (Likert-asteikko 1–5)	2,51	1,19	0,02	2,12	0,034	0,60	1,67
T16.6 Oppilaat ovat: levittäneet minusta ilkeitä juoruja (järjestysasteikko 1–5)	2,44	1,17	0,02	2,09	0,036	0,97	1,03
T17.AS6 Yrittäessäni tehdä matematiikan tehtäviä pääni tuntuu tyhjältä, enkä pysty ajattelemaan selkeästi.	-2,24	1,00	-0,03	-2,24	0,025	0,56	1,80
T17.AS8 Matematiikan tiedot ja taidot ovat arkielämän tilanteissa tarpeen.	-2,86	1,07	-0,03	-2,69	0,007	0,57	1,74
T17.AS22 Huoltajat pitävät tärkeänä, että menestyn opinnoissani. (Likert-asteikko 1–5)	-4,59	1,48	-0,05	-3,10	0,002	0,33	3,05

Taulukko jatkuu seuraavalla sivulla.

¹ muuttujat järjestetty t-testisuureen perusteella laskevaan järjestykseen

² Stepwise Regression, selitettävänä kokonaisosaaminen, selittäjinä oppilaaseen liittyvät yksittäiset tekijät

	Standardoimaton kerroin		Standardoitu kerroin	Tilastollinen päättely		Kollineaarisuus-tunnusluvut	
T17.AS9 Yleensä meillä on matematiikassa kiinnostavia tehtäviä.	-4,12	1,31	-0,04	-3,15	0,002	0,39	2,55
T17.AS10 En tarvitse tulevaisuudessa juurikaan sitä, mitä matematiikassa on tähän mennessä opiskeltu.	-3,54	0,97	-0,04	-3,65	< 0,001	0,69	1,45
T17.AS5 Pidän matematiikan tunteista.	-4,61	1,25	-0,05	-3,68	< 0,001	0,41	2,42
T29.3 Ilmapiiiri on... stressaava esim. uuden oppimiselle ei ole aikaa (Järjestysasteikko 1–5)	-4,33	0,92	-0,04	-4,70	< 0,001	0,80	1,25
T17.AS19 Huoltajani ovat kiinnostuneita koulunkäynnistäni. (Likert-asteikko 1–5)	-7,13	1,38	-0,07	-5,18	< 0,001	0,35	2,88
T18.7 Tunnetila: avuton	-6,00	1,11	-0,06	-5,39	< 0,001	0,54	1,86
T18.1 Tunnetila: innostunut	-10,87	1,51	-0,11	-7,21	< 0,001	0,34	2,96
T15B. Kuinka paljon sinulla on ollut poissaoloja koulusta tämän lukuvuoden aikana?	-7,19	0,90	-0,07	-7,99	< 0,001	0,96	1,04
T17.AS3 Minun on mahdotonta päästä hyvin tuloksiin matematiikassa.	-8,39	0,94	-0,10	-8,97	< 0,001	0,62	1,60
T29.5 Ilmapiiiri on... toiminnallinen esim. oppilaat ilmaisevat tekemisen iloa (Järjestysasteikko 1–5)	-15,56	1,15	-0,14	-13,57	< 0,001	0,63	1,58
	R	R ²	Adj. R ²	estimaatin keskivirhe			
	0,571	0,326	0,324	91,10			

