



KANSALLINEN
KOULUTUKSEN
ARVIOINTIKESKUS

MATEMATIIKKA COVID-19-PANDEMIAN VARJOSSA

Matematiikan osaaminen 9. luokan lopussa keväällä 2021

Jari Metsämuuronen | Saara Nousiainen

JULKAISUT 27:2021

MATEMATIIKKA COVID-19-PANDEMIAN VARJOSSA

Matematiikan osaaminen 9. luokan lopussa keväällä 2021

Jari Metsämuuronen
Saara Nousiainen



Kansallinen koulutuksen arviointikeskus
Julkaisut 27:2021

JULKAISIJA Kansallinen koulutuksen arviointikeskus

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

TAITTO PunaMusta

ISBN 978-952-206-715-9 pdf

ISSN 2342-4184 (verkkójulkaisu)

PAINATUS PunaMusta Oy, Helsinki

© Kansallinen koulutuksen arviointikeskus

Julkaisija

Kansallinen koulutuksen arviointikeskus (KARVI)

Julkaisun nimi

MATEMATIIKkaa COVID-19-PANDEMIAN VARJOSSA

– Matematiikan osaaminen 9. luokan lopussa keväällä 2021

Tekijät

Jari Metsämuuronen & Saara Nousiainen

Kansallinen 9. luokan matematiikan oppimistulosarviointi toteutettiin covid-19-pandemian varjossa; osaamisen kartoitus tehtiin noin vuosi sen jälkeen, kun Suomessa oli siirrytty pandemian taltuttamiseksi etäopiskeluratkaisuihin. Keväällä 2020 kaikki oppilaat olivat etäopetuksessa ja syksyn 2020 ja kevään 2021 aikana oppilaat olivat vaihtelevia jaksoja alue- ja koulukohtaisesti osin etäopetuksessa ja osin lähiopetuksessa.

Matematiikan osaamista arvioitiin digitaalisesti kaikilla perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa kuvatuilla kuudella matematiikan sisältöalueella (Ajattelun taidot ja menetelmät (S1), Luvut ja laskutoimitukset (S2), Algebra (S3), Funktiot (S4), Geometria (S5) ja Tietojen käsittely ja tilastot sekä todennäköisyys (S6)) ja kahdenkymmenen tavoitteen osalta. Otokseen kuului 167 koulua ja 12 482 oppilasta (23 % ikäluokasta) eri puolilta Suomea ja erityyppisistä kunnista. Otokskouluista 153 oli suomenkielisiä ja 14 ruotsinkielisiä. Vastaavasti oppilaista 11 507 oli suomenkielisiä (92 %) ja 975 ruotsinkielisiä (8 %).

Tämä raportti kuvaa tuloksia tasa-arvon näkökulmasta. Tulevissa raporteissa analysoidaan tarkemmin oppilaan ja opettajan taustatietoja osaamisen selittäjinä.

Aiempien arviointien perusteella tiedetään, että kaikkien oppilaiden itseohjautuvuus, motivaatio ja perheeltä saatu tuki eivät olleet optimaalisia kotona suoritettavien opintojen onnistumiseksi. Osa oppilaista kuitenkin jopa hyötyi etäkoulusta. Valtaosassa kouluja oppilaat olivat arvioinnin aikana jo palanneet lähiopetukseen, mutta osa oppilaista suoritti arvioinnin kotoa käsin. Oppilaiden vastaustekniikka poikkesi tässä arvioinnissa aiempiin arviointeihin nähden: monet oppilaat jättivät laskujen perustelut kirjaamatta, vaikka opettajien mukaan nämä oppilaat olisivat osanneet tehdä perustelut paperille. Tietotekniikkaan ja -verkkoihin liittyvät häiriöt arviointitilanteessa ovat lisäksi saattaneet vaikuttaa tuloksia heikentävästi. Tämänkaltaisilla tekijöillä on oma vaikutuksensa siihen, että osaamisen kansallinen profiili poikkeaa aiemmista.

Kokonaisosaamisen keskimääräinen osaamisen taso vuonna 2021 oli 451 pistettä. Osaaminen on siis 49 pistettä matalammalla tasolla kuin vuonna 1998 ja 28 pistettä matalampi kuin vuonna 2012. Matematiikan osaamisen taso on pudonnut edellisiin arviointeihin nähden. Arvosanoissa arvioituna 49 pistettä vastaa vajaan arvosanaluokan poikkeamaa. Trendi on yhdenmukainen aiempien vuosien muutoksen kanssa; osaaminen on ollut laskujohteinen vuodesta 2001 lähtien.

Toisin kuin aiemmissa matematiikan oppimistulosarvioinneissa, oppilaiden matematiikan kokonaisosaaminen ei jakaudu normaalisti vaan muodostuu selkeästi kolmesta populaatiosta: heikosti menestyneistä, erittäin hyvin menestyneistä ja näiden väliin jäävästä keskiosajien populaatiosta. Osa muutoksesta voidaan selittää covid-19-pandemian seurauksena ja osa vastustekniikoihin liittyvillä seikoilla kuten puutteellisilla vastausten perusteluilla. Matematiikan osaamisen jakautumisen erikoinen muoto viittaa siihen, että osaamisen ääripäät ovat eriytyneet toisistaan selvemmin kuin aiemmissa mittauksissa; koulutuksellinen tasa-arvo ei siis toteudu Suomessa yhtä hyvin kuin aiemmin. Asiaan on syytä kiinnittää huomiota tulevissa arvioinneissa: palautuvatko vahvasti eriytyneet ryhmät yhdeksi populaatioksi. On mahdollista, että oikein kohdennetuilla tukitoimilla alimmassa osaamisryhmässä havaittu osaamisvaje voidaan korjata.

Yleisesti erot koulujen välillä ovat yhtä suuria kuin aiemmissakin arvioinneissa, mutta Lapin AVI-alueelta arviointiin osallistuneiden oppilaiden osaaminen jäi selvästi muita matalammaksi. Kuntatyyppien, suomen- ja ruotsinkielisten koulujen ja sukupuolten välillä ei ole merkittäviä eroja osaamisessa. Koulun selitysosuus oppilasvaihtelusta on kasvussa.

Arvosanojen antamisessa on edelleen erilaisia linjoja koulujen välillä. Heikoimmin menestyneissä kouluissa oppilaat saavat osaamiseen nähden noin yhden arvosanan verran korkeampia arvosanoja kuin parhaiten menestyneissä kouluissa. Tytöt saavat tehtäväsarjoissa osaamiseen nähden parempia arvosanoja, ja sama ilmiö on havaittu jo vuodesta 2004 lähtien. Uusien, vuonna 2021 käyttöön otettujen arvosanakriteerien myötä oppilasarviointi voi muuttua yhtenäisemmäksi.

Asennoitumista matematiikkaa kohtaan arvioitiin kolmella osamittarilla: minä matematiikan osaajana, matematiikasta pitäminen ja matematiikan koettu hyöty. Kokemus itsestä matematiikan osaajana on heikentynyt erityisesti hyvin menestyneiden oppilaiden ryhmissä. Tytöt kokevat osaamisensa heikommaksi kuin pojat kaikissa arvosana- ja osaamisluokissa. Tämän osalta asiat eivät ole muuttuneet viimeisten kymmenen vuoden aikana.

Karvin oppimistulosarviointien yhteydessä on vuodesta 2008 lähtien kysytty oppilaita koulu-kiusatuksi joutumista ja raportoitu sen yhteyttä osaamiseen. Tällä kerralla koulukiusaamista fyysisenä, psyykkisenä ja sosiaalisena ilmiönä kartoitettiin kuudella kysymyksellä. Viikoittaista ja monella tavalla ilmenevää kiusaamista kokee noin seitsemän prosenttia oppilaista. Jos usein ja monella tavalla kiusattuja oppilaita tarkastellaan kokonaisuutena, *useimmiten* kiusaamisen kohteeksi joutuvat oppilaat tulevat (1) suomenkielisistä koulussa, (2) heillä ei ole maahanmuuttajataustaa, (3) he ovat suomen- tai ruotsinkielisiä, (4) yleisen tuen piirissä ja (5) he asuvat muualla kuin metropolialueella. Kun tarkastellaan oppilaita erilaisissa ryhmissä, *suhteellisesti* todennäköisimmin toistuvan ja monella tavalla ilmenevän kiusaamisen kohteeksi joutuvat (1) heikosti menestyvät oppilaat riippumatta sukupuolesta, tuen saannista tai S2-statuksesta,

(2) heikosti menestyvät S2-oppilaat riippumatta sukupuolesta, (3) osaamiseltaan heikosti menestyvät pojat, jolla ei ole S2-statusta, (4) keskitasoisesti menestyneet S2-pojat tai (5) erittäin hyvin menestyneet tytöt.

Toistuva ja monella tavalla ilmenevä kiusaaminen on keskimääräistä yleisempää kummassakin osaamisen ääripäässä. Toiseksi emme tiedä, kiusattaisiinko oppilasta vähemmän, jos hän ei sijoituisi osaamiseltaan kumpaankaan ääripäistä. Keskitasoisten S2-poikien kiusatuksi joutuminen ei anna asiasta positiivista signaalia. Aineisto ei kuitenkaan anna mahdollisuutta tietää, olisiko heikosti menestyneiden ja toistuvaa kiusaamista kokeneiden oppilaiden osaaminen parempaa, mikäli heitä ei kiusattaisi.

Koulujen väliset osaamiserot näyttävät kasvavan hienoisesti, mikä näkyy siinä, että koulun selitysosuus oppilasvaihtelusta lisääntyy vähäisesti, mutta systemaattisesti arvioinnista seuraavaan. Selitysosuus on metropolialueen ulkopuolella pysynyt samankaltaisena viimeisimmissä arvioinneissa tai lisääntynyt vain marginaalisesti. Sen sijaan metropolialueella ja erityisesti Helsingissä ja Vantaalla koulun selitysosuus on kasvanut kymmenessä vuodessa moninkertaiseksi (12–15 %). Tällä on vaikutusta kansalliseen keskiarvoon. Asiaan on syytä kiinnittää huomiota tulevissa arvioinneissa.

Asiasanat: matematiikka, oppimistulokset, arviointi, tasa-arvo, yhdenvertaisuus, osaamisen muutos

Utgiven av

Nationella centret för utbildningsutvärdering (NCU)

Publikationens namn

MATEMATIKEN I SKUGGAN AV COVID-19-PANDEMIN

– Matematikkunskaperna i slutet av årskurs 9 våren 2021

Författare

Jari Metsämuuronen & Saara Nousiainen

Den nationella utvärderingen av lärresultaten i matematik i årskurs 9 genomfördes i skuggan av COVID-19-pandemin; kartläggningen av kunskaperna genomfördes cirka ett år efter att man i Finland hade övergått till distansstudier för att stoppa pandemin. Våren 2020 fick alla elever distansundervisning och under hösten 2020 och våren 2021 pendlade eleverna mellan distansundervisning och närundervisning beroende på region och skola.

Matematikkunskaperna utvärderades digitalt inom de sex centrala innehållsområden som beskrivs i de nationella grunderna för läroplanen för den grundläggande utbildningen: Matematiskt tänkande och matematiska metoder (I1), Tal och räkneoperationer (I2), Algebra (I3), Funktioner (I4), Geometri (I5) och Informationsbehandling, statistik och sannolikhet (I6) samt inom 20 målområden. Samplet omfattade 167 skolor och 12 482 elever (23 % av åldersklassen) från olika delar av Finland och olika typer av kommuner. Av sampelskolorna var 153 finskspråkiga och 14 svenskspråkiga och 11 507 elever var finskspråkiga (92 %) och 975 svenskspråkiga (8 %).

Denna rapport beskriver resultaten ur ett jämlikhetsperspektiv. I senare rapporter analyseras elevens och lärarens bakgrundsuppgifter noggrannare i syfte att hitta förklaringar till kunskaperna.

Tidigare utvärderingar har visat att förutsättningarna för självstyrning, motivation och stöd från familjen inte var optimal för alla elever för att studierna hemma skulle löpa väl under pandemin. För en del elever var distansskolan emellertid till och med gynnsam. I merparten av skolorna hade eleverna redan återvänt till närundervisning under utvärderingen, men en del av eleverna utförde utvärderingen hemma. Elevernas svarsteknik avvek från tidigare utvärderingar: många elever lät bli att ange motiveringar till uträkningarna, även om lärarna ansåg att dessa elever skulle ha kunnat motivera uträkningarna på papper. Störningar i datatekniken och -nätet i provsituationen kan dessutom ha försvagat resultaten. Sådana faktorer påverkar således det faktum att den nationella kunskapsprofilen avviker från tidigare utvärderingar.

Den genomsnittliga nivån på helhetskunskaperna 2021 var 451 poäng. Kunskaperna är alltså 49 poäng lägre än 1998 och 28 poäng lägre än 2012. Kunskapsnivån i matematik har alltså sjunkit betydligt jämfört med tidigare utvärderingar. Trenden överensstämmer med förändringarna under tidigare år; kunskaperna har försvagats sedan 2001. Till skillnad från tidigare utvärderingar av lärresultaten i matematik fördelar sig elevernas helhetskunskaper i matematik inte enligt en normalfördelning utan det bildas tre tydliga populationer: de med svag framgång, de som är mycket framgångsrika och de med medelmåttig framgång. Förändringen kan delvis förklaras av COVID-19-pandemin och delvis av ovan nämnda faktorer som anknyter till svarsteknikerna, såsom bristfälliga motiveringar. Den speciella fördelningen av elevernas matematikkunskaper tyder på att ytterligheterna distanserat sig från varandra jämfört med tidigare utvärderingar, och att den utbildningsmässiga jämlikheten inte längre förverkligas lika väl i Finland som tidigare. Det är skäl att fästa uppmärksamhet vid detta i framtida utvärderingar: kommer populationerna i de yttre kanterna att återgå till en normal fördelning eller blir situationen mer permanent? Det är möjligt att man med rätt riktade stödåtgärder kan rätta till den kunskapsbrist som observerats i gruppen med de svagaste kunskaperna.

På ett allmänt plan är skillnaderna mellan skolorna lika stora som i tidigare utvärderingar, men kunskaperna hos eleverna i Lapplands regionförvaltningsområde var klart lägre än hos andra elever. Skolans förklaringsgrad av elevvariationen har ökat. Det finns inga betydande skillnader i kunskaperna mellan olika typer av kommuner, mellan finsk- och svenskspråkiga skolor eller mellan könen.

Beträffande vitsorden förekommer det fortfarande olika linjer mellan skolorna; i skolor med de svagaste resultaten får eleverna cirka en vitsordsnivå högre vitsord än eleverna i de skolor som presterat bäst i utvärderingen. Flickor får bättre vitsord i förhållande till sina kunskaper i uppgifterna än pojkarna; samma fenomen har observerats sedan 2004. I och med de nya vitsordskriterierna som togs i bruk 2021 kan elevbedömningen bli mer entydig.

Attityderna och inställningen till matematik bedömdes med tre delindikatorer: att kunna matematik, att tycka om matematik och att ha nytta av matematik. Uppfattningen om det egna kunnandet har försvagats särskilt i elevgrupper med god framgång. Flickorna upplever sig ha svagare kunskaper är pojkarna i alla vitsords- och kunskapsklasser. Detta har inte förändrats under de senaste tio åren.

NCU har i samband med utvärderingar av lärresultaten sedan 2008 frågat eleverna om de upplevt skolmobbning och rapporterat om dess samband med kunskaperna. Den här gången utreddes skolmobbning med sex frågor med vilka mobbningen kartlades som ett fysiskt, psykiskt och socialt fenomen. Cirka sju procent av eleverna utsätts varje vecka för många olika sorter av mobbning. När det gäller *hur ofta* eleverna utsätts för mobbning, är det mest sannolikt att en elev som utsätts för upprepad och omfattande mobbning (1) kommer från en finskspråkig skola, (2) inte har invandrarbakgrund, (3) är finsk- eller svenskspråkig, (4) får allmänt stöd och (5) kommer från en ort utanför metropolområdet. När elevgrupperna *relateras* till varandra, är det mest sannolikt att en elev som utsätts för upprepad och omfattande mobbning är (1) en elev med svag framgång, oberoende av kön, stöd eller S2-status, (2) en S2-elev med svag framgång, oberoende av kön, (3) en pojke som inte har invandrarbakgrund och som har svaga kunskaper, (4) en S2-pojke med medelmåttig framgång eller (5) en mycket framgångsrik flicka.

Upprepad mobbning som tar sig flera olika uttryck är genomsnittligt vanligare i båda ytterligheterna vad gäller kunskaperna. Men vet vi inte om eleven skulle mobbas mindre om han eller hon inte placerade sig i någondera av ytterligheterna. Det att mobbning av invandrapojkar med medelmåttiga kunskaper syns i materialet, ger inte en positiv signal. Materialet ger oss dock inte möjlighet att veta om elever med svaga framgång som upplevt upprepade mobbning skulle ha bättre kunskaper om de inte mobbades.

Skillnaderna i kunskaper mellan olika skolor verkar öka smygande, vilket syns i att skolans förklaringsgrad av elevvariationen ökar lite men systematiskt vid varje utvärdering. Förklaringsgraden har utanför metropolområdet hållits på samma nivå eller ökat endast marginellt i de senaste utvärderingarna: år 2012 var förklaringsgraden 6,4 procent, år 2015 6,6 procent och år 2021 6,7 procent. Däremot har skolans förklaringsgrad på tio år mångdubblats i metropolområdet och i synnerhet i Helsingfors och Vanda (12–15 procent). Detta påverkar det nationella genomsnittet. Det är skäl att fästa uppmärksamhet vid detta i framtida utvärderingar.

Ämnesord: matematik, lärresultat, utvärdering, jämlikhet, likvärdighet, förändring kunskaper

Publisher

Finnish Education Evaluation Centre (FINEEC)

Title of publication

MATHEMATICS IN THE SHADOW OF COVID-19 PANDEMIC – Achievement in mathematics at the end of 9th grade in spring 2021

Authors

Jari Metsämuuronen & Saara Nousiainen

The national assessment of learning outcomes in mathematics in the 9th grade was carried out in the shadow of the COVID-19 pandemic; the assessment of achievement in mathematics was administered approximately one year after Finland had switched to distance learning to curb the pandemic. In spring 2020, all students were in distance learning, and during autumn 2020 and spring 2021, the students were varying periods partly in distance learning and partly in contact learning depending on the region and school.

The learning outcomes in mathematics were digitally assessed in all six content areas described in the National core curriculum for basic education (Skills and methods of thinking (S1), Numbers and calculations (S2), Algebra (S3), Functions (S4), Geometry (S5), and Information processing, statistics, and probability (S6)) and in twenty target areas. The sample consisted of 167 schools and 12,482 students (23 % of the age group) from different parts of Finland and different types of municipalities. Of the schools of study, 153 were Finnish-speaking and 14 Swedish-speaking. Similarly, 11,507 students were Finnish-speaking (92 %) and 975 Swedish-speaking (8 %).

This report describes the results from the perspective of equality. Later reports will analyse the background information of a student and teacher as an explanatory factor of achievement in mathematics in more detail.

Based on previous assessments, it is known that the self-determination, motivation, and family support of all students were not optimal for the success of their home studies. However, some of the students even benefited from remote school. In most schools, students had already returned to contact learning during the assessment, but part of the students completed the assessment from home. The response technique of students differed from previous assessments: many students did not include the reasoning for the mathematical problems, even though, according to the teachers, the students would have been able to write them down on paper. In addition, distractions related to information technology and networks in the test situation may have had a negative impact on the results. Such factors influence the fact that the national profile of achievement level differs from previous ones.

In 2021, the average level of achievement was 451 points, which is 49 points lower than in 1998 and 28 points lower than in 2012. In other words, the level of achievement in mathematics has fallen from the previous assessments. This is consistent with the changes in previous years: the achievement has been in a downward trend since 2001. Unlike in previous assessments of learning outcomes in mathematics, the students' overall achievement level in mathematics is not distributed normally, as it is clearly composed of three populations: low performers, high performers, and the population of average performers in between. Some of the changes can be seen as results of the COVID-19 pandemic, while others can be explained with the aforementioned issues related to response techniques, such as missing values in the test items related to reasoning. The unusual form of distribution of the test scores in mathematics suggests that educational equality does not materialize in Finland as well as previously. Attention should be paid to this in future assessments: will the extreme populations revert to a single normal distribution. It is possible to correct the shortage of learning outcomes identified in the lowest achievement group by correctly targeted support measures.

In general, the differences between schools are as large as in previous assessments, but the average achievement level of students from the area of Lapland Regional State Administrative Agency was noticeably lower than that of others. There are no significant differences in average achievement levels between the types of municipalities, Finnish and Swedish schools, and genders. The schools' role in student variation is increasing.

The policies for grading vary between schools; relative to the level of achievement in mathematics, students in the least successful schools receive approximately one grade higher than students in the most successful schools. Girls receive higher grades relative to the level of achievement level, a phenomenon that has been observed since 2004. With the new grading criteria introduced in 2021, student evaluation can become more unambiguous.

Attitudes towards mathematics were assessed with three sub-scores: self-efficacy in mathematics, liking of mathematics, and the perceived benefits of mathematics. The self-efficacy in mathematics has lowered especially in groups of high-performing students. Girls view their own level of achievement lower than boys at every grade and achievement level. In this respect, the situation has not changed in the last ten years.

Since 2008, FINEEC's assessments of learning outcomes have also included a question regarding the experienced bullying among pupils. This has been reported with the connection to achievement level. This time, there were six questions related to school bullying that surveyed bullying as a physical, psychological, and social phenomenon. Approximately 7 per cent of students experience weekly and extensive bullying. *In quantitative terms*, a student who is subject to repeated and extensive bullying is most likely to come from (1) a Finnish-speaking school, (2) does not have an immigrant background, (3) is Finnish- or Swedish-speaking, (4) receives general support and (5) is not from the metropolitan area. *In relative terms*, the most likely target for repeated and extensive bullying is (1) a low-performing student regardless of gender or status of Finnish as a second language (L2), (2) a low-performing L2 student regardless of gender, (3) a low-performing boy without L2 status, (4) an average-performing boy with L2 status, or (5) a high-performing girl.

From the perspective of correlation, first, repeated and extensive bullying is common at both extremes of achievement. Secondly, we do not know whether a student would be bullied less if his or her level of achievement was more average. The bullying of average-performing boys with L2 status does not give a positive signal on the subject. However, the material does not provide the opportunity to determine whether the achievement level of low-performing students who have experienced intensive bullying would be higher if they were not bullied.

The differences in average achievement levels between schools seem to increase furtively, which is reflected in the fact that the school's explaining power, i.e., the coefficient of determination, in student variation increases slightly but systematically from one assessment to the next. The coefficient of determination outside the metropolitan area has remained similar in the latest assessments or increased only marginally. However, in the metropolitan area and especially in Helsinki and Vantaa, the school's coefficient of determination has multiplied itself in ten years (12-15 %). This has an impact on the national average. Attention should be paid to this in future assessments.

Keywords: mathematics, achievement, assessment, evaluation, equality, equity, changes in achievement

Tiivistelmä	3
Sammandrag.....	7
Summary	11
1 Arvioinnin lähtökohdat ja tavoitteet.....	19
1.1 Matematiikan oppimistulosten arvioinnin lähtökohdat.....	22
1.2 Arvioinnin tavoitteet	23
1.2.1 Matematiikan yleiset tavoitteet ja viitekehys.....	23
1.2.2 Matematiikan keskeiset tavoitteet ja sisältöalueet perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa	23
1.3 Aiempia kansallisia matematiikan oppimistulosarviointeja ja osaamiseen liittyviä trendejä	25
1.4 Arviointikysymykset	30
2 Arvioinnin suunnittelu, toteutus ja menetelmälliset ratkaisut	33
2.1 Arvioinnin suunnittelu.....	34
2.2 Tehtävien laadinta.....	36
2.2.1 Tehtävien laadinnan periaatteet	36
2.2.2 Esimerkkejä erityyppisistä tehtävistä.....	36
2.3 Lopullisen tehtäväsarjat, niiden luotettavuus ja vertaistaminen.....	38
2.3.1 Arvioinnin luotettavuuteen liittyviä kysymyksiä.....	38
2.3.2 Lopulliset tehtäväsarjat	42
2.3.3 Tehtäväsarjojen vertaistaminen	44
2.3.4 Toisen vaiheen tehtäväsarjat	45
2.3.5 Muut aineistot.....	46
2.4 Digitaalinen arviointijärjestelmä	47
2.5 Otanta ja aineisto.....	47
2.6 Raportissa käytetyt muuttujat ja termit.....	49
2.7 Käytetyt menetelmät	51

3 Tulokset	55
3.1 Matematiikan osaaminen peruskoulun päättövaiheessa 2021	56
3.1.1 Oppilaiden matematiikan kokonaisosaaminen muodostuu kolmesta populaatiosta	57
3.1.2 Osaaminen poikkeaa toisistaan eri tavoitteiden ja sisältöalueiden osalta.....	60
3.1.3 Maantieteellisten alueiden väliset osaamisen erot ovat huomattavia.....	63
3.1.4 Kuntatyyppien väliset osaamisen erot eivät ole merkittäviä	65
3.1.5 Kieliryhmien väliset osaamisen erot eivät ole merkittäviä	66
3.1.6 Sukupuolten väliset osaamisen erot eivät ole merkittäviä	67
3.1.7 Kolmiportainen tuki ja osaamisen erot	69
3.1.8 Maahanmuuttajataustaisten tyttöjen osaaminen on selvästi heikompaa kuin muilla.....	71
3.1.9 Kouluarvosanat kuvaavat vain osittain näytettyä matematiikan osaamista	74
3.1.10 Koulujen väliset osaamisen erot ovat vähitellen suurentuneet	76
3.1.11 Matematiikan osaaminen jatkaa laskuaan ja koulujen väliset erot suurentuvat	79
3.2 Oppilaiden suhtautuminen matematiikkaan ja sen yhteys osaamiseen.....	81
3.2.1 Minäpystyvyyden kokemus on heikentynyt korkeimmissa osaamisryhmissä.....	81
3.2.2 Osaamisen ja asenteiden yhteys on heikentynyt	83
3.3 Oppilaiden kokema kiusaaminen ja sen yhteys osaamiseen.....	84
3.3.1 Koulussa tapahtuva kiusaaminen on polarisoitunut: toisia kiusataan usein ja toisia ei koskaan	85
3.3.2 Kiusaamista tapahtuu osaamisen molemmissa ääripäissä	87
4 Rehtoreilta ja opettajilta saatua tietoa	91
4.1 Rehtoreilta saatua tietoa	93
4.2 Opettajilta saatua tietoa	94

5	Yhteenveto ja pohdinta.....	99
5.1	Keskeiset tulokset tiivistetysti.....	100
5.2	Arvioinnin luotettavuuteen liittyviä näkökulmia.....	101
5.3	Tulosten pohdintaa tasa-arvon ja yhdenvertaisuuden näkökannalta	102
5.3.1	Koulutukselliseen tasa-arvoon liittyviä haasteita arvioinnin perusteella ...	102
5.3.2	Osaamisen eriytymisen selittämiseen liittyviä tekijöistä.....	105
5.4	Suositukset	107
6	Lähteet	113
7	Liitteet.....	121
	LIITE 1 Tavoitekohtaiset jakaumat	122
	LIITE 2 Puuanalyysi (DTA) kiusaamisen kokemista selittävästä tekijöistä	125

Arvioinnin lähtökohdat ja tavoitteet

1

- Kahdeksas kansallinen 9. luokan matematiikan oppimistulosarviointi toteutettiin COVID-19-pandemian varjossa; osaamisen kartoitus tehtiin noin vuosi sen jälkeen, kun Suomessa oli siirrytty pandemian taltuttamiseksi alueittain ja kouluittain poikkeaviin etäopiskeluratkaisuihin. Aiempien arviointien perusteella tiedetään, että kaikkien oppilaiden itseohjautuvuus, motivaatio ja perheeltä saatu tuki eivät olleet optimaalisia kotona suoritettavien opintojen onnistumiseksi, mutta osa oppilaista jopa hyötyi etäkoulusta.
- Valtaosassa kouluja oppilaat olivat arvioinnin aikana lähiopetuksessa, mutta osa oppilaisista suoritti arvioinnin kotoa käsin.
- Tämä raportti kuvaa tuloksia tasa-arvon näkökulmasta. Myöhemmin julkaistavissa raporteissa analysoidaan tarkemmin oppilaan ja opettajan taustatietoja osaamisen selittäjinä.

Keväästä 2020 alkaen koettiin koko maailman mittakaavassa poikkeuksellinen covid-19-pandemia, jonka varjossa opetusta järjestetään edelleen vuonna 2021. Pandemian seurauksena monissa kouluissa jouduttiin siirtymään etäopetukseen, tai pahimmillaan monissa maissa koulunkäynti loppui kokonaan, koska tarvittavaa infrastruktuuria etäkoulujen järjestämiseen ei ollut. Yhdistyneiden kansakuntien (YK) arvion mukaan pandemian aiheuttama kriisi ”aiheutti historian suurimman häiriön (*disruption*) koulutusjärjestelmissä” ja pahensi ”olemassa olevia koulutuseroja vähentämällä monien heikoimmassa asemassa olevien lasten, nuorten ja aikuisten – köyhillä tai maaseutumaisilla alueilla asuvien, tyttöjen, pakolaisten, vammaisten ja pakkosiirrettyjen yksilöiden – mahdollisuuksia jatkaa oppimistaan” (YK, 2020, s. 2). OECD:n arvion mukaan ”kriisi on paljastanut monia puutteita ja epätasa-arvoa koulutusjärjestelmissämme – laajakaistayhteyksistä ja verkko-opetukseen tarvittavista tietokoneista ja oppimisen tukeen tarvittavista ympäristöistä aina resurssien ja tarpeiden väliseen ristiriitaan” (Schleicher, 2020, s. 4).

Suomessa oltiin monien muiden maiden tapaan keväällä 2020 tilanteessa, jossa opetusta ei enää voitu jatkaa normaaliin tapaan: koulut joutuivat lyhyessä ajassa siirtymään luokkaopetuksesta etäopetukseen ilman aikaa valmistella opetusteknologian infrastruktuuria, sopivaa uutta oppimateriaalia tai koulutusta uuden opetusteknologian käyttöön. Kansainvälisesti arvioiden siirtymä

onnistui Suomessa verraten sujuvasti, ja nopean digiloikan vuoksi koulut ja oppilaitokset olivat etäopetuksen ja siihen liittyvien käytänteiden osalta nopeasti toimivia (Karvi, 2021, s. 112). Keväällä 2020 lähes kaikki oppilaat olivat etäopetuksessa lukuun ottamatta pienimpiä alakoululaisia ja erityisen tuen oppilaita. Syksyn 2020 ja kevään 2021 aikana oppilaat olivat vaihtelevia jaksoja alue- ja koulukohtaisesti osin etäopetuksessa ja osin lähiopetuksessa.

Poikkeusolot ja niiden seurausvaikutukset ovat tuoneet pohdittavaksi neljä uutta ilmiötä: oppimis-, osaamis-, turvallisuus- ja hyvinvointivajeen, joiden keskinäiset suhteet ovat vielä selkiytymättä.

Oppimisvajeella tarkoitetaan tässä yhtäältä tilannetta, että institutionaalinen oppimis- tai opettelu-prosessi on häiriintynyt oleellisesti siitä, että opetusta ei ole kyetty antamaan lainkaan. Näin on voinut tapahtua silloin, kun etäopetukseen osallistuminen ei ole ollut mahdollista tietokoneiden ja yhteyksien puuttuessa tai kun kurssi tai harjoittelujakso on kokonaan peruttu. Jälkimmäisessä tapauksessa voitaisiin puhua myös *opettamisvajeesta*.

Osaamisvajeella puolestaan tarkoitetaan yksilössä havaittavaa osaamisen, taidon tai tiedon puutetta, joka voi olla seurausta oppimisvajeesta. Institutionaalisesta oppimisvajeesta ei kuitenkaan automaattisesti seuraa henkilökohtaista osaamisenvajetta, mikäli oppilas tai opiskelija itsenäisesti hankki tiedot tai taidot esimerkiksi sisäisen motivaation ajamana. Vaikka oppimisvajeen syntyminen on ollut ilmeistä covid-19-pandemian aikana, vähemmän tietoa on siitä, kuinka paljon aitoa ja pysyvää osaamisvajetta on syntynyt.

Henkilökohtainen *turvallisuusvaje* liittyy henkilökohtaisen turvattomuuden tunteen lisääntymiseen. Tämän kaltainen vaje on voinut syntyä esimerkiksi ilmaston lämpenemisen, kansainvälisten kriisien, lisääntyneiden terrori-iskujen, teknologian hallitsematon kehittymisen myötä. Ylipäänsä yleinen huoli tulevaisuudesta on saattanut tuottaa turvattomuuden tunnetta, jota covid-19-pandemia on vahvistanut. Uudenlainen sairastumisen tai jopa kuoleman pelko voi olla osalle oppilaita ja opiskelijoista aito uhka ja kokemus esimerkiksi lähipiirissä tapahtuneiden tapausten vuoksi.

Hyvinvointivaje puolestaan liittyy toimeentuloon, työllisyyteen ja terveydentilaan (ks. THL, 2015) tai koettuun yksinäisyyteen ja ulkopuolisuuteen (ks. Junttila, 2021). Pandemia on vaikuttanut kaikkiin näihin osa-alueisiin.

Näistä ilmiöistä tässä raportissa esiin nousee erityisesti osaamisvaje ja sen ilmeneminen matematiikan osaamisessa. Osana Opetus- ja kulttuuriministeriön hyväksymää kansallista koulutuksen arviointisuunnitelmaa vuosille 2020–2023 (Karvi, 2020) Kansallinen koulutuksen arviointikeskus (Karvi) järjesti matematiikan oppimistulosarvioinnin perusopetuksen 9. luokan oppilaille (tuonnempana ”arviointi”) keväällä 2021 covid-19-pandemian vielä vaikuttaessa opetukseen osassa kouluja. Arviointi on osa perusopetuslain (628/1998) 21§:n edellyttämää koulutuksen arviointia. Karvia koskevan lain (1295/2013) 2. §:n mukaan perusopetuksen oppimistulosten arvioinnit ovat osa valtakunnallista koulutuksen arviointijärjestelmää. Arvioinnin alkuperäinen toteuttamisaika oli keväällä 2020, mutta pandemian vuoksi toteutusta siirrettiin vuodella. Vielä keväällä 2021 osassa kouluja oppilaat olivat etäopetuksessa ja heidän osaltaan myös arviointiin osallistuminen tapahtui kotoa käsin digitaalisesti. Etäopetuksessa arvioinnin suorittaneiden oppilaiden osuus ei kuitenkaan ollut suuri (noin 6 % oppilaita).

Arvioinnin tarkoituksena oli tuottaa kansallista tietoa matematiikan osaamisesta ja perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (tuonnempana POPS; OPH 2014) määriteltyjen matematiikan tavoitteiden saavuttamisesta perusopetuksen päättövaiheessa, ja siitä onko tavoitteiden saavuttamisessa eroja eri ryhmien välillä. Tämä raportti sisältää yhdeksännen luokan matematiikan arvioinnin keskeiset tulokset kansallisen koulutuksellisen tasa-arvon näkökulmasta. Tällöin keskeisiksi näkökulmiksi tulevat mm. alueelliset, kieliryhmien väliset ja sukupuolten väliset osaamisen eroihin liittyvät tasa-arvotarkastelut, mutta samalla raportoidaan myös opettajien ja rehtoreiden antamaa tietoa opetuksen järjestämisestä. Myöhemmin julkaistavissa raporteissa keskitytään tarkemmin erilaisiin oppilasta ja hänen ympäristöään koskeviin taustatekijöihin sekä opettajilta saatuihin tietoihin, joiden avulla voidaan selittää osaamista. Ruotsinkielisiä kouluja koskevia erityistuloksia julkaistaan näiden raporttien yhteydessä. Erillisessä raportissa tarkastellaan myös matematiikan oppimisen pitkän ajan muutoksia kansallisiin arviointeihin pohjaten. Lisäksi menetelmäratkaisuja kuvataan tarkemmin ja taustalla käytetty matematiikan viitekehys julkaistaan myöhemmin julkaistavassa raportissa.

1.1 Matematiikan oppimistulosten arvioinnin lähtökohdat

Yleisesti kansallisten oppimistulosarviointien tavoitteena on tuottaa luotettavaa ja kansallisesti vertailukelpoista tietoa perusopetuksen opetussuunnitelmassa määritettyjen tavoitteiden saavuttamisesta eri oppiaineissa, oppimäärissä ja eri sisältöalueilla. Oppimistulosarviointien avulla kuvataan osaltaan kansallista koulutuksen laatua, vaikuttavuutta ja koulutuksellisen tasa-arvon toteutumista, ja kuvaa täydentävät monet temaattiset arvioinnit (ks. Karvi, 2020). Yksi Karvin tehtävistä on tukea opetuksen järjestäjiä arviointia ja laadunhallintaa koskevissa asioissa ja kehittää koulutuksen arviointia. Kansallisesti vertailukelpoista arviointitietoa voidaan hyödyntää kouluissa arvioinnin tukena osana opetuksen järjestäjän ulkoista arviointia. Samalla saadaan tietoa, jota voidaan hyödyntää opetuksen ja koulutuksen kehittämisessä niin koulutuspoliittisessa päätöksenteossa, opetussuunnitelmien laatimisen tukena kuin oppiainekohtaisen pedagogiikan kehittämisessä korkeakouluissa ja yksittäisissä kouluissa. Toistuvien oppimistulosarviointien avulla voidaan myös tuottaa trenditietoa siitä, millaista osaaminen kyseisessä oppiaineessa on eri vuosina ja mihin suuntaan osaaminen kehittyy.

Matematiikan 9. luokan arvioinnin tavoitteena oli muodostaa kokonaiskuva opetussuunnitelman perusteissa asetettujen matematiikan tavoitteiden saavuttamista kansallisella tasolla perusopetuksen päättövaiheessa. Osaamisen arviointiin käytettiin yhdeksäsluokkalaisille suunnattuja eritasoisia arviointitehtäviä matematiikan eri tavoitteiden ja sisältöalueiden osalta. Osa tehtävistä on käytetty myös aiemmissa matematiikan arvioinneissa eri luokka-asteilla. Näiden niin kutsuttujen linkki- tai ankkuritehtävien avulla saatu aineisto voidaan saattaa vertailukelpoiseksi eri vuosina toteutettujen arviointien välillä.

1.2 Arvioinnin tavoitteet

1.2.1 Matematiikan yleiset tavoitteet ja viitekehys

Arvioinnin viitekehystenä toimivat Opetushallituksen laatimat perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (POPS; OPH, 2014), jotka otettiin portaittain käyttöön vuosiluokilla 7–9 syksystä 2016 alkaen. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa kuvataan kunkin oppiaineen tehtävä. Tehtävän kuvauksen lisäksi perusopetuksen opetussuunnitelman perusteisiin on kirjattu oppiainekohtaiset tavoitteet ja sisältöalueet sekä se, mihin laaja-alaiseen oppimiskokonaisuuteen kukin tavoite liittyy.

Matematiikan opetuksen tehtäväksi on opetussuunnitelmassa määritelty, että se kehittää oppilaiden loogista, täsmällistä ja luovaa matemaattista ajattelua. Sen kautta luodaan pohjaa matemaattiselle ymmärrykselle ja erilaisen tiedon käsittelylle sekä ongelmanratkaisulle. Vuosiluokilla 7–9 matematiikan opetuksen tehtävä on erityisesti syventää käsitteiden ymmärrystä sekä opettaa mallintamaan ja ratkaisemaan ongelmia matemaattisesti.

POPS:ssa oppiaineiden tavoitteet ja sisällöt on jaoteltu kolmeen ryhmään vuosiluokkien mukaan: vuosiluokat 1–2, vuosiluokat 3–6 sekä vuosiluokat 7–9. Tämä matematiikan arviointi kohdistui näistä viimeiseen, peruskoulun päättövaiheeseen, ja on ensimmäinen matematiikan oppimistulosarviointi, joka kohdistuu vuoden 2014 perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa määriteltyihin matematiikan sisältöihin ja tavoitteisiin.

Perusopetuksen opetussuunnitelman lisäksi arvioinnin viitekehystenä käytettiin Karvissa valmisteilla ollutta matematiikan oppimistulosarvioinnin viitekehystä. Siinä opetussuunnitelman tavoite- ja sisältöalueet purettiin pienempiin osiin ja se antoi raamit esimerkiksi tehtävänlaadinnalle, niin että osaamista voidaan mitata kattavasti kaikilla sisältöalueilla ja kaikkien tavoitteiden osalta. Matematiikan viitekehys julkaistaan myöhemmin arvioinnin menetelmäraportin yhteydessä.

1.2.2 Matematiikan keskeiset tavoitteet ja sisältöalueet perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa

POPS:ssa matematiikan sisältöalueita on määritelty kuusi ja tavoitteita 20 vuosiluokille 7–9 (ks. Taulukko 1). Sisältöalueet ovat *Ajattelun taidot ja menetelmät* (S1), *Luvut ja laskutoimitukset* (S2), *Algebra* (S3), *Funktiot* (S4), *Geometria* (S5) ja *Tietojen käsittely ja tilastot sekä todennäköisyys* (S6). Poikkeuksellisesti Karvin aiempiin matematiikan arviointeihin nähden tässä arvioinnissa kaikkia sisältöalueita varten valmisteltiin oma arviointitehtäväversio (10–12 sisältöalueeseen liittyvää tehtävää). Eri versiot linkitettiin toisiinsa tehtävillä, jotka olivat samoja kaikissa tehtäväsarjoissa (ks. tarkemmin luku 2.1).

TAULUKKO 1. Sisältöalueet ja tavoitteet vuosiluokilla 7–9 (OPH, 2014)

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	tulkitsen ja tuottaa funktion
S4	Funktiot	T14	ratkaisee yhtälöitä
		T15	tulkitsen ja tuottaa funktion
S5	Geometria	T16	ymmärtää geometristen 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

Matematiikan tavoitteet voidaan jakaa kolmeen ryhmään. Ensimmäisen ryhmän muodostavat Matematiikan merkitykseen, arvoihin ja tavoitteisiin liittyvät asiat: [Oppilas] uskoo kykyihinsä ja haluaa oppia lisää (T1) ja Oma-aloitteisuus ja sosiaalisuus työskentelyssä (T2). Näitä tavoitteita kartoitettiin taustakyselyillä ja asennemittaristolla. Toisen ryhmän muodostavat työskentelyn taitoihin liittyvät seikat: [Oppilas] havaitsee ja ymmärtää yhteyksiä oppimiensa asioiden välillä (T3), käyttää (relevantisti) matemaattisia käsitteitä ja merkintätapoja (T4), ratkaisee loogista ja luovaa ajattelua vaativia tehtäviä ja käyttää erilaisia ratkaisustrategioita (T5), arvioi ratkaisun järkevyyttä ja mielekkyyttä ja kehittää ratkaisujaan (T6), soveltaa matematiikkaa (T7), kerää, jäsentää, analysoi ja tarkastelee tietoa kriittisesti (T8) ja soveltaa tieto- ja viestintäteknologiaa (T9). Näitä tavoitteita varten ei kehitetty erillisiä tehtäviä, vaan näitä arvioidaan välillisesti muiden tehtävien kautta.

Kolmas ryhmä liittyy matematiikan käsitteellisiin ja tiedonalakohtaisiin seikkoihin: [Oppilas] osaa tehdä matemaattisia päätelmiä, laskea päässä ja käyttää taitojaan eri konteksteissa (T10), osaa peruslaskutoimituksia rationaaliluvuilla (T11), ymmärtää reaaliluvun käsitteen (T12), ymmärtää prosentin käsitteen ja osaa laskea prosenttiosuuden, prosenttiluvun osoittaman määrän, muutos- ja vertailuprosentin [T13], ymmärtää tuntemattoman käsitteen ja osaa ratkaista yhtälöitä (T14), ymmärtää funktion käsitteen, osaa tulkita funktion kuvaajia ja osaa tuottaa funktion kuvaajia (T15), ymmärtää geometrian käsitteitä ja geometristen käsitteiden välisiä yhteyksiä (T16), ymmärtää suorakulmaiseen kolmioon ja ympyrään liittyviä ominaisuuksia sekä osaa hyödyntää suorakulmaiseen kolmioon ja ympyrään liittyviä ominaisuuksia (T17), osaa laskea pinta-aloja ja tilavuuksia (T18), osaa määrittää tilastollisia tunnuslukuja ja laskea todennäköisyyksiä (T19) ja osaa ajatella algoritmisesti, käyttää algoritmisia ja matemaattisia taitojaan ongelmien ratkaisemiseen sekä ratkaista ongelmia

myös ohjelmoiden (T20). Nämä tavoitteet luokittuvat POPS:ssa sisältöalueille niin, että T10 ja T20 ovat sisältöalueen S1 tavoitteita, T10 – T13 ovat sisältöalueen S2 tavoitteita, T14 ja T15 ovat sisältöalueiden S3 ja S4 tavoitteita, T16 – T18 ovat sisältöalueen S5 tavoitteita ja T13 ja T19 ovat sisältöalueen S6 tavoitteita (ks. Taulukko 1). Arviointitehtävät suunniteltiin niin, että tehtäviä oli kattavasti kaikkien tavoitteiden T10–T20 osalta niiden suhteessa opetettavaan ainekseen POPS:ssa.

