



OPETUSHALLITUS
UTBILDNINGSSTYRELSEN

Eero K. Niemi & Jari Metsämuuronen (toim.)

MITEN MATEMATIIKAN TAI DOT KEHITTYVÄT?

Matematiikan oppimistulokset peruskoulun
viidennen vuosiluokan jälkeen vuonna 2008

Eero K. Niemi & Jari Metsämuuronen (toim.)

MITEN MATEMATIIKAN TAIDOT KEHITTYVÄT?

Matematiikan oppimistulokset peruskoulun viidennen vuosiluokan jälkeen vuonna 2008



OPETUSHALLITUS
UTBILDNINGSSTYRELSEN

© Opetushallitus ja tekijät

Koulutuksen seurantaraportit 2010:2

ISBN 978-952-13-4493-0 (nid.)

ISBN 978-952-13-4494-7 (pdf)

ISSN-L 1798-8934

ISSN 1798-8934 (painettu)

ISSN 1798-8942 (verkkojulkaisu)

Taitto: Sirpa Ropponen

www.oph.fi/julkaisut

Edita Prima Oy, Helsinki 2010

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	8
KEHITTÄMISKOhteita	10
SAMMANDRAG	11
UTVECKLINGSOMRÅDEN	13
ABSTRACT	14
DEVELOPMENTAL AREAS	16

Eero K. Niemi

1	MATEMATIIKAN OPPIMISTULOKSET 6. VUOSILUOKAN ALUSSA	17
1.1	Johdanto.....	17
1.2	Arvioinnin toteuttaminen	18
1.2.1	Tavoitteet ja arvioinnin tarkoitus	18
1.2.2	Projektiryhmä ja sen tehtävät	18
1.2.3	Koetehtävien valinta	19
1.3	Taustakyselyt	20
1.4	Arvioinnin aikataulu	21
1.5	Arviointiin osallistuneet koulut ja oppilaat	22
1.6	Oppilasta koskevaa tietoa	24
1.6.1	Koulussa viihtyminen.....	24
1.6.2	Koulukiusaaminen	25
1.6.3	Tukiopetuksen saaminen matematiikassa	26
1.6.4	Erityisopettajan antama erityisopetus	27
1.6.5	Matematiikan arvosana	28
1.6.6	Äidinkielen arvosana	29
1.6.7	Opettajan käsitykset oppilaan osaamisesta suhteessa .. hyvän osaamisen kriteereihin	30
1.7	Asennekartoitus	31
1.8	Opettajakysely	33
1.8.1	Matematiikan opintojen laajuus	34
1.8.2	Työkokemus	35
1.8.3	Luokan oppilasmäärä ja opetettavat vuosiluokat.....	36
1.8.4	Matematiikan opetus otosluokan oppilaille	37
1.8.5	Opettajien tukipalvelujen käyttö	37
1.8.6	Matematiikan opetukseen liittyvät tekijät.....	39
1.8.7	Matematiikan kunta- ja/tai koulukohtaisen	
	opetussuunnitelman laadintatyöhön osallistuminen.....	40
1.8.8	Opettajan valmistaman oppimateriaalin käyttäminen	41
1.8.9	Täydennyskoulutushalukkuus ja sen laatu.....	41
1.8.10	Matematiikan oppikirjan käyttö opetuksessa	43
1.9	Matematiikan oppimistulokset	45
1.9.1	Kokeen sisältö ja rakenne.....	45
1.9.2	Kokeen tulokset.....	46
1.9.3	Koetulokset sisältöalueittain.....	47
1.9.4	Koetulokset tehtävätyypeittäin	50
1.9.5	Koetulokset lääneittäin	52
1.9.6	Koetulokset kuntamuodoittain	54
1.10	Ala- ja yläkvartiilit	55

1.11	Oppimistulosten vertailua sukupuolen mukaan	56
1.12	Suomen ja ruotsinkielisten koulujen oppilaiden menestyminen kokeessa	58
1.13	Matematiikan arvosanan yhteys koetuloksiin	59
1.14	Asenteet ja niiden yhteys koetulokseen	62
1.15	Koulussa viihtymisen yhteys koetuloksiin	63
1.16	Koulukiusaamisen yhteys koetuloksiin	64
1.17	Opettajatekijöiden yhteydet oppilaiden koetuloksiin	65
1.17.1	Opettajan tutkinto	65
1.17.2	Opettajan kelpoisuus	66
1.17.3	Opintojen laajuus	67
1.17.4	Opettajien halukkuus täydennyskoulutukseen	67
1.18	Pohdintaa	68

Jari Metsämuuronen

2	PITKITTÄISAINEISTOON LIITTYVIÄ MENETELMÄRATKAISUJA	71
2.1	Johdannoksi	71
2.2	Tutkimustehtävä	72
2.3	Menetelmäratkaisuja	75
2.3.1	Asetelma	75
2.3.2	Otos ja kato	76
2.3.3	Aineistojen yhdistäminen ja sensorointi	79
2.3.4	Vertaistamiseen liittyviä erityiskysymyksiä	80
2.3.4	Mittareiden reliabiliteetti	82
2.3.5	Mittaustulosten pysyvyys	85
2.3.6	Käytetyt muuttujat ja menetelmät	86

Jari Metsämuuronen

3	OSAAMISEN JA ASETEIDEN MUUTOS PERUSOPETUKSEN 3.–5. LUOKILLA	93
3.1	Johdanto	93
3.2	Tutkimustehtävä	95
3.3	Keskeisiä termejä ja muuttujia	96
3.4	Tulokset	97
3.4.1	Koulutason muutoksia matematiikka -oppiaineen osaamisessa ja asenteissa	97
3.4.2	Oppilastason tarkentavia tuloksia	115
3.5	Pohdintaa ja arvioivia johtopäätöksiä	132
3.5.1	Keskeiset tulokset tiivistettynä	132
3.5.2	Arvioivia johtopäätöksiä	134

Joutsenlahti Jorma & Vainionpää Jorma

4	OPPIMATERIAALI MATEMATIIKAN OPETUKSESSA JA OSAAMISESSA	137
4.1	Johdanto	137
4.2	Oppimateriaalit matematiikan opetuksessa	138
4.3	Oppikirjat ja matematiikan osaaminen	142
4.3.1	Matematiikan oppikirjat	142
4.3.2	Matematiikan oppikirjat ja osaaminen	143
4.4	Pohdintaa	146

Vainionpää Jorma & Joutsenlahti Jorma

5	OPETTAJIEN MATEMATIIKKAKUVA JA MATEMATIIKAN OPETTAMISEN OLOSUhteet	149
5.1	Johdanto.....	149
5.2	Opettaja-aineiston ominaisuuksien kuvailua.....	150
5.3	Tulokset	152
5.3.1	Opettajien käsityksiä matematiikan opettamisesta.....	152
5.3.2	Matematiikkaan liittyvä asennoituminen	160
5.4	Pohdintaa	162

Räsänen Pekka, Närhi Vesa & Aunio Pirjo

6	MATEMATIIKASSA HEIKOSTI SUORIUTUVAT OPPILAAT PERUSOPETUKSEN 6. LUOKAN ALUSSA	165
6.1	Johdanto.....	165
6.1.1	Selvityksen tausta	165
6.1.2	Heikon osaamisen määrittäminen.....	167
6.1.3	Matematiikassa heikkoon suoriutumiseen liittyvät käsitteet	168
6.1.4	Matematiikassa heikosti suoriutuvien määrät kansainvälisissä arvioissa	169
6.1.5	Heikosti suoriutuneiden määrät aiemmissa kansallisissa arvioinneissa	169
6.2	Menetelmät.....	170
6.2.1	Otos	170
6.2.2	Heikon suoriutumisen kriteerit tässä raportissa.....	171
6.2.3	Tuki- ja erityisopetuksen mittarit	173
6.2.4	Oppilaiden asenteet matematiikkaa kohtaan	174
6.2.5	Kuvioissa ja taulukoissa käytetyt lyhenteet	174
6.3	Tulokset	175
6.3.1	Heikosti suoriutuneiden oppilaiden osuudet eri mittareilla	175
6.3.2	Kansallisessa kokeessa heikosti suoriutuneet	178
6.3.3	Eri mittareiden yhdenmielisyyss ja heikosti suoriutuneiden määrä	181
6.4	Heikkojen oppilaiden osuudet eri indekseillä	183
6.4.1	Läänitason tarkastelu	183
6.4.2	Kuntatyyppitason tarkastelu	184
6.4.3	Sukupuolierot.....	185
6.4.4	Kieliryhmät.....	185
6.5	Tuki- ja erityisopetus	188
6.5.1	Tuki- ja erityisopetuksen kohdentuminen	188
6.5.2	Tuki- ja erityisopetusta saaneiden taidot ja taitojen kehitys	191
6.6	Asenteet ja asenteiden muutokset.....	194
6.6.1	Asenteet.....	194
6.6.2	Asenteiden muutokset heikosti suoriutuneilla oppilailla ..	194
6.7	Opettajien kompetenssi ja koulutustarpeet.....	195
6.8	Yhteenveto	196
6.8.1	Vajaalle viidelle prosentille kuudennen luokan yleisopetuksen oppilaista matematiikan oppiminen vaikeaa –heistä kolmanneksella puutteita aivan perustaidoissa...	196

6.8.2	Matematiikassa heikosti suoriutuvien määrissä ei alueellisia eroja	196
6.8.3	Tyttöjä ja poikia yhtä paljon heikosti suoriutuviissa, mutta tytöt ylliedustettuna itseään matematiikassa huonona pitäviissä ja matematiikka-ahdistuneissa	197
6.8.4	Matematiikassa heikosti suoriutuvista alle puolet saa tarvitsemaansa lisätukea oppimiselle	197
6.8.5	Heikosti suoriutuvien oppilaiden asenteet matematiikkaa kohtaan syöksykierteessä kolmannelta kuudennelle luokalle	198
6.8.6	Ei-kotimaisia kieliä äidinkielenään puhuvien matemaattiset taidot heikompia	198
6.8.7	Opettajat uskovat koulunsa tarjoavan heikosti suoriutuville oppilaille tukea oppimiseen, mutta kokevat itse tarvitsevaansa lisäoppia matematiikan oppimisvaikeuksista ja niihin liittyvistä opetusmenetelmistä	199
6.9	Suositukses	199
6.9.1	Tehostetun tuen kohdentumista ja vaikuttavuutta selvitettävä	199
6.9.2	Maahanmuuttajatytöt syrjäytymisvaarassa?	200
6.9.3	Eriyisopetukseen otettujen tai siirrettyjen oppilaiden taitojen arviointi osaksi kansallisia oppimisarviointeja...	201
<i>Metsämuuronen Jari, Niemi Eero K., Joutsenlahti Jorma, Vainionpää Jorma, Räsänen Pekka, Närhi Vesa & Aunio Pirjo</i>		
7	ARVIOIVIA JOHTOPÄÄTÖKSIÄ JA SUOSITUKSIA	205
<i>Niemi Eero K.</i>		
7.1	Oppimistulosten perusteella nousevia arvioivia johtopäätöksiä ..	206
<i>Metsämuuronen Jari</i>		
7.2	Osaamisen muutoksen perusteella nousevia arvioivia johtopäätöksiä	207
<i>Joutsenlahti Jorma & Vainionpää Jorma</i>		
7.3	Opettaja- ja oppikirjakysymysten perusteella nousevia arvioivia johtopäätöksiä	209
<i>Räsänen Pekka, Närhi Vesa & Aunio Pirjo</i>		
7.4	Heikkojen oppilaiden tulosten perusteella nousevia arvioivia johtopäätöksiä	211

TIIVISTELMÄ

Opetushallitus arvioi syyskuussa 2008 perusopetuksen 5. vuosiluokan suorittaneiden oppilaiden matematiikan oppimistuloksia heidän ollessaan 6. vuosiluokan alussa. Tiedot kerättiin ositetulla otannalla 244 suomenkielisestä ja 44 ruotsinkielisestä peruskoulusta, jotka edustivat kattavasti eri kieliryhmiä, läänejä ja kuntaryhmiä. Otokseen kuului 5 560 oppilasta, joista 2 844 poikaa ja 2 716 tyttöä. Arviointiin osallistuivat samat koulut ja valtaosin samat oppilaat, jotka olivat mukana 3. luokan alun äidinkielen ja matematiikan arvioinnissa vuonna 2005. Yhteensä 4 551 samaa oppilasta osallistui sekä 3. luokan että 6. luokan alun tiedonkeruuseen. Oppilaat menestyivät matematiikan kokeessa keskimäärin hyvin. Pojat ja tytöt menestyivät kokeessa lähes yhtä hyvin. Geometrian sisältöalue osattiin heikoiten ja parhaiten tietojenkäsittely, tilastot ja todennäköisyys sisältöalue. Myös päässälaskut osattiin hyvin. Tuottamistehtävät osattiin heikoiten.

Osaaminen on lisääntynyt kolmen vuoden aikana 28–30 prosenttiyksikköä. Koska käytännössä suurin osa matemaattisista operaatioista ja niiden välisistä yhteyksistä opitaan koulussa, voidaan päätellä, että koulu tuottaa huomattavan lisäarvon oppilaille.

Oppilaat pitivät matematiikkaa hyödyllisenä oppiaineena ja käsitys omasta osaamisesta oli pojilla myönteisempi kuin tytöillä.

Vaikka kokonaisuutena voidaan todeta, että oppilaiden oppimistulosten erot eivät ole suuria ja koulutuksellinen tasa-arvo maassa on hyvä, ovat kuitenkin yksittäisten koulujen väliset erot yllättävän suuria. Erityisesti tällaiset erot korostuvat ruotsinkielisten koulujen kohdalla. Suomenkielisten koulujen oppilaat menestyivät ruotsinkielisten koulujen oppilaita paremmin kaikilla sisältöalueilla ja eri tehtävätyypeissä. Parhaat ruotsinkieliset koulut olivat parhaiden koulujen joukossa, mutta heikoimpien koulujen joukossa oli selkeä yliedustus ruotsinkielisiä kouluja. Huomattavassa osassa ruotsinkielisiä kouluja koulujen oppilaiden keskimääräinen geometrian ratkaisuosuus oli kohonnut 6. luokan alussa tasolle, jolla suomenkielisten koulujen keskiarvo oli jo 3. luokan alussa. Ruotsinkielisten koulujen tulosten keskiarvojen vaihteluväli oli kaksinkertaistunut kolmessa vuodessa; suomenkielisissä kouluissa ero oli kaventunut.

Sekä heikoimmat että parhaimmat oppilaat edistyivät enemmän, mikäli koulun lähtötaso oli ollut heikko. Syynä voi olla yhtäältä se, että lähtötasoltaan heikoimmissa kouluissa oli käytetty opetuksessa enemmän konkreettisia havaintovälineitä opetuksen tukena kuin lähtötasoltaan parhaissa kouluissa.

Oppikirjan ja opettajan oppaan merkitys oli erittäin tärkeä opettajien opetusta ohjaava tekijä. Opetussuunnitelman merkitys opetuksessa oli toissijainen.

Opettajien täydennyskoulutukselle on selvästi tarvetta. Erityisesti koulutusta kaivataan opetusmenetelmissä ja matematiikan oppimisvaikeuksissa sekä oppilaiden ohjautumisessa heidän tarvitsemansa tuen piiriin.

Kolmannen luokan alun loogis-kognitiivisten taidoilla on yhteys myöhemmän osaamisen muutokseen: mitä paremmat loogis-kognitiiviset taidot 3. luokan alussa, sitä enemmän on osaamisen lisääntymistä. Yksittäisten oppilaiden muutosta on kuitenkin vaikea ennustaa, sillä osa heikoilla loogis-kognitiivisilla taidoilla varustetuista oppilaista osaaminen kehittyi erittäin paljon.

Vajaa viisi prosenttia yleisopetuksen oppilaista suoriutui heikosti matematiikassa sekä opettajien arviointien että kansallisen kokeen tulosten perusteella. Näistä oppilaista kolmanneksella oli merkittäviä vaikeuksia selviytyä jo arjen toiminna tarvittavista peruslaskutaitoja vaativista tehtävistä.

Matematiikan tehostetun tuen, erityisesti erityisopetuksen, määrä on lisääntynyt merkittävästi viimeisen vuosikymmenen aikana. Tästä huolimatta vähintään puolet niistä yleisopetuksen oppilaista, jotka suoriutuvat heikosti matematiikassa, ei ole saanut lainkaan tai saanut vain vähäisessä määrin tuki- tai erityisopetusta. Samanaikaisesti tuen piirissä on ollut oppilaita, joiden menestys matematiikassa on ollut huomattavasti parempi.

KEHITTÄMISKOhteita

Oppilaat menestyivät kokeessa keskimäärin hyvin ja osaaminen oli lisääntynyt kolmen vuoden aikana 28–30 prosenttiyksikköä. Geometrian sisältöalue osattiin heikoin. Jatkossa tulisi kiinnittää huomiota geometrian sisältöalueen opettamiseen sekä tuottamistehtävien ratkaisemiseen ja niiden mahdolliseen lisäämiseen opetuksessa.

Tyttöjen itsetunnon kohottamiselle matematiikan osaajina olisi tarvetta.

Opetushallituksen alaluokilla suorittamissa matematiikan seuranta-arvioinneissa ruotsinkielisten koulujen oppilaat ovat menestyneet selvästi heikommin kuin suomenkielisten koulujen oppilaat. Siksi tulisi mitä pikemmin tutkia, mistä erot johtuvat.

Oppikirjan ja opettajan oppaan merkitys on edelleen tärkein opetusta ohjaava tekijä. Olisi syytä pohtia valtakunnallisia keinoja oppimateriaalien seurantaan ja kehittämiseen.

Kokonaisuutena oppilaiden oppimistulosten erot eivät olleet suuria ja koulutuksellinen tasa-arvo maassamme oli hyvä. Kuitenkin yksittäisten koulujen väliset erot olivat yllättävän suuria.

Opettajien täydennyskoulutukselle on selvästi tarvetta. Erityisesti koulutusta kaivataan opetusmenetelmissä ja oppilaiden matematiikan oppimisvaikeuksissa sekä oppilaiden ohjautumisessa heidän tarvitsemansa tuen piiriin.

Kansallisissa arviointitutkimuksissa on tarkasteltu ainoastaan yleisopetuksen piirissä olevien oppilaiden suoriutumista. Yli kahdeksan prosenttia ikäluokasta on otettu tai siirretty erityisopetukseen ja he ovat jääneet näiden arviointien ulkopuolelle. Heistä puolet opiskelee yleisopetuksen luokissa. Tuki- ja erityisopetusta, sen organisointia ja kehittämistä tukevan kokonaiskäsitteksen saamiseksi olisi kansallisten arviointitutkimusten yhteydessä, esimerkiksi erillisotosten avulla, koottava kattavasti tietoa myös erityisopetuksen oppilaiden matematiikan osaamisesta ja tuen tarpeista.

SAMMANDRAG

Utbildningsstyrelsen utvärderade i september 2008 inlärningsresultaten i matematik bland elever som hade slutfört årskurs 5 och som var i början av årskurs 6 i den grundläggande utbildningen. Uppgifterna samlades in med hjälp av ett stratifierat sampel i 244 finskspråkiga och 44 svenskspråkiga grundskolor. Skolorna representerade olika språk, län och kommungrupper. I provet deltog 5 560 elever, av vilka 2 844 var pojkar och 2 716 flickor. Samplet bestod av samma skolor och i stort sett samma elever som var med i utvärderingen av modersmål och matematik i början av årskurs 3 år 2005. Sammanlagt 4 551 elever deltog både i utvärderingen i årskurs 3 och i årskurs 6.

Eleverna klarade sig i genomsnitt bra i provet i matematik. Pojkarnas och flickornas provresultat var i det närmaste lika bra. Sämst behärskade eleverna innehållsområdet geometri och bäst informationsbehandling, statistik och sannolikhet. Huvudräkningsuppgifterna gick bra och produktionsuppgifterna gick sämst.

Kunskaperna har under tre år ökat med 28–30 procentenheter. Eftersom eleverna i praktiken lär sig de flesta matematiska operationer och sambanden mellan dem i skolan, kan man dra slutsatsen att skolan ger ett betydelsefullt mervärde till eleverna.

Eleverna tyckte att matematik är ett nyttigt läroämne och pojkarna hade större tilltro till sina egna kunskaper än flickorna.

Fastän man som helhet kan konstatera att skillnaderna mellan elevernas inlärningsresultat är små och att Finland har en jämlik utbildning, finns det ändå överraskande stora skillnader mellan enskilda skolor. Skillnaderna är tydligast när det gäller svenskspråkiga skolor. Eleverna i finskspråkiga skolor behärskade alla innehållsområden och uppgiftstyper bättre än eleverna i svenskspråkiga skolor. De bästa svenskspråkiga skolorna fanns med bland de bästa skolorna men svenskspråkiga skolor var klart överrepresenterade bland de svagaste skolorna. I en påfallande stor del av de svenskspråkiga skolorna hade elevernas genomsnittliga lösningsfrekvens i geometri nått samma nivå i början av årskurs 6 som medeltalet i finskspråkiga skolor var redan i början av årskurs 3. Variationsbredden för de genomsnittliga resultaten i svenskspråkiga skolor hade på tre år fördubblats, medan den i finskspråkiga skolor hade minskat. Såväl de svagaste som de bästa eleverna gjorde större framsteg om skolan hade en svag utgångsnivå. Orsaken kan eventuellt vara att skolorna med den svagaste utgångsnivån hade använt mera konkreta hjälpmedel i undervisningen än skolorna med den bästa utgångsnivån.

Ur utvärderingen framgår att läroboken och lärarhandboken styr undervisningen i mycket hög grad. Läroplanen har en sekundär betydelse i undervisningen.

Det finns ett klart behov av fortbildning för lärare. Speciellt stor är efterfrågan på utbildning som berör undervisningsmetoder och inlärningssvårigheter i matematik samt handledning av elever som behöver stöd.

De logiskt-kognitiva färdigheterna i årskurs 3 har samband med hur kunskaperna senare utvecklas: Ju bättre logiskt-kognitiva färdigheter eleverna har i början av årskurs 3, desto mera ökar deras kunskaper. Det är dock svårt att förutspå enskilda elevers utveckling, eftersom kunskaperna hos vissa elever med svaga logiskt-kognitiva färdigheter ökade synnerligen mycket.

Knappt fem procent av eleverna inom den allmänna undervisningen klarade sig dåligt i matematik, både enligt lärarnas bedömning och enligt resultaten av det nationella provet. Av dessa elever hade en tredjedel betydande svårigheter redan med att klara uppgifter som kräver grundläggande räknefärdigheter som behövs i vardagslivet.

Andelen effektiverat stöd i matematik, speciellt specialundervisning, har ökat märkbart under det senaste årtiondet. Stödet har inte alltid riktats på ett ändamålsenligt sätt. Åtminstone hälften av de elever inom den allmänna undervisningen som klarade sig dåligt i matematik har inte alls eller endast i liten utsträckning fått stöd- eller specialundervisning. Samtidigt har elever som klarat sig betydligt bättre i matematik fått stöd.

UTVECKLINGSSOMRÅDEN

Elevernas resultat i provet var i genomsnitt bra och kunskaperna hade under tre år ökat med 28–30 procentenheter. De svagaste kunskaperna hade eleverna inom innehållsområdet geometri. Skolorna borde alltså i fortsättningen fästa mera avseende vid undervisningen i geometri samt produktionsuppgifter och eventuellt öka deras andel i undervisningen.

Det finns också behov av att stärka flickornas tilltro till sin matematiska förmåga.

Eleverna i svenskspråkiga skolor har klarat sig betydligt sämre än elever i finskspråkiga skolor i de uppföljningsutvärderingar i matematik som Utbildningsstyrelsen genomfört i årskurserna 1–6. Det gäller att snarast möjligt undersöka vad skillnaderna beror på.

Läroboken och lärarhandboken styr fortfarande undervisningen i mycket hög grad. Det är skäl att allvarligt fundera på hur man ska förhålla sig till uppföljningen av läromedel, senast då läroplansgrunderna revideras.

Som helhet var skillnaderna mellan elevernas inlärningsresultat obetydliga och Finland tycks ha en jämlik utbildning. Ändå fanns det överraskande stora skillnader mellan enskilda skolor.

Det finns ett klart behov av fortbildning för lärare. Speciellt stor är efterfrågan på utbildning som berör undervisningsmetoder och inlärningssvårigheter i matematik samt handledning av elever som behöver stöd.

De nationella utvärderingarna har endast granskat hur elever inom den allmänna undervisningen klarat sig. Över åtta procent av åldersklassen har tagits in eller förts över till specialundervisning och berörs därför inte av utvärderingarna. Av dem studerar hälften i en klass inom den allmänna undervisningen. För att få en helhetsbild som stödjer stöd- och specialundervisningen och organiserandet och utvecklandet av den borde man till exempel med hjälp av ett skilt sampel samla in heltäckande information också om specialelevens kunskaper och stödbehov i matematik.

ABSTRACT

The Finnish National Board of Education assessed learning outcomes in mathematics among pupils who had finished the 5th grade of basic education in September 2008 as they were starting the 6th and final grade of primary level. Data was collected through stratified sampling from 244 Finnish-language and 44 Swedish-language comprehensive schools representing a comprehensive cross-section of different linguistic groups, provinces and groups of municipalities. The sample covered 5,560 pupils, consisting of 2,844 boys and 2,716 girls. The assessment involved the same schools and more or less the same pupils who had participated in the assessment of mother tongue and mathematics at the beginning of the 3rd grade in 2005. In total, the same 4,551 pupils participated in the data collections at the beginning of both the 3rd and 6th grades.

On average, pupils performed well in the mathematics test. Boys and girls performed almost equally well. Performance was worst in geometry and best in the content area covering data processing, statistics and probability. Pupils also performed well in mental calculations, while their performance was worst in production assignments.

Over a period of three years, performance has improved by 28–30 percentage points. Since the main bulk of mathematical operations and their interconnections are practically learnt at school, it is fair to conclude that school provides considerable added value for pupils.

Pupils considered mathematics to be a useful subject and boys had higher perceptions of their own skills than girls.

While it is possible to conclude on the whole that there are no major differences in pupils' learning outcomes and that the equality of educational opportunities is good in Finland, there are surprisingly considerable differences between individual schools. In particular, these differences become pronounced among Swedish-language schools. Pupils at Finnish-language schools performed better than their peers at Swedish-language schools in all content areas and in different types of assignments. While the best Swedish-language schools were among the best schools, there was a clear over-representation of Swedish-language schools among the lowest-ranking schools. There was a considerable proportion of Swedish-language schools where it was only at the beginning of the 6th grade that pupils' average success rate in geometry had reached a level corresponding to the average achieved by their counterparts at Finnish-language schools at the beginning of the 3rd grade. The range of variation in average scores achieved at Swedish-language schools had doubled over a period of three years, whereas the

variation had diminished at Finnish-language schools. Both the weakest and the best pupils made more progress at schools with a weak initial level. On the one hand, this can be attributed to the fact that schools with the lowest initial levels had used concrete audiovisual aids in support of teaching to a larger extent than schools with the best initial level.

The assessment revealed that textbooks and teachers' guides played a crucial role in guiding teachers' teaching work, whereas the curriculum played a secondary role.

There is clear demand for continuing teacher training. In particular, training is required in teaching methods and learning difficulties in mathematics, as well as in guiding pupils towards support services matching their needs.

Pupils' logical and cognitive skills at the beginning of the third grade are linked to subsequent changes in their performance: the better their logical and cognitive skills at the beginning of the third grade, the more their performance will improve later on. Nevertheless, it is difficult to predict this change for individual pupils, because some of those who have weak logical and cognitive skills showed considerable progress in their performance.

Slightly less than 5% of pupils in mainstream education performed poorly in mathematics based on both teachers' assessments and national test results. A third of these pupils had significant difficulties performing even assignments requiring basic arithmetic skills needed for daily routines.

The amount of intensified support in mathematics, in particular remedial instruction, has increased considerably over the last decade. Regardless, at least half of those mainstream pupils who performed poorly in mathematics have received no or minimal remedial or special needs education. At the same time, pupils showing significantly better performance in mathematics have received support.

DEVELOPMENTAL AREAS

On average, pupils performed well in the test, while performance had improved by 28–30 percentage points over a period of three years. Performance was weakest in geometry. In the future, more attention should therefore be focused on teaching geometry and on problems in solving production assignments as well as on possibly increasing their share of instruction.

It would be necessary to improve girls' self-esteem in terms of their mathematics skills.

Follow-up assessments in mathematics carried out by the Finnish National Board of Education at primary level reveal that pupils at Swedish-language schools have clearly performed worse than their counterparts at Finnish-language schools. It would therefore be imperative to investigate the reasons for these differences as soon as possible.

Textbooks and teachers' guides are still the most important factors in terms of guiding instruction. It would be advisable to seriously consider the approach to take in terms of monitoring teaching materials, at the latest when reforming the National Core Curriculum.

On the whole, there were no major differences in pupils' learning outcomes and the equality of educational opportunities was good in Finland. Nevertheless, there were surprisingly considerable differences between individual schools.

There is clear demand for continuing teacher training. In particular, training is required in teaching methods and pupils' learning difficulties in mathematics, as well as in guiding pupils towards support services matching their needs.

National assessment studies have exclusively focused on performance among pupils in mainstream education. More than 8% of the relevant age group has, however, been admitted or transferred to special needs education, which means that they have been excluded from these assessments. Half of these pupils study in mainstream classes. In order to form an overview in support of remedial and special needs education and its organisation and development, it would be necessary also to collect comprehensive data on mathematics skills and support needs among pupils in special needs education as part of national assessment studies, by means of separate samples, for example.

1 MATEMATIIKAN OPPIMISTULOKSET 6. VUOSILUOKAN ALUSSA

1.1 JOHDANTO

Opetushallitus on tehnyt matematiikan oppimistulosten arviointeja vuodesta 1998 lähtien. Arvioinnit ovat kohdistuneet pääasiassa perusopetuksen päätösvaiheeseen. Tämä arviointi on kolmas Opetushallituksen kuudennella vuosiluokalla toteuttama matematiikan oppimistulosarviointi. Tarkoituksena oli selvittää oppilaiden oppimistuloksia perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus 2004) esitettyjen tavoitteiden näkökulmasta niin sanotussa toisessa nivelvaiheessa viidennen kouluvuoden päättyessä sekä etsiä mahdollisia tekijöitä, jotka ovat yhteydessä oppimistuloksiin ja oppilaiden asenteisiin.

Oppimistuloksia on mitattu koetehtäväsarjalla, joka on sisältänyt päässä-lasku-, monivalinta- ja tuottamistehtäviä opetussuunnitelman perusteissa olevilta keskeisiltä sisältöalueilta. Oppilaiden asennoitumista matematiikkaa kohtaan on mitattu asennekartoituksella. Lisäksi oppilaille ja otokseen tulneiden koulujen matematiikan opettajille ja rehtoreille on tehty kirjallinen kysely. Kyselyillä on haluttu selvittää mahdollisia oppilaiden koetuloksiin ja asenteisiin yhteydessä olevia tekijöitä.

1.2 ARVIOINNIN TOTEUTTAMINEN

1.2.1 Tavoitteet ja arvioinnin tarkoitus

Perusopetuksen kuudennen vuosiluokan matematiikan oppimistulosarviointi toteutettiin syyskuun lopulla vuonna 2008. Tavoitteena oli saada tietoa, miten oppilaat ovat saavuttaneet opetussuunnitelman perusteissa 2004 asetut matematiikan osaamisen tavoitteet perusopetuksen viidennen vuosiluokan jälkeen eli toisessa nivelvaiheessa. Arvioinnin ulkopuolelle jätettiin opetussuunnitelman perusteissa mainitut ajattelun taidot ja menetelmät. Arvioinnissa keskityttiin matematiikan eri osa-alueiden kuten lukujen, laskutoimitusten ja algebran, geometrian, tietojen käsittelyn ja tilastojen sekä todennäköisyyden mittaamiseen. Lisäksi selvitettiin rehtoreille, opettajille ja oppilaille suunnatuilla kyselylomakkeilla, millaiset taustatekijät saattavat olla yhteydessä oppimistuloksiin ja millainen asennoituminen oppilailla on matematiikkaa kohtaan sekä erityisesti miten tiedot ja taidot ovat kehittyneet oppilailla perusopetuksen ensimmäisen nivelvaiheen jälkeen. Tarkoituksena oli myös saada syvällisempää tietoa oppikirjojen yhteydestä opetukseen ja oppimistuloksiin sekä syrjäytymisvaarassa olevien oppilaiden ja koulupudokkaiden oppimistuloksista ja niihin yhteydessä olevista tekijöistä.

1.2.2 Projektiryhmä ja sen tehtävät

Arvioinnin suunnittelua, ohjantaa ja seurantaa varten Opetushallitus asetti projektiryhmän, johon kuuluivat projektipäällikköinä opetusneuvos Eero K. Niemi ja erikoistutkija Jari Metsämuuronen Opetushallituksesta, jäsenenä matematiikan didaktiikan lehtori Jorma Joutsenlahti ja kasvatustieteen lehtori Jorma Vainionpää Tampereen yliopiston Hämeenlinnan opettajankoulutuslaitoksesta, neuropsykologian erikoispsykologi Pekka Räsänen, neuropsykologian erikoispsykologi Vesa Närhi ja dosentti Pirjo Aunio Niilo Mäki Instituutista sekä sihteerinä tutkimussihteeri Tuija Koskela Opetushallituksesta.

Projektiryhmän tehtävänä oli selvittää, millaisia tietoja tulee kerätä matematiikan toisen nivelvaiheen oppimistulosten arvioimiseen ja niiden tulosten tulkitsemiseen.

1.2.3 Koetehtävien valinta

Kokeeseen valittiin 10 päässälaskutehtävää, 8 monivalintatehtävää ja 12 tuottamistehtävää sekä yksi niin sanottu jokeritehtävä. Tehtävät valittiin aikaisemmissa matematiikan oppimistulosarvioinneissa olevista tehtäväosioista siten, että jokaisen tehtäväosion vaikeustaso olisi soveltuva 6. vuosiluokan alun mittaukseen ja että jokaisen tehtävän erottelukyky olisi mahdollisimman hyvä. Projektipäälliköt Eero K. Niemi ja Jari Metsämuuronen valitsivat arviointiin koetehtävät. Kaksi koetehtävää, joista toinen oli jokeritehtävä, laati projektiryhmän jäsen Jorma Joutsenlahti. Niilo Mäki -instituutin asiantuntijat valmistivat kokeeseen erittäin helppoja, heikoimpia oppilaita erotteluvia tehtäviä.

Koe käsitti kolme sisältöaluetta. Sisältöalueittain tehtävät jakaantuivat siten, että lukujen, laskutoimitusten ja algebran sisältöalueeseen kuuluivat 10 päässälaskutehtävää ja 12 muuta tehtävää, geometrian sisältöalueeseen 4 koetehtävää sekä tietojen käsittelyn ja tilastojen sekä todennäköisyyden sisältöalueeseen 5 tehtävää. Päässälasku- ja monivalintatehtävät pisteytettiin 0–1 pistettä/tehtävä ja tuottamistehtävät vaikeustason mukaan 1–5 pistettä/tehtävä. Jokeritehtävästä sai kuusi pistettä. Koetehtävisarjan kokonaispistemäärä oli 54 pistettä ilman jokeritehtävää (6 pistettä).

1.3 TAUSTAKYSELYT

Otokseen valittujen koulujen opetuksen järjestäjille lähetettiin huh-tikuussa tiedote perusopetuksen 6. vuosiluokan matematiikan kokeen järjestämisestä syyskuussa sekä kerrottiin, että arvioinnissa selvitetään perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa esitettyjen tavoitteiden toteutumista matematiikan opetuksen toisessa nivelvaiheessa 5. vuosiluokan päättäneiltä oppilailta. Arviointiin liittyi rehtori-, opettaja- ja oppilaskysely. Kyselyillä haluttiin saada selville, mitkä mahdolliset taustamuuttujat olivat yhteydessä oppilaiden saamaan koetulokseen.