TAULUKKO 13. Oppilaaseen liittyvät osatekijät matematiikan osaamisen selittäjinä

	Standardoimaton kerroin		Standardoitu kerroin	Tilastollinen päättely		Kollineaarisuustunnusluvut	
	B	Keski- virhe	Beta	t-testi	merkitsevyys	Toleranssi	VIF
Muuttujat ^{1,2,3}							
Vakio	502,09	7,63		65,84	<,001		
SUM T17A. Kokonaisasenne matematiikkaa kohtaan (1–5 jatkuva mja)	24,98	1,46	0,18	17,15	<,001	0,49	2,04
SUM 18. Positiivinen tunnetila matematiikan yhteydessä (1–25, intervalliasteikollinen mja)	1,42	0,14	0,10	10,06	<,001	0,53	1,90
T28.9 Oppitunneilla... oppilaat neuvovat/ auttavat toisiaan (1 = ei lainkaan; 2 = harvoin; 3 = joskus; 4 = usein; 5 = lähes aina)	6,74	0,99	0,06	6,84	<,001	0,74	1,35
T24B. Kuinka paljon aikaa käytät yleensä matematiikan kotitehtävien tekemiseen viikossa? (1 = en lainkaan; 2 = 1-15 min; 3 = 15-30 min; 4 = 30-60 min; 5 = 1-2 h, 6 = >6 h)	4,50	0,81	0,05	5,53	<,001	0,82	1,22
T7DB4_STEM Opiskeletko erikoisluokalla MAT-, STEM- tai LUMA-luokka (Dummy) (0 = en opiskele; 1 = opiskelen)	34,50	6,26	0,04	5,51	<,001	0,99	1,01
SUM 29. Positiivinen luokkailmapiiri (1–5 jatkuva mja)	-4,14	1,28	-0,03	-3,25	0,001	0,72	1,38
T21B. Oletko osallistunut matematiikkakerhoon luokkien 7, 8 tai 9 aikana? (0 = en ole; 1 = olen)	-16,13	4,57	-0,03	-3,53	<,001	0,97	1,03
SUM T17B. Kodin antama tuki (1–5 järjestysasteikollinen mja)	-3,36	0,89	-0,03	-3,77	<,001	0,82	1,22
Sukupuoli (1 = poika; 2 = tyttö)	-12,88	1,76	-0,06	-7,30	<,001	0,86	1,17
S2 status (0 = ei ole; 1 = on)	-44,11	3,54	-0,09	-12,45	<,001	0,96	1,04
T25B. Kuinka paljon käytät aikaa valmistautuessasi matematiikan kokeeseen? (1 = en lainkaan; 2 = 1-30 min; 3 = 30-60 min; 4 = 1-2 h, 5 = 2-4 h; 6 = >4 h)	-7,29	0,57	-0,11	-12,76	<,001	0,80	1,26
Tukiopetus 3-portainen (0 = yleinen tuki; 1 = tehostettu tuki; 2 = erityinen tuki)	-37,29	1,91	-0,15	-19,48	<,001	0,87	1,15
T22B. Kuinka monta kertaa olet saanut matematiikassa tukiopetusta luokkien 7-9 aikana? (1 = en kertaakaan, 2 = 1-3 kertaa, 3 = 4-8 kertaa, 4 = >8 kertaa)	-19,48	0,99	-0,16	-19,76	<,001	0,82	1,23
T8B. Jatkokoulutus. Mitä aiot tehdä peruskoulun jälkeen? (1 = Lukio, pitkä matematiikka; 2 = Lukio, lyhyt matematiikka; 3 = ammatillinen; 4 = muu)	-47,58	1,06	-0,39	-44,98	<,001	0,71	1,41
	R	R ²	Adj. R ²	estimaatin keskivirhe			
	0,703	0,494	0,494	79,33			

¹ muuttujat järjestetty t-testisuureen perusteella laskevaan järjestykseen

² Stepwise Regression, selitettävänä kokonaisosaaminen, selittäjinä oppilaaseen liittyvät yksittäiset tekijät

³ Jatkokoulutus suunnitelmaa koskeva muuttuja on otettu mukaan kokonaisuutena. Siksi selitysaste hieman laskee taulukossa 7 kuvattuun malliin nähden, jossa käytettiin dummy-muuttujia.

TAULUKKO 14. Resurssi- ja kulttuuritekijät matematiikan osaamisen selittäjinä

	Standardoimaton kerroin		Standardoitu kerroin	Tilastollinen päättely		Kollineaarisuus-tunnusluvut	
	B	Keski- virhe	Beta	t-testi	merkitsevyys	Toleranssi	VIF
Muuttujat ^{1,2}							
Vakio	373,93	4,53		82,63	<,001		
T13.5 Kotonani on: minulle tarkoitettuja kirjoja (muuta kuin koulukirjoja)	41,88	2,40	0,178	17,43	<,001	0,73	1,36
T13.2 Kotonani on: kulttuuriesineitä (esim. taulut, kaunokirjallisuus)	26,95	2,38	0,118	11,34	<,001	0,71	1,41
T13.3 Kotonani on: musiikki-instrumentteja (esim. kitara, piano)	22,75	2,25	0,100	10,09	<,001	0,79	1,27
T12.1 onko sinulla kotonasi: pöytä opiskelua varten	24,70	3,71	0,064	6,67	<,001	0,84	1,20
T12.4 onko sinulla kotonasi: tietokone, jolla voit tehdä koulutehtäviä	10,34	3,08	0,032	3,35	<,001	0,83	1,21
T12.2 onko sinulla kotonasi: oma huone	-8,40	3,97	-0,019	-2,12	0,034	0,93	1,07
	R	R ²	Adj. R ²	estimaatin keskivirhe			
	0,343	0,117	0,117	106,16			