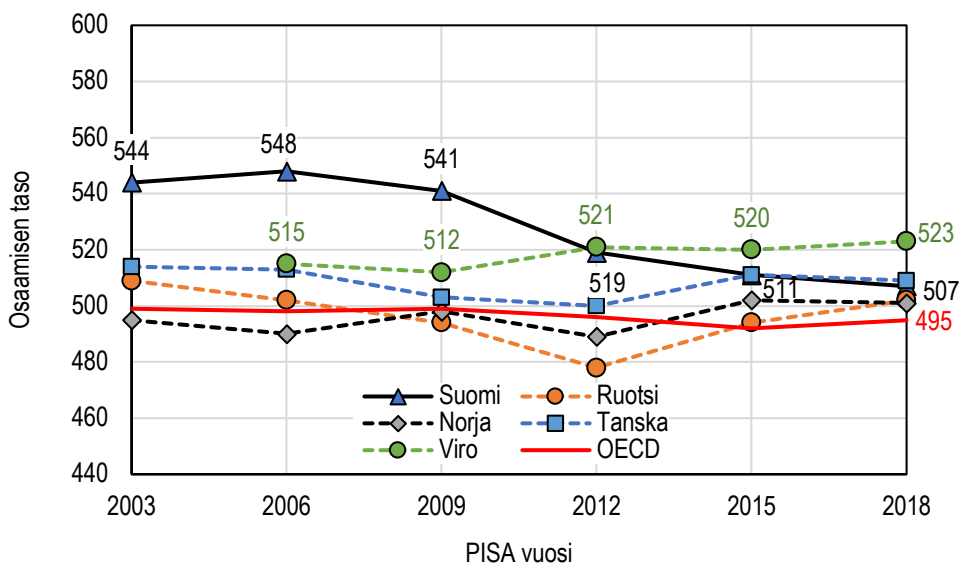
1.3 Aiempia kansallisia matematiikan oppimistulosarviointeja ja osaamiseen liittyviä trendejä

Matematiikan osaaminen on yksi keskeisistä tietotaidoista modernissa yhteiskunnassa luku- ja kirjoitustaidon ohella ja siksi sitä myös arvioidaan toistuvasti kansallisen arviointisuunnitelman mukaisesti. Nykyisessä muodossaan oppimistulosarviointiohjelma käynnistettiin matematiikan arvioinnilla vuonna 1998 ja ensimmäinen raportti julkaistiin 1999 (Korhonen, 1999). Nyt raportoitava arviointi on kahdeksas 9. luokan matematiikan päättövaiheen arviointi.¹ Joitain matematiikan osaamisen arviointeja on tehty myös toisen asteen koulutuksessa (Metsämuuronen, 2017; Metsämuuronen & Salonen, 2017; Metsämuuronen & Tuohilampi, 2017; Wuolijoki, 1999). Kansainvälisistä matematiikan osaamiseen liittyvistä arvioinneista ja muista matematiikan osaamista mittaavista tutkimuksista Ukkolalla ja Metsämuurosella (2021) on ajankohtainen katsaus.

Osa kansallisista aineistoista on linkittynyt toisiinsa niin, että samoja oppilaita on seurattu eri vuosina. Ensimmäinen pitkittäisseuranta päättyi vuonna 2017 ja koski vuosiluokkia 3, 6, ja 9 sekä toisen asteen koulutusta (Metsämuuronen, 2010; 2013; 2017) ja toinen alkoi vuonna 2018 ensimmäisen vuosiluokan alusta (Ukkola & Metsämuuronen, 2019; Ukkola, Metsämuuronen & Paananen, 2020; ks. menetelmäratkaisut Metsämuuronen & Ukkola, 2019). Jälkimmäinen pitkittäisseuranta on edennyt kolmannen luokan mittaukseen (Ukkola & Metsämuuronen, 2021), ja sitä on tarkoitus ulottaa myöhemmin vuosiluokille 6 ja 9 sekä mahdollisesti myös toiselle asteelle.

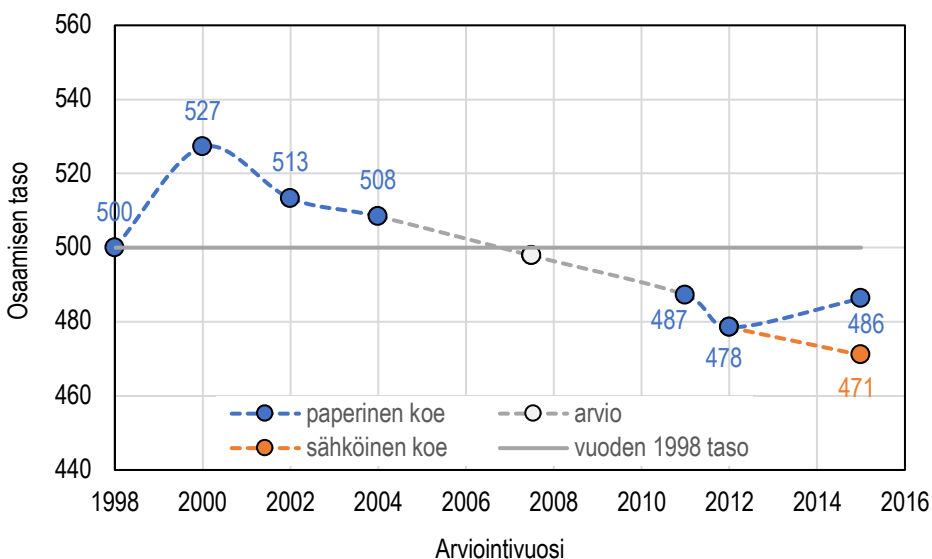
Matematiikan osaamiseen liittyy muutamia trendejä, joita käsitellään tässä lyhyesti ja joita kommentoidaan tuonnempana luvussa 3.1.11 vuoden 2021 mittauksen näkökulmasta. Ensiksi kaikissa suuremmissa (kansallisissa ja kansainvälisissä) perusopetuksen päättövaiheen arviointihankkeissa matematiikan osaamisen Suomessa on havaittu olevan laskujohteinen viimeisten vuosien ajan. PISA-tutkimuksissa on havaittu Suomen pistemäärän laskevan systemaattisesti niin lukemisen, matematiikan kuin luonnontieteiden (biologia, maantieto, fysiikka ja kemia) osalta (Kuvio 1). Trendi poikkeaa selvästi Ruotsin, Norjan ja Tanskan trendeistä; muissa Pohjoismaissa osaamisen taso on kääntynyt nousuun vuoden 2012 jälkeen ja Virossa jo vuoden 2009 jälkeen.

¹ Väliin jäävät arvioinnit toteutettiin vuosina 2000 (Korhonen, 2001), 2002 (Mattila, 2002), 2004 (Mattila, 2005), 2011 (Hirvonen, 2012), 2012 (Rautopuro, 2013; Metsämuuronen, 2013) ja 2015 (Julin & Rautopuro, 2016). Näiden lisäksi matematiikan osaamista on epäsäännöllisemmin arvioitu 1. luokan alussa (Ukkola & Metsämuuronen, 2019; Ukkola, Metsämuuronen & Paananen, 2020), 3. luokan alkuvaiheessa (Huisman, 2006; Ukkola & Metsämuuronen, 2021) ja 6. luokan alkuvaiheessa (Niemi, 2001, 2008; Niemi & Metsämuuronen, 2010).



KUVIO 1. Matematiikan osaamisen kansallisia trendejä Pohjoismaissa ja Baltiassa PISA-aineistoissa (Lähde OECD, 2019)

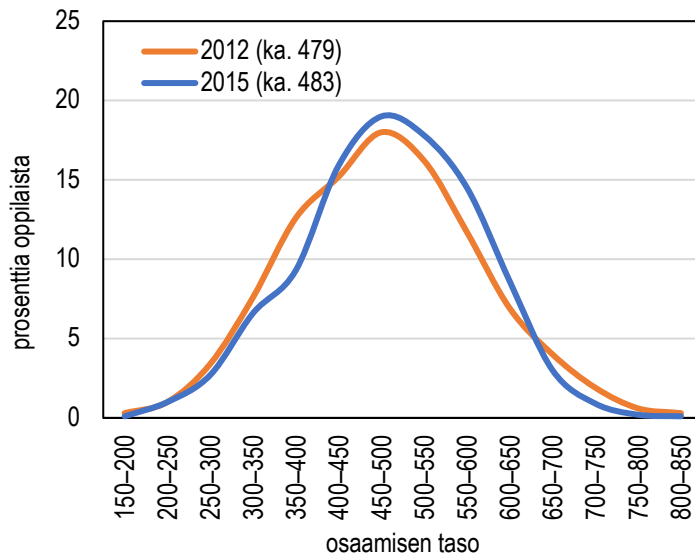
Kansallisissa oppimistulosaineistoissa muutos on näkynyt jo vuodesta 2000 lähtien (Kuvio 2). Tosin Talouspolitiikan arviointineuvoston raportin (VATT, 2018) mukaan miesten osalta osaamisen lasku on saattanut alkaa jo aiemmin. Armeijassa mitatun aritmetiikan osaaminen on nimittäin systemaattisesti laskenut kohorteissa, jotka syntyivät 1970-luvun lopulla ja sen jälkeen. Nämä ikäluokat olivat 9. luokalla 1990-luvun puolivälissä ja siitä eteenpäin (ks. VATT, 2018, kuva 6.1.7). Huomataan kuitenkin, että kansalliset oppimistulosarviointit mittaavat matematiikkaa laajemmin kuin armeijassa suoritettava aritmetiikan testi. Osittain syynä nimenomaan aritmetiikan osaamisen tason laskemiselle voi olla se, että peruskoulun myötä modernit oppimisfilosofiat saivat myös enemmän tilaa ja tällöin ulkoa opeteltavan ja muistamiseen liittyvän aineksen määrää vähennettiin oleellisesti (ks. kirjallisuutta esimerkiksi Metsämuuronen & Räsänen, 2018). Tässä raportissa aineisto on vertaistettu kaikkien aiempien matematiikan arviointien kanssa. Tuonnempana tarkastellaan myös sitä, kuinka osaamisen taso on vuonna 2021 muuttunut aiempaan trendiin nähden.



KUVIO 2. Matematiikan osaaminen kansallisissa 9. luokan oppimistulosarvioinneissa vuosina 1998–2015

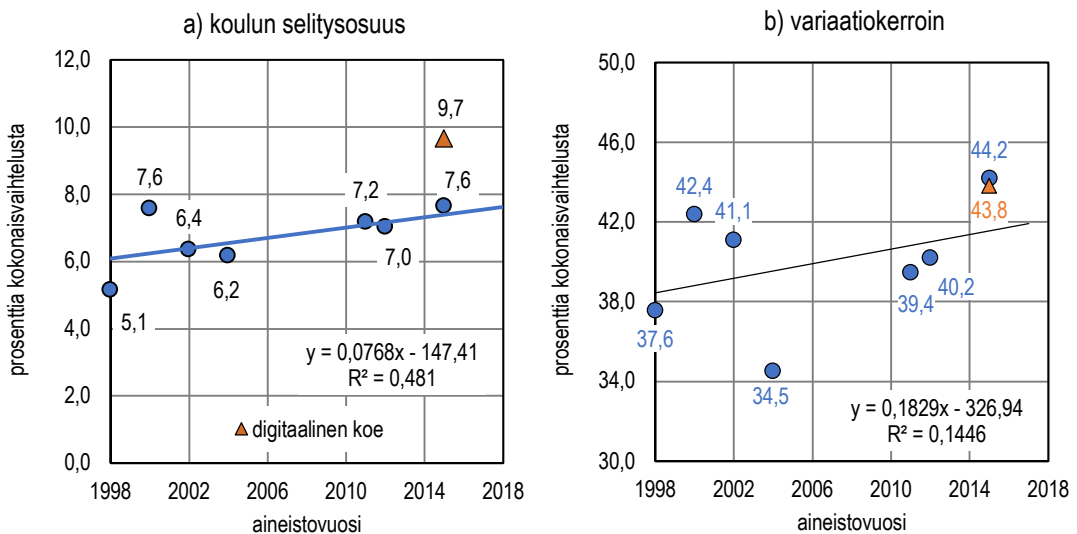
Toiseksi näyttää siltä, että osaamisen tason lasku olisi ainakin osittain seurausta siitä, että koe-tuloksiltaan heikkojen oppilaiden osuus on lisääntynyt (OKM, 2019). Opetus- ja kulttuuriministeriö joutuikin toteamaan PISA-2018 tulosten yhteydessä, että ”oppilaiden väliset lukutaitoerot olivat vuonna 2018 suuremmat kuin kertaakaan Suomen PISA-tutkimusten historiassa” (s. 1). Pientä muutosta havaittiin myös matematiikan osaamisessa; OECD:n Suomen maaraportin mukaan (2019) matematiikan PISA-kokeessa heikosti suoriutuvien oppilaiden osuus kasvoi 3 prosenttiyksikköä vuosien 2012 ja 2018 välillä. Vastaavanlaista eroa ei kuitenkaan näy vuosien 2012 ja 2015 kansallisissa matematiikan kokonaisjakaumissa (Kuvio 3).² Ehkä jopa päinvastoin: vuoden 2015 paperisena toteutetun arvioinnin jakauma on huipukkaampi kuin vuoden 2012. Samoin keskijointa pieneni 112:sta 102 pisteeseen. Tämä asia tarkentuu tämän aineiston myötä: Kuinka covid-19-pandemia on mahdollisesti muuttanut tilannetta?

² Jakaumakuvioissa käytetään pääsääntöisesti suhteellisia osuuksia. Vaikka ryhmien otokoot voivat poiketa toisistaan selvästi, osuudet ovat toisiinsa vertailukelpoisia.



KUVIO 3. Matematiikan osaamisen jakaumat kansallisissa 9. luokan oppimistulosarvioinneissa 2012 ja 2015 (vertaistetut pisteet)

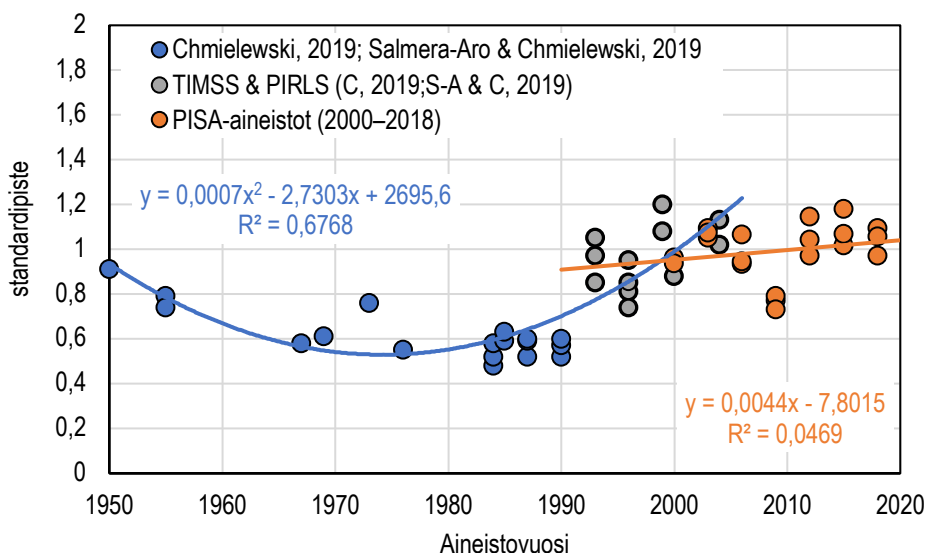
Kolmas vanhemmista aineistoista nouseva huomio liittyy osaamisen epätasa-arvoiseen jakautumiseen. Vaikka oppilaiden osaamisen jakaumien muodoissa ei olekaan huomattavia eroja (ks. edellä Kuvio 3), näyttää kuitenkin siltä, että sekä koulun selittämä osuus kokonaisvaihtelusta (eli koulun selitysosuus; Kuvio 4a) että oppilaiden vaihtelu keskiarvoon nähden (eli variaatiokerroin; Kuvio 4b) ovat maltillisesti lisääntyneet vuosien varrella. Koulun selitysosuus nousee esimerkiksi silloin, jos koulujen väliset erot lisääntyvät, mutta oppilaiden väliset erot pysyvät samoina. Variaatiokerroimen arvo puolestaan kasvaa, mikäli oppilaiden osaamisen vaihtelu (keskihajonta) kasvaa keskiarvoon nähden. Jälkimmäinen on kuitenkin suoraan riippuvainen muuttujien muunnoksista; Kuviossa 4 variaatiokerroin on laskettu suorien summien perusteella ilman IRT-mallitusta ja osaamisen standardointia. Kun yhtäältä variaatiokerroin näyttää kasvavan hienoisesti – eli oppilaiden vaihtelu näyttää lisääntyvän – ja toisaalta koulun selitysosuus kasvaa – eli koulujen väliset erot kasvavat, koulun selitysosuuden kasvu saattaa olla jopa suurempaa kuin numeroista voi suoraan päätellä. Ilmiö on saman suuntainen Nissisen ja kollegoiden (2018) PISA-aineistossa: alueiden väliset erot, erityisesti pääkaupunkiseudun ja muun maan välillä, näyttävät olevan kasvussa myös Suomessa (ks. myös Bernelius & Huilla, 2021). Asia tarkentuu tuonnempana vuoden 2021 aineiston myötä.



KUVIO 4. Koulun selitysosuus ja variaatiokerroin aiemmissa kansallisissa 9. luokan aineistoissa

Neljäs pitkittäisaineistoihin liittyvä havainto on, että sosioekonomiset tekijät osaamisen taustalla näyttävät tulleen merkittävämmiksi 1990-luvulla ja siitä eteenpäin. Asiaan on kiinnittänyt huomiota Chmielewski (2019), joka on vertaillut suurissa kansainvälisissä oppimistulosaineistoissa kauimpana toisistaan olevien sosioekonomisten ryhmien (alimman ja ylimmän desiilin eli kymmenysten) osaamisen eroja ja siinä havaittavia muutoksia. Salmela-Aro ja Chmielewski (2019) ovat kuvanneet näitä tuloksia erityisesti Suomen näkökulmasta. Aineistoissa sosioekonominen (SES) tai ekonominen, sosiaalinen ja kulttuurinen tausta (ESCS) näyttää olleen enenevässä määrin selittävänä tekijänä osaamisen eroille. Käytännössä SES:n tai ESCS:n suhteen ääripäät alkoivat olla kauempana toisistaan 1990-luvun alkupuolelta eteenpäin.

Ilmiö ei kuitenkaan ole aivan selkeä, sillä viimeisten 25 vuoden aikana TIMSS- (1995 alkaen), PISA- (2000 alkaen) ja PIRLS- (2001 alkaen) aineistoissa ero ääriryhmien välillä on kasvanut erittäin maltillisesti ja selvästi vanhemman trendin vastaisesti (Kuvio 5). Tässä mielessä huomio siitä, että sosioekonomisen taustan vaikutuksen lisääntyminen oppimistuloksiin vuodesta 2009 vuoteen 2018 olisi erityisen suuri (OKM, 2019) perustuu osittaiseen puutteelliseen tulkintaan: mittausvuonna 2009 ESCS:n vaikutus oli poikkeuksellisen pieni (ks. Kuvio 5). Eräänä selityksenä ilmiöön saattaa olla se, että SES:n ja ESCS:n mittaaminen on uudemmissa mittauksissa ollut mahdollisesti tarkempaa ja yhdenmukaisempaa kuin ennen vuotta 1995. Asiaan on joka tapauksessa syytä kiinnittää huomiota, ja nyt raportoitavassa arvioinnissa käytettiin aiempia arviointeja laajempaa mittaristoa ESCS:n mittaamiseen. Näihin syvennyttään tulevilla raporteilla.



KUVIO 5. Sosioekonominen status osaamisen selittäjänä (lähde: Salmela-Aro & Chmielewski, 2019; OECD, PISA database, <https://www.oecd.org/pisa/data/>)

1.4 Arviointikysymykset

Arvioinnin tavoitteena on tuottaa tietoa siitä, miten 9. luokkalaiset ovat saavuttaneet perusopetuksen opetussuunnitelman perusteisiin kirjatut, perusopetuksen päättövaihetta koskevat matematiikan tavoitteet. Lisäksi tarkoitus on tuottaa tietoa siitä, miten osaamisen taso on muuttunut vuodesta 1998, jolloin Karvi arvioi matematiikan osaamista ensimmäisen kerran. Tämän jälkeen matematiikan oppimistulosarviointeja on toteutettu säännöllisesti, joskin epäsäännöllisin välein, ja keväällä 2021 toteutettu arviointi oli kahdeksas 9. luokan matematiikan oppimistulosarviointi.

Matematiikan oppimistuloksia 9. luokan vuoden 2021 keväällä koskeva aineiston on koottu noin vuosi covid-19-pandemian alkamisesta ja rajoitustoimien ollessa vielä osittain aktiivisia, mutta oppilaiden ollessa valtaosin jo lähiopetuksessa. Osaamista tarkastellaan vuonna 2016 käyttöön otettujen kansallisten opetussuunnitelman perusteiden näkökulmasta. Tässä raportissa näkökulma on koulutuksellisessa tasa-arvossa: havaitaanko osaamiseen liittyviä eroja eri maantieteellisten alueiden, kuntaryhmien, kieliryhmien tai sukupuolten välillä. Raportissa tarkastellaan myös lyhyesti osaamisen muuttumista pitkittäisaineiston näkökulmasta. Tarkemmin osaamisen eroja ja osaamisen muutosta selittäviä tekijöitä sekä ruotsinkielisten koulujen erityiskysymyksiä tarkastellaan tulevissa raporteissa. Tulevissa raporteissa kuvataan tarkemmin menetelmällisiä ratkaisuja sekä oppilaalta ja opettajilta saatujen taustatietojen yhteyttä osaamisen ja sen muutokseen.

Arvioinnin
suunnittelu,
toteutus ja
menetelmälliset
ratkaisut

2

- Matematiikan osaamista arvioitiin digitaalisesti kansallisissa opetussuunnitelman perusteissa kuvatulla kuudella sisältöalueella ja yhdentoista tavoitteen osalta.
- Otokseen kuului 167 koulua ja 12 482 oppilasta (23 % ikäluokasta) eri puolilta Suomea ja erityyppisistä kunnista.
- Otokskouluista 153 oli suomenkielisiä ja 14 ruotsinkielisiä. Vastaavasti oppilaista 11 507 oli suomenkielisiä (92 %) ja 975 ruotsinkielisiä (8 %).
- Oppilaiden vastaustekniikka poikkesi aiemmissä arvioinneissa osoitetusta: monet oppilaat jättivät laskujen perusteluja kirjaamatta, vaikka opettajien mukaan he kyllä olisivat niin osanneet tehdä. Tietotekniikkaan ja -verkkoihin liittyvät häiriöt arviointitilanteessa ovat myös saattaneet vaikuttaa tuloksia heikentävästi.

2.1 Arvioinnin suunnittelu

Vaikka nyt raportoitava matematiikan oppimistulosarviointi poikkeaa monella tavalla aiemmin tehdyistä, se toteutettiin pääpiirteissään oppimistulosarvioinneissa vakiintuneita käytänteitä noudattaen (ks. Metsämuuronen 2009a). Hanke käynnistyi vuoden 2019 alussa hankesuunnitelman laadinnalla. Arviointia varten koottiin ulkopuolisista matematiikan opetuksen asiantuntijoista ja Karvin edustajista koostuva asiantuntijaryhmä, jonka tehtävä oli toimia ohjausryhmänä hankkeen eri vaiheissa ja asettaa raamit niin, että arviointi kattaa perusopetuksen opetussuunnitelman matematiikan sisältöalueet ja tavoitteet mahdollisimman laajasti. Ulkopuolisina asiantuntijoina ryhmässä toimivat professori Markku Hannula (Helsingin yliopisto), MAOL ry:n toinen varapuheenjohtaja Tuula Havonen, professori Peter Hästö (Turun yliopisto), neuropsykologian erikoispsykologi Pekka Räsänen (Turun yliopisto) ja kehitysjohtaja Kaisa Vähähyyppä (MAOL ry.). Näistä Hannula, Havonen ja Vähähyyppä olivat jo aiemmassa vaiheessa osallistuneet matematiikan viitekehysten laatimiseen.

Asiantuntijaryhmän lisäksi koottiin suomen- ja ruotsinkielisistä kokeneista opettajista koostuva tehtävänlaatijaryhmä, jonka tehtävänä oli tuottaa riittävästi arviointiin sopivia tehtäviä ja niiden arviointiohjeita matematiikan eri tavoitteista ja sisältöalueilta. Tehtävänlaatijoina toimivat asian-
tuntijaryhmän lisäksi Jussi Juurikka, Vuokko Kangas, Jani Kiviharju ja Anna Pomoell. Arviointiin valittujen suomenkielisten tehtävien kääntämisestä ruotsin kielelle vastasi Tora Smeds.

Karvista matematiikan oppimistulosarvioinnin suunnitteluun ja toteutukseen osallistuivat johtava arviointiasiantuntija ja menetelmäasiantuntija Jari Metsämuuronen, toisena menetelmäasian-
tuntijana Jukka Marjanen, arviointiasiantuntijoina Mika Puukko (1/2019–4/2019), Anne Kivistö (5/2019–7/2019), joka toimi jo aiemmassa vaiheessa viitekehystyön parissa, Pia Koskinen (1/2020–
12/2020) ja Saara Nousiainen (8/2019–12/2019, 1/2021–). Ruotsinkielisinä asiantuntijoina toimivat Chris Silverström ja Jan Hellgren. Matematiikan viitekehysten laadinnassa, asiantuntijaryhmässä ja tehtävien laadinnan ryhmässä Karvista oli mukana myös arviointiasiantuntija Annette Ukkola.

Tämä matematiikan arviointi oli ensimmäinen kokonaisuudessaan digitaalisesti toteutettu ma-
tematiikan arviointi. Koska Karvin oma digitaalisten kokeiden järjestelmä oli kuormitettu kah-
della muulla arviointihankkeella, arvioinnin teknisestä toteutuksesta vastaamaan valittiin Turun
yliopiston oppimisanalytiikan keskus, jonka kanssa oli toteutettu myös aiempi matematiikan
arviointi vuonna 2015. Turun yliopiston ViLLE-tiimissä tehtävien muokkaamisesta digitaaliseen
muotoon vastasi Aleks Hermonen, joka osallistui myös tehtävien laadintaryhmään. Teknisestä
toteutuksesta, kuten arvioinnin edellyttämien muutosten tekemisestä itse arviointijärjestelmään,
vastasi Teemu Rajala. Matematiikan kuuntelutehtävien äänityksen toteutti Ari Maijanen Jyvä-
skylän yliopiston soveltavan kielentutkimuksen keskukselta.

Matematiikan arviointi 2021 toteutettiin aiempiin arviointeihin nähden varsin poikkeuksellisilla
ratkaisulla. Ensiksi taustalla on vasta valmistunut matematiikan oppimistulosarvioinnin viite-
kehys (ks. luku 1.2.1), jossa uuden Opetussuunnitelman perusteet (OPS; OPH, 2014) purettiin
auki. Toiseksi käytettävissä oli syksyllä 2021 käyttöön tulleiden uusien päättöarvioinnin kriteerien
luonnos (julkaistu myöhemmin OPH, 2020), jota hyödynnettiin tehtävän laadinnassa ja tehtävien
valinnassa. Kolmanneksi päädyttiin kahdeksaan aiemmista arvioinneista poikkeavaan ratkaisuun
itse arvioinnin tehtäväsarjojen rakenteessa ja toteutuksessa. (1) Kun aiemmin varsinaisia kokeita
on ollut yksi, vuoden 2021 arviointikokeesta valmistettiin 9 versiota. Tämä mahdollisti sen, että (2)
arvioinnin voi suorittaa vapaammin yhden viikon aikana, koska (3) samassa koulussa ja luokassa
on käytössä useita erilaisia tehtäväversioita. Yksi versioista oli käytössä kaikissa kouluissa ja tämä
(4) yhteinen tehtäväversio ja siihen liittyvät tehtävät suunniteltiin poikkeuksellisesti julkaista-
vaksi raportoinnin yhteydessä vapaaseen käyttöön. (5) Kuusi kokeista on erikoiskokeita niin,
että kussakin on painotettuna jokin matematiikan kuudesta sisältöalueesta (ks. edellä Taulukko
1). Arvioinnin ensimmäisen vaiheen lisäksi (6) osa opiskelijoista osallistui arvioinnin toiseen
vaiheeseen, jossa kartoitettiin yhdellä versiolla minkälaisia matemaattisiin oppimisvaikeuksiin
eli dyskalkuliaan liittyviä piirteitä heikosti menestyneillä oppilailla oli, ja toisella versiolla, kuin-
ka pitkälle matematiikan taidoiltaan parhaat osaajat ovat edenneet. Koko arviointi toteutettiin
digitaalisesti ja (7) noin 90 % tehtävistä oli automaattisesti arvioitavia ja opettajaa tarvittiin vain
perustelua vaativien tehtävien tarkistamiseen. Lopuksi, poikkeuksellisesti, (8) opettajille annettiin
oppilaiden testisuorituksen perusteella kaksi arvosanaehdotusta, joita opettaja saattoi käyttää
oppilasarvioinnin tukena. Näiden muodostamista kuvataan tulevassa menetelmäraportissa.

2.2 Tehtävien laadinta

Arvioinnissa päädyttiin ratkaisuun, jossa kutakin sisältöaluetta kohden oli erillinen tehtäväversio ja yksi yleisversio, joka olisi käytössä kaikissa kouluissa. Usean version käyttö vastaa kansainvälisissä PISA- ja TIMSS-tiedonkeruissa käytettävää menettelyä. Tämä puolestaan edellyttää pistemäärien muuttamista samalle asteikolle. Tätä kuvataan luvussa 2.3.3.

2.2.1 Tehtävien laadinnan periaatteet

Koska tehtäväsarjoja oli suunniteltu olemaan useita, tällä oli ymmärrettävästi vaikutusta siihen, kuinka paljon tehtäviä piti laatia. Yleensä oppimistulosarviointien esitestauksessa on noin kaksinkertainen määrä tehtäviä lopulliseen arviointikokeeseen nähden (Metsämuuronen, 2009a). Kun yleensä tehtävien laatimisen ryhmä valmistaa noin 100 osiota, nyt käsillä olevaan arviointiin tarvittiin yli 300 uutta osiota.

Ennalta valmistellun määrittelykehikon (*Specification grid*) avulla tiedettiin, kuinka paljon osioita tarvittiin kunkin tavoitteen ja sisältöalueen osalta, minkäkin vaikeustasoisia ja miltäkin ajattelun tasolta. Ajattelun tasojen viitekehykseksi valittiin Bloom–Anderson–Krathwohl-viitekehys (Bloom, 1956; Anderson & Krathwohl, 2001), jonka mukaisesti tehtävän suorittamisessa vaadittavat ajattelun tason jaettiin neljään luokkaan: muistaminen, ymmärtäminen, soveltaminen ja korkeammat taidot. Näiden eroja erityisesti matematiikan tehtävien laadinnassa ja arvioimisessa on kuvannut esimerkiksi Metsämuuronen ja Räsänen (2018a).

Tehtäväsarjasta riippuen noin 15–20 % tehtävistä on ns. linkkitehtäviä, joiden avulla uudet tehtäväsarjat linkittyvät toisiinsa ja aiempien vuosien tehtäväsarjoihin (ks. luku 2.4.2). Niinpä uusien tehtävien lisäksi aiemmista kokeista valittiin 19 tehtävää ja julkaistuista helpoista ylioppilas-koe tehtävistä 9 tehtävää linkkitehtäviksi.

Uudet tehtävät esitestattiin syksyllä 2019. Esitestaukseen osallistui 9. luokan oppilaita ja lukion ensimmäisen vuosikurssin opiskelijoita yhteensä 642. Esitestauksessa tehtävät oli jaettu kahdeksaan eri tehtäväversioon, jotta testiversiot saatiin pidettyä riittävän lyhyinä ja jotta testin pituus ei vaikuttaisi suuresti osioiden vaikeustasoihin. Esitestateuista tehtävistä asiantuntijaryhmä valitsi lopulliset arviointitehtävät. Lopullisiin tehtäväversioihin valittiin erottelukyvyltään parhaiten toimineet tehtävät. Arviointi toteutettiin alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen vasta keväällä 2021 covid-19-pandemian siirrettyä arviointia vuodelle.

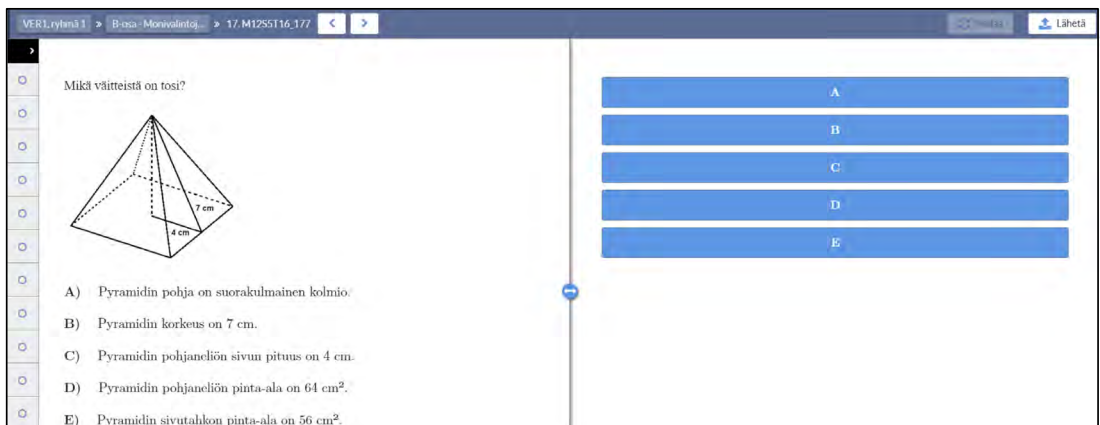
2.2.2 Esimerkkejä erityyppisistä tehtävistä

Oppilaiden osaamiskaaian selvittämiseksi arviointitehtäviksi valikoitiin sekä erittäin helppoja, melko helppoja, keskivaikeita, melko vaikeita että erittäin vaikeita tehtäviä. Kaikki arviointitehtävät luokiteltiin niiden sisältöalueen (S1–S6), tavoitteen (T1–T20), alustavan vaikeustason (1–3) ja ajattelun tason (muistaminen, ymmärtäminen, soveltaminen ja korkeammat taidot) mukaan.



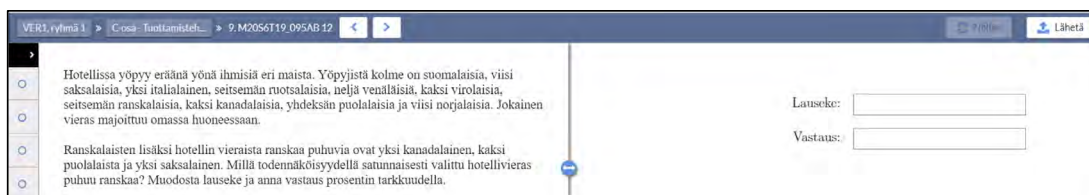
KUVIO 6. Esimerkki helposta laskutehtävästä

Kuviossa 6 on esimerkki arvioinnissa olleesta helposta, vaikeustason 1 monivalintatehtävästä, jossa oppilaan tuli selvittää tai päätellä, mitä tulee, kun lausekkeen 8 : 24 sieventää. Varsinaisessa arviointikokeessa tehtävän ratkaisi oikein 73 % oppilaista. Tehtävä luokituu ensisijaisesti sisältöalueelle S2 (Luvut ja laskutoimitukset) ja tavoitteeseen T10 (laskee päässään ja tekee päätelmiä) ja T11 (suorittaa peruslaskutoimituksia rationaaliluvuilla). Ajattelun tasoilla tämä tehtävä sijoittuu tasolle 2 eli ”ymmärtäminen”. Tälle perusteluksi riittänee se, että tehtävän oikein suorittaminen ei perustu varsinaiseen asian muistamiseen (taso 1, ”muistaminen”) eikä tehtävään liity suoraan varsinaista käytännöllistä soveltavaa elementtiä (taso 3, ”soveltaminen”).



KUVIO 7. Esimerkki keskivaikeasta geometrian tehtävästä

Kuviossa 7 on esimerkki keskivaikeasta monivalintatehtävästä, jossa oppilas arvioi annettujen väitteiden sopivuutta kuvassa näkyvään pyramidiin. Varsinaisessa arviointikokeessa 60 % oppilaista ratkaisi tehtävän oikein. Kyseessä on ensisijaisesti sisältöalueelle S5 (Geometria) ja sisältöalueelle T16 (ymmärtää geometrinen käsitteiden yhteyksiä) luokituttava tehtävä, mutta olisi voitu sijoittaa myös tavoitteeseen T17 (hyödyntää suorakulmaiseen kolmioon ja ympyrään liittyviä ominaisuuksia) ja T18 (laskee pinta-aloja ja tilavuuksia). Ajattelun tasoista tehtävä luokituu tasolle 4 ”korkeammat taidot”, johon sisältyy muun muassa kyky yhdistää useita yksittäisistä faktoista uusia tietoja sekä arvioida ja tehdä päätelmiä näiden faktojen pohjalta.



KUVIO 8. Esimerkki vaikeasta todennäköisyyslaskusta

Kuviossa 8 on korkeimmalle vaikeustasolle 3 suunniteltu arviointitehtävä, joka vaatii oppilaalta ongelmanratkaisutaitoa ja taitojen soveltamista todennäköisyyksien laskemisessa. Arviointikokeessa tehtävän ratkaisi oikein 3 % oppilaista. Tehtävä kuuluu sisältöalueeseen S6 (Tietojen käsittely ja tilastot sekä todennäköisyys) ja ajattelun tasolle 3 ”soveltaminen”. Vaikka osittain tehtävä olisi voinut sijoittua myös ajattelun tasolle 4 ”korkeammat taidot”, taso 3 on perusteltu tehtävän käytännöllisen luonteen vuoksi: kykeneekö oppilas soveltamaan todennäköisyyden laskemista kompleksisessa ”arkielämän” tilanteessa – vaikka kukaan tuskin pohtisi juuri kyseistä asiaa omassa arkielämässään.

2.3 Lopullisen tehtäväsarjat, niiden luotettavuus ja vertaistaminen

2.3.1 Arvioinnin luotettavuuteen liittyviä kysymyksiä

Tehtäväsarjojen ja yksittäisten tehtävien laatimisessa noudatettiin seitsemää peruseriaatetta: (1) tehtävien tulee olla suoraan yhteydessä POPS:n sisältöihin (jotta voidaan taata mittauksen rakennevaliditeetti), (2) tehtäväsarjojen tulee kattaa sisältöalueet niin laajasti kuin mahdollista (sisällön validiteetti), (3) tehtävien tulee kattaa riittävällä laajuudella kaikki ajattelun tasot (ekologinen validiteetti), (4) tehtäväsarjojen tulee olla sopivan vaikeita (face- tai näennäisvaliditeetti), (5) mittareiden tulee olla erottelukyvyltään tarkkoja (reliabiliteetti), (6) tehtäväsarjojen tulee linkittyä toisiinsa sopivasti valituilla linkkitechävillä (jotta voidaan käyttää IRT-mallitusta ja vertaistaa tulokset muihin mittauksiin) ja (7) tuloksia tulee voida tarkastella suhteessa aiempiin 9. luokan mittauksiin, alempien luokka-asteiden tuloksiin sekä ylioppilaskokeen tehtäviin.

Arvioinnin luotettavuudesta nostetaan tähän kolme seikkaa – tarkemmin menetelmällisiä kysymyksiä käsitellään myöhemmin julkaistavassa menetelmäraportissa. Ensiksi edellä esitetyn Taulukon 2 perusteella voidaan arvioida, että mittarin rakenne-, sisällön- ja ekologisen validiteetin osalta arviointi on ollut osuva. Tietenkin sisältöalueiden ja tavoitteiden, tehtävätyyppien ja ajattelun hierarkkisten tasojen painotuksissa monenlaisia erilaisia oikeita tai hyviä ratkaisuja olisi voitu tehdä. Tehtävien keskimääräiset vaikeustasot (0,47–0,52; Taulukko 3) osoittavat lisäksi, että keskimäärin noin puolet tehtävistä osattiin oikein, mikä johtaa maksimaaliseen erottelukyvyn (Lord, 1952). Yleensä Karvin tehtäväsarjoissa ratkaisusuudet on kuitenkin asetettu tätä korkeammalle – noin tasolle 0,60–0,65 (Metsämuuronen, 2009a) – mutta tämän arvioinnin tehtäväsarjoissa käytettiin aiempaa useampia haasteellisia tehtäviä, mikä osaltaan

laski ratkaisuosuuksia. Keskimäärin tehtäväsarjat olivat siis ”sopivia” tai hieman vaikeahkoja 9. luokan oppilaille. Osa selityksestä tulee myös sähköisenä toteutetun arvioinnin luonteesta, jota pohditaan tuonnempana.

Toiseksi tehtäväsarjojen erottelukyvyt (reliabiliteetit) ovat riittävän korkeita oppilaiden pistemäärien erottamiseksi toisistaan (Taulukko 3). Kokonaissummien traditionaalinen alfa-kerroin vaihtelee versiosta riippuen 0,91–0,93 ja deflaatio-korjattuna 0,95–0,96.³ Korjaus on kuitenkin perusteltu, koska tiedetään, että alfan laskukaavassa oleva osio-summa-korrelaatiokerroin (*item-total correlation*; *Rit*) on aliarvio, kun muuttujien asteikot eivät ole identtiset (ks. esimerkiksi Metsämuuronen, 2020a, 2020b, 2021a, 2021b). Deflaatio-korjauksessa käytettiin sekä Somersin deltaa (*Dit*) että Goodmanin–Kruskalin gammaa (*Git*), joista ensin mainittu on hieman konservatiivisempi (ks. Metsämuuronen, 2021b) ja joista jälkimmäinen on valittu Taulukkoon 3. Näiden välinen eri ei kuitenkaan ole huomattava aineistossa; se näkyy kolmannessa desimaalissa. Koska perinteinen alfa lasketaan aina raakapisteille, mutta raportissa käsitellään IRT-mallituksella saatuja raakapisteiden logistisia muunnoksia (ks. luku 2.3.4), sekä traditionaalinen että deflaatio-korjattu reliabiliteetti on laskettu taulukkolaskentaohjelmistolla käyttäen seuraavia kaavoja:

$$\rho_{\alpha_{-Ri\theta}} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k \sigma_i^2}{\left(\sum_{i=1}^k \sigma_i R_{i\theta} \right)^2} \right) \quad (1)$$

ja

$$\rho_{\alpha_{-Gi\theta}} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k \sigma_i^2}{\left(\sum_{i=1}^k \sigma_i G_{i\theta} \right)^2} \right) \quad (2)$$

(Metsämuuronen, 2021b, 2021c), missä k on osioiden määrä, σ_i^2 viittaa osioiden variansseihin ja $R_{i\theta}$ ja $G_{i\theta}$ viittaavat korrelaatioon osion i ja summamuuttujan (θ) välillä. Merkintä $\rho_{\alpha_{-Gi\theta}}$ viittaa siis siihen, että kyseessä on deflaatio-korjattu reliabiliteettikerroin (ρ), jossa pohjana on käytetty alfa-kerrointa (α) ja jossa deflaatiota aiheuttava korrelaatiokerroin (R) on korvattu vähemmän deflatoituneella kertoimella (G). Osa-aluekohtaisia reliabiliteetteja kuvataan myöhemmin julkaistavassa menetelmäraportissa.

3 Deflaatiokorjauksen logiikkaa ja periaatteita käsittelee esimerkiksi Metsämuuronen (2021c ja 2021d). Toisin kuin esimerkiksi 1. luokan arvioinnin yhteydessä, jossa oli myös erittäin helppoja harjoitustehtäviä (ks. Metsämuuronen & Ukkola, 2019), tässä arvioinnissa deflaatio-korjaus ei tuota merkittävää korjausta. Metsämuuronen ja Ukkola (2019) raportoivat, että ko. kielen hallintaa kuvaavassa harjoitustehtävässä traditionaalinen alfa kerroin oli 0,26, mikä viittaisi erittäin matalaan erottelukykyyneen. Koska oli ilmeistä, että testissä heikoimmin menestyneet oppilaat olivat heikoimpia myös kokonaispisteiden suhteen, reliabiliteetille laskettiin myös deflaatio-korjattu arvo käyttäen Somersin delta-kerrointa. Tämän korjatun alfakertoimen arvo oli 0.86. Reliabiliteetti oli siis deflatoitunut noin 70 %.