Rehtorikysely

Otoskoulujen rehtoreille lähetettiin perustietokysely keväällä 2008. Rehtoreilta tiedusteltiin muun muassa tulevien 6. vuosiluokkien oppilasmääriä, opettajamääriä ja koulussa toimivien yleisopetuksen luokka-asteita. Rehtoreita pyydettiin myös ilmoittamaan, mihin kouluun vuonna 2005 matematiikan ja äidinkielen arviointiin vuosiluokalla 3 osallistuneet oppilaat olivat mahdollisesti siirtyneet.

Opettajakysely

Opettajakyselyllä tiedusteltiin opettajan sukupuolta, koulutusta, opettajan kelpoisuutta, matematiikan opintojen laajuutta, työkokemusta, palvelussuhteen laatua, tukipalvelujen käyttömahdollisuutta, osallistumista matematiikan kunta/koulukohtaiseen matematiikan laadintatyöhön, oppimateriaalin käyttöä, täydennyskoulusta ja täydennyskoulutukseen osallistumishalukkuutta, matematiikan oppimisvälineiden, oppilaiden asenteen ja työskentelymuotojen tärkeyttä, opettajien yhteistyötä sekä mitä matematiikan oppikirjaa opettaja opetuksessaan käyttää. Lisäksi kyselyyn liittyi 32 matematiikan opetukseen liittyvää asenneväittämää, joihin opettajaa pyydettiin vastaamaan. Opettajakysely lähetettiin otoksessa mukana oleviin kouluihin yhdessä opettajan ohjeiden ja muun koemateriaalin mukana.

Oppilaskysely

Oppilailta kysyttiin sukupuolta, äidinkieltä, koulussa viihtymistä, 5. vuosiluokan matematiikan ja äidinkielen arvosanaa sekä asennetta matematiikkaa kohtaan 18 asenneväittämällä. Oppilaskyselyyn vastaaminen tuli tehdä ennen varsinaisen kokeen suorittamista, jottei oppilaskysely haitannut itse koetilannetta. Lisäksi oppilaskyselylomakkeessa pyydettiin opettajaa vastaamaan kysymykseen oppilaan matematiikan osaamisesta yleensä suhteessa opetussuunnitelman perusteissa esitettyyn hyvän osaamisen kuvaukseen.

1.4 ARVIOINNIN AIKATAULU

Arviointiin osallistuvien koulujen opetuksen järjestäjille lähetettiin kesäkuussa 2008 kirje, jossa kerrottiin arvioinnin tarkoituksesta ja siitä että arvioinnissa selvitetään perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa esitettyjen tavoitteiden toteutumista matematiikan toisessa nivelvaiheessa 5. luokan päättäneiltä oppilailta. Samalla kerrottiin, että arviointi toteutetaan 25.9.2008 lähes 300 koulussa eri puolilla maata. Sama asia ilmoitettiin myös koulujen rehtoreille.

Rehtoreille lähetettiin syyskuun alussa arviointiin liittyvä aineisto, joka sisälsi jokaiselle oppilaalle koevihkon ja oppilaslomakkeen sekä matematiikkaa opettavalle opettajalle opettajan ohjeet, opettajan muistilistan, päässälaskutehtävät opettajan käyttöön, pisteitys- ja korjausohjeet ja opettajalle suunnatun perustietokyselyn. Rehtoreita pyydettiin tarkistamaan, että lähetyksessä oli tarvittava määrä koevihkoja ja oppilaslomakkeita sekä sen jälkeen jakamaan matematiikan oppimistulosten arviointimateriaali 6. luokkien matematiikan opettajille.

Oppilaan koevihkot, oppilaslomakkeet, opettajakyselyt ja oppilaskyselyt pyydettiin palauttamaan Opetushallitukseen viimeistään 15.10.2008.

Arvioinnissa mukana oleville kouluille lähetettiin joulukuussa 2008 pika-palaute koulun omista koetuloksista verrattuna valtakunnallisiin keskimääräisiin tuloksiin. Palaute lähetettiin myös kyseessä olevien koulujen opetuksen järjestäjille.

1.5 ARVIOINTIIN OSALLISTUNEET KOULUT JA OPPILAAT

Arviointiin osallistuivat samat koulut, jotka olivat mukana äidinkielen ja matematiikan 1. nivelvaiheen arvioinnissa vuonna 2005. Silloin oppilaat testattiin 3. kouluvuoden alussa (Huisman 2006). Joitakin kouluja oli lakkautettu ja jotkut oppilaat olivat siirtyneet muuhun kouluun, joten aivan kaikkia oppilaita ei saatu tähän arviointiin mukaan. Ruotsinkielisiä kouluja oli 44 ja suomenkielisiä 244 (taulukot 1.1 ja 1.2).

TAULUKKO 1.1 Kuudennen vuosiluokan opetusta antavat koulut ja otoskoulut lääneittäin.

Lääni	Koulujen luku-määrä ¹⁾ N	Suhteellinen osuus koulujen määrästä %	Otoskoulut N	%
Etelä-Suomen lääni	670	29,5	88	30,6
Länsi-Suomen lääni	876	38,6	123	42,6
Itä-Suomen lääni	324	14,3	36	12,5
Oulun lääni	284	12,5	29	10,1
Lapin lääni	116	5,1	12	4,2
Koko maa (Ahvenanmaa ei mukana)	2 270	100	288	100

¹⁾ 6. luokan opetusta antavat koulut vuonna 2008 pois lukien erityisopetusta antavat koulut

TAULUKKO 1.2 Suomen- ja ruotsinkielisten koulujen määrät otoksessa lääneittäin.

Kieli	Lääni	N	%
Suomi	Etelä-Suomen	70	28,7
	Länsi-Suomen	97	39,8
	Itä-Suomen	36	14,8
	Oulun	29	11,9
	Lapin	12	4,8
	Yhteensä	244	100
Ruotsi	Etelä-Suomen	18	40,9
	Länsi-Suomen	26	59,1
	Yhteensä	44	100

Arviointiin osallistui 5560 oppilasta (taulukko 1.3). Eniten oppilaita osallistui Etelä- ja Länsi-Suomen lääneistä kummastakin noin 38 prosenttia ja vähiten Lapin läänistä noin 3 prosenttia.

TAULUKKO 1.3 Arviointiin osallistuneet oppilaat lääneittäin.

Sukupuoli	Etelä-Suomen lääni	Länsi-Suomen lääni	Itä-Suomen lääni	Oulun lääni	Lapin lääni	Yhteensä
pojat	1 062	1 079	320	273	110	2 844
tytöt	1 025	1 010	352	253	76	2 716
yhteensä	2 087	2 089	672	526	186	5 560

TAULUKKO 1.4 Arviointiin osallistuneet oppilaat kuntaryhmittäin.

Sukupuoli	Kaupunki	Taajama	Maaseutu	Yhteensä
pojat	1 591	441	812	2 844
tytöt	1 541	339	836	2 716
yhteensä	3 132	780	1 648	5 560

Eniten oppilaita osallistui kokeeseen kaupungeissa olevista kouluista; 56 prosenttia ja vähiten taajamassa olevista kouluista; 14 prosenttia.

TAULUKKO 1.5 Arviointiin osallistuneet oppilaat kieliryhmittäin koulun kielen mukaan eroteltuna.

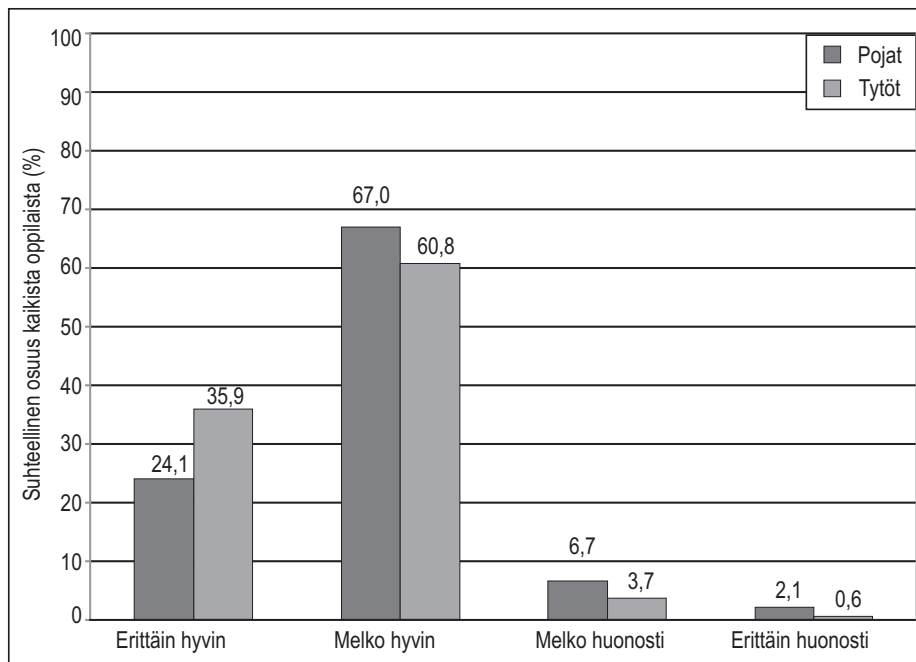
Sukupuoli	Suomen-kieliset	Ruotsin-kieliset	Yhteensä
pojat	2 496	348	2 844
tytöt	2 429	287	2 716
yhteensä	4 925	635	5 560

Suomenkielisissä kouluissa oppilaita oli arvioinnissa yhteensä 89 prosenttia ja ruotsinkielisissä kouluissa 11 prosenttia. Kokonaisoppilasmäärään nähden ruotsinkielisten oppilaiden määrä oli ylikorostunut, mutta toisaalta oppilaita osallistui kokeeseen vain kahdesta läänistä (ks. taulukko 1.2). Otostulosten luotettavuuden varmistamiseksi oli hyvä, että ruotsinkielisiä oppilaita oli suhteessa kokonaisoppilasmäärään nähden enemmän.

1.6 OPPILASTA KOSKEVAA TIETOA

Oppilaat vastasivat kyselylomakkeella kysymyksiin, joilla selvitettiin muun muassa koulussa viihtymistä, koulukiusaamista, tukiopetuksen saamista, erityisopettajan antamaa erityisopetusta, matematiikan ja äidinkielen arvostusta ja asennetestillä suhtautumista matematiikkaan sekä opettajalta oppilaan osaamisesta suhteessa opetussuunnitelman perusteissa (2004) esitettyyn matematiikan hyvän osaamisen kuvaukseen.

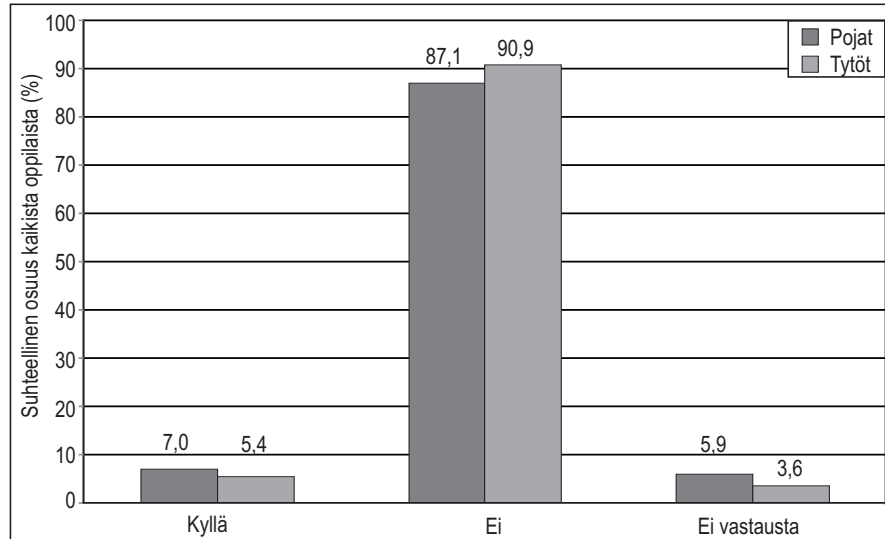
1.6.1 Koulussa viihtyminen



KUVIO 1.1 Oppilaiden viihtyminen koulussa.

Suurin osa oppilaista viihtyi joko melko tai erittäin hyvin koulussa. Tytöistä yli kolmannes viihtyi koulussa erittäin hyvin ja pojista lähes joka neljäs. Erittäin huonosti tai melko huonosti koulussa viihtyi pojista 9 prosenttia ja tytöistä 3 prosenttia. Keskimäärin kaksi prosenttia pojista viihtyi erittäin huonosti koulussa.

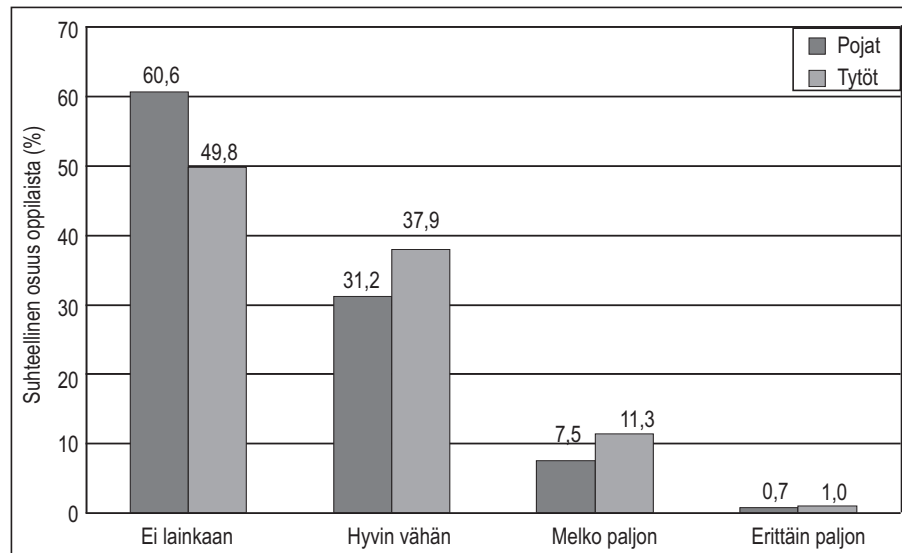
1.6.2 Koulukiusaaminen



KUVIO 1.2 Koulukiusaaminen.

Kysymykseen, onko sinua kiusattu usein koulussa tai koulumatkalla, pojista 87 prosenttia ja tytöistä 91 prosenttia vastasi, ettei ole kiusattu. Poikia näyttää olevan kiusattu jonkin verran enemmän. Pojista 7 prosenttia ilmoitti, että heitä on kiusattu koulussa tai koulumatkalla ja tytöistä 5 prosenttia. Tämä tarkoittaa sitä, että koululuokassa keskimäärin vähintään yhtä oppilasta kiusataan. Jos ajatellaan yhtä oppilasikäluokkaa, se tarkoittaa, että itsensä kiusatuksi kokee noin 3 600 oppilasta ja koko perusopetuksessa yli 32 000 oppilasta. Asiaan tulee suhtautua vakavasti. Oppilaista noin 5 prosenttia ei vastannut kysymykseen, joten ei tiedetä, onko kiusaaminen vieläkin yleisempää.

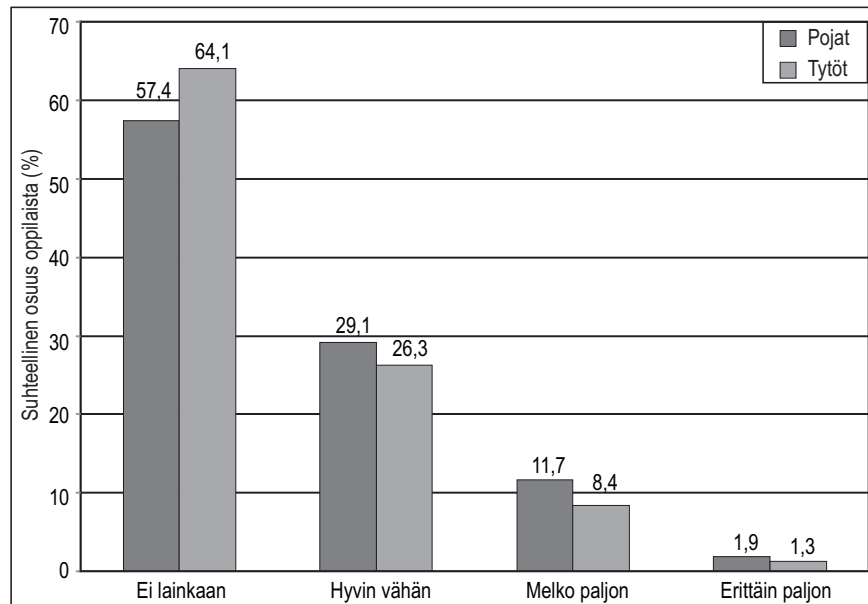
1.6.3 Tukiopetuksen saaminen matematiikassa



KUVIO 1.3 Tukiopetuksen saaminen.

Pojista 61 prosenttia ei ole saanut lainkaan tukiopetusta kouluaikaanaan matematiikassa ja tytöistä vastaava luku oli 50 prosenttia. Erittäin paljon tukiopetusta oli saanut alle yksi prosenttia oppilaista.

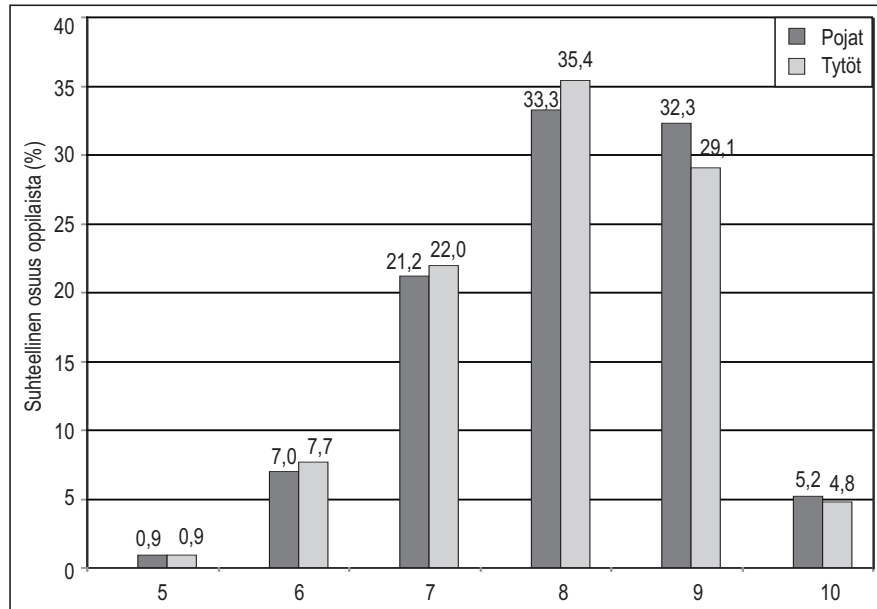
1.6.4 Erityisopettajan antama erityisopetus



KUVIO 1.4 Erityisopetuksen saaminen.

Tytöt olivat saaneet selvästi vähemmän erityisopettajan antamaa erityisopetusta kuin pojat. Tytöistä 64 ja pojista 57 prosenttia ei ollut saanut lainkaan erityisopetusta. Melko paljon tai erittäin paljon erityisopetusta oli saanut vajaa 12 prosenttia oppilaista. Erittäin paljon erityisopetusta saaneita oppilaita oli hieman enemmän kuin erittäin paljon tukiovetusta saaneita. Erittäin paljon erityisopetusta saaneitakin oli kuitenkin vain noin 2 prosenttia oppilaista. Arviointiin eivät osallistuneet erityisopetukseen siirretyt oppilaat.

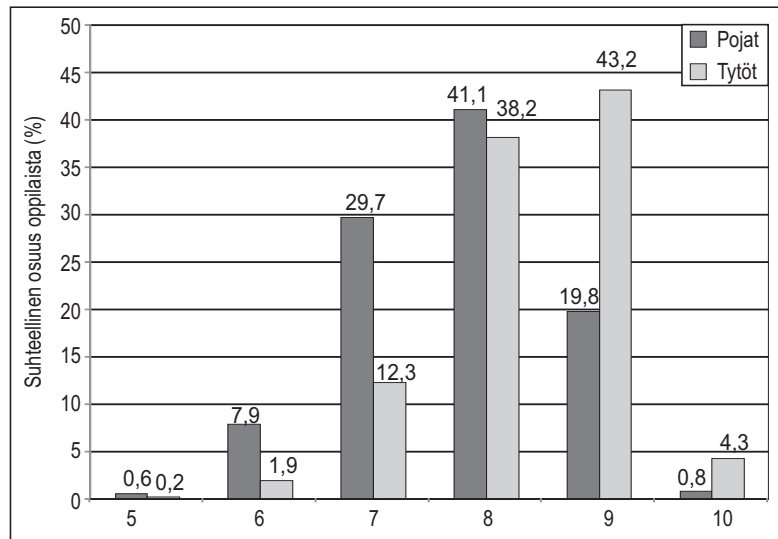
1.6.5 Matematiikan arvosana



KUVIO 1.5 Matematiikan arvosanojen jakauma.

Pojista reilusti yli kolmasosa eli 37 prosenttia oli saanut matematiikan arvosanaksi viidennen vuosiluokan keväällä 9 tai 10, tytöistä 34 prosenttia eli 3 prosenttiyksikköä vähemmän. Vastaavasti arvosanan 6, 7 ja 8 saaneissa oppilaissa oli eniten tyttöjä. Arvosanajakauma oli selvästi vino parempiin arvosanoihin, sillä arvosanan 8, 9 tai 10 saaneita oli oppilaista lähes 70 prosenttia.

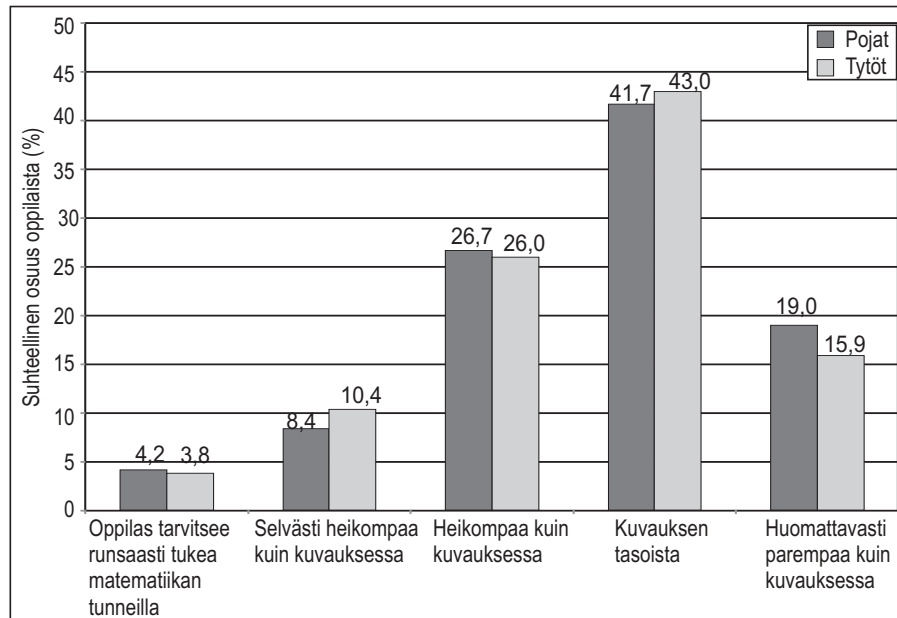
1.6.6 Äidinkielen arvosana



KUVIO 1.6 Arvosanojen jakauma.

Äidinkielen arvosanajakauma oli poikien ja tyttöjen välillä selvästi erilainen kuin matematiikassa. Tytöistä 47 prosenttia oli saanut arvosanan 9 tai 10 viidennen kouluvuoden päättyessä. Vastaava prosenttiluku pojilla oli 21. Sukupuolten välinen ero oli huomattavasti suurempi kuin matematiikassa eli 26 prosenttiyksikköä. Poikia oli äidinkielen arvosanoissa 5, 6, 7 ja 8 tyttöjä selvästi enemmän. Äidinkielenkin osalta arvosanajakauma oli vino parempiin arvosanoihin päin. Arvosanan 8, 9 tai 10 sai 73 prosenttia oppilaista.

1.6.7 Opettajien käsitykset oppilaan osaamisesta suhteessa hyvän osaamisen kriteereihin



KUVIO 1.7 Oppilaan osaaminen.

Opettajien käsityksen mukaan oppilaan matematiikan osaaminen suhteessa perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (2004) esitettyihin kriteereihin oli suurimmalla osalla eli 60 prosentilla oppilaista perusteissa esitetyn kuvauksen mukaista tai parempaa. Pojista yli 18 prosentilla ja tytöistä yli 15 prosentilla osaaminen oli huomattavasti parempaa kuin opetussuunnitelman perusteiden kriteereissä on esitetty. Opettajien mielestä noin neljä prosenttia oppilaista tarvitsi runsaasti tukea matematiikan tunneilla.

1.7 ASENEKARTOITUS

Oppilaiden asennoitumista matematiikkaan tutkittiin 18 esitestatulla asenneväittämällä. Asenneväittämät olivat viisiportaisella Likert-asteikolla 1–5 (1 = olen täysin eri mieltä, 2 = olen jonkin verran eri mieltä, 3 = en osaa sanoa, 4 = olen jonkin verran samaa mieltä, 5 = olen täysin samaa mieltä). Koska asenneväittämät esitettiin sekä myönteisissä että kielteisissä muodoissa, tilastollisessa käsittelyssä asenneväittämät käännettiin ensin positiivisiksi. Sitten muuttujat muunnettiin asteikolle -2– +2 (-2 = olen täysin eri mieltä, +2 = olen täysin samaa mieltä).

TAULUKKO 1.7 Oppilaiden asenteet matematiikkaa kohtaan.

Asenne	Keskiarvo
Oppiaineesta pitäminen	0,1
Käsitys oppiaineen hyödyllisyydestä	1,1
Oppilaan käsitys omasta osaamisestaan	0,6
Asenneväittämien keskiarvo	0,6

Oppilaat pitivät matematiikkaa hyödyllisenä oppiaineena ja käsitys omasta osaamisesta oli jonkin verran positiivista. Oppiaineesta pitäminen oli varsin neutraalia.

TAULUKKO 1.8 Poikien ja tyttöjen keskimääräiset asenteet matematiikkaa kohtaan.

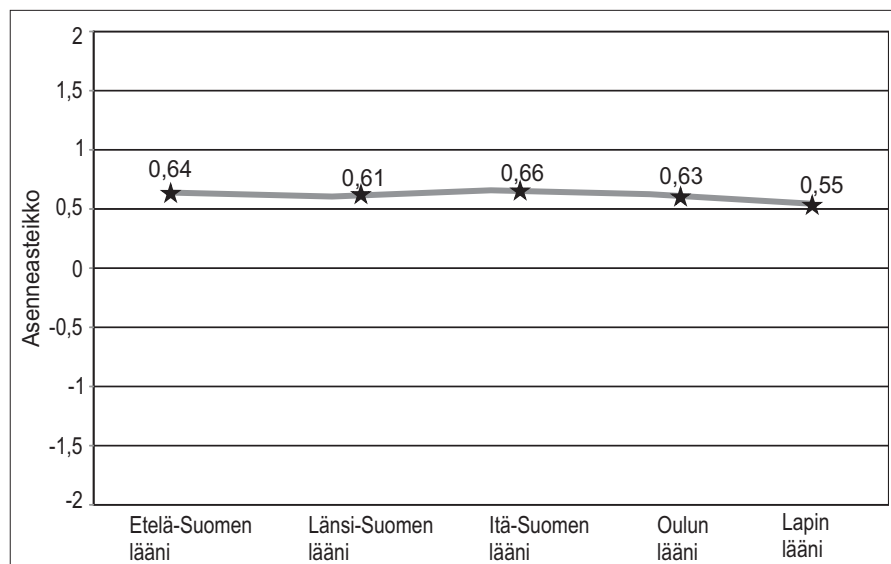
Asenne	Pojat	Tytöt
Oppiaineesta pitäminen	0,2	0,1
Käsitys oppiaineen hyödyllisyydestä	1,1	1,1
Oppilaan käsitys omasta osaamisestaan	0,8	0,4
Asenneväittämien keskiarvo	0,7	0,5

Käsitys oppiaineen hyödyllisyydestä oli pojilla ja tytöillä samanlainen. Pojat pitivät matematiikasta enemmän kuin tytöt. Poikien käsitys omasta osaamisestaan oli myönteisempää kuin tyttöjen. Kokonaisuudessaan oppilaiden asenteet matematiikkaa kohtaan olivat jonkin verran positiiviset.

Suomenkielisten ja ruotsinkielisten koulujen oppilaiden välillä ei ollut oppiaineesta pitämisen suhteen eroa.

Kun tarkastellaan oppilaiden asenteita matematiikkaan kuntaryhmittäin, ei asenteissa ole eroa. Vuonna 2007 kaupungissa asuvilla pojilla ja maaseudulla asuvilla tytöillä oli myönteisimmät asenteet matematiikan opiskelua kohtaan (Niemi 2008, 46).

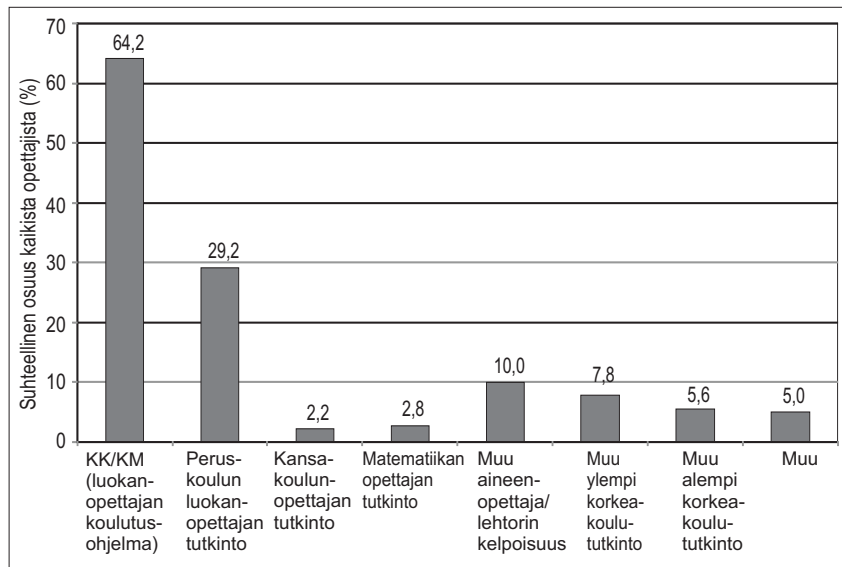
Verrattaessa matematiikkaan suhtautumista lääneittäin Lapin läänissä asuvilla oppilailla oli negatiivisimmat asenteet matematiikkaa kohtaan ja Itä-Suomen läänin oppilailla positiivisimmat asenteet.



KUVIO 1.8 Oppilaiden asenneväittämien keskiarvo lääneittäin.

1.8 OPETTAJAKYSELY

Arviointiin osallistui kaikkiaan 364 opettajaa. Heistä miehiä oli 53 prosenttia ja naisia 47 prosenttia. Ruotsinkielisiä opettajia oli 40 eli 11 prosenttia. Vakinaisessa virassa oli 79 prosenttia opettajista ja muussa palvelussuhteessa (sijaisena, tuntiopettajana tms.) 21 prosenttia. Muodollinen opettajankelpoisuus oli 92 prosentilla opettajista.

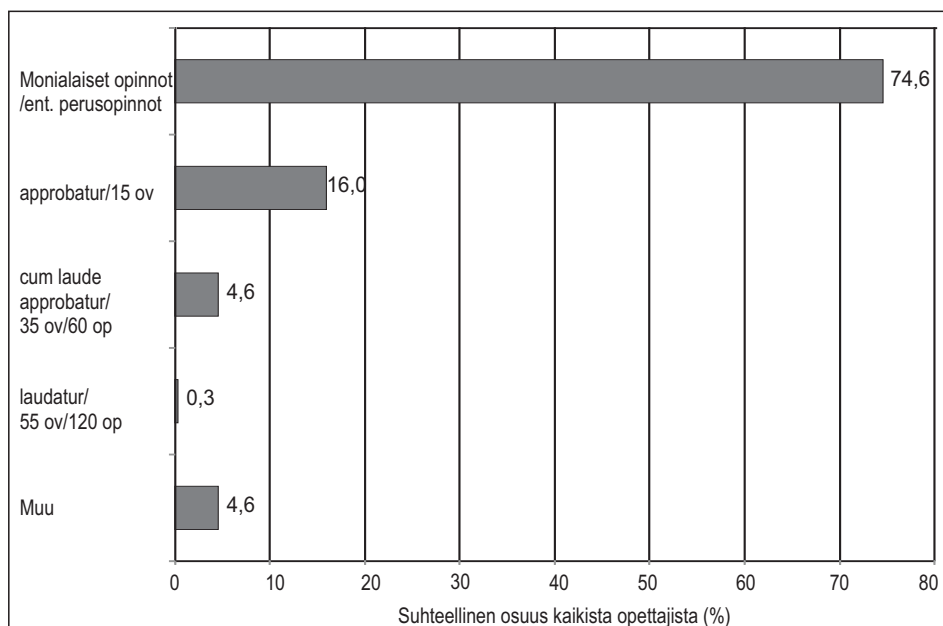


KUVIO 1.9 Opettajien koulutus.

Kun otetaan huomioon vastaajien kaikki koulutus, arviointiin osallistuvista opettajista noin 64 prosenttia oli suorittanut kasvatustieteen kandidaatin tai kasvatustieteen maisterin tutkinnon luokanopettajan koulutusohjelman mukaan. Peruskoulun luokanopettajan tutkinnon oli suorittanut noin 29 prosenttia ja kansakoulunopettajan tutkinnon noin 2 prosenttia. Matematiikan aineenopettajan kelpoisuus oli lähes kolmella prosentilla. Opettajien kelpoisuusluokitus on tehty luvussa 5 vain yhden tutkinnon perusteella (ks. luku 5 Vainionpää & Joutsenlahti).

1.8.1 Matematiikan opintojen laajuus

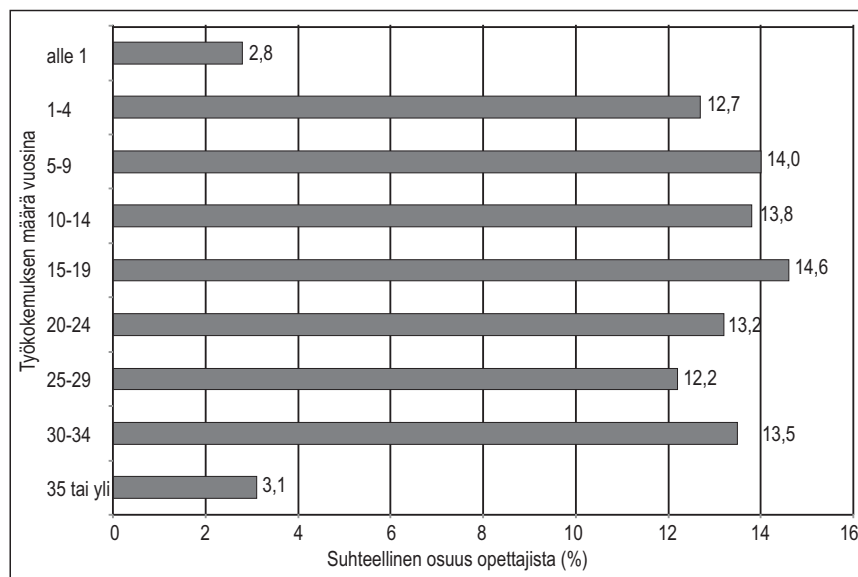
Suurin osa opettajista lähes 75 prosenttia oli suorittanut vain luokanopettajan koulutusohjelmaan kuuluvat monialaiset opinnot eli entiset perusopinnot. Approbatur/15 opintoviikkoa/25 opintopistettä oli suorittanut 16 prosenttia opettajista. Cum laude approbatur/35 opintoviikon/60 opintopisteen oli suorittanut yli neljä prosenttia opettajista. Matematiikan laudatur/55 opintoviikon/120 opintopisteen opinnot oli yhdellä opettajalla (0,3 %).