¹ muuttujat järjestetty t-testisuureen perusteella laskevaan järjestykseen

² Stepwise Regression, selitettävänä kokonaisosaaminen, selittäjinä resurssi- ja kulttuuritekijät

TAULUKKO 15. Koulutusmyönteisyys osaamisen selittäjinä

	Standardoimaton kerroin		Standardoitu kerroin	Tilastollinen päättely		Kollineaarisuus-tunnusluvut	
	B	Keski- virhe	Beta	t-testi	merkitsevyys	Toleranssi	VIF
Muuttujat ^{1,2}							
Vakio	395,41	4,33		91,23	<,001		
T17.AS21 Huoltajani mielestä matematiikka on tärkeä oppiaine.	17,82	1,49	0,182	11,97	<,001	0,39	2,57
T17.AS20 Kotonani arvostetaan koulutusta.	16,59	1,72	0,166	9,62	<,001	0,30	3,31
T17.AS22 Huoltajat pitävät tärkeänä, että menestyn opinnoissani.	-7,57	1,64	-0,075	-4,62	<,001	0,34	2,97
T17.AS19 Huoltajani ovat kiinnostuneita koulunkäynnistäni.	-11,47	1,53	-0,119	-7,50	<,001	0,36	2,80
	R	R ²	Adj. R ²	estimaatin keskivirhe			
	0,198	0,039	0,039	109,78			

¹ muuttujat on järjestetty t-testisuureen perusteella laskevaan järjestykseen

² Stepwise Regression, selitettävänä kokonaisosaaminen, selittäjinä koulutusmyönteisyyteen liittyvät tekijät

TAULUKKO 16. Kotiin liittyvät tekijät osaamisen selittäjinä

	Standardoimaton kerroin		Standardoitu kerroin	Tilastollinen päättely		Kollineaarisuus-tunnusluvut	
	B	Keskivirhe	Beta	t-testi	merkitsevyys	Toleranssi	VIF
Muuttujat ^{1,2}							
Vakio	316,71	7,16		44,25	<,001		
TB1011 Huoltajien Korkein Koulutus yhdistetty (1 = molemmilla Pk tai AMM koulutus, 2 = toisella Pk tai AMM ja toisella tätä ylempi koulutus, 3 = molemmilla LUK tai/ja AMK- tai toisella YO-koulutus, 4 = molemmilla YO-koulutus)	15,65	1,09	0,14	14,43	<,001	0,92	1,09
T13.5 Kotonani on: minulle tarkoitettuja kirjoja (muuta kuin koulukirjoja) (0 = ei ole, 1 = on)	37,02	2,63	0,16	14,07	<,001	0,76	1,32
T17.AS21 Huoltajani mielestä matematiikka on tärkeä oppiaine. (Likert-asteikko 1–5)	13,67	1,45	0,14	9,42	<,001	0,42	2,39
T13.3 Kotonani on: musiikki-instrumentteja (esim. kitara, piano) (0 = ei ole, 1 = on)	17,85	2,42	0,08	7,38	<,001	0,82	1,22
T13.2 Kotonani on: kulttuuriesineitä (esim. taulut, kaunokirjallisuus) (0 = ei ole, 1 = on)	17,95	2,58	0,08	6,97	<,001	0,73	1,37
T17.AS20 Kotonani arvostetaan koulutusta. (Likert-asteikko 1–5)	8,27	1,68	0,08	4,92	<,001	0,32	3,08
T12.1 onko sinulla kotonasi: pöytä opiskelua varten (0 = ei ole, 1 = on)	19,51	4,48	0,05	4,36	<,001	0,79	1,27
T12.4 onko sinulla kotonasi: tietokone, jolla voit tehdä koulutehtäviä (0 = ei ole, 1 = on)	14,15	3,59	0,04	3,95	<,001	0,86	1,17
T12.3. onko sinulla kotonasi: rauhallinen paikka opiskelulle (0 = ei ole, 1 = on)	9,19	3,54	0,03	2,59	0,01	0,76	1,33
T12.2 onko sinulla kotonasi: oma huone (0 = ei ole, 1 = on)	-19,63	4,81	-0,04	-4,08	<,001	0,92	1,09
T17.AS19 Huoltajani ovat kiinnostuneita koulunkäynnistäni. (Likert-asteikko 1–5)	-11,74	1,52	-0,12	-7,74	<,001	0,37	2,68
S2-status (0 = ei ole, 1 = on)	-59,38	4,64	-0,12	-12,79	<,001	0,98	1,03
	R	R ²	Adj. R ²	estimaatin keskivirhe			
	0,414	0,172	0,171	101,66			