TAULUKKO 2. Eri testiversioiden erottelukykyyän liittyviä tunnuslukuja

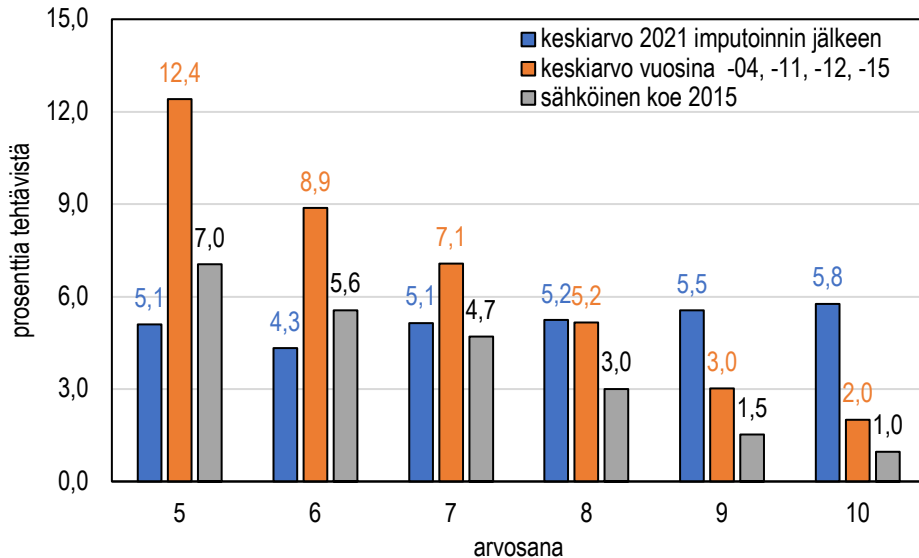
	Ver1	VerS1	VerS2	VerS3	VerS4	VerS5	VerS6
reliabiliteetti (alfa Rit)	0,93	0,92	0,91	0,92	0,91	0,91	0,91
deflaatio-korjattu reliabiliteetti (alfa Git)	0,96	0,96	0,96	0,96	0,95	0,96	0,96
keskimääräinen erottelukyky (Rit)	0,43	0,41	0,40	0,41	0,41	0,40	0,40
keskimääräinen erottelukyky (Git)	0,58	0,58	0,57	0,58	0,58	0,57	0,59
vaikeustaso (p)	0,52	0,48	0,48	0,51	0,47	0,50	0,49
Osoita	60	60	58	59	58	59	58
Otoskoko	4,451	1,477	1,478	1,408	1,393	1,323	1,299

Kolmanneksi huomautetaan arviointijärjestelyjen ja covid-19-pandemian vaikutuksista aineistoon. Arviointi toteutettiin digitaalisesti ja jotkut koulut raportoivat hankaluuksista tietoverkkoyhteyksissä. Erityisesti Tampereen seudulla tietoliikenteen runkoverkko kaatui juuri arviointiviikolla ja useat koulut ottivat yhteyttä arvioinnin järjestelyihin liittyen. Osa oppilaista pystyi tekemään oman tehtäväsarjansa mobiiliyhteyksiään hyödyntäen ja osa kouluista siirsi arvioinnin toteutuksen toiselle päivälle. Yleisesti ottaen arvioinnin suorittamiselle oli varattu viikko eikä yksittäisenä päivänä ilmaantunut ongelma 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 ensimmäisenä osana olleeseen päässälaskukokonaisuuteen, joka oli aikarajoitettu (15 minuuttia). Jos hitautta tai katkoksia ilmeni juuri tässä vaiheessa, ei ollut mahdollisuutta paikata tilannetta myöhemmin arviointitehtävien tekemisen aikana kuten muita osuuksia. Joidenkin oppilaiden osalta tilanne johti siihen, että suuri (tai tietty) osa arviointitehtävistä jäi tekemättä ja että aineistossa oli systemaattisia puuttuvia tietoja tietyissä kouluissa.

Koska tarkoituksena on arvioida, mikä on kansallinen osaamisen taso, mekaanisilla virheillä on taipumusta tuottaa todellista heikompia tuloksia. Näin ollen nähtiin järkeväksi pyrkiä mallittamaan, mikäli mahdollista, kunkin oppilaan todellinen osaamisen taso. Jos mallittaminen ei olisi mahdollista johtuen suuresta määrästä puuttuvia tietoja, aineistosta poistettaisiin ne oppilaat, joilla oli aiemmin näytettyyn osaamiseen (viimeisin matematiikan arvosana) nähden odotettua enemmän puuttuvia tietoja. Ensimmäisessä vaiheessa systemaattiset puuttuvat tiedot päässälaskujen osalta korvattiin eli imputoitiin käyttäen verrokkimenetelmää. Muissa kuin päässälaskutehtävissä menestymisen ja viimeisimmän matematiikan arvosanan perusteella oppilaalle etsittiin verrokki, jonka vastausprofiililla korvattiin puuttuva päässälaskujen vastausprofiili. Imputoinnin jälkeen tarkasteltiin mahdollisia muissa arvioinnin tehtäväosissa ilmenneitä puuttuvia tietoja. Tieto korjattiin noin kahdelta prosentilta oppilaista.

Kaikissa edeltävissä aineistoissa tutkittiin puuttuvien tietojen frekvenssejä ja todettiin, että erityisesti oppilailla, joiden viimeinen vahvistettu kouluarvosana oli 9 ja 10, nyt käsillä olevassa arvioinnissa puuttuvien vastausten määrät olivat oleellisesti korkeampia kuin aiemmissa arvioinneissa (Kuvio 9). Yleisesti ottaen hyvin menestyvät oppilaat eivät juuri jätä puuttuvia tietoja, vaan yrittävät loppuun asti löytää ratkaisun tai edes yrittävät arvata. Kun aiempina vuosina arvosanan

10 saaneet oppilaat jättivät vastaamatta 1–2 prosenttiin tehtävistä, tässä mittauksessa määrä oli lähes kolminkertainen (6 %). Samoin arvosanan 9 saaneilla oppilailla tyhjiä vastauksia oli lähes kaksinkertainen määrä aiempaan nähden. Tämän tulkittiin johtuneen nimenomaan teknisistä ongelmista, miksi aineistosta poistettiin oppilaita, joiden todellisesta osaamisesta olisi jäänyt merkittävä epäily.



KUVIO 9. Puuttuvien tietojen määrät eri vuosien aineistoissa

Yksittäisten oppilaiden osalta puuttuvia tietoja tietenkin on ollut enemmän kuin keskiarvo kertoo. Jos aivan yksittäiset tapaukset jätetään huomiotta ja tarkastellaan esimerkiksi arvosanan 10 saaneita oppilaita, vuosina 2011–2015 puuttuvia tietoja oli korkeimmillaan 15–20 % tehtävistä. Vuonna 2021 luku oli 45 %. Pääteltiin, että osa näistä on seurausta epäonnistuneista arviointijärjestelyistä. Aineiston manipuloinnissa päädyttiin seuraaviin periaatteisiin:

- (1) aineistosta poistetaan oppilaat, joiden tulos oli erityisen heikko (0–3 pistettä), jos puuttuvia tietoja oli yli 80 %, mutta oppilaan viimeinen arvosana oli 7–9.
- (2) arvosanan 10 saaneista oppilaista poistettiin ne, joilla oli yli 30 % puuttuvia tietoja.
- (3) arvosanan 9 saaneista poistettiin ne oppilaat, joilla oli yli 40 % puuttuvia tietoja
- (4) arvosanan 8 saaneista poistettiin ne oppilaat, joilla oli yli 50 % puuttuvia tietoja.

Näiden lisäksi aineistosta poistettiin normaaliin tapaan myös ne oppilaat, joilta ei tullut vastauksia lainkaan (puuttuvia tietoja 100 %) ja ne, jotka koulut ilmoittivat poistetuksi itse arviointitilanteesta esimerkiksi häiriköinnin vuoksi. Kaikkiaan 12,857 Karviin palautuneesta oppilasvastauksesta 128 (1 %) poistettiin em. periaatteiden mukaisesti.

2.3.2 Lopulliset tehtäväsarjat

Arvioinnissa käytetyt tehtävät laadittiin perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa vuosiluokille 7–9 kuvattujen matematiikan tavoitteiden ja sisältöalueiden pohjalta. Taustalla hyödynnettiin Karvissa laadittua matematiikan viitekehystä, jossa opetussuunnitelman eri vuosiluokkien matematiikan opetusta koskevat tavoitelauseet purettiin yhtenäiseksi dokumentiksi.

Arvioinnin ensimmäiseen vaiheeseen suunniteltiin seitsemän toisiinsa linkitettyä tehtäväsarjaa. Yksi tehtäväsarjoista (Taulukossa 2 Ver1) oli yhteinen kaikissa kouluissa ja tämä tehtäväsarja suunniteltiin julkaistavaksi hankkeen myöhemmässä vaiheessa. Kuudessa muussa tehtäväsarjassa (VerS1–VerS6) noin 80 % oli identtisiä tehtäviä sisältäen tehtäviä kaikilta sisältöalueilta ja noin 20 % jonkin sisältöalueen osaamista mittaavia, tarkentavia tehtäviä. Tehtäväsarjojen painotuksen avulla pyrittiin tuottamaan tarkempaa tietoa kunkin sisältöalueen osaamisesta. Koska Suomessa – toisin kuin monissa muissa maissa – ei ole määrätty kunkin sisältöalueiden ja tavoitteiden opettamiseen käytettyä (suhteellista) aikaa, eri sisältöalueiden ja tavoitteiden suhteelliset osuudet määritettiin karkeasti markkinoilla olleiden oppikirjojen sisältöalueita koskevien sivumäärien perusteella. Näin arvioiden esimerkiksi tavoitteen T15 (tulkitsee ja tuottaa funktion) painoarvoa arviointitehtävien osioissa mitattuna jäi matalammaksi (9 %) kuin tavoitteen T18 (laskee pinta-aloja ja tilavuuksia; 13 %). Ensimmäisen vaiheen tehtäväsarjojen osioiden määrät ja osuudet on koottu Taulukkoon 2. Huomataan, että tavoitteen T12 painoarvo on hyvin pieni. Tästä syystä arviointitehtäviä oli liian vähän, jotta sen osalta olisi voitu muodostaa uskottava summamuuttuja.

Oppilaiden osaamiskaalan selvittämiseksi arviointitehtävien joukkoon valittiin kultakin sisältöalueelta sekä hyvin helppoja tehtäviä että hyvin haastavia tehtäviä. Tehtävien ratkaisemiseen oli ohjeistettu käyttämään aikaa 90 minuuttia. Tehtävien vaikeustasosta tai mahdollisista teknisistä ongelmista johtuen joillain oppilailla aika loppui kesken. Tätä asiaa pohditaan tarkemmin luvussa 2.3.3.

Arviointitehtävät laadittiin sekä suomeksi että ruotsiksi ja ne vastasivat toisiaan täsmällisesti. Suomea tai ruotsia toisena kielenä (S2) opiskelevat oppilaat suorittivat niin ikään vastaavan tehtäväsarjan kuin äidinkielenään suomea tai ruotsia opiskelevat oppilaat sen mukaan, kumpi oli koulun opetuskieli. Näin voidaan tuottaa tietoa osaamisen eroista myös äidinkielen oppimäärän perusteella.

TAULUKKO 2. Eri testiversioiden sisällöllinen kattavuus

	Ver1	VerS1	VerS2	VerS3	VerS4	VerS5	VerS6	tehtäviä keskimäärin	osuus tehtävistä (%)
Tehtäviä yhteensä	60	60	58	59	58	59	58		
Sisältöalueittain									
S1 (Ajattelu)	17	25	15	15	15	16	15	16,9	22,5
S2 (Luvut ja laskut.)	14	17	21	11	11	12	11	13,9	18,5
S3 (Algebra)	9	10	8	22	9	10	9	11,0	14,7
S4 (Funktiot)	8	6	6	6	15	6	6	7,6	10,1
S5 (Geometria)	19	17	14	18	15	26	15	17,7	23,7
S6 (Tilasto & tod.)	8	7	7	6	6	6	15	7,9	10,5
Tavoitteittain									
T10 (päättelmät)	13	21	13	13	13	14	13	14,3	16,6
T11 (peruslaskut)	7	8	12	6	6	6	6	7,3	8,5
T12 (reaaliluku)	2	0	4	0	0	0	0	0,9	1,0
T13 (prosentti)	7	6	10	6	6	7	7	7,0	8,2
T14 (yhtälöt)	10	8	8	21	9	9	8	10,4	12,1
T15 (funktio)	8	6	6	6	14	6	6	7,4	8,7
T16 (geometria)	8	8	7	8	7	16	7	8,7	10,1
T17 (trigonometria)	10	9	9	9	9	11	9	9,4	11,0
T18 (pinta-ala)	13	10	10	12	10	12	10	11,0	12,8
T19 (todennäköisyys)	7	6	6	5	5	5	14	6,9	8,0
T20 (ohjelmointi)	4	4	2	2	2	2	2	2,6	3,0
Ajattelun tasoittain									
H1 (muistaminen)	5	4	4	13	8	10	5	7,0	12,0
H2 (ymmärtäminen)	23	25	20	19	21	18	24	21,4	36,9
H3 (soveltaminen)	23	20	25	20	19	23	20	21,4	36,9
H4 (kork. taidot)	7	9	8	9	9	8	8	8,3	14,3
Tehtävätyypeittäin									
TE1 (päässälasku)	8	10	7	7	7	7	7	7,7	13,0
TE2 (monivalinta)	40	38	38	40	38	39	39	38,8	65,8
TE3 (ongelmanratk.)	12	12	13	12	13	13	12	12,5	21,2

Tehtäväsarjoissa oli kaikkiaan 133 erillistä tehtävää, joista 12 (9 %) oli opettajan pisteittämää – nämä olivat käytännössä kaikki perusteluja vaativia tehtäviä. Monivalintatehtävien lisäksi suurin osa erilaisista avovastaustehtävistä oli automaattisesti pisteytettyjä. Järjestelmään oli etukäteen syötetty useita erilaisia hyväksyttäviä vastausmalleja, joista sai pisteen. Oppilasvastauksia näihin tehtäviin tarkasteltiin jälkikäteen ja varmistettiin, että järjestelmä oli varmasti antanut pisteen erilaisista hyväksyttävistä vastauksista. Jokaisessa tehtäväversiossa oli lisäksi versiosta riippuen 6–9 tuottamistehtävää, joissa oppilaalta vaadittiin erilaisia perusteluja ja matemaattisen ajattelunsa

auki kirjoittamista, eikä näissä tehtävissä automaattista pisteytystä voitu hyödyntää. Koulujen opettajat pisteyttivät annettujen pisteytysohjeiden pohjalta oppilaidensa vastaukset näissä tehtävissä. Nämä tehtävät sensoroitiin eli pisteytyksen oikeellisuus tarkistettiin Karvissa kesällä 2021, jolloin myös satunnaiset virheellisesti annetut pisteet korjattiin.

Tyypillisesti tehtävätyypit olivat monivalinta-, yhdistämis- tai lyhytvastauksia edellyttäviä ns. objektiivisia osioita (79 %). Ajattelun tason osalta suositettiin soveltavia ja asian ymmärtämiseen liittyviä tehtäviä (74 %) ja symmetrisesti, selvästi vähemmän, muistamista tai korkeampaa osaamista edellyttäviä tehtäviä oli 12 ja 14 prosenttia. Tämä vastaa aiemmissa kansallisissa arvioinneissa ollutta käytäntöä. Monivalinta- ja yhdistämistehtävissä oikean vastauksen arvaamista pyrittiin minimoimaan niin, että vastausvaihtoehtoja oli runsaasti.

Todennäköisyyden luonteesta johtuen huippusuoritus pelkästään arvaamalla on testissä epätodennäköistä. Hyvää suoritusta ei siis arvioinnissa pysty tekemään vain arvaamalla; jos huijaaminen on poissuljettu, hyvä suoritus on aina aidosti hyvä suoritus. Sen sijaan heikon suorituksen voi tehdä myös osaamiseltaan keskitasoinen tai hyväkin oppilas, mikäli ilmenee teknisiä ongelmia tai motivaatio arviointitehtävien suorittamiseen on vähäinen. Jälkimmäiseen motivoitiin sillä, että opettaja saattoi käyttää arvioinnin kautta saatavaa tietoa oppilasarvioinnin tukena. Siksi opettajia varten mallinnettiin kansallisen arvosanjakauman ja arvioinnissa osoitetun osaamisen perusteella koko aineistossa vertailukelpoinen arvosanaehdotus. Tämä toivottiin myös toimivan eräänlaisena kalibroinnin työvälineenä niissä kouluissa, joissa arvosanalinjat ovat ehkä olleet näytettyyn osaamiseen nähden yhtäältä muita tiukemmat tai toisaalta muita löysemmät.

2.3.3 Tehtäväsarjojen vertaistaminen

Eri vuosien summapisteyden ja saman mittauskerran eri tehtäväsarjojen pistemäärät on saatettava yhteismitalliseksi, ennen kuin aineisoja on mielekästä yhdistää ja vertailla. Tätä kutsutaan vertaistamiseksi. Englanniksi samaan asiaan viitataan termeillä *equating* (mm. Béguin, 2000; Dorans, Moses, & Eignor, 2010; Kolen & Brennan, 2004), *scaling* (nn. AERA, APA, NCME, 2014) tai *linking* (mm. Linn, 1993; Mislevy, 1992). Näistä *linking* on yleistermi, ja *equating* on voimakkain linkitys eri mittareiden välillä; ajatuksena on luoda linkitys kahden summapistemäärän välille niin, että yksilö olisi voinut tehdä minkä hyvänsä testiversioista (Dorans ym., 2010).

Sopivasti valittujen, eri tehtäväsarjoille yhteisten linkkitehtävien avulla voidaan sarjojen pistemäärät saattaa vertailukelpoisiksi. Vertaistamisessa käytettiin hyödyksi *Item Response Theory* (IRT)-mallitusta ja tarkemmin (yksiparametrasta) Raschin mallitusta (Rasch, Novick & Birnbaum, 1968) vertaistaminen tapahtuu osioiden vaikeustasojen perusteella ilman muita parametreja. IRT-mallitus tuottaa kussakin aineistossa ja kullekin osamittarin pistemäärälle standardipisteen. Tässä arvioinnissa päädyttiin ratkaisuun, että vertailu tehdään vuoden 1998 arvoihin nähden; menettely vastaa PISA- ja TIMSS-tiedonkeruissa käytettyä menettelyä, jossa vertailupisteenä on ensimmäinen mitauspisteistä. Näin siis keskisuorituksen vuonna 1998 tehnyt oppilas olisi saanut pistemääräkseen 0 ja jossa jakauman keskihajonta on 1. Tämä pistemäärä muunnetaan ns. 10T-muunnoksella ($100 \times \text{muuttuja} + 500$) niin, että keskitasoinen oppilas vuonna 1998 saa arvokseen 500 ja hajonnaksi tulee 100. Niin, että keskitasoinen oppilas vuonna 1998 saa arvokseen 500 ja hajonnaksi tulee 100.

Koska käytössä oli seitsemän edeltävän kerran aineistot, vuoden 2021 aineisto vertaistettiin kaikkien näiden kanssa niin, että vuoden 1998 aineisto otettiin kiintopisteeksi. Keskimääräinen opiskelija vuonna 1998 sai siis keskiarvokseen 500 ja tuon jakauman keskihajonnaksi määrättiin 100. Muiden vuosien aineistot vertaistettiin tähän arvoon (ks. edellä Kuvio 2). Kaikkina vuosina varianssit hieman vaihtelevat. Kaikkien vuosien arvot standardoitiin uudelleen vuoden 1998 arvoilla (keskiarvo 0,259 ja keskihajonta 0,980). Näin myös jakauman keskihajonnat ovat vertailukelpoisia vuoden 1998 arvoihin nähden. Vuodesta 2011 eteenpäin kaikissa aineistoissa keskiarvo on ollut matalammalla kuin vuoden 1998 keskiarvo eikä vuosi 2021 tee tästä poikkeusta.

Teknisesti proseduurit eteni niin, että ensin analysoitiin vuoden 1998 aineisto ja osioiden vaikeustasoparametriarvot vakioitiin. Tämän jälkeen vuosien 2000–2015 tulleet uudet osiot ja niiden vaikeustasoparametrit olivat vapaasti estimoituja ilman vuoden 2021 aineistoa. Ennen vuoden 2021 analyysia nämäkin parametrit kuitenkin vakioitiin, niin, että kaikki ankkuritehtävät tuli vertaistetuksi vuoden 1998 tasoon. Lopulta myös vuoden 2021 uudet tehtävät vertautuvat vuoteen 1998. Lopuksi kaikki vuoden 2021 osioparametrit kiinnitettiin niin, että eri osa-alueiden vertaistettujen pistemäärät olivat toisiinsa verrannollisia. Tämä poikkeaa joistain aiemmista analyyseistä (ks. esimerkiksi 1. ja 3. luokan aineistot; Ukkola & Metsämuuronen, 2019, 2021) siinä, että keskiarvoksi ei automaattisesti tule identtistä arvoa (aiemmin 500), vaan tässä arvioinnissa voidaan tarkastella myös kuinka eri osa-alueilla osaamisen tasot poikkeavat toisistaan.

Kaikkien osamittarit (S1–S6; T10–T20; TE1–TE3; H1–H4) jakaumat vertaistettiin vuoden 1998 tasoon nähden ankkuritehtävien avulla, mikä tuo mahdollisuuden arvioida myös osamittareita, joiden arviointi ei ehkä ole edes mielekästä. Esimerkiksi kokonaan uutena tavoitteena mukaan tullutta ohjelmointia ja algoritmista ajattelua ei mitattu lainkaan vuonna 1998. Tämän osa-alueen pistemäärä kertoo kuitenkin teoriassa, kuinka osaaminen olisi muuttunut, jos myös vuoden 1998 oppilaat olisivat sen suorittaneet.

2.3.4 Toisen vaiheen tehtäväsarjat

Ensimmäiseen vaiheeseen osallistuivat kaikki otoskoulujen 9. luokkalaiset. Arvioinnin toisessa vaiheessa käytössä oli kaksi tarkentavaa testiä, joihin oppilaat valittiin ensimmäisen vaiheen suoriutumisen ja viimeksi varmistuneen 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 (FUNA-testi; Funä, 2019; Räsänen ym., 2021). Näille oppilaille valittiin vertailuryhmäksi oppilaat, joiden arvioinnissa osoitettu osaaminen oli keskimäärästä ja arvosana oli 8. Ajatuksena oli ensimmäistä kertaa selvittää, minkälaisia dyskalkuliaan liittyviä haasteita oppilailla mahdollisesti on ja kyetä ehkä tarjoamaan tulosten pohjalta apuvälineitä opettajille näiden haasteiden voittamiseen jo varhemmilla luokilla. Aineistossa ei ollut tietoa siitä, oliko oppilaille tehty erillisiä dyskalkuliaan liittyviä diagnooseja.

Useinkaan yksittäiseen tehtäväsarjaan ei voida sisällyttää kuin korkeintaan yksi erittäin vaativa tehtävä, ja näin parhaiden oppilaiden suoritus voi jäädä aliarvioimatta. Toinen diagnostinen versio oli suunnattu ensimmäisessä vaiheessa poikkeuksellisen hyvän suorituksen tehneille oppilaille, jotka ratkaisivat tehtävistä 85 % tai enemmän oikein. Näiden oppilaiden arvosana oli tyypillisesti

10 tai 9, mutta myös joitain arvosanan 8 saaneita oppilaita sijoittui tähän ryhmään. Tämä ylöspäin eriytetty tehtäväsarja oli selvästi vaativa ja tarkoitus oli selvittää, kuinka pitkälle parhaiten menestyvät oppilaat ovat edenneet 9. luokan loppuun mennessä.

Oppilaat käyttivät toisen vaiheen tehtävien tekemiseen enintään 45 minuuttia aikaa. FUNA-testin tehtävät olivat kokonaisuudessaan automaattisesti pisteytettyjä ja Karvin asiantuntijat pisteittivät ylöspäin eriytetyn version tehtävät kesällä 2021.

Arvioinnin toisen vaiheen tuloksiin keskitytään tarkemmin myöhemmin julkaistavissa syventävissä raporteissa.

2.3.5 Muut aineistot

Arviointitehtävien lisäksi oppilaat vastasivat lopuksi oppilaskyselyyn, jonka avulla kartoitettiin muun muassa asennoitumista matematiikkaan, huoltajien koulutustaustaa sekä käytäntöjä matematiikan tunneilla. Arviointi toteutettiin koronapandemian vuoksi hybridimallina ja osa oppilaista suoritti arvioinnin etäopetuksessa. Tieto etäopetuksessa suoritetusta arvioinnista kysyttiin oppilailta itseltään ja otoksen oppilaista 6 prosenttia ilmoitti tehneensä arviointitehtävät etäopetuksessa.

Oppilaskyselyn näkökannalta keskeinen tässä raportissa kuvattavia kokonaisuuksia ovat matematiikkaan koskevat asenteet ja kiusaamista koskevat muuttujat. Asenteisiin liittyvä kokonaisuus on sama Fenneman ja Shermanin (1976) testin pohjalta muokattu 15 osion asenteita mittaava kokonaisuus, jonka tuloksia on raportoitu samanlaisena vuodesta 2001 lähtien (ks. Metsämuuronen, 2009a; 2012). Asennemittarissa on kolme dimensiota: matematiikasta pitäminen, minä osaajana (minäpystyvyys) ja matematiikan koettu hyöty. Reliabiliteetit ovat tyypillisesti melko korkeita ($\alpha \approx 0,90$). Kiusaamista käsittelevä kuuden osion kokonaisuus on lainattu PISA- ja TIMSS-mittauksista. Siinä kiusaamista tarkastellaan henkisenä, sosiaalisena ja fyysisenä toimintana oppilasta vastaan. Kiusaamista koskevan summamuuttujan reliabiliteetti on korkea ($\alpha = 0,957$) ja erot aineistossa kiusattujen ja ei-kiusattujen välillä ovat selvät: kun osa oppilaista ei koe kiusaamista lainkaan, osaa kiusataan monella tavalla ja usein.

Osa oppilaita koskevista tiedoista saatiin Koski-tietovarannosta oppilaan opiskelijanumeron perusteella. Koski-tietovarannosta saatiin tieto muun muassa oppilaan sukupuolesta, arvosanoista, S2-statuksesta ja kolmiportaisen tuen tasosta. Kouluja koskevat tiedot saatiin vastaavasti Opetushallituksen ylläpitämästä Vipunen-tietokannasta.

Tietoja opetuksen järjestämisestä, oppimisympäristöstä ja koulun resursseista kartoitettiin opettajille ja rehtoreille suunnatuilla kyselyillä. Opettaja- ja rehtorikyselyjen kautta kartoitettuja tietoja kuvataan luvussa 4 ja näiden suhdetta oppilaiden osaamiseen käsitellään tarkemmin tulevissa raporteissa.

2.4 Digitaalinen arviointijärjestelmä

Oppilaat vastasivat arviointitehtäviin Turun yliopiston oppimisanalytiikan keskuksen kehittämässä digitaalisessa, selainpohjaisessa ViLLE-järjestelmässä. Arviointia varten luotiin järjestelmään erillinen KarViLLE-sivusto, jossa arviointitehtävät olivat ja jossa opettaja pääsi katsomaan oppilaiden tuloksia. Oppilaat kirjautuivat järjestelmään henkilökohtaisilla tunnuksillaan, jotka lähetettiin kouluille ennen arviointia. Kouluja ohjeistettiin tekemään arviointitehtävät valitsemanaan päivänä annettujen päivämäärien antamissa raameissa. Arviointitehtäviin ja kyselyyn vastaamiseen tuli varata aikaa 90 min. Oppilaat pystyivät kirjautumaan ja tekemään tehtäviä vain silloin, kun opettaja oli avannut tehtäväversiot oppilaille. Tehtäväversiot suljettiin sen jälkeen, kun oppilaat olivat tehneet tehtävät, eivätkä näin ollen päässeet jatkamaan tai korjaamaan omia vastauksiaan jälkikäteen. Arviointitehtäviä varten oppilas tarvitsi tietokoneen, kuulokkeet sekä muistiinpanovälineet. Laskimen käyttö oli sallittua muissa kuin päässälaskutehtävissä.

Tehtävät olivat vaikeutuvassa järjestyksessä alkaen kuunneltavista ja luettavista päässälaskuista aina vaativampiin, perusteluja edellyttäviin tuottamistehtäviin, ja oppilas sai edetä tehtävissä omaa tahtiaan. Ennen arviointitehtävien tekoa oppilas pystyi harjoittelemaan erilaisia tehtävyytyyppejä harjoitustehtäväosiossa sekä kokeilemaan kaavaeditoria, jolla pystyi muodostamaan tehtävissä tarvittavia matemaattisia merkintöjä. Tehtävissä edettiin nuolella seuraavaan tehtävään, ja aikaisempiin tehtäviin pystyi palaamaan ja tehtäviä pystyi myös ohittamaan ilman vastaamista. Ainoastaan päässälaskuosio oli aikarajattu niin, että osio sulkeutui 15 minuutin jälkeen sen avaamisesta. Järjestelmä tallensi aina viimeisimmän oppilaan antaman vastauksen. Arvioinnin lopuksi oppilaat vastasivat järjestelmässä oppilaskyselyyn.

Arviointiin osallistuneet koulut saivat ladattua omien oppilaidensa tulokset järjestelmästä pian arvioinnin jälkeen. Arviointiaineiston analysointi aloitettiin Karvissa kesällä 2021 ja arviointiin osallistuneille kouluille ja opetuksen järjestäjille lähetettiin arviointia koskevat koulukohtaiset palautteet lokakuussa 2021.

Järjestelmä pisteytti automaattisesti suurimman osan arviointitehtävistä niin, että oppilas sai tehtävästä pisteitä, jos hänen antamansa vastaus löytyi niiden oikeiden vastausten joukosta, jotka järjestelmään oli etukäteen syötetty. Opettajat pisteyttivät oppilaiden tuottamistehtäviin antamat vastaukset annettujen kriteereiden pohjalta järjestelmän opettajanäkymässä. Lisäksi opettajat saivat ladattua koulunsa oppilaiden tulokset järjestelmästä.

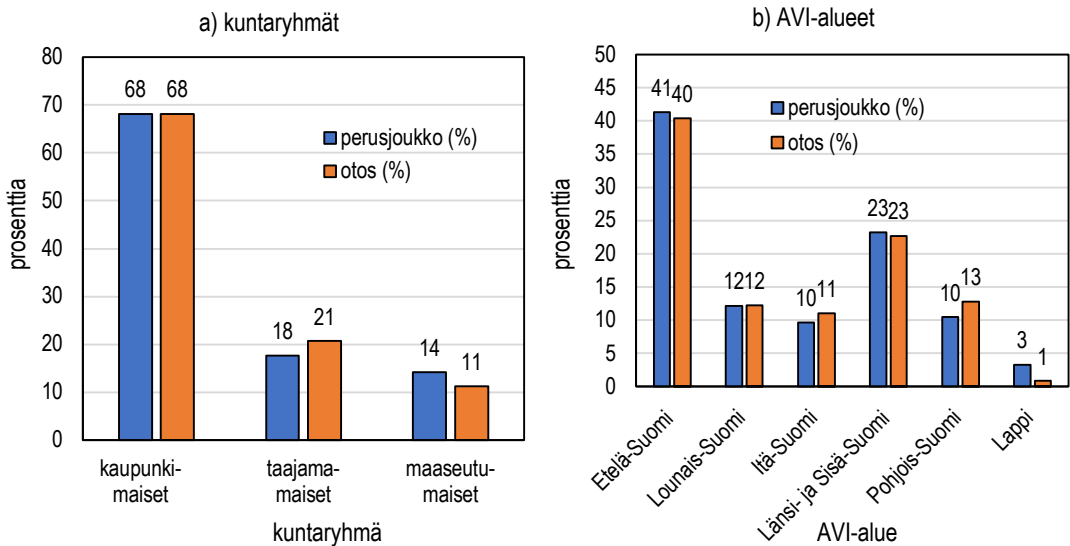
2.5 Otanta ja aineisto

Arviointia varten laadittiin kansallinen otos, johon kuului kouluja satunnaisesti eri kieliryhmistä, puolilta Suomea eri AVI-alueilta ja erityyppisistä kouluista. Otanta tehtiin ositetusti kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa koulutuksen järjestäjistä valittiin otos edustaen suhteellisin osuuksien eri kieliryhmiä, AVI-alueita ja kuntaryhmiä. Toisessa vaiheessa kultakin koulutuksen järjestäjältä valittiin edustava otos kouluja niin, että jos kouluja oli 3 tai vähemmän, järjestäjän kaikki koulut tulivat

mukaan, jos kouluja oli 4–9, joka toinen otettiin mukaan, jos kouluja oli 10–20, otokseen valittiin satunnaisesti joka kolmas koulu ja jos kouluja on yli 20, mukaan otettiin joka neljäs koulu satunnaisesti koulun koko huomioiden. Kun koulut on valittu, mukaan valittiin kaikki otoskoulujen oppilaat, jotka opiskelivat 9. luokalla keväällä 2021. Näin valitun koulujen ja oppilaiden määrästä tuli suurempi kuin perinteisesti oppimistulosarvioinneissa on ollut tapana.

Otokseen kuului yhteensä 12,482 oppilasta (23 % ikäluokasta) yhteensä 167 koulusta. Otokskouluista 153 oli suomenkielisiä ja 14 ruotsinkielisiä. Vastaavasti oppilaista 11,507 oli suomenkielisiä (92 %) ja 975 ruotsinkielisiä (8 %). Tyypillisesti ruotsinkielistä aineistosta otetaan suurempi otos kuin suhteellinen osuus edellyttäisi, jotta myös ruotsinkielisestä koulutuksesta pystyttäisi tehdä tarkempaa analyysia. Lisäksi kokonaisaineistoon kuuluu myös ryhmä oppilaita (n = 347, 3 % kokonaisaineistosta), joilla oli matematiikan osalta yksilöllistetty opetussuunnitelma (HOJKS). Tätä erityisryhmää käsitellään omalla ryhmänään, koska heidän ei edellytetä hallitsevan opetussuunnitelman perusteissa edellytettäviä asioita täysin. Otoksen oppilaista 6,415 (50 %) oli poikia ja 6,407 oli tyttöjä; seitsemän oppilaan tietoja ei selville edes nimen perusteella. Valtaosaan oppilaista saatiin yhdistettyä kansallisesta Koski-tietovarannosta heihin liittyviä hallinnollisia tietoja; vain 320 oppilaan tietoja (3 %) ei saatu yhdistettyä Koskirekisteritietoihin.

Aineistossa on lievä yliedustus taajamamaisista kunnista tulleita oppilaita (21 % otoksessa ja 18 % perusjoukossa) ja vastaavasti maaseutumaiset kunnat ovat hieman aliedustettuna (Kuvio 10a). Maantieteellisesti aineistossa on pientä aliedustusta Lapin aluehallintoviraston (AVI) alueelta ja yliedustusta Pohjois-Suomen AVI-alueelta (Kuvio 10b). Aineiston painotuksessa nämä yli- ja aliedustukset huomioituvat ja tulokset raportoidaan oikeaan suhteeseen painotettuina.



KUVIO 10. Otannon osuvuus kuntaryhmissä ja AVI-alueilla

Arviointiin osallistui kaikki otoskoulujen oppilaat kolmiportaisen tuen eri tasoilta. Yksittäisiä oppilaita jäi pois rehtorin päätöksellä, mikäli heidän katsottiin olevan kykenemättömiä osallistumaan arviointiin esimerkiksi kehitysvamman perusteella. Tieto kolmiportaisen tuen tasosta saatiin lähes kaikkien oppilaiden osalta yhdistämällä tietoa Koski-tietovarannosta ja oppilaan taustakyselystä. Tehostettua tukea sai oppilaista 1,228 (10 %) ja erityistä tukea 499 oppilasta (3 %) ja 255 oppilaan osalta tietoa ei ollut saatavilla (2 %). Muistetaan, että näiden lisäksi kokonaisaineistoon kuului 347 oppilasta, joilla oli matematiikan yksilöllistetty opetussuunnitelma (HOJKS).

Koski-tietovarannosta saatujen tietojen perusteella otokseen kuuluvista oppilaista 881 (7 %) opiskeli suomea tai ruotsia toisena kielenä ainakin yhtenä kolmesta viimeisimmästä vuodesta. Toista kieltä eli S2- tai SV2-oppimäärää opiskelevia oppilaita käsitellään tässä raportissa pääosin yhtenä ryhmänä (tuonnempana S2), koska SV2-oppilaita oli arvioinnissa mukana vain vähän. Kaikki oppilaat tekivät tehtävät koulunsa opetuskielillä eli suomeksi tai ruotsiksi kielitaustastaan riippumatta.

2.6 Raportissa käytetyt muuttujat ja termit

Tässä raportissa oppimistuloksia, asenteita ja kiusaamisen kokemista kuvataan Taulukkoon 4 kootuilla osa-alueilla.

TAULUKKO 4. Osaamisen ja asenteiden osa-alueet arvioinnissa

Oppimistulokset	Asenteet	Kiusaaminen
Kokonaisosaaminen	Kokonaisasenne	Kokonaiskiusaaminen
S1 Ajattelun taidot ja menetelmät	AS1. Käsitys itsestä oppiaineen osaajana	
S2 Luvut ja laskutoimitukset	AS2. Oppiaineesta pitäminen	
S3 Algebra	AS3. Oppiaineen koettu hyödyllisyys	
S4 Funktiot		
S5 Geometria		
S6 Tietojen käsittely ja tilastot sekä todennäköisyys		
T10 päässälasku ja päätelmät		
T11 peruslaskutoimitukset rationaaliluvuilla		
T13 prosenttilaskut		
T14 yhtälön ratkaisu		
T15 funktion tuottaminen ja tuottaminen		
T16 geometria		
T17 suorakulmainen kolmio ja ympyrä		
T18 pinta-ala ja tilavuudet		
T19 tilastolliset tunnusluvut ja todennäköisyys		
T20 algoritminen ajattelu ja ohjelmointi		

Osaaminen ilmaistaan pääsääntöisesti pistemääränä asteikolla, jossa 9. luokan keskiarvo vuonna 1998 oli 500 (ks. edellä luku 2.3.4). Jos oppilaan osaaminen vuoden 2021 aineistossa oli 500 hän on samalla tasolla kuin keskitasoinen oppilas vuonna 1998. Asenteita kuvataan asteikolla 1–5, jossa 1 tarkoittaa äärimmäisen negatiivista asennetta, 3 neutraalia asennetta ja 5 äärimmäisen positiivista asennetta. Kiusaamiseen liittyvä mittari on skaalattu välille 0–4, missä alkuperäisen asteikon mukaisesti 0 tarkoittaa ”ei koskaan” kaikkien kuuden muuttujan suhteen, 1 tarkoittaa ”erittäin harvoin” ja vain jonkin yksittäisen osatekijän muodossa, 2 tarkoittaa ”harvemmin kuin kerran viikossa” usean tai kaikkien osatekijöiden suhteen, 3 tarkoittaa ”noin kerran viikossa” usean tai kaikkien osatekijöiden suhteen ja pistemäärä 4 ”useita kertoja viikossa” kaikkien kuuden osatekijän suhteen.

Raportissa keskiarvot ja keskihajonnat kuvataan painotettuina ns. populaatioarvoina. Tämä poikkeaa aiempien raporttien menettelystä, koska aiemmin aineistoja ei painotettu. Tällä on käytännöllistä merkitystä esimerkiksi keskihajontoihin ja merkitsevyydestäukseen, jota käsitellään tuonnempana.

Tuonnempana käytetään tilastolliseen testaukseen liittyvää termiä *tilastollisesti merkitsevä* kuvaamaan sitä, kuinka luotettavasti ryhmien välillä on eroa muissakin kuin otoskouluiissa. Ryhmien välillä voi olla pieniä eroja, mikä voi olla myös otoksesta johtuvaa satunnaista vaihtelua. Tilastollisessa testauksessa (kuten esimerkiksi varianssianalyysissa) keskiarvojen eroja testataan sen suhteen, poikkeavatko erot nolasta. Kun tekstissä kerrotaan eron kahden tai useamman ryhmän välillä olevan tilastollisesti merkitsevä, se tarkoittaa, että ero on nolasta poikkeava ja tulisi todennäköisesti näkyviin otoksesta riippumatta. Virhepäätelmän riski on hyvin pieni (esimerkiksi korkeintaan 5 prosenttia). Tämän indikaattorina tekstissä käytetään merkintää $p = 0,05$, joka viittaa suoraan 5 prosentin riskiin. Vastaavasti tietenkin 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 $p < 0,05$ ja *** arvoon $p < 0,001$.

Toinen tilastolliseen testaukseen liittyvä termi on *efektikoko*. Ero ryhmien välillä voi olla tilastollisesti merkitsevä – eli eroa ryhmien välillä on varmasti otoksesta riippumatta – mutta ero ei välttämättä ole suurta. *Efektikoko kertoo sen, kuinka suurta ryhmien välinen ero on*. Kun esimerkiksi tyttöjen ja poikien keskiarvot ovat samat ja jakaumat samanlaiset, efektikoko on nolla. Jos taas esimerkiksi erityistä tai intensiivistä tukea saavien oppilaiden osaaminen olisi yleisen tuen piirissä olevien oppilaiden tulosta niin paljon matalampi, että 80 % heistä sijoittuu yleisen tuen oppilaiden keskiarvon alapuolelle, efektikoko on suuri. Efektikoon mittana käytetään raportissa Cohenin f -mittaa (Cohen, 1988), koska arvot ovat helposti vertailtavissa eri aineistoissa ja koska niille on olemassa karkeita rajoja kuvaamaan efektikoon pienuutta tai suuruutta. Efektikoko on ”pieni”, kun $f \approx 0,10$ tai pienempi, ”keskisuuri” kun $f \approx 0,20$ – $0,30$ ja ”suuri”, kun $f \approx 0,40$ tai suurempi. Jos efektikoko on keskisuuri tai suuri, tekstissä käytetään termiä ”merkittävä” ja vastaavasti, jos efektikoko on pieni tai olematon, tekstissä saatetaan sanoa: ”ero ei ole merkittävä”. Ero siis voi olla merkitsevä ($p < 0,001$) eli todellista, mutta ei merkittävän suurta ($f = 0,10$).

Korrelaatioiden ja regressiomallien yhteydessä käytetään edellisten lisäksi termiä *selitysaste* tai *selitysosuus*, joka kertoo, kuinka monta prosenttia muuttujat selittävät toistensa vaihtelusta. Kun kaksi muuttujaa on täydellisessä yhteydessä toisiinsa (kuten esimerkiksi osaaminen raaka-

pisteinä ja prosentteina maksimipistemäärästä), korrelaatio muuttujien välillä on $r = 1$; toinen muuttuja selittää toisen täydellisesti ja selitysosuus on 100 %. Mikäli korrelaatio puolestaan olisi suuruudeltaan $r = 0,20$, selitysosuus olisi $r^2 = 0,2 \times 0,2 = 0,04$ eli muuttujat selittäisivät toisistaan 4 % ja ilmiöstä jäisi selittymättä 96 %. Useissa todellisen elämän kasvatustieteellisissä yhteyksissä selitysosuudet jäävät melko pieniksi. Varianssianalyysin yhteydessä selitysosuuden laskemisessa käytetään eetan neliötä (η^2) tai osittais-eetan neliötä (*partial eta-squared*, η_p^2 , Cohen, 1973), kun kyseessä on useita selittäviä tekijöitä. Tämä kuitenkin yleensä suoraan muutetaan efektikooksi ($f = \sqrt{\eta^2 / (1 - \eta^2)}$; ks. edellä). Regressiomallien yhteydessä kuvataan selitysosuutena multipplekorrelaatiokertoimen neliö R^2 . Tämä symboli näkyy myös erimerkiksi edellä kuvioissa 2 ja 5. Kuviossa 5 selitysosuudet $R^2 = 0,047$ ja $R^2 = 0,677$ viittaavat siihen, että vuosien 2000–2018 välillä PISA-aineistossa sosioekonominen tausta selitti osaamisen eroista noin 5 %, kun se vuosien 1950–2003 välillä selitti peräti 68 %. Eräänä selittäjänä saattaa olla SES-muuttujien sisällön muuttuminen vuoden 1990 jälkeen.