KUVIO 1.10 Matematiikan opintojen laajuus.

1.8.2 Työkokemus

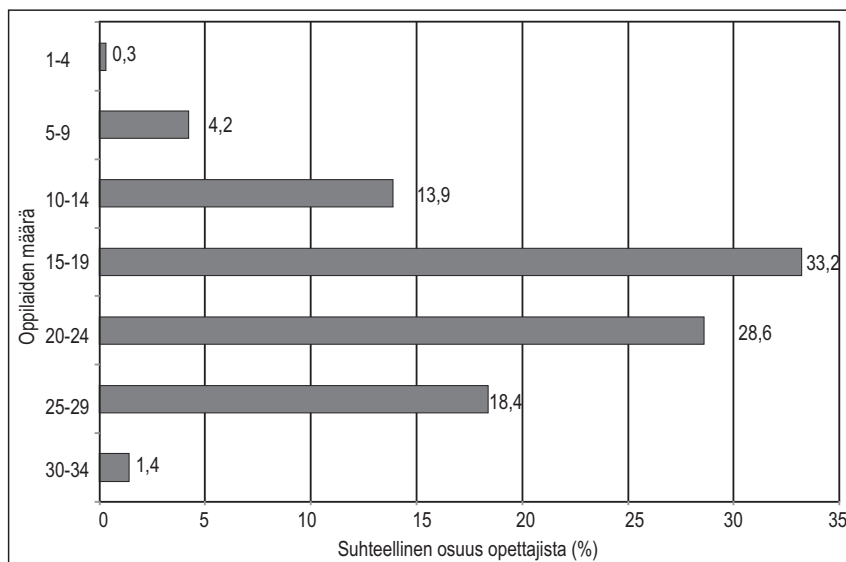
Opettajia, joiden opettajakokemus perusopetuksessa oli 30 vuotta tai sitä enemmän oli lähes 17 %. Sellaisia opettajia, joiden opettajakokemus oli enintään neljä vuotta oli 15 %. Opettajista noin 15 prosenttia oli toiminut päätoimisesti opettajana peruskoulussa 15–19 vuotta.



KUVIO 1.11 Työkokemus päätoimisena opettajana perusopetuksessa.

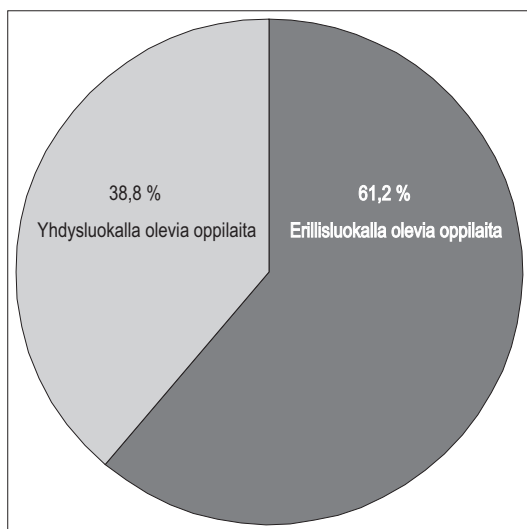
1.8.3 Luokan oppilasmäärä ja opetettavat vuosiluokat

Eniten opettajista oli sellaisia, joilla oli luokallaan 15–19 oppilasta. Toiseksi eniten opettajista oli luokallaan 20–24 oppilasta. Viidellä opettajalla oli luokka, jossa oli yli 30 oppilasta.



KUVIO 1.12 Luokan oppilasmäärä.

Suurin osa oppilaista, noin 61 prosenttia, oli erillislukalla. Yhdysluokalla oli 39 prosenttia oppilaista. Erot ovat huomattavat verrattuna vuoden 2007 arviointiin. Silloin yhdysluokalla oli vain 20 prosenttia oppilaista (Niemi 2008).



KUVIO 1.13 Yhdys- ja erillislukalla olevat oppilaat.

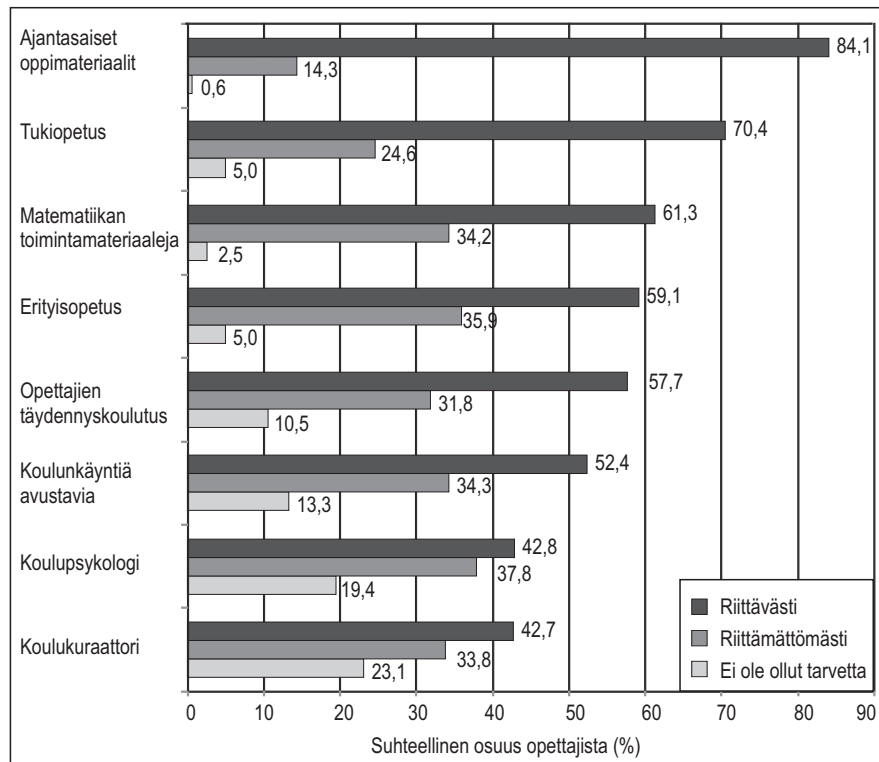
1.8.4 Matematiikan opetus otosluokan oppilaille

Suurin osa opettajista (64 %) oli opettanut edellisenä lukuvuonna samalle oppilasryhmälle matematiikkaa.

Opettajista noin 40 prosenttia oli opettanut matematiikkaa lähes kaikille oppilailleen kahtena edellisenä lukuvuotena ja kolmena aikaisempana lukuvuotena matematiikkaa opettaneita oli noin 24 prosenttia. Neljänä tai viitenä edellisenä vuotena matematiikkaa lähes kaikille oppilailleen oli opettanut 15 prosenttia opettajista. Opettajista 21 prosenttia oli sellaisia, jotka olivat aloittaneet matematiikan opetuksen otosluokalle vasta kuudennen kouluvuoden alussa.

1.8.5 Opettajien tukipalvelujen käyttö

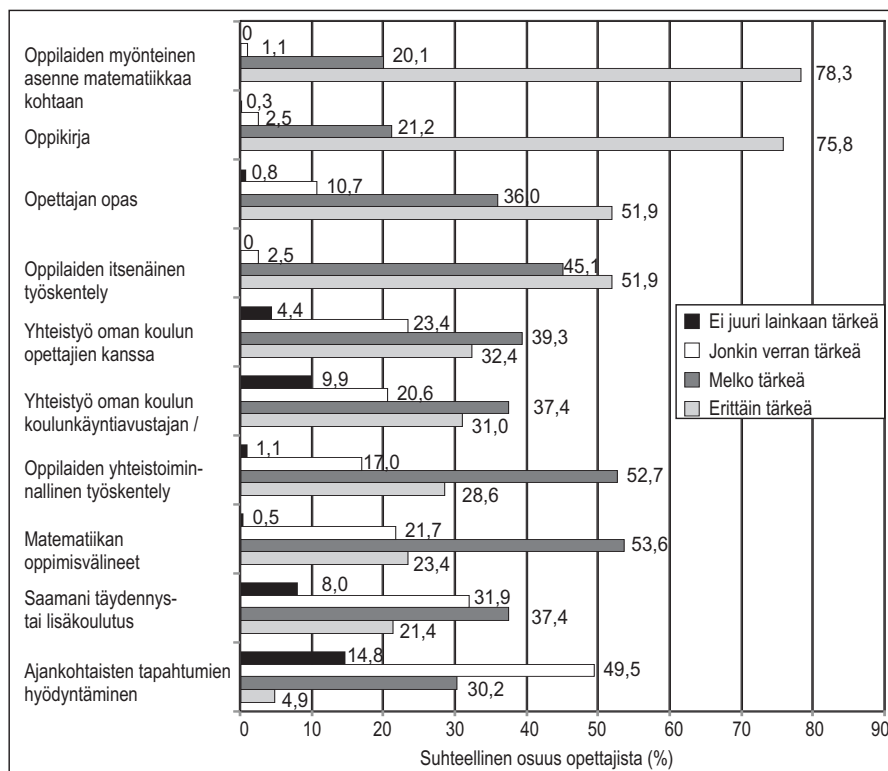
Kysymykseen ”miten hyvin nykyisen luokkanne näkökulmasta Teillä on ollut käytettävissä tukiopetuspalveluja” yli 70 prosenttia opettajista ilmoitti niitä olevan riittävästi. Lähes neljäsosa oli sitä mieltä, että niitä on ollut riittämättömästi. Suurin osa opettajista (yli 84 %) oli tyytyväisiä ajantasaisten oppimateriaalien saatavuuteen. Tyytymättömmimpiä opettajat olivat erityisopetuksen, koulunkäyntiä avustavien henkilöiden, koulupsykologien ja koulukuraattorien saatavuuteen. Yli 30 prosenttia opettajista piti niiden palvelujen saantia riittämättöminä. Toisaalta yli 23 prosenttia opettajista ei ollut kokenut tarvitsevansa koulukuraattorien ja 19 prosenttia koulupsykologien palveluja. Matematiikan toimintamateriaalien saatavuutta lähes 35 prosenttia opettajista piti riittämättöminä. Yli 57 prosenttia opettajista ilmoitti, että he ovat saaneet riittävästi opettajien täydennyskoulutusta. Toisaalta yli 30 prosenttia opettajista ilmoitti, että sitä on saatu riittämättömästi.



KUVIO 1.14 Opettajien tukipalvelujen riittävyys.

1.8.6 Matematiikan opetukseen liittyvät tekijät

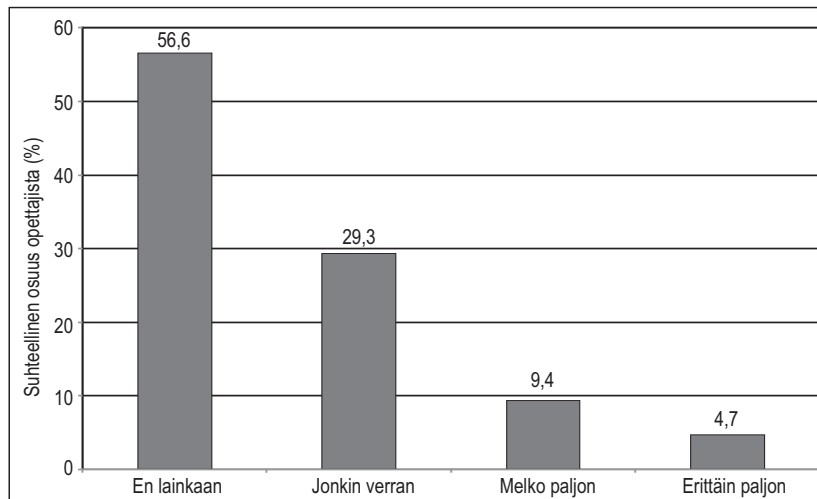
Kysyttäessä opettajilta, kuinka tärkeänä he pitivät matematiikan opetuksessa alla olevassa kaaviossa esitetyjä tekijöitä, tärkeimmäksi tekijäksi nousi oppilaiden myönteinen asenne matematiikkaa kohtaan. Erittäin tärkeänä sitä piti 78 prosenttia opettajista. Seuraavaksi tärkein tekijä oli oppikirja, jota piti erittäin tärkeänä 76 prosenttia opettajista. Yli puolet opettajista (52 %) piti myös opettajan opasta erittäin tärkeänä. Yli puolella opettajista nousi oppilaiden itsenäinen työskentely erittäin tärkeäksi matematiikan opetuksessa. Saamaansa täydennys- ja lisäkoulutusta piti erittäin tärkeänä vähän yli viidennes opettajista (21 %). Kahdeksan prosenttia opettajista ei pitänyt sitä juuri lainkaan tärkeänä.



KUVIO 1.15 Opettajan näkökulmasta tärkeät tekijät opetuksessa.

1.8.7 Matematiikan kunta- ja/tai koulukohtaisen opetussuunnitelman laadintatyöhön osallistuminen

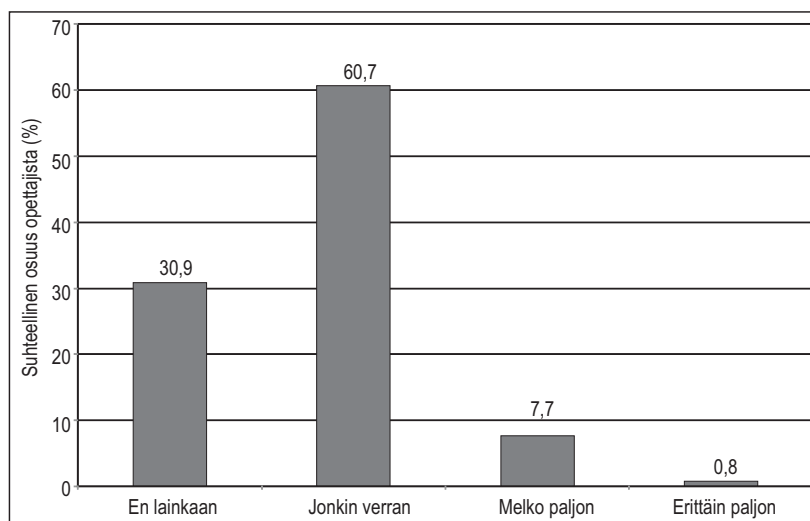
Yli puolet opettajista (57 %) ilmoitti, etteivät he ole osallistuneet lainkaan matematiikan opetussuunnitelmatyöhön. Vain 14 prosenttia opettajista oli osallistunut opetussuunnitelman laadintatyöhön erittäin paljon tai paljon.



KUVIO 1.16 Matematiikan opetussuunnitelman laadintatyöhön osallistuminen.

1.8.8 Opettajan valmistaman oppimateriaalin käyttäminen

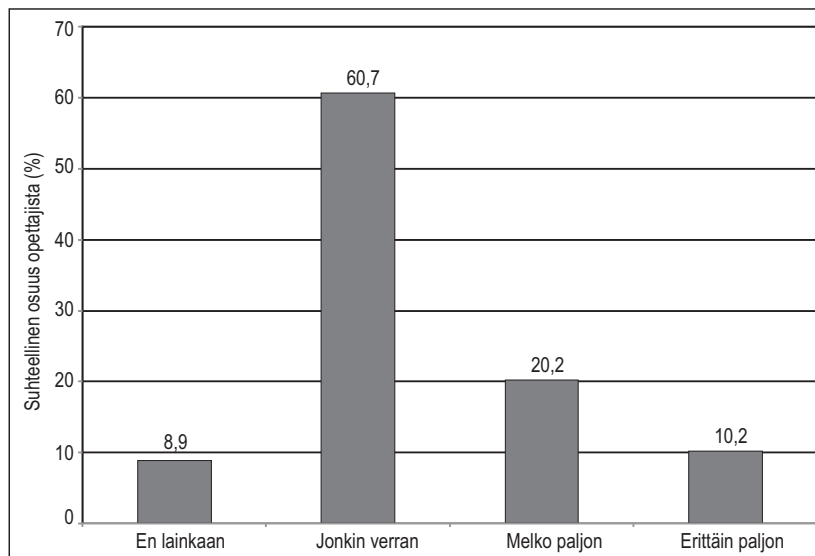
Opettajista vain runsas 8 prosenttia ilmoitti käyttävänsä melko tai erittäin paljon itse valmistamaansa oppimateriaalia. 31 prosenttia opettajista ilmoitti, etteivät he käytä opetuksessaan lainkaan itse valmistamaansa materiaalia. Tämä kertoo mitä ilmeisimmin oppikirjan tärkeästä merkityksestä opetuksessa.



KUVIO 1.17 Itse valmistaman oppimateriaalin käyttäminen.

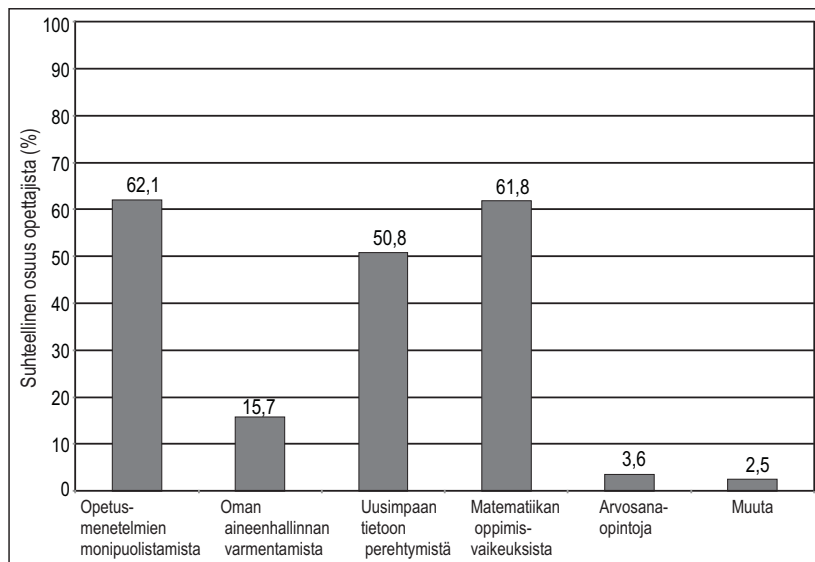
1.8.9 Täydennyskoulutushalukkuus ja sen laatu

Kysyttäessä opettajien halukkuutta osallistua heille täysin maksuttomaan matematiikan opetusta koskevaan täydennyskoulutukseen suurin osa eli 61 prosenttia opettajista ilmoitti, että olisi halukas osallistumaan 1–2 päivää kestävään koulutukseen. Viikkoa pidemmäksi ajaksi halukkaita täydennyskoulutukseen oli joka kymmenes opettaja. Opettajista 9 prosenttia ei haluaisi osallistua lainkaan matematiikan täydennyskoulutukseen.



KUVIO 1.18 Täydennyskoulutushalukkuus.

Kysyttäessä opettajilta millaista täydennyskoulutusta he haluaisivat, niin eniten ja lähes yhtä paljon he haluaisivat koulutusta opetusmenetelmien monipuolistamisesta ja matematiikan oppimisvaikeuksista (62 %). Arvosanaopintoja haluaisi opettajista suorittaa vajaat neljä prosenttia.

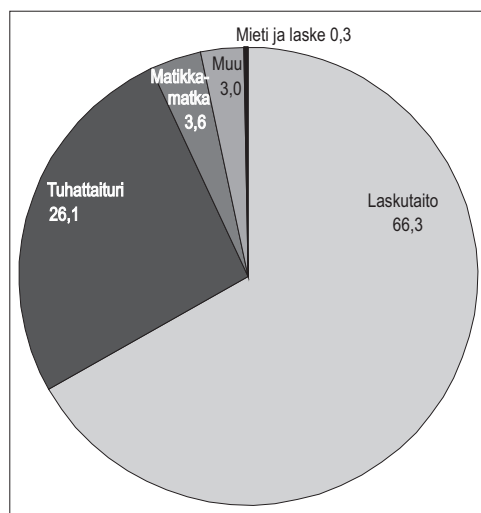


KUVIO 1.19 Täydennyskoulutuksen aihe.

1.8.10 Matematiikan oppikirjan käyttö opetuksessa

Suomenkielinen opetus

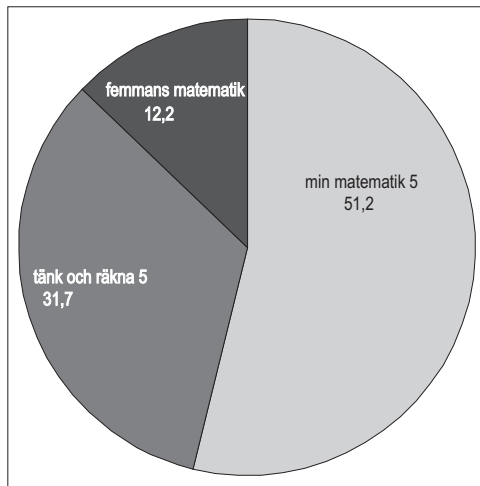
Suomenkielisessä opetuksessa viidennellä vuosiluokalla opettajista suurin osa (66 %) oli käyttänyt Laskutaito-kirjaa. Toiseksi eniten käytettiin Tuhattaituria (26 %). Matikkamatka-oppikirja oli ollut käytössä vajaalla 4 prosentilla opettajista ja Mieti ja Laske-oppikirja oli ollut käytössä yhdellä opettajalla. Jotakin muuta materiaalia oli käyttänyt opettajista 3 prosenttia. Oppikirjoista on kerrottu enemmän luvussa 4 (Joutsenlahti & Vainionpää 2010).



KUVIO 1.20 Oppikirjan käyttö suomenkielisessä opetuksessa.

Ruotsinkielinen opetus

Ruotsinkielisessä opetuksessa opettajat käyttivät viidennellä vuosiluokalla eniten ”Min matematik 5”-oppikirjaa (51 %). Toiseksi suosituin oli ”Tänk och räkna 5”-oppikirja, jota käytti opettajista 32 prosenttia ja ”Femmans matematik”-oppikirjaa käytti runsas 12 prosenttia opettajista.



KUVIO 1.21 Oppikirjan käyttö ruotsinkielisessä opetuksessa.

1.9 MATEMATIIKAN OPPIMISTULOKSET

1.9.1 Kokeen sisältö ja rakenne

Koe jaettiin opetussuunnitelman perusteiden mukaan kolmeen sisältö-alueeseen:

- luvut, laskutoimitukset ja algebra
- geometria
- tietojen käsittely ja tilastot sekä todennäköisyys

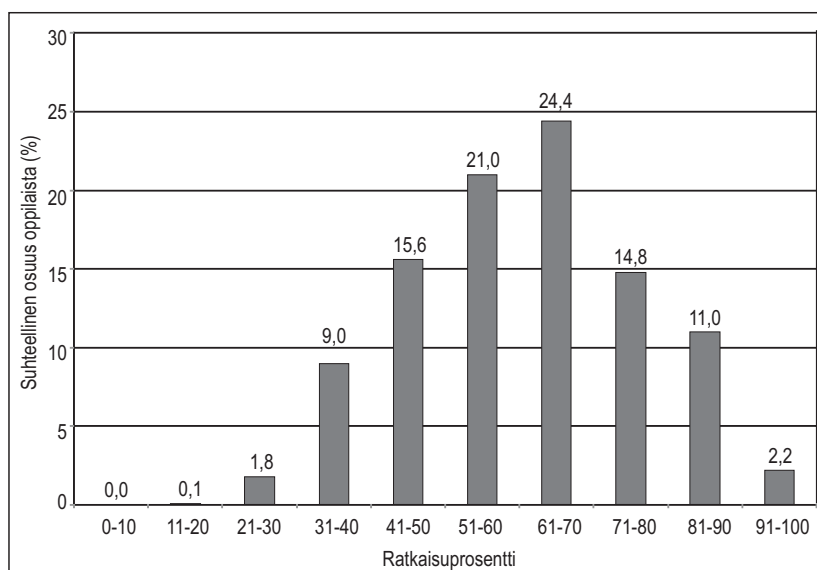
TAULUKKO 1.9 Koetettävät sisältöalueittain.

Sisältöalueet	Tehtävien lukumäärä	Yhteispistemäärä
luvut, laskutoimitukset ja algebra	päässälaskut 10 tehtävää ja 12 muuta tehtävää	28
geometria	4 tehtävää	14
tietojen käsittely ja tilastot sekä todennäköisyys	5 tehtävää	12

Koko kokeen reliabiliteetti oli 0,86. Päässälaskutehtävien reliabiliteetti oli 0,50, monivalintatehtävien 0,58 ja tuottamistehtävien 0,80. Osalla tehtävistä oli alhainen erottelukyky johtuen siitä, että kokeeseen haluttiin mukaan ns. ankkuritehtäviä, joita on käytetty kolmannen kouluvuoden matematiikan kokeessa vuonna 2005 ja jotka olivat hieman liian helppoja kuudennen vuosiluokan oppilaille (ks. luku 2, Metsämuuronen 2010).

1.9.2 Kokeen tulokset

Matematiikan kokeeseen osallistui 5 560 oppilasta, joista suomenkielisistä kouluista oli 4925 ja ruotsinkielisistä kouluista 635 oppilasta. Arviointi muodostui koetehtäväsarjasta, johon sisältyi 10 päässälaskutehtävää, 8 monivalintatehtävää ja 12 tuottamistehtävää sekä yksi ylimääräinen ns. jokeritehtävä. Koetehtäväsarjan kokonaispistemäärä oli 54. Jokeritehtävä, josta sai 6 pistettä, arvioitiin erikseen (ks. luku 4, Joutsenlahti & Vainionpää 2010).



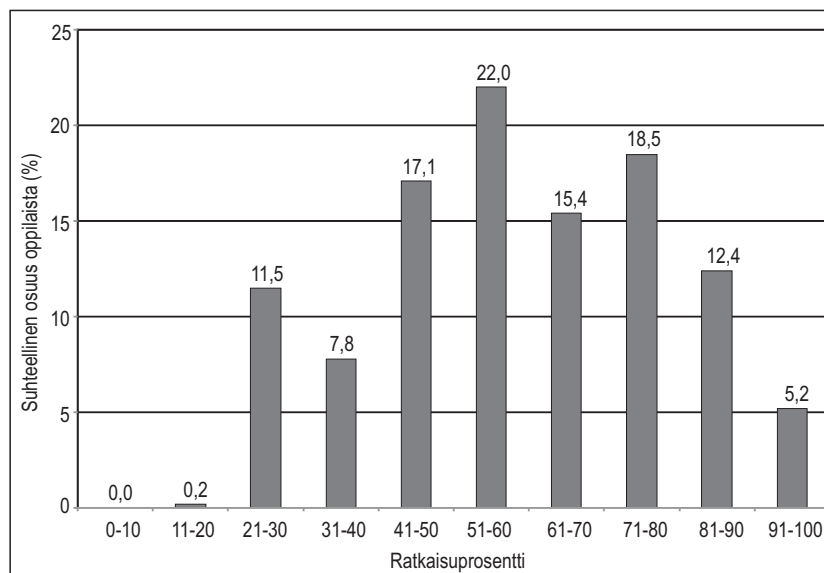
KUVIO 1.22 Matematiikan koetulokset ratkaisuprosenttiluokittain.

Keskimääräinen kokonaisratkaisuprosentti oli 61,6. Ratkaisuprosentti ilmaisee, kuinka suuren osan kokeen maksimipistemäärästä oppilaat saavuttivat. Koetehtävien ratkaisuja tulkittaessa on käytetty määritelmää, että koe on ratkaistu erittäin hyvin, jos ratkaisuprosentti on $p > 80$, hyvin, jos $60 < p \leq 80$, tyydyttävästi, jos $40 < p \leq 60$ ja heikosti jos $p < 40$ (Niemi 1984, 55).

Määrittelyn mukaan oppilaat osasivat koko kokeen keskimäärin hyvin. Oppilaista vähän yli 13 prosenttia oli osannut ratkaista kokeen erittäin hyvin ja noin 10 prosenttia oli menestynyt kokeessa heikosti. Oppilaista yli 2 prosentilla oli kokeen ratkaisuprosentti yli 90. Vuonna 2007 tehtyyn arviointiin verrattuna erittäin hyvin ja heikosti menestyvien oppilaiden osuudet olivat selvästi pienemmät tässä arvioinnissa (Niemi 2008, 52).

1.9.3 Koetulokset sisältöalueittain

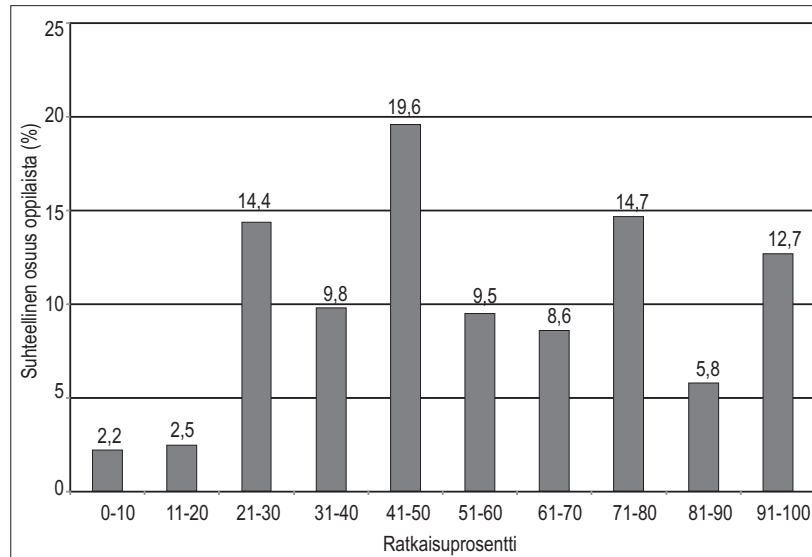
Luvut, laskutoimitukset ja algebra



KUVIO 1.23 Lukujen, laskutoimitusten ja algebran osaaminen ratkaisuprosenttiluokittain.

Sisältöalueen maksimipistemäärä oli 28. Oppilaiden keskimääräinen ratkaisusuosuus oli 63 prosenttia. Se merkitsee aikaisemmin esitetyn määrittelyn mukaan hyvää osaamista. Oppilaista 18 prosenttia oli osannut laskea tämän osa-alueen tehtävät erittäin hyvin ja heikosti 9 prosenttia. 63 oppilasta oli osannut ratkaista kaikki tehtävät. Tämän sisältöalueen tehtävät oppilaat osasivat ratkaista toiseksi parhaiten.

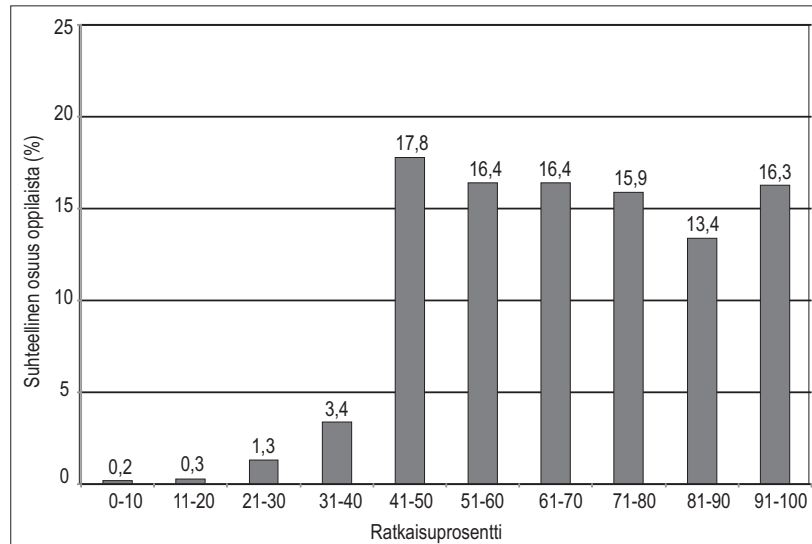
Geometria



KUVIO 1.24 Geometrian osaaminen ratkaisuprosenttiluokittain.

Geometrian sisältöalueen maksimipistemäärä oli 14. Oppilaiden keskimääräinen ratkaisuosuus 56 prosenttia. Oppilaista 18 prosenttia osasi laskea tämän osa-alueen tehtävät erittäin hyvin ja heikosti 29 prosenttia. Oppilaista 350 (6 %) osasi ratkaista kaikki tehtävät ja 51 (1 %) ei osannut ratkaista yhtään tehtävää. Tämän sisältöalueen tehtävät oppilaat osasivat ratkaista heikoiten.

Tietojen käsittely ja tilastot sekä todennäköisyys



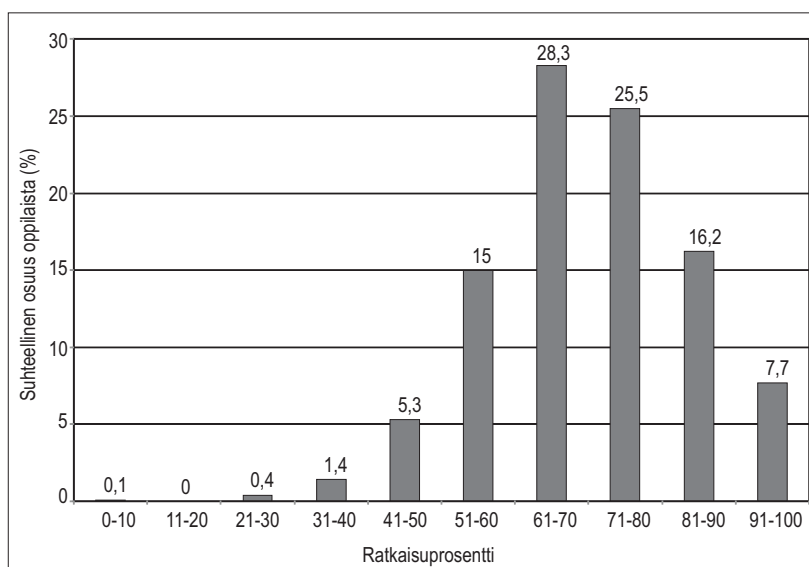
KUVIO 1.25 Tietojen käsittely ja tilastot sekä todennäköisyys-sisältöalueen osaaminen ratkaisuprosenttiluokittain.

Tietojen käsittelyn ja tilastojen sekä todennäköisyyden maksimipistemäärä oli 12. Oppilaiden keskiarvo oli 8 pistettä eli ratkaisuosuus oli 68 prosenttia. Erittäin hyvin oppilaista osasi ratkaista tämän sisältöalueen tehtävät 30 prosenttia ja heikosti 5 prosenttia. Oppilaista 326 (6 %) osasi ratkaista kaikki tehtävät ja yksi oppilas ei osannut yhtään tehtävää. Tämän sisältöalueen tehtävät osattiin ratkaista parhaiten.

1.9.4 Koetulokset tehtävätyypeittäin

Koe käsitti päässälasku-, monivalinta- ja tuottamistehtäviä. Päässälaskutehtäviä oli kymmenen, monivalintatehtäviä kahdeksan ja tuottamistehtäviä kaksitoista sekä yksi vaikeampi jokeritehtävä.