¹ muuttujat järjestetty t-testisuureen perusteella laskevaan järjestykseen

² Stepwise Regression, selitettävänä kokonaisosaaminen, selittäjinä kotiin liittyvät tekijät

TAULUKKO 18. Pedagogisiin ratkaisuihin liittyvät tekijät osaamisen selittäjinä

	Standardoimaton kerroin		Standardoitu kerroin	Tilastollinen päättely		Kollineaarisuus-tunnusluvut	
	B	Keski- virhe	Beta	t-testi	merkitsevyys	Toleranssi	VIF
Muuttujat ^{1, 2, 3}							
Vakio	329,02	6,86		47,98	<,001		
T28.19 Oppitunneilla... opiskeltavat asiat tulevat minulle selviksi	44,63	1,19	0,418	37,54	<,001	0,60	1,66
T28.10 Oppitunneilla... kukin ratkaisee itselleen sopivan vaikeita tehtäviä	12,82	1,27	0,112	10,06	<,001	0,60	1,67
T28.18 Oppitunneilla... olen tehnyt annetut kotitehtävät sovitulla tavalla	7,20	1,14	0,069	6,35	<,001	0,62	1,61
T28.9 Oppitunneilla... oppilaat neuvovat toisiaan (auttavat)	7,08	1,24	0,061	5,72	<,001	0,65	1,54
T28.2 Oppitunneilla... on yhteistä opetusta opettajan johdolla	6,33	1,20	0,055	5,27	<,001	0,68	1,47
T28.3 Oppitunneilla... opiskellaan itsenäisesti oman oppimispolun mukaisesti	-2,29	1,01	-0,022	-2,26	0,024	0,79	1,27
T28.11 Oppitunneilla... tehdään projektitöitä	-2,82	1,08	-0,027	-2,62	0,009	0,71	1,41
T28.1 Oppitunneilla... opettaja ottaa huomioon opetukseen liittyvät oppilaiden ideat ja toiveet	-5,12	1,24	-0,047	-4,14	<,001	0,58	1,72
T28.14 Oppitunneilla... pidetään testejä ja kokeita	-5,97	1,26	-0,046	-4,74	<,001	0,79	1,26
T28.5 Oppitunneilla... tehdään vain oppikirjan tehtäviä	-7,09	1,07	-0,061	-6,60	<,001	0,87	1,15
T28.17 Oppitunneilla... oppilaat asettavat itselleen tavoitteita ja arvioivat edistymistään	-8,44	1,17	-0,078	-7,23	<,001	0,64	1,57
T28.6 Oppitunneilla... opitaan mittaamalla, rakentelemalla tai muulla tavoin tekemällä	-8,45	1,09	-0,082	-7,74	<,001	0,66	1,52
T28.13 Oppitunneilla... harjoitellaan päässälaskuja	-10,16	1,05	-0,097	-9,71	<,001	0,75	1,33
	R	R ²	Adj. R ²	estimaatin keskivirhe			
	0,507	0,260	0,260	96,25			

¹ muuttujat järjestetty t-testisuureen perusteella laskevaan järjestykseen

² Stepwise Regression, selitettävänä kokonaisosaaminen, selittäjinä opetusratkaisuihin liittyvät yksittäiset muuttujat

³ asteikko: 1 = ei koskaan, 2 = harvoin, 3 = joskus, 4 = usein, 5 = lähes aina.

TAULUKKO 19. Luokan ilmapiiriin liittyvät tekijät osaamisen selittäjinä

	Standardoimaton kerroin		Standardoitu kerroin	Tilastollinen päättely		Kollineaarisuus-tunnusluvut	
	B	Keski- virhe	Beta	t-testi	merkitsevyys	Toleranssi	VIF
Muuttujat ^{1, 2, 3}							
Vakio	406,56	6,36		63,89	<,001		
T29.4 Ilmapiiri on... levollinen esim. oikeiden ratkaisujen etsimiselle on aikaa	14,64	1,31	0,129	11,20	<,001	0,68	1,46
T29.2 Ilmapiiri on... kannustava esim. oppilaiden vahvuuksia tuetaan virheisiin reagoimisen sijaan	10,93	1,59	0,100	6,89	<,001	0,43	2,35
T29.6 Ilmapiiri on... leppoisa esim. oppilaat nauravat tunneilla spontaanisti	5,01	1,20	0,047	4,19	<,001	0,71	1,41
T29.1 Ilmapiiri on... turvallinen esim. oppilaat ymmärtävät, että virheet ovat sallittuja	4,03	1,62	0,034	2,49	0,013	0,47	2,12
T29.5 Ilmapiiri on... toiminnallinen esim. oppilaat ilmaisevat tekemisen iloa	-12,09	1,25	-0,112	-9,66	<,001	0,67	1,48
T29.3 Ilmapiiri on... stressaava esim. uuden oppimiselle ei ole aikaa	-14,30	0,95	-0,146	-14,99	<,001	0,95	1,05
	R	R ²	Adj. R ²	estimaatin keskivirhe			
	0,269	0,072	0,072	106,30			