2.7 Käytetyt menetelmät

Tässä raportissa ilmiöitä kuvataan yksinkertaisilla perustunnusluvuilla kuten keskiarvoilla, keskihajonnoilla ja prosenteilla. Kun ryhmien välisiä eroja kuvataan, käytetään yleensä varianssi-analyysi 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 painotettuina: keskiarvo tai prosentti olisi kuvaton kaltainen koko perusjoukossa eli kaikkien samanikäisten kohortissa eikä vain otoksessa. Jakaumatiedot kuviin on tuotettu SPSS-ohjelmiston *Complex samples* -toiminnolla, joka suoraan tuottaa populaatiofrekvenssit kussakin ryhmässä. Kuvissa suhteelliset osuudet on laskettu tämän jakauman perusteella; näin laskien jakaumatiedot poikkeavat jonkin verran otoksen perusteella laskettavista.

Edellä huomautettiin, että aineiston painotus vaikuttaa keskeisiin tunnuslukuihin. Esimerkiksi kokonaisosaaminen ja -keskihajonta otoksessa ilman painotusta ovat 452 (ka.) ja 113,35 (kh.). Painotuksen jälkeen keskiarvo on 451 ja keskihajonta 227,19. Keskihajonnan poikkeama vaikuttaa merkitsevyytestaukseen oleellisesti. Kun painottamattomana GLM tuottaa tyttöjen ja poikien keskiarvojen eron testauksessa F -arvoksi $F = 1,895$ ($p = 0,169$), painotettuna F -arvo on $F = 0,471$ ($p = 493$). Kummassakaan tapauksessa ero poikien ja tyttöjen välillä ei ole merkitsevä, mutta painotuksen kautta tullut keskihajonta saa aikaan sen, että merkitsevyytestauksessa merkitsevyys jää matalammaksi kuin otoksen kautta laskettuna. Aiemmissa arvioinneissa on käytetty yksinomaan otoksen kautta tulleita lukuja. Yleisesti ottaen kuitenkin suuret otoskoot pitävät merkitsevyydet tilastollisissa mielessä matalina kummallakin tavalla laskettuna. Ja vastaavasti mikäli eroa kahden tai useamman ryhmän välillä ei ole, populaatioarvot antavat ilmiöstä konservatiivisemmän arvion.

Osassa analyyseja kuten kiusaamista koskevissa analyyseissa käytetään myös päätöksentekopuu-analyysejä (*Decision Tree Analysis*, DTA). DTA on joukko menetelmiä, joiden avulla analysoidaan laajoja aineistoja ja luokitellaan selittäviä muuttujia (*Independent variables*) kiinnostavan kohde-muuttujan (*Dependent Variable*), kuten esimerkiksi osaamisen kiusaamisen intensiteetin suhteen

(ks. tarkemmin Metsämuuronen, 2009b). 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. Analyseissa käytettiin DTA:n CHAID-algoritmia (Kass, 1980).

Periaatteessa 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. Metsämuuronen, 2009b). Suuri otoskoko ja se, että kaikki oppilaat on valittu mukaan otantaan tulleesta koulusta, saa 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 selitysosuuden määrittämisessä.

Tulokset

3

- Matematiikan osaamisen taso on pudonnut merkittävästi edellisiin arviointeihin nähden. Trendi on yhdenmukainen aiempien vuosien muutoksen kanssa; kansallisissa aineistoissa osaaminen on ollut laskujohteinen vuodesta 2001 lähtien.
- Toisin kuin aiemmissa matematiikan oppimistulosarvioinneissa, oppilaiden matematiikan kokonaisosaaminen ei jakaudu normaalisti vaan muodostuu selkeästi kolmesta populaatiosta: heikosti menestyneistä, erittäin hyvin menestyneistä ja näiden väliin jäävää keskiosaajien populaatiosta. Osa muutoksesta voidaan selittää COVID-19-pandemian seurauksena.
- Yleisesti erot koulujen välillä on yhtä suuria kuin aiemmissakin arvioinneissa, mutta Lapin AVI-alueelta saavutettujen oppilaiden osaaminen jäi muita matalammaksi.
- Koulun selitysosuus oppilasvaihtelusta on kasvussa.
- Kuntatyyppien, suomen- ja ruotsinkielisten koulujen ja sukupuolten välillä ei ole merkittäviä eroja osaamisessa.
- Arvosanojen antamisessa on edelleen erilaisia linjoja koulujen välillä; heikoimmin menestyneissä kouluissa oppilaat saavat osaamiseen nähden noin yhden arvosana verran korkeampia arvosanoja kuin parhaiten menestyneissä kouluissa.

3.1 Matematiikan osaaminen peruskoulun päättövaiheessa 2021

Matematiikan oppimistuloksia arvioidaan tässä raportissa ensisijaisesti koulutuksellisen tasarvon näkökulmasta. Luvuissa 3.1.1 ja 3.1.2 kuvataan matematiikan osaamista yleisesti sekä kokonaisosaamisen että keskeisten sisältöalueiden ja tavoitteiden näkökannalta. Luvuissa 3.1.3–3.1.9 kuvataan osaamisen eroja maantieteellisten alueiden, kuntatyyppien, kieliryhmien ja sukupuolten, kolmiportaisen tuen ryhmien, S2-statusryhmien ja kouluarvosanaluokkien välillä. Luvussa 3.1.10 tarkastellaan koulujen välisiä eroja ja lopuksi luvussa 3.1.11 tarkastellaan vielä lyhyesti matematiikan pitkäaikaisia trendejä vuoden 2021 arvioinnin perusteella.

3.1.1 Oppilaiden matematiikan kokonaisosaaminen muodostuu kolmesta populaatiosta

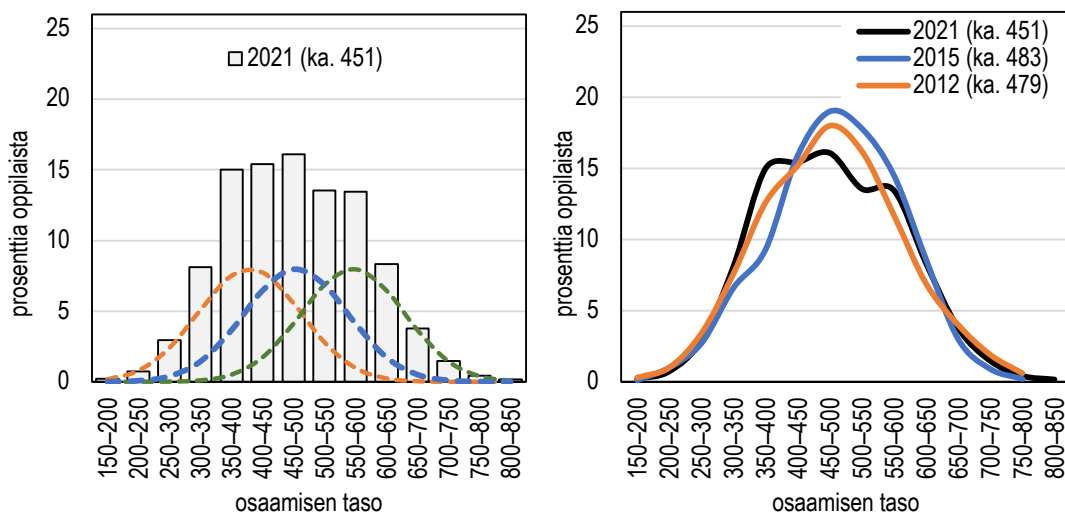
Kokonaisosaamisen vuoteen 1998 vertaistettu keskimääräinen osaamisen taso vuonna 2021 oli 451 pistettä (keskihajonta populaatiossa 232,6). Osaaminen on siis 49 pistettä matalammalla tasolla kuin vuonna 1998 (ks. tarkemmin luku 3.1.11) ja 28 pistettä matalampi kuin vuonna 2012. Ero vuoteen 1998 nähden on merkittävä ($f = 0,24-0,43$).⁴ Osaamisen lasku on suurempaa kansallisessa aineistossa kuin esimerkiksi PISA-aineistoissa, joskaan PISA-aineistojen perusteella ei vielä tiedetä covid-19-pandemian vaikutuksista osaamiseen.

Keskiosaamisen laskua oleellisempi seikka on se, että vuoden 2021 matematiikan osaamista leimaa kansallisissa aineistoissa aivan uudenlainen ilmiö: osaaminen on aidosti jakautunut epänormaalisti. Toisin kuin aiempina vuosina, jolloin aineistossa havaitaan selkeä normaalijakauman muoto, joskin hieman leventyneenä, vuoden 2021 aineistossa *kokonaisosaamisen muoto on selvästi leventynyt niin, ettei jakaumalla enää ole normaalijakauman olemusta ollenkaan* (Kuvio 11).⁵ Vuoden 2021 jakaumamuoto on hyvin poikkeava verrattuna vuosien 2015 ja 2012 jakaumiin, joissa niissäkin näkyy lievä leventynyt muoto, mutta joissa yhtäältä heikosti menestyneiden ryhmä ei ole täysin eriytynyt omaksi populaatiokseen ja toisaalta myöskään hyvin menestyneiden ryhmä ei ole selvästi eriytynyt. Osaamisen jakauma näyttää pikemmin muodostuvan kolmesta erillisestä populaatiosta: ”heikosti menestyneet”, joiden keskiarvo on noin 400 pistettä, ”keskimääräisesti menestyneet”, joiden keskiarvo on hieman alle 500 pistettä ja ”hyvin menestyneet”, joiden keskiarvo on noin 575 pistettä. Nämä kolme populaatiota on hahmoteltu kuvioon 11 ja myöhempiin jakaumakuvioidiin karkeasti teoreettisina jakaumina. Ilmiö tarkoittaa sitä, että *heikoimpien ja parhaiden oppilaiden väliset erot ovat oleellisesti tulleet selkeämmiksi viimeisten vuosien aikana*.

Eriolaisten koulutuksellisen epätasa-arvon indikaattoreiden typologiassa Metsämuuronen (2019) kutsuu ilmiötä nimellä *Population disparity*, jakaumaepätasa-arvo: kansallinen jakauma ei enää ole normaali vaan muodostuu selkeästi useista eri populaatioista. Epävarmaa on, onko jakauman muutos seurausta pidempiaikaisesta muutoksesta vai onko kyseessä esimerkiksi covid-19-pandemiaan liittyvä lyhytaikaisempi ilmiö. Jälkimmäisen puolesta puhuu se, että erityisen hyvin edistyneiden oppilaiden ryhmä on eriytynyt ylöspäin; uskottavaa on, että pandemia on lisännyt tilapäisesti eroja oppilasryhmien välillä. Tulevissa raporteissa näitä populaatioita mallitetaan yksityiskohtaisemmin.

4 Suuri vaihtelu johtuu siitä, että arvion voi tehdä käyttäen otoksen variansseja ($f = 0,42$) tai populaatioon painotettujen variansseja ($f = 0,24$). Aiemmissa raporteissa varianssina on käytetty otosvarianssia.

5 Ilmeinen kysymys on, voisiko jakauman erikoinen muoto selittyä mekaanisista syistä eli siitä, että käytössä oli useita tehtäväsarjoja, joista kokonaisosaaminen ja muut summamuuttujat on koostettu. Näin ei kuitenkaan ole, vaan sama erikoinen jakaumamuoto näkyy myös yleisversiossa, joka oli käytössä kaikissa otoskouluissa ($n = 4,451$).



KUVIO 11. Osaamisen kokonaisjakauma

Populaatioiden eriytymistä voi selittää kolme seikkaa: yhtäältä covid-19-pandemia, toisaalta sähköiseen mittaukseen liittyvät hankaluudet ja kolmanneksi tietyissä tavoitteissa ja tietyillä sisältöalueilla tapahtunut osaamisen eriytyminen. Ensiksi tiedetään, että covid-19 pandemia on kurittanut erityisesti haavoittuvammassa asemassa olleita oppilas- ja opiskelijaryhmiä (ks. esimerkiksi YK, 2020; Schleicher, 2020; Karvi, 2021). Alustavien DTA-analyyysien mukaan eroa ääriyhmien välillä ennustivat yhtäältä sellaiset ilmeiset tekijät kuin osallistuminen tehostettuun tai erityiseen tukeen ja osoitettu heikko osaaminen kouluarvosanan muodossa (arvosana 4–6). Jos siis oppilaalla oli vaikeuksia matematiikan oppimisessa, paljon tukiovetusta, pienryhmäopetusta ja viimeisin kouluarvosana oli 6 tai vähemmän, hän kuului todennäköisesti alimpaan populaatioista. Näiden oppilaiden osaaminen on aiemminkin ollut matalampi kuin muiden oppilaiden, mutta he eivät kuitenkaan ole eriytyneet aivan selkeästi omaksi ryhmäkseen. Näiden lisäksi alimpaan populaatioon kuuluneita oppilaita yhdistivät mm se, että koulussa viihdyttiin huonosti, oli tullut paljon poissaoloja, heistä monella oli S2-status ja matalat SES:en liittyvät tekijät kuten vanhempien – erityisesti isän – matala koulutustausta ja esimerkiksi kirjojen ja kulttuuriesineiden puuttuminen kotoa. Vastaavasti ylämpään osaamisryhmään kuulumista ennustivat suuntautuminen lukion pitkän matematiikan opintoihin, opiskeleminen erityisluokassa – erityisesti STEM (*science, technology, economy, mathematics*) -aineisiin ja matematiikkaan erikoistuneessa luokassa, hyvä kouluviihtyvyyys ja korkea SES mukaan lukien isän yliopistokoulutus ja kodin rikas kulttuurinen ilmapiiri sisältäen kirjoja, kulttuuriesineitä ja musiikki-instrumentteja.

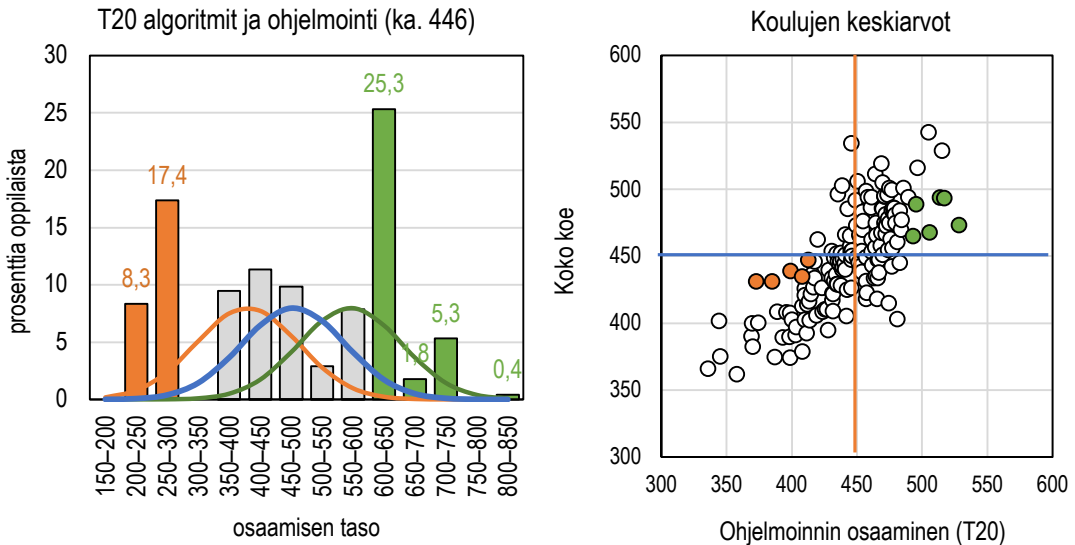
Suomen oloissa haavoittuvimpiin ryhmään kuuluvat myös ne oppilaat, joiden itseohjautuvuus ei ole ollut poikkeusoloissa vaadittavalla tasolla. Toisaalta Karvin (2021) aineistoissa osa oppilaita on jopa hyötynyt etäopiskelusta. Näitä oppilasryhmiä ovat esimerkiksi itsenäiseen työhön orientoituneet, tasoltaan hyvät ja motivoituneet oppilaat, joita heikommin menestyvien oppilaiden hidasta eteneminen hidastaa luokkatilanteissa ja ne, joille luokkatilanteissa toimiminen on hankalaa

esimerkiksi melun tai sosiaalisen paineen vuoksi. Karvin covid-19-vaikutuksia kuvaavassa raportissa (2021, s. 4) asia tiivistetään seuraavasti: ”Osalle etäopiskelu on sopinut hyvin ja he ovat hyötynet esimerkiksi ajasta ja paikasta riippumattomasta opiskelusta sekä ovat aktiivisesti hakeneet tukea ja ohjausta. Itseohjautuvuuden korostuminen asettaa oppijat kuitenkin keskenään eriarvoiseen asemaan. Poikkeustilanteessa elämänhallinnan ongelmat, oppimiseen liittyvät vaikeudet ja erilaiset mahdollisuudet opiskella kotioiloissa vahvistavat eroja oppijoiden välillä.” Monessa tapauksessa oppilaiden osallistuminen etäopiskeluun edellytti huoltajilta sekä kiinnostusta, aikaa että teknistä tukea lasten koulunkäyntiin. On uskottavaa ajatella, että korkeimpien SES-ryhmien perheissä lapset voivat jo normaalioloissakin saada matalimpien SES-ryhmien lapsia enemmän intellektuaalista, akateemista, sosiaalista ja ekonomista pääomaa (ks. keskustelu Metsämuuronen, 2017; Ukkola, Metsämuuronen, & Paananen, 2020). On mahdollista, että covid-19-pandemian aikana korkeammin koulutetut huoltajat ovat entistä kiinnostuneempia lapsensa koulunkäynnistä ja ovat pitäneet huolta siitä, että etätunneilla tarvittu yhteydet olivat toimivia, tunneille osallistuttiin, annetut läksyt tehtiin ja osaamisen tasoa saatettiin kontrolloida esimerkiksi läksyjen tarkastamisen muodossa. Tätä taustaa vasten ääripäiden osaamisen eriytyminen olisi ymmärrettävissä.

Toinen selitys osaamisen eriytymiseen saattaa löytyä itse digitaalisesta testistä. Näyttää siltä, että joissain kouluissa siirtyminen sähköisiin oppimisympäristöihin ei ole onnistunut aivan yhtä hyvin kuin toisissa. Osassa kouluista oppilailla ei ollut arviointia suorittaessaan omia tietokoneita, mikä voi viitata siihen, että näiden käyttö opetuksessa ylipäänsä oli vähäisempää. Tällöin hankalimpaan asemaan joutuvat ne oppilaat, joille ei vain matematiikka itsessään ole haasteellista, vaan myös arviointiympäristökin tuntui vieraalta, mikä on voinut johtaa suurempaan määrään puuttuvia tietoja tehtäväsarjassa. Toinen digitaalisiin arviointeihin liittyvä ja paperiversioon nähden harmillinen ilmiö havaittiin tietyissä ankkuritehtävissä, joissa osa oppilaan vastausta oli laskun vastauksen perustelu – eli käytännössä oppilaan tuli kirjoittaa laskun välivaiheet annettuun kenttään tähän varatulla editorilla. Moni heikoimmista ja keski-suorituksen tehneistä oppilaista ei perustellut vastauksiaan lainkaan ja näin puuttuvia tietoja oli selvästi enemmän kuin aiemmissä vastaavissa tehtävissä paperiversioissa. Opettajatkin kommentoivat ilmiötä erikoisena; oppilaat, jotka muutoin opettajan mielestä olisivat kyllä osanneet perustella vastauksensa, eivät sitä tehneet. Tällä oli myös käytännön seurauksia siihen, että osaa linkkitehtäväksi valituista tehtävistä ei voinut käyttää linkkitehtävinä, sillä puuttuvien havaintojen profiilit olivat niin poikkeavia aiempiin arviointeihin nähden (ks. luku 2.3.3).

Kolmas eriytymistä edesauttava seikka näyttää olevan se, että tiettyjen tavoitteiden osalta osassa kouluja osaaminen on keskimäärin erittäin korkealla tasolla, kun joissain kouluissa taso jää poikkeuksellisen matalaksi. Näistä ymmärrettävin on algoritmisen ajattelun ja ohjelmoinnin osaaminen (tavoite T20). Tämä tavoite on tullut opetussuunnitelman perusteisiin vasta vuonna 2016 ja on ilmeistä, että algoritmisen ajattelun ja ohjelmoinnin opetuksessa on ollut alkukankeutta. Tämä näkyy sekä oppilasjakaumassa että koulujen keskiarvoissa (Kuvio 12). Reilu neljännes oppilaista (26 %) ei saanut oikein yksinkertaisiakaan tavoitetta mittaavia tehtäviä, kun vastaavasti toisessa ääripäässä lähes kolmanneksella oppilaista (32 %) kyseisen osa-alueen tehtävät ovat osoittautuneet helpoiksi. Koulujen keskiarvojen osalta huomataan, että osassa kouluja kokonaisuuden osalta oppilaat ovat keskiosajia, mutta ohjelmoinnin osalta suoriuduttiin selvästi keskitasoa heikommin tai paremmin. Samankaltaista osaamisen ääri-ryhmien eriytymistä ilmenee myös esimerkiksi päässälaskujen ja päätelmien (T10), prosenttilaskujen (T13), suorakulmaisen kolmioon ja ym-

pyrään liittyvien laskujen (T17) ja todennäköisyyslaskujen (T19) tavoitteiden osalta (ks. Liite 1). Tämän kaltaisilla asioilla on ilmeistä vaikutusta siihen, että myös osa keskitasoisista oppilaista on saattanut menestyä arvioinnissa normaalia heikommin. Hyvin menestyneiden populaatio näyttää eriytyneen myös geometriaan (T16) ja pinta-alaan ja tilavuuksiin liittyvissä laskuissa (T18).



KUVIO 12. Osaamisen jakauma ja koulujen keskiarvot algoritmisen ajattelun ja ohjelmoinnin tavoitteen osalta

Yhteenvetona voidaan todeta, että osaamisen jakauman erikoinen muoto viittaa siihen, että ensimmäisen kerran kansallisissa matematiikan osaamisen aineistoissa todentuu se, että koulutuksellinen tasa-arvo ei toteudu Suomessa aiempaan nähden yhtä hyvin. Asiaan on syytä kiinnittää huomiota tulevissa arvioinneissa; palautuvatko ääripopulaatiot yhdeksi normaalijakaumaksi, vai jääkö tilanne pysyvämmäksi tilaksi. On mahdollista, että oikein kohdennetuilla tukitoimilla voidaan alimmassa ryhmässä havaittu osaamisvaje saada korjattua. Asiaa tarkastellaan seuraavassa lähemmin eri tavoitteissa ja sisältöalueilla.

3.1.2 Osaaminen poikkeaa toisistaan eri tavoitteiden ja sisältöalueiden osalta

Vaikka kaikilla sisältöalueilla ja kaikkien tavoitteiden osalta keskimääräinen osaamisen taso on matalammalla kuin vuonna 1998, näyttää siltä, että sisältöalueista eniten laskua on tapahtunut ajattelun taidoissa ja menetelmissä (S1; keskiarvo 443) sekä lukujen ja laskutoimitusten sisältöalueella (S2; keskiarvo 446) ja vähiten tietojen käsittelyn, tilastojen ja todennäköisyyden (S6; 457) ja geometrian (S5; 455) osa-alueilla (Taulukko 5). Erot sisältöalueiden välillä eivät ole kuitenkaan merkittäviä. Ensin mainittuun ryhmään kuuluvat tavoitteista päässälaskut ja päätelmät (T10), algoritmien ajattelu ja ohjelmointi (T20) ja prosenttilaskut (T11), joissa kaikissa keskiosaaminen

jäi selvästi matalammalle tasolle kuin vuoden 1998 taso (keskiarvot 442, 446 ja 447). Saman tasoista (tai jopa hieman heikompaa) osaamista osoitettiin myös suorakulmaisen kolmion ja ympyrän ominaisuuksiin liittyvien tehtävien ratkaisemisessa (keskiarvo 440), mutta sisältöalueella S5 tätä kompensoi geometrian (T16; 459) ja pinta-alojen ja tilavuuksien laskemisen (T18; 450) hieman korkeampi osaaminen.

TAULUKKO 5. Keskiosaaminen eri sisältöalueiden ja tavoitteiden osalta

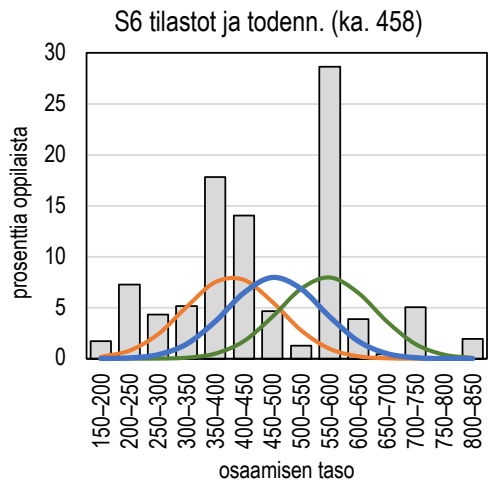
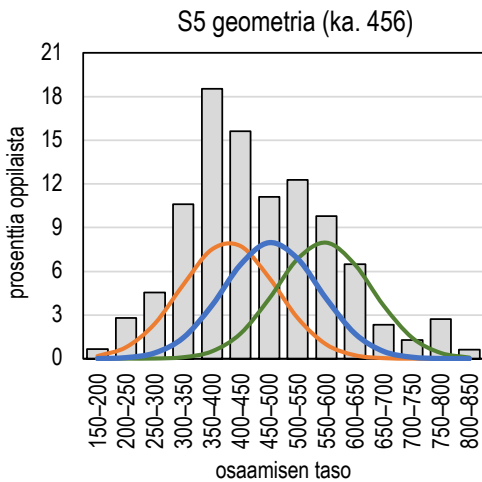
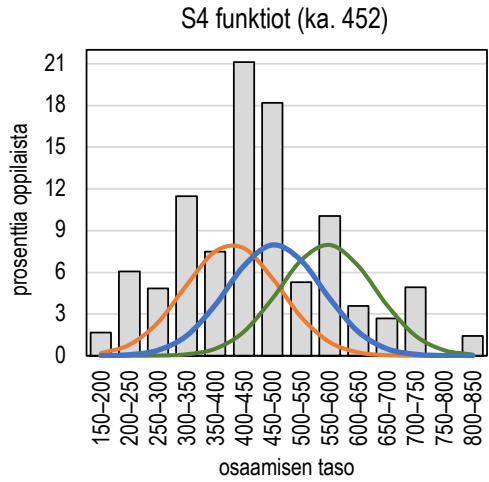
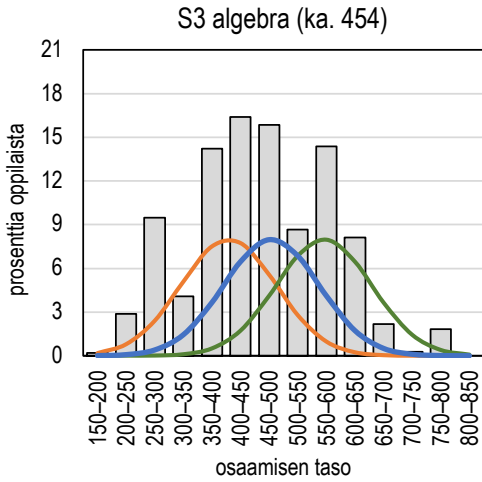
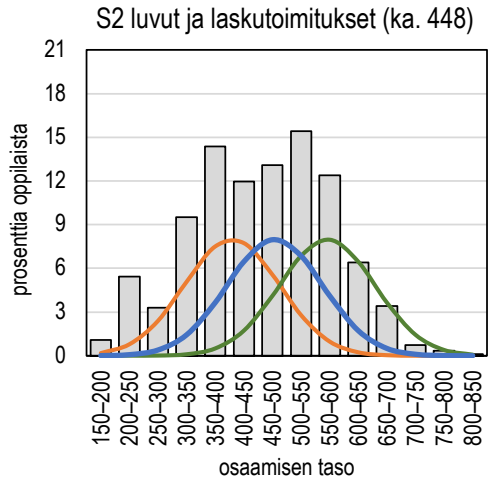
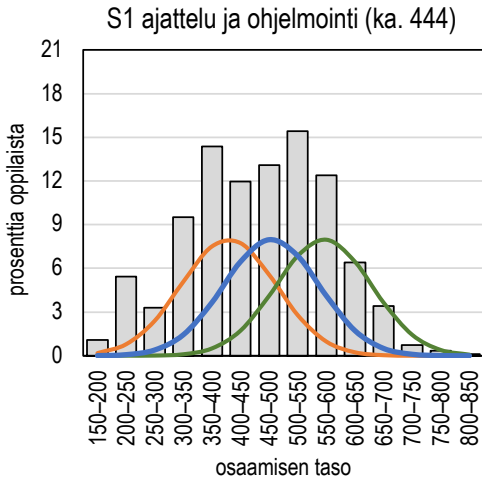
osamittari	keskiarvo ¹	keskihajonta ¹	ero vuoteen 1998 (500)
Kokonaisosaaminen	451	232,6	-49
S1 Ajattelun taidot ja menetelmät	443	289,5	-57
S2 Luvut ja laskutoimitukset	446	272,0	-54
S3 Algebra	453	259,6	-47
S4 Funktiot	451	285,9	-49
S5 Geometria	455	267,3	-45
S6 Tietojen käsittely ja tilastot sekä todennäköisyys	457	344,4	-43
T10 päässäälasku ja päätelmät	442	295,0	-58
T11 peruslaskutoimitukset rationaaliluvuilla	461	267,7	-39
T13 prosenttilaskut	447	345,2	-53
T14 yhtälön ratkaisu	453	259,5	-47
T15 funktion tuottaminen ja tuottaminen	451	287,3	-49
T16 geometria	459	269,7	-41
T17 suorakulmainen kolmio ja ympyrä	440	270,1	-60
T18 pinta-ala ja tilavuudet	450	265,3	-50
T19 tilastolliset tunnusluvut ja todennäköisyys	457	350,8	-43
T20 algoritminen ajattelu ja ohjelmointi	446	315,0	-54

¹keskiarvot ja keskihajonta ovat estimoituja populaatioarvoja

Sisältöalueiden jakaumatiedot on koottu kuvioon 13 ja tavoitteiden jakaumat Liitteeseen 1. Kokonaisjakauman leventynyt muoto havaitaan käytännössä kaikilla sisältöalueilla – ehkä selvimmin ajattelun ja ohjelmoinnin (S1), lukujen ja laskutoimitusten (S2), algebran (S3) ja geometrian (S5) sisältöalueilla. Geometrian osalta jakauma on selvästi vino heikoimpaan populaatioon päin; heikosti menestyneitä on selvästi normaalia enemmän. Funktioiden (S4) sekä tilastollisten tunnuslukujen ja todennäköisyyden (S6) jakaumat ovat erittäin hajonneet ja erot ääripäiden välillä ovat suuret.

Tavoitteiden osalta leventynyt normaalijakauma näkyy päässäälaskujen ja päätelmien (T10), yhtälön ratkaisujen (T14) ja pinta-alan ja tilavuuden (T10) tavoitteissa. Muissa tavoitteissa jakaumamuodot ovat selvemmin epänormaaleja ja selkeästi eriytyviä.

Tuonnemmissa luvuissa tarkastellaan ensisijaisesti kokonaisosaamista. Sisältöalueisiin ja tavoitteisiin liittyviä tuloksia tarkennetaan tulevissa raporteissa.



KUVIO 13. Osaamisen jakaumat eri sisältöalueilla

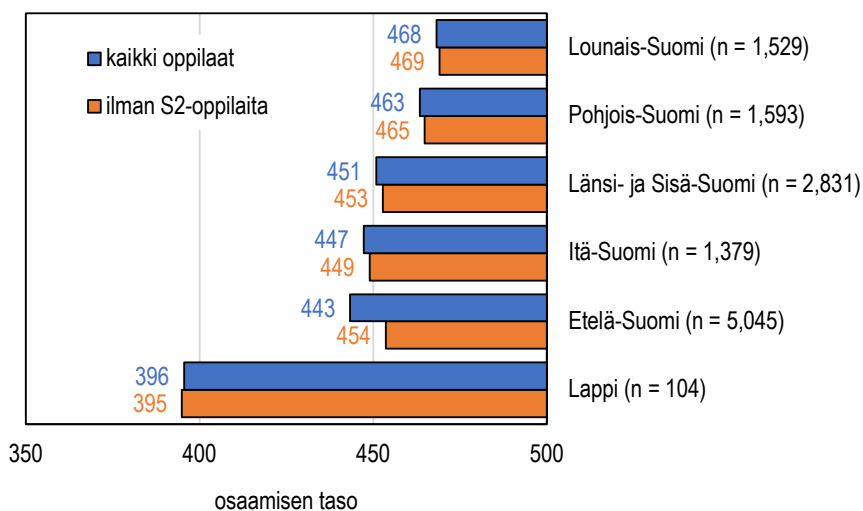
3.1.3 Maantieteellisten alueiden väliset osaamisen erot ovat huomattavia

Kokonaisosaamisen osalta erot AVI-alueiden välillä ovat merkitsevät ($p < 0,001$) mutta eivät kokonaisuutena arvioiden merkittäviä ($f = 0,09$). On kuitenkin ilmeistä, että Lapin AVI-alueella keskiosaaminen on huomattavan paljon matalampaa (396) kuin koko aineistossa (451). Tämä havainnollistuu kuviossa 14 (huomaa arvoon 500 vertautuva käännetty asteikko⁶). Koska Lapin AVI-alueen oppilaat edustavat hyvin pientä osaa perusjoukosta, ero ei näyttäydy merkittävänä. Tilastollisessa mielessä Lounais- ja Pohjois-Suomen AVI-alueilla osaaminen on merkitsevästi korkeammalla tasolla kuin muilla AVI-alueilla. Etelä-Suomen AVI-alueen keskitulosta (443) painaa S2-oppilaiden suuri määrä. Ilman S2-oppilaita keskiarvo olisi 454.

TAULUKKO 6. Kokonaisosaaminen eri AVI-alueilla

AVI-alue	keskiarvo ¹	keskihajonta ¹	N
Etelä-Suomi	443	237,7	5,046
Lounais-Suomi	468	217,3	1,529
Itä-Suomi	447	205,3	1,379
Länsi- ja Sisä-Suomi	451	228,8	2,831
Pohjois-Suomi	463	210,5	1,593
Lappi	396	215,3	104
yhteensä	451	227,2	12,482

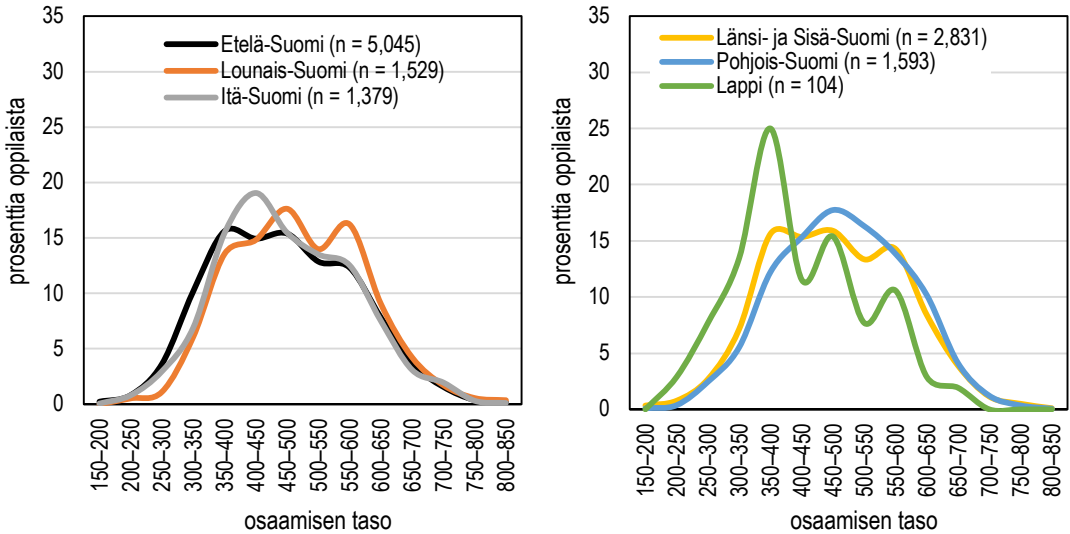
¹estimoituja populaatioarvoja



KUVIO 14. Osaamisen erot eri AVI-alueilla

⁶ Käännettyssä asteikossa pidempi pilari viittaa heikompaan suoritukseen; keskiarvo on siis matalammalla tasolla vertailuarvoon 500 nähden.

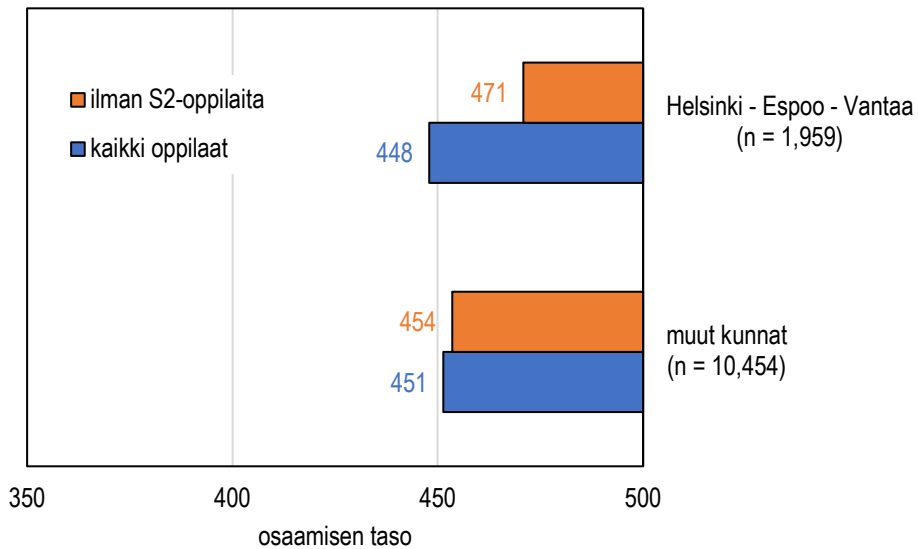
Lukuun ottamatta Pohjois-Suomen AVI-alueetta, kaikilla AVI-alueilla näkyy kolme perusjakamaa (Kuvio 15). Näistä selkeimmin muista poikkeava on Lapin AVI-alueen jakauma, jossa selvästi korostuu heikosti menestynyt populaatio ja jossa parhaimmin menestynyt populaatio on suhteellisesti pienempi kuin muilla AVI-alueilla. Lisäksi Itä-Suomen AVI-alueella heikoimmin menestynyt populaatio on selvästi yliedustettu.



KUVIO 15. Osaamisen jakaumat eri AVI-alueilla

Lapin AVI-alueen heikkoon tulokseen on syytä kiinnittää huomiota. Jos syynä ovat arvioinnin tekninen epäonnistuminen esimerkiksi heikomprien tietoverkkoyhteyksien vuoksi, heikompi tulos on ymmärrettävä. Jos sen sijaan syynä ovat esimerkiksi heikompi tietotekniikan osaamisen taso tai etäopiskeluun liittyvät hankaluudet, osaamisvaje on syytä kuroa umpeen nopeasti, mikäli sitä ilmenee myös alemmilla luokilla. Lisäselvyyttä Lapin AVI-alueen heikkoon tulokseen pyritään saamaan myöhemmin julkaistavissa raporteissa.

Alueellisen tarkastelun erityiskysymyksenä huomataan, että metropolialueella S2-oppilaiden suuri määrä ja matalampi taso painavat keskitulosta huomattavasti (Kuvio 16). Metropolialueella asuu noin puolet kaikista Suomen maahanmuuttajataustaisista oppilaista (Bernelius & Huilla, 2021). Arviointiin osallistuneista metropolialueen oppilaista S2-oppimäärää opiskelevia oli 22 prosenttia kun taas muualla suomessa luku on 4 prosenttia. Keskimäärin osaaminen on samalla tasolla tai jopa hieman matalammalla (448) kuin muualla Suomessa (451), mutta ilman S2-oppilaita keskiarvo on selvästi korkeampi (471).



KUVIO 16. Metropolialueen erityistilanne S2-oppilaiden suhteen

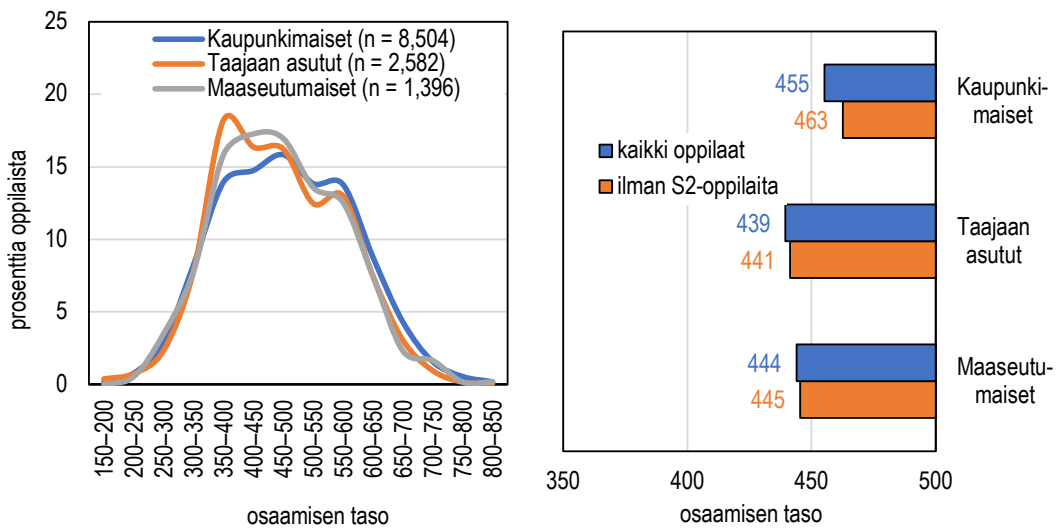
3.1.4 Kuntatyyppien väliset osaamisen erot eivät ole merkittäviä

Osaamisen taso on tilastollisessa mielessä korkeinta kaupungeissa (455) ja matalinta taajaan asutuissa kunnissa (439), mutta ero (16 pistettä) ei ole merkittävän suuri ($f = 0,05$) (Taulukko 7). Taajaan asutuissa kunnissa oppilaiden jakauma on selkeimmin heikoimpaan populaatioon päin vino, mikä selittänee eron myös keskiarvoissa (Kuvio 17). Kaiken kaikkiaan kuntaryhmien väliset erot eivät kuitenkaan koulutuksellisen mahdollisuuksien tasa-arvon näkökannalta osoita tarvetta huoleen.

TAULUKKO 7. Kokonaisosaaminen eri kuntaryhmissä

kuntaryhmä	keskiarvo ¹	keskihajonta ¹	N
Kaupunkimaiset kunnat	455	228,4	8,504
Taajaan asutut kunnat	439	205,0	2,582
Maaseutumaiset kunnat	444	254,2	1,396
Total	451	227,2	12,482

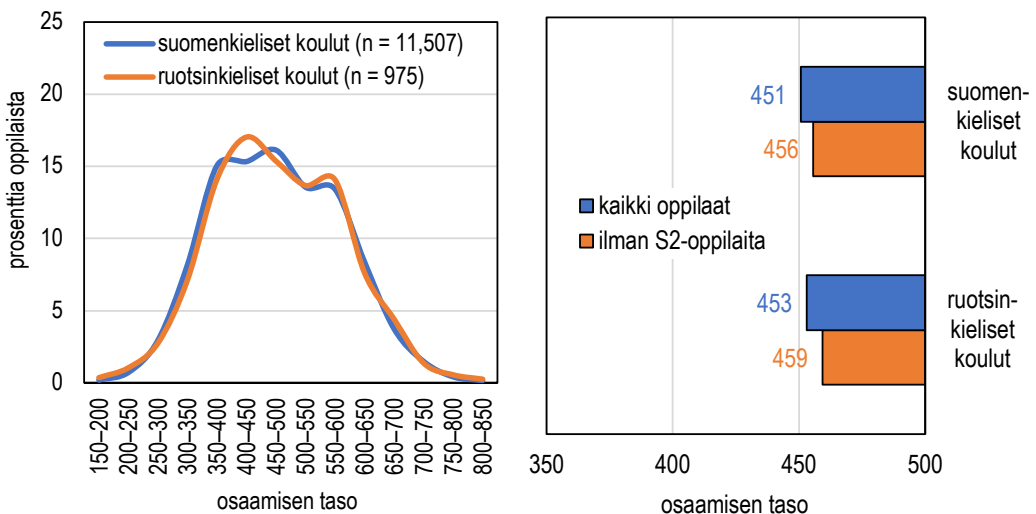
¹estimoituja populaatioarvoja



KUVIO 17. Osaamisen jakaumat eri kuntaryhmissä

3.1.5 Kieliryhmien väliset osaamisen erot eivät ole merkittäviä

Suomen- ja ruotsinkielisten koulujen välillä ei ole merkittävää eroa matematiikan osaamisessa (451 vs. 453). Suomenkielisessä populaatiossa keskihajonta on hieman korkeampi (229,2) kuin ruotsinkielisessä (195,7). Jakauman muodon perusteella on mahdollista, että ruotsinkielisissä kouluissa opiskelevat oppilaat muodostavat kolmen populaation sijaan vain kaksi: heikosti ja hyvin menestyneiden oppilaiden populaatiot (Kuvio 18).