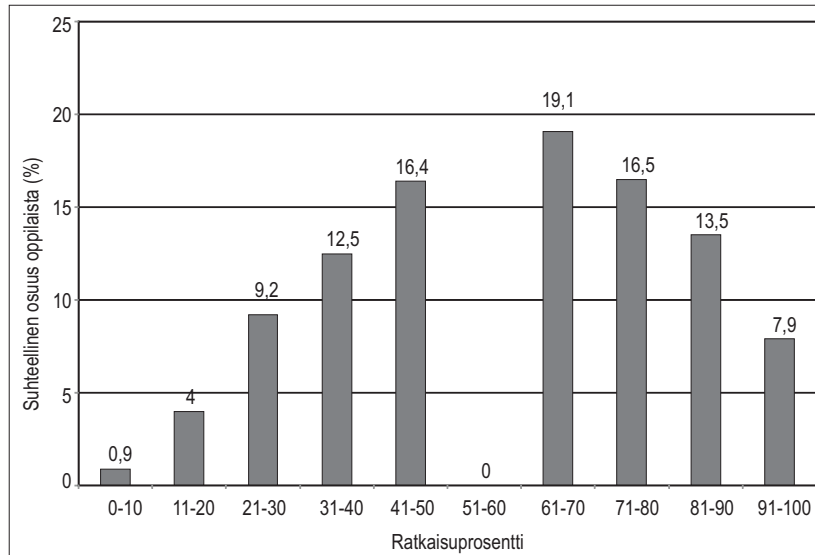
Päässälaskutehtävät



KUVIO 1.26 Päässälaskutehtävien osaaminen ratkaisuprosenttiluokittain.

Parhaiten oppilaat osasivat tehtävätyypeistä päässälaskutehtävät. Keskimääräinen ratkaisuprosentti oli 75. Oppilaista 24 prosenttia osasi laskea päässälaskutehtävät erittäin hyvin ja heikosti osasi vain kaksi prosenttia. Neljä oppilasta ei osannut yhtään päässälaskutehtävää. Kaikki päässälaskutehtävät osasi ratkaista 426 oppilasta (8 %).

Monivalintatehtävät

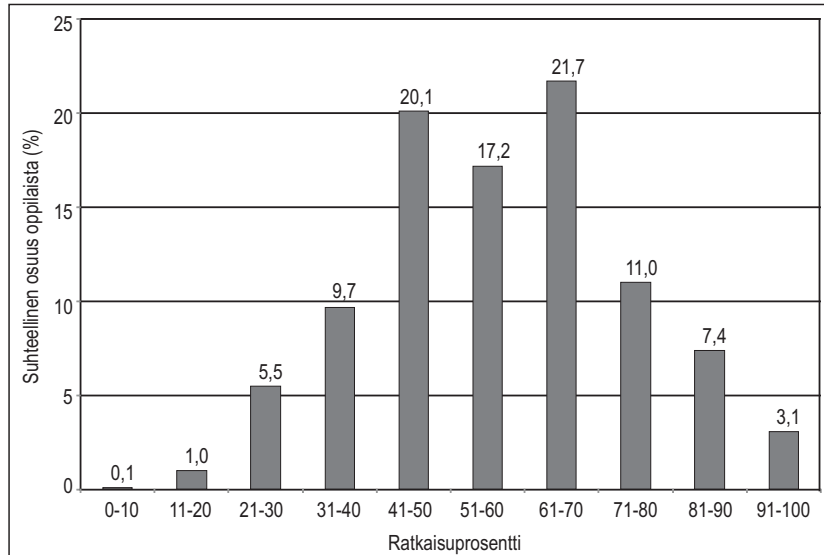


KUVIO 1.27 Monivalintatehtävien osaaminen ratkaisuprosenttiluokittain.

Keskimääräinen ratkaisuprosenttiosuus oli 60. Erittäin hyvin monivalintatehtävät osasi ratkaista 21 prosenttia oppilaista. Heikosti monivalintatehtävät osasi ratkaista 27 prosenttia. Oppilaista 440 (8 %) ratkaisi kaikki tehtävät oikein ja 48 (1 %) ei osannut yhtään tehtävää.

Oppilaiden puuttuminen ratkaisuosuusluokasta 51–60 johtuu siitä, että tehtävätyypissä maksimipistemäärä (8 pistettä) oli sellainen, että kun se muutettiin ratkaisuosuusprosentteiksi, tuolle välille ei tullut yhtään havaintoa.

Tuottamistehtävät



KUVIO 1.28 Tuottamistehtävien osaaminen ratkaisuprosenttiluokittain.

Oppilaat ratkaisivat huonoiten tuottamistehtävät. Tuottamistehtävistä sai kokeessa eniten pisteitä eli kaikkiaan 38. Erittäin hyvin tuottamistehtävät osasi ratkaista vain 10 prosenttia oppilaista. Toisaalta heikosti tehtävät osasi ratkaista 16 prosenttia oppilaista. Kukaan oppilaista ei ratkaissut täysin oikein kaikkia tehtäviä. Keskimääräinen ratkaisuprosentti oli 58 prosenttia eli tehtävät osattiin ratkaista tyydyttävästi.

1.9.5 Koetulokset lääneittäin

TAULUKKO 1.10 Kokeen tulokset lääneittäin.

Lääni	Oppilaiden lukumäärä	Ratkaisuprosentti keskiarvo	Hajonta
Etelä-Suomen	2 087	61,9	15,9
Länsi-Suomen	2 089	61,1	15,8
Itä-Suomen	672	62,7	15,5
Oulun	526	61,3	15,8
Lapin	186	59,9	15,2

Parhaiten kokeessa menestyivät Itä-Suomen läänissä asuvat oppilaat ja heikoiten Lapin läänissä asuvat oppilaat. Itä-Suomen läänissä asuvat oppilaat menestyivät myös vuonna 2007 suoritetussa matematiikan oppimistulosten arvioinnissa parhaiten ja Lapin läänissä asuvat oppilaat heikoiten. Erot eivät olleet käytännössä kuitenkaan kovin suuria.

TAULUKKO 1.11 Kokeen tulokset sisältöalueittain.

Lääni	Luvut, laskutoimitukset ja algebra		Geometria		Tietojen käsittely ja tilastot sekä todennäköisyys	
	Keskiarvo	Hajonta	Keskiarvo	Hajonta	Keskiarvo	Hajonta
Etelä-Suomen	63,6	16,6	56,4	25,5	68,6	18,4
Länsi-Suomen	62,8	16,7	55,1	24,6	67,8	18,4
Itä-Suomen	64,6	16,7	60,0	24,3	68,7	17,8
Oulun	63,4	17,3	55,7	24,4	67,2	18,3
Lapin	61,8	16,6	53,9	24,2	65,7	17,3
Yhteensä	63,3	16,7	56,0	24,9	68,1	18,3

TAULUKKO 1.12 Kokeen tulokset tehtävätyypeittäin.

Lääni	Päässälaskut		Monivalintatehtävät		Tuottamistehtävät	
	Keskiarvo	Hajonta	Keskiarvo	Hajonta	Keskiarvo	Hajonta
Etelä-Suomen	75,1	13,9	60,3	24	58,7	17,7
Länsi-Suomen	74,9	13,7	59,5	24,2	57,6	17,6
Itä-Suomen	75,2	14,8	60,0	24,3	59,9	16,8
Oulun	73,9	14,6	58,3	23,7	58,6	17,3
Lapin	73,3	14,4	58,7	24,2	56,4	16,6
Yhteensä	74,9	14,0	59,7	24,1	58,3	17,5

Itä-Suomen läänissä asuvat oppilaat menestyivät sekä eri sisältöalueilla että tehtävätyypejä koskevissa laskuissa parhaiten lukuun ottamatta monivalintatehtäviä, joissa Etelä-Suomen oppilaat menestyivät parhaiten. Erot läänien välillä olivat kuitenkin käytännössä pieniä.

1.9.6 Koetulokset kuntamuodoittain

TAULUKKO 1.13 Koetulokset kuntamuodoittain.

Kuntamuoto	Oppilaiden lukumäärä	Ratkaisuprosentti, keskiarvo	Hajonta
Kaupunkimainen	3 132	62,1	15,8
Taajaan asuttu	780	61,8	15,5
Maaseutumainen	1 648	60,6	16,0

Parhaiten kokeessa menestyivät kaupunkimaisissa kunnissa asuvat oppilaat ja heikoiten maaseutumaisissa kunnissa asuvat. Tulos poikkeaa vuonna 2007 tehdystä arvioinnista, jossa parhaiten menestyivät maaseutumaisissa kunnissa asuvat oppilaat (Niemi 2008, 59).

TAULUKKO 1.14 Koetulokset tehtävämuodoittain.

Kuntamuoto	Päässä-laskut	Hajonta	Monivalinta-tehtävät	Hajonta	Tuottamistehtävät	Hajonta
Kaupunkimainen	75,0	13,9	60,4	24,2	58,8	17,4
Taajaan asuttu	76,1	13,5	59,4	24,0	58,2	17,2
Maaseutumainen	74,1	16,0	58,6	24,0	57,4	17,7

Monivalintatehtävät ja tuottamistehtävät osattiin parhaiten kaupunkimaisissa kunnissa. Maaseutumaisissa kunnissa asuvat oppilaat menestyivät heikoiten. Tulos on päinvastainen kuin vuonna 2007 tehdyssä arvioinnissa (Niemi 2008, 59).

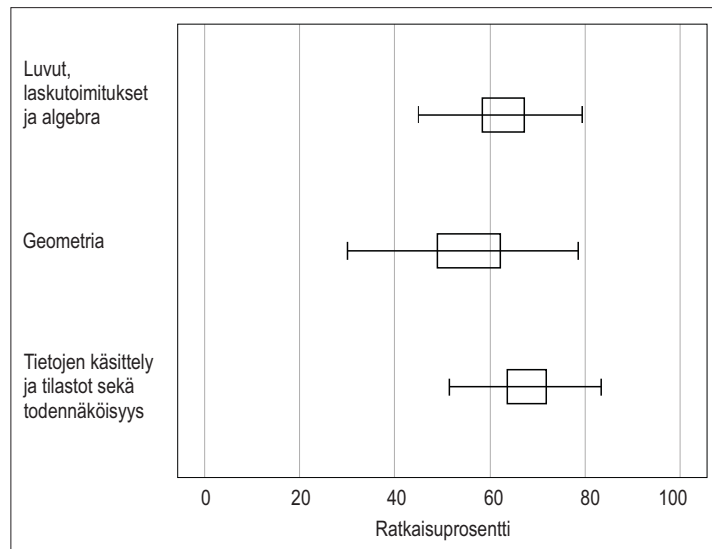
TAULUKKO 1.15 Koetulokset sisältöalueittain.

Kuntamuoto	Luvut, laskutoimitukset ja algebra		Geometria		Tietojen käsittely ja tilastot sekä todennäköisyys	
	Keskiarvo	Hajonta	Keskiarvo	Hajonta	Keskiarvo	Hajonta
Kaupunkimainen	64,1	16,5	55,9	25,0	68,5	18,5
Taajaan asuttu	62,8	16,8	57,2	24,3	68,6	17,7
Maaseutumainen	62,2	17,0	55,6	24,9	66,9	18,3

Kaupunkimaisissa kunnissa asuvat oppilaat menestyivät parhaiten luvut, laskutoimitukset ja algebra -sisältöalueella ja taajaan asutulla alueella asuvat oppilaat menestyivät parhaiten geometrian sekä tietojen käsittely ja tilastot sekä todennäköisyys -sisältöalueella. Maaseutumaisissa kunnissa asuvat oppilaat menestyivät kaikilla sisältöalueilla heikoiten. Erot eivät olleet käytännössä kuitenkaan suuret.

1.10 ALA- JA YLÄKVARTIILIT

Vertailuun otettiin mukaan vain ne koulut, joissa otantaan otetulla luokalla oli vähintään viisi oppilasta. Jaettaessa oppilaat koetulosten kokonaispistemäärän perusteella kahteen ryhmään; parhaiten ja huonoiten menestyvään neljännekseen, oli alakvartiiliin kuuluvien oppilaiden koetehtävien ratkaisu-osuusprosentti 42 ja yläkvartiiliin kuuluvien oppilaiden 82. Koska saman pistemäärän saaneet oppilaat sijoittuivat samaan neljännekseen, oppilasmäärät eivät ole täsmälleen yhtä suuria ala- ja yläkvartiileissa. Suurin ero oli geometrian sisältöalueen laskuissa, joista alakvartiilin oppilaat osasivat ratkaista 31 prosenttia ja yläkvartiilin oppilaat 84 prosenttia. Erot olivat sekä eri sisältöalueilla että tehtävämuodoissa tilastollisesti erittäin merkitsevät. Alakvartiiliin kuuluvien oppilaiden asenteet matematiikkaa kohtaan olivat kaikilla kolmella asennefaktorilla mitattuna tilastollisesti erittäin merkitsevästi kielteisemmät kuin yläkvartiiliin kuuluvilla oppilailla.

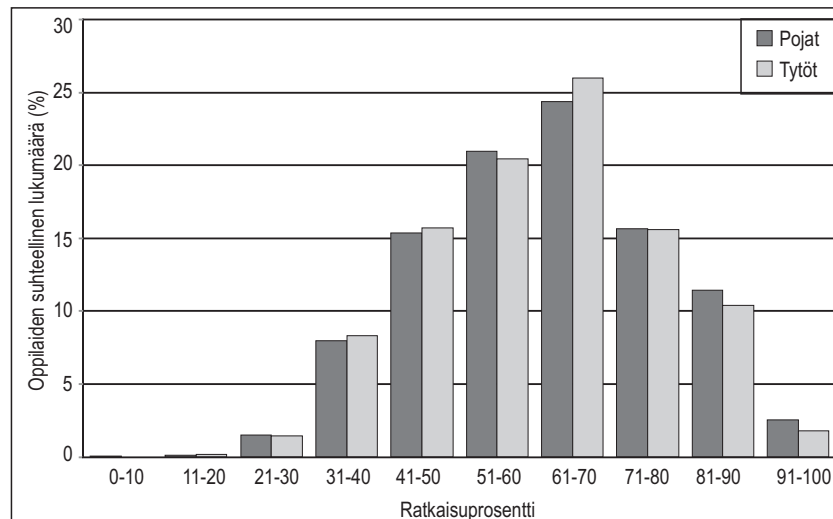


KUVIO 1.29. Koulujen keskiarvoja oppiaineen eri sisältöalueilla

Eri otoskoulujen oppilailla osaamisen taso vaihteli niin, että suhteellinen osuus jollakin osa-alueella saavutettavissa olevasta pistemäärästä saattoi osa-alueesta riippuen olla parhaassa koulussa 47–61 prosenttiyksikköä korkeampi kuin heikoimmin menestyneen koulun otoksessa keskimäärin. Kuvioista tulee näkyviin, että geometrian osa-alueella koulujen keskiarvojen välinen vaihtelu on suurempaa kuin muilla alueilla. Tällä osa-alueella osaaminen ylipäänsä on ollut keskimäärin heikompaa kuin muilla sisältöalueilla. Kuviossa epätyypilliset poikkeukselliset ääriarvot on jätetty tarkastelun ulkopuolelle.

1.11 OPPIMISTULOSTEN VERTAILUA SUKUPUOLEN MUKAAN

Arviointiin osallistui 2 716 poikaa ja 2 844 tyttöä. Koko kokeessa tytöt ja pojat menestyivät lähes yhtä hyvin. Pojat olivat kuitenkin hiukan parempia, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä; poikien koko kokeen ratkaisuprosenttiosuus oli 62,0 ja tyttöjen 61,2. Myös vuonna 2007 tehdyssä matematiikan kuudennen vuosiluokan oppimistulosarvioinnissa pojat olivat jonkin verran parempia, vaikka tilastollisessa mielessä eroa ei ollut (Niemi 2008). Opetushallituksen aikaisemmin tekemissä arvioinneissa kuudennella vuosiluokalla sekä matematiikan ja äidinkielen päättöarvioinneissa tytöt ovat menestyneet poikia paremmin (Niemi 2001, Mattila 2002, 2005; Lappalainen 2004, 2006). Poikia oli hieman enemmän parhaiten kokeessa menestyneiden oppilaiden joukossa.



KUVIO 1.30 Kokeen ratkaisuprosenttien jakauma sukupuolen mukaan.

TAULUKKO 1.16 Ratkaisuprosentit kokeen sisältöalueen mukaan.

	Pojat	Tytöt	p-arvo
Luvut, laskutoimitukset ja algebra	63,9	62,8	0,014
Geometria	55,6	56,4	0,218
Tietojen käsittely ja tilastot sekä todennäköisyys	68,7	67,4	0,007

Pojat menestyivät luvut, laskutoimitukset ja algebra- sekä tietojen käsittely, tilastot ja todennäköisyys -sisältöalueilla tyttöjä jonkin verran paremmin. Tytöt kuitenkin menestyivät geometrian sisältöalueella hieman poikia paremmin. Tulos vastaa vuoden 2007 arvioinnin tuloksia (Niemi 2008).

TAULUKKO 1.17 Kokeen ratkaisuprosentit tehtävätyypittäin.

	Pojat	Tytöt	p-arvo
Päässälaskut	76,6	73,0	<0,001
Monivalintatehtävät	62,5	56,8	<0,001
Tuottamistehtävät	57,7	58,9	0,016

Pojat menestyivät päässälaskuissa ja monivalintatehtävissä tilastollisesti erittäin merkitsevästi paremmin kuin tytöt. Tytöt olivat tuottamistehtävissä poikia jonkin verran parempia.

Sukupuolten väliset erot eivät kuitenkaan olleet kovin suuret.

1.12 SUOMEN- JA RUOTSINKIELISTEN KOULUJEN OPPILAIDEN MENESTYMINEN KOKEESSA

Suomenkielisten koulujen oppilaita otoksessa oli mukana 4 925 ja ruotsinkielisten koulujen oppilaita 635. Suomenkielisten koulujen oppilaiden koko kokeen keskimääräinen ratkaisuprosenttiosuus oli 62 ja ruotsinkielisten 57. Ero oli 5 prosenttiyksikköä, mikä oli tilastollisesti erittäin merkitsevä. Vuonna 2000 ja 2007 tehdyissä arvioinneissa ero oli yli 8 prosenttiyksikköä (Niemi 2001, 2008).

TAULUKKO 1.18 Kokeen ratkaisuprosentit sisältöalueen mukaan.

	Suomenkieliset		Ruotsinkieliset		p-arvo
	Keskiarvo	Hajonta	Keskiarvo	Hajonta	
Luvut, laskutoimitukset ja algebra	64,0	16,8	58,6	15,4	<0,001
Geometria	56,6	24,9	51,1	24,6	<0,001
Tietojen käsittely, tilastot ja todennäköisyys	68,1	18,4	68,0	17,5	0,962

Suomenkielisten koulujen oppilaat menestyivät luvut, laskutoimitukset ja algebra- sekä geometria-sisältöalueilla tilastollisesti erittäin merkitsevästi paremmin kuin ruotsinkielisten koulujen oppilaat. Sen sijaan tietojen käsittely, tilastot ja todennäköisyys -sisältöalueen kummankin kieliryhmän edustajat osasivat yhtä hyvin.

TAULUKKO 1.19 Kokeen ratkaisuprosentit tehtävätyypin mukaan.

	Suomenkieliset		Ruotsinkieliset		p-arvo
	Keskiarvo	Hajonta	Keskiarvo	Hajonta	
Päässälaskut	74,9	14,1	74,9	13,7	0,983
Monivalintatehtävät	60,1	24,1	57,0	23,7	0,003
Tuottamistehtävät	58,9	17,5	53,6	16,4	<0,001

Tehtävätyyppien mukaan tarkasteltuna kummankin kieliryhmän edustajat menestyivät yhtä hyvin päässälaskutehtävissä. Tuottamistehtävien osalta suomenkielisten koulujen oppilaat menestyivät tilastollisesti erittäin merkitsevästi paremmin.

1.13 MATEMATIIKAN ARVOSANAN YHTEYS KOETULOKSIIN

Oppilaskyselyssä tiedusteltiin oppilaan 5. vuosiluokan päättyessä saamaa matematiikan arvosanaa.

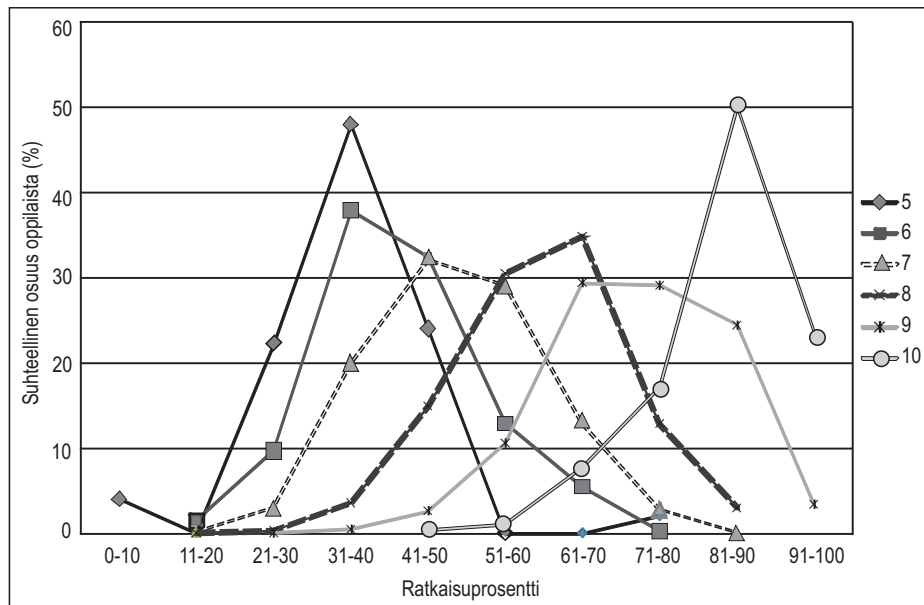
TAULUKKO 1.20 Oppilaiden matematiikan arvosanat.

Arvosana	N
5	50
6	404
7	1 183
8	1 883
9	1 687
10	275
ei tietoa	78

Oppilaista lähes 70 prosenttia on saanut 5. vuosiluokan päättyessä matematiikan arvosanaksi vähintään 8 ja yli 35 prosenttia on saanut vähintään kiitettävän arvosanan (9).

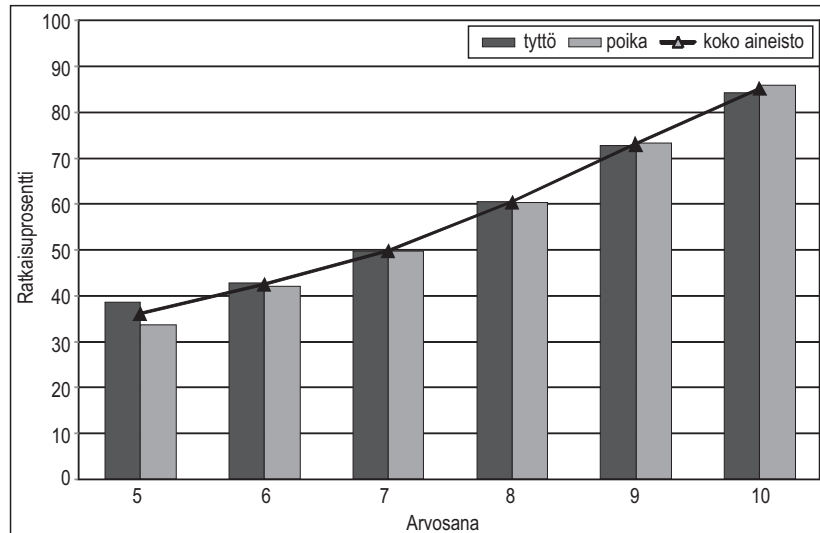
TAULUKKO 1.21 Oppilaiden matematiikan arvosanan yhteys koetulokseen.

Arvosana	Ratkaisuosuus-prosentti	Hajonta
5	36,1	10,7
6	42,5	10,2
7	49,8	10,6
8	60,4	10,9
9	73,0	11,5
10	85,1	8,9



KUVIO 1.31 Eri todistusarvosanan saaneiden oppilaiden pistemääräjakaumat.

Oppilaan saamalla todistusarvosanalla ja kokeessa menestymisellä oli korkea korrelaatio (0,72). Kuitenkin noin 26 prosenttia arvosanan 10 saaneista oppilaista oli osannut ratkaista vähemmän kuin 80 prosenttia tehtävistä. Arvosanan 5 saaneista oppilaista 66 prosenttia osasi ratkaista enintään 40 prosenttia tehtävistä ja vain yksi arvosanan 5 saanut oppilas osasi ratkaista yli 50 prosenttia tehtävistä oikein.



KUVIO 1.32 Matematiikan arvosanan yhteys koetulokseen sukupuolen mukaan.

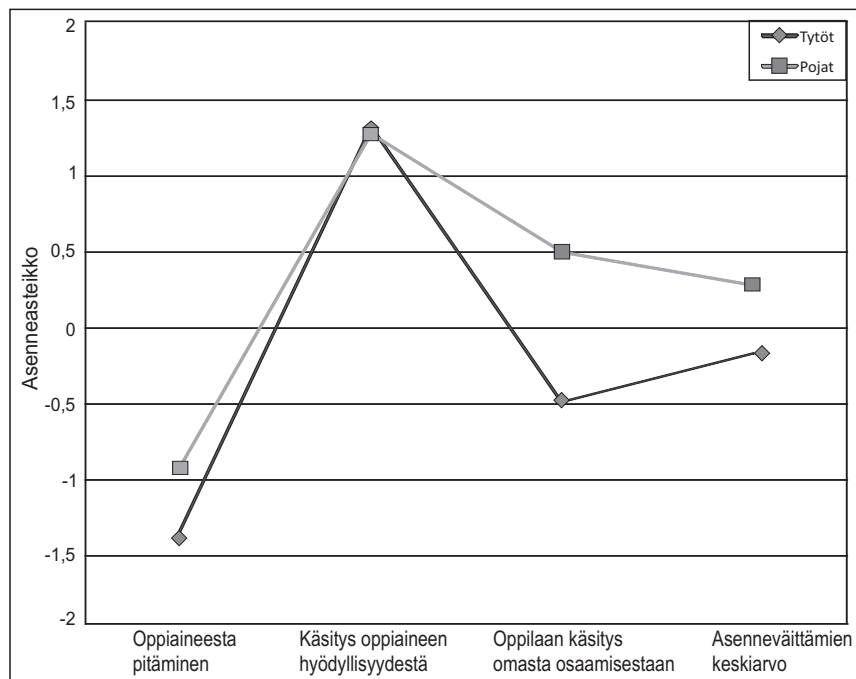
Kuviosta 1.32 nähdään, ettei sukupuolten välillä ole kokeessa menestymisessä eroa matematiikasta saadun arvosanan suhteen. Opettajien tekemässä oppilaiden matematiikan arvostelussa ei sukupuolella ainakaan tämän arvioinnin mukaan ole ollut yhteyttä paremman arvosanan saamiseen. Ainoastaan arvosanan viisi saaneet tytöt ovat menestyneet selvästi heikommin kokeessa kuin vastaavan arvosanan saaneet pojat. Vuonna 2007 suoritettussa arvioinnissa saatiin samankaltainen tulos (Niemi, 2008).

1.14 ASEENTEET JA NIIDEN YHTEYS KOETULOKSEEN

TAULUKKO 1.22 Korrelaatio oppilaiden asenteiden ja koetulosten välillä.

Asenne	Korrelaatio matematiikan koetulokseen	p-arvo
Pitäminen	0,24	<0,001
Hyödyllisyys	0,20	<0,001
Osaaminen	0,53	<0,001

Oppilaiden asenteiden ja matematiikan kokeessa menestymisen välillä oli selvä yhteys. Mitä positiivisempi asenne oppilaalla oli, sitä paremmat tulokset hän sai kokeessa. Myös eri osa-alueilla matematiikasta pitämisessä, sen hyödyllisyyden kokemisella ja omalla itsetunnolla matematiikan kokeessa oli erittäin merkitsevä yhteys koetuloksiin. Tyttöjen asenteet matematiikkaa kohtaan (kuvio1.33) olivat ylipäätään negatiivisemmat kuin pojilla. Erityisesti tyttöjen käsitys omasta osaamisestaan poikkesi selvästi poikien käsityksestä. Poikien kokemus osaamisestaan oli myönteisempi myös vuosina 2000 ja 2007 Opetushallituksen suorittamissa arvioinneissa (Niemi 2001, 2008).



KUVIO 1.33 Oppilaiden asenteet matematiikkaa kohtaan.

1.15 KOULUSSA VIIHTYMISEN YHTEYS KOETULOKSIIN

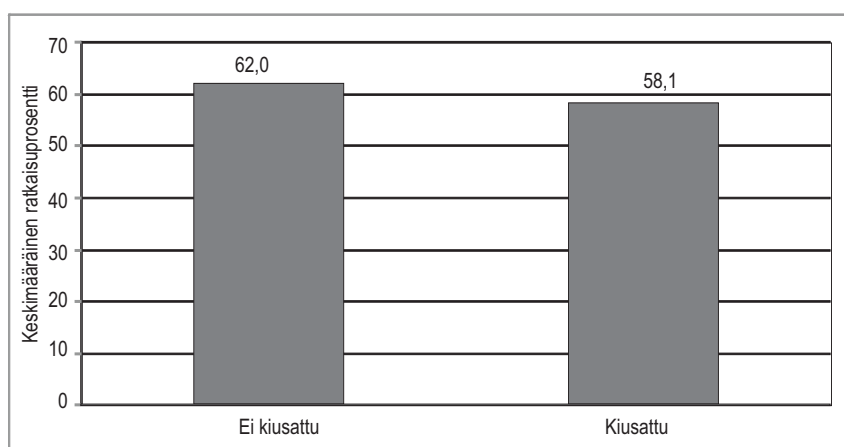
Oppilailta kysyttiin neliportaisella asteikolla (erittäin hyvin, melko hyvin, melko huonosti, erittäin huonosti) koulussa viihtymistä. Kuten taulukosta 1.23 näkyy, koulussa viihtymisellä oli selvä yhteys matematiikan kokeessa menestymiseen.

TAULUKKO 1.23 Oppilaiden kouluviihtyvyyden yhteys koetuloksiin.

Viihtyminen	Oppilasmäärä	Koetehtävien ratkaisuprosentti
erittäin hyvin	1 653	62,5
melko hyvin	3 537	61,4
melko huonosti	264	61,0
erittäin huonosti	75	55,9

1.16 KOULUKIUSAAMISEN YHTEYS KOETULOKSIIN

Oppilaskyselyssä tiedusteltiin koulukiusaamisesta: onko oppilaita kiusattu usein koulussa tai koulumatkalla. Pojista 7,4 prosenttia ja tytöistä 5,6 prosenttia ilmoitti, että heitä on kiusattu usein. Kiusatut oppilaat menestyivät kokeessa tilastollisesti erittäin merkitsevästi huonommin kuin oppilaat, joita ei oltu kiusattu. Kokeen ratkaisuprosenttien ero oli lähes 4 prosenttiyksikköä (kuvio 1.34). Myös kaikilla kokeen sisältöalueilla ja eri tehtävätyypeissä itsensä koulukiusatuksi tuntevat menestyivät huonommin kuin oppilaat, joita ei oltu kiusattu.



KUVIO 1.34 Koulukiusaamisen yhteys koetuloksiin.

TAULUKKO 1.24 Koulukiusaaminen ja kokeessa menestyminen.

Sisältöalue	Kiusaaminen	Ratkaisuprosentti
Luvut, laskutoimitukset ja algebra	ei	63,7
	kyllä	59,7
Geometria	ei	56,4
	kyllä	53,8
Tilastot, tietojenkäsittely ja todennäköisyys	ei	68,6
	kyllä	63,3
Päässälaskutehtävät	ei	75,1
	kyllä	73,1
Monivalintatehtävät	ei	60,1
	kyllä	55,0
Tuottamistehtävät	ei	58,8
	kyllä	54,6

1.17 OPETTAJATEKIJÖIDEN YHTEYDET OPPILAIDEN KOETULOKSIIN

1.17.1 Opettajan tutkinto

TAULUKKO 1.25 Opettajan tutkinto ja oppilaiden kokeen ratkaisuprosentit.

Opettajan tutkinto*	N	Ratkaisuprosentti
KK/KM luokanopettaja	224	61,3
peruskoulun luokanopettaja	92	62,4
kansakoulunopettaja	7	59,1
matematiikan aineenopettaja	10	59,0
muu aineenopettaja	6	58,3
muu ylempi korkeakoulututkinto	8	60,1
muu alempi korkeakoulututkinto	5	62,1
muu koulutus	8	60,5

*otettu huomioon vain opettajan suorittama yksi tutkinto

Taulukon 1.25 mukaan peruskoulun luokanopettajan tutkinnon suorittaneiden opettajien oppilaat menestyivät kokeessa parhaiten. Toiseksi parhaiten menestyivät muun alemman korkeakoulututkinnon suorittaneiden luokanopettajien oppilaat. Tällaisia opettajia oli kuitenkin vain viisi. Heikointen menestyivät muun kuin matematiikan aineenopettajan tutkinnon suorittaneiden opettajien oppilaat. Tällaisia opettajia oli vain kuusi. Matematiikan aineenopettajan koulutuksellakaan ei näyttänyt olevan yhteyttä siihen, että oppilaat olisivat menestyneet kokeessa paremmin. Koska otoksessa oli edellä mainittujen ryhmien edustajia vähän, asiasta ei voida tehdä pitemmälle vieviä johtopäätöksiä.

1.17.2 Opettajan kelpoisuus

TAULUKKO 1.26 Opettajakelpoisuuden yhteys oppimistuloksiin.

Matematiikan koe	Opettajan kelpoisuus	N	Ratkaisuprosentti
Kokeen kokonaisratkaisuosuus	kyllä	336	61,4
	ei	23	61,1
Päässälaskut	kyllä	336	74,7
	ei	23	73,3
Monivalintatehtävät	kyllä	336	59,2
	ei	23	60,1
Tuottamistehtävät	kyllä	336	58,2
	ei	23	57,9
Luvut, laskutoimitukset ja algebra	kyllä	336	63,1
	ei	23	61,9
Geometria	kyllä	336	56,0
	ei	23	57,5
Tietojen käsittely, tilastot ja todennäköisyys	kyllä	336	67,8
	ei	23	67,1

Opettajista 94 prosentilla oli muodollinen opettajankelpoisuus. Opettajakelpoisuudella ei tässä tutkimuksessa ollut kovinkaan suurta yhteyttä oppilaiden koetuloksiin. Tilastollista eroa ei kuitenkaan ollut millään sisältöalueilla tai tehtävätyypeissä. On hyvä ottaa huomioon, että epäpätevien opettajien osuus oli koko opettajamäärästä vain kuusi prosenttia.

Oppilaiden asenteisiin matematiikkaa kohtaan oli jonkin verran positiivinen yhteys sillä, että opettajalla oli opettajakelpoisuus.

1.17.3 Opintojen laajuus

TAULUKKO 1.27 Opettajan matematiikan opintojen laajuuden yhteys koetuloksiin.

Opintojen laajuus	Opettaja (N)	Oppilaiden kokeen ratkaisuprosentti
monialaiset opinnot	261	61,4
approbatur/15 ov./25 op.	56	62,5
cum laude 35 ov./ 60 op.	17	60,2
muu tai puuttuva tieto	30	60,3

Parhaiten kokeessa menestyivät niiden opettajien oppilaat, joiden opettajat olivat erikoistuneet opettajakoulutuksessa matematiikkaan. Myös opettajan työkokemus oli suurempi niiden oppilaiden opettajilla, joiden oppilaat menestyivät paremmin kokeessa. Aiemmin suoritetuissa arvioinneissa ei matematiikkaan erikoistumisella ole ollut positiivista yhteyttä oppilaiden matematiikan tuloksiin (Niemi 2001, 2008).

1.17.4 Opettajien halukkuus täydennyskoulutukseen

TAULUKKO 1.28 Opettajien täydennyskoulutushalukkuuden yhteys oppilaiden kokeessa menestymiseen.