¹ muuttujat järjestetty t-testisuureen perusteella laskevaan järjestykseen

² Stepwise Regression, selitettävänä kokonaisosaaminen, selittäjinä luokan ilmapiiriin liittyvät muuttujat

³ asteikko: 1 = ei koskaan, 2 = harvoin, 3 = joskus, 4 = usein, 5 = lähes aina.

TAULUKKO 20. Opettajatekijät osaamisen selittäjinä

	Standardoimaton kerroin		Standardoitu kerroin	Tilastollinen päättely		Kollineaarisuus-tunnusluvut	
	B	Keskivirhe	Beta	t-testi	merkitsevyys	Toleranssi	VIF
Muuttujat ^{1, 2, 3}							
Vakio	252,44	8,37		30,16	<,001		
T28.19 Oppitunneilla... opiskeltavat asiat tulevat minulle selviksi	41,78	1,20	0,390	34,69	<,001	0,57	1,77
T19B. Kuinka monta oppilasta ryhmässäsi on yleensä matematiikan opetuksessa?	22,71	1,09	0,181	20,76	<,001	0,93	1,07
T28.10 Oppitunneilla... kukin ratkaisee itselleen sopivan vaikeita tehtäviä	10,15	1,24	0,089	8,19	<,001	0,61	1,65
T23B. Kuinka usein saatte kotitehtäviä matematiikasta?	8,72	1,09	0,070	7,98	<,001	0,94	1,07
T28.18 Oppitunneilla... olen tehnyt annetut kotitehtävät sovitulla tavalla	6,18	1,10	0,060	5,61	<,001	0,63	1,59
T29.4 Ilmapiiri on... levollinen esim. oikeiden ratkaisujen etsimiselle on aikaa	6,13	1,17	0,054	5,25	<,001	0,68	1,47
T28.9 Oppitunneilla... oppilaat neuvovat toisiaan (auttavat)	6,06	1,23	0,052	4,93	<,001	0,64	1,57
T28.2 Oppitunneilla... on yhteistä opetusta opettajan johdolla	4,23	1,19	0,037	3,56	<,001	0,67	1,50
T29.2 Ilmapiiri on... kannustava esim. oppilaiden vahvuuksia tuetaan virheisiin reagoimisen sijaan	4,53	1,45	0,041	3,13	0,002	0,41	2,45
T29.1 Ilmapiiri on... turvallinen esim. oppilaat ymmärtävät, että virheet ovat sallittuja	-3,96	1,48	-0,034	-2,68	0,007	0,46	2,19
T28.1 Oppitunneilla... opettaja ottaa huomioon opetukseen liittyvät oppilaiden ideat ja toiveet	-3,35	1,22	-0,031	-2,75	0,006	0,58	1,73
T29.3 Ilmapiiri on... stressaava esim. uuden oppimiselle ei ole aikaa	-4,40	0,89	-0,045	-4,95	<,001	0,87	1,15
T28.14 Oppitunneilla... pidetään testejä ja kokeita	-6,53	1,23	-0,050	-5,29	<,001	0,80	1,26
T28.5 Oppitunneilla... tehdään vain oppikirjan tehtäviä	-6,42	1,06	-0,055	-6,08	<,001	0,87	1,16
T28.17 Oppitunneilla... oppilaat asettavat itselleen tavoitteita ja arvioivat edistymistään	-7,76	1,14	-0,072	-6,81	<,001	0,64	1,56
T29.5 Ilmapiiri on... toiminnallinen esim. oppilaat ilmaisevat tekemisen iloa	-8,43	1,16	-0,078	-7,27	<,001	0,62	1,61
T28.6 Oppitunneilla... opitaan mittaamalla, rakentelemalla tai muulla tavoin tekemällä	-7,70	1,02	-0,075	-7,55	<,001	0,72	1,38
T28.13 Oppitunneilla... harjoitellaan päässälaskuja	-8,77	1,02	-0,084	-8,65	<,001	0,76	1,31
	R	R ²	Adj. R ²	estimaatin keskivirhe			
	0,552	0,304	0,303	93,06			

¹ muuttujat järjestetty t-testisuureen perusteella laskevaan järjestykseen

² Stepwise Regression, selitettävänä kokonaisosaaminen, selittäjinä opettajatekijöihin liittyvät yksittäiset muuttujat

³ asteikko: 1 = ei koskaan, 2 = harvoin, 3 = joskus, 4 = usein, 5 = lähes aina.