KUVIO 18. Osaamisen jakaumat eri kieliryhmissä

3.1.6 Sukupuolten väliset osaamisen erot eivät ole merkittäviä

Sukupuolten välillä ei ole eroa, kun tarkastellaan kokonaisosaamista: pojilla 452 ja tytöillä 449 pistettä (Taulukko 8). Tyttöjen ja poikien välillä on kuitenkin joitain merkitseviäkin eroja. Pojat näyttävät suoriutuneen merkitsevästi paremmin ajattelun taitojen (S1) ja lukujen ja laskutoimitusten (S2) sisältöalueilla ja tytöt puolestaan algebran sisältöalueella (S3). Tämä seuraa siitä, että pojat näyttävät olevan hieman tyttöjä edellä päässälaskujen ja päätelmien (T10), peruslaskutoimitusten (T11), prosenttilaskujen (T13) ja algoritmisen ajattelun ja ohjelmoinnin (T20) tavoitteiden osalta. Tytöt puolestaan suoriutuivat hieman paremmin yhtälön ratkaisuun liittyvissä tehtävissä (T14). Mikään eroista ei kuitenkaan ole merkittävän suuri (18–28 pistettä).

TAULUKKO 8. Osaaminen eroja sukupuolten välillä

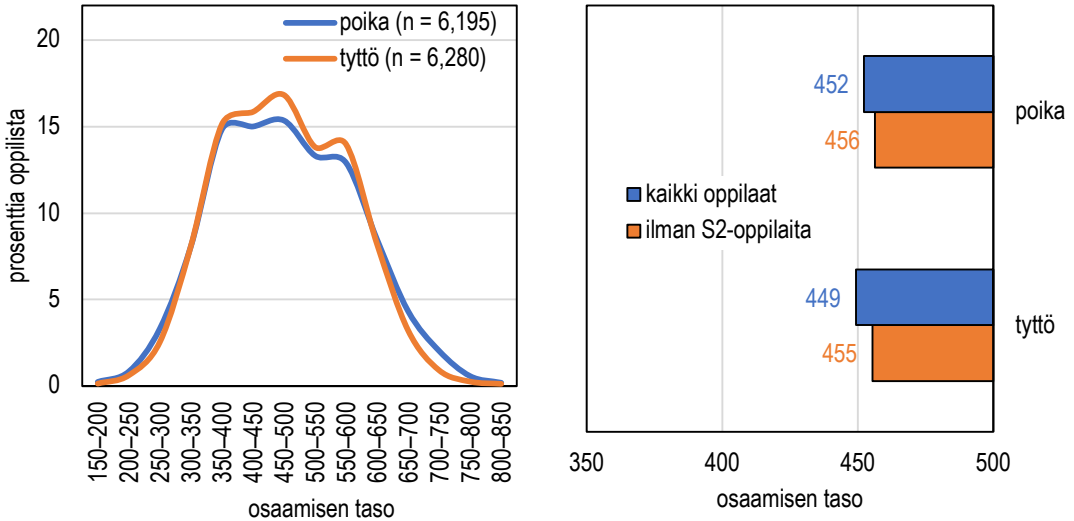
osamittari	pojat		tytöt		ero	p^2	f
	keski-arvo ¹	keskihajonta ¹	keski-arvo ¹	keskihajonta ¹			
kokonaisosaaminen	452	347,1	449	313,2	3	0,114	0,00
S1 Ajattelun taidot ja menetelmät	455	416,1	431	402,3	24	< 0,001	0,08
S2 Luvut ja laskutoimitukset	456	398,7	436	370,6	20	< 0,001	0,08
S3 Algebra	443	379,5	462	355,6	-19	< 0,001	0,07
S4 Funktiot	457	410,5	445	399,8	11	< 0,001	0,04
S5 Geometria	453	394,3	456	365,1	-4	0,069	0,00
S6 Tietojen käsittely ja tilastot sekä todennäköisyys	455	509,7	459	466,6	-4	0,223	0,00
T10 päässälasku ja päätelmät	452	422,8	431	412,4	21	< 0,001	0,07
T11 peruslaskutoimitukset rationaaliluvuilla	470	392,7	452	364,3	18	< 0,001	0,07
T13 prosenttilaskut	459	511,7	436	464,2	23	< 0,001	0,07
T14 yhtälön ratkaisu	444	382,3	462	352,5	-18	< 0,001	0,07
T15 funktion tuottaminen ja tuottaminen	457	412,7	445	401,4	11	< 0,001	0,04
T16 geometria	459	392,9	459	372,4	0	0,766	0,00
T17 suorakulmainen kolmio ja ympyrä	437	398,8	442	368,2	-6	0,006	0,03
T18 pinta-ala ja tilavuudet	446	387,3	455	365,5	-9	< 0,001	0,03
T19 tilastolliset tunnusluvut ja todennäköisyys	454	516,0	459	478,8	-5	0,119	0,00
T20 algoritmisen ajattelu ja ohjelmointi	460	447,8	432	440,4	28	< 0,001	0,09

¹estimoituja populaatioarvoja

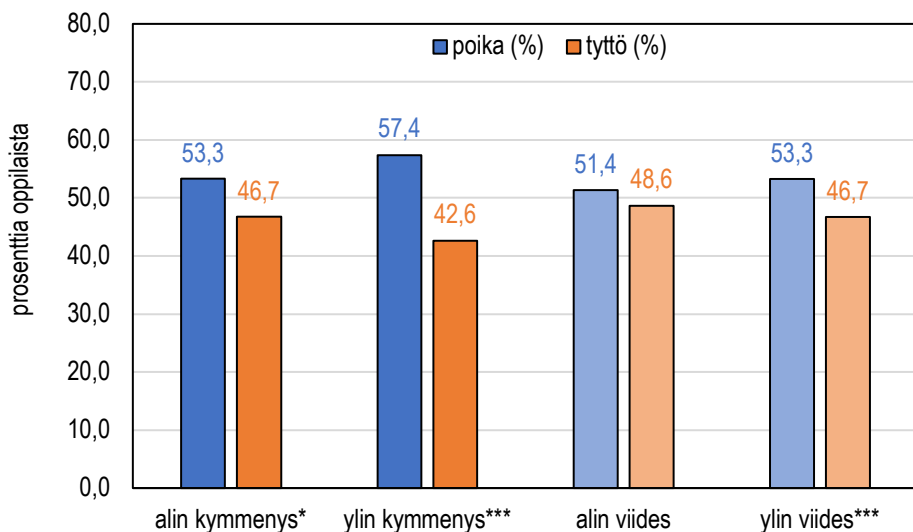
²p-arvoja ei ole korjattu esimerkiksi Bonferronin tai Šidakin korjauksella

Jakaumamuotojen osalta näyttää siltä, että poikiin nähden tytöistä suurempi osa kuuluu ns. keskiosajien populaatioon ja vastaavasti pojista hieman suurempi osa parempaan ja heikoimpaan populaatioon (Kuvio 19). Tämän puolesta puhuu myös se, että tyttöjen keskihajonta on systemaattisesti pienempi kuin poikien (ks. Taulukko 8). Vaikka erot eivät ole suuria, tulos on selitettävissä ns. *greater male variability* -hypoteesilla: pojilla ja miehillä on taipumusta olla yliedustettuna

äärimmäisissä ryhmissä (ks. Baye & Monseur, 2016; Machin & Pekkarinen, 2008; O’Dea ym., 2018). Tässäkin aineistossa tyttöjen osuus erityisesti ylimmässä desiilissä (paras kymmenesosa) ja kvintiilissä (paras viidesosa) on merkittävästi matalampi kuin poikien osuus (binomitesti $p < 0,001$): ylimmässä desiilissä on poikia 57,4 prosenttia ja tyttöjä 42,6 prosenttia (Kuvio 20). Alimpaan desiiliin ja kvintiiliin kuuluu tyttöjä ja poikia tasaisemmin; alimmassa kvintiilissä osuuksien ero ei ole merkittävä (binomitesti $p = 0,094$).



KUVIO 19. Osaamisen jakaumat eri sukupuolten välillä



KUVIO 20. Eri sukupuolten sijoittuminen ylimpään ja alimpaan desiiliin ja kvintiiliin

Koulutuksellisen tasa-arvon näkökannalta ero ylimpään desiiliin lukeutuvien tyttöjen ja poikien osuuksissa osoittaa, että tyttöjen ja poikien välillä ei vielä ole saavutettu tasa-arvoa. Kansainvälisessä kirjallisuudessa itse ilmiölle on annettu nimikin: *giving up mathematics*, ”matematiikasta luopuminen” (Ko, Choi, & Kaji, 2021). Tyttöillä näyttää olevan taipumusta ”luopua matematiikasta” siinä mielessä, että heistä useampi kuin pojista alkaa keskittyä muihin oppilaineisiin kuin matematiikkaan. Asiahan on merkityksellinen siinä mielessä, että matematiikan osaamiseltaan parhailla oppilailla on taipumusta suuntautua aloille, joilla tarvitaan matematiikkaa (ns. STEM-aineisiin) ja joissa perinteisesti palkkataso on ollut korkeampi kuin ns. humanistisilla aloilla (ks. keskustelu, Metsämuuronen, 2017). Niinpä monet tytöt perusopetuksen loppupuolella tietämättään, tai tarkoituksella suunnatessaan huomionsa johonkin muuhun oppiaineeseen kuin matematiikkaan, rajaavat itseltään pois tiettyjä ammattialueita, jotka voisivat olla heille palkkatasa-arvon näkökannalta merkityksellisiä. Positiivinen signaali asiassa on, että tyttöjen osuus ylimmässä desiilissä näyttää kasvaneen noin viidellä prosenttiyksiköllä sekä vuodesta 2015 (tyttöjä 37,5 %) että vuodesta 2012 (tyttöjä 37,6 %).

3.1.7 Kolmiportainen tuki ja osaamisen erot

Jos oppilaalla on vaikeuksia matematiikan opinnoissaan, on oikein, että hän saa lisää tukea opinnoissa etenemiseen. Valtaosa oppilaista on yleisen tuen piirissä: opettaja antaa tarvittaessa apua niin, että opiskelu etenee mahdollisimman hyvin. Tässä ryhmässä osaamisen taso on merkittävästi korkeampi (467) kuin ryhmissä, jotka saavat joko tehostettua (357) tai erityistä tukea (332) (Taulukko 9). Erot ääriryhmien välillä ovat merkittäviä ($f = 0,39$). Mikäli tehostettu tukikaan ei riitä POPS:n matematiikan tavoitteiden saavuttamiseen tai edes sen tavoittelemiseen, oppilaalle tehdään henkilökohtainen opetuksen järjestämistä koskeva suunnitelma (HOJKS) ja matematiikan oppimäärä voidaan yksilöllistää. Nyt raportoitava arviointi ei ollut vaikeustasoltaan suunnattu oppilaille, joilla matematiikan oppimäärä on yksilöllistetty, ja opettajia kehoitettiin tarkkailemaan, kuinka pitkälle oppilas vaikeutuvassa tehtäväsarjassa suoriutuu ja rohkaisemaan oppilasta etenemään niin pitkälle kun hän osaisi tehtäviä tehdä. Tässä ryhmässä keskiosaaminen oli 264 pistettä.

Osaaminen erityisryhmissä jää erityisen matalalle ajattelun taitojen ja menetelmien (S1), lukujen ja laskutoimitusten (S2) ja tietojen käsittelyn ja tilastojen sekä todennäköisyyden (S6) sisältöalueilla ja pääsälaskuihin ja päätelmiin (T10), prosenttilaskuihin (T13) ja tilastollisiin tunnuslukuihin ja todennäköisyyteen (T19) liittyvissä tavoitteissa.

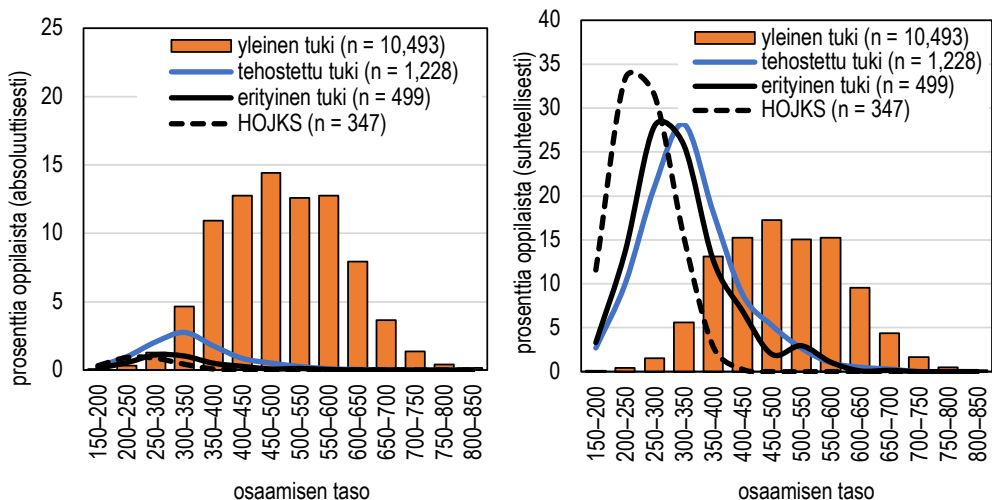
Käytännössä kaikki tehostetun ja erityisen tuen piiriin kuuluvat oppilaat kuuluvat heikoimmin menestyneiden oppilaiden populaatioon (Kuvio 21). Näiden oppilaiden määrä on kuitenkin niin pieni koko otokseen nähden, että tähän heikoimmin menestyneiden oppilaiden populaatioon kuuluvia löytyy monesta muustakin oppilasryhmästä. Joitain muuttujia on kuvattu jo luvussa 3.1.1 (mm. heikko kouluviihtyvyyys, runsaat poissaolot, monella S2-status ja matalampi SES).

TAULUKKO 9. Keskiosaaminen eri tavoitteissa ja sisältöalueilla erityisryhmissä

		yleinen tuki (n = 10,493)		tehostettu tuki (n = 1,228)		erityinen tuki (n = 499)		yksilöllistetty ² (n = 347)	
osamittari		ka ¹	kh ¹	ka ¹	kh ¹	ka ¹	kh ¹	ka ¹	kh ¹
Kokonaisosaaminen		467	220,2	357	183,7	332	199,8	264	175,8
S1	Ajattelun taidot ja menetelmät	463	271,9	334	262,4	305	269,3	221	224,5
S2	Luvut ja laskutoimitukset	465	255,5	345	248,4	315	261,2	228	226,0
S3	Algebra	468	251,0	365	215,4	341	222,8	297	182,0
S4	Funktiot	464	280,2	377	245,3	360	256,8	318	237,9
S5	Geometria	470	260,7	360	200,9	344	213,9	291	172,5
S6	Tietojen käsittely ja tilastot sekä todennäköisyys	476	330,6	347	314,4	322	308,6	237	268,5
T10	päässälasku ja päätelmät	461	279,3	333	266,9	308	262,7	228	227,4
T11	peruslaskutoimitukset rationaaliluvuilla	476	257,0	375	241,1	350	242,0	288	221,3
T13	prosenttilaskut	467	333,5	340	313,5	312	304,3	224	257,5
T14	yhtälön ratkaisu	469	250,2	363	215,3	338	221,5	294	182,0
T15	funktion tuottaminen ja tuottaminen	464	281,6	377	246,8	359	257,7	317	238,2
T16	geometria	474	259,8	373	243,0	356	252,0	309	231,9
T17	suorakulmainen kolmio ja ympyrä	454	262,4	355	227,3	337	233,3	286	221,6
T18	pinta-ala ja tilavuudet	464	261,1	366	205,7	352	202,6	307	178,7
T19	tilastolliset tunnusluvut ja todennäköisyys	476	337,6	348	315,8	323	310,9	238	269,9
T20	algoritminen ajattelu ja ohjelmointi	461	307,2	364	284,6	340	283,9	285	205,4

¹keskiarvot (ka) ja keskihajonta (kh) ovat estimoituja populaatioarvoja

²yksilöllistetyn matematiikan oppimäärän mukaan opiskelevat oppilaat (pois lukien tehostetun ja erityisen tuen oppilaat)



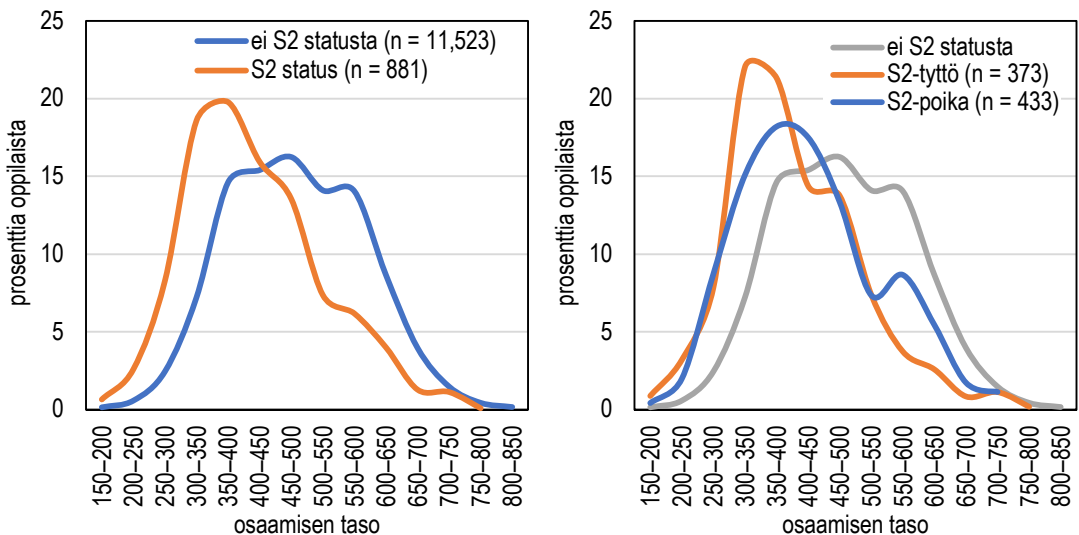
KUVIO 21. Osaamisen jakaumat kolmiportaisen tuen ryhmissä ja muilla yksilöllistetyn opetus suunnitelman saaneilla oppilailla (HOJKS) absoluuttisesti ja suhteellisesti

3.1.8 Maahanmuuttajataustaisten tyttöjen osaaminen on selvästi heikompaa kuin muilla

Kaikki oppilaat suorittivat arviointitehtävät koulun opetuskielellä. Otokseen tulleista oppilaista 7 prosentilla (n = 881) oli ollut viimeisen kolmen vuoden aikana vähintään yhtenä vuonna suomi tai ruotsi toisena kielenä (S2) status. Kuukan ja Metsämuurosen (2016) S2-oppilaita koskevassa arvioinnissa havaittiin myös, että puolet 9. luokalla S2-statuksella opiskelleista oppilaista oli käynyt koko peruskoulunsa Suomessa. Teoriassa näiden oppilaiden kielellisillä valmiuksilla ei pitäisi olla tekemistä arvioinnissa menestymisen kanssa. Toisaalta tiedetään, että vastikään maahan muuttaneen, vähemmän kuin vuoden Suomessa asuneen oppilaan opinnoissaan tarvittavan kielen hallinta voi olla erittäin puutteellinen valmistavan opetuksen jälkeenkin; yläluokilla vaadittava oppiainekohtainen kieli voi olla huomattavan paljon vaativampaa kuin mihin oppilaan kielitaito riittää.

Aiempien arviointien perusteella tiedetään, että osaaminen S2-oppilaiden ryhmässä on ollut matalampaa kuin muilla oppilailla. Osa tästä on tietenkin kielen hallintaan liittyvää. On ymmärrettävää, että jos oppilaan kielitaito on yleisesti heikompaa, hän ei hallitse myöskään matematiikan erityiskäsitteitä. Sanallisten tehtävien osaaminen voi myös jäädä heikoksi, vaikka matemaattista osaamista olisikin, mikäli ei täysin ymmärrä, mikä tehtävän matemaattinen ongelma oli (ks. esimerkkit tehtävä kuviossa 8).

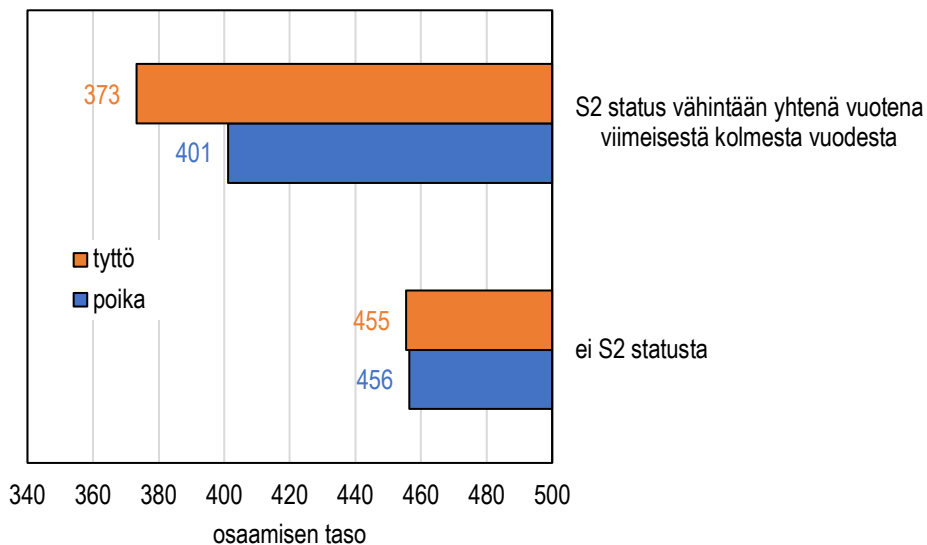
Aineistossa S2-oppilaaksi määriteltiin oppilas, jolla oli ollut S2-status ainakin yhtenä kolmesta viimeisestä vuodesta (2019–2021). S2-oppilaita oli aineistossa 881 (7 %). Näin määritellen S2-oppilaiden osaamisen jakauma poikkeaa selvästi muiden oppilaiden jakaumasta. Osa S2-pojista sijoittui selvästi parhaimmin menestyneeseen populaatioon, ja S2-tytöistä suurempi osuus sijoittui heikosti menestyneeseen populaatioon (Kuvio 22).



KUVIO 22. S2-oppilaiden osaamisen taso

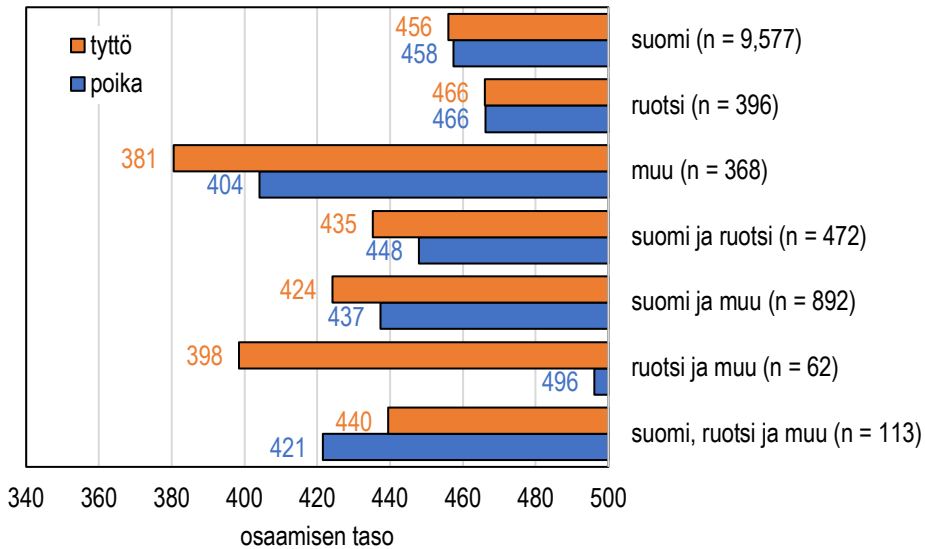
Kokonaisuutena osaamisen taso jää merkitsevästi matalammaksi S2-oppilailla (414) kuin muilla oppilailla (482) joskin ero on vain marginaalisesti merkittävän suurta ($f = 0,16$). S2- poikien ja -tyttöjen välillä on kuitenkin osaamisero (Kuviot 22 ja 23). S2-tyttöjen keskiosaaminen poikkeaa merkittävästi muiden tyttöjen osaamisesta ($f = 0,20$), kun taas S2-poikien keskiosaaminen ei poikkea muiden poikien osaamisesta merkittävästi ($f = 0,12$). S2-tyttöjen osaaminen jääkin merkitsevästi matalammalle tasolle (373) kuin S2-poikien (401), mutta tältä osin ero ei ole merkittävä ($f = 0,12$). Asiaan olisi ehkä hyvä kiinnittää huomiota myös kolmiportaisen tuen näkökulmasta; S2-tytöistä yleisen tuen piirissä on 76 prosenttia, tehostetun tuen piirissä 16 prosenttia ja erityisen tuen piirissä 8 prosenttia. Vastaavasti S2-pojista yleisessä tuessa on 73 prosenttia, tehostetun tuen piirissä 16 prosenttia ja erityisen tuen piirissä 11 prosenttia oppilaista. S2-poikia näytetään siis siirrettävän helpommin erityisemmän tuen piiriin kuin S2-tyttöjä, vaikka tytöillä osaaminen jää selvästi heikommaksi.

Räsänen, Närhen ja Aunio (2010) kuudennen luokan aineistossa heikosti suoriutuneista, kotikieleltään muun kuin suomen tai ruotsinkielisistä oppilaista tyttöjä oli nelinkertainen määrä poikiin nähden. Myös tässä aineistossa S2-tyttöillä on suuri edustus heikoimmin menestyneistä oppilaista: S2-tytöistä 49 % kuului osaamiseltaan heikoimpaan viidennekseen ja 7 % ylimpään viidennekseen, kun pojilla vastaavat luvut ovat heitä oli 36 % ja 12 % ja odotettu arvo on 20 % kummassakin ääripäässä.



KUVIO 23. S2-oppilaiden osaamisen taso

Kun aineistoa tarkastellaan oppilaan kotikielen näkökulmasta, osaaminen muun kuin suomen- ja ruotsinkielisten oppilaiden ryhmässä on selvästi matalampaa (pojilla 404 ja tytöillä 381) kuin niillä, jotka tekivät arviointitehtävät omalla äidinkielellään suomeksi tai ruotsiksi (456–466) (Kuvio 24). Huomiota kiinnittää se, että kaikissa kaksikielisistä perheistä tulleilla tytöillä osaaminen on matalammalla tasolla kuin pojilla. Erityisesti kiinnittää huomiota pieni ryhmä kotikieleltään ruotsia ja muuta kuin suomea puhuvia oppilaita, jossa ryhmässä ero tyttöjen ja poikien välillä on lähes 100 pistettä poikien hyväksi. Ryhmän pienuuden vuoksi asiaa ei ole tarpeen kiinnittää enempää huomiota; yksittäisillä oppilailla on suuri vaikutus keskiarvoon.



KUVIO 24. Matematiikan osaaminen kotikielen mukaan eroteltuna

Yhteenvedon voidaan todeta, että syystä tai toisesta juuri maahanmuuttajataustaisten (tai muusta syystä S2-oppimäärän mukaan opiskelevien) tyttöjen matemaattinen osaaminen ei kehity yhtä paljon kuin maahanmuuttajataustaisilla pojilla. Tällä on ilmeisiä vaikutuksia jatko-opintojen näkökannalta. Muun kuin suomen ja ruotsinkielisten tyttöjen osaamisen matalaan tasoon on syytä kiinnittää huomiota tulevaisuudessa. Haaste ei ole poistunut viimeisten 10 vuoden aikana. Aiempia aineistoja vaivasi maahanmuuttajataustaisten tyttöjen pieni määrä. Tässä aineistossa osuus on riittävä (n = 448) syvällisempien analyysien tekemiseen. Heikosti menestyneiden oppilaiden osaamisen taustatekijöihin perehdytään tulevissa raporteissa tarkemmin.

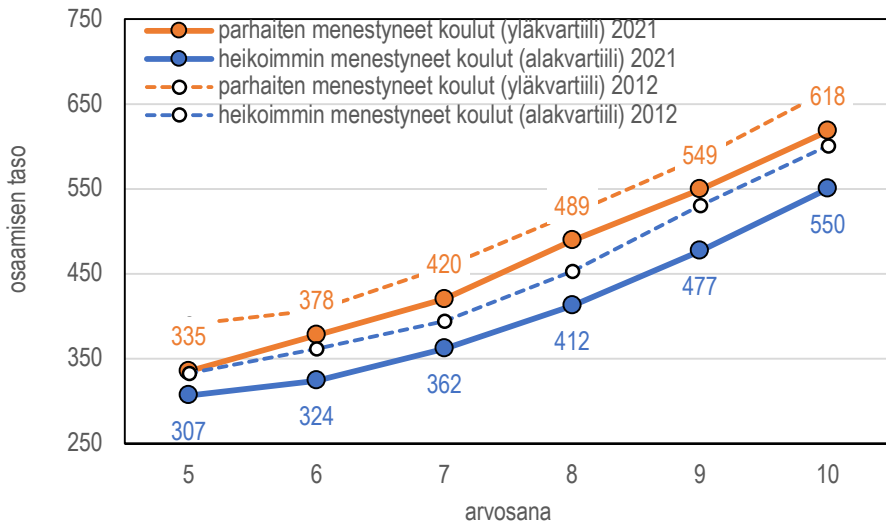
3.1.9 Kouluarvosanat kuvaavat vain osittain näytettyä matematiikan osaamista

Kouluarvosana perustuu monipuoliseen ja -vaiheiseen arviointiin yhtäältä oppilaan osaamisesta POPS:ssa asetettuihin tavoitteisiin nähden ja toisaalta tätä mahdollisesti kompensoiviin tekijöihin kuten esimerkiksi tuntiaktiivisuuteen ja motivoituneisuuteen. Yhden arvioinnin perusteella ei siis voida määrittää, mikä oppilaan arvosana voisi tai pitäisi olla, vaikka tehtäväsarjat kartoittaisivatkin osaamista laajasti ja monipuolisesti. Yhtäältä kuitenkin tiedetään, että annetut päättöarvosanat eivät ole olleet vertailukelpoisia eri koulujen välillä (mm. Ouakrim-Soivio, 2013; Ouakrim-Soivio, Rinkinen & Karjalainen, 2015, s. 40), mistä syystä uudet, tarkennetut arvosanakriteerit otettiin käyttöön vuonna 2021 (OPH, 2020). Tehtävät on kuitenkin laadittu ennen päättöarvioinnin kriteerien julkistamista, joten tehtävistä ei ole suunniteltu kriteereiden mukaisiksi. Uusien kriteerien yhdenmukaista vaikutus ei ole odotettavaa vielä nyt arvioidun ikäluokan osalta.

Se, että päättöarvosanat eivät ole olleet täysin vertailukelpoisia, johtuu osaltaan siitä, että opettajilla on erilaisia arvosanalinjoja, jotka eivät ole suoraan riippuvaisia oppilaan näytetystä osaamisesta⁷. Osa opettajista on arvosanan antamisessaan ”kannustavia” ja helpommin pyöristävät arvosanoja ylöspäin. Vastaavasti osa opettajista on arvosanaa antaessaan ”tiukkoja”, ja arvosanat pyöristyvät mieluummin alas kuin ylös. Tässä aineistossa eri kouluissa näytetyn osaamisen ja arvosanan välinen korrelaatioiden keskiarvo oli $r = 0,72$ eli keskimäärin 54 prosenttia arvosanasta selittyi näytetyllä osaamisella. Joissain kouluissa selitysosuus oli korkeampi kuin 70 prosenttia ja vastaavasti joissain kouluissa selitysosuus jäi alle 40 prosentin. Jälkimmäisessä tapauksessa oppilaat joko tekivät oleellisesti normaalista poikkeavia suorituksia tai arvosanaan on vaikuttanut laaja-alaisemmin muitakin tekijöitä kuin vain osaaminen. Eri arvosanalinjoilla on tietenkin epätasa-arvoistavaa vaikutusta, kun oppilaat pyrkivät jatko-opintoihin.

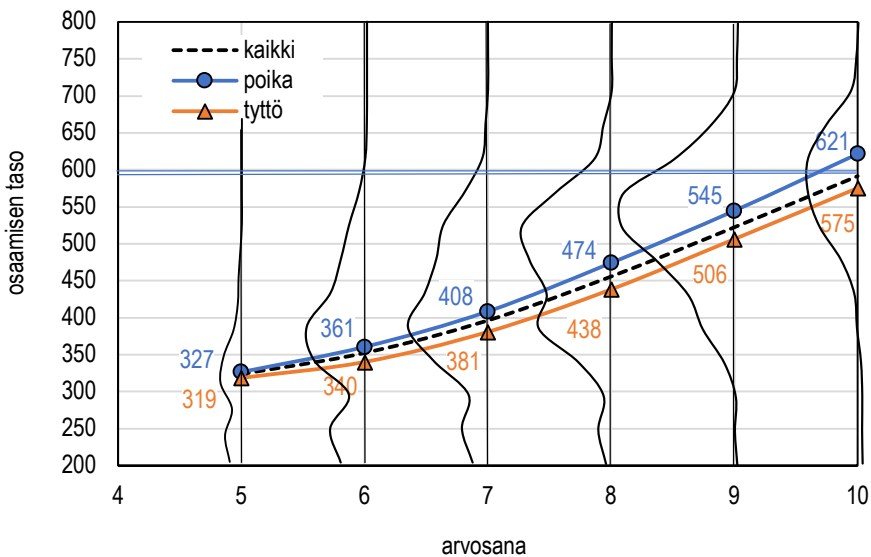
Erilaiset arvosanalinjat näkyvät selvästi nyt raportoitavassa aineistossa (Kuvio 25). Kun esimerkiksi arvosanaan 8 vaadittiin heikoimmin menestyneeseen neljännekseen eli alakvartiiliin kuuluvissa kouluissa 412 pistettä, parhaimmin menestyneeseen neljännekseen kuuluvissa kouluissa (yläkvartiilissa) arvosanan 8 saaneiden oppilaiden keskiosaaminen oli 489 pistettä eli 77 pistettä enemmän, mikä vastaa reilun arvosanan eroa. Ero on merkittävä ($f = 0,36$). Toisin sanoen samalla osaamisen tasolla, jolla oppilas heikommin menestyneessä koulussa saisi arvosanan 8 hän olisi paremmin menestyneessä koulussa saanut arvosanan 7 – jos sitäkään. Ilmiössä ei ole tapahtunut muutosta vuoteen 2012 nähden.

⁷ Termi näytetty osaaminen on harkittu. Kansallisessa arvioinnissa saatu korkea pistemäärä ei ole koskaan sattumaa, vaan käytännössä, mikäli koevilppi voidaan poissulkea, aina seurausta korkeasta osaamisen tasosta. Matala pistemäärä puolestaan voi olla seurausta siitä, että oppilaan osaamisen taso on aidosti matala. Toisaalta myös tasoltaan keskitasoinen tai jopa korkeallakin oleva oppilas voi tehdä heikon suorituksen, mikäli hän ei ole motivoitunut tekemään arviointia tosissaan – jos ollenkaan – tai jos hän jättää arvioinnin kesken syystä tai toisesta. Siksi kyseessä on aina näytetty osaaminen; näin paljon oppilas halusi tai pystyi näyttämään osaamistaan kansallisessa kokeessa. Nyt käsiillä olevan arvioinnin osalta asia on erityisen ajankohtainen, koska osassa kouluja arvioinnin aikana ilmeni teknisiä ongelmia.



KUVIO 25. Arvosananluokkien keskiosaaminen eri tasoisissa kouluissa

Toinen arvosanoihin liittyvä haaste liittyy tyttöjen ja poikien eriäviin arvosanalinjoihin. Syystä tai toisesta opettajilla on taipumusta suosia poikia äidinkielessä (mm. Lappalainen, 2003) ja tyttöjä matematiikassa (mm. Mattila, 2005). Toisin sanoen samassa arvosanalukossa tyttöjen osaamisen taso on matalampi kuin poijilla. Tämä näkyy myös vuoden 2021 aineistossa siten, että arvosanaa 6 paremmissa arvosanalukossa poikien osaaminen on merkittävästi korkeampi kuin tyttöjen osaaminen ($f = 0,17-0,28$) (ks. Kuvio 26).



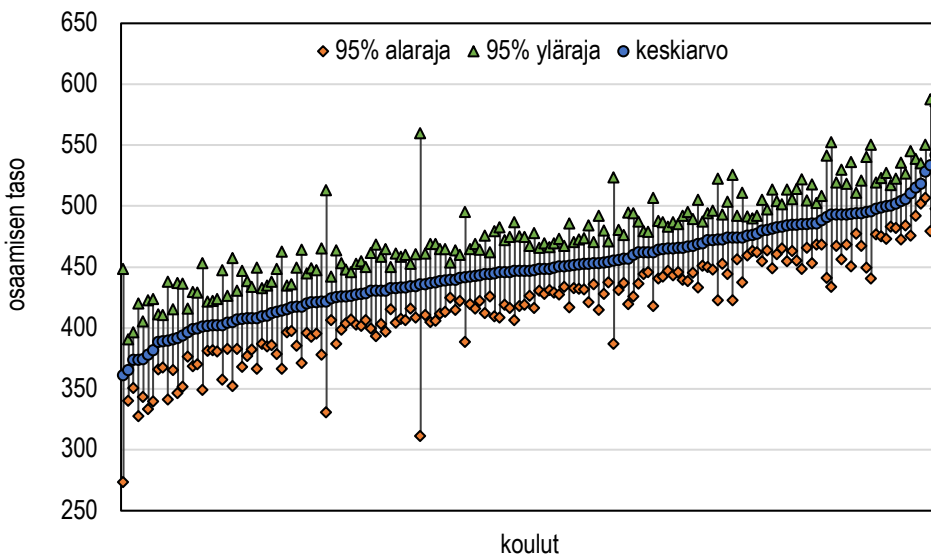
KUVIO 26. Matematiikan osaaminen eri kouluarvosanalukossa pojilla ja tytöillä ja havaitut jakaumat eri arvosanalukossa

Kolmas aineistosta nostettava seikka liittyy kaikissa arvosana luokissa ilmenevää osaamisen laajaan kirjoon mikä kuviossa 26 näkyy havaittujen jakaumien leveytenä. Mittausteknisesti on vaikea erottaa toisistaan niitä oppilaita, joilla osaaminen on aidosti matalalla tasolla niistä hyvistä tai keskitasoisista oppilaista, joilla suoriutuminen arviointitehtävistä jäi heikoksi teknisistä tai motivaatioon liittyvistä syistä. Sen sijaan hyvää suoritusta ei voi saada aikaan vain arvaamalla. Kuviossa 26 huomataan, että monilla arvosanan 7–9 saaneilla oppilailla näytetty osaaminen on samalla tasolla kuin arvosanan 10 saaneiden keskiosaaminen. Osaamisen puutteen vuoksi oppilaiden arvosana ei siis jää jälkeen korkeampia arvosanoja saaneista oppilaista. Ilmiö viittaa siihen, että arvosanaan ladataan tietoa paljosta muustakin kuin itse osaamisesta. On mielenkiintoista nähdä, kuinka uusien arvosanakriteerien käyttöönotto vaikuttaa osaamisen jakaumamuotoihin ja ryhmien välisiin eroihin eri arvosanaluokissa.

Arvioinnin yhteydessä opettajille tarjottiin mahdollisuus kalibroida omaa arviointilinjaansa muiden koulujen kanssa siten, että oppilaan arviointisuoritukseen liitettiin kaikkiin arviointiin osallistuneiden koulujen kanssa vertailukelpoinen ehdotus oppilaan saamasta, arviointitehtäviin liittyvästä arvosanasta ("koearvosana"). Tähän liittyvää mekaniikkaa kuvataan myöhemmin julkaistavassa menetelmäjulkaisussa.

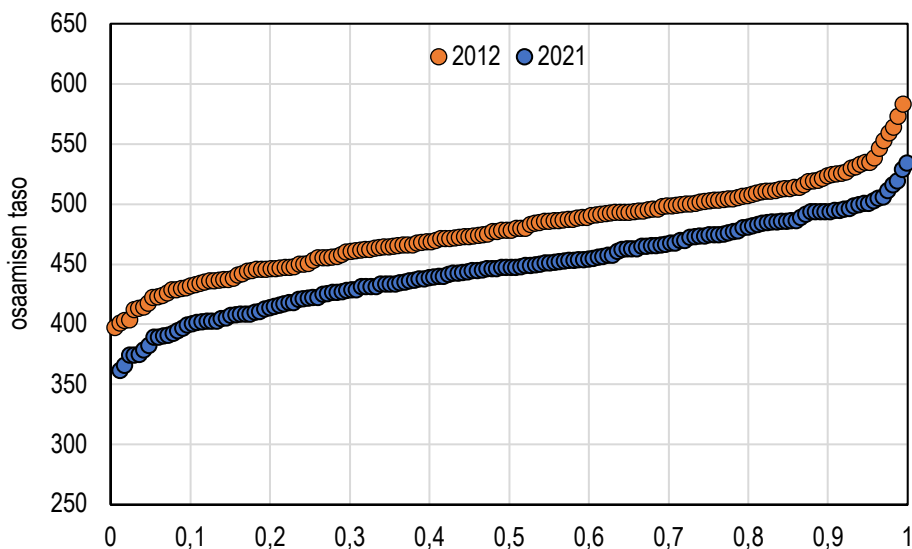
3.1.10 Koulujen väliset osaamisen erot ovat vähitellen suurentuneet

Kansainvälisesti arvioiden koulujen väliset erot ovat Suomessa pieniä; Suomi on ollut tunnettu siitä, että Suomi on OECD:n mittauksissa saanut korkeita tuloksia yhdellä pienimmistä koulujen välisistä eroista (Schleicher, 2006; OKM, 2019). Toisin sanoen, missä päin Suomea hyvänsä ja missä hyvänsä lähikoulussa lapsi käy koulua, olemme voineet tottua siihen, että osaaminen taso on muodostunut melko saman tasoiseksi. Edellä luvussa 3.1.1 esitettiin alustavasti koulujen keskimääräisen osaamisen jakauma. Kuviossa 27 havainnollistetaan myös laskennallinen, ns. 95 prosentin luottamusväli, jolla koulun keskiarvo historiallisesti sijaitsee 95 prosentin todennäköisyydellä. Leveä luottamusväli kertoo siitä, että koulu on pieni ja yhdenkin oppilaan vaikutus keskiarvoon on suuri. Vastaavasti kapea luottamusväli kertoo, että keskiarvo on luotettava kuvaamaan koulun historiallista keskiarvoa.



KUVIO 27. Koulujen keskiarvot ja 95 prosentin luottamusvälin ala- ja yläraja

Vain ääripäähän koulut poikkeavat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi; näiden 95 prosentin luottamusvälit eivät kohtaa toisiaan. Äärimmillään kouluissa kokonaiskeskiarvot poikkeavat toisistaan 181 pistettä. Vertailun vuoksi todettakoon, että vuonna 2012 ero ääripäiden välillä oli 195 pistettä, mutta muutoin tendenssit ovat hyvin samankaltaisia (Kuvio 28). Ilmiössä ei siis ole tapahtunut radikaalia muutosta viimeisten 11 vuoden aikana muutoin kuin että osaamisen taso on laskenut.



KUVIO 28. Koulujen keskiarvot vuosina 2012 ja 2021

Toinen näkökulma koulujen väliseen eroon on koulun selitysosuus eli koulujen osuus osaamisen kokonaisvaihtelusta. Edellä luvussa 1.3 havaittiin, että 2010-luvulla tehdyissä arvioinneissa selitysosuudet ovat vaihdelleet 7,0–7,6.⁸ Käsillä olevassa aineistossa selitysosuus on 7,7 % eli pitkälti samaa suuruusluokkaa kuin aiemmin; pitkäaikaista trendiä tarkastellaan seuraavassa luvussa. Tämä noin 8 prosentin selitysosuus on kansainvälisesti arvioiden pieni ja perustuu siihen, että Suomesta puuttuu monelle muulle maalle tyypillinen varhaisina vuosina eriytynyt koulutusjärjestelmä, jossa lapset yhtäältä jakautuvat jo varhaisina vuosina erityyppisiin kouluihin osaamisensa perusteella tai toisaalta yksityiskoulujärjestelmä, jossa parhaat oppilaat valikoidaan yksityiskouluihin ja muut käyvät kunnallisesti järjestettyä koulua.