Opettajien halukkuus täydennyskoulutukseen	N	Oppilaiden kokeen ratkaisuprosentti
ei lainkaan	32	60,1
1–2 päiväksi	219	61,5
3–5 päiväksi	73	60,0
viikkoa pidemmäksi ajaksi	37	63,9

Opettajakyselyssä opettajilta tiedusteltiin, olisivatko he halukkaita osallistumaan ensi lukuvuonna heille täysin maksuttomaan matematiikan opetusta koskevaan täydennyskoulutukseen taulukossa 1.28 esitetyn ajanjakson mukaisesti. Opettajista valtaosa haluaisi osallistua 1–2 päivää kestävään koulutukseen. Parhaiten menestyivät sellaisten opettajien oppilaat, joiden opettaja halusi viikkoa pidemmäksi ajaksi täydennyskoulutukseen.

Kysyttäessä opettajilta millaista täydennyskoulutusta he haluaisivat selvästi parhaat tulokset saivat sellaisten opettajien oppilaat, joiden opettaja halusi suorittamaan matematiikassa arvosanaopintoja.

1.18 POHDINTAA

Oppilaat menestyivät matematiikan kokeessa keskimäärin hyvin. Pojat ja tytöt menestyivät kokeessa lähes yhtä hyvin. Geometrian sisältöalue osattiin heikoiten ja parhaiten tietojen käsittely ja tilastot sekä todennäköisyssisältöalue. Myös päässälaskut osattiin hyvin. Tuottamistehtävät osattiin heikoiten. Jatkossa tulisikin kiinnittää huomiota geometrian sisältöalueen opettamiseen sekä tuottamistehtävien ratkaisuongelmiin ja niiden mahdolliseen lisäämiseen opetuksessa.

Oppilaat pitivät matematiikkaa hyödyllisenä oppiaineena ja käsitys omasta osaamisesta oli pojilla edelleen suurempi kuin tytöillä. Tyttöjen itsetunnon kohottamiselle matematiikan osaajina olisi tarvetta.

Koulukiusaamisella ja koulussa viihtymisellä oli selvä yhteys koetuloksiin. Kiusaamisen kohteeksi joutuneet oppilaat ja ne oppilaat, jotka eivät viihtyneet koulussa menestyivät kokeessa muita huonommin. Oppilaiden keskinäiseen vuorovaikutukseen tulisi kouluissa kiinnittää entistä enemmän huomiota samoin kuin oppilaiden koulussa viihtymättömyyden syiden selvittämiseen.

Edelleen tässäkin arvioinnissa suomenkieliset oppilaat menestyivät ruotsinkielisiä oppilaita paremmin kaikilla sisältöalueilla ja eri tehtävätyypeissä. Koska kaikissa aikaisemmissakin Opetushallituksen alaluokilla suorittamissa matematiikan seuranta-arvioinneissa ruotsinkielisten koulujen oppilaat ovat menestyneet selvästi heikommin kuin suomenkielisten koulujen oppilaat, tulisi mitä pikemmin tutkia, mistä erot johtuvat. Kuitenkin yläluokilla osaamisen taso on aiemmin suoritetuissa arvioinneissa ollut samankaltaista.

Arvioinnissa oppikirjan ja opettajan oppaan merkitys oli tärkeä opettajien opetusta ohjaava tekijä. Aiemmin suoritettujen tutkimusten mukaan (Niemi 2001, 2008) opetussuunnitelman merkitys on ollut vähäinen. Tulisikin pohdita viimeistään opetussuunnitelman perusteita uudistettaessa, miten oppimateriaaliin ja sen sisältöihin suhtaudutaan. Oppimateriaalin tekeminen, suositukset ja seuranta ovat yksinomaan oppikirjan tekijöiden ja kustantajien vastuulla. Koska oppimateriaalilla on suuri merkitys opetusta ohjaavana tekijänä lähes kaikissa Opetushallituksen tekemissä oppiainekohtaisissa arvioinneissa, olisi syytä pohdita valtakunnallisia keinoja oppimateriaalien seurantaan ja kehittämiseen.

Vaikka kokonaisuutena voidaan todeta, että oppilaiden oppimistulosten erot eivät ole suuria ja koulutuksellinen tasa-arvo maassa on hyvä, ovat kuitenkin yksittäisten koulujen väliset erot yllättävän suuria. Erityisesti tällaiset erot korostuvat ruotsinkielisten koulujen kohdalla. Suomenkielisten ja ruotsinkielisten koulujen eroja on tutkittu tarkemmin tämän raportin luvussa 3 (ks. Metsämuuronen 2010).

Opettajien täydennyskoulutukselle on selvästi tarvetta. Erityisesti koulutusta kaivataan opetusmenetelmissä ja matematiikan oppimisvaikeuksien tunnistamisessa.

LÄHTEET

- Huisman, T. (2006).** *Luen, kirjoitan ja ratkaisen.* Peruskoulun kolmasluokkalaisten oppimistulokset äidinkielessä ja kirjallisuudessa sekä matematiikassa. Oppimistulosten arviointi 7/2006. Helsinki: Opetushallitus.
- Joutsenlahti, J. & Vainionpää, J. (2010).** Matematiikan oppimateriaali matematiikan opetuksessa ja osaamisessa. Teoksessa **E. K. Niemi & J. Metsämuuronen** (toim.), *Miten matematiikan taidot kehittyvät? Matematiikan oppimistulokset peruskoulun viidennen vuosiluokan jälkeen vuonna 2008.* Koulutuksen seurantaraportit 2010:2. Helsinki: Opetushallitus.
- Lappalainen, H.-P. (2004).** *Kerroin kaiken tietämäni.* Perusopetuksen äidinkielen ja kirjallisuuden oppimistulosten arviointi 9. vuosiluokalla 2003. Oppimistulosten arviointi 2/2004. Helsinki: Opetushallitus.
- Lappalainen, H.-P. (2006).** *Ei taito taakkana ole.* Perusopetuksen äidinkielen ja kirjallisuuden oppimistulosten arviointi 9. vuosiluokalla. Oppimistulosten arviointi 1/2006. Helsinki: Opetushallitus.
- Mattila, L. (2002).** *Perusopetuksen matematiikan oppimistulosten kansallinen arviointi 9. vuosiluokalla 2002.* Oppimistulosten arviointi 8/2002. Helsinki: Opetushallitus.
- Mattila, L. (2005).** *Perusopetuksen matematiikan kansalliset oppimistulokset 9. vuosiluokalla 2004.* Oppimistulosten arviointi 2/2005. Helsinki: Opetushallitus.
- Metsämuuronen, J. (2010).** Pitkittäisaineistoon liittyviä menetelmäkysymyksiä. Teoksessa **E. K. Niemi & J. Metsämuuronen** (toim.), *Miten matematiikan taidot kehittyvät? Matematiikan oppimistulokset peruskoulun viidennen vuosiluokan jälkeen vuonna 2008.* Koulutuksen seurantaraportit 2010:2. Helsinki: Opetushallitus.
- Niemi, E. K. (1984).** *Matematiikan oppimistulokset, asenteet matematiikkaa kohtaan ja suhtautuminen matematiikan opetukseen ja oppimisjärjestelyihin tasokurssi- ja tuntikehysjärjestelmän mukaisesti opiskelevilla oppilailla.* Tampereen yliopisto. Kasvatustieteiden laitos. Licensiaatintyö.
- Niemi, E. K. (2001).** *Perusopetuksen matematiikan oppimistulosten kansallinen arviointi 6. vuosiluokalla vuonna 2000.* Oppimistulosten arviointi 2/2001. Helsinki: Opetushallitus.
- Niemi, E. K. (2004).** *Perusopetuksen oppimistulosten kansallinen arviointi ja tulosten hyödyntäminen koulutuspoliittisessa kontekstissa.* Turun yliopiston julkaisusarja C:216. Turun yliopisto.
- Niemi, E. K. (2008).** *Matematiikan oppimistulosten kansallinen arviointi 6. vuosiluokalla vuonna 2007.* Oppimistulosten arviointi 1/2008. Helsinki: Opetushallitus.
- Opetushallitus (2004).** *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet.* Helsinki: Opetushallitus.
- Vainionpää, J. & Joutsenlahti J. (2010).** Opettajien matematiikkakuva ja matematiikan opettamisen olosuhteet. Teoksessa **E. K. Niemi & J. Metsämuuronen** (toim.), *Miten matematiikan taidot kehittyvät? Matematiikan oppimistulokset peruskoulun viidennen vuosiluokan jälkeen vuonna 2008.* Koulutuksen seurantaraportit 2010:2. Helsinki: Opetushallitus.

2 PITKITTÄISAINEISTOON LIITTYVIÄ MENETELMÄRATKAISUJA

2.1 JOHDANNOKSI

Perustulosten lisäksi (luku 1, Niemi 2010) tässä raportissa esitellään 286 koulun ja 4 551 oppilaan aineiston perusteella, millaista muutosta tapahtuu samojen oppilaiden matematiikka-oppiaineen osaamisessa ja sitä koskevissa asenteissa perusopetuksen 3–6 luokkien aikana. Alkumittaus 3. luokalla vuonna 2005 (Huisman 2006; Huisman & Silverström 2006) oli ns. ensimmäisen nivelvaiheen osaamisen arviointi; kokeessa mitattiin sitä, kuinka hyvin 2. luokan loppuun mennessä opittaviksi edellytetyt asiat hallittiin (ks. OPH 2004, 156–158). Sama ikäluokka ja valtaosin samat oppilaatkin mitattiin uudelleen heidän ollessaan 6. luokan alussa vuonna 2008, jolloin mittaus oli ns. toisen nivelvaiheen matematiikan osaamisen arviointi. Tällä kokeella arvioitiin, kuinka peruskoulun 5. luokan loppuun mennessä opituiksi edellytetyt tavoitteet oli saavutettu (ks. OPH 2004, 158–161). Tekstissä puhutaan 3. ja 6. luokan (alun) mittauksista, joiden kohteena olivat 2. luokan ja 5. luokan loputtua hallitut asiat.

Tässä jaksossa paneudutaan tämän pitkittäisaineiston menetelmien peruskuvaukseen. Seuraavassa pääjaksossa (Metsämuuronen 2010), kuvataan varsinaisesti osaamisen ja asenteiden muutos ja pohditaan aiemmin kehitetyn mallin pohjalta (Metsämuuronen 2009a) oppimistuloksiin ja oppimistulosten muutokseen vaikuttavia tekijöitä ja niiden yhteyttä osaamisen ja asenteiden muutokseen. Erillisissä artikkeleissa paneudutaan pitkittäisaineiston pohjalta syvällisemmin opettaja-aineistoon (luku 4, Vainionpää & Joutsenlahti 2010; luku 5, Joutsenlahti & Vainionpää 2010) ja heikkojen oppilaiden erityiskysymyksiin (luku 6, Räsänen, Närhi & Aunio 2010). Tilan säästämiseksi pitkittäisaineistoon ja erillisanalyysihin liittyvät yleiset menetelmäratkaisut – otos, kato, vertaistaminen ja mittareiden luotettavuuskysymykset – raportoidaan tässä jaksossa.

2.2 TUTKIMUSTEHTÄVÄ

Opetushallitusta koskevan lain (25.1.1991/182) mukaan Opetushallitus seuraa opetuksen järjestämistä, ja Perusopetuslain (21.8.1998/628) 21 §:n mukaan Opetushallitus tekee opetussuunnitelman perusteiden mukaisten eri oppiaineiden kansallisia oppimistulosten seuranta-arviointeja. Seuranta-arviointeja on kahdenlaisia: yhtäältä sellaisia, joissa selvitetään kuinka oppimistulokset muuttuvat saman luokkatason (esimerkiksi päättövaiheen) mitauksissa ja toisaalta sellaisia, joissa seurataan (samojen) oppilaiden osaamisen muutosta eri luokka-asteilla. Tässä ja tuonnempana tulevilla osuuksissa kyse on jälkimmäisestä: samoja oppilaita on tutkittu kahteen kertaan. Aineisto on suomalaisessa kasvatuksen alan arviointitutkimuksessa ainutlaatuinen useassa suhteessa. Ensiksi kyseessä on ensimmäinen viidennen luokan jälkeistä nivelvaihetta koskeva matematiikka-oppiaineen kansallinen seuranta-arviointi. Toiseksi aineisto on ensimmäinen, jonka avulla on mahdollisuus seurata osaamisen kehittymistä kahden nivelvaiheen välillä. Kolmanneksi kyseessä on ensimmäinen kansallisesti yleistettävä suomenkielinen oppimistulosarviointi, jossa saadaan yhdistettyä kahden pitkittäismittauksen koko oppilas- ja kouluaineisto¹. Näistä erityisominaisuuksista johtuen syntyneen aineiston avulla on ollut mahdollista saada yhtäältä aivan uudenlaista tietoa opetuksen kehittämisen tueksi ja toisaalta kansallisesti uniikkia aineistoa jatkotutkimusten pohjaksi. Oppimistulosaineistoon on liitetty oppilailta, opettajilta ja rehtoreilta saatavia taustatietoja ja demografisia tietoja. Aineiston avulla pystytään vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. **Kuinka matemaattinen osaaminen ja ajattelu sekä matematiikka-oppiainetta koskevat asenteet muuttuvat perusopetuksen 3.–6. luokkien välillä?** Aiemmassa, 7.–9. luokkien pitkittäisvertailuna tehdyssä syventävässä analyysissä (Metsämuuronen 2006c) käsiteltiin osaamisen muutosta äidinkieli sekä kirjallisuus- ja modersmål och litteratur -oppiaineissa, mutta tarkastelu oli pääsääntöisesti koulun tasolla tapahtuvaa, koska vain osassa oppilasaineistoa pystyttiin eri vuosien mittaukset yhdistämään toisiinsa. Tätä kysymystä tarkastellaan tämän raportin 3. luvussa.
2. **Mitkä tekijät selittävät osaamisen muutosta?** Aiemmassa äidinkieli- ja kirjallisuus -oppiaineen pitkittäisvertailussa yläluokilla havaittiin mm., että sekä oppilaiden että koulujen lähtötasolla on merkitystä osaamisen muutokseen. Sekä lähtötasoltaan heikoimmat että parhaimmat tytöt edistyivät selvästi enemmän kun koulun lähtötaso oli matala kuin jos lähtötaso oli korkea. Tässä käsillä olevassa alaluokkien aineistossa on useita kiinnostavia 3. luokan aineistoon liittyviä tekijöitä, joilla saattaa olla mahdollista ennustaa osaamisen muutosta. Osaamisen muutosta luokkien 3 ja 6 aikana tarkastellaan tämän raportin 3. luvussa.

¹ Modersmål-oppiaineen seuranta-arvioinnissa (Silverström 2003; 2006; Metsämuuronen 2006b) 7. ja 9. luokkien aineistot saatiin yhdistettyä valtaosin toisiinsa. Vastaavaa suomenkielistä äidinkieli-oppiaineen aineistoa (Lappalainen 2003; 2006; Metsämuuronen 2006a) ei ollut suunniteltu oppilastasoiseen vertailuun, mutta koulun tasolla aineistoissa oli vertailtavina identtisten oppilaiden keskiarvot ja oppilasaineistostakin satoja oppilaita poimittiin käsin näytteenomaiseen vertailuun.

3. **Kuinka suuri on koulun tuoma lisäarvo osaamisen muutoksessa perusopetuksen alemmilla luokilla?** Aiemmassa pitkittäisvertailussa äidinkieli-oppiaineen lisäarvon mittaaminen oli hankalaa, sillä osaamisen muutos oli yhtäältä seurausta muidenkin kuin äidinkieli-oppiaineen yhteydessä tapahtuvassa lukemisen ja kirjoittamisen harjoittelusta ja toisaalta kodin lukuharrastuksesta ja lukemiskulttuurista. Vaikka matemaattisia operaatioita hyödynnetään (osin tiedostetusti, osin tiedostamatta) runsaasti koulun ulkopuolella ja vaikka kotona kyetään auttamaan (arkielämään liittyvien operaatioiden osalta) oppijaa varsin helposti, suurin osa matemaattisista operaatioista ja niiden välisistä yhteyksistä opitaan koulussa. Harvassa kodissa harrastetaan suoranaisesti matematiikkaa eikä todennäköisesti kovinkaan monen oppilaan vertaisryhmässä vapaa-ajalla pohdita koulumatematiikkaan liittyviä haasteita, ja näin ollen osaamisen muutos voidaan tulkita helpommin kuin esimerkiksi äidinkieli- ja kirjallisuus -oppiaineessa koulun, opettajan ja oppikirjan tuottamaksi, mikä helpottaa johtopäätösten tekemistä. Tätä kysymystä tarkastellaan tämän raportin 3. luvussa.
4. **Millainen on oppimateriaalin merkitys matematiikan opetuksessa, osaamisessa ja osaamisen muutoksessa?** Koska kyseessä on nivelvaiheen jälkeen suoritettava mittaus, myös oppikirjakysymykset nousevat uuteen valoon, sillä kaikki opetettava sisältö on pitänyt käydä läpi 5. luokan loppuun mennessä. Aiemmissa 6. luokkien oppilaiden loppuvaiheen osaamisen analyyseissa (Niemi 2001; 2008) eri oppikirjasarjoja käyttävillä oppilailla oli tilastollisesti merkitsevästi poikkeavat tulokset. Käytetyt asetelmat eivät mahdollistaneet pitkälle meneviä johtopäätöksiä oppikirjan omasta vaikutuksesta osaamiseen. Nyt aineisto, otanta ja mittausasetelma mahdollistavat oppimateriaalin analysoinnin entistä tarkemmin. Oppimateriaalia koskevan tematiikan osalta on tehty yhteistyötä Tampereen yliopiston Hämeenlinnan opettajakoulutuslaitoksen kanssa. Tätä kysymystä tarkastellaan tämän raportin 4. luvussa (Joutsenlahti & Vainionpää 2010).
5. **Millainen merkitys opettajien ominaisuuksilla – kuten ammattitaidolla ja matematiikkakuvalla – on oppilaiden osaamiseen ja osaamisen muutokseen?** Aiemmissa aineistoissa ei ole ollut mahdollista päästä käsiksi opettajien tai koulun vaikutukseen matemaattisen osaamisen lisääntymisessä. Tämä olisi vaatinut kaksi pitkittäistä mittausta samoilta oppilailta. Parhaimmassa tapauksessa voidaan tulevaisuudessa saada kolmas mittaus samasta koulusta, jolloin saataisiin tietoa siitä, kuinka pysyviä tulokset ovat (ks. Hautamäki ja Kuusela 2005). Mittauksessa pyritään pääsemään kiinni opettajien työn olosuhteisiin, opettajan kokemaan ammattitaitoon ja matematiikka-minäkuvaan opettajan tekemän itsearvioinnin avulla. Aineisto antaa mahdollisuuden tehdä kiinnostavia syventäviä analyyseja opettajakoulutuksen näkökulmasta. Tämän tematiikan osalta yhteistyötä on tehty Opettajien Ammattijär-

jestön (OAJ) ja Hämeenlinnan opettajakoulutuslaitoksen kanssa. Tätä kysymystä tarkastellaan tämän raportin 5. luvussa (Vainionpää & Joutsenlahti 2010).

6. **Kuinka heikoimman oppilasaineen osaaminen kehittyy alaluokkien aikana?** Ensimmäisen nivelvaiheen mittauksissa käytettiin diagnostisena työvälineenä oppimisvalmiuksia kartoittavaa testiä, jonka avulla on mahdollista tarkastella erityisesti niitä oppilaita, joilla on ollut 2. luokan jälkeen oppimisvaikeuksia. Aineiston avulla on mahdollista kartoittaa ne oppilaat, joilla vielä 6. luokan alussa on ongelmia matemaattisissa perusvalmiuksissa ja yksinkertaisissakin laskutoimituksissa, mutta joita ei ollut 5. luokan loppuun mennessä siirretty erityisopetuksen piiriin. Kokeen ja testien avulla on mahdollista päästä kiinni erityisesti varhaisen koulupudokkuuden ja syrjäytymisen diagnosoimien erityiskysymyksiin. Aineisto antaa mahdollisuuden varhaisen koulupudokkuuden ja syrjäytymisen diagnosoimisen välineiden kehittämisen. Tämän tematiikan osalta on tehty yhteistyötä Niilo Mäki -instituutin (NMI) kanssa, joiden tutkijat suunnittelivat mittariin muutamia diagnosoivia laskutehtäviä sekä taustakyselyyn muutamia syrjäytymisen riskitekijöitä kartoittavia kysymyksiä. Näitä erityiskysymyksiä raportoidaan tämän raportin 6. luvussa (Räsänen, Närhi & Aunio 2010)

Matematiikan testissä arvioitiin sekä osaamista että asenteita seuraavilla osa-alueilla (suluissa myöhemmin kuvioissa ja taulukoissa käytettävä lyhennys):

Oppimistulokset	Asenteet
Luvut, laskutoimitukset ja algebra (LLA)	Käsitys itsestä oppiaineen osaajana (OSAA)
Geometria (GEO)	Oppiaineesta pitäminen (PITÄÄ)

Lisäksi mitattiin osaaminen koko kokeessa (tuonnempana Osaaminen tai Kokonaisosaaminen) ja suhtautuminen oppiaineeseen (tuonnempana Asenne tai Kokonaisasenne). Kokonaisosaamiseen lasketaan mukaan myös Tietojen käsittely ja tilastot sekä todennäköisyys -kokonaisuuteen kuuluvia osioita (ks. myöhemmin mittareiden reliabiliteetti). Näistä ei kuitenkaan muodostunut tarkkaa kokonaisuutta, joten Tietojen käsittely ja tilastot sekä todennäköisyys -kokonaisuuden summaa ei raportoida erillisenä osa-alueena.

2.3 MENETELMÄRATKAISUJA

Tässä luvussa esitellään aineiston analysoinnin teknisiä yksityiskohtia ja valintoja. Kiinnostunut lukija saa tarkempaa tietoa erillisestä, Opetushallituksen seuranta-arviointien menetelmäratkaisuja kuvaavasta raportista (Metsämuuronen 2009a). Lukija, joka ei teknisistä yksityiskohdista ole kiinnostunut, voi suoraan siirtyä lukuihin 3–6.

2.3.1 Asetelma

Luonnollisissa olosuhteissa pidetyt koulukokeet edustavat tyypillisesti puolikokeellisia tutkimusasetelmia (ks. Metsämuuronen 2009b, 1218). Kun samoja henkilöitä mitataan kahteen kertaan, he muodostavat itselleen henkilökohdaisen ”kontrolliryhmän”, joka itse asiassa on parempi kuin perinteinen koeasetelma lähtötilanteen suhteen. Asetelma tulee myös lähelle englanninkielisessä kirjallisuudessa nimillä *within-subject design* tai *repeated measures design* tunnettua kokeellista asetelmaa.² Tarkemmin kuvattuna asetelma on perinteinen ennen–jälkeen -tyyppinen puolikoe kovarianssiasetelmalla, jossa kukin oppilas toimii itselleen vertailukohtana (kontrollina). Asetelmassa ei ole varsinaista kontrolliryhmää, sillä kaikille koululaisille tulee lain mukaan antaa opetusta samojen normien mukaisesti. Asetelmakielellä tämä kovarianssiasetelma on yksinkertaistettuna seuraava:

N	O ₁	X	O ₂
---	----------------	---	----------------

josta käy ilmi, että 1) aineistoa ei ole satunnaistettu (N, *Non-randomized*) koe- ja kontrolliryhmiin, 2) alkumittaus (O₁) on eri kuin loppumittaus (O₂) – joskin vertaistettu, 3) oletetaan, että kussakin koulussa itse toimenpide (X, Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden [OPH 2004] mukainen opetus) on samanlaista ja 4) ennen ensimmäistä mittausta annettu opetus (potentiaalinen toinen X) ei vaikuta tulokseen. Viimeksi mainittu tarkoittaa siis sitä, että emme ole kiinnostuneita siitä, miten oppilaat päätyivät lähtötasoonsa – kukin lähtee omalta perustasoltaan. Asetelma on avoin monenlaisille väliin tuleville muuttujille. Esimerkiksi opetus ja opetusjärjestelyt ei välttämättä ole samanlaista kaikissa kouluissa, mitä tietoa analyysivaiheessa hyödynnetäänkin; analyysissa pyritään saamaan selville, millaisilla toimilla osaaminen lisääntyisi parhaiten.

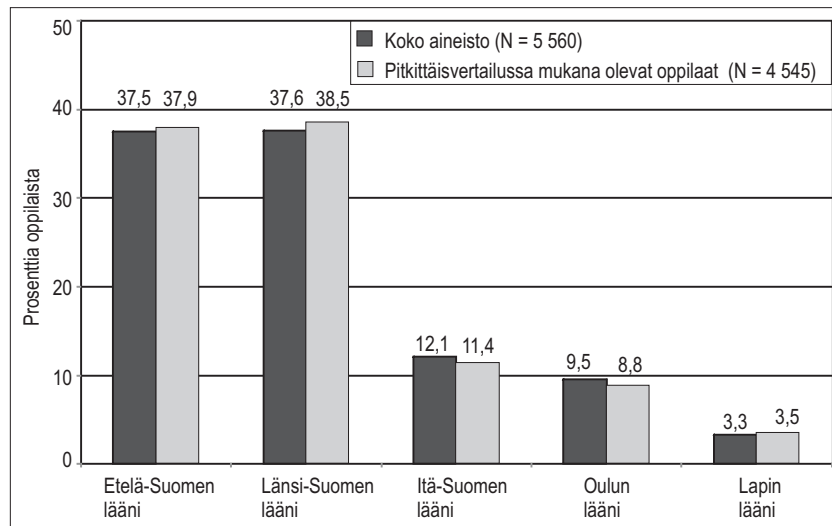
² Tässä koeasetelmassa samoille henkilöille tehdään yleensä useita kontrolloituja ”käsittelyjä”. Esimerkiksi aluksi tehdään aerobinen harjoittelu (juoksu), johon yhdistetään muistitesti ja sen jälkeen samoille henkilöille anaerobinen harjoittelu (punntharjoittelu), johon yhdistetään muistitesti. Tarkoituksena on saada selville, kummantyyppinen harjoittelu edistää muistamista paremmin. Tällainen within-subject -asetelma on laajasti käytössä esimerkiksi psykologisissa tutkimuksissa.

2.3.2 Otos ja kato

Alun perin 5 560 oppilaan aineistosta (ks. Niemi 2010) 4 545 oppilaan (82 %) tulokset luokilta 3 ja 6 voitiin yhdistää toisiinsa. Yhdistetyn aineiston oppilaista poikia oli 2 322 ja tyttöjä 2 229 (Taulukko 2.1). Tiedetään, että koko aineisto edustaa demografisesti (niin lääneittäin, kuin kunta- ja kieliryhmittäin tarkasteltuna) hyvin kohdejoukkoa (ks. Niemi 2010). Taulukon 2.1 ja Kuvion 2.1 pohjalta havaitaan, että myös pitkittäisvertailuun mukaan tulleet oppilaat ovat demografisilta ominaisuuksiltaan edustava otos.³

TAULUKKO 2.1. Pitkittäisaineiston otostiedot.

		Etelä-Suomen lääni	Länsi-Suomen lääni	Itä-Suomen lääni	Oulun lääni	Lapin lääni
Pitkittäisvertailussa olevat oppilaat (N = 4 545)	poika (n = 2 320)	37,6 %	38,8 %	10,4 %	9,0 %	4,2 %
	tyttö (n = 2 225)	38,1 %	38,2 %	12,4 %	8,6 %	2,8 %
Kaikki oppilaat (N = 5 560)	poika (n = 2 844)	37,3 %	37,9 %	11,3 %	9,6 %	3,9 %
	tyttö (n = 2 716)	37,7 %	37,2 %	13,0 %	9,3 %	2,8 %



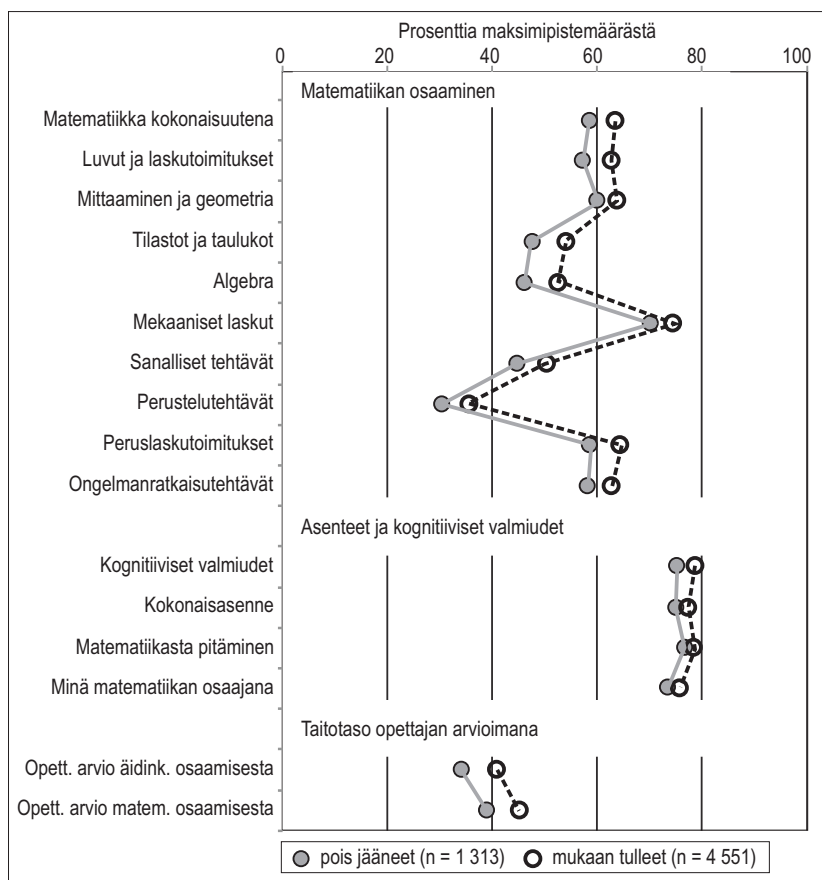
KUVIO 2.1 Pitkittäisaineiston läänikohtaiset jakaumat.

³ Myös kieliryhmien (suomenkieliset/ruotsinkieliset) ja kuntaryhmituksen (kaupunki/taajama/maaseutu) osalta aineisto on edustava, vaikka Taulukossa 2.1 ja Kuviossa 2.1 kuvataan vain läänikohtaiset erot aineistojen välillä.

Pitkittäisaineiston katoa ei kuitenkaan tule arvioida vertaamalla pitkitäisaineistoa koko aineistoon, vaan aiempaan, 3. luokalla tehtyyn otokseen verraten. Vaikka aineisto onkin demografisesti edustava, aineistosta pois jääneet oppilaat poikkeavat usean piirteen osalta tilastollisesti merkitsevästi niistä, jotka tavoitettiin toisella mittaukerralla (Kuvio 2.2 ja Taulukko 2.2). Pois jääneiden oppilaiden osaaminen oli alun perin maksimipistemäärään nähden keskimäärin 5–7 prosenttiyksikköä heikompaa kuin toisella mittaukerralla mukaan tulleiden. Kaikkien osaamisen ja asenteiden osatekijöiden sekä kognitiivisten taitojen osalta ero oli tilastollisesti merkitsevä, joskin efektiivisyydeltään pieni (Cohenin d :n arvot ovat yleisesti luokkaa 0,15–0,30). Suurella osalla pois jääneistä oppilaista tulos oli alun perin selvästi heikompaa kuin mukaan tulleilla: 322 poisjääneellä lähtötasokokeen tulos oli vähintään 10 prosenttiyksikköä heikompaa kuin samasta koulusta mukaan tulleilla – osalla jopa 40–60 prosenttiyksikköä heikompaa⁴. Vastaavasti vain 37 pois jääneellä oppilaalla lähtötasokokeen tulos oli vähintään 10 prosenttiyksikköä parempi tulos kuin mukaan tulleilla⁵. Osa koulusta otettiin jälkikäteen yhteyttä. Pienen näytteen ($n = 10$ koulua) perusteella lähtötasoltaan kaikkein heikoimmat pois jääneet oppilaat oli siirretty erityisopetuksen ja opiskelemaan henkilökohtaisen opetussuunnitelman mukaisesti.

4 Kolmannen luokan kokeen pisteytys ja arviointi perustuivat kokeen maksimipistemäärään. Tuloksena on raportoitu oppilaan prosentuaalinen osuus kokeen maksimipistemäärästä. Jos jälkimmäiseen mittaukseen mukaan tulleiden oppilaiden keskimääräinen osaamisen taso koulussa olisi ollut 65 % kokeen maksimipistemäärästä ja samassa koulussa pois jääneiden keskiarvo olisi 30 % maksimipistemäärästä, pois jääneiden lähtötaso olisi ollut 35 prosenttiyksikköä heikompaa kuin mukaan tulleiden.

5 Lähtökohtaisesti voidaan olettaa, että sekä erittäin heikkoja että erittäin hyviä oppilaita olisi mukaan tulleiden joukossa ollut yhtä paljon. Ero oppilasmäärissä näissä ryhmissä on kuitenkin tilastollisesti erittäin merkitsevä; binomitodennäköisyys näin suurelle erolle on häviävän pieni [$p = 3,5 \cdot 10^{-58}$]. Näin suuri ero ei siis ole syntynyt sattumalta.



KUVIO 2.2 Katoaineiston profilointia taitojen ja asenteiden suhteen alkumittauksessa 2005.

TAULUKKO 2.2 Heikoimpien ja parhaimpien oppilaiden pois jäännin frekvenssit.

		Pois jääneiden määrä	Mukaan tulleiden määrä	Yhteensä
osaamisen taso alkumittauksessa (% maksimipistemäärästä)	<30 %	122	153	275
	>80 %	138	698	836

Aineistossa on kadosta huolimatta runsaasti sellaisiakin oppilaita, jotka ensimmäisellä mittauksella saivat erittäin heikon tuloksen. Alkuperäisessä aineistossa on 275 sellaista oppilasta, jotka alun perin saivat korkeintaan 30 % oikein maksimipistemäärästä. Näistä reilu puolet (56 %) saavutettiin uudelleen (Taulukko 2.2). Lähtötasoltaan heikoimpien oppilaiden keski-

määräisessä osaamisessa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa pois jääneiden ja mukaan tulleiden oppilasryhmien välillä ($p = 0,174$). Mukaan tulleet, lähtötasoltaan heikot oppilaat olivat siis tilastollisessa mielessä yhtä heikkoja kuin pois jääneetkin. Tulos merkitsee sitä, että mukaan tulleiden, lähtötasoltaan heikkojen oppilaiden tulosten osalta aineisto on varauksin yleistettävissä koskemaan myös pois jääneiden oppilaiden ryhmää. Huomattakoon, että vastaavasti osa kaikkein parhaimmista oppilaista jäi pois jälkimmäisessä mittauksessa. Niistä oppilaista, jotka alun perin saivat vähintään 80 % maksimipistemäärästä oikein ($n = 836$), saavutettiin peräti 83 %⁶. Tässäkään ryhmässä ero osaamisen osalta ei ollut tilastollisesti merkitsevä pois jääneiden ja mukaan tulleiden välillä ($p = 0,071$). Tuloksia tulkittaessa on pidettävä mielessä, että lopulliset tulokset kertovat luotettavimmin keskitasoisien ja tätä parempien oppilaiden osaamisen muutoksesta.