TAULUKKO 21. Tietotekniikkaan (ICT) liittyvät resurssit osaamisen selittäjinä

	frekvenssi		prosenttia oppilaista		ero ryhmien välillä (pistettä)		merkitsevyys (ρ)		efektikoko (f)	
	ei	kyllä	ei	kyllä	kokonais-osaaminen	ohjelmointi (T20)	kokonais-osaaminen	ohjelmointi (T20)	kokonais-osaaminen	ohjelmointi (T20)
Luokissa dokumenttikamerat	878	5203	14,4	85,6	-8,1	2,6	0,049	0,647	0,032	0
Kuulokkeita ja mikrofoneja vähintään luokalliselle oppilaita	1877	4204	30,9	69,1	-10,6	-0,9	< 0,001	0,839	0,045	0
Siirreltävä kärry tai vastaava, jossa yhteiskäytössä olevat tietokoneet	2207	3874	36,3	63,7	11,0	16,6	< 0,001	<,001	0,045	0,055
3D-tulostin	2460	3621	40,5	59,5	-2,5	5,4	0,392	0,179	0	0
Tietokoneluokka	3100	2981	51,0	49,0	4,4	7,1	0,127	0,072	0	0,032
Siirreltävä kärry tai vastaava, jossa yhteiskäytössä olevat tabletit	3251	2830	53,5	46,5	1,9	7,2	0,515	0,067	0	0,032
Ohjelmointirobotti	3284	2797	54,0	46,0	-3,3	-4,9	0,25	0,209	0	0
Kaikilla 7–9 luokkien oppilailla koulun tarjoamat henkilökohtaiset kannettavat tietokoneet/tabletit	3590	2491	59,0	41,0	-1,7	-7,0	0,559	0,079	0	0,032
Luokissa älytaulut/ smartboardit	3992	2089	65,6	34,4	1,1	-2,9	0,707	0,479	0	0
VR-lasit	5393	688	88,7	11,3	-12,5	0,9	0,006	0,885	0,032	0

TAULUKKO 23. Koulussa koetut haasteet osaamisen selittäjinä

	Standardoimaton kerroin		Standardoitu kerroin	Tilastollinen päättely		Kollinearisuustunnusluvut	
	B	Keskivirhe	Beta	t-testi	merkitsevyys	Toleranssi	VIF
Muuttujat ^{1, 2, 3}							
Vakio	454,81	1,87		243,65	<,001		
koulu toimii väistötloissa	17,52	3,89	0,062	4,51	<,001	0,85	1,18
muu haaste	11,58	3,74	0,041	3,10	0,002	0,93	1,08
sisäilmaongelmat	-10,16	4,37	-0,034	-2,32	0,02	0,75	1,33
epäsopivat tilat	-14,95	5,75	-0,039	-2,60	0,009	0,73	1,38
koulu on lakkautusuhan alla	-26,45	8,59	-0,040	-3,08	0,002	0,95	1,06
puutteellinen tai vanhentunut opetusmateriaali	-47,01	8,39	-0,080	-5,60	<,001	0,79	1,27
	R	R ²	Adj. R ²	estimaatin keskivirhe			
	0,125	0,016	0,015	111,37			

¹ muuttujat järjestetty t-testisuureen perusteella laskevaan järjestykseen

² Stepwise Regression, selitettävänä kokonaisosaaminen, selittäjinä opettajatekijöihin liittyvät yksittäiset muuttujat