Freeman ja Vierengo (2014) arvioivat PISA-aineistojen perusteella, että Suomen kaltaisissa OECD-maissa, joissa kaikki lapset saavat yhtenäisen peruskoulutuksen, koulun selitysosuus on tyypillisesti noin 20 prosentin luokkaa; OECD-maissa, joissa oppilaat valikoituvat jo varhaisina kouluvuosina erityyppisiin kouluihin, koulun efekti on 44 %:n luokkaa. Yhteiskunnissa, joissa osaamisen erot väestöryhmien välillä ovat suuret ja tätä tukee voimakas yksityiskouluihanne – kuten esimerkiksi Nepalissa – koulun selitysosuudeksi on raportoitu peräti 70 % (Acharya, Metsämuuronen & Metsämuuronen, 2013, s. 291; Thapaliya & Metsämuuronen, 2013, s. 317). Näihin lukuihin nähden Suomen 7,7 prosenttia koulun selitysosuutena on hieno saavutus; koulujen välillä ei ole huomattavia eroja, mitä tulee oppilaiden keskiosaamiseen. Selitysosuus on kuitenkin ollut hienoisessa nousussa, mitä pohditaan seuraavassa luvussa.

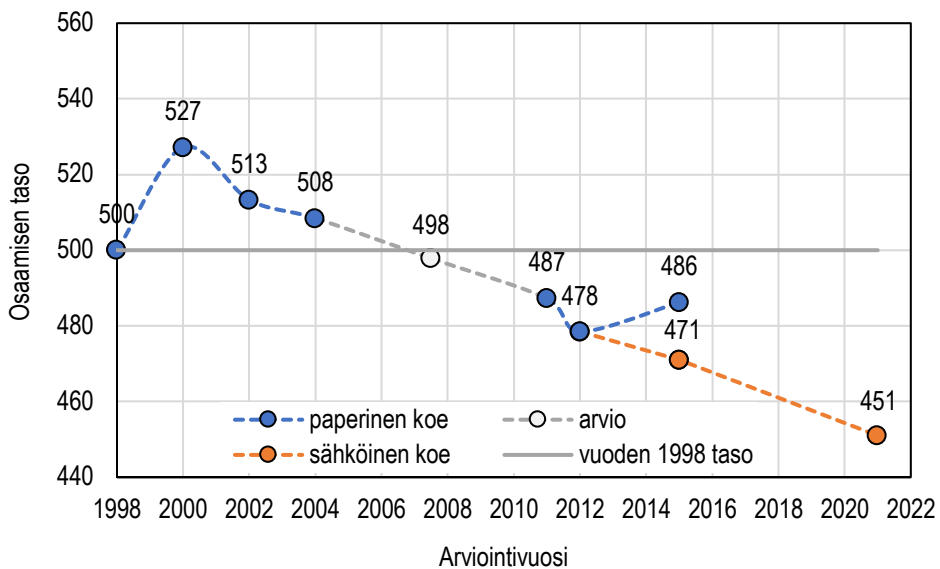
Eräeseen koulun selitysosuuteen liittyvään ilmiöön on syytä kiinnittää erityistä huomiota. Näyttää siltä, että koulujen selitysosuus metropolialueen ulkopuolella on pysynyt samankaltaisena viimeisimmässä arvioinneissa tai lisääntynyt vain marginaalisesti (2012: 6,4 %, 2015: 6,6 %, 2021: 6,7 %). Näyttää kuitenkin siltä, että metropolialueella ja erityisesti Helsingissä ja Vantaalla koulun selitysosuus näyttää kasvaneen moninkertaiseksi (vuonna 2021 Helsinki: 15,1 %; Vantaa: 11,9 %) vuosista 2012 (Helsinki: 4,8 %; Vantaa: 1,6 %) ja 2015 (Helsinki: 3,0 %)⁹. Kaikissa kolmessa viimeisimmässä arvioinnissa Helsingistä mukana on ollut 13 satunnaisesti valittua koulua, joiden väliset erot ovat perinteisesti olleet suuria. Koulujen suuren määrän ja kaupungin eri alueiden välisen eriytymisen vuoksi sekä heikoimmin että parhaimmin menestyneitä kouluja löytyy Helsingistä. Vantaalla puolestaan muun kuin suomen-, ruotsin- ja saamenkielisten lasten osuus on kasvanut koko 2000-luvun ajan; osassa asuinalueista osuus on ylittänyt 60 % (Bernelius & Huilla, 2021). Koulujen satunnainen valinta tietenkin heijastuu myös selitysosuuksissa. Asiaan on hyvä kiinnittää huomiota tulevissa arvioinneissa. Voisi olla harkitsemisen arvoista, että suurimmissa kaupungeissa (Helsinki, Espoo, Turku ja Vantaa) kansallisten arviointien otoskokoa kasvatetaan ja pidetään vakiona, että osaamisen eriytymistä voitaisiin seurata uskottavasti.

8 Arvot poikkeavat näistä jonkin verran, jos selitysosuudet lasketaan raakapisteistä. Esimerkiksi Metsämuuronen (2017) raportoi selitysosuuden olleen 9. luokalla noin 8 %. Luku perustui raakapisteiden käyttöön. Tässä raportissa luvut perustuvat vertaistettuihin pistemääriin. IRT-mallitus ja vertaistus saavat aikaan sen, että jakaumamuodoilla on taipumusta tulla kapeammiksi kuin raakapisteiden kautta tullessa jakaumassa havaitaan. Myös koulun selitysosuudella on taipumusta tulla hieman pienemmiksi. Toisaalta on epäselvää, mikä on runsaiden puuttuvien havaintojen vaikutus koulun selitysosuuteen vuonna 2021.

9 Vuonna 2015 otokseen osui vain yksi koulu Vantaalta, joten arvoa ei voi laskea. Kaikkiaan koulujen valikoitumisella otokseen on suuri vaikutus selitysosuuteen. Jos kaikki otokseen tulleet koulut sattuvat olemaan keskiosaamiseltaan hyvin toistensa kaltaisia, selitysosuudesta tulee pieni, vaikka todellisuudessa selitysosaste voisi olla suurikin, jos yhtä monta mutta keskiarvoiltaan hyvin poikkeavaa koulua tuli valittua otokseen.

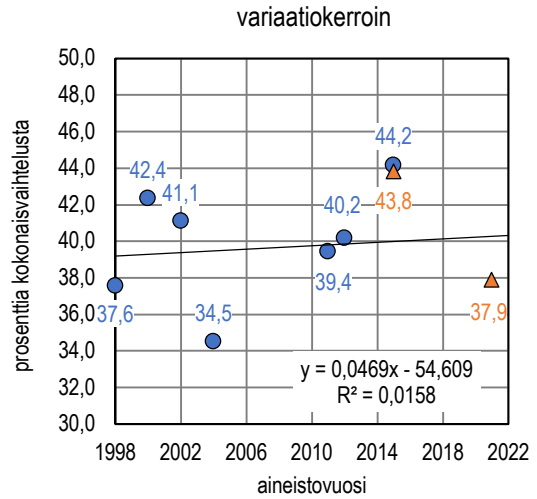
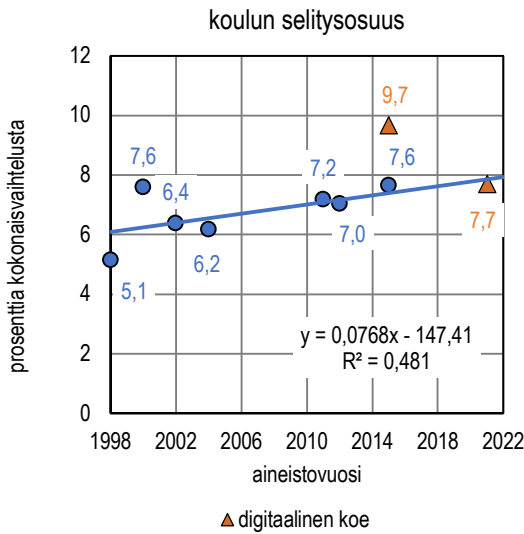
3.1.11 Matematiikan osaaminen jatkaa laskuaan ja koulujen väliset erot suurentuvat

Luvussa 1.3 kuvattiin muutamia pitkäaikaisempia kansallisia matematiikan osaamisen trendejä, joihin palataan tässä lyhyesti vuoden 2021 aineiston näkökulmasta. Ensiksi kokonaisosaaminen jatkaa laskujohteisella uralla (Kuvio 29). Osa selityksestä tulee covid-19-pandemian vaikutuksesta ja osa digitaaliseen arviointiin liittyvistä seikoista, joita pohdittiin jo edellä. Erityisesti heikkoja suorituksia tehneiden oppilaiden osuus näyttää lisääntyneen aiempiin vuosiin nähden – tai ainakin heidän ryhmänsä on entistä homogeenisempi. Vastauskäyttäytyminen näyttää myös poikkeavan digitaalisessa arvioinnissa oleellisesti aiempiin paperiversioihin verrattuna; useammat oppilaat jättävät perustelutehtäviä vastaamatta, vaikka heidän osaamisensa siihen olisi riittänytkin.



KUVIO 29. Matematiikan osaamisen kansallinen taso pitkäaikaisena trendinä

Koulun selitysosuus näyttää jatkavan maltillista kasvuaan, mutta variaatiokerroin puolestaan ei (Kuvio 30). Näistä ensin mainittu kuvaa koulujen välisen vaihtelun osuutta oppilasvaihtelusta ja jälkimmäinen oppilasjakauman keskihajonnan muutosta suhteessa keskiarvoon. Vuoden 2021 oppilasjakauma ei siis ole leveämpi kuin aiempina vuosina ja näin variaatiokertoimen arvo ei ole oleellisesti kasvanut (ks. myös edellä Kuvio 11). Näin ollen, koska oppilaiden vaihtelu ei ole juuri muuttunut, mutta koulun selitysosuus on kasvanut ennusteiden mukaisesti, koulujen välillä näyttää tapahtuvan vaihkeasta eriytymistä. Tulevissa raporteissa pohditaan tätä kehitystä selittäviä ja ilmiöön liittyviä tekijöitä.



KUVIO 30. Koulun selitysosuuden ja variaatiokerroimen pitkäaikaiset trendit

Yhteenvedona pitkittäistarkastelusta huomataan, että aineistoja kuvaa kaksi trendiä, joiden syitä ja seurauksia voidaan vain arvailla. Yhtäältä *osaamisvarannon väheneminen on ilmeistä kansallisissa aineistoissa* eikä vuoden 2021 tee tässä poikkeusta ja toisaalta *koulujen väliset erot ovat edelleen kasvu-uralla*. On vielä epäselvää, onko osaamiseen laskuun liittyvä muutos väliaikaista ja palataan-ko toisenlaiselle uralle, kun covid-19-pandemia joko talttuu tai muuttuu normaaliksi elämäksi. Keskeisiä vastaamatta jääviä kysymyksiä ovat, *miksi* osaaminen on ollut laskujohteinen ja *miksi* koulujen väliset erot lisääntyvät. Varmaan tietoa asiasta ei tietenkään ole, mutta sivistyneitä ar-vauksia voidaan tehdä. Asiaa pohditaan luvussa 5.3.

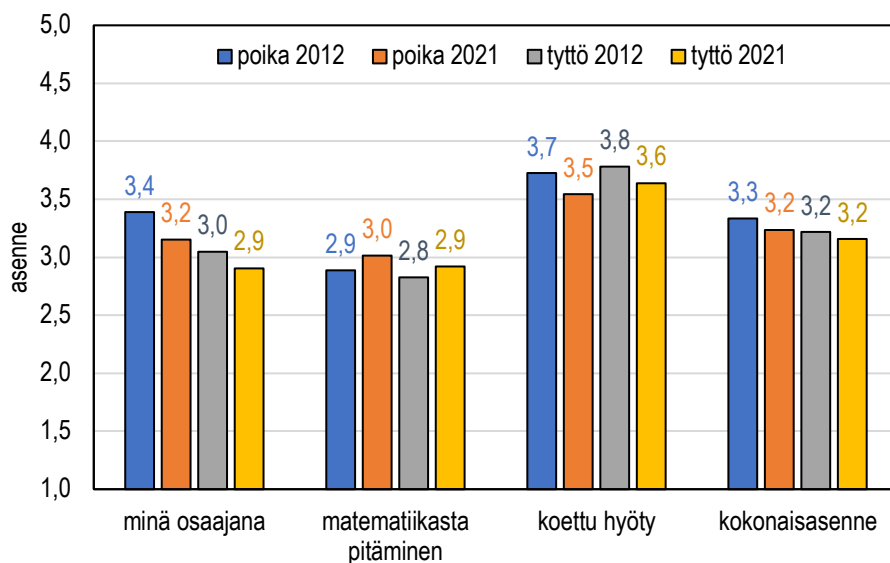
3.2 Oppilaiden suhtautuminen matematiikkaan ja sen yhteys osaamiseen

- Asenteita ja suhtautumista matematiikkaa kohtaan arvioitiin kolmella osamittarilla: minä matematiikan osaajana, matematiikasta pitäminen ja matematiikan koettu hyöty. Kokemus itsestä matematiikan osaajana eli minäpystyvyys on heikentynyt erityisesti hyvin menestyneiden oppilaiden ryhmissä.
- Tytöt kokevat osaamisensa heikommaksi kuin pojat kaikissa arvosana- ja osaamisluokissa. Tämän osalta asiat eivät ole muuttuneet viimeisten kymmenen vuoden aikana.

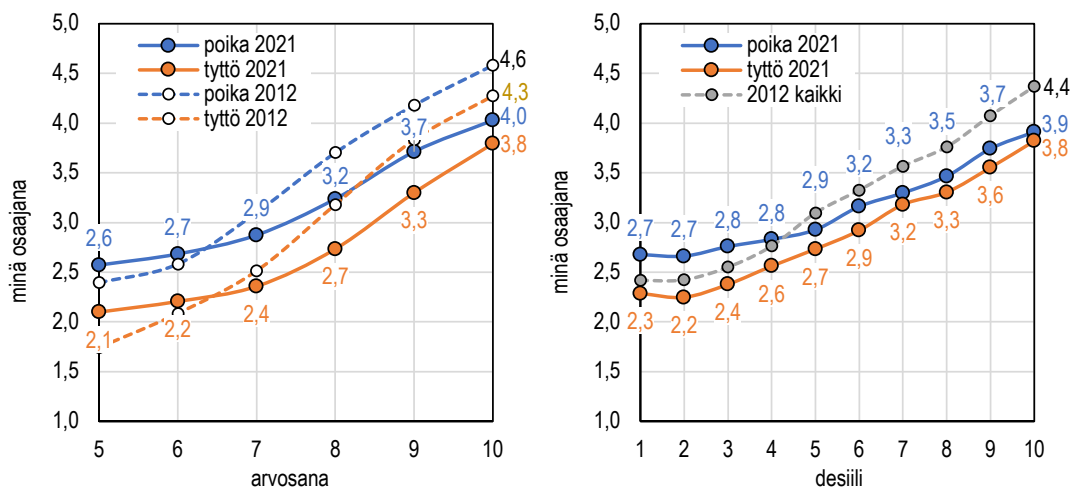
Eräs laajimmin tutkituista alueista koulutuksen piirissä on oppilaiden emotion ja asennoituminen kouluun ja erityisesti matematiikkaan. Tähän liittyvää kirjallisuutta ovat koonneet mm. Ukkola kollegoineen (2020). Oppilaiden asennoitumista matematiikkaa kohtaan ja sen yhteyttä osaamiseen kuvataan Karvissa Fennema–Sherman-asennotestin pohjalta kehitetyn standardimittarin avulla. Mittarissa on 15 osiota, joissa käytetään viisiportaisella Likertin tyyppistä asteikkoa 1–5. Kyselyssä asennoitumista kartoitetaan kokonaisasennetta kuvaavien lisäksi kolmella osamittarilla: minä matematiikan osaajana tai minäpystyvyys, matematiikasta pitäminen ja matematiikan koettu hyöty (ks. tarkemmin Metsämuuronen, 2009a).

3.2.1 Minäpystyvyyden kokemus on heikentynyt korkeimmissa osaamisryhmissä

Yleisesti ottaen matematiikka koetaan hyödyllisenä (keskiarvo 3,5), mutta matematiikasta ei välttämättä pidetä oppiaineena (keskiarvo 2,9). Hyödyllisyyden kokemus on hieman laskenut vuodesta 2012 (3,7 → 3,5), mutta matematiikasta pitäminen hieman lisääntynyt (2,8 → 2,9) (Kuvio 31). Näiden osa-alueiden suhteen erot tyttöjen ja poikien välillä ovat pienet. Sen sijaan oppilaiden kokemus omasta osaamisestaan, jota usein kutsutaan minäpystyvyydeksi (*self-efficacy*; mm. Bandura, 1994; 2012), poikkeaa selvästi poikien ja tyttöjen välillä: poikien kokemus omasta osaamisestaan oli myönteisempi kuin tytöillä kaikissa arvosanaluokissa ja osaamisryhmissä (ks. Kuvio 32). Arvosanojen osalta erot ovat arvosanaa 10 lukuun ottamatta merkittäviä ($f = 0,26-0,34$). Osaamisryhmistä alimmissa kolmessa desiilissä ero on merkittävä ($f = 0,24-0,27$); vain ylimmässä desiilissä ero ei sukupuolten välillä ole merkitsevä. Tulos ei ole yllättävä – vastaavia sukupuolituneita tuloksia ovat kansallisesti raportoineet mm. Metsämuuronen ja Tuohilampi (2017). Itse ilmiö ei ole muuttunut vuodesta 2012. Huomiota kiinnittää se, että minäpystyvyyden kokemus on heikentynyt selvästi parhaissa osaamisryhmissä (Kuvio 32). Tämä on ymmärrettävää, sillä erikoisolosuhteissa hyväkin oppilas on voinut kokea tehneensä heikomman suorituksen kuin mihin hän olisi normaaliolosuhteissa pystynyt.



KUVIO 31. Asenteiden erot tyttöjen ja poikien välillä



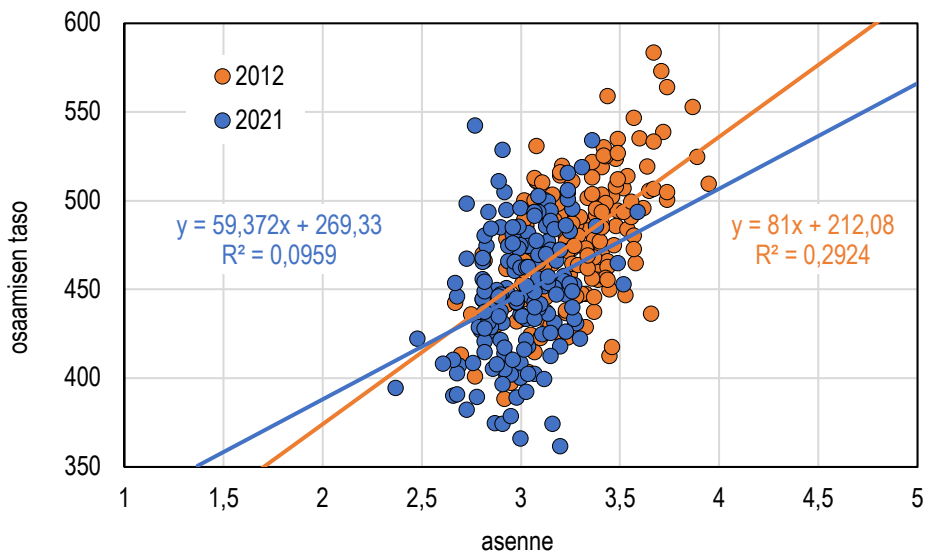
KUVIO 32. Minä osaajana -komponentin erot tyttöjen ja poikien välillä

3.2.2 Osaamisen ja asenteiden yhteys on heikentynyt

Oppilaan asenteilla on perinteisesti ollut selkeä yhteys osaamiseen; karkeasti ottaen mitä korkeampi osaamisen taso sitä positiivisempi asennoituminen matematiikkaan oppilaineena ja päinvastoin. Kaikilla mitatuilla osa-alueilla korrelaatiot ovat laskeneet vuodesta 2012 – eniten laskua on tapahtunut itsekoetun osaamisen osa-alueella: korrelaatio on laskenut arvosta 0,63 arvoon 0,47 (Taulukko 10). Vuonna 2012 osaamisen ja asenteiden keskinäistä vaihtelua oli 40 prosenttia ($= 0,63 \times 0,63 \times 100 \%$). Vuonna 2021 sitä oli vain 23 prosenttia ($= 0,47 \times 0,47 \times 100 \%$). Tämä heijastuu myös koulujen keskiarvoissa: koulun tasolla muuttujien välinen selitysosuus on pudonnut 29 prosentista 10 prosenttiin (Kuvio 33). Taustalla on tasoltaan hyvien oppilaiden kokemus epäonnistumisesta arvioinnissa: arvosanan 7 tai tätä paremman saaneiden oppilaiden käsitys itsestä osajana on selvästi matalampi kuin vuonna 2012 (ks. edellä kuvio 32).

TAULUKKO 10. Kokonaisosaamisen ja asennoitumisen väliset korrelaatiot vuosina 2012 ja 2021

	2021	2012
minä osajana	0,475	0,632
matematiikasta pitäminen	0,359	0,437
koettu hyöty	0,283	0,346
kokonaisasenne	0,447	0,563



KUVIO 33. Kokonaissaaminen ja asenteet koulujen keskiarvotietoina

Yhteenvedon voidaan todeta, että koulutuksellisen tasa-arvon näkökannalta on haasteellista, että tyttöjen minäpystyvyydessä ei ole tapahtunut muutosta viimeisten kymmenen vuoden aikana. Edelleenkin tytöistä ja pojista, joilla on sama osaamisen taso, tytöt kokevat olevansa matemaattisilta taidoiltaan merkittävästi heikompia kuin pojat. Tätä ei ole edesauttanut sekään, että tytöt saavat edelleenkin vähemmällä osaamisella samoja arvosanoja kuin pojat. Tulevissa raporteissa tarkastellaan oppilaiden emootioita syvällisemmin mm. matematiikkaan liittyvien tunnetilojen näkökulmasta.

3.3 Oppilaiden kokema kiusaaminen ja sen yhteys osaamiseen

- Koulukiusaamista fyysisenä, psyykkisenä ja sosiaalisena ilmiönä kartoitettiin kuudella kysymyksellä.
- Viikoittaista ja laaja-alaista kiusaamista kokee noin 7 prosenttia oppilaista.
- Usein toistuvan ja laaja-alaisen kiusaamisen kohteeksi joutuva oppilas tulee useimpien suomenkielisestä koulussa (93,6 % toistuvasti kiusatuista oppilaista), hänellä ei ole S2-statusta (87,8 %), hän on suomen- tai ruotsinkielinen (87,4 %), yleisen tuen piirissä (83,1 %), muualta kuin metropolialueella (83,1 %) ja kaupungista (71,3 % toistuvasti kiusatuista oppilaista).
- Suhteellisesti tarkasteltuna todennäköisimmin toistuvan ja laaja-alaisen kiusaamisen kohteeksi joutuu (1) heikosti menestyvä oppilas riippumatta sukupuolesta tai S2-statuksesta, (2) heikosti ja keskitasoisesti suoriutuva S2-statuksen omaava poika, (3) osaamiseltaan heikosti menestyvä poika riippumatta S2-statuksesta tai (3) erittäin hyvin menestynyt tyttö.
- Kokonaisuutena arvioiden kiusaaminen ei ole yhteydessä osaamisen tasoon, mutta emme tiedä, kiusattaisiinko oppilasta vähemmän, jos hän ei sijoittuisi osaamiseltaan kumpaankaan ääripäistä.

Koulun pitäisi olla kiusaamisesta vapaa alue. Koulukiusaamista kuitenkin ilmenee, ja tällä tarkoitetaan ilmiötä, jossa joku oppilas otetaan koulussa jatkuvan kiusaamisen kohteeksi. Kiusaaminen voi olla fyysistä, psyykkistä ja sosiaalista, toisen systemaattista eristämistä ryhmästä tai takana päin pahaa puhumista. Kiusaamista ei ole ilman kiusaajia ja kiusaamisen hyväksyjä, hiljaisia oppilaita. Kiusaamisen ehkäisemisen ohjelmia on lanseerattu monia, joista KiVa-koulu (<https://www.kivakoulu.fi/>) on Suomessa laajimmin levinnyt ja tutkituin hanke kiusaamisen estämiseksi. Kiusattuna olemisen kokemus on haitallista yksilön kehitykselle ja elämälle ylipäänsä, ja siksi asiaa on tarkasteltu systemaattisesti vuodesta 2008 omana kokonaisuutenaan myös oppimistulosarviointien yhteydessä.

Kiusaaminen on ilmiönä varsin kompleksinen. Zacheus ja kollegat (2017) huomauttavat, että yleisin syy kiusatuksi joutumiselle on muista poikkeaminen. Tämä voi tapahtua – kuten tässä aineistossa osoittautuu – osaamiseen liittyen tai ulkonäköön, ihonväriin tai tapoihin. Ns. valta-väestöön kuuluvat oppilaat eivät välttämättä edes tunnista rasistista käyttäytymistä, joka voi olla

hyvin rakenteellista. Myös eri etnisten ryhmien välillä ilmenee rasistista kiusaamista (ks. Zacheus ym. 2017). Itse ilmiö on kuitenkin vanha eikä liity suoraan esimerkiksi maahanmuuttoon; koulu-kiusaamista on esiintynyt Suomessa jo paljon ennen kuin maahanmuuttajataustaisten oppilaiden määrä kasvoi kouluissa (Salmivalli, 1998; Zacheus ym. 2017).

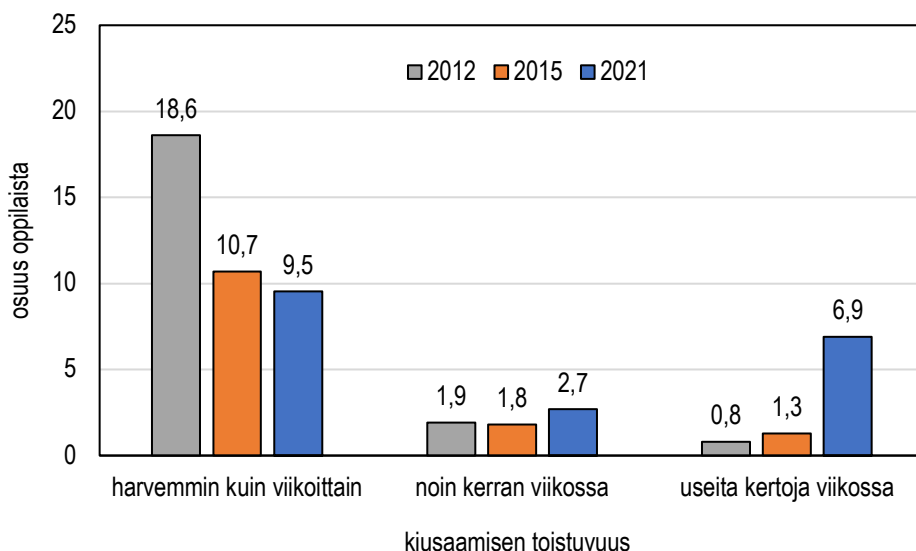
3.3.1 Koulussa tapahtuva kiusaaminen on polarisoitunut: toisia kiusataan usein ja toisia ei koskaan

Aiemmissa Karvin ja Opetushallituksen oppimistulosarviointien yhteydessä on kysytty yksinkertaisesti, onko oppilasta kiusattu koulussa. Asteikkona on käytettyvaihtoehtoja ”useita kertoja viikossa” – ”noin kerran viikossa” – ”harvemmin kuin viikoittain” – ”ei koskaan”. Tässä arvioinnissa tarkastelua laajennettiin siten, että otettiin käyttöön PISA-tiedonkeruissa käytössä oleva kiusaamismittari, jossa kuudella osiolla kartoitetaan erilaisia kiusaamisen muotoja ja niiden esiintyvyyttä (Taulukko 11).

TAULUKKO 11. Kiusaaminen moniulotteisena ilmiönä

Oppilaat ovat...	N	useita kertoja viikossa (%)	noin kerran viikossa (%)	harvemmin kuin kerran viikossa (%)	ei lainkaan (%)
jättäneet minut tarkoituksella ulkopuoliseksi	10,993	6,8	3,4	11,1	78,7
pilkanneet minua	10,983	7,0	4,6	16,6	71,8
uhkailleet minua	10,950	7,0	1,5	5,1	86,5
ottaneet tai tuhonneet minulle kuuluneita esineitä	10,955	6,9	1,3	5,4	86,4
lyöneet tai tönineet minua	10,942	7,0	2,4	8,1	82,5
levittäneet minusta ilkeitä juoruja	10,949	6,7	2,9	10,9	79,4
keskiarvo		6,9	2,7	9,5	80,9

Aineiston perusteella oppilaan kokema kiusaaminen ilmiönä on joko harvoin tapahtuvaa (90 % oppilaista) tai sitä tapahtuu useita kertoja viikossa monella eri tavalla (7 % oppilaista). Kaikissa otokseen tulleissa kouluissa oppilaat ilmaisivat jonkinasteista kiusaamista. Keskimäärin joka viidestoista oppilas 9. luokan ikäkohortissa koki kiusaamista vähintään viikoittain. Kaikissa luokissa on siis laskennallisesti vähintään yksi oppilas, jota kiusataan toistuvasti. Ei vielä tiedetä, onko vuosi 2021 erityinen poikkeus ja ehkä seurausta lisääntyneistä etäopinnoista ja siihen liittyvästä tietoverkkojen käytöstä ja digitaalisessa maailmassa tapahtuvasta uudenaikaisesta nettikiusaamisesta. Vaikutusta voi olla myös sillä, että tällä kerralla ilmiötä spesifioitiin tarkemmin ja kiusaamisen eri muotoja nostettiin selvemmin esille. Aiempiin oppimistulosarviointeihin nähden ilmiössä näyttää kuitenkin tapahtuneen muutos viimeisten kuuden vuoden aikana. Niiden osuus, jotka kansallisen oppimistulosarvioinnin yhteydessä ilmoittavat, että heitä kiusataan toistuvasti useita kertoja viikossa, on vuodesta 2015 (1,3 %) kasvanut lähes viisinkertaiseksi ja vuodesta 2012 (0,8 prosenttia) yli kahdeksankertaiseksi 6,5–6,9 prosenttiin (Kuvio 34).



KUVIO 34. Kiusaamista kokeneiden oppilaiden jakautuminen eri vuosina

Aineistossa oppilaista 9–10 prosenttia ilmoitti kokevansa kiusaamista vähintään viikoittain. Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) kouluterveyskyselyssä vähintään viikoittain kiusattujen 8–9-luokkalaisten määrät ovat vakiintuneet noin 6–7 prosentin tasolle (Helakorpi & Kivimäki, 2021), mikä on selvästi lähempänä tässä arvioinnissa saatua lukua kuin aiempien arviointien lukuja. Aiemmat oppimistulosten yhteydessä saadut osuudet (0,8 % ja 1,3 %) eivät siis varmaankaan puhuneet samasta asiasta kuin mitä kouluterveyskyselyssä on saavutettu, vaikka kysymys on ollut identtinen. Mahdollisesti kysymyksen konteksti matematiikan oppimisen yhteydessä on aiemmin saattanut johtaa ajatukset siihen, että kysymys liittyisi erityisesti matematiikan opitunteihin. Usein ja monella tavalla kiusattujen oppilaiden suureen määrään on syytä kiinnittää huomiota tulevissa arvioinneissa.

Kun rajataan tarkastelu niihin oppilaisiin, joita kiusataan toistuvasti ja monella tavalla (6,5 % oppilaista)¹⁰, ikäluokasta noin 4000 oppilasta kokee joutuneensa tämänkaltaisen kohtelun kohteeksi. Jos luvut ovat samaa luokkaa myös muilla yläkoulun luokka-asteilla, noin 12 000 oppilasta joutuu toistuvan kiusaamisen kohteeksi viikoittain. Jos usein ja monella tavalla kiusattuja oppilaita tarkastellaan kokonaisuutena, *useimmiten* kiusaamisen kohteeksi joutunut oppilas tulee suomenkielisestä koulusta (93,6 % toistuvasti ja monella tavalla kiusatuista oppilaista), hänellä ei ole S2-statusta (87,8 %), hän on suomen- tai ruotsinkielinen (87,4 %), yleisen tuen piirissä (83,1 %), muualta kuin metropolialueella (83,1 %) ja kaupungista (71,3 %).

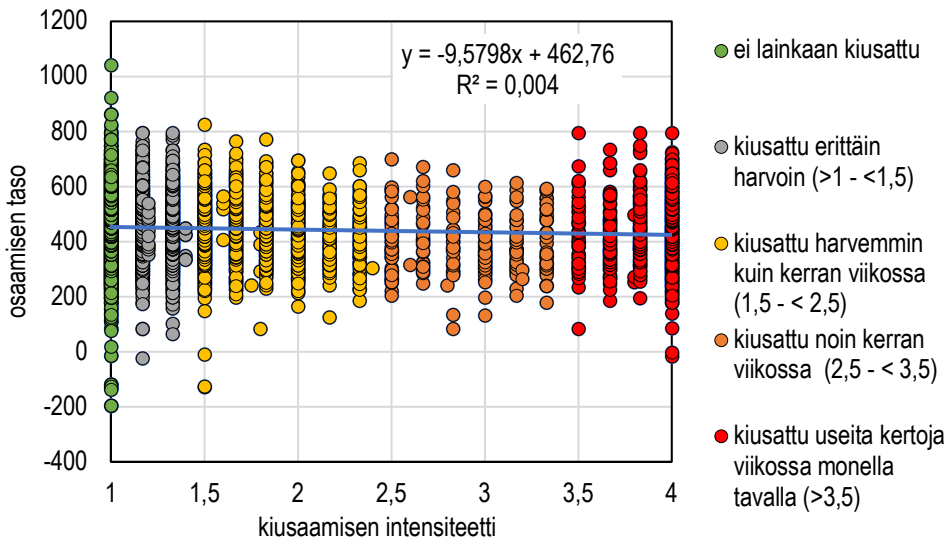
¹⁰ Tässä tarkastelussa kaikki kuusi osatekijää on summattu keskiarvomuuttujaksi (vaihteluväli 1–4). Jos summapistemäärä on 3,5–4,0, oppilas luokitellaan ryhmään "kiusattu useita kertoja viikossa monella tavalla". Näitä oppilaita on aineistossa 6,5 prosenttia.

Jos toistuvaa ja monella tavalla ilmenevää kiusaamista tarkastellaan *suhteellisesti*, ja rajataan tarkastelu niihin oppilaisiin, joita ylipäänsä oli kiusattu ($n = 4,470$), toistuvaa ja monella tavalla ilmenevää kiusaamista on aineistossa kokenut 15,8 prosenttia kiusatuista. Näin rajaten DTA löytää viisi ryhmää, joissa toistuva, monella tavalla ilmenevä kiusaaminen on tätä todennäköisempää (ks. Liite 2). Kaikissa ryhmissä matematiikan osaamisen taso erottelee ryhmät toisistaan tilastollisessa mielessä parhaiten.¹¹ Ensiksi toistuvan ja monella tavalla ilmenevän kiusaamisen kohteeksi joutuminen on osaamisen näkökannalta suhteellisesti todennäköisintä ryhmässä, jossa osaamisen taso jää alle 309 pisteen eli oppilaiden suoritus on erittäin heikko – kauempana kuin puolitoista hajontayksikköä keskiarvon alapuolella; 22 % tähän ryhmään ($n = 453$) kuuluvista oppilaista koki toistuvaa ja laaja-alaista kiusaamista riippumatta sukupuolesta tai S2-statuksesta. Tässä ryhmässä erityisen todennäköisimmin kiusatuksi tulevat heikosti menestyneet (< 309) S2-statuksen omaavat oppilaat riippumatta sukupuolesta ($n = 84$); 31 % näistä oppilaista koki toistuvaa ja laaja-alaista kiusaamista. Kolmas toistuvan ja laaja-alaisen kiusaamisen kohteeksi joutuvat oppilaat ovat heikosti menestyneet (< 309) pojat, joilla ei ole S2-taustaa ($n = 146$), 28 % näistä oppilaista koki toistuvaa ja monella tavalla ilmenevää kiusaamista. Vielä näitäkin todennäköisempää jatkuva ja laaja-alainen kiusaaminen oli neljännessä ryhmässä, osaamiseltaan keskitasoisilla (kokonaispistemäärä 382–600) maahanmuuttajataustaisilla pojilla ($n = 40$); yli puolet (52 %) tähän pieneen ryhmään kuuluneista oppilaista koki toistuvaa ja laaja-alaista kiusaamista. Viides ryhmä, todennäköisesti hyvin erilaisista syistä kiusatuksi tulleet oppilaat, ovat arvioinnissa erittäin hyvin menestyneet tytöt (yli 600 pistettä; 19 %).

3.3.2 Kiusaamista tapahtuu osaamisen molemmissa ääripäissä

Vaikka osaaminen selittää kiusaamisen kohteeksi joutumista, osaamisen ja kiusaamisen intensiteetin välinen (lineaarinen) korrelaatio on olematon (0,06), mikä havainnollistuu kuviossa 35. Aiemmasta voidaan varovasti arvella, että koulukiusaaminen ei ehkä niinkään tuota heikkoa osaamista vaan kiusaaminen on yleisempää osaamisen molemmissa ääripäissä juuri osaamisen liittyvistä syistä. Ehkä heikosti suoriutuvia poikia ja vastikään maahan muuttaneita oppilaita kiusataan osittain juuri siksi, että he ovat niin heikosti suoriutuvia. Ja ehkä huippusuorituksia tehneitä tyttöjä kiusataan osittain juuri hyvien suoritusten ja hyvien suoritusten saamiseen tarvittavien työmoraaalin ja opiskelutottumusten vuoksi. Aineiston luonteen vuoksi on vaikea sanoa, kiusattaisiinko heikosti menestyneitä oppilaita vähemmän, mikäli heidän osaamisensa olisi korkeammalla tasolla. Emme tiedä myöskään sitä, lisääntyisikö osaamisen taso, jos kiusaamista ei esiintyisi. Tähän kysymykseen toivotaan löydettävän vastauksia myöhemmin raportoivassa Aalto-yliopiston, Harvardin yliopiston, Turun yliopiston Oppimisanalytiikan keskuksen ja Karvin yhteistyönä tekemässä Sosiaalinen yhteenkuuluvuus -tutkimushankkeessa (2021–2024) (Karvi, 2020).

11 DTA on herkkä muuttujien valinnalle. Tähän analyysiin otettiin mukaan kokonaisosaamisen lisäksi seuraavat Koski-rekisteristä saatavat tiedot: sukupuoli, kolmiportaisen tuen saaminen kolmiluokkaisena, matematiikan arvosana, ja erilaisia S2-statukseen liittyviä tietoja.



KUVIO 35. Kiusaamisen intensiteetti ja osaamisen taso

Yhteenvetona voidaan todeta, että kiusatuksi joutuu suhteellisesti eniten heikosti menestyneitä oppilaita riippumatta heidän sukupuolestaan, tai S2-statuksestaan. On siis yhtäältä todennäköistä, että luokan ja koulun silmätikuiksi joutuvat juuri nämä oppilaat niissä kouluissa, joissa heitä on useita. Toisaalta on monella tavalla surullista, että monien uutterien ja matemaattisesti erittäin menestyneiden tyttöjen pitää kokea toistuvaa kiusaamista. Tämä ei edesauta tyttöjen sijoittumista matemaattisilta kyvyiltään parhaiden joukkoon (ks. luku 3.1.6); on paljon helpompaa ”luopua matematiikasta” aikaisemmissa opintojen vaiheissa, jos on todennäköistä tai edes mahdollista, että heikommin menestyvät oppilaat liittävätkin matematiikan harrastamiseen ja kovaan työntekoon negatiivisen leiman ja alkavat kiusaamaan erityisesti tyttöjä. Kaikki käytettävissä olevat positiiviset keinot on otettava käyttöön, jotta kiusaamisen kokemusta ei synny.

Rehtoreilta ja
opettajilta saatua
tietoa

4

- Taustakyselyyn vastasi 81 rehtoria (48 % kouluista) ja 281 matematiikkaa opettavaa opettajaa kaikista kouluista.
- 40,7 %:ssa otoskouluista kaikilla 7–9 vuosiluokkien oppilailla oli koulun tarjoamat henkilökohtaiset tietokoneet opiskelunsa tukena. Koulun yhteiskäytössä olevia kannettavia tietokoneita oli 61,7 % kouluista ja tabletteja 44,4 % kouluista.
- Otokoulujen arkiseen opetusvälineistöön kuului älytaulu 35,8 % kouluista ja dokumenttikamera 86,4 % kouluista. Lisäksi opetusvälineistöön sisältyi vähintään yksi ohjelmointirobotti (40,7 % kouluista), virtuaalitodellisuuslaseja (13,6 % kouluista) ja 3D-tulostin (54,3 % kouluista) käytöstä joko niin, että se oli koulun oma tai muiden lähialueen koulujen kanssa yhteinen.
- Muodollinen matematiikan opettajan kelpoisuus oli 89 % kaikista vastanneista opettajista. Suomenkielisten koulujen opettajista muodollinen matematiikan opettajan kelpoisuus oli 90,0 % opettajista ja ruotsinkielisten koulujen opettajista 75,0 % opettajista.
- Opettajista 27,8 % ei ollut osallistunut VESO-päivien lisäksi täydennyskoulutukseen lainkaan edellisten kolmen vuoden aikana, kun taas 3,4 %:lle opettajista täydennyskoulutuspäiviä oli tuona aikana kertynyt 30 tai yli.
- Matematiikan opetukseen tarkoitettuja ohjelmistoja, kuten *GeoGebraa* käytettiin vähintään kuukausittain 42,3 %:ssa kouluja. Opettajista 9,6% ei käytä koskaan sähköisiä ohjelmistoja matematiikan opetuksessa.
- Opettajista 82,9 % käytti ainakin toisinaan sähköistä ympäristöä. Sähköistä ympäristöä käytettiin esimerkiksi oppimateriaalien tai tehtävien jakamiseen oppilaille.

Varsinaisten arviointitehtävien ja oppilaskyselyn lisäksi tietoa oppimisympäristöstä, opetusjärjestelyistä ja koulun resursseista kerättiin rehtoreille ja opettajille suunnatuilla kyselyillä, joihin vastattiin sähköisesti. Tässä raportissa tarkastellaan lyhyesti keskeisiä kyselyistä esiin nousevia asioita koulun tilasta. Taustakyselyiden kautta kerättyä tietoa suhteessa oppilaiden osaamiseen tarkastellaan myöhemmin julkaistavissa raporteissa tarkemmin.

4.1 Rehtoreilta saatua tietoa

Huolimatta useista muistutuksista, rehtorikyselyyn vastasi vain 48 prosenttia kaikista otoskoulun rehtoreista. Vastanneista 91,4 prosenttia oli suomenkielisistä kouluista ja 8,6 prosenttia ruotsinkielisistä kouluista. Rehtoreilta kysyttiin tietoja muun muassa koulun 9. luokkalaisten matematiikan opetusryhmien määrästä, koulun tietoteknisestä varustelusta ja koulun tilasta ylipäätään arviointikeväänä.

Arviointiin osallistuneissa kouluissa matematiikan opetusryhmien määrä 9. luokka-asteella vaihteli koulun koon mukaan. Rehtoritietojen mukaan 8 prosentissa koulussa matematiikan opetusryhmiä oli vain yksi ja kahdessa koulussa opetusryhmiä oli peräti 14. Keskimäärin matematiikan opetusryhmiä oli viisi. Rehtoreilta kartoitettiin myös tietoa mahdollisista painotetun opetuksen luokista tai ryhmistä koulun 7.–9. luokilla. Kouluista 34,6 prosentissa oli rehtoreilta saadun tiedon mukaan ilmoituksen mukaan vähintään yksi painotetun opetuksen luokka. Oppilasaineiston perusteella matematiikka-, LUMA- ja STEM-aineisiin liittyviin erikoisluokkiin kuului oppilaita 30 prosentissa otoskouluista. Rehtorien kuvailuissa matematiikka- tai luonnontiedepainotteisuus näkyi koulussa muun muassa siinä, että joissain kouluissa matematiikkaluokalle haetaan pääsykokeella. Lisäksi painotteisuus näkyi oppilaan valinnaisaineissa, jolloin oppilaalla on määrällisesti enemmän matematiikan tai luonnontieteen opetusta koko yläasteen ajan.

Matematiikan opetus järjestettiin suurimmassa osassa otoskouluista kiinteissä, pysyväisluonteisissa ryhmissä. Rehtoreista kolme neljästä (77,7 %) kertoi opetuksen tapahtuvan kiinteissä ryhmissä, ja vastaavasti vajaa neljännes (22,3 %) kuvasi opetusryhmien olevan joustavia. Joustavuus ilmeni useimmiten niin, että 9. luokan matematiikan oppitunnit oli sijoitettu lukujärjestykseen kaikille 9. luokan oppilaille samaan aikaan, jolloin opetusryhmät voitiin joustavasti muodostaa muun muassa oppilaiden tuen tarpeen ja oppimistyylin mukaan. Oppilaita voitiin joustavasti siirtää ryhmästä toiseen.