2.3.3 Aineistojen yhdistäminen ja sensorointi

Aineistot koodattiin Opetushallituksessa optisesti. Jokainen lomake tarkistettiin manuaalisesti ennen syöttämistä ja heikot merkinnät vahvistettiin. Koska Opetushallitus ei käytä arvioinneissa oppilaan henkilötunnuksia tunnistetietoina, eri vuosien aineistoja ei voida suoraan yhdistää toisiinsa oppilaskohteisesti. Henkilötietojen sijaan 3. luokan oppilaista oli käytettävissä luokka-kohtainen oppilasluettelo, jonka koulun rehtori oli lähettänyt lähtömittausotoksen poimintaa varten. Tähän listaan oli 3. luokan aineiston syöttövaiheessa merkitty kullekin oppilaalle henkilökohtainen numerokoodi. Kuudennen luokan tiedonkeruun suunnittelussa ja toteutuksessa tämä otettiin huomioon, ja opettajat merkitsivät kunkin oppilaan optiseen lomakkeeseen heille Opetushallituksessa aiemmin luodun henkilökohtaisen koodin. Koodit tarkistettiin vielä syöttövaiheessa oppilaslomakkeisiin kirjoitetun nimen perusteella. Kaikkiaan 4 551 oppilaan tulokset voitiin yhdistää toisiinsa.

Aineiston syöttövaiheessa havaittiin, että joidenkin tehtävien osalta kaikki opettajat eivät olleet noudattaneet annettuja pisteitysohjeita. Koska ei oltu varmoja siitä, onko kyseessä satunnainen vai systemaattinen ilmiö, aluksi kolme sensoria pisteitti uudelleen satunnaisesti valituista 10 kouluista 6 oppilaan (kolmen pojan ja kolmen tytön) kaikki opettajan pisteittämät tehtävät ja teki samalla laadullista analyysia opettajien pisteityksistä. Näin sensoroitujen 180 oppilaan vastausten pohjalta päädyttiin siihen, että normaalin n. 10 % oppilaspaperin (jokaisesta koulusta yksi poika ja yksi tyttö) lisäksi pisteitettiin uudelleen neljä kokonaista tehtävää ja kahdesta tehtävästä osia⁷. Uudet pisteitykset otettiin huomioon eri vuosien kokeiden vertaistamisessa.

6 Ero frekvensseissä (prosenttiosuuksissa 56 % ja 83 %) on tilastollisesti merkitsevä ($\chi^2 = 89,6$, $p < 0,001$).

7 Se, että opettajien pisteitystä jouduttiin korjaamaan, ei ole poikkeuksellista. Erityisesti alakouluissa tehdyissä mittauksissa (Niemi 2001; Huisman 2006; Salmio 2008) on jouduttu vastaavaan tilanteeseen aiemminkin.

2.3.4 Vertaistamiseen liittyviä erityiskysymyksiä

Ennen kuin vertailua eri vuosien kokeiden välillä on mielekasta tehdä, niiden pistemäärät on saatettava yhteismitalliseksi eli mittaustulokset on vertaistettava. Teknisesti kysymys on samasta haasteesta, jota Aunola (2005, 507–508) kuvaa seuraavasti:

”... tutkittaessa lasten matemaattisten taitojen kehittymistä ei ole syytä olettaa, että samat testiosiot mittaisivat matemaattista osaamista samassa määrin eri kehitysvaiheissa – siinä missä matemaattista osaamista voidaan esiopetusiässä mitata lukujonotaidoilla ja numeroiden tunnistamisella, myöhemmissä ikävaiheissa matemaattinen osaaminen voi näkyä pikemminkin esimerkiksi laskutoimitusten sujuvana hallitsemisena tai ongelmanratkaisutaitoina.”

Eri ikäkausille tarkoitettuja kokeita ei siis ole tarkoituksenmukaista pitää identtisinä, sillä lapset ovat eri taitotasolla. Sen sijaan sopivasti valittujen, molemmille mittauskerroille yhteisten linkkiosioden avulla voidaan kokeiden pistemäärät saattaa vertailukelpoisiksi. Vertaistamisessa käytettiin hyödyksi *Item Response Theory* (IRT) -mallitusta (Rasch 1960; Lord & Novick 1968; Hambleton 1993). Erillisessä menetelmäraportissa (Metsämuuronen 2009a) ja aiemman pitkittäisanalyysin teknisessä raportissa (Metsämuuronen 2006c) on kuvattu tätä prosessia. Itse laskenta tehtiin OPLM-ohjelmistolla (Verhelst, Glas & Verstralen 1995).

Eri mittariversiot muunnettiin samaskaalaisiksi hyödyntämällä sitä IRT:n ominaisuutta, että oppilaiden taustalla oleva latentti osaamisen taso (θ) ja tehtävän vaikeustaso (β) ovat identtiset, kun tietyt ehdot täyttyvät (Wright 1968). Kun eri versioista määritetään, mitkä tehtävistä eri versioissa ovat identtisiä (ns. linkkitehtäviä), saadaan selville, kuinka vaikeita muut osiot eri versioissa ovat linkkitehtäviin nähden. Tästä puolestaan selviää se, kuinka paljon osaamista kussakin mittariversiossa tarvitaan, että osiot voidaan ratkaista. Tästä taas selviää se, kuinka paljon osaamista tarvitaan kunkin pistemäärän saavuttamiseen koko kokeessa ja osamittareissa; eri vuosien mittausten (tai versioiden) θ -arvot ovat vertailukelpoisia. Kun saadaan selville kuinka paljon osaamista (θ) tarvitaan kunkin pistemäärän saavuttamiseksi eri kokeissa, pistemäärät voidaan muuttaa vastaamaan toisiaan. Tätä prosessia nimitetään vertaistamiseksi (equating, ks. Béguin 2000). Vertaistamisen metodi on sama kuin PISA-tutkimuksissa (OECD 2001, 2003,

Hautamäki ym. 2008) käytössä oleva menettely⁸. Vertaistamisella saadaan matemaattisesti aikaan tilanne, että oppilaat eri ikävaiheissa ovat ikään kuin tehneet saman kokeen kahteen kertaan.

Eri vuosien mittausten vertaistamisen onnistuminen perustuu kolmeen tekijään. **Ensiksi** vertaistamisen onnistumiseen vaikuttaa se, kuinka hyvin aineistoja yhdistävät linkkitehtävät kuvaavat aineistossa vastaajien osaamisen tasoa. Mikäli linkkitehtävät ovat liian vaikeita tai liian helppoja, tämä saa aikaan epävakaita arvoja kalibrointiin – pienetkin muutokset aineistoissa olisivat tuottaneet suuria muutoksia lopputulokseen. Nyt 6. luokan kokeeseen valitut tehtävät olivat vaikeustasoltaan kohtuullisen vaikeita 3. luokkalaisille, mutta osittain erittäinkin helppoja 6. luokkalaisille. Kaikkiaan kuitenkin vaikeustason osalta linkkiosiot ovat sopivia analyysiin (ks. Taulukko 2.3). **Toiseksi** linkkitehtävät edustavat pientä testiä isomman testin sisällä ja niinpä tehtävien tulisi edustaa myös matematiikan eri sisältöalueita. Luokkien 3 ja 6 välillä linkkiosioita oli 8. Näistä kolme oli lukujen, laskutoimitusten ja algebran osa-alueelta, kaksi geometrian osa-alueilta ja kolme tietojen käsittelyn ja tilastojen sekä todennäköisyyden osa-alueelta. Osiot kattavat siis keskeiset 3. ja 6. luokilla opeteltaviksi edellytetyt matematiikan osa-alueet. Huomattakoon kuitenkin, että matematiikan eri osa-alueiden vertailun näkökulmasta linkkiosioita on niukalti. Tulokset ovat tältäkin osin kuitenkin tarkempia, kuin jos olisi tyydytty mekaaniseen ratkaisuosuuksien vertailemiseen ilman kalibrointia. Tarkimmillaan tulokset ovat kokonaisosaamista tarkasteltaessa. **Kolmanneksi** vertaistamiseen vaikuttaa otoskoko. Mitä heikommin otos vastaa perusjoukkoa, sitä harhaisempia ovat vertaistettut pistemäärät. Tapauksessa suuri otoskoko ja sen kattavuus ovat riittävät uskottavien perusjoukkoa koskevien arvojen saavuttamiseksi.

8 Tosin PISA-analyyseissa käytetään ensisijaisesti ns. **horisontaalista** vertaistamista, jossa saman ikäluokan monet koeversiot vertaistetaan. Jos nyt raportoitavassa asetelmassa käytössä olisi ollut samalle ikäluokalle kaksi eri mittariversiota, vertaistaminen olisi ollut horisontaalista. Nyt asetelmassa vertaistetaan eri ikäkausien testejä, jolloin kyseessä on astetta monimutkaisempi vertikaalinen vertaistaminen (vrt. Metsämuuronen 2006c, jossa vertaistaminen oli sekä horisontaalista että vertikaalista). Huomattakoon myös, että PISA-tutkimuksissa pistemäärä muunnetaan tähän aineistoon nähden eri tavalla; PISA-tulosten keskiarvoksi on määrätty 500 pistettä ja varianssiksi 100, joihin kaikkien maiden arvoja verrataan. Tässä tutkimuksessa pistemäärät muunnetaan ensin vastaamaan pidemmän mittarin pistemäärää, jonka jälkeen ne kuvataan prosentteina yhteisestä maksimipistemäärästä.

TAULUKKO 2.3 Eri vuosien mittariversioiden linkkiosoiden vertailutiedot ja ratkaisuprosentit.

Osio	Osa-alue	Ratkaisuprosentti 3. luokalla	Ratkaisuprosentti 6. luokalla	Vaikeustaso 3. luokalla
1	LLA ¹	0,79	0,95	helppo
2	LLA	0,56	0,88	keskivaikea
3	LLA	0,71	0,93	helppo
4	GEO ²	0,27	0,47	vaikea
5	GEO	0,17	0,48	vaikea
6	TTT ³	0,49	0,77	keskivaikea
7	TTT	0,67	0,95	keskivaikea
8	TTT	0,53	0,85	keskivaikea

1) Luvut, laskutoimitukset ja algebra

2) Geometria

3) Tietojen käsittely ja tilastot sekä todennäköisyys

2.3.4 Mittareiden reliabiliteetti

Vaikka käytettyjen matematiikan kokeiden ja asennemittareiden tarkkuutta (reliabiliteettia) ja osuvuutta (validiteettia) on kuvattu toisaalla (Huisman 2006; Niemi 2009; Metsämuuronen 2009a), on mielekästä pohtia erikseen pitkittäisaineiston mittareiden reliabiliteettia. Mittauksen reliabiliteetti nimitään on ensisijaisesti mittauksen kohdetta kuvaava ominaisuus: kuinka luotettavasti mittari kykenee erottelamaan kussakin aineistossa yksilöt toisistaan. Luvun 2.2.1 perusteella tiedetään, että aineistosta on jäänyt pois erityisesti kaikkein heikoimpia oppilaita. Onko lähtötasomittaus silti erottelukyvyltään riittävän hyvä, jotta voidaan tehdä uskottavia johtopäätöksiä aineistosta?

Taulukkoon 2.4 on koottu 3. ja 6. luokkien oppimistulosmittareiden teknisiä ominaisuuksia. Sekä lähtömittauksessa että loppumittauksessa käytetyt mittarit ovat kokonaisuutena riittävän luotettavia uskottavien johtopäätösten tekemiseen ($\alpha = 0,85\text{--}0,86$). Samoin osamittareista voidaan arvioida kohdullisen luotettavasti lukuja, laskutoimituksia ja algebraa ($\alpha = 0,78\text{--}0,80$) ja geometriaa ($\alpha = 0,70\text{--}0,72$). Sen sijaan tietojen käsittelyn ja tilastojen sekä todennäköisyyden kokonaisuutta ei voida yleistää kovinkaan luotettavasti koskemaan populaatiota; reliabiliteetti jää matalaksi ($\alpha = 0,48\text{--}0,54$). Tämä johtuu siitä, että osamittariin tuli mukaan kaksi linkkitechäjäsarjaa (yhteensä seitsemän osiota), jotka haluttiin ottaa mukaan sellaisinaan, vaikka huomattiin että osaaminen tehtävissä oli 6. luokalla liian hyvää tuottaakseen erottelevan mittarin; neljässä osiossa kymmenestä yli 90 % 6. -luokkalaisista pysyi ratkaisemaan tehtävän oikein. Tulososassa tämänkin osa-alueen vaihtelua kuitenkin kuvataan, sillä se vaikuttaa oleellisesti koko osaamisen keskiarvoon – ymmärrettävämmäksi tulee, miksi kokonaiskeskiarvo on selvästi korkeampi kuin kahden muun osa-alueen keskiarvot.

TAULUKKO 2.4 Oppimistulosmittareiden reliabiliteetit pitkittäisaineistossa.

	Osioiden määrät		Maksimi-pistemäärät		α -reliabiliteetti 3. luokalla		α -reliabiliteetti 6. luokalla	
	3. luokalla	6. luokalla	3. luokalla	6. luokalla	pois jääneet (n = 1 313)	mukaan tulleet (n = 4 545)	koko aineisto (n = 5 560)	pitkittäis-aineisto (n = 4 545)
Koko mittari	39	44	44	54	0,88	0,85	0,86	0,86
LLA ¹	19	23	24	28	0,84	0,80	0,78	0,78
GEO ²	13	11	16	14	0,72	0,72	0,70	0,70
TTT ³	3	10	4	12	0,56	0,54	0,49	0,48

1) Luvut, laskutoimitukset ja algebra

2) Geometria

3) Tietojen käsittely ja tilastot sekä todennäköisyys

Asennemittareiden vertailun osalta neljää seikkaa on syytä korostaa. (1) Kolmannen luokan mittauksessa käytettiin standardimittarista (ks. tarkemmin Metsämuuronen 2009a) lyhennettyä versiota. Oppiaineen hyödylliseksi kokemisen dimensiota ei pidetty tärkeänä sisällyttää varhaisten luokkien mittariin, sillä kysymyksistä monet viittasivat jatko-opintoihin tai tulevaan työelämään. (2) Alkuperäisessä standardimittarissa kullakin kolmella dimensiolla on 5 osiota. Kolmannen luokan mittariin jätettiin näistä vain neljä. Niinpä pitkittäisvertailussa käytetään myös 6. luokan tulosta kuvattaessa normaalia lyhyempää mittarikonstruktioa, vaikka varsinaisessa mittauksessa olikin käytössä 15-osioinen standardimittari. (3) Osioiden sanamuotoja muokattiin hieman konkreettisemmiksi 3. luokan mittaria varten (ks. vertailu Taulukossa 2.5). Kolme osioista säilyi identtisinä, mutta kaikkiaan muutokset ovat hyvin pieniä. (4) Käytetty Likert-asteikko oli eri luokkien mittauksissa toisistaan hieman poikkeava: 3. luokalla käytettiin neliportaista ja 6. luokalla viisiportaista Likertin asteikkoa. Lopullisessa vertailussa summapistemäärät muutettiin tältä syystä suhteelliseksi osuudeksi maksimipistemäärästä. Kolmannen luokan mittarin kokonaispistemääräksi muodostui $8 \cdot 4 = 32$ pistettä ja kuudennen luokan mittariin kokonaispistemääräksi $8 \cdot 5 = 40$ pistettä. Vastaavasti osamittareiden – Oppiaineesta pitäminen ja Minä osaajana – kokonaispistemääräksi muodostui $4 \cdot 4 = 16$ pistettä ja $4 \cdot 5 = 20$ pistettä. Kunkin oppilaan saama summapistemäärä suhteutetaan näihin pistemääriin.

TAULUKKO 2.5 Asennemittareiden osioiden erottelukyvyt.

3. luokalla käytetyt osiot	Eroittelukyky (osio- mittari korrelaatio)		6. luokalla käytetyt osiot
	3. luokka	6. luokka	
1) Matematiikka on helppoa.	0,65	0,66	1) Matematiikka on helppo oppiaine.
2) Pidän matematiikan tunteista.	0,75	0,71	2) Pidän matematiikan tunteista.
3) Osaan hyvin matematiikan tehtäviä.	0,58	0,64	3) Mielestäni olen hyvä matematiikassa.
4) Selviydyn vaikeistakin matematiikan tehtävistä.	0,54	0,52	4) Pystyn selviytymään vaikeistakin matematiikan tehtävistä.
5) ¹ Matematiikka on tylsää.	0,64	0,60	5) ¹ Matematiikka on ikävystyttävä oppiaine.
6) ¹ Monet asiat ovat vaikeita matematiikan tunteilla.	0,37	0,46	6) ¹ Monet asiat ovat matematiikassa vaikeita.
7) Opettelen mielelläni matematiikkaa.	0,62	0,73	7) Opiskelen mielelläni matematiikkaa.
8) Matematiikka on yksi lempiaineistani.	0,70	0,73	8) Matematiikka on yksi lempiaineistani.

1) osio käännetty ennen summaamista

Taulukkoon 2.4 on koottu asennemittareiden reliabiliteetit. Reliabiliteetit ovat samaa suuruusluokkaa kuin aiemmissa mittauksissa ($\alpha = 0,80\text{--}0,88$), vaikka mittarit ovat lyhyempiä kuin aiemmin. Edeltävästä taulukosta 2.5 huomataankin, että osioiden erottelukyvyt ovat korkeita riippumatta erilaisista asteikoista ja ikäryhmistä. Asenteiden muutosta koskevat johtopäätökset voidaan siis perustaa luotettaviin primaarihavaintoihin.

TAULUKKO 2.6 Asennemittareiden reliabiliteetit pitkittäisaineistossa.

	α -reliabiliteetti (n = 4 408)	
	3. luokalla	6. luokalla
Asennemittari kokonaisuutena	0,86	0,87
Oppiaineesta pitäminen	0,87	0,88
Minä osaajana	0,88	0,80

2.3.5 Mittaustulosten pysyvyys

Mittauskertojen pysyvyyttä ja reliabiliteettia kuvataan *Intraclass*-korrelaatiolla (ICC, Shrout & Fleiss 1979), joka soveltuu useamman mittauskerran pysyvyyden arviointiin, kuten esimerkiksi pitkittäis- tai sensorityyppisten⁹ aineistojen luotettavuuden arviointiin paremmin kuin perinteinen Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokerroin. ICC voidaan laskea kolmella tavalla, joista jokainen olisi perusteltu Opetushallituksen aineistojen analysoinnissa (ks. tarkemmin Metsämuuronen 2006c, 26–27). Yksinkertaisuuden vuoksi oletetaan osaamisen osalta kaksisuuntainen satunnaisten vaihteluiden varianssi-analyysin tilanne (*Two-way random effects* ANOVA, Shroutin ja Fleissin malli 2), jolloin tulkitaan, että mittaustapahtumat (Judges) ovat erillisiä ja satunnaisia – useita muitakin mittauksia olisi voitu tehdä. Asenteiden osalta malli on yksisuuntainen satunnaisten vaikutusten malli (*One-way random effects* ANOVA, Shroutin ja Fleissin malli 1), sillä kukin oppilas on arvioinut itsensä kahteen kertaan. Eri vaihtoehtojen ICC:t on koottu taulukkoon 2.7.

TAULUKKO 2.7 Mittauskertojen välinen stabiliteetti ja reliabiliteetti oppilasaineistossa (n = 4 551).

	Intra-class-korrelaatio (ICC)	95 %:n luottamusväli		Pearsonin r_{xy}	Cronbachin α^2
		alaraja	yläraja		
Kokonaisosaaminen	0,39	-0,16	0,73	0,67	0,80
Kokonaisasenteet ¹	0,21	0,16	0,25	0,37	0,53

1) vain ”minä osaajana” ja ”oppiaineesta pitäminen” -komponentit

2) ICC:n laskemisen yhteydessä alfaan lasketaan molemmat mittarit kokonaisuuksina (n = 2).

Toisaalla on kuvattu erillisten mittareiden reliabiliteetit.

Jos tuloksena olisi ollut se, että stabiliteetti olisi ollut täydellistä (ICC = 1), tämä olisi tarkoittanut sitä, että oppilaiden osaaminen ja asenteet eivät olisi muuttuneet lainkaan 3. ja 6. luokan välillä eli oppilaat eivät olisi oppineet mitään mittausten välillä. Aiemman aineiston (äidinkieli ja kirjallisuus -oppiaine) analyysissä ICC oli luokkien 7–9 välillä osaamisen osalta suuruudeltaan 0,72 ja asenteiden osalta 0,67 (Metsämuuronen 2006c, 27). Tulos osoitti yläluokilla siis sekä asenteissa että osaamisessa kohtuullisen pientä muutosta eri luokka-asteiden välillä. Tässä alempien luokkien arvioinnissa sitä vastoin ICC on osaamisen osalta keskimäärin 0,39 osoittaen selvästi suurempaa muutosta kuin yläluokkien mittauksessa. Myös asenteissa on tapahtunut selkeää muutosta, jota osoittaa ICC:n arvo 0,21.

⁹ Sensorityyppisellä aineistolla tarkoitetaan tässä aineistoja, joita yksi tai useampi sensorioija käy läpi ja antaa ulkopuolisen, opettajan pisteityksestä riippumattoman arvion esimerkiksi avovastauksesta tai kirjoitelmasta. Kun käytettävissä on sekä opettajan antamat pisteet että sensorin antamat pisteet samasta vastauksesta tai kirjoitelmasta, nämä muodostavat parittaisen vertailutilanteen.

2.3.6 Käytetyt muuttujat ja menetelmät

Käytetyt muuttujat

Keskeinen muuttuja luvuissa 3–6 on peruskoulun oppilaiden osaamisen muutos 3. luokan alun ja 6. luokan alun välillä. Muutos kuvataan prosentteina koko kokeen tai osa-alueen vertaistetusta maksimipistemäärästä. Jos esimerkiksi oppilaan osaaminen koko kokeessa oli 3. luokan alussa 45 prosenttia ja 6. luokan alussa 75 prosenttia vertaistetusta maksimipistemäärästä, oppilaan osaaminen lisääntyi 30 prosenttiyksikköä. Tekstissä tämä merkitään +30 %. Samoin asenteiden muutos kuvataan prosentteina maksimipistemäärästä: jos oppilaan kokonaisasenne oli 3. luokan alussa 85 prosenttia maksimipistemäärästä ja 6. luokan alussa 60 prosenttia maksimipistemäärästä, oppilaan asenteissa ilmenee 25 prosenttiyksikön suuruinen negatiivinen muutos. Tekstissä tämä merkitään –25 %. Samoin kuvataan koulun oppilaiden keskimääräiset muutokset.

Kunkin oppilaan tietoihin on lisätty ko. koulusta vastanneiden opettajien ja rehtoreiden kautta tulleita tietoja mm. koulun toiminnasta ja opetuksen järjestämisestä sekä koulua koskevia demografisia tietoja. Sekä opettajien että rehtoreiden tiedot on ennen liittämistä yhdistetty koulukohtaisiksi tiedoiksi.

Käytettävät termit

Tuonnempana käytetään tilastolliseen testaukseen liittyvää termiä tilastollisesti merkitsevä kuvaamaan sitä, kuinka luotettavasti ryhmien välillä on eroa muissakin kuin otoskouluissa. Ryhmien välillä voi olla pieniä eroja, mutta tämä voi olla myös otoksesta johtuvaa satunnaista vaihtelua. Tilastollisessa testauksessa (kuten esimerkiksi varianssianalyysissa) keskiarvojen eroja on testattu aineiston kokoon ja mittaustapaan sopivalla menetelmällä. Kun tekstissä kerrotaan eron kahden tai useamman ryhmän välillä olevan tilastollisesti merkitsevä, tämä tarkoittaa sitä, että hyvin pienellä riskillä (esimerkiksi korkeintaan 5 %:n riskillä) voidaan väittää, että ero tulisi näkyviin riippumatta siitä, millainen otos olisi valittu.

Toinen myöhemmin käytettävä tilastolliseen testaukseen liittyvä termi on efektikoko. Ero ryhmien välillä voi olla tilastollisesti merkitsevä – eli eroa ryhmien välillä on varmasti – mutta ero ei välttämättä ole suurta. Efektikoko kertoo sen, kuinka suurta tuo ryhmien välinen ero on. Efektikoko itse asiassa kertoo sen, kuinka paljon eri ryhmien havainnot (esimerkiksi tyttöjen ja poikien jakaumat) ovat päällekkäin. Kun tyttöjen ja poikien keskiarvot ovat samat ja jakaumat samanlaiset, efektikoko on nolla. Jos esimerkiksi tyttöjen tulos olisi poikien tulosta niin paljon parempi, että 80 % pojista sijoittuu tyttöjen keskiarvon alapuolelle, efektikoko on suuri. Efektikoon mittana

käytetään ensisijaisesti Cohenin d -mittaa (Cohen 1988), koska se on helposti vertailtavissa eri aineistoissa ja koska sille on olemassa karkeita rajoja kuvaamaan efektiin pienyyttä tai suuruutta. Joissain tapauksissa efektiin mitattuna käytetään myös eetan neliötä (η^2) tai pikemminkin osittais-eetan neliötä (*partial eta-squared*, $[\eta^2_p]$, ks. Pierce, Block & Aguinis 2002), vaikka se ensisijaisesti onkin selitystason indikaattori.

Korrelaatioiden ja regressiomallien yhteydessä käytetään edellisten lisäksi termiä selitystaso, joka kertoo, kuinka monta prosenttia muuttujat selittävät toistensa vaihtelusta. Kun kaksi muuttujaa on täydellisessä yhteydessä toisiinsa (kuten palkkakustannukset euroina ja palkkakustannukset dollareina), riittää kun tiedetään toinen muuttujista, toinen selittää täydellisesti toisen – selitystaso on 1,00 eli 100 %. Tällöin korrelaatio (r) muuttujien välillä on $r = 1$. Mikäli korrelaatio puolestaan olisi suuruudeltaan $\rho = 0,40$, selitystaso olisi $\rho^2 = 0,4 \cdot 0,4 = 0,16$ eli muuttujat selittävät toisistaan 16 % ja ilmiöstä jää selittymättä 84 %. Regressiomallien yhteydessä kuvataan selitystasoa multipelikorrelaatiokertoimen neliö R^2 . Kun muuttujia on mallissa useampia kuin yksi, R^2 antaa hieman liian suuren arvion selitystasosta, koska korrelaatiokertoimen neliö antaa aina positiiviseen suuntaan menevää satunnaista vaihtelua. Tätä korjataan ohjelmistoissa yleisesti Wherryn (1931) korjauksella, jota merkitään tekstissä symbolilla R^2_{adj} .

Käytettävät analyysimenetelmät

Eroja aineistojen välillä kuvataan yksinkertaisilla tilastollisilla tunnusluvuilla – kuten ratkaisuprosentteina ja niiden muutoksina. Aineiston analysoinnissa käytetään yleisesti tunnettuja menetelmiä. Kutakin menetelmistä on käsitelty perusoppikirjoissa (esimerkiksi Tabachnik & Fidell 2001 tai suomeksi esimerkiksi Ranta, Rita & Kouki 2005; Nummenmaa ym. 1997; Metsämuuronen 2009b).

Toisin kuin edeltävässä, keskeisiä perustuloksia kuvaavassa osassa (Niemi 2010), tässä kokonaisuudessa kuvataan numeerisesti testisuureita ja efektiivisyyden suuruuksia. Oppilastason tarkasteluissa käytetään parittaista t -testiä mittauskertojen keskiarvojen eron mittaamiseen. Luokkien 3. ja 6. välisen eron selittämiseen käytetään sekä kovarianssianalyysia (ANCOVA), jossa kovariaattina on 3. luokalla tehty ”alkumittaus” että perinteistä varianssianalyysia (ANOVA), kun oletus identtisistä lähtötasoista ei toteudu. Koska

aineisto on ryvästynyt¹⁰, käytetään hyödyksi monitasomallitusta (Goldstein 1986; Bryk & Raudenbush 1987; Raudenbush & Bryk 2002; ks. suomeksi esimerkiksi Metsämuuronen 2008; 2009b). Erityisempiä analyysimenetelmiä kuvataan tarkemmin seuraavissa itsenäisissä pääjaksoissa. Ryhmien välisten erojen *post hoc* -vertailussa käytetään Tukeyn parittaisvertailua. Eron selittämässä käytetään lisäksi sekä perinteistä että logistista regressioanalyysia. Keskeisten ennustetekijöiden löytämisessä hyödynnetään myös Answer Tree -analyysia.

Tilastollisessa mielessä melko pienestä otoskoosta johtuen (yhteensä 286 oppilaitosta) koulun tason tarkasteluissa käytetään pienille aineistoille soveltuvia ns. parametrittomia menetelmiä, mikäli ryhmäkoot antavat siihen aiheutta. Tällainen tilanne syntyy esimerkiksi verrattaessa eri läänejä toisiinsa. Ryhmien välisissä poikittaistarkasteluissa keskiarvojen eroa testataan Kruskalin-Wallis testillä, kun vertailtavia ryhmiä on enemmän kuin kaksi. Kruskalin-Wallis testin yhteydessä *post hoc* -vertailussa käytetään Metsämuuronen (2004, 199–202) Siegelin ja Castellanin (1988) pohjalta johtamaa menetelyä. Erityisesti ruotsinkielisessä aineistossa koulujen määrä on niin pieni, että regressioanalyysin selitysasteet nousevat helposti ja ylimallittumisen riski on ilmeinen, kun malliin tulee useita muuttujia. Perinteisiä, regressiomallitukselle suositeltavia otoskokoja (Tabachnik & Fidell 2001, 117) ei saavuteta.

Puolikokeellisen asetelman analysoinnissa on ehdotettu käytettäväksi ns. Porterin menettelyä (Porter 1967; Reichardt 1979; Trochim 2001; Metsämuuronen 2009b, 1293–1294). Puolikokeellisen asetelman heikkous kokeelliseen asetelmaan nähden on nimenomaan se, että luonnollisten ryhmien alkumittausarvot ovat mittausvirheestä johtuen harhaisia ja tästä seuraa ns. pseudoefekti¹¹. Tämä attenuaatio-ilmiöksi nimetty tilanne pyritään korjaamaan Porterin menettelyssä sillä, että alkumittauksen arvoja korjataan reliabiliteetilla. Koska mittaukselliset tulokset on saatettu yhteismitalliseksi ja näin ollen periaatteessa paralleleiksi, myös Campbellin ja Boruchin (1975) menettely olisi perusteltu. Tässä menettelyssä reliabiliteetin sijaan käytetään korjauste-

10 Kouluaineistojen yhteydessä käytetään yleensä ryväsoitannasta, jossa samasta koulusta valitaan useita oppilaita, joiden (keskiarvon) avulla kuvataan kyseisen koulun ominaisuuksia (kuten keskimääräisiä oppimistuloksia). Ryväsoitannasta – jos oppilaiden valinta on satunnaista – seuraa, että koulun keskiarvo on kyllä tarkka kuvaamaan koulun keskiarvoa, mutta kansallisten johtopäätösten näkökulmasta oppilaiden vaihtelu (varianssi) on pienempää kuin jos yhtä monta oppilasta olisi valittu satunnaisesti eri puolilta Suomea eri kouluista. Tämä johtuu siitä, että tietyn koulun oppilaita yhdistävät samat olosuhteet, mahdollisesti sama asuinalue ja sama sosio-ekonominen status, samat opettajat ja samat koulun käytännöt. Tällä ryvästymiseksi kutsutulla ilmiöllä on vaikutusta erityisesti tilastollisten johtopäätösten tekemiseen, jotka usein perustuvat oppilaiden variansseihin. Tästä syystä ryvästynyttä aineistoa analysoidaan monitasomallituksella, kun halutaan saada tarkkoja tuloksia.

11 Pseudoefekti, ”muka-efekti”, syntyy tilanteissa, jossa kahden ennen–jälkeen-tyyppisesti mitatun ryhmän lähtöarvoissa on eroa. Tunnetusta regressioefektistä (tai lattia-katto-efektistä) – jossa sekä lähtötasoltaan heikoimmat että parhaimmat oppilaat ”regressoituvat” jälkimmäisessä mittauksessa ilman mitään erityistä koevaikutustakaan kohti keskiarvoa – seuraa, että ryhmien välillä ”näyttää” olevan eroa, vaikka todellisuudessa mitään vaikutusta (efektiä) ei olisikaan. Aidossa koeasetelmassa – jossa kahden ryhmän alkumittauksen keskiarvot ovat samat – tämä ns. attenuaatio-ilmiö ei tuo harhaa, sillä regressiosuora pyörähtää molemmille ryhmille yhteisen, saman pisteen ympärillä (ks. tarkemmin esimerkiksi Metsämuuronen 2009b, 1293 ja siellä esimerkkikuvat). Sen sijaan puolikokeellisissa asetelmissa, jossa alkumittauksen keskiarvot eroavat toisistaan, regressiosuora pyörähtää eri pisteen ympärillä, jolloin regressiosuorien välille syntyy tahaton ero; regressiosuorien välinen ero tulkitaan yleensä efektiksi, mutta nyt se on attenuaatio-ilmiön seurauksena ”pseudoefekti”.

kijänä alku- ja loppumittauksen välistä korrelaatiota. Periaatteessa tämä korjaus reagoi sekä mittausvirheeseen epäolennaisiin tekijöihin. Pitkittäisaineistossa lähtökohtaisesti kuitenkin oletuksena on, että ihmiset muuttuvat – ja näin ollen myös heidän ominaisuuksiaan koskevat pistemäärät – vuosien varrella. Näin ollen vaikka mittaukset olisivatkin paralleelleja, ei mittauksen välinen korrelaatio kuvaa reliabiliteettia kuten aitojen paralleelien mittauksen tilanteessa. Tässä tutkimuksessa ei analyysissä ole käytetty kumpaakaan menettelyä koska käytössä ei ollut kontrolliryhmää, johon nähden syntyisi attenuaatiota.

Aineistot ja niiden koot

Tulevissa luvuissa on suuri määrä erilaisia otoksia ja otoskokoja. Taulukossa 2.8 keskeisimmät niistä esitellään kootusti. Tulevista luvuista varsinaisessa pitkittäisaineiston analysoinnissa (Metsämuuronen 2010) käytetään sekä kaikkien kahteen kertaan mittauksessa olleiden oppilaiden tietoja (N = 4 545) että näiden koulujen (N = 286) ja opettajien tietoja (N = 364). Sen lisäksi koulujen keskiarvoja koskevia tuloksia kuvattaessa mukaan otetaan vain ne koulut, joissa oli vähintään 5 oppilasta. Räsänen, Närhi ja Aunio (2010) käsittelevät luvussa 6 vain niitä oppilaita, joilta oli aineistossa arvo kaikissa heikkoa osaamista kuvaavassa indikaattorissa. Tällöin 221 oppilasta jäi pois käsittelystä.

TAULUKKO 2.8 Erilaiset otoskoot eri jaksossa.