³ asteikko: 0 = ei haasteena, 1 = haasteena

TAULUKKO 24. Koulutekijät osaamisen selittäjinä

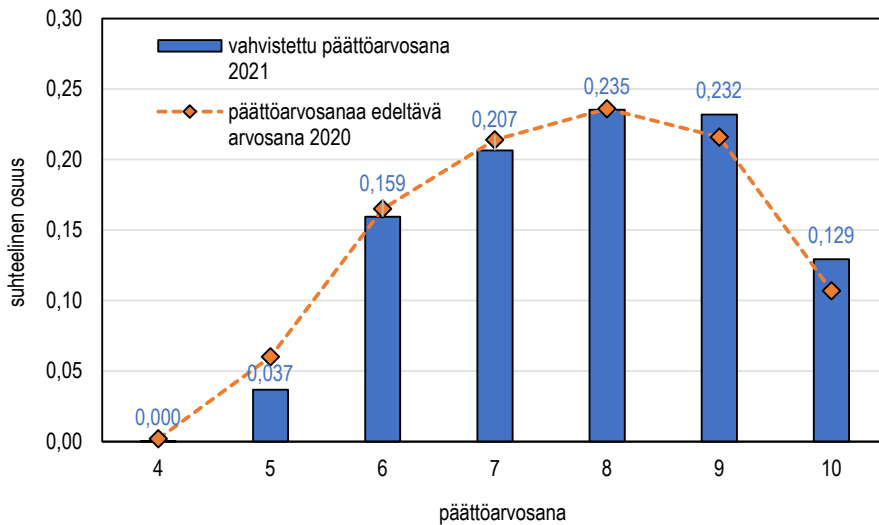
	Standardoimaton kerroin		Standardoitu kerroin	Tilastollinen päättely		Kollineaarisuus-tunnusluvut	
	B	Keski- virhe	Beta	t-testi	merkitsevyys	Toleranssi	VIF
Muuttujat ^{1, 2}							
Vakio	400,21	9,36		42,78	<,001		
REH Eetos Huoltajat tukevat lapsiaan opinnoissa. (1 = täysin eri mieltä, 2 = melko eri mieltä, 3 = melko samaa mieltä, 4 = täysin samaa mieltä)	18,24	2,92	0,086	6,25	<,001	0,86	1,16
REH Haasteet: koulu toimii väistötiloissa (0 = ei haasteena, 1 = haasteena)	20,79	4,20	0,074	4,95	<,001	0,73	1,37
REH Haasteet: muu haaste (todennäköisimmin koulun rakennushanke jonkin muun haasteen ohessa) (0 = ei haasteena, 1 = haasteena)	17,47	3,87	0,062	4,51	<,001	0,86	1,16
REH ICT resurssit: Muu (0 = ei ole koulussa, 1 = on koulussa)	-36,67	10,33	-0,046	-3,55	<,001	0,95	1,05
REH ICT resurssit: VR-lasit (0 = ei ole koulussa, 1 = on koulussa)	-17,26	4,72	-0,049	-3,65	<,001	0,90	1,11
REH Haasteet: sisäilmaongelmat (0 = ei haasteena, 1 = haasteena)	-23,14	4,00	-0,078	-5,78	<,001	0,89	1,12
REH Haasteet: puutteellinen tai vanhentunut opetusmateriaali (0 = ei haasteena, 1 = haasteena)	-57,42	8,00	-0,098	-7,18	<,001	0,86	1,16
	R	R ²	Adj. R ²	estimaatin keskivirhe			
	0,157	0,025	0,024	110,89			

¹ muuttujat järjestetty t-testisuureen perusteella laskevaan järjestykseen

² Stepwise Regression, selitettävänä kokonaisosaaminen, selittäjinä opettajatekijöihin liittyvät yksittäiset muuttujat

Liite 2. Opettajan ja koulun arvosanalinjan laskeminen

Opettajan arvosanalinjaa arvioitiin seuraavasti. Oppilaiden vahvistetun päättöarvosanan perusteella tiedetään otoksen oppilaiden ($n = 12\,442$) arvosanjakauma (Kuvio 1). Näin saadaan suhteelliset osuudet arvosanoille 4–10. Näitä suhteellisia osuuksia käytetään estimaatteina sille, kuinka suuri osuus suuruusjärjestykseen laitetuista oppilasta on milläkin arvosanatasolla. Esimerkiksi arvosanan 10 saaneiksi oppilaisiksi luokitellaan aineiston parhaista oppilaisista 12,9 %. Tällöin oletetaan, että vaikka yksittäisen opettajan antamassa arvosanassa voi olla epätarkkuutta ylös tai alas päin, kokonaisuutena jakauma on riittävän tarkka kuvaamaan arvosanojen osuvuutta populaatiossa. Kuvioista 1 huomataan, että joulukuun 2020 arvosanaan nähden jakauma on liikahtanut hieman parempiin arvosanoihin päin: keväällä arvosanan 5 saaneita oppilaita on vähemmän kuin jouluna ja vastaavasti arvosanan 9 ja 10 saaneita enemmän.