Perusopetuksen tuntijaon mukaan matematiikan opetuksen vähimmäismäärä vuosiluokilla 7–9 on 11 vuosiviikkotuntia. Tämä määrä jakaantuu eri kouluissa eri tavoin vuosiluokkien 7–9 kesken ja lisäksi on mahdollista tarjota myös tätä enemmän opetusta. Tyypillisimmin 9. luokkalaisten matematiikan opetukseen käytettiin otoskouluissa 4 vuosiviikkotuntia, mutta joissain kouluissa vuosiviikkotunteja matematiikassa oli 3 ja muutamissa puolestaan 5 tai enemmän johtuen esimerkiksi koulun matematiikkapainotuksesta.

Rehtorikyselyn avulla selvitettiin myös otoskoulujen tietoteknisen varustelun tilaa. Kouluissa käytetään enenevässä määrin digitaalisia alustoja ja oppimateriaaleja oppimisen tukena ja erityisesti koronapandemian aikana erilaisten laitteiden merkitys opetuksessa ja opiskelussa nousi keskeiseksi. Kahdessa viidestä (40,7 %) otoskouluista kaikilla 7–9 vuosiluokkien oppilaille oli koulun tarjoamat henkilökohtaiset tietokoneet opiskelunsa tukena. Koulun yhteiskäytössä olevia kannettavia tietokoneita oli kolmella viidestä kouluista (61,7 %) ja tabletteja vajaalla puolella kouluista (44,4 %). Erillinen tietokoneluokka löytyi vajalla puolella kouluista (45,7 %). Kaikissa otoskouluissa, joiden rehtorit vastasivat kyselyyn, oli oppilaille mahdollista käyttää joko henkilökohtaista tai koulun yhteiskäytössä olevaa tietokonetta ainakin jossain määrin, mutta käytettävissä

olevien laitteiden määrä vaihteli kouluittain. Rehtoreilta tiedusteltiin, kuinka monta oppilasta koulussa on yhtä oppilaskäyttöistä laitetta (tietokone tai tabletti) kohden. Oppilaskäytössä olevia tietokoneita ja tabletteja oli yhtä paljon kuin oppilaita tai jopa reilusti enemmän vajaalla puolella (46,8 %) otoskouluista. Kuitenkin yli puolessa otoskouluja laitteita oli vähemmän kuin oppilaita, ja enimmillään yhtä laitetta kohden oli yli 4 oppilasta. Yhdessäkään koulussa ei kuitenkaan ollut tilannetta, jossa oppilaskäytössä ei olisi lainkaan tietokoneita tai tabletteja.

Otoskoulujen arkiseen opetusvälineistöön kuului älytaulu reilulla kolmasosalla (35,8 %) kouluista ja dokumenttikamera lähes yhdeksällä kymmenestä (86,4 %) kouluista. Lisäksi opetusvälineistöön sisältyi vähintään yksi ohjelmointirobotti (40,7 % kouluista), virtuaaliodellisuuslaseja (13,6 % kouluista) ja 3D-tulostin (54,3 % kouluista) joko niin, että se oli koulun oma tai muiden lähialueen koulujen kanssa yhteinen.

Rehtoreilta tiedusteltiin myös yleisesti koulun tilaa arviointikeväänä ja pyrittiin selvittämään, oliko koronapandemian ja sen mukanaan tuomien haasteiden lisäksi koulussa meneillään jotain sellaista, joka saattoi merkittävästi vaikuttaa opetukseen ja oppimiseen keväällä 2021. Väistötiloissa toimi lähes viidennes kouluista (18,6 %) ja kolme rehtoria kertoi koulun olevan lakkautusuhan alla. Sisäilmaongelmia oli rehtorivastausten perusteella 13,6 prosentissa kouluja. Ryhmäkokoja pidettiin liian suurina noin joka kymmenennessä (12,3 %) koulussa ja myös lähes joka kymmenes (8,6 %) rehtori ilmoitti, että opetusvälineistö on ainakin jossain määrin puutteellista. Muita esiin nousseita asioita olivat myös uusien koulurakennusten rakennustyömaasta aiheutuvat haitat sekä henkilöstövaihdokset ja henkilöstön kohdistuneet lomautukset.

4.2 Opettajilta saatua tietoa

Otokseen valituista 168 koulusta opettajakyselyyn vastasi 281 opettajaa, joista 93 prosenttia oli suomenkielisistä kouluista ja 7 prosenttia ruotsinkielisistä kouluista. Opettajilta kysyttiin muun muassa tietoja heidän koulutustaustastaan, pätevydestään sekä täydennyskoulutuksista. Lisäksi selvitettiin opettajan arkea, joista tässä raportissa keskitytään pääasiassa yhteistyöhön ja käytössä oleviin resursseihin ja opetusvälineisiin. Myöhemmin julkaistavissa raporteissa selvitetään tarkemmin muun muassa käytettyjä opetusmenetelmiä ja niiden mahdollista yhteyttä oppimistuloksiin.

Muodollinen matematiikan opettajan kelpoisuus oli yhdeksällä kymmenestä (89,0 %) kaikista vastanneista opettajista, ja kolme neljästä opettajasta (77,6 %) oli koulutukseltaan filosofian maistereita. Kasvatustieteen maistereita oli 4,6 prosenttia ja diplomi-insinöörejä 2,8 prosenttia vastanneista. Suomenkielisten koulujen opettajista muodollinen matematiikan opettajan kelpoisuus oli yhdeksällä kymmenestä (90,0 %) ja ruotsinkielisten koulujen opettajista muodollisesti kelpoisia oli kolme neljästä (75,0 %).

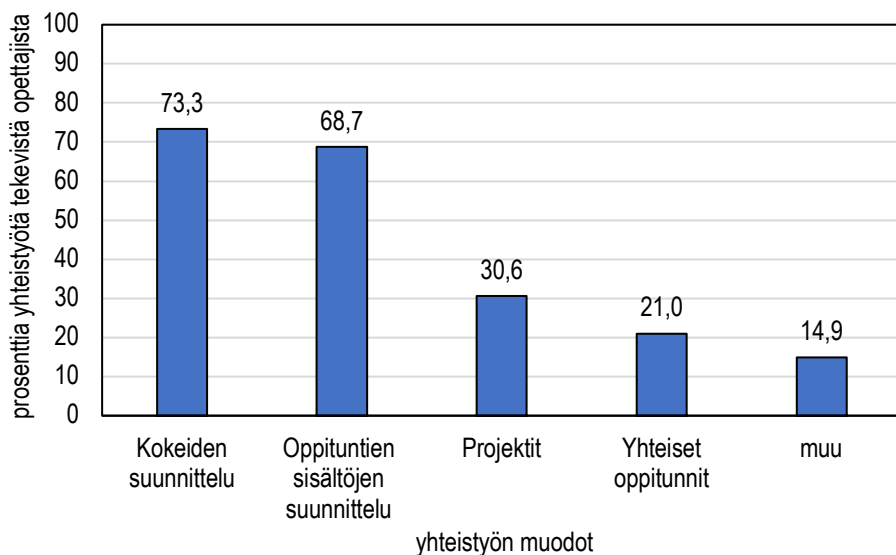
Otoskoulujen opettajat olivat työskennelleet matematiikan opetuksen parissa pitkään. Lähes 40 prosenttia opettajista kertoi opettaneensa matematiikkaa perusopetuksessa 16 vuotta tai enemmän, ja yli 10 vuotta matematiikkaa opettaneita oli 61 prosenttia. Alle kolme vuotta matematiikkaa

opettaneita oli vastaajista noin 10 prosenttia. Toistaiseksi voimassa olevassa työ- tai virkasuh- teessa työskenteli 78 prosenttia opettajista ja määräaikaisena 16 prosenttia. Pää- tai sivutoimista tuntiopettajan työtä teki 6 prosenttia opettajista.

Opettajat osallistuivat täydennyskoulutukseen hyvin vaihtelevasti. Opettajista 28 prosenttia ei ollut osallistunut VESO-päivien lisäksi täydennyskoulutukseen lainkaan edellisten kolmen vuo- den aikana, kun joillekin opettajista (3,4 %) täydennyskoulutuspäiviä oli tuona aikana kertynyt 30 tai yli. Tyypillisesti täydennyskoulutuspäiviä oli 2. Täydennyskoulutukseen osallistuneista opettajista juuri omaan oppiaineeseen ja sen opetukseen liittyvää täydennyskoulutusta oli saanut kolme viidestä opettajasta (59,4 %). Oman oppiaineen täydennyskoulutuspäiviä oli ollut viimeisen kolmen vuoden aikana tyypillisesti yksi.

Opettajista seitsemän kymmenestä (69,8 %) ilmoitti opetusryhmässään olevan tyypillisimmin 17–25 oppilasta. Tätä suurempia, yli 25 oppilaan ryhmiä oli muutamassa koulussa (2,2 %). Pieniä, alle 10 oppilaan opetusryhmiä raportoi reilu 6 prosenttia opettajista.

Opettajakyselyn avulla selvitettiin myös matematiikan opettajien välisen yhteistyön määrää ja muotoja otoskouluissa (Kuvio 36). Vähintään viikoittain yhteistyötä tehtiin kolmessa neljästä koulussa (74,7 %), ja päivittäistä yhteistyötä oli vajaassa kolmasosassa kouluja (30,2 %). Ylipäättään yhteistyötä ainakin muutaman kerran vuodessa tehtiin lähes kaikissa kouluissa (98,6 %). Oman oppiaineen kollegoita ei ollut noin 4 prosentissa kouluista, ja muutama opettaja (1,4 %) ilmaisi, ettei tee lainkaan yhteistyötä, vaikka kollegoita on.



KUVIO 36. Opettajien yhteistyön muodot matematiikan opetuksessa

Yhteistyötä tehtiin eniten kokeiden suunnittelussa (73,3 %) ja oppituntien ja sisältöjen suunnittelussa (68,7 %). Yhteisiä oppitunteja kollegoiden kanssa piti viidesosa opettajista (21,0 %). Muita yhteistyötapoja oli yleinen keskustelu ja ideointi kollegoiden kanssa, arviointikäytänteiden yhtenäistäminen, materiaalien jakaminen opettajien kesken sekä erilaiset monialaiset oppimiskokonaisuudet.

Kaikki vastanneet opettajat kokivat, että heidän oppilaillaan on mahdollista saada tarvittaessa tukiopetusta. Sen sijaan kaksi viidestä opettajasta (38,4 %) koki, että yleisen ja tehostetun tuen oppilaat eivät saa riittävästi erityisopettajan tukea, ja joka neljäs (25,6 %) koki, etteivät myöskään erityisen tuen oppilaat saa riittävästi erityisopettajan opetusta oppimisensa tueksi. Opettajilta kartoitettiin myös heidän itsensä saamien resurssien riittävyttä. Opettajista puolet (50,2 %) koki, että saa riittävästi tai ainakin jonkin verran apua resurssiopettajalta ja osa (5,0 %) olisi toivonut saavansa, muttei ollut saanut resurssiopettajan osaksi opetustaan. Sen sijaan koulunkäynninohjaajaa luokkaansa olisi kaivannut joka viides (18,9 %), mutta resurssia ei ollut lainkaan saatavilla. Joka kymmenes (10,0 %) vastaajista toivoi saavansa luokkaan samanaikaisopettajan. Muut kokivat, että eivät joko tarvitse samanaikaisopettajaa tai saavat jo riittävästi tai jonkin verran tämän tukea.

Suomessa kouluissa on käytössä useita erilaisia laadukkaita kaupallisia kirjasarjoja matematiikan opetukseen 9. luokalla. Opettajakyselyssä esiin nousi noin 10 eri oppikirjasarjaa ja niiden mukautettua versiota, jotka olivat käytössä otoskouluissa. Opettajista vain yksi kertoi, ettei oppilailla ole käytössään mitään oppikirjaa. Muutamat opettajat käyttivät useampia oppikirjasarjoja ja myös muiden vuosiluokkien oppikirjoja 9. luokan opetuksessa. Sähköistä oppikirjaa käytti opettajista vain pieni osa (4,3 %).

Kaikki opettajat käyttivät oppikirjan lisäksi myös jotain muuta oppimateriaalia opetuksessaan. Noin kolmasosa käytti opetuksessaan oppikirjasarjan muuta valmista konkreettista oheismateriaalia vähintään viikoittain, ja oppikirjaan liittyvää sähköistä materiaalia vähintään viikoittain käytti niin ikään kolmasosa opettajista. Lähes kaikki opettajat (97,5 %) käyttivät itsetehtyä materiaalia opetuksessaan ainakin joskus, ja viidesosa (19,2 %) käytti omaa materiaaliaan lähes joka tunnilla. Matematiikan opetukseen tarkoitettuja ohjelmistoja, kuten *GeoGebra*, käytettiin vähintään kuukausittain kahdessa koulussa viidestä (42,3 %), joskin joka kymmenes opettaja (9,6 %) ilmaisi, ettei käytä koskaan sähköisiä ohjelmistoja matematiikan opetuksessa. Oppimislejää käytettiin pääasiassa kuukausittain tai harvemmin, vaikka pieni osa (3,9 %) käyttikin oppimislejää jopa viikoittain opetuksessaan. Muita usein käytettyjä materiaaleja olivat kollegoiden valmistamat materiaalit ja opetusvideot.

Opettajista neljä viidestä (82,9 %) koki, että koululla oli riittävästi tietokoneita tai tabletteja opetusta varten. Tietokone oli olennaisessa osassa matematiikan opetusta vähintään viikoittain viidesosalla opettajista (19,6 %). Vastaavasti joka seitsemäs opettaja (13,9 %) ei pitänyt tietokonetta lainkaan merkittävässä roolissa osana opetusta. Tietokonetta käytettiin ainakin silloin tällöin opetuksen ja oppimisen tukena esimerkiksi tiedonhankinnassa yhdeksässä kymmenestä koulusta (88,3 %). Etäopetuksen myötä erilaiset sähköiset ympäristöt ovat yleistyneet, ja opettajista neljä viidestä (82,9 %) ilmoittikin käyttäneensä ainakin toisinaan sähköistä ympäristöä oppimateriaalien tai tehtävien jakamiseen oppilaille.

Yhteenveto ja pohdinta

5

5.1 Keskeiset tulokset tiivistetysti

Matematiikan osaamista on arvioitu kansallisen arviointiohjelman mukaisesti toistuvasti, joskin epäsäännöllisin väliajoin, vuodesta 1998. Nyt raportoitava arviointi on kahdeksas perusopetuksen päättövaiheen 9. vuosiluokan arviointi. Tämä raportti keskittyy koulutuksellisen tasa-arvon kysymyksiin, ja tulevaisuudessa tarkastelua syvennetään oppilailta ja opettajilta saatujen taustatietojen avulla. Raportin tulokset on vertaistettu vuoden 1998 arvoihin; oppilas joka sai tässä arvioinnissa pistemäärän 500, on samalla osaamisen tasolla kuin keskiosaja vuonna 1998.

Osaaminen vuonna 2021 on merkittävästi matalammalla tasolla kuin vuonna 1998. Kun keski-osaajan taso vuonna 1998 on kiinnitetty arvoon 500, vuonna 2021 keskiosaja saa pistemääräkseen 451 pistettä eli 49 pistettä vähemmän kuin vuonna 1998. Osaaminen jatkaa lasku-uralla, joka kansallisissa arvioinneissa on alkanut jo vuoden 2001 jälkeen. Trendi poikkeaa kansainvälisistä PISA-arvioinneista, joissa osaamisen lasku on tasaantunut vuonna 2018. Tosin kansainvälisten arviointien osalta emme tiedä, kuinka covid-19-pandemia on vaikuttanut keskiarvoihin.

Vuoden 2021 matematiikan osaamista leimaa kansallisissa aineistoissa aivan uudenlainen ilmiö: osaaminen on jakautunut epänormaalisti. Toisin kuin aiempina vuosina, jolloin aineistossa havaitaan selkeä normaalijakauman muoto, vuoden 2021 aineistossa kokonaisosaamisen muoto on selvästi leventynyt niin, ettei jakaumalla enää ole normaalijakauman olemusta. Osaamisen jakauma näyttää muodostuvan kolmesta erillisestä populaatiosta: ”heikosti menestyneet”, joiden keskiarvo on noin 400 pistettä, ”keskimääräisesti menestyneet”, joiden keskiarvo on hieman alle 500 pistettä ja ”hyvin menestyneet”, joiden keskiarvo on noin 575 pistettä. Aika näyttää, onko muutos aiempiin vuosiin nähden poikkeus ja seurausta esimerkiksi covid-19-pandemian aiheuttamasta osaamisvajeesta, vain jääkö ilmiöstä vaikeasti korjattavissa oleva tila kansalliseen koulutuksen maailmaan. Taustalla nimittäin saattaa olla myös muita samanaikaisesti vaikuttavia trendejä mukaan lukien erilainen vastauskäyttäytyminen digitaalisissa arviointitehtävissä verrattuna paperiseen arviointiin, vaivannäön karsastamisen yleistyminen ja tiedon saannin helppous tietoverkosta. Nämä kaikki vievät siihen suuntaan, että arvioinnissa näytetty osaaminen saattaa

laskea niissä ryhmissä, joissa osaaminen muutoinkin on matalinta. Yhtäältä covid-19-pandemia on osoittautunut haasteelliseksi niille oppilaille, joilla itseohjautuvuus on heikkoa, motivaatio koulunkäyntiin on matala eikä oppilas saa tarvittavaa tukea opintoihinsa kotoa, mutta toisaalta osa oppilaista on hyötynyt itsenäisestä opiskelusta. Näistä syistä osaamisen ääripäiden erkaantuminen voi olla ymmärrettävää.

Koulutuksellisen tasa-arvon näkökannalta positiivista on, että kuntaryhmien, suomen- ja ruotsinkielisten koulujen ja sukupuolten välillä ei ole merkittäviä eroja matematiikan osaamisen suhteen. Lapin AVI-alueella tulokset ovat poikkeuksellisen heikkoja ja mahdollisen osaamisvajeen korjaamiseksi on hyvä löytää ratkaisuja.

Samalla osaamisen tasolla tytöt kokevat edelleen olevansa matematiikan osaajina heikompia kuin pojat. Ilmiö ei ole muuttunut viimeisten 10 vuoden aikana.

Oppilaiden kokemaa koulukiusaamista tutkittiin tarkemmin kuin aiempien oppimistulosarviointien yhteydessä. Oppilaista 7 prosenttia koki toistuvaa ja monenlaista kiusaamista monena päivänä viikossa. Tämä on samaa suuruusluokkaa kuin THL:n kouluterveyskyselyyn vastaajilla. Jos tämän muuttaa tiedoksi ikäkohortista, Suomessa peruskoulun 9. luokalla kiusataan noin 4000 oppilasta toistuvasti. Joka 15:s oppilas on tämänkaltaisen toistuvan ja monella tavalla ilmenevän kiusaamisen uhri; keskimäärin siis jokaisessa luokassa on joku, jota kiusataan toistuvasti fyysisesti, psyykkisesti ja sosiaalisesti. Suhteellisesti arvioiden keskimääräistä suurempi todennäköisyys joutua kiusatuksi on niillä pojilla, joilla osaaminen on erityisen heikkoa ja niillä tytöillä, jotka ovat huippusuorittajia matematiikassa. Erityisen todennäköistä se on heikosti menestyvillä maahanmuuttajataustaisilla pojilla.

5.2 Arvioinnin luotettavuuteen liittyviä näkökulmia

Arvioinnissa käytettiin poikkeuksellisesti seitsemää eri tehtäväsarjaa, joista kolme oli samaan aikaan käytössä kussakin koulussa. Yksi sarjoista oli kaikissa kouluissa käytetty yleissarja ja kuusi sisältöalueille kohdennettua, syvällisempää tietoa antavaa versiota. Kaikissa tehtäväsarjoissa mitattiin monipuolisesti kaikkia matematiikan tavoitteita ja sisältöalueita. Tehtäväsarjojen osuudet (validiteetti) ja eri kokonaisuosaamisen erottelukyvyyt (reliabiliteetti) ovat riittävän hyviä uskottavien johtopäätösten tekemiseen matematiikan osaamisen tasosta vuonna 2021.

Tietoverkkoihin liittyvillä seikoilla oli vaikutuksia aineistoon. Arviointi toteutettiin kokonaisuudessaan digitaalisesti ja jotkut koulut raportoivat hankaluuksista tietoverkkoyhteyksissä. Erityisesti Tampereen seudulla tietoliikenteen runkoverkko kaatui juuri arviointiviikolla ja useat koulut ottivat yhteyttä arvioinnin järjestelyihin liittyen. Osa oppilaista pystyi tekemään oman tehtäväsarjansa mobiiliyhteyksiään hyödyntäen ja osa kouluista siirsi arvioinnin toteutusta toiselle päivälle. Yleisesti ottaen arvioinnin suorittamiselle oli varattu viikko eikä yksittäisenä päivänä ilmaantunut ongelma kaatanut arvioinnin suorittamista. Joissain kouluissa koulun lähiverkko kuitenkin kuormittui liikaa ja yhteydet olivat hitaita. Tämän kaltaisilla seikoilla oli vaikutuksia muun muassa siihen, kuinka arviointitilanteessa kyettiin vastaamaan ensimmäisenä osana

olleeseen päässälaskukokonaisuuteen, joka oli aikarajoitettu (15 minuuttia). Systemaattisesti puuttuvia tietoja korvattiin aineistossa ns. verrokkimenetelmällä: täysin puuttuva päässälaskusarja korvattiin muun arvioinnin tuloksen perusteella saman tasoisen oppilaan päässälaskusarjan tuloksella. Kaikkiaan 12,857 Karviin palautuneesta oppilasvastauksesta 128 (1 %) poistettiin, koska vastauskäyttämisen perusteella pääteltiin, että arvioinnissa menestyminen ei vastannut oppilaat todellista osaamista. Näitä olivat esimerkiksi arvosanoja 7–10 saaneet oppilaat, joilla puuttuvia tietoja oli yli 80 %.

Huolimatta tietoteknisistä hankaluuksista, arviointi antaa uskottavaa tietoa matematiikan osaamisesta vuonna 2021 suhteessa kansallisiin opetussuunnitelman perusteissa lausuttuihin tavoitteisiin nähden.

5.3 Tulosten pohdintaa tasa-arvon ja yhdenvertaisuuden näkökannalta

Yhdenvertaisuuden näkökannalta hyvä uutinen on, että suomen ja ruotsinkielisten koulujen oppilaiden välillä ei ole merkittäviä eroja matematiikan yleisosaamisessa kuten ei myöskään poikien ja tyttöjen eikä maaseutumaisten ja kaupunkimaisten koulujen oppilailla. Metropolialueen ulkopuolella koulujen välillä ei juuri ole eroa osaamisen tasossa. Tuloksista nousee kuitenkin muutamia tasa-arvoon ja yhdenvertaisuuteen liittyviä huomioita, joihin on syytä kiinnittää huomiota.

5.3.1 Koulutukselliseen tasa-arvoon liittyviä haasteita arvioinnin perusteella

Tuloksista nostetaan tähän kahdeksan koulutuksellisen tasa-arvon näkökulmasta huomioitavaa ilmiötä. Kaikki edellyttävät toimenpiteitä, joskaan ratkaisuja ei välttämättä ole helppo löytää.

Ensiksi matematiikan osaamisen erikoinen jakaumamuoto viittaa siihen, että ensimmäisen kerran kansallisissa matematiikan osaamisen aineistoissa todentuu se, että koulutuksellinen tasa-arvo ei toteudu Suomessa aiempaan nähden yhtä hyvin. Kun aiemmin saatettiin raportoida, että osaaminen jakautuu kutakuinkin normaalisti, tämän arvioinnin perusteella näin ei enää voi sanoa. Osaamisen suhteen 9. luokkalaisten populaatio on jakautunut kolmeen toisistaan eroavaan ryhmään: heikosti menestyviin, keskimenestyjiin ja erittäin hyvin menestyviin oppilaisiin. Asiaan on syytä kiinnittää huomiota tulevissa arvioinneissa; palautuvatko ääripopulaatiot yhdeksi normaalijakaumaksi, vai jääkö tilanne pysyvämmäksi ilmiöksi. Mikäli osaaminen on eriytynyt myös alemmilla luokilla, mahdollisia osaamisvajeita on syytä korjata aktiivisesti jo varhaisessa vaiheessa. Oikein kohdennetuilla tukitoimilla havaittuja osaamisvajeita voidaan korjata.

Toiseksi on syytä kiinnittää huomiota koulun selitysosuuden vähittäiseen kasvamiseen. Koulun selitysosuus kasvaa, kun koulujen väliset keskiarvot erkanevat toisistaan. Yhdessäkään aiemmassa 9. luokan arvioinnissa ero edelliseen vuoteen ei ole ollut huomattava, mutta pidemmän ajan trendi kertoo, että selityssasteet ovat olleet lievässä nousussa jo viimeiset 20 vuotta. Näyttää siltä, että koulujen selitysosuus metropolialueen ulkopuolella on pysynyt samankaltaisena viimeisimmässä arvioinneissa tai lisääntynyt vain marginaalisesti (2012: 6,4 %, 2015: 6,6 %; 2021: 6,7 %).

Sen sijaan metropolialueella ja erityisesti Helsingissä ja Vantaalla koulun selitysosuus on kasvanut moninkertaiseksi (Helsinki: 15,1 %; Vantaa: 11,9 %) vuosista 2012 (Helsinki: 4,8 %; Vantaa: 1,6 %) ja 2015 (Helsinki: 3,0 %). Osaltaan arvoihin vaikuttaa koulujen valinta otantaan. Asiaan on hyvä kiinnittää huomiota tulevissa arvioinneissa, jolloin voi olla järkevää valita kansallisiin otoksiin entistä suurempi määrä kouluja ja mahdollisesti ositetusti valittuina Helsingin, Espoon ja Vantaan kouluja vertailukelpoisten arvojen saamiseksi. Opetus- ja kulttuuriministeriö onkin käynnistämässä hankerahoituksen koulujen välisen eriytymisen ehkäisemiseen (<https://okm.fi/-/koulujen-valisen-eriytymisen-ehkaisemiseen-haettavissa-1-3-miljoonaa>).

Kolmanneksi Lapin AVI-alueen osaamisjakauma ja osaamisen keskiarvo poikkeavat selvästi muista AVI-alueista. Tässä pienessä oppilasryhmässä korostuu selvästi heikosti menestynyt oppilaspopulaatio, ja parhaimmin menestynyt populaatio on suhteellisesti pienempi kuin muilla AVI-alueilla. Myös Itä-Suomen AVI-alueella heikoimmin menestynyt populaatio on selvästi yliedustettu. Lapin AVI-alueen heikkoon tulokseen on syytä kiinnittää huomiota, ja sen tarkempi tutkiminen on perusteltu. Jos syynä heikkoon tulokseen ovat esimerkiksi arvioinnin tekninen epäonnistuminen heikommilla tietoverkkoyhteydet, heikompi tulos on ymmärrettävä. Jos sen sijaan syynä ovat esimerkiksi heikompi tietotekniikan *osaamisen* taso tai etäopiskeluun liittyvät hankaluudet, osaamisvaje on syytä kuroa umpeen nopeasti, mikäli sitä ilmenee myös alemmilla luokilla.

Neljäs yhdenvertaisuuteen liittyvä haaste nousee oppilaiden arvosanoista: kuten aiemmissa oppimistulosarvioinneissa, myös tässä oppilaan saama arvosana on edelleenkin vain heikosti selitettävissä oppilaan matemaattisella osaamisella. Oppilaan päättöarvosanaan liittyy monia seikkoja eikä pelkän arvioinnin perusteella voida sanoa varmasti, mikä oppilaan todellinen arvosana voisi tai pitäisi olla. Kuitenkin arvioinnissa näytetyn osaamisen perusteella voidaan perustellusti sanoa, että matemaattisilta taidoilta hyvin suoriutuvat oppilaat eivät välttämättä saa hyviä arvosanoja. Arvioinnin perusteella monilla arvosanan 7–9 saaneilla oppilailta osaamisen taso on samalla tasolla kuin 10 oppilaiden keskitaso. Aineistossa näkyy selvästi myös tunnettu ilmiö erilaisista arvosanalinjoiista eri koulujen välillä. Osa opettajista on arvosanan antamisessaan ”kannustavia” ja helpommin pyöristävät arvosanoja ylöspäin. Vastaavasti osa opettajista on arvosanaa antaessaan ”tiukkoja”, ja arvosanat pyöristyvät mieluummin alas kuin ylös. Keskitasoltaan heikoimmin menestyneissä kouluissa on taipumusta antaa noin yhden arvosanan korkeampia arvosanoja kuin parhaimmin menestyneissä kouluissa. Samalla osaamisen tasolla, jolla oppilas heikommin menestyneessä koulussa sai arvosanan 8 hän olisi paremmin menestyneessä koulussa saanut arvosanan 7. Ilmiössä ei ole tapahtunut muutosta vuoteen 2012 nähden. Kaikissa arvosanaluokissa tyttöjen osaaminen on matalampaa kuin poikien; opettajilla on siis ilmeinen taipumus suosia tyttöjä arvosanaa antaessaan. Kaikilla näillä tekijöillä on ilmeistä tasa-arvovaikutusta jatko-opintoihin hakeutumisessa.

On mielenkiintoista nähdä, kuinka vuonna 2021 käyttöön otetut uudet arvosanakriteerit (OPH, 2020) vaikuttavat yhtäältä tyttöjen ja poikien välisiin eroihin eri arvosanaluokissa ja toisaalta arvosanalinjoihin. Aiemman yksinomaisen arvosanan 8 sijaan myös arvosanoille 5, 7, 8, 9 ja 10 annetaan uusissa päättöarvioinnin kriteereissä kuvaus edellytettävästä osaamisen tasosta kunkin tavoitteen osalta. Näistä arvosana 5 viittaa alimpaan hyväksyttävään osaamisen tasoon. Aiemmas- sa 3. luokan arvioinnissa (Ukkola & Metsämuuronen, 2021) Karvi suositteli, että vuosiluokilla etenemistä kontrolloitaisiin entistä tarkemmin, jotta oppilaan lähtötaso seuraavalla luokalla olisi

ylemmän luokan vaatimuksia vastaava. Jos ylemmälle luokalle siirtyvän oppilaan osaaminen jää oleellisesti luokka-asteen vaatimustasosta, voi syntyä osaamattomuuden kierre, jossa uudempia asioita ei opita, koska pohjatiedot ovat liian matalat. ”Vuosiluokan kertaaminen voi olla oppilaan etu” (Ukkola & Metsämuuronen, 2021, s. 82).

Viides huomio liittyy maahanmuuttajataustaisiin tai muusta syystä suomea tai ruotsia toisena kielenä oppimäärän mukaan opiskeleviin S2-tyttöihin ja heidän matalaan osaamisen tasoonsa. Yleisesti S2-oppilaiden osaaminen on matalammalla tasolla kuin muilla oppilailla. Erityisesti silmiinpistävää on S2-tyttöjen suhteeton yliedustus heikoimmista suoriutuneista oppilaista (49 % S2-tytöistä) ja aliedustus parhaimmin menestyneistä oppilaista (7 % S2-tytöistä). Jostain syystä S2-tyttöjen matemaattinen osaaminen ei kehity yhtä paljon kuin S2-pojilla. Tällä on ilmeisiä vaikutuksia jatko-opintojen näkökannalta. Asiaan saattaa liittyä valtaväestöön kuuluviin tyttöihin nähden vieläkin suurempia kulttuurisia odotuksia, jotka eivät suosi eri kulttuuritaustoista tulevia tyttöjä samaan tapaan ja joiden muuttaminen on tärkeää.

Kuudenneksi tyttöjen osuus parhaista osaajista on kasvanut viiden viimeisen vuoden aikana; tämä on hyvä uutinen. Kun parhaiten suoriutuneiden kymmenen prosentin joukossa sekä 2012 että 2015 oli 38 % tyttöjä, vuonna 2021 luku on 43 %. Tässä suhteessa asian näyttävät menneen eteenpäin. Vielä on kuitenkin matkaa kurrottavana, jotta tytöt eivät rajaisi itseltään tarpeettomasti matemaattisesti virittyneitä ammattiryhmiä ammatinvalintapaletistaan. Monilla matematiikan osaamiseltaan parhailla oppilailla on taipumusta suuntautua matematiikkaa tarvittaville aloille (esimerkiksi STEM-aloilla), joissa perinteisesti palkkataso on ollut korkeampi kuin niin kutsutuilla humanistisilla aloilla. Niinpä monet tytöt perusopetuksen loppupuolella tietämättään (tai tarkoituksellisesti suunnatessaan huomionsa johonkin muuhun oppiaineeseen kuin matematiikkaan) saattavat rajata itseltään pois tiettyjä ammattialueita, jotka voisivat olla yleisen palkkatasa-arvon näkökannalta merkityksellisiä.

Seitsemänneksi koulutuksellisen tasa-arvon näkökannalta on haasteellista, että tyttöjen minäpystyvyydessä ei ole tapahtunut muutosta ainakaan viimeisten kymmenen vuoden aikana. Edelleen tytöistä ja pojista, joilla on sama osaamisen taso, tytöt kokevat olevansa matemaattisilta taidoiltaan heikompia kuin pojat. Tätä ei ole edesauttanut sekään, että tytöt saavat edelleen vähemmällä osaamisella samoja arvosanoja kuin pojat. Hyvin menestyneiden tyttöjen joukossa on merkittävästi enemmän niitä, joita kiusataan toistuvasti ja monella tapaa. Tämäkään ei edesauta tyttöjen sijoittumista matematiikan parhaiden osaajien ryhmään.

Viimeiseksi muistutetaan koulukiusaamiseen liittyvistä seikoista. Aineiston perusteella noin 4,000 9. luokan oppilasta, ja tästä yleistäen 12,000 oppilasta luokilla 7–9, joutuu jatkuvan usein toistuvan, monta kertaa viikossa tapahtuvan fyysisen, psyykkisen ja sosiaalisen kiusaamisen ja ulkopuolelle jättämisen uhriksi. Matematiikan oppimistulosaineiston perusteella *määrällisesti* eniten kiusaamisen kohteeksi joutuu keskimääräisesti menestyneitä poikia (48 % toistuvasti ja monella tavalla kiusatuista oppilaista) tai tyttöjä (40 %), joilla ei ole maahanmuuttajataustaa. *Suhteellisesti* eniten kiusaamisen kohteeksi joutuvat heikosti koulussa menestyvät oppilaat – erityisesti heikosti menestyvät pojat – ja suhteellisen monella heistä on maahanmuuttajatausta, vaikka määrällisesti enemmän toistuvaa ja moninaista kiusaamista kokevat ei-maahanmuuttajataustaiset pojat. Toisessa ääripäässä myös erittäin hyvin menestyneet tytöt joutuvat keskimääräistä useammin systemaatt-

tisen kiusaamisen kohteiksi. Asiaan on kiinnitettävä huomiota ja kaikki tarvittavat positiiviset keinot on otettava käyttöön. Opetus- ja kulttuuriministeriössä onkin alkanut Toimenpideohjelma kiusaamisen, väkivallan ja häirinnän ehkäisemiseksi varhaiskasvatuksessa, kouluissa ja oppilaitoksissa (OKM, 2021), Opetushallitus on laatinut kiusaamisen ehkäisyn sivuston (<https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/opetustoimen-ja-varhaiskasvatuksen-turvallisuus>) ja Karvissa on käynnistynyt Kiusaamista ehkäisevien sekä hyvinvointia ja työrauhaa parantavien menetelmien arviointi (2021–2022) (Karvi, 2020). Tulevaisuus näyttää, kuinka hyvin hankkeet löytävät kiusaamisen juurisyyt ja pystyvät niihin vaikuttamaan.

5.3.2 Osaamisen eriytymisen selittämiseen liittyviä tekijöistä

Keskeisiä vastaamatta jääviä kysymyksiä ovat, *miksi* osaaminen on ollut jo vuosia laskujohteinen ja miksi koulujen väliset erot lisääntyvät. Varmaan tietoa asiasta ei tietenkään ole, mutta sivistyneitä arvauksia voidaan tehdä. UNESCO:n (2020) tutkijoiden ajatus toiminee hyvänä pohjana arvauksille: covid-19-pandemia on toiminut suurennuslasin tapaan ja tuonut näkyvämmäksi jo valmiiksi olemassa olevia heikkouksia koulutusjärjestelmissä mm. sukupuoleen, vammaisuuteen, maahanmuuttoon, koulujärjestelmään nähden vieraaseen äidinkieleen, oppimisvaikeuksiin ja sosioekonomiseen statukseen liittyviin epätasa-arvon lähteisiin. Sosioekonomisia tekijöitä lukuun ottamatta mainittuja tekijöitä jo onkin käsitelty edellä. Näiden lisäksi tässä nostetaan kaksi ilmeistä epätasa-arvon ja heikentyneiden tulosten lähdeä, jotka liittyvät moderniin käsitykseen siitä, millaista on hyvä oppijuus: opetettavan aineksen ulkoa muistamisen väheneminen ja itseohjautuvuuden tarve.

Yhtäältä opetussuunnitelmien perusteet ovat jo pitkään perustuneet ajatukselle, että kaikkia asioita ei ole mielekästä opetella ulkoa, vaan huomiota kiinnitetään enemmänkin geneerisiin taitoihin kuten esimerkiksi tiedonhankinnan opettelemiseen. 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 menestyneillä 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 käsittely nopeutuu. Niinpä kun asioita ei enää ole aktiivisessa muistissa, esimerkiksi yksinkertaistenkin arviointitehtävien suorittaminen hidastuu eivätkä taidoiltaan heikompien oppilaiden osaaminen enää saavuta aiempina vuosina saavutettua pistemääriä. Tähän yhdistettynä ajatus vaivalloisten ja ”turhien” asioiden kuten matemaattisten perustelujen antamisen välttämisestä, johtaa ymmärrettävästi heikentyneisiin tuloksiin.

Varmaa on, että nuoremme osaavat aiempia sukupolvia enemmän esimerkiksi tietotekniikkaan ja mobiiliteknologiaan liittyviä seikkoja, mutta nämä eivät välttämättä vielä realisoitu matematiikan osaamisen tasossa, jopa päinvastoin. Nykyisillä tavoilla mitattuna ja nykyisiä asioita matematiikan osaamisessa tärkeinä pitäen aivan uudenlaista osaamista, ehkä POPS:n ulkopuolelle jäävää, ei vielä saada kiinni. On vielä epäselvää, mitä oppilaamme osaavat enemmän uusien opetussuunnitelmien perusteiden myötä – minkälainen matematiikkaan liittyvä tieto ja taito on korvannut aiemmin osatut asiat. Tämänkaltaisia asioita olisi järkevää myös pyrkiä tunnistamaan, mittaamaan ja muuttamaan osaamisen kielelle. Esimerkiksi ohjelmointi on eräs matematiikan osa-alueista,

joita osataan nykyisin enemmän kuin vuonna 1998, vaikka osa-alueen keskimääräinen osaamisen taso näyttääkin vuonna 2021 olevan matalampi kuin vuoden 1998 keskitulos. Muistetaan, että ohjelmoinnin osaamista ei mitattu vuonna 1998.

Toinen haasteellinen, potentiaalisesti osaamisen tasoa laskeva seikka, jolle ehkä voisimme jotain tehdä pedagogisin ratkaisuin, liittyy UNESCON (2020) tutkijoiden suositukseen kehittää lasten valmiuksia itsenäiseen opiskeluun. Itseohjautuvuuden puute näyttää olevan yksi keskeisistä syistä covid-19-pandemian haittapuolien muuttumiseksi reaalisiksi ongelmaksi niin kansallisesti (Karvi, 2021) kuin kansainvälisestikin (esim. Schleicher, 2020). Motivoituneet ja itseohjautuvat oppilaat ja opiskelijat eivät niinkään kärsineet pandemiasta. Sen sijaan motivoitumattomat oppilailla ja niillä, joilla itseohjautuvuuden heikkous tai puute osoittautuivat ongelmiksi, etäopiskelu ei välttämättä ollut onnistunutta.

Itseohjautuvuuden puute ei ehkä olisi haasteellinen, ellei trendinä olisi jo jonkin vuoden ajan ollut konstruktivistiset oppimisteoriat (mm. Bruner, 1961; Bruner, Goodnow, & Austin, 1956; Vygotsky, 1925; ks. kirjallisuus esimerkiksi Metsämuuronen & Räsänen, 2018b) opetuksen taustalla olevina filosofioina. Näissä itsenäinen tiedonhankinta ja oppilaan oma aktiivisuus on keskeisessä roolissa. Konstruktivistisiin oppimisteorioihin perustuvat opetuskäytännöt edellyttävät oppilaita olemaan aktiivisia oppijoita passiivisten tiedon vastaanottajien sijasta. Konstruktivististen oppimisfilosofioiden peruseriaate, jonka mukaan ihmiset rakentavat oman ymmärryksensä ja tietonsa maailmasta kokemalla maailman ja pohtimalla näitä kokemuksia (Bruner, 1961) on muuttanut radikaalisti ajatteluumme siitä, millainen on hyvä opettaja ja hyvä oppija. Monista opettajista on tullut ”oppimisen mahdollistajia” perinteisen ”opettamisen” sijaan (ks. Metsämuuronen & Räsänen, 2018). Oppijan näkökulmasta ”passiivinen vastaanottaja” on nyt ”aktiivinen etsijä” ja ”tiedon rakentaja”. Yleisesti ottaen tämä on hieno edistysaskel koulutuksessa. Valitettavasti tämä ei kuitenkaan ole totta kaikille lapsille ja nuorille; mitä jos oppilas ei olekaan aktiivinen tiedonetsijä? Voisiko kukaan luontaisesti edes olla kiinnostunut kaikista koulun oppiaineista niin, että haluaisi etsiä sitä koskevaa tietoa omaa mielenkiintoaan hyödyntäen? Kun covid-19-pandemia ja etäopiskelu korostivat erityisesti oppijan omaa roolia oppimisessa, on ilmeistä, että oppilaiden oman mielenkiinnon, itseohjautuvuuden ja motivaation puute yhdistettynä mahdolliseen kodin tuoman kontrollimekanismin puutteeseen on saanut aikaan sen, että osaamisen taso on osalla opiskelijoista laskenut. On uskottavaa, että covid-19-pandemian aikana korkeampiin SES-ryhmiin kuuluvat ja erityisesti korkeammin koulutetut huoltajat ovat olleet entistä kiinnostuneempia lapsensa koulunkäynnistä. Näissä perheissä huoltajat ovat pitäneet huolta siitä, että etätunneilla tarvittut yhteydet olivat toimivia, tunneille osallistuttiin, annetut läksyt tehtiin ja osaamisen tasoa saatettiin kontrolloida esimerkiksi läksyjen tarkastamisen muodossa. Tätä taustaa vasten ääripäiden osaamisen eriytyminen olisi ymmärrettävissä.

Pedagogiselta kannalta tarkastellen lienee ilmeistä, että osa lapsista ja nuorista tarvitsee enemmän opettajan ohjausta ja tukea kuin toiset, ja monenlaisia pedagogisia ratkaisuja tarvitaan oppimisen tukena. On myös ehkä järkevää tutkia, kuinka itseohjautuvuutta voitaisi tehokkaimmin kehittää koulun kontekstissa, jotta tulevilla sukupolvet välttävä mahdollisimman vähin vaurioin tulevina vuosina etäkouluratkaisujen mukanaan tuomat mahdolliset oppimis- ja osaamisvajheet.

Mitä tulee koulujen välisten erojen kasvamiseen, ilmiö ei näytä olevan merkittävää suurten kaupunkien ulkopuolella. Sen sijaan suurissa kaupungeissa, joissa asuinalueiden erot voivat olla suuriakin, alueiden erot näyttävät laajenevan (Bernelius & Huila, 2021), ja tämä näyttää vaikuttavan myös kansalliseen koulun selitysosuuden tasoon. Bernelius (2015) on huomannut, että erityisesti Helsingissä alueet ovat eriytyneet tulotason mukaan ja järjestys on pysynyt vakaana. Samalla myös osaaminen on eriytynyt (mm. Berisha & Seppänen, 2015; Bernelius & Huila, 2021; Hautamäki, Kupiainen, Marjanen, Vainikainen, & Hotulainen, 2013) erityisesti sosiaalisten ja etnisten taustatekijöiden suhteen (ks. Bernelius & Vilkkama, 2019; Saikkonen, Hannikainen, Kauppinen, Rasinkangas & Vaalavuo, 2018). Niin ikään Vantaalla muun kuin suomen-, ruotsin- ja saamenkielisten lasten osuus on kasvanut koko 2000-luvun ajan; osassa asuinalueista osuus on ylittänyt 60 % (Bernelius & Huila, 2021). Kun kansallisia toimenpiteitä suunnitellaan koulujen välisten erojen kasvun hillitsemiseksi, kokemukset Helsingin, Espoon, Vantaan ja Turun kaupunkien tekemistä toimenpiteistä alueellisen eriarvoistumiskehityksen hidastamiseksi on järkevää ottaa huomioon.