	Alkuperäinen otos 2005 (H; H&S)	Alkuperäinen otos 2008 (N; V&J; J&V)	Pitkittäisaineisto; kaikki samat oppilaat (M; V&J; J&V)	Pitkittäisaineisto; kouluvertailu; n > 4 oppilasta (M)	Pitkittäisaineisto; oppilaat joilla kaikki heikon osaamisen indikaattorit mitattuna (R, N&A)
Oppilasaineistot	N = 5 864	N = 5 560	N = 4 545		N = 4 324
Opettaja-aineisto	N = 815 [†]	N = 359	N = 364		
Kouluaineisto	N = 339	N = 288	N = 286	N = 237	

[†] yhdistetty 2. ja 3. lk:n opettajat

H = Huisman 2006; H & S = Huisman & Silverström 2006; N = Niemi 2010; V & J = Vainionpää & Joutsenlahti 2010; J & V = Joutsenlahti & Vainionpää 2010; M = Metsämuuronen 2010; R, N & A = Räsänen, Närhi & Aunio 2010

LÄHTEET

- Aunola, K. (2005). *Latentin kasvukäyrän avulla muutoksen mallintamisesta kehityksellisten ilmiöiden parempaan ymmärtämiseen*. *Psykologia* 5–6, 502–514.
- Béguin, A. (2000). *Robustness of Equating High-Stake Tests*. Enschede: Febodruk B.V.
- Bryk, A. S. & Raudenbush S. W. (1987). Application of hierarchical linear models to assessing change. *Psychological Bulletin*, 104, 147–158.
- Campbell, D. T. & Boruch, R. F. (1975). Making the case for randomized assignment to treatment by considering the alternatives: Six ways in which quasi-experimental evaluations tend to underestimate effects. Teoksessa C. A. Bennet & A. A. Lumsdaine (Eds.) *Evaluations and experience: Some critical issues in assessing school programs*. New York: Academic Press.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2nd edition. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Goldstein, H. (1986). Multilevel mixed linear model analysis using iterative generalised least squares. *Biometrika*, 73, 223–232.
- Hambleton, R. K. (1993). Principles and selected Applications of Item Response Theory. Teoksessa: R. N. Linn (toim.): *Educational Measurement* 3rd edition. American Council of Education. Series of Higher Education. Oryx Press.
- Hautamäki, J. Harjunen, E. Hautamäki, A. Karjalainen, T. Kupiainen, T. Laaksonen, S. Lavonen, J. Pehkonen, S. Rantanen, P. Scheinin, P. Halinen, I. & Jakku-Sihvonen, R. (2008). *PISA06 Finland. Analyses Reflections, Explanations*. Ministry of Education Publications 2008:44.
- Hautamäki, J. & Kuusela, J. (2005). Mitataan oppilaita, mutta päätellään koulusta. Teoksessa H. K. Lyytinen & A. Räisänen (toim.), *Kehittämissuuntaa arvioinnista*. Koulutuksen arviointineuvoston julkaisuja 6. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino. 229–242.
- Huisman, T. (2006). *Äidinkielen ja kirjallisuuden sekä matematiikan oppimistulosten arviointi 3. luokilla syksyllä 2005*. Oppimistulosten arviointi 7/2001. Helsinki: Opetushallitus.
- Huisman, T. & Silverström, C. (2006). *Läsa, skriva, räkna*. Utvärdering av inlärningsresultat 8/2006. Helsinki: Opetushallitus.
- Joutsenlahti, J. & Vainionpää, J. (2010). Opettaja- ja oppikirjatekijät osaamisen ja asenteiden muutosta selittämässä perusopetuksen 3–5-luokilla. Teoksessa E. K. Niemi & J. Metsämuuronen (toim.), *Miten matematiikan taidot kehittyvät? Matematiikan oppimistulokset peruskoulun viidennen vuosiluokan jälkeen vuonna 2008*. Koulutuksen seurantaraportit 2010:2. Helsinki: Opetushallitus.
- Lappalainen, H.-P. (2003). *Osaat lukea – miten osaat kirjoittaa? Perusopetuksen 6. luokan suorittaneiden äidinkielen ja kirjallisuuden oppimistulosten arviointi 2002*. Oppimistulosten arviointi 4/2003. Helsinki: Opetushallitus.
- Lappalainen, H.-P. (2006). *Ei taito taakkana ole. Perusopetuksen äidinkielen ja kirjallisuuden oppimistulosten arviointi 9. vuosiluokalla*. Oppimistulosten arviointi 1/2006. Helsinki: Opetushallitus.
- Lord, F. M. & Novick, M. R. (1968). *Statistical theories of Mental test Scores*. Reading, Mass.: Addison-Wesley Publishing Company.

- Metsämuuronen, J. (2004).** *Pienten aineistojen analyysi. Parametrittomien menetelmien perusteet ihmistieteissä.* Metodologia-sarja 9. International Methelp Ky. Jyväskylä: Gummeruksen kirjapaino Oy.
- Metsämuuronen, J. (2006a).** *Äidinkieli ja kirjallisuus -oppiaineen oppimistulosten ja asenteiden muuttuminen perusopetuksen ylempien vuosiluokkien aikana.* Oppimistulosten arviointi 3/2006. Helsinki: Opetushallitus.
- Metsämuuronen, J. (2006b).** *Förändringar i kunskapsnivån i ämnet modersmål och litteratur under de högre årskurserna i den grundläggande utbildningen.* Utvärdering av inlärningsresultat 4/2006. Helsinki: Utbildningsstyrelsen.
- Metsämuuronen, J. (2006c).** *Oppimistulosten ja asenteiden muuttuminen perusopetuksen ylempien vuosiluokkien aikana. Kahden oppiaineen (Äidinkielen ja kirjallisuuden sekä Modersmål och litteraturin) näkökulma.* Oppimistulosten arviointi 5/2006. Helsinki: Opetushallitus.
- Metsämuuronen, J. (2008).** *Monitasomallituksen perusteet.* Metodologia-sarja 11. International Methelp Ky. Jyväskylä: Gummeruksen kirjapaino Oy.
- Metsämuuronen, J. (2009a).** *Metodit arvioinnin apuna. Oppimistulos arviointien ja -seurantojen menetelmälliset ratkaisut Opetushallituksessa.* Oppimistulosten arviointi 1/2009. Helsinki: Opetushallitus.
- Metsämuuronen, J. (2009b).** *Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä.* 4. laitos. International Methelp Oy. Jyväskylä: Gummeruksen kirjapaino Oy.
- Metsämuuronen, J. (2010).** Osaamisen ja asenteiden muutos perusopetuksen 3–5-luokilla. Teoksessa **E. K. Niemi & J. Metsämuuronen** (toim.), *Miten matematiikan taidot kehittyvät? Matematiikan oppimistulokset peruskoulun viidennen vuosiluokan jälkeen vuonna 2008.* Koulutuksen seurantaraportit 2010:2. Helsinki: Opetushallitus.
- Niemi, E. K. (2001).** *Perusopetuksen matematiikan oppimistulosten kansallinen arviointi 6. luokalla keväällä 2000.* Oppimistulosten arviointi 2/2001. Helsinki: Opetushallitus.
- Niemi, E. K. (2008).** *Matematiikan oppimistulosten kansallinen arviointi 6. luokalla vuonna 2007.* Oppimistulosten arviointi 1/2008. Helsinki: Opetushallitus.
- Niemi, E. K. (2010).** *Perusopetuksen 6. luokan alun matematiikan oppimistulosten arviointi 2008.* Teoksessa **E. K. Niemi & J. Metsämuuronen** (toim.), *Miten matematiikan taidot kehittyvät? Matematiikan oppimistulokset peruskoulun viidennen vuosiluokan jälkeen vuonna 2008.* Koulutuksen seurantaraportit 2010:2. Helsinki: Opetushallitus.
- Nummenmaa, T. Kontinen, R. Kuusinen, J. & Leskinen, E. (1997).** *Tutkimusaineiston analyysi.* Porvoo: WSOY.
- OECD (2001).** *Knowledge and Skills for Life.* First results from PISA 2000. Paris: OECD.
- OECD (2003).** *Education at a Glance.* OECD Indicators 2003. OECD: Paris.
- OPH (2004).** *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004.* Opetushallitus. Vammala: Vammalan kirjapaino Oy.
- Pierce, C. A. Block, R. A. & Aguinis, H. (2004).** Cautionary note on reporting eta-squared values from multifactor ANOVA designs. *Educational and Psychological Measurement*, 64(6), 916–924.
- Porter, A. C. (1967).** *The effect of using fallible variables in the analysis of covariance.* (Doctoral dissertation, University of Wisconsin.) *Dissertation Abstracts International*, 1968, 28, 3517B, (University Microfilms No. 67–12, 147, 144).

- Ranta, E. Rita, H. & Kouki, J. (2005).** *Biometria. Tilastotiedettä ekologeille*. (9. painos.) Helsinki: Yliopistopaino.
- Rasch, G. (1960).** *Probabilistic models for some intelligence and attainment tests*. Danmarks Pædagogiske Institut. Studies in Mathematic Psychology I. Copenhagen: Nielsen & Lydiche.
- Raudenbush, S. W. & Bryk, A. S. (2002).** *Hierarchical Linear Models: Application and Data Analysis Methods*. 2nd edition. Advanced Quantitative Techniques in the Social Sciences Series. Thousands Oaks: Sage Publications.
- Reichardt, C. S. (1979).** The Statistical Analysis of Data from Nonequivalent Group Design. Teoksessa: **T. D. Cook & D. T. Campbell: Quasi-Experimentation. Design and Analysis for Field Settings**. Chigaco: Rand McNally. 147–205.
- 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*. Koulutuksen seurantaraportit 2010:2. Helsinki: Opetushallitus.
- Salmio, K. (2008).** *Miksi jää sulaa? Ympäristö- ja luonnontiedon oppimistulosten arviointi vuonna 2006*. Oppimistulosten arviointi 2/2008. Helsinki: Opetushallitus.
- Shrout, P. E. & Fleiss, J. L. (1979).** Intraclass Correlations: Uses in Assessing Rater Reliability, *Psychological Bulletin*, **86**(2), 420–428.
- Siegel, S. & Castellan, N. J. (1988).** *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences*. New York: McGraw-Hill.
- Silverström, C. (2003).** *Modersmål och litteratur i sex år. En utvärdering av inlärningsresultat i modersmål och litteratur hos elever som slutfört årskurs 6 i den grundläggande utbildningen år 2002*. Utvärdering av inlärningsresultat 5/2003. Helsingfors: Utbildningsstyrelsen.
- Silverström, C. (2006).** *Modersmål och litteratur i nio år. En utvärdering av inlärningsresultat i modersmål och litteratur i årskurs 9 våren 2005*. Utvärdering av inlärningsresultat 2/2006. Helsingfors: Utbildningsstyrelsen.
- Tabachnick, B. G. & Fidell, L. S. (2001).** *Using Multivariate Statistics*. 4th edition. Boston: Allyn and Bacon.
- Trochim, W. M. K. (2001).** *The Research Methods Knowledge Base*. 2nd edition. Atomic Dog Publishing.com.
- Vainionpää, J. & Joutsenlahti, J. (2010).** Opettajien matematiikkakuva ja matematiikan opettamisen olosuhteet. Teoksessa **E. K. Niemi & J. Metsämuuronen** (toim.), *Miten matematiikan taidot kehittyvät? Matematiikan oppimistulokset peruskoulun viidennen vuosiluokan jälkeen vuonna 2008*. Koulutuksen seurantaraportit 2010:2. Helsinki: Opetushallitus.
- Wherry, R. J. Sr. (1931).** A new formula for predicting the shrinkage of the coefficient of multiple correlation. *Annals of Mathematical Statistics*, **2**, 440–457.
- Verhelst, N. G., Glas, C. A. W. & Verstralen, H. H. F. M. (1995).** *One-Parameter Logistic Model OPLM*. Arnhem: Cito.
- Wright, B. D. (1968).** Sample-free test calibration and person measurement. *Proceedings of the 1967 Invitational Conference of Testing Problems*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.

3 OSAAMISEN JA ASENTTEIDEN MUUTOS PERUSOPETUKSEN 3–5 LUOKILLA

Suomalainen koulujärjestelmä on kansainvälisesti arvioiden kyennyt tuottamaan hyviä tuloksia (OECD 2001; 2003; Hautamäki ym. 2008) pienellä koulukohtaisella variaatiolla (Schleicher 2006, 13), keskinkertaisilla kansallisilla kuluilla ja tasa-arvoisesti (OECD 2005, 10–12). Suomalainen koulutus on siis vaikuttavaa ainakin, kun sitä arvioidaan arkielämässä tarvittavien taitojen näkökulmasta. Kansallisesta oppimistulosten näkökulmasta katsoen herää kaksi olennaista kysymystä: (1) saavuttavatko oppijat ne tavoitteet, joita Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (OPH 2004) edellytetään opituiksi kuhunkin nivelvaiheeseen mennessä ja (2) kuinka paljon todellinen kokonaisosaaminen lisääntyy koulutuksen aikana. Tiedetään, että alemmilla luokilla tapahtuvasta oppimisesta vain osa on koulun (opettajan, oppikirjojen tai kouluympäristön) tuottamaa. Osa osaamisesta syntyy informaalisti koulun ulkopuolella omaehtoisesti tai jopa epäintentionaalisesti kokemusten lisääntyessä. Näin ollen voi olla hankalaa mitata sitä, mikä on aidosti koulun tuottama lisäarvo ihmisen kokonaiskasvussa ja -kehittymisessä. Toisaalta suuri osa opituista asioista on lähes yksinomaan koulunkäynnin seurauksena ja sen aikana saavutettua; arkihavainnot osoittavat, että harva oppilas harrastaa esimerkiksi matemaattisten operaatioiden ja niiden suhteiden opiskelemista spontaanisti ystäviensä kanssa vapaa-ajallaan.

Aiemmissa äidinkielen ja kirjallisuuden sekä Modersmål och litteraturin pitkittäisaineistojen tulkinnassa haasteen tuotti se, että kirjoittamista ja lukemista harjoitetaan lähes kaikissa reaaliaineissa ja lisäksi vielä vapaa-ajalla (Metsämuuronen 2006c, 133; myös 2006a, 2006b). Niinpä ei olekaan yllättävää, että nimenomaan kirjoittamisen ja lukemisen osa-alueilla osaamisen muutos oli selvästi suurempaa kuin 'kieli, sanasto ja peruskäsitteiden tuntemus' -osa-alueella, jota pääsääntöisesti opetellaan koulussa tai koulun välityksellä. Koulun tuoman lisä-arvon näkökulmasta matematiikka-oppiaineen osaamisen muutos on eräitä helpoiten tulkittavia indikaattoreita koulun tuotamasta hyödyistä oppilaille. Vaikka matemaattisia operaatioita hyödynnetään runsaasti koulun ulkopuolella ja vaikka kotona kyetään auttamaan (arkielämään liittyvien operaatioiden osalta) oppijaa varsin helposti, suurin osa matemaattisista operaatioista ja niiden välisistä yhteyksistä opitaan koulussa, ja koulussa niitä opetellaan alaluokilla vain matematiikan oppituntien ja läksyjen tekemisen aikana.

Tässä seuranta-arvioinnissa suurta joukkoa oppilaita on tutkittu kahteen kertaan. Aineisto on suomalaisessa kasvatuksen alan arviointitutkimuksessa ainutlaatuinen useassa suhteessa (ks. luku 2). Kun oppimistulosaineistoon liitetään oppilailta, opettajilta ja rehtoreilta saatavia taustatietoja ja demografisia tietoja, voidaan ensimmäisen kerran kansallisella tasolla seurata matemaatiikka-oppiaineessa ilmenevää osaamisen muutosta hyödyntäen laajoja taustatietoja. Aineiston avulla on mahdollista saada yhtäältä aivan uudenlaista tietoa opetuksen kehittämien tueksi ja toisaalta kansallisesti uniikkia aineistoa jatkotutkimusten pohjaksi.

3.2 TUTKIMUSTEHTÄVÄ

Aiemmasta pitkittäisaineiston menetelmäratkaisuja kuvaavasta jaksosta (luku 2) tiivistetään tähän kolme ensimmäistä tutkimuskysymystä. Tämän jakson tavoitteena on vastata seuraaviin kysymyksiin:

1. **Kuinka matemaattinen osaaminen ja ajattelu sekä matematiikka-oppi-ainetta koskevat asenteet muuttuvat perusopetuksen 3.–5. luokkien aikana?** Aiemmassa, 7.–9. luokkien pitkittäisvertailuna tehdyssä syventävässä analyysissä (Metsämuuronen 2006c) käsiteltiin osaamisen muutosta äidinkieli ja kirjallisuus- ja modersmål och litteratur -oppiaineissa, mutta tarkastelu oli pääsääntöisesti koulun tasolla tapahtuvaa, koska vain osassa oppilasaineistoa pystyttiin eri vuosien mittaukset yhdistämään toisiinsa.
2. **Mitkä tekijät selittävät osaamisen muutosta?** Aiemmassa pitkittäisvertailussa havaittiin mm., että sekä oppilaiden että koulujen lähtötasolla on merkitystä osaamisen muutokseen. Sekä lähtötasoltaan heikoimmat että parhaimmat tytöt edistivät selvästi enemmän kun koulun lähtötaso oli matala kuin jos koulun lähtötaso oli korkea. Nykyisessä aineistossa on useita kiinnostavia 3. luokan aineistoon liittyviä tekijöitä, joilla saattaa olla mahdollista ennustaa osaamisen muutosta.
3. **Kuinka suuri on koulun tuoma lisäarvo osaamisen muutoksessa perusopetuksen alemmilla luokilla?** Vaikka matemaattisia operaatioita hyödynnetään (osin tiedostetusti, osin tiedostamatta) runsaasti koulun ulkopuolella ja vaikka kotona kyetään auttamaan (arkielämään liittyvien operaatioiden osalta) oppijaa varsin helposti, suurin osa matemaattisista operaatioista ja niiden välisistä yhteyksistä opitaan koulussa. Näin ollen osaamisen muutos voidaan tulkita helpommin kuin esimerkiksi äidinkieli- ja kirjallisuus -oppiaineessa koulun, opettajan ja oppikirjan tuottamaksi, mikä helpottaa johtopäätösten tekemistä.

Aineistoa tarkastellaan yhtäältä opetuksen järjestäjien kannalta, jolloin fokusena on yksittäinen oppilaitos ja opetuksen järjestäjä (luku 3.4.1). Tulosta tarkennetaan yksittäisen oppilaan tulosten kannalta (luku 3.4.2). Hallinnollisena tavoitteena on se, että

4. **kuvataan koulutuksellisen tasa-arvon toteutumista alueellisesti, kieliryhmittäin ja sukupuolten välillä.**

3.3 KESKEISIÄ TERMEJÄ JA MUUTTUJIA

Matematiikan testissä arvioitiin sekä osaamista että asenteita seuraavilla osa-alueilla:

Oppimistulokset	Asenteet
Kokonaisosaaminen	Kokonaisasenne
Luvut, laskutoimitukset, algebra	Käsitys itsestä oppiaineen osaajana
Geometria	Oppiaineesta pitäminen
Tietojen käsittely ja tilastot sekä taulukot	

Tarkimmillaan tulokset ovat kokonaisosaamista ja kokonaisasennetta kuvattaessa kuten luvussa 2. todettiin.

Keskeinen muuttuja tässä jaksossa on peruskoulun oppilaiden vertaistetun¹ **osaamisen muutos** 3. luokan alun ja 6. luokan alun välillä. Muutos kuvataan prosentteina koko kokeen tai osa-alueen vertaistetusta maksimipistemäärästä. Jos oppilaan osaaminen lisääntyy 30 prosenttiyksikköä, se merkitään +30 %. Vastaavasti negatiivinen muutos eli esimerkiksi asenteiden tason laskeminen 25 prosenttiyksikön verran merkitään -25 %. Samoin kuvataan koulun oppilaiden keskimääräiset muutokset.

Kunkin oppilaan tietoihin on lisätty ko. koulusta vastanneiden opettajien ja rehtoreiden kautta tulleita tietoja mm. koulun toiminnasta ja opetuksen järjestämisestä sekä koulua koskevia demografisia tietoja. Sekä opettajien että rehtoreiden tiedot on ennen liittämistä yhdistetty koulukohtaisiksi tiedoiksi. Aineiston käsittelyyn liittyviä menetelmiä – otosta, mittareiden luotettavuutta, pistemäärien vertaistamista sekä käytettäviä tutkimusmenetelmiä – on kuvattu aiemmassa jaksossa (luku 2.). On kuitenkin merkityksellistä huomauttaa seuraavasta menetelmällisestä seikasta. Muutos ilmaistaan suorana muutoksena prosenttiyksikköjen avulla, kuten edellä kuvattiin. Kun sitä vastoin muutosta analysoidaan, se voidaan tehdä kahdella tavalla: yhtäältä muutoksen (*gain score*) analysointina, joka tehdään perinteisellä varianssianalyysillä (ANOVA) tai toisaalta lopputuloksen analysointina kun alkutilannetta pidetään vakioituna, mikä tapahtuu kovarianssianalyysillä (ANCOVA). Näistä jälkimmäinen sopii ensisijaisesti aitoihin koetilanteisiin, joissa ryhmien lähtötasot ovat satunnaistamisen vuoksi samat (näin mm. Cribbie & Jamieson 2004; Miller & Chapman 2001). Tässä analysointi on tehty ANOVA:lla, sillä kyseessä on perinteinen puolikokeellinen asetelma, jossa on hyvin mahdollista, että lähtötasoissa on vertailtavien ryhmien välillä eroja.

¹ Vertaistamista käsitellään tarkemmin toisessa osuudessa (Metsämuuronen 2010). Oleellista on se, että 6. luokan tulos on alkuperäinen ja 3. luokan alkuperäiset tulokset on muunnettu vastaamaan 6. luokan kokeen vaikeustasoa eli ne on vertaistettu.

3.4 TULOKSET

Tuloksia tarkastellaan erikseen koulun kannalta luvussa 3.4.1 ja oppilaan kannalta luvussa 3.4.2. Tuloksia olisi perusteltua kuvata myös koulutuksen järjestäjän näkökannalta, sillä koulutuksen järjestäjä on varsinaisesti vastuussa koulutuksen järjestämisestä. Tilan säästämiseksi näkökulmaksi on valittu kuitenkin koulun näkökulma, sillä koulutuksen paikallisen organisoinnin näkökannalta kiintoisaa saattaa olla se, millaiset olosuhteet ja toimintatavat ovat suotuisimmat osaamisen ja asenteiden positiiviselle muutokselle. Yksittäisen oppijan kautta puolestaan on mahdollista selvittää kiintoisia yksityiskohtia koulutusjärjestelmästämmme. Tällaisia erityiskysymyksiä ovat mm. sukupuolten välinen tasa-arvo, tuki- ja erityisopetuksen saannin yhteys osaamisen muutokseen sekä oppilasarvosanojen yhdenvertaisuus ja yhteys osaamisen tasoon.

3.4.1 Koulutason muutoksia matematiikka -oppiaineen osaamisessa ja asenteissa

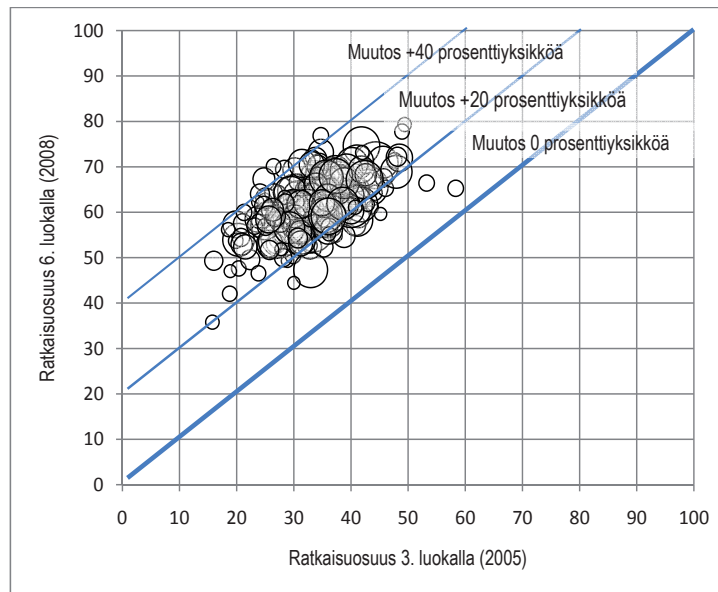
Aineistossa oli mukana kaikkiaan 286 koulua. Näistä 17 %:ssa saavutettiin koulusta alle 5 oppilasta. Seuraavissa koulutasoisissa analyyseissa nämä erittäin pienet koulut on jätetty pois². Jatkossa koulun tason muutosta kuvattaessa mukana ovat siis vain ne vuoden 2008 aineiston koulut, joissa otoksen oppilasmäärä oli 5 tai enemmän ($n = 237$). Osaamisen muutosta tarkastellaan koulujen keskiarvon muutoksena, joka ei kuitenkaan ole sama kuin todellinen osaamisen muutos kun sitä tarkastellaan tuonnempana yksilöoppilaiden näkökulmasta. Mikäli kaikissa kouluissa olisi ollut identtinen määrä oppilaita, sekä koulujen että oppilaiden keskiarvoista oli tullut samat arvot. Luvun 3.4.2 oppilastason tarkasteluissa kaikki koulut ja oppilaat ovat mukana analyyseissa.

2 Viiden havainnon joukko on riittävä tilastollisten johtopäätösten tekemiseen. Vaikka rajaksi on joskus esitetty neljä havaintoa – tai lääketieteessä kliinisesti merkittävän johtopäätöksen pohjaksi jopa kolme havaintoa (ks. Metsämuuronen 2004, 474) – neljän havainnon pohjalta ei tarkalleen ottaen pysty tekemään tilastollisesti merkitseviä johtopäätöksiä, mutta viiden avulla pystyy. Viiden havainnon pohjalta voidaan päätellä, että jos havainnoista jokainen on keskiarvoltaan kansallisen keskiarvon paremmalla (tai heikommalla) puolella, tämän todennäköisyyden voi laskea binomitestillä olevan $p = 0,031$. Tulos ei siis ole syntynyt sattumalta. Vastaava todennäköisyys neljän oppilaan ryhmässä olisi $p = 0,062$, mitä ei vielä pidetä tilastollisesti vakuuttavana tuloksena.

Yleisiä havaintoja matematiikan osaamisen ja asenteiden muutoksesta

Kaikissa kouluissa kokonaisosaaminen on lisääntynyt, joskin osassa kouluja osaamisen muutos on ollut alle 10 prosenttiyksikköä ja joissain pienemmissä kouluissa yli 40 prosenttiyksikköä (Kuvio 3.1). Kuviossa 3.1 kukin pallo kuvaa yksittäistä koulua ja pallon koko koulun kokoa. Kuviossa oleva lävistäjä ("Muutos 0 prosenttiyksikköä"), kuvaa tilannetta, jossa kahden mitauksen välillä ei olisi tapahtunut lainkaan muutosta. Pystysuuntainen poikkeama paksusta lävistäjästä kuvaa koulun oppilaiden keskimääräisen osaamisen lisääntymistä kolmen vuoden aikana.

Koko kokeen osalta koulujen oppilaiden keskimääräinen matematiikan osaaminen on lisääntynyt kolmen vuoden aikana lähes 30 prosenttiyksikköä (+28 %) eli keskimäärin lähes 10 prosenttiyksikköä jokaisena vuonna³. Muutos on ollut positiivisinta tietojen käsittelyn ja tilastojen sekä todennäköisyyden (+31 %) ja lukujen, laskutoimitusten ja algebran osa-alueella (+21 %). Geometrian osa-alueella muutos on pienintä (+12 %). Jatkossa tilan säästämiseksi raportoidaan vain kokonaisosaamisen muutokseen liittyviä tuloksia, elleivät osa-alueiden tulokset selvästi poikkea kokonaiskeskiarvoa kuvaavasta tuloksesta.

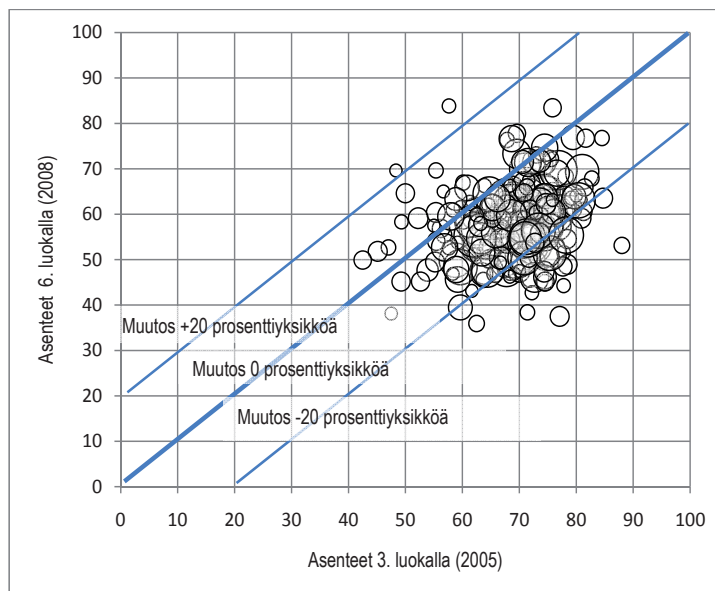


KUVIO 3.1 Kokonaisosaamisen muutos.

³ Huomattakoon, että aiemmassa seuranta-aineistossa äidinkielen osaaminen lisääntyi luokkien 7–9 välillä parhaimmillaankin vajaa 5 prosenttiyksikköä vuodessa (kirjoittamisen osalta, ks. Metsämuuronen 2006c, 56–57). Toisaalla arvioitiin, että ollakseen "tuottava" koulussa muutoksen pitäisi äidinkielessä yläluokilla olla n. 13 prosenttiyksikköä kolmen vuoden aikana (Metsämuuronen 2007, 240). Vaikka kustannuksia ei ole tässä otettu tarkastelun kohteeksi, tuottavuuden näkökulmasta näyttää mahdolliselta, että alaluokilla matemaattinen osaaminen lisääntyy selvästi enemmän kuin kustannukset vastaavassa ajassa.

Kuviosta 3.1 huomataan myös tulosten tulkinnan kannalta oleellinen seikka: parhaimmankin koulun keskimääräinen lähtötaso jää alle 60 %:n vertaistestusta maksimipistemäärästä. Tämä tarkoittaa sitä, että kaikkien koulujen keskiarvo olisi voinut lisääntyä vähintään 40 prosenttiyksikköä. Näin ollen, jos koulun keskimääräinen suoritustaso ei nouse keskitasoisesti (n. 30 prosenttiyksikköä), syynä ei ole kattoefekti eli se, että oppilaat olisivat jo alkumittauksessa saaneet erittäin korkeita ratkaisuprosentteja. Toinen näkökulma ilmiöön on, että kouluissa joissa lähtötaso on ollut korkea eikä osaamisen taso ole noussut yhtä paljon kuin keskimääräisessä koulussa – kuten Kuviossa 3.1. äärimmäisinä oikealla näkyvässä kahdessa koulussa – jo 3. luokan alussa oppilaat ovat teoriassa keskimäärin saavuttaneet 6. luokan alun keskitason tai olivat jopa sitä parempia.

Asenteet matematiikkaa kohtaan muuttuivat kolmen vuoden aikana negatiivisemmiksi kaikilla tutkituilla osa-alueilla (Kuvio 3.2). Kokonaisasenne heikkeni 11 prosenttiyksikköä, itsensä kokeminen hyväksi matematiikan osaajaksi heikkeni 5 prosenttiyksikköä ja oppiaineesta pitäminen 18 prosenttiyksikköä. Luvut ovat jonkin verran korkeammat kuin ylemmillä luokilla äidinkieli- ja kirjallisuus -oppiaineen pitkittäisaineistossa (Metsämuuronen 2006c, 32)⁴. Ilmiölle ei löytynyt yksitulkintaista kokoavaa selitystä. Tulos on joka tapauksessa samanlainen kuin aiemmissakin kansallisissa tutkimuksissa (Metsämuuronen 2006c; Svedlin & Metsämuuronen 2001; Kannas 1995; Scheinin 1990; Uusikylä & Kansanen 1988).



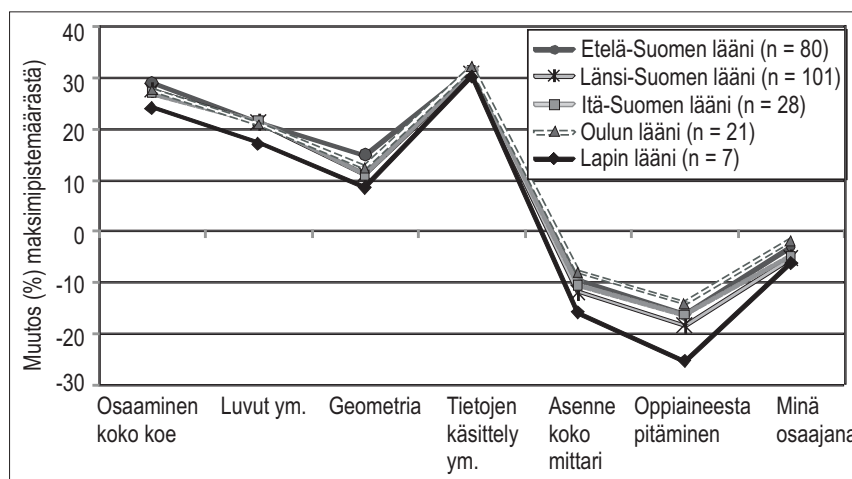
KUVIO 3.2 Kokonaisasenteiden muutos.

⁴ Luokkien 7–9 välillä äidinkieltä koskevat asenteet heikkenivät 6 prosenttiyksikköä kaikilla tässä kuvatuilla osa-alueilla. Vaikka kyse on eri oppiaineista ja oleellisesti eri-ikäisistä oppilaista, tulos on hyvin samankaltainen vuonna 2001 kerätyn kouluviihtyvyyden muutosta kuvanneen aineiston kanssa (Svedlin & Metsämuuronen 2001).

Osaamisen muutos eri lääneissä, kuntaryhmissä ja kieliryhmissä

Läänikohtaiset erot

Läänien välillä ei kouluilla ole suurta eroa osaamisen muutoksen suhteen (Kuvio 3.3). Vain Lapin lääni ($n = 7$)⁵ poikkeaa muista; lukuun ottamatta Tilastot, todennäköisyys ja taulukot -osa-aluetta Lapin läänissä osaaminen on yleisesti ottaen lisääntynyt kaikilla osa-alueilla muita läänejä vähemmän mittauskertojen välillä. Erityisesti suuri ero on geometrian osa-alueella, jossa Lapin läänin kouluissa keskimääräinen osaamisen lisääntyminen oli vajaa 8 prosenttiyksikköä kun se esimerkiksi Etelä-Suomen läänissä oli 15 prosenttiyksikköä eli lähes kaksinkertainen⁶. Vaikka ero ei Lapin läänin koulujen pienestä koulujen määrästä johtuen ole tilastollisesti merkitsevä, se on kuitenkin merkittävä; efekतिकoko on suuri⁷. Yleisesti ottaen kuitenkin läänien väliset erot eivät ole tilastollisesti vakuuttavia, vaikka geometrian osa-alueella myös Etelä-Suomen läänin (+15 %) ja Länsi-Suomen läänin (+11 %) välillä onkin maininnan arvoinen ero⁸.



KUVIO 3.3 Läänien väliset erot koko aineistossa.

5 Lapin läänistä oli mukana 12 koulua, mutta vain seitsemässä oppilaiden määrä oli suurempi kuin 4 (ks. alaviite 2).

6 Yhdessä Lapin läänin kouluista oli poikkeuksellisen hyvä lähtötaso. Jos tämän koulun tulos poistetaan laskuista, geometrian osa-alueella osaaminen lisääntyi silti vain vajaa 11 prosenttiyksikköä kun Etelä-Suomen läänin kouluissa osaamisen lisäys oli 15 prosenttiyksikköä.

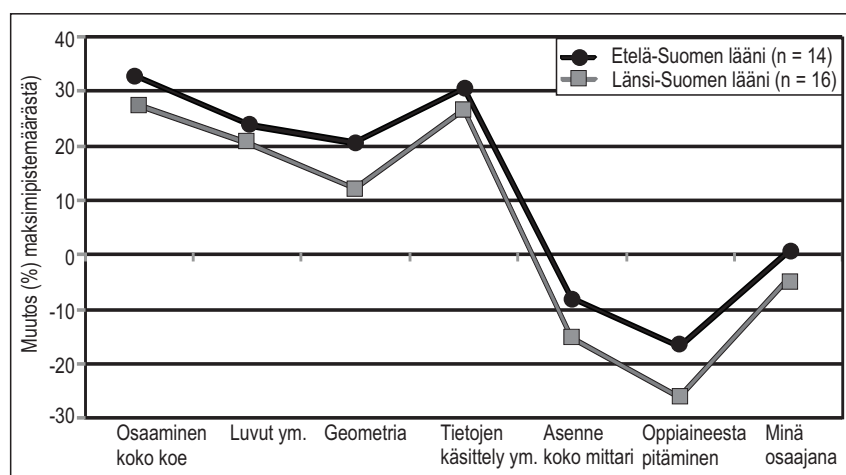
7 T-testi ryhmien Lapin lääni ja Etelä-Suomen lääni välillä: $t(df = 85) = 1,938$ $p = 0,056$, Cohenin $d = 0,77$.