KUVIO 1. Arviointiin osallistuneiden oppilaiden vahvistettu päättöarvosanojen jakauma

Ristiintaulukoidaan rekisteritieto ja laskennallinen arvosana:

		Laskennallinen arvosana; arvioitu osaamisen jakauman perusteella							
		4	5	6	7	8	9	10	n
Päättöarvosana	4	0	2	2	0	0	0	0	4
	5	2	94	253	98	11	1	0	459
	6	0	204	858	657	236	29	0	1984
	7	1	105	567	994	683	212	8	2570
	8	0	27	200	601	1135	887	79	2929
	9	0	1	34	165	628	1498	560	2886
	10	0	1	2	11	90	549	957	1610
		3	434	1916	2526	2783	3176	1604	12442

Arvosanalinja lasketaan suoraan oppilaiden arvosanojen ja arviointituloksen erotuksena ja pyöristetään niin, että jos ero on suurempi kuin 2, luvuksi tulee +2, mikä tarkoittaa, että oppilas on saanut vähintään kaksi arvosanaa korkeamman arvosanan kuin mikä hänelle voitaisi antaa näytetyn osaamisen perusteella. Arviointi on siis näytettyyn osaamiseen nähden ollut erittäin ”kannustava”. Mikäli taas erotus on pienempi kuin -2, luvuksi tulee -2, mikä tarkoittaa, että oppilas olisi voinut näytetyn osaamisensa perusteella saada vähintään kaksi arvosanayksikköä korkeamman arvosanan. Arviointi on siis näytettyyn osaamiseen nähden ollut erittäin tiukka. Tässä yhteydessä on hyvä muistaa, että hyvää suoritusta ei voi tehdä sattumalta. Niinpä hyvä suoritus on aina hyvä suoritus, mikäli vilpin mahdollisuus voidaan sulkea pois. Heikon pistemäärän voi puolestaan saada myös keskitasoinen tai hyväkin oppilas, mikäli ei tee tehtäväsarjaa vakavasti.

Laskennallinen arvosana; arvioitu osaamisen jakauman perusteella								
	4	5	6	7	8	9	10	n
Päätösarvosana	4	0	-1	-2	-2	-2	-2	4
	5	1	0	-1	-2	-2	-2	459
	6	2	1	0	-1	-2	-2	1984
	7	2	2	1	0	-1	-2	2570
	8	2	2	2	1	0	-1	2929
	9	2	2	2	2	1	0	2886
	10	2	2	2	2	2	1	1610
	3	434	1 916	2 526	2 783	3 176	1 604	12 442

Opettajan arvosanalinja on laskettu luokan oppilaiden keskimääräisen arvosanaeron perusteella. Vastaavasti koulun arvosanalinja on laskettu koulun keskiarvon perusteella. Mikäli erotus pyöristyi arvoon -1, oppilaiden vahvistettu arvosana oli keskimäärin *yhden arvosanan matalampi*, kuin mitä osaamisen perusteella olisi voitu antaa. Arvosanalinja oli siis ”tiukka”. Jos erotus pyöristyi arvoon +1, oppilaiden vahvistettu arvosana oli keskimäärin *yhden arvosanan korkeampi* kuin mitä osaamisen perusteella olisi voitu antaa. Arvosanalinja oli siis ”kannustava”.



Raportissa tarkastellaan keväällä 2021 tehdyn perusopetuksen päättövaiheen arvioinnin perusteella matematiikan osaamiseen liittyviä ja vaikuttavia tekijöitä oppilaaseen, vertaisryhmään, kotitaustaan, opettajaan ja kouluun liittyvien tekijöiden näkökulmista. Aineisto antaa rikkaan kuvan siitä, miten oppilaaseen liittyvät ja häntä ympäröivät tekijät ovat yhteydessä matematiikan osaamiseen 9. luokalla.

Kansallinen koulutuksen arviointikeskus (Karvi) on itsenäinen koulutuksen arviointiviranomainen. Se toteuttaa koulutukseen sekä opetuksen ja koulutuksen järjestäjien toimintaan liittyviä arviointeja varhaiskasvatuksesta korkeakoulutukseen. Lisäksi arviointikeskus toteuttaa perusopetuksen ja toisen asteen koulutuksen oppimistulosten arviointeja. Keskuksen tehtävänä on myös tukea opetuksen ja koulutuksen järjestäjiä ja korkeakouluja arviointia ja laadunhallintaa koskeissa asioissa sekä kehittää koulutuksen arviointia.

ISBN 978-952-206-824-8 pdf
ISSN 2342-4184 (verkkojulkaisu)

Kansallinen koulutuksen arviointikeskus
PL 380 (Hakaniemenranta 6)
00531 HELSINKI

Puhelinvaihte: 029 533 5500

karvi.fi