5.4 Suositukset

Matematiikan osaaminen on kumuloituvaa tietoa, jota on syntynyt varhaisten valmiuksien muodossa jo ennen kouluikää ja joka lisääntyy kouluvuosien ja matematiikan opintojen myötä. Nyt käsillä oleva raportti kuvaa matemaattisen osaamisen tasoa yhden ikäluokan lopettaessa perusopetusvaihettaan ja siirtyessä toisen asteen opintoihin. Vaikka osaamisen tasoa tarkastellaan 9. luokan loppuvaiheen näkökannalta, todellinen työ tehdään varhaisempina vuosina. Kun siis tässä raportissa esitettyjen arviointitulosten perusteella Karvi antaa kehityssuosituksia, niitä ei ole järkevää antaa eikä lukea koskemaan vain 9. luokkaa, vaan koskemaan myös varhempia vuosia, jotta lapsen ja nuorten kasvua, kehitystä ja oppimista voidaan tukea kokonaisvaltaisesti. Suositukset noudattavat edellä lukuun 5.3 koottuja tasa-arvoon liittyviä huomioita.

1. Covid-19-pandemiasta johtuvaa osaamisvajetta on korjattava mahdollisimman pian kaikilla luokka-asteilla.

Oleellisilta osilta pandemiasta johtuvaa osaamisvajetta tulee pyrkiä korjaamaan, jotta oppilaat pystyvät jatkamaan uuden, myöhemmin tulevan oppimisaineen kanssa työskentelyä. Erityisesti heikoimpaan osaamisryhmään kuuluvia oppilaita on järkevää tukea mahdollisimman intensiivisesti. Joissain tapauksissa tämä voi tarkoittaa jopa ylimääräisiä opintoja esimerkiksi tukiopetuksen muodossa. On mahdollista ja toivottavaa, että oikein kohdennetuilla tukitoimilla havaittuja osaamisvajeita voidaan korjata.

- 2. Oppilaiden itseohjautuvuustaitoja tulee opettaa jo varhaisista kouluvuosista lähtien. Mikäli myöhemmin kouluvuosina oppilaalla havaitaan puutteita itseohjautuvuudessa, on löydettävä tehokkaita pedagogisia keinoja tukea oppilasta opinnoissaan.**

Eräänä tekijänä osaamisen kansallisessa eriytymisessä on ollut oppilaiden erilaiset valmiudet ja motivaatio itsenäiseen työhön. Koska vaatimus itsenäisestä tiedonhankinnasta ja omatoimisesta opiskelusta on sisään rakennettu moderneihin oppimisfilosofioihin, tähän liittyviä taitoja on myös opetettava systemaattisesti. Itseohjautuvuutta on siis järkevää opettaa, jotta seuraavissa mahdollisissa etäkouluperiodeissa oppilaille ei synny näiden puutteesta johtuvaa osaamisvajetta. Tätä varten ehkä tarvitaan uudenlaista pedagogiikkaa ja tutkimustietoa siitä, millaisilla menettelyillä itseohjautuvuuden taidot lisääntyvät parhaiten.

- 3. Kansallisesti on seurattava koulutuksellisen epätasa-arvon lisääntymistä. Mikäli asuinalueet, koulut ja päiväkodit eriytyvät liikaa toisistaan, on mahdollisesti syytä kehittää kohdennettuja toimenpideohjelmiä, jolla alueellista eriarvoistumiskehitystä pyritään hidastamaan.**

Kansallisesti koulujen väliset erot eivät ole suuria, mutta asuinalueiden eriytyminen ei tule johtamaan koulutuksen kannalta myönteiseen kehitykseen. Jotta Suomi saa pidettyä asemansa maana, jossa kaikista kouluista valmistuu oppilaita suurin piirtein samanlaisella keskiosaamisella varustettuna, kouluja ei saisi päästää eriytymään suurimmissa kaupungeissa. Asiaan on hyvä kiinnittää huomiota tulevaisuuden arvioinneissa, jolloin voi olla järkevää valita kansallisiin otoksiin entistä suurempi määrä Helsingin, Espoon, Vantaan ja Turun kouluja tarkempien tutkimustulosten saamiseksi.

- 4. Lapin ja Itä-Suomen AVI-alueella on selvitettävä, mistä heikkojen oppilaiden suuri määrä johtuu. Mikäli aitoa osaamisvajetta on syntynyt, vajetta on syytä kuroa umpeen mahdollisimman varhaisessa vaiheessa opintoja.**

Jos Lapin ja Itä-Suomen AVI-alueen suhteellisen suureen heikkojen oppilaiden määrään ovat syynä esimerkiksi arvioinnin tekninen epäonnistuminen ja heikommat tietoverkko-yhteydet, heikompi tulos on ymmärrettävä. Jos sen sijaan syynä ovat esimerkiksi heikompi tietotekniikan osaamisen taso tai etäopiskeluun liittyvät hankaluudet, osaamisvajetta on syytä kuroa umpeen nopeasti, mikäli sitä ilmenee myös alemmilla luokilla.

- 5. Jotta kaikki oppilaat ovat tasa-arvoisia jatko-opintoihin hakeuduttaessa, uudet päätösarvioinnin arvosanakriteerit tulee ottaa aktiiviseen käyttöön mahdollisimman pian.**

Vaikka uusien arvosanakriteerien opetteleminen voi tuntua haasteelliselta kaiken koulussa tapahtuvan muutosprosessin keskellä, on tärkeää, että kouluissa päästäisiin eroon opettajien erilaisista ”arvosanalainjoista”. Ei ole oikeudenmukaista, jos samalla osaamisen tasolla oppilas saa heikommin menestyneessä koulussa korkeampia arvosanoja kuin paremmin menestyneissä kouluissa. Uusien arvosanakriteerien myötä myös toivotaan, että arviointi tulisi yksikäsitteisemmäksi.

6. Opettajille tulee tarjota koulutusta ja tukea uusien päättöarvioinnin arvosanakriteerien yhdenmukaista käyttöä varten.

Uusien arvosanastandardien käyttöönoton varmistamiseksi on järkevää järjestää kattavia, kaikkia opettajia koskevia kansallisia koulutustapahtumia, joissa uusia kriteereitä ja niiden taustalla olevia sisältöjä tarkastellaan ja opettajille muodostuu yhteinen käsitys siitä, mitä taitoja mikin arvosana pitää sisällään eri tavoitteiden osalta. On ennustettavaa, että ilman yhteisiä tapaamisia ja keskusteluja ei synny yhteistä käsitystä siitä, mitä tarkoitetaan esimerkiksi sanalla ”ohjattuna”, joka toistuu arvosanan 5 määrittelyksissä eri oppiaineissa.

7. Maahanmuuttajataustaisten tyttöjen osaamisen tasoon on kiinnitettävä erityistä huomiota.

Monet maahanmuuttajataustaiset tytöt menestyvät hyvin matematiikassa. Liian suuri osuus heistä kuitenkin sijoittuu heikoimpiin osaamisryhmiin. Tällä on ilmeisiä vaikutuksia heidän jatko-opintojensa näkökannalta. Maahanmuuttajataustaisten tyttöjen heikkoon osaamisen tasoon saattaa liittyä valtaväestöön kuuluviin tyttöihin nähden vieläkin suurempia kulttuurisia odotuksia, jotka eivät suosi maahanmuuttajataustaisia tyttöjä ja joiden muuttaminen on tärkeää. Opettajien on syytä kiinnittää heihin erityistä huomiota.

8. On normalisoitava ajatus, että tytöt voivat kuulua erinomaisesti matematiikassa suorittuvien joukkoon ilman, että asiaa pidetään poikkeuksellisena.

Vaikka tyttöjen osuus parhaista osajista on kasvanut viiden viimeisen vuoden aikana, heitä on kuitenkin huomattavan paljon vähemmän kuin poikia. Kaikkien lapsen ympärillä olevien aikuisten on yhdessä rakennettava todellisuus, jossa on normaalia, että tytöt valitsevat matematiikan omaksi oppiaineekseen, vaikka he eivät siitä lopulta ammattia itselleen tekisikään. Jos monet tytöt perusopetuksen loppupuolella tietämättään (tai tarkoituksellisesti suunnatessaan huomionsa johonkin muuhun oppiaineeseen kuin matematiikkaan) rajaavat itseltään pois matematiikan niiden oppiaineiden joukosta, joihin he keskittyvät opinnoissaan, he samalla rajaavat pois tiettyjä ammattialueita, jotka voisivat olla myös esimerkiksi yleisen palkkatasa-arvon näkökannalta merkityksellisiä.

9. Kaikki positiiviset keinot on otettava käyttöön, jotta kukaan ei joutuisi kiusaamisen kohteeksi.

Jos 6–7 prosenttia ikäluokan oppilaista eli ikäkohortissa noin 4,000 oppilasta kokee joka päivä tai monena päivänä viikossa koulussa ryhmästä poissulkemista, tai fyysistä, psyykkistä ja sosiaalista kiusaamista, asialle on tehtävä jotain. Asia ei liity ensisijaisesti rasismiin; ehdottomasti suurin osa kiusaamisen kohteeksi joutuvista oppilaista on muita kuin maahanmuuttajataustaisia lapsia ja nuoria. Hyviä ohjelmia onkin lanseerattu. On saatava normalisoitua ajatus, että ”meidän koulussamme ja luokassamme ei kiusata yhtäkään oppilasta”. Tämä voi tapahtua ilman erillisiä ohjelmia, eikä lapsia ja nuoria saa jättää yksin asian

kanssa; asiaan on puututtava aikuisten toimesta ja kiusaamisesta tulee voida keskustella luottamuksellisesti koulun aikuisten kanssa. Tulevaisuus näyttää, kuinka hyvin hankkeet löytävät kiusaamisen juurisyyt ja pystyvät niihin pureutumaan. Muistetaan, että itse ilmiö on vanha eikä liity suoraan esimerkiksi maahanmuuttoon; koulukiusaamista on esiintynyt Suomessa jo ennen kuin maahanmuuttajataustaisten oppilaiden määrä kasvoi kouluissa (ks. Salmivalli, 1998; Zacheus ym. 2017).

Lähteet

6

Lähteet

- Acharya, S. P., Metsämuuronen, T. M. & Metsämuuronen, J. (2013). Teacher Effect in Learning. Teoksessa J Metsämuuronen & BR Kafle (toim.), *Where Are We Now? Student achievement in Mathematics, Nepali and Social Studies in 2011* (ss. 281–316). Ministry of Education, Kathmandu, Nepal. https://www.researchgate.net/publication/354622292_Where_are_we_now_Student_achievement_in_Mathematics_Nepali_and_Social_Studies_in_2011_Full_Report
- AERA, APA, & NCME (2014). *Standards for Educational and Psychological Testing*. American Educational Research Association, American Psychological Association, & National Council of Measurement in Education.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives: Complete Edition*. Longman.
- Bandura, A. (1994). Self-efficacy. Teoksessa V. S. Ramachaudran (toim.), *Encyclopedia of human behaviour* (ss. 471–481). Academic Press.
- Bandura, A. (2012). On the functional properties of perceived self-efficacy revisited. *Journal of Management*, 38(1), 9–44. <https://doi.org/10.1177/0149206311410606>
- 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>
- Béguin, A. (2000). *Robustness of Equating High-Stake Tests*. Febodruk B.V.
- Berisha, A.-K., & Seppänen, P. (2017). Pupil selection segments urban comprehensive schooling in Finland: composition of school classes in pupils' school performance, gender, and ethnicity. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 61, 240–254. <https://doi.org/10.1080/00313831.2015.1120235>
- Bernelius, V. (2015). Pääkaupunkiseudun koulujen naapurustot – missä erot kasvavat? *Yhteiskuntapolitiikka*, 80(6), 635–642. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2015121023629>
- Bernelius, V., & Huila, H. (2021). *Koulutuksellinen tasa-arvo, alueellinen ja sosiaalinen eriytyminen ja myönteisen erityiskohtelun mahdollisuudet*. Valtioneuvoston julkaisuja 2021:7. Valtioneuvosto. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-761-4>
- Bernelius, V., & Vilkkama, K. (2019). Pupils on the move: School catchment area segregation and residential mobility of urban families, *Urban Studies*, 56(15), 3095–3116. <https://doi.org/10.1177/0042098019848999>
- Bloom, B. S. (Ed.) (1956). *Taxonomy of educational objectives, handbook I: The cognitive domain*. David McKay Company.

- Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. *Harvard Education Review*, 31, 21–32.
- Bruner, J. S., Goodnow, J. J., & Austin, G. A. (1956). *A Study of Thinking*. Reprinted 1986 with a New Preface, Toim. J. S. Bruner & J. J. Goodnow. Transaction Books.
- Chmielewski, A. K. (2019). The Global Increase in the Socioeconomic Achievement Gap, 1964 to 2015. *American Sociological Review*, 84(3), 517–544. <https://doi.org/10.1177/0003122419847165>
- Cohen, J. (1973). Eta-squared and partial eta-squared in fixed factor ANOVA designs. *Educational and Psychological Measurement*, 33(1), 107–112. <https://doi.org/10.1177/001316447303300111>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Second Edition. Erlbaum.
- Dorans, N. J., Moses T. P., & Eignor, D. R. (2010). Principles and practices of test score equating. ETS RR-10-29. ETS, Princeton, New Jersey. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/j.2333-8504.2010.tb02236.x>
- 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_peruskoulunp%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
- Helakorpi, S. & Kivimäki, H. (2021). *Lasten ja nuorten hyvinvointi – Kouluterveyskysely 2021. Iso osa lapsista ja nuorista on tyytyväisiä elämäänsä – yksinäisyyden tunne on yleistynyt*. Tilastoraportti 30/2021. Terveystieteiden ja hyvinvoinnin laitos. https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/143063/ktk_tilastoraportti2021_2021-09-09_kuviot_kuvana.pdf?sequence=1
- Hirvonen, K. (2012). Onko laskutaito laskussa? Matematiikan oppimistulokset peruskoulun päättövaiheessa 2011. Koulutuksen seurantaraportit 2012:4. https://karvi.fi/wp-content/uploads/2014/11/OPH_0911.pdf
- Huisman, T. (2006). *Luen, kirjoitan ja ratkaisen. Peruskoulun kolmasluokkalaisten oppimistulokset äidinkieli- ja kirjallisuudessa sekä matematiikassa*. Oppimistulosten arviointi 7/2006. Helsinki: Opetushallitus. https://karvi.fi/wp-content/uploads/2014/09/OPH_0906.pdf
- 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>
- 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>
- FUNA (2019). FUNA – Toiminnallisen laskutaidon arviointi. <http://oppimisanalytiikka.fi/funa>
- Julin, S., & Rautopuro, J. (2016). *Läksyt tekijäänsä neuvovat. Perusopetuksen matematiikan oppimistulosten arviointi 9. vuosiluokalla 2015*. Karvi. Julkaisut 20:2016. https://karvi.fi/app/uploads/2016/04/KARVI_2016.pdf
- Junttila, N. (2021). Etäelämän aikaansaama hyvinvointivaje kasvu- ja oppimisyhteisöissä. <https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/Et%C3%A4el%C3%A4m%C3%A4n%20aikaansaama%20hyvinvointivaje%20kasvu%20ja%20oppimisyhteis%C3%B6iss%C3%A4.pdf>
- Karvi (2020). Koulutuksen arviointisuunnitelma 2020–2023. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. https://karvi.fi/app/uploads/2020/04/Koulutuksen_arviointisuunnitelma_2020-2023.pdf
- Karvi (2021). 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 yhdenvertaisuuden toteutumiseen eri koulutusaloilla. Osa III: Kansallisen arvioinnin yhteenvedo ja suosituks*. Julkaisut 8:2021. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. https://karvi.fi/wp-content/uploads/2021/04/KARVI_0821.pdf
- 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>
- Ko, H.K., Choi, S., & Kaji, S (2021). Who has given up on mathematics? A data analysis. *Asia Pacific Educational Review*, (2021). <https://doi.org/10.1007/s12564-021-09709-6>

- Kolen, M. J., & Brennan, R. L. (2004). *Test equating, linking, and scaling: Methods and practices* (2. laitos). Springer-Verlag.
- Korhonen, H. (1999). Peruskoulun matematiikan oppimistulosten kansallinen arviointi 1998. Oppimistulosten arviointi 1/1999. Opetushallitus. https://karvi.fi/wp-content/uploads/2014/09/OPH_0199.pdf
- Korhonen, H. (2001). Perusopetuksen päättövaiheen matematiikan oppimistulosten kansallinen arviointi 2000. Oppimistulosten arviointi 3/2001. Opetushallitus.
- Kuukka, K. & Metsämuuronen, J. (2016). *Perusopetuksen päättövaiheen suomi toisena kielenä (S2) -oppimäärän oppimistulosten arviointi 2015*. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. Julkaisut 13:2016. http://karvi.fi/wp-content/uploads/2016/05/KARVI_1316.pdf
- Laki Kansallisesta koulutuksen arviointikeskuksesta 30.12.2013/1295. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20131295>
- Lappalainen, H.-P. (2003). Osaat lukea – miten osaat kirjoittaa? Perusopetuksen 6. luokan suorittaneiden äidinkielen ja kirjallisuuden oppimistulosten arviointi 2002. Oppimistulosten arviointi 4/2003. Opetushallitus. https://karvi.fi/app/uploads/2014/09/OPH_0403.pdf
- Linn, R. L. (1993). Linking results of distinct assessment. *Applied Measurement in Education*, 6(1), 83–102. http://dx.doi.org/10.1207/s15324818ame0601_5
- Lord, F. M. (1952). The relationship of the reliability of multiple-choice test to the distribution of item difficulties. *Psychometrika*, 17(2), 181–194. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02288781>
- Lord, F. M., Novick, M. R., & Birnbaum, A. (1968). *Statistical theories of mental test scores*. Addison-Wesley.
- Machin, S., & Pekkarinen, T. (2008). Global sex differences in test score variability. *Science*, 322(5906), 1331–1332. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1162573>
- Mattila, L. (2002). *Perusopetuksen matematiikan oppimistulosten kansallinen arviointi 9. vuosiluokalla 2002*. Oppimistulosten arviointi 8/2002. Opetushallitus. https://karvi.fi/wp-content/uploads/2014/09/OPH_1002.pdf
- Mattila, L. (2005). *Perusopetuksen matematiikan kansalliset oppimistulokset 9. vuosi-luokalla 2004*. Oppimistulosten arviointi 2/2005. Opetushallitus. https://karvi.fi/wp-content/uploads/2014/09/OPH_0305.pdf
- 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. (2010). Osaamisen ja asenteiden muuttuminen perusopetuksen ensimmäisten vuosien aikana. Teoksessa E. K. Niemi & J. Metsämuuronen (toim.), *Miten matematiikan taidot kehittyvät? Matematiikan oppimistulokset peruskoulun viidennen vuosiluokan jälkeen vuonna 2008*. Koulutuksen seurantaraportit 2010:2. Opetushallitus. https://karvi.fi/app/uploads/2014/09/OPH_0410.pdf
- Metsämuuronen, J. (2012). Challenges of the Fennema–Sherman test in the international comparisons. *International Journal of Psychological Studies*, 4(3), 1–22. <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/ijps/article/view/16904/12480>
- Metsämuuronen, J. (toim.) (2013). *Perusopetuksen matematiikan oppimistulosten pitkäjäsenarviointi vuosina 2005–2012*. Koulutuksen seurantaraportit 2013:4. Opetushallitus. <http://karvi.fi/app/uploads/2014/09/OPH-0113.pdf>
- Metsämuuronen, J. (2017). *Oppia Ikä kaikki – Matemaattinen osaaminen toisen asteen koulutuksen lopussa 2015*. Julkaisut 1:2017. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. https://karvi.fi/app/uploads/2017/03/KARVI_0117.pdf
- Metsämuuronen, J. (2019). Educational assessment and some related indicators of educational equality and equity. *Education Quarterly Reviews*, 2(4), 770–788. <https://doi.org/10.31014/aior.1993.02.04.105>
- Metsämuuronen J (2020a). Somers' D as an alternative for the item–test and item–rest correlation coefficients in the educational measurement settings. *International Journal of Educational Methodology*, 6(1), 207–221. <https://doi.org/10.12973/ijem.6.1.207>

- Metsämuuronen, J. (2020b). Dimension-corrected Somers' D for the item analysis settings. *International Journal of Educational Methodology*, 6(2), 297–317. <https://doi.org/10.12973/ijem.6.2.297>
- Metsämuuronen J. (2021a). Goodman–Kruskal gamma and dimension-corrected gamma in educational measurement settings. *International Journal of Educational Methodology*, 7(1), 95–118. <https://doi.org/10.12973/ijem.7.1.95>
- Metsämuuronen, J. (2021b). Directional nature of Goodman-Kruskal gamma and some consequences. Identity of Goodman-Kruskal gamma and Somers delta, and their connection to Jonckheere-Terpstra test statistic. *Behaviormetrika*, 48(2), 283–307. <http://dx.doi.org/10.1007/s41237-021-00138-8>
- Metsämuuronen, J. (2021c). Mechanical attenuation in the estimates of reliability and MEC-corrected estimators of reliability. Preprint. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.22229.55522/1>
- Metsämuuronen, J. (2021d). How to obtain the most error-free estimate of reliability? Eight sources of deflation in the estimates of reliability. Preprint. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.29480.90888>
- Metsämuuronen, J., & Räsänen, P. (2018a). Opettaja mittaajana. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg, & P. Räsänen, *Matematiikan opetus ja oppiminen*. Niilo Mäki Instituutti.
- Metsämuuronen, J., & Räsänen, P. (2018b). Cognitive–Linguistic and Constructivist Mnemonic Triggers in Teaching Based on Jerome Bruner's Thinking. *Front. Psychol.*, 12, December 2018. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02543>.
- Metsämuuronen, J., & Tuohilampi, L. (2017). *Matematiikan osaamisen piirteitä lukiokoulutuksen lopussa 2015*. Julkaisuja 3:2017. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. https://karvi.fi/wp-content/uploads/2017/03/KARVI_0317.pdf
- Metsämuuronen, J., & Salonen, V. (2017). *Matematiikan osaamisen piirteitä ammatillisessa koulutuksessa 2015 ja pitkän ajan muutoksia*. Julkaisuja 2:2017. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. https://karvi.fi/wp-content/uploads/2017/03/KARVI_0217.pdf
- Metsämuuronen, J., & Ukkola, A. (2019). *Alkumittauksen menetelmällisiä ratkaisuja*. Julkaisut 18:2019. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. https://karvi.fi/app/uploads/2019/08/KARVI_1819.pdf
- Mislevy, R. J. (1992). *Linking educational assessments: Concepts, issues, methods, and prospects*. ETS Policy Information Center.
- Niemi, E. K. 2001. *Perusopetuksen matematiikan oppimistulosten kansallinen arviointi 6. vuosiluokalla vuonna 2000*. Oppimistulosten arviointi 2/2001. Opetushallitus.
- Niemi, E. K. 2008. *Matematiikan oppimistulosten kansallinen arviointi 6. vuosiluokalla vuonna 2007*. Oppimistulosten arviointi 1/2008. Opetushallitus. https://karvi.fi/app/uploads/2014/09/OPH_0108.pdf
- Niemi, E. K., & Metsämuuronen, J. (toim.) (2010). *Miten matematiikan taidot kehittyvät. Matematiikan oppimistulokset peruskoulun viidennen vuosiluokan jälkeen vuonna 2008*. Koulutuksen seurantaraportti 2010:2. Opetushallitus. https://karvi.fi/wp-content/uploads/2014/09/OPH_0410.pdf
- Nissinen, K., Rautopuro, J. & Vettenranta, J. (2018). The urban advance in education? Science achievement differences between metropolitan and other areas in Finland and Iceland in PISA 2015. Teoksessa S. Blömeke, H. Eklöf, U. Fredriksson, A. M. Halldórsson, S. S. Jensen, A.-B. Kavli, M. Kjærnsli, C. Kjeldsen, T. Nilsen, K. Nissinen, R. F. Ólafsson, M. Oskarsson, M., Rasmusson, J. Rautopuro, D. Reimer, R. Scherer, B. Sortkær, H. Sørensen, A. Wester, & J. Vettenranta. *Northern Lights on TIMSS and PISA 2018* (ss. 183–216). Nordic Council of Ministers. https://karvi.fi/app/uploads/2018/09/Northern_Lights_on_TIMSS_and_PISA_2018.pdf
- 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>

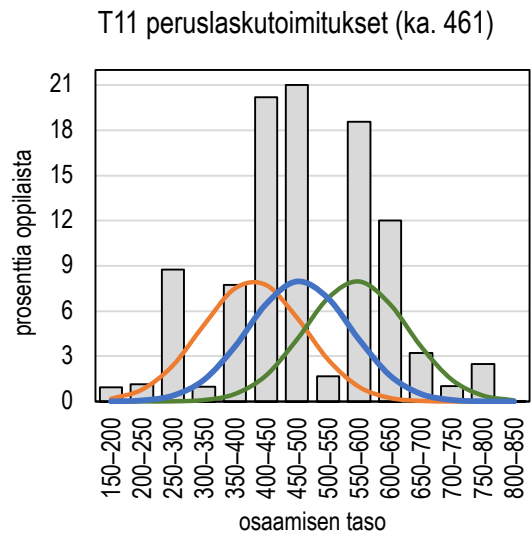
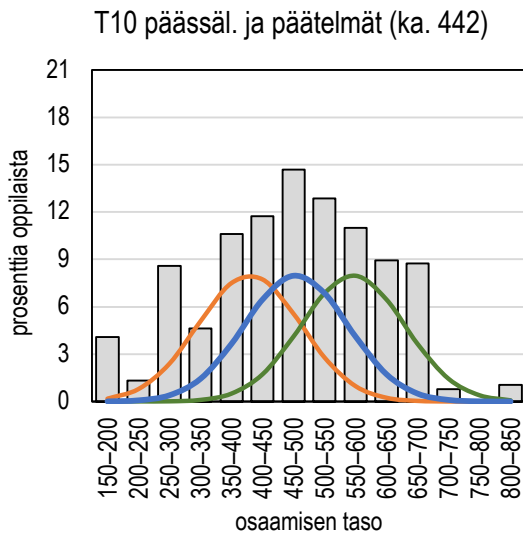
- OECD (2019). Country note. Suomi: https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_FIN.pdf; Ruotsi: https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_SWE.pdf; Norja: https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_NOR.pdf; Tanska: https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_DNK.pdf; Viro: https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_EST.pdf
- OKM (2019). *PISA 2018: Suomi lukutaidossa parhaiden joukossa*. Tiedote 3.12.2019. Opetus- ja kulttuuriministeriö. <https://minedu.fi/-/pisa-2018-suomi-lukutaidossa-parhaiden-joukossa>
- OKM (2021). Toimenpideohjelma kiusaamisen, väkivallan ja häirinnän ehkäisemiseksi varhaiskasvatuksessa, kouluissa ja oppilaitoksissa. Opetus- ja kulttuuriministeriö. <https://okm.fi/documents/1410845/57515679/Toimenpideohjelma+kiusaamisen+v%C3%A4kivallan+ja+h%C3%A4irinn%C3%A4n+ehk%C3%A4isemiseksi+muistio.pdf/9a686c7f-60f7-2677-c182-b5fd21433367/Toimenpideohjelma+kiusaamisen+v%C3%A4kivallan+ja+h%C3%A4irinn%C3%A4n+ehk%C3%A4isemiseksi+muistio.pdf?t=1611661280060>
- 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). *Perusopetuksen päättöarvioinnin kriteerit*. Opetushallituksen määräys OPH-5042-2020. Opetushallitus. <https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/Perusopetuksen%20p%C3%A4%C3%A4tt%C3%B6arvioinnin%20kriteerit%2031.12.2020.pdf>
- Perusopetuslaki 628/1998. Valtion säädöstietopankki Finlex. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1998/19980628>
- Rasch, G. (1960). *Probabilistic models for some intelligence and attainment tests*. Studies in Mathematic Psychology I. Danmarks Pædagogiske Institut. Nielsen & Lydiche.
- Rautopuro, J. (toim.) (2013). *Hyödyllinen Pakkolasku. Matematiikan oppimistulokset peruskoulun päättövaiheessa 2012*. Koulutuksen seurantaraportit 2013:3. Opetushallitus. <https://karvi.fi/wp-content/uploads/2014/09/OPH-0313.pdf>
- Räsänen, P., Närhi, V., & Aunio, P. (2010). Matematiikassa heikosti suoriutuvat oppilaat perusopetuksen 6. luokan alussa. Teoksessa E. K. Niemi & J. Metsämuuronen (toim.), *Miten matematiikan taidot kehittyvät? Matematiikan oppimistulokset peruskoulun viidennen vuosiluokan jälkeen vuonna 2008* (ss. 165–204). Koulutuksen seurantaraportti 2010:2. Opetushallitus. https://karvi.fi/wp-content/uploads/2014/09/OPH_0410.pdf
- 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>
- Saikkonen P., Hannikainen K., Kauppinen T., Rasinkangas, J., & Vaalavuuo, M. (2018). *Sosiaalinen kestävyys: Asuminen, segregaatio ja tuloerot kolmella kaupunkiseudulla*. Raportteja 2/2018. Terveystieteiden tutkimuslaitos. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-343-084-6>
- Salmela-Aro, K., & Chmielewski, A. (2019). Socioeconomic inequality and student outcomes in Finnish schools. Teoksessa L. Volante, S. V. Schnepf, J. Jerrim, & D. A. Klinger, (toim.), *Socioeconomic Inequality and Student Outcomes, Education Policy & Social Inequality* 4. https://doi.org/10.1007/978-981-13-9863-6_9
- Salmivalli, C. (1998). *Koulukiusaaminen ryhmäilmionä*. Gaudeamus, Helsinki.
- Schleicher, A. (2006). *The economics of knowledge: Why education is key for Europe's success*. Policy Brief. The Lisbon Council. <http://www.oecd.org/dataoecd/43/11/36278531.pdf>
- Schleicher, A. (2020). *The impact of COVID-19 on Education. Insights from Education at a Glance 2020*. OECD. <https://www.oecd.org/education/the-impact-of-covid-19-on-education-insights-education-at-a-glance-2020.pdf>
- Thapaliya, T. & Metsämuuronen, J. (2013). School Effect in Learning. Teoksessa J. Metsämuuronen & B. R. Kafle (toim.), *Where Are We Now? Student achievement in Mathematics, Nepali and Social Studies in 2011* (ss. 317–352). Ministry of Education, Kathmandu, Nepal. https://www.researchgate.net/publication/354622292_Where_are_we_now_Student_achievement_in_Mathematics_Nepali_and_Social_Studies_in_2011_Full_Report

- THL (2015). Huono-osaisuus kasautuu syrjäytymisvaarassa oleville nuorille. <https://thl.fi/fi/tutkimus-ja-kehittaminen/tutkimukset-ja-hankkeet/suomalaisten-hyvinvointi-ja-palvelut-hypa/tuloksia/huono-osaisuus-kasautuu-syrjaytymisvaarassa-oleville-nuorille>
- Ukkola, A. & Metsämuuronen, J. (2019). *Alkumittaus – Matematiikan ja äidinkielen ja kirjallisuuden osaaminen ensimmäisen luokan alussa*. Julkaisut 17:2019. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. https://karvi.fi/app/uploads/2019/07/KARVI_1719.pdf
- Ukkola, A. & Metsämuuronen, J. (2021). *Matematiikan ja äidinkielen ja kirjallisuuden osaaminen kolmannen luokan alussa*. Julkaisut 20:2021. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. https://karvi.fi/wp-content/uploads/2021/08/KARVI_2021.pdf
- Ukkola, A., Metsämuuronen, J. & Paananen, M. (2020). *Alkumittauksen syventäviä kysymyksiä*. Julkaisut 10:2020. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. https://karvi.fi/app/uploads/2020/08/KARVI_Alkumittaus.pdf
- UNESCO (2020). Education and COVID-19: Challenges and opportunities. UNESCO. <https://en.ccunesco.ca/idealab/education-and-covid-19-challenges-and-opportunities>
- VATT (2018). Economic Policy Council Report 2017. Economic Policy Council. VATT. <https://www.talouspolitiikanarviointineuvosto.fi/wordpress/wp-content/uploads/2018/01/Report2017.pdf>
- Vygotsky, L. S. (1925). *The psychology of art*, trans. Scripta Technica. MIT Press.
- Wuolijoki, H. (1999). *Matematiikan oppimistulokset ammatillisissa perustutkinnoissa*. Oppimistulosten arviointi 5/1999. Opetushallitus.
- YK (2020). *Policy Brief. Education during COVID-19 and beyond*. Elokuu 2020. Yhdistyneet Kansakunnat. https://www.un.org/development/desa/dspd/wp-content/uploads/sites/22/2020/08/sg_policy_brief_covid-19_and_education_august_2020.pdf
- Zacheus, T., Kalalahti, M., Varjo, J., Saarinen, M., Jahnukainen, M., Mäkelä, M.-L., & Kivirauma J. (2017). Yläkouluikäisten syrjinnän, kiusaamisen ja rasismien kokemukset. *Terra* 128(1), 3–15. https://www.versuslehti.fi/wp-content/uploads/Terra_Y1%C3%A4kouluik%C3%A4isten-syrjinn%C3%A4n-kiusaamisen-ja-rasismien-kokemukset.pdf

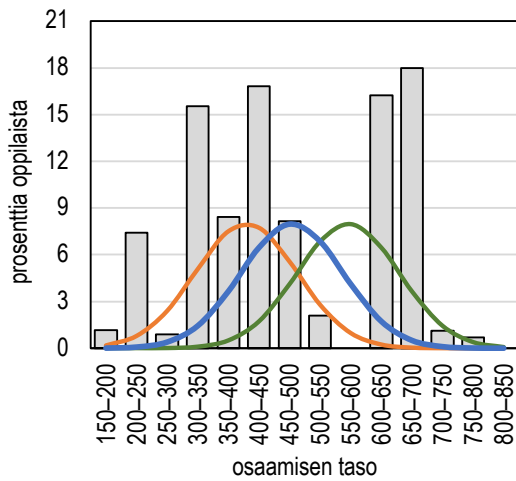
Liitteet



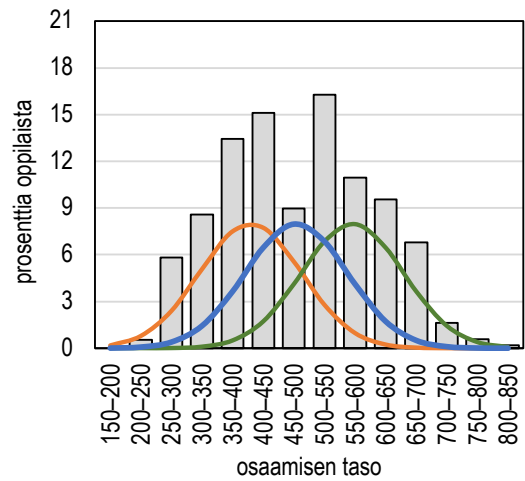
LIITE 1 Tavoitekohtaiset jakaumat



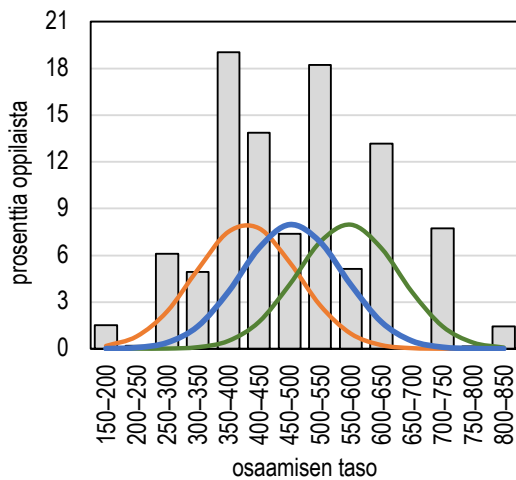
T13 prosenttilaskut (ka. 447)



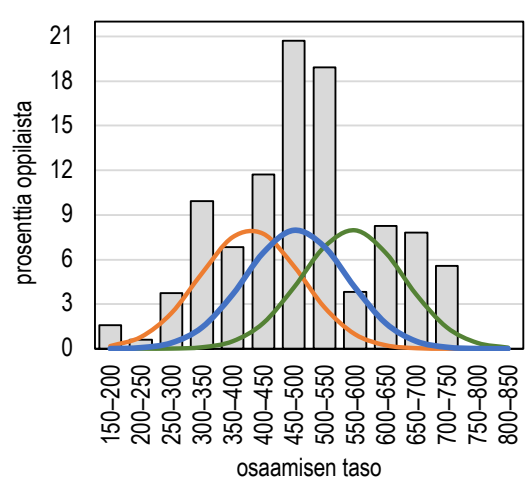
T14 yhtälön ratkaisu (ka. 453)



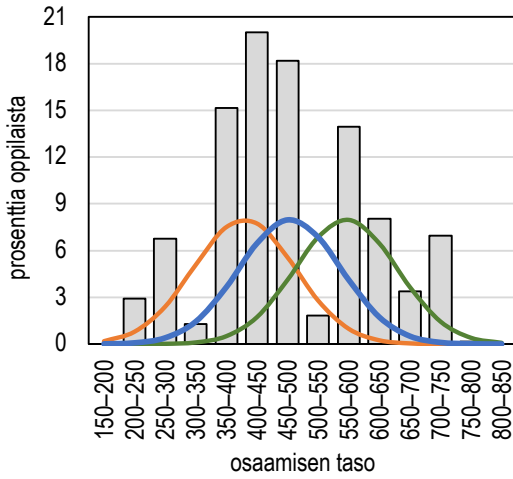
T15 funktiolaskut (ka. 451)



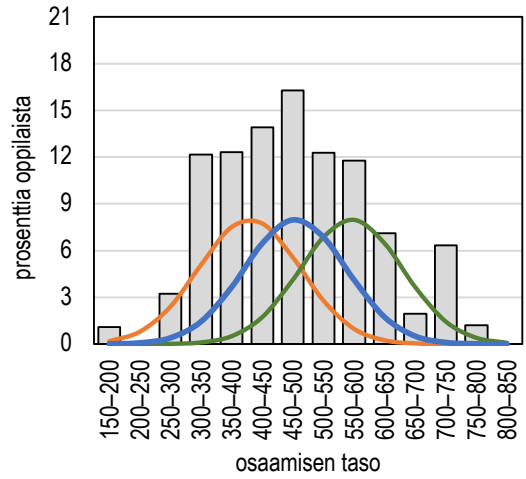
T16 geometriset käsitteet (ka. 459)



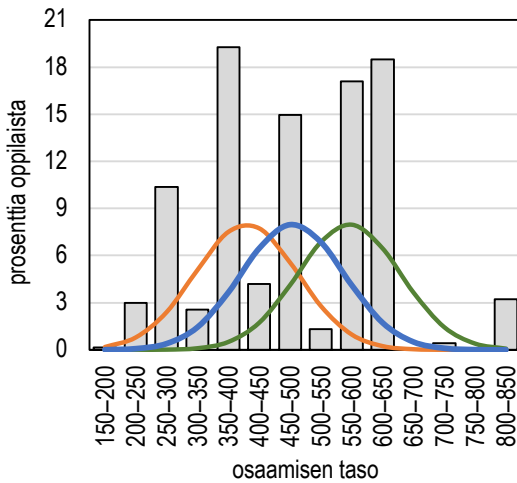
T17 kolmio ja ympyrä (ka. 440)



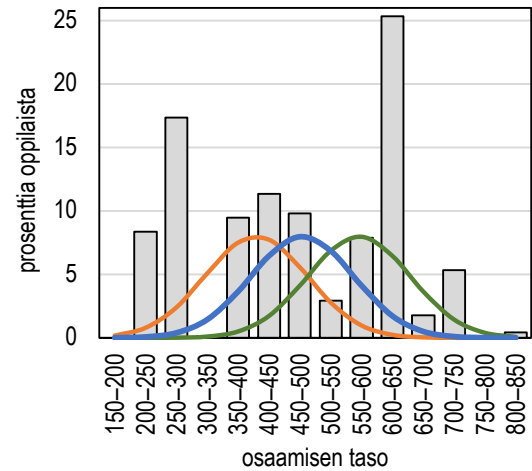
T18 pinta-ala ja tilavuus (ka. 450)



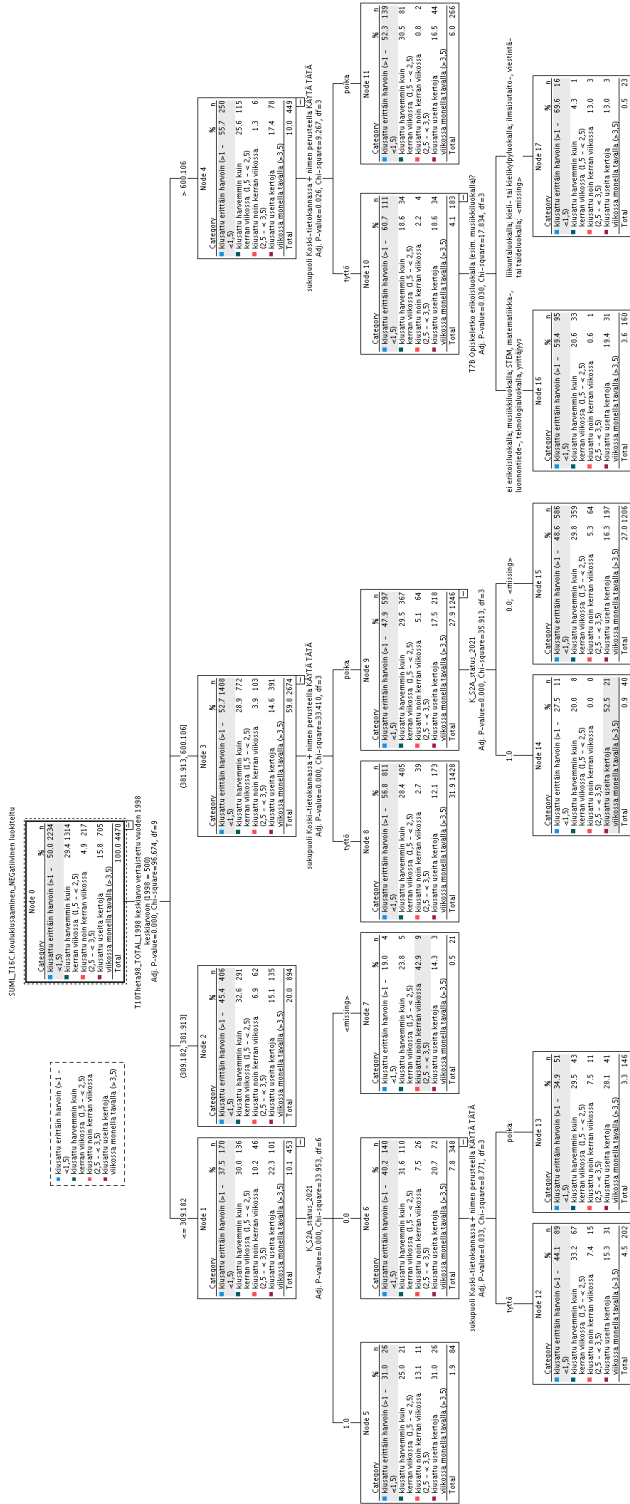
T19 tilastot ja todennn. (ka. 457)



T20 algoritmit ja ohjelmointi (ka. 446)



LIITE 2 Puuanalyysi (DTA) kiusaamisen kokemista selittävistä tekijöistä



Kansallinen koulutuksen arviointikeskus arvioi keväällä 2021 matematiikan oppimistuloksia perusopetuksen päättövaiheessa 9. luokan lopussa. Arviointiin osallistui 12 482 oppilasta 167 koulusta. Arvioinnin kohteena oli kansallisissa opetussuunnitelmien perusteissa kuvattujen, matematiikan tavoitteiden saavuttaminen ja sisältöalueiden osaaminen. Raportissa kuvataan, miten oppilaat saavuttivat tavoitteet ja kuinka koulutuksellinen tasa-arvo toteutuu oppilasryhmien välillä mm. alueellisesti, kieliryhmien välillä ja sukupuolten välillä. Raportissa tarkastellaan myös erilaisia arvosalinjoja, asenteita, suomi tai ruotsi toisena kielenä opiskelevien oppilaiden osaamista, sekä koulukiusaamisen yhteyttä matematiikan osaamiseen. Ensimmäisen kerran kuvataan myös matematiikan osaamisen pitkäaikaisia trendejä kansallisten aineistojen valossa.

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. Keskukseen tehtävänä on myös tukea opetuksen ja koulutuksen järjestäjiä ja korkeakouluja arviointia ja laadunhallintaa koskevissa asioissa sekä kehittää koulutuksen arviointia.