	Osaaminen koko koe	Luvut ym.	Geometria
Kruskal-Wallis χ^2	3,964	1,021	8,923
p	0,411	0,907	0,063

parittaisvertailu: Etelä-Suomen lääni vs. Länsi-Suomen lääni $p = 0,011$ kaksisuuntaisena ilman Bonferroni-korjausta.

Kaikissa lääneissä asenteet matematiikkaa kohtaan ovat muuttuneet kielteisemmiksi, joskin Lapin läänissä selvästi enemmän⁹ kuin muissa. Erityisen selvä on ero oppiaineesta pitämisen osalta: kun esimerkiksi Oulun läänissä kouluissa oppilaiden keskimääräinen asennetaso on laskenut 14 prosenttiyksikköä, on asennetaso Lapin läänin kouluissa laskenut 26 prosenttiyksikköä; efektikoko on suuri¹⁰.

Kun aineisto erotellaan kieliryhmän mukaan suomenkielisiin ja ruotsinkielisiin kouluihin, läänien tulosten välillä on merkittäviä eroja. Suomenkielisten koulujen osalta – joiden määrä hallitsee aineistoa – ei tulos poikkea edellä esitetystä. Sen sijaan ruotsinkielisen aineiston osalta Etelä- ja Länsi-Suomen läänien koulujen välillä on merkittäviä eroja; kaikilla osa-alueilla Länsi-Suomen läänin kouluissa osaaminen on lisääntynyt vähemmän kuin Etelä-Suomen läänin kouluissa ja asenteet ovat muuttuneet negatiivisemmiksi (Kuvio 3.4). Kokonaisosaamisen ja geometrian osa-alueen osalta erot ovat tilastollisesti merkitseviä¹¹.



KUVIO 3.4 Läänien väliset erot ruotsinkielisessä aineistossa.

Ruotsinkielisessä aineistossa läänijako on siis merkittävä eron selittäjä ($d = 0,80$). Tuloksia tarkennetaan näiltä osin tuonnempana kuntaryhmävertailun yhteydessä.

9 Tältä osin tilanne oli päinvastainen aiemmassa Äidinkieli ja kirjallisuus -oppiaineen arvioinnissa (Metsämuuronen 2007, 35).

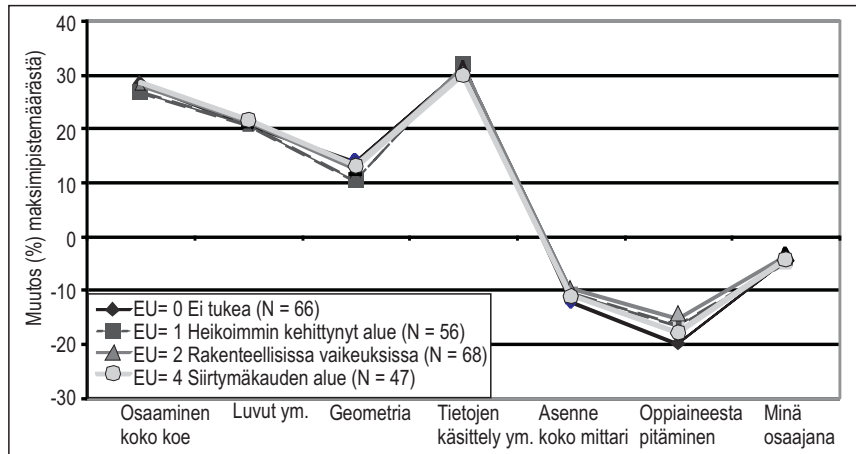
10 T-testi ryhmien Lapin lääni ja Oulun lääni välillä: $t(df = 26) = 2,200$, $p = 0,037$, Cohenin $d = 1,00$

11 T-testi ruotsinkielisessä aineistossa ryhmien Etelä-Suomen lääni – Länsi-Suomen lääni

	$t(df = 28)$	p	Cohenin d
Osaaminen koko koe	2,202	0,038	0,80
Geometria	1,937	0,063	0,73

EU-tavoitealue

EU-alueohjelmien tavoitealueet eivät eroa toisistaan osaamisen tai asenteiden muutoksen suhteen koulun tasolla tarkasteltuna (Kuvio 5). Toisin sanoen rakenteellisen tason sosiaalisilla tekijöillä ei näytä olevan yhteyttä siihen, kuinka matemaattinen osaaminen muuttuu perusopetuksen aikana.



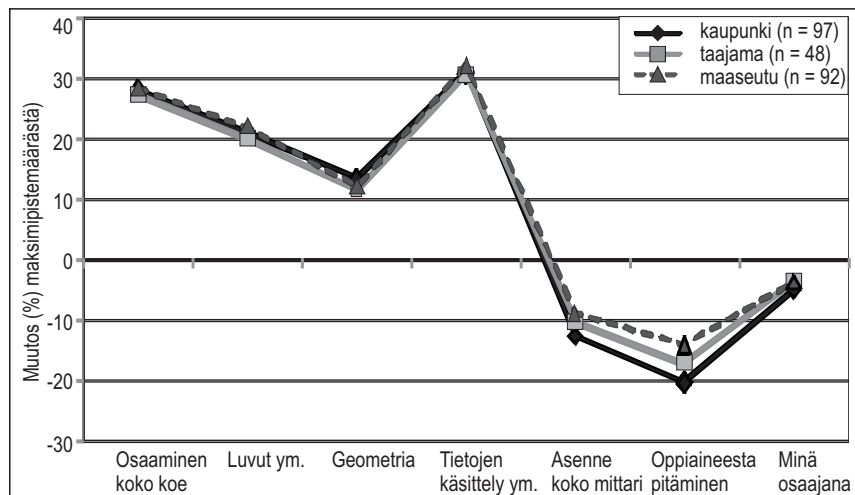
KUVIO 3.5 EU-tavoitealueiden väliset erot.

Kuntaryhmitys

Kun aineistoa tarkastellaan kokonaisuutena, kaupunkimaisten, taajamamaisten ja maaseutumaisten kuntatyyppien koulujen välillä ei käytännössä ole eroa osaamisen muuttumisen suhteen – kuntaryhmitys ei siis selitä oppilaiden osaamisen muutosta kun sitä tarkastellaan koulun keskiarvon tasolla (Kuvio 3.6). Sen sijaan kaupunkimaisissa kouluissa oppiaineesta pitämiseen liittyvät asenteet muuttuvat hieman negatiivisemmiksi (–21 %) kuin maaseutumaisissa kouluissa (–14 %); Vaikka ero kuntaryhmien välillä on merkitsevä, kuntaryhmäjako on efektiivisyydeltään korkeintaan keskisuuri.¹²

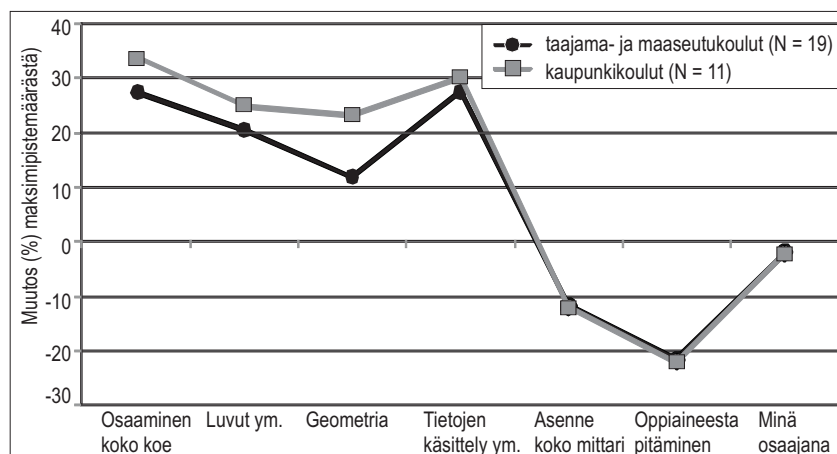
12 Yksisuuntainen ANOVA	F(2, 234)	p	η^2	Cohenin f	Cohenin d
Oppiaineesta pitäminen	4,932	0,008	0,04	0,20	0,58

Parittaisvertailussa Tukeyn testillä Kaupunki vs. Maaseutu: $p = 0,020$ (Kokonaisasenne) ja $p = 0,005$ (pitäminen)



KUVIO 3.6 Kuntaryhmien väliset erot.

Kuntaryhmävertailussa ruotsinkielinen aineisto poikkeaa suomenkielisestä aineistosta selvästi. Ruotsinkielisessä aineistossa ei ole eroa taajama- ja maaseutukoulujen keskiarvoissa. Sen sijaan ruotsinkielisissä kaupunkikouluissa kokonaisosaaminen lisääntyy selvästi enemmän (+34 %) kuin taajama- ja maaseutukouluissa (+27 %, kuvio 3.7). Erityisen suuri ero on geometrian osaamisen osa-alueella: kun taajama- ja maaseutukouluissa osaaminen lisääntyy hieman yli 10 prosenttiyksikköä (+12 %), kaupunkikouluissa se lisääntyy yli 20 prosenttiyksikköä (+23 %) eli lähes kaksinkertaisesti. Ero on tilastollisesti merkitsevä ja jako kaupunkikouluihin ja muihin kouluihin on efektiivisyydeltään suuri¹³.



KUVIO 3.7 Kuntaryhmien väliset erot ruotsinkielisessä aineistossa.

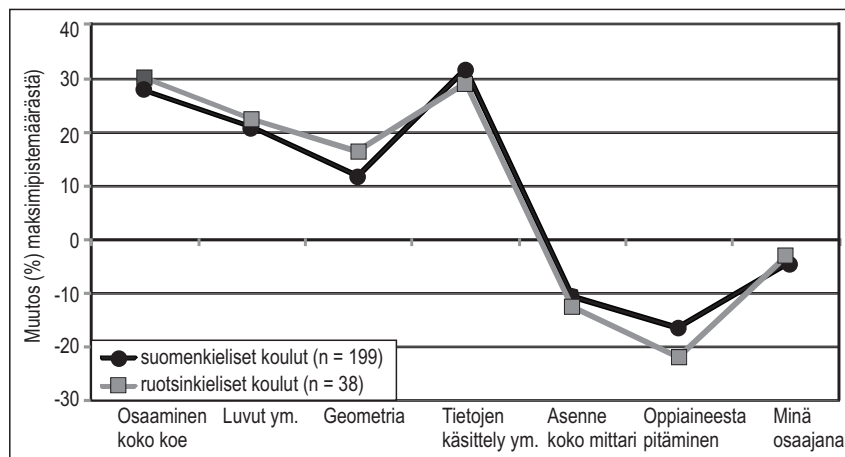
13 T-testi ruotsinkielisessä aineistossa ryhmien kaupunkikoulut – taajama- ja maaseutumaiset koulut

	t(df = 28)p	Cohenin d
Osaaminen koko koe	-2,416 0,022	-0,92
Geometria	-2,593 0,015	-0,98

Kieliryhmät

Suomen- ja ruotsinkielisten koulujen välillä on selkeitä eroja sen suhteen, mitkä tekijät selittävät osaamisen muutosta. Ruotsinkielisissä kouluissa osaaminen on lisääntynyt hieman enemmän kuin suomenkielisissä kouluissa, joskin keskiarvoina tarkasteltuna erot ovat pieniä (Kuvio 3.8). Geometrian osaamisen muutoksen osalta ero on selkein; kun ruotsinkielisissä kouluissa osaaminen on lisääntynyt 16 prosenttiyksikköä, on suomenkielisissä kouluissa lisäys ollut 12 prosenttiyksikköä. Vaikka ero on tilastollisesti merkitsevä, efektikoko on kuitenkin korkeintaan keskisuurta¹⁴.

Ruotsinkielisissä kouluissa asenteet heikkenevät hieman enemmän kuin suomenkielisissä kouluissa. Erityisesti oppiaineesta pitämisen osalta ero on selvä: ruotsinkielisissä kouluissa asenne on laskenut 22 prosenttiyksikköä ja suomenkielisissä kouluissa 16 prosenttiyksikköä. Ero ryhmien välillä on tilastollisesti merkitsevä, joskin efektikoko on korkeintaan keskisuuri¹⁵.

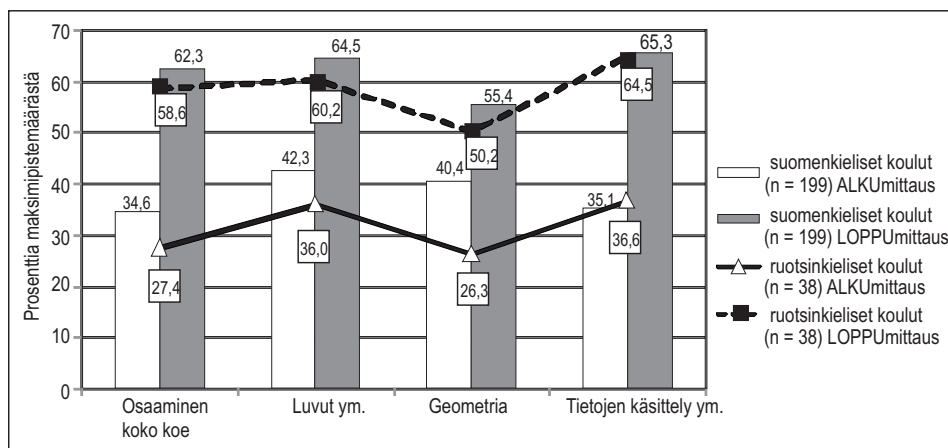


KUVIO 3.8 Kieliryhmien väliset erot.

14 T-testi kieliryhmien välillä	t(df = 235)	p	Cohenin d
Koko koe	-2,43	0,016	-0,43
Geometria	-2,74	0,007	-0,49
Tilastot ym.	1,98	0,049	0,35

15 T-testi kieliryhmien välillä	t(df = 235)	p	Cohenin d
Oppiaineesta pitäminen	2,23	0,027	0,40

Suomen- ja ruotsinkielisten koulujen eroja selittää se, että lukuun ottamatta tietojenkäsittely ja taulukot sekä tilastot -osa-aluetta ruotsinkielisten koulujen lähtötaso oli merkitsevästi matalampi kuin suomenkielisten koulujen (Kuvio 3.9). Kuviota 3.9 tulkitaan niin, että mitä kauempana toisistaan vaalean pylvään yläreuna (suomenkielisten lähtötaso) ja alempi vaalea kolmio (ruotsinkielisten lähtötaso) ovat, sitä suurempi ero kieliryhmien välillä ollut lähtötasossa. Eri-tyisen suuri on ero ollut geometrian osa-alueella, jonka suhteen ruotsinkielisissä kouluissa saatiin alkumittauksessa keskimäärin 26 % maksimipistemäärästä oikein kun suomenkielisissä kouluissa vastaava luku oli 40 % maksimipistemäärästä. Efektikoot ovat suuret eli ero lähtötasossa on ollut merkittävä¹⁶. Vaikka myös lopputason suhteen kieliryhmien välillä on eroa¹⁷, geometrian osa-alueella ruotsinkielisten koulujen ero suomenkielisiin kouluihin nähden on lähes kuroutunut umpeen. Näin siis geometrian osalta osaaminen on lisääntynyt selvästi enemmän ruotsinkielisissä kuin suomenkielisissä kouluissa. Muilla osa-alueilla kieliryhmien tulosten erot ovat säilyneet samansuuruisina.



KUVIO 3.9 Osaamisen muutos alkutason ja lopputason erona eri kieliryhmissä.

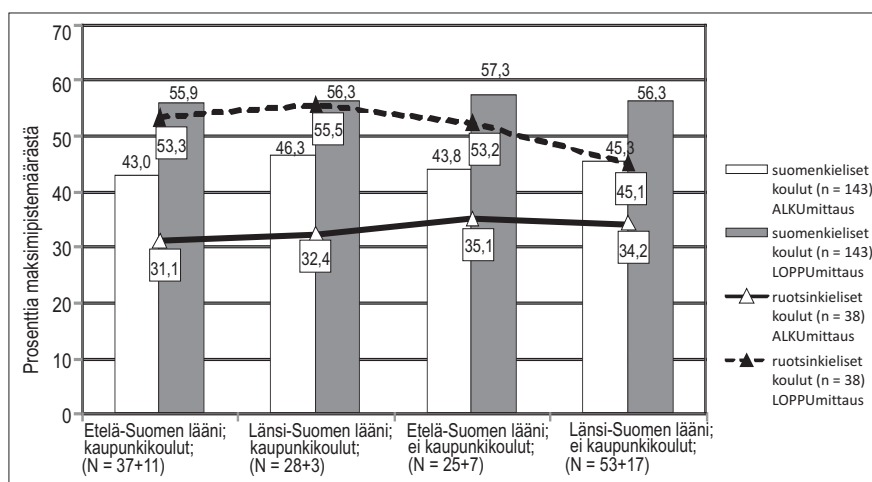
16 T-testi kieliryhmien väliselle lähtötasolle

	t (df = 235)	p	Cohenin d
Osaaminen koko koe	6,421	< 0,001	1,14
Algebra	5,087	< 0,001	0,90
Geometria	8,713	< 0,001	1,55
Tietojen käsittely ym.	-1,039	0,42	-0,18

17 T-testi kieliryhmien väliselle lopputasolle

	t (df = 235)	p	Cohenin d
Osaaminen koko koe	4,329	< 0,001	0,77
Algebra	4,740	< 0,001	0,84
Geometria	4,321	< 0,001	0,77
Tietojen käsittely ym.	0,986	0,325	0,18

Tarkemmin analysoitaessa huomataan, että Etelä- ja Länsi-Suomen läänien ruotsin ja suomenkielisten kaupunkikoulujen välillä ei ole eroja osaamisen suhteen 6. luokan alussa mutta ei-kaupunkikoulujen välillä on selkeitä eroja. Kuviossa 3.10 on havainnollistettu tilannetta geometrian osa-alueella, jossa erot ryhmien välillä ovat suurimmat. Ruotsinkielisten koulujen keskimääräinen lähtötaso on merkitty vaalealla kolmiolla ja kiinteällä viivalla ja lopputaso katkoviivalla. Havaitaan, että kaupunkimaisissa kouluissa kieliryhmien välinen lähtötason ero kuroutuu umpeen kolmessa vuodessa. *Taajamamaisissa ja maaseutumaisissa kouluissa, erityisesti Länsi-Suomen läänissä, osaamisen taso ruotsinkielisissä kouluissa vasta 6. luokan alussa vastaa samaa tasoa kuin saman läänin suomenkielisissä kouluissa jo 3. luokalla.* Vaikka muutos taajama- ja maaseutukouluissa onkin samansuuruinen kuin suomenkielisissä kouluissa (+11 %), lopputuloksena on selvästi heikompi tulos 6. luokan kokeessa; tulos on sama kuin vertaistettu ratkaisuosuus suomenkielisissä taajama- ja maaseutukouluissa 3. luokan alussa.



KUVIO 3.10 Kuntaryhmien väliset erot geometrian osaamisessa eri lääneissä, kuntaryhmissä ja kieliryhmissä.

Länsi-Suomen läänin ruotsinkielisten ei-kaupunkimaisten koulujen osalta kyseessä voi olla alueelliseen tasa-arvoon liittyvä polarisoitumiskehitys, jossa lähtötasoltaan heikoimpien koulujen oppilaat eivät saavuta muita ryhmiä: samat koulut ovat molemmissa mittauksissa niiden koulujen joukossa, joissa oppilaskeskiarvot olivat matalimpia. Tämän suuntaista yleistä kehittymistä ovat kuvanneet aiemmissa raporteissa mm. Kuusela (2002, 81; 2006, 65–66), Jakku-Sihvonen ja Komulainen (2004, 57, 65), Jakku-Sihvonen (2009, 34) sekä Nyssölä ja Jakku-Sihvonen (2009, 215–216). Ensimmäisen kerran erot ovat näin suuria ruotsinkielisessä aineistossa (kts. myös alaviite 28). Mikäli samat oppilaat voidaan saada mukaan seurantaan vielä kolmannen kerran (9. luokan lopulla), on mahdollista kuvata, kuinka tämän ryhmän osaaminen kehittyi koko kouluajan.

Millä tekijöillä koulun tason muutosta voidaan selittää?

Analyysissa on ollut käytettävissä koulua koskevaa monenlaista taustatietoa, joista demografisia tietoja on käsitelty jo edeltävässä luvussa ja joista kieliryhmiin liittyviä tuloksia tarkennetaan tässä luvussa. Koulun tason muutoksen selittäjiä etsitään oppilaiden, opettajien ja rehtoreiden antamista taustatiedoista¹⁸. Monista muuttujista tähän tarkasteluun on otettu vain ne, joilla näyttää olevan yhteyttä koulun tason muutokseen joko oppimistulosten tai asenteiden suhteen. *Analyyksien perusteella havaittiin, että suomen- ja ruotsinkielisten koulujen välillä oli merkittäviä eroja sen suhteen, millaisilla tekijöillä muutosta voidaan selittää – ruotsinkielisissä kouluissa positiivinen muutos selittyy eri tekijöillä kuin suomenkielisissä kouluissa. Myös oppilaiden lähtötasolla on merkitystä siihen, millaisilla tekijöillä muutosta voidaan selittää – lähtötasoltaan parhaisissa kouluissa positiivinen muutos selittyy siis eri tekijöillä kuin lähtötasoltaan heikoimmissa kouluissa*¹⁹.

18 Tässä luvussa pyritään löytämään sellaisia tekijöitä ja muuttujia, joilla voitaisiin ennustaa keskiarvosta poikkeavaa osaamisen muutosta. Tällöin merkityksellisiä tekijöitä ovat alkumittauksen yhteydessä kysytyt seikat. Opettaja- ja rehtorikyselyt tehtiin niille opettajille ja niissä kouluissa, joissa ensimmäiset vuodet vietettiin. Osassa kouluista oppilaan kaksi ensimmäistä kouluvuotta suoritettiin eri koulussa kuin missä 2. luokan jälkeen suoritettut opinnot. Tästä syystä koulujen määrä tässä osuudessa on pienempi (N = 212) kuin aiemmassa osuudessa (N = 286); kaikkia alkumittauksen opettaja- ja rehtorikyselyn kouluja ja oppilaita ei saatu yhdistettyä toisiinsa.

19 Koulun lähtötaso arvioitiin seuraavasti: Oppilaiden 3. luokan alun kokonaisosaamisen perusteella laskettiin niiden oppilaiden osuus, jotka sijoituivat keskiarvoon nähden vähintään 1 hajontayksikön verran matalammalle tasolle (vrt. Räsänen, Närhi & Aunio 2010, joilla raja oli 1,5 hajontayksikköä). Laskennallisesti kaikista oppilaista tälle alueelle sijoittuu vajaa 20 % eli oppilaat kuuluvat alimpaan kvintiiliin. Jos tämä arvo on 0 %, kaikki kokeessa olleet oppilaat olivat parempia kuin tämä alaraja. Jos taas arvo oli 100 %, kaikki koulun oppilaat kuuluivat heikoimpaan viidennekseen. Answer Tree -analyysin mukaan osaamisen muutoksen näkökulmasta tilastollisessa mielessä selkein jakokohta on heikkojen oppilaiden osuus 8,1 %. Ne koulut, jossa oli korkeintaan 8,1 % heikkoja oppilaita, poikkesivat muutoksen suhteen (25 prosenttiyksikön osaamisen kasvu) tilastollisesti merkitsevästi niistä kouluista, joissa oli enemmän kuin 8,1 % heikkoja oppilaita (29 prosenttiyksikön osaamisen kasvu; $F(1, 210) = 14,00$, $p = 0,011$).

Koska osaamisen muutoksen selittäjät ovat erilaisia suomen- ja ruotsinkielisissä kouluissa, näitä käsitellään erillään. Osaamisen muutoksen selittäviä tekijöitä lähestytään kolmesta eri teknisestä näkökulmasta: yhtäältä korrelaatioanalyysin näkökulmasta etsien tekijöitä, jotka ovat yhteydessä matemaattisen osaamisen muutokseen, toisaalta regressioanalyysin avulla selittäen muutosta, ja kolmanneksi t-testin avulla selittäen ja profiiloiden muutoksen suhteen ääriarvoksiin (kvartiileihin) sijoittumista.

Taulukossa 3.1 esitellään muutosta selittäviä tekijöitä, joiden korrelaatio osaamisen tai asenteiden muutokseen on merkitsevästi nollasta poikkeava eli suomenkielisessä aineistossa suuruudeltaan vähintään $r = 0,20$ ja ruotsinkielisessä aineistossa vähintään $r = 0,40$.²⁰ Muuttuja itsessään selittää siis vähintään 4–16 % osaamisen tai asenteiden muutoksesta. Vaikka korrelaatioiden perusteella ei ole mahdollista tehdä suoria syy-seuraus -suhteeseen liittyviä päätelmiä, on mahdollista ja jopa todennäköistä, että korrelaatioiden taustalta löytyy todellisia ilmiöitä, jotka selittävät yhteyksiä muuttujien välillä. Näiden ilmiöiden tunnistaminen tai mallittaminen ei ole kuitenkaan helppoa käytetyillä perusmenetelmillä²¹. Erityisen haasteellista on tulkita muutokseen liittyvää korrelaatiota²².

20 Suomenkielisessä aineistossa alin tilastollisesti merkitsevä korrelaatio oli $r = 0,15$ ja ruotsinkielisessä aineistossa $r = 0,36$. Korrelaatiotarkastelussa rajoja on kuitenkin nostettu hieman selittävien tekijöiden rajaamiseksi. Regressioanalyysiin on otettu mukaan kaikki merkitsevät korrelaatiot.

21 Vaikka muuttujista on tehty alkeellista systeemistä mallitusta (ks. Metsämuuronen 2009, 40–41), varsinaisia teoreettisia malleja muuttujien välisistä yhteyksistä ei ole käytetty. Taustakyselyissä on kysytty opettajilta, rehtoreilta ja oppilailta sellaisia opettamiseen, koulun hallintoon ja oppilaan henkilökohtaisiin ominaisuuksiin liittyviä relevantteja seikkoja, joilla osaamisen muutosta voitaisiin mielekkäästi selittää.

22 Taulukon 3.1 korrelaatiot ovat perinteisiä Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokertoimia. Korrelaatiot laskettiin tarkistuksen vuoksi myös osittaiskorrelaatioina niin, että kokonaisosaamisen lähtötaso kontrolloitiin. Tällöin lähtötaso vakioidaan niin, että teoriassa olisi voinut käydä siten, että yksikään lähtötason osaamista kuvaava muuttuja ei korreloisi muutokseen. Näin ei kuitenkaan käynyt, vaan korrelaatiot ovat käytännössä samansuuruisia kuin ilman vakiointia. Tämä merkitsee sitä, että riippumatta osaamisen tasosta muutos on kutakuinkin samansuuruisista – mikä käykin ilmi myös kuviossa 3.13.

TAULUKKO 3.1 Kokonaisosaamisen muutoksen selittäviä tekijöitä eri kieliryhmissä.

suomen- kieliset N = 181†	ruotsin- kieliset N = 30†	Muuttujat†††
DEMOGRAFISET TIEDOT		
	-0,40††	Lääni
	-0,40	Kuntaryhmä
	-0,40	EU-tukialue
OPETTAJAKYSELY		
	-0,40	Onko sinulla muodollinen opettajakelpoisuus?
	-0,39	Kuinka paljon olet osallistunut kunta- tai koulukohtaisen OPS-laadintatyöhön?
	-0,47	Yhteistyö opettajien kanssa.projektien suunnittelu ja toteutus
0,19		Matematiikan OPS:t ovat liian vaativat.
0,20		Huoltajat ovat kiinnostuneita [lapsensa] koulun käynnistä.
REHTORIKYSELY		
	-0,43	Koulutyyppi (1 = luokat 1–6, 2 = luokat 1–9)
	-0,36	Al tuntien määrä 2 luokan aikana
	0,42	Opetussuunnitelma on laadittu yhteistyössä muiden esiopetusta antavien koulujen/päiväkotien kanssa.
	-0,36	Keskustelemme arviointien tuloksista ja käytämme niitä työmme kehittämiseen.
	0,46	1–2 luokan oppilaille tarkoitettua AP–IP-toimintaa ..järjestetään koulun tiloissa
	-0,43	1–2 luokan oppilaille tarkoitettua AP–IP-toimintaa...järjestetään lähialueella
OPPILASTIEDOT JA LÄHTÖTASO		
0,28	0,57	Heikkojen oppilaiden suhteellinen osuus (%) alkumittauksessa 2005
-0,19	-0,44	Heikkojen oppilaiden osuus ryhmiteltynä ('yli 8,1 %' = 0 ja 'korkeintaan 8,1 %' = 1)
-0,40	-0,51	MAT matematiikka kokonaisosaaminen 3. luokka
-0,30		MAT algebran osaaminen 3. luokka
-0,37		MAT luvut ja laskutoimitukset osaaminen 3. luokka
-0,36	-0,62	MAT mittaaminen ja geometria osaaminen 3. luokka
-0,40	-0,61	MAT perustelutehtävät osaaminen 3. luokka
-0,33	-0,44	MAT mekaaniset laskutehtävät osaaminen 3. luokka
-0,40	-0,57	MAT sanalliset tehtävät osaaminen 3. luokka
-0,37		MAT peruslaskutoimitukset osaaminen 3. luokka
-0,38	-0,55	MAT ongelmanratkaisutehtävät osaaminen 3. luokka
	-0,39	MO Modersmålin kokonaisosaaminen 3. luokka
	-0,40	MO Modersmål lukemisen osaaminen 3. luokka
-0,23		Äl Äidinkieli kokonaisosaaminen 3. luokka
-0,22		Äl Äidinkieli kirjoittamisen osaaminen 3. luokka
	-0,37	KOGN Ohjeiden ymmärtäminen: Puolita viivalla vasemmanpuoleisin ruutu
	-0,44	KOGN Audiitiivinen: Verkot/Sticker
	0,42	KOGN Vertailu ja päättely: vaativahko kahden tekijän kokonaisuus

† Analyysissä mukana vain ne koulut, joissa oppilasmäärä oli 5 tai korkeampi. Muutosta laskettaessa on huomioitu vain samat oppilaat molemmilla mittauksilla. Ks. myös alaviite 22.

†† Kaikki taulukon korrelatiot ovat tilastollisesti merkitseviä omassa kieliryhmässä.

††† Kaikki muuttujat ovat vuoden 2005 mittauksesta eli ne kuvaavat lähtötilannetta ja toimivat näin luontevasti muutoksen selittäjinä.

Ilmeinen ensimmäinen taulukon 1 perusteella tehtävä huomio on, että ruotsinkielisessä aineistossa ($N = 30$)²³ osaamisen muutos on selvästi helpompaa selittää kuin suomenkielisessä aineistossa ($N = 181$, kokonaismäärästä ks. alaviite 18). Ruotsinkielisessä aineistossa korrelaatiot ovat melko korkeita – joidenkin muuttujien osalta jopa tasolla $r = 0,60$ – kun taas suomenkielisessä aineistossa korrelaatiot jäävät säännönmukaisesti korkeintaan tasolle $r = 0,40$. Myös selittävien tekijöiden määrä on suurempi ruotsinkielisessä kuin suomenkielisessä aineistossa. Toinen ilmeinen huomio on, että oppilaiden yleinen lähtötaso – taulukossa 1 monella, samaa asiaa eri puolilta heijastavalla indikaattorilla kuvattuna – on voimakkaampi selittäjä kuin demografiset tekijät tai opettaja- ja rehtoritiedot. Huomataan, että matemaattisen osaamisen lisääntymiseen on yhteydessä myös äidinkielen ja modersmålin lähtötaso, mikä heijastanee yleistä ajattelun ja osaamisen tasoa.

Koska ero kieliryhmien tuloksissa on ilmeistä, käsitellään tuonnempana erikseen suomenkielisten ja ruotsinkielisten koulujen erityiskysymyksiä.

Suomenkielisen aineiston erityiskysymyksiä

Suomenkielisessä kouluaineistossa – toisin kuin tuonnempana ruotsinkielisessä aineistossa – demografisilla tai kouluun liittyvillä rehtoritiedoilla ei pystytä selittämään osaamisen muutosta. Selkeimmin muutokseen on yhteydessä oppilaiden lähtötaso: mitä enemmän koulussa oli lähtötasoltaan heikkoja oppilaita, sitä enemmän positiivista muutosta havaitaan ($r = +0,28$). Matematiikan osaamisen osatekijöistä lähes kaikki korreloivat selvästi muutokseen niin, että mitä heikommin on osattu, sitä suurempi muutos. Näistä lopulta vain *sanallisten tehtävien osaamisen heikkous* lähtötasomittauksessa kuvaa parhaiten tätä muuttujajoukkoa ($r = -0,40$), ja regressioanalyysissä selittäviksi tekijöiksi jäivätkin tämän lisäksi se, että *matematiikan OPS:a pidettiin vaativina* ($r = +0,19$) ja että *huoltajat ovat opettajien mielestä kiinnostuneita lastensa koulun käynnistä* ($r = +0,20$). Sanallisten tehtävien osaamisen rinnalla on huomattavaa, että myös *äidinkielen osaamisen taso* on yhteydessä muutokseen. Jostain syystä lukutaito ei kuitenkaan suomenkielisessä aineistossa korreloi muutokseen, mitä se tekee ruotsinkielisessä aineistossa; kyse saattaa olla verbaalisen päättelyn tai semanttisen muistin myöhemmästä kehitymisestä.

23 On hyvä huomata, että vaikka ruotsinkielisten koulujen osuus näyttää pieneltä, aineiston koulut edustavat noin 1/3 osaa kaikista ruotsinkielistä kouluista. Tulokset voidaan siis suurella varmuudella yleistää koskemaan koko ruotsinkielisten koulujen joukkoa. Ruotsinkielisessä aineistossa oli yksi koulu, jossa kaikki oppilaat kuuluivat alimpaan kvintiiliin. Tämä koulu oli kaikkiaan muutenkin poikkeava yleisesti linjasta (outlier), joten korrelaatiotarkasteluissa sitä ei ole otettu mukaan. Näin ollen korrelaatiotarkastelussa ruotsinkielisten koulujen määrä oli $n = 30$, vaikka yli 4 oppilaan kouluja muutoin olikin 31. Kaikkiaan ruotsinkielisiä kouluja oli 38.

ATA-analyysin²⁴ perusteella sanallisten tehtävien osaamisen osalta koulut jakautuvat kolmeen toisistaan selvästi poikkeavaan ryhmään. Kaikkiaan suomenkielisissä kouluissa keskimääräinen osaaminen lisääntyi 27 prosenttiyksikköä. Tämän verran osaaminen lisääntyikin kouluissa, joissa sanallisten tehtävien osaaminen vaihteli 3. luokan alussa keskimäärin 49–59 % maksimipistemäärästä. Niissä kouluissa, joissa sanallisten tehtävien osaaminen oli tätä parempaa, osaaminen lisääntyi vain 21 prosenttiyksikköä ja missä se oli alle tason 49 %, osaaminen lisääntyi keskimäärin 29 prosenttiyksikköä. Erot ryhmien välillä ovat merkitseviä. Kutakuinkin samanlaiset erot syntyvät, jos luokitteluperusteena käytetään perustelutehtävien ratkaisuosuutta.

Kaikkiaan osaamisen muutosta on selvästi vaikeampi selittää suomenkielisessä kuin ruotsinkielisessä aineistossa. Tämä viitanee siihen, että suomenkielisten koulujen välillä ei ole selviä systemaattisia eroja. Koulujen oppilaiden keskiarvojen vaihteluväli on kolmen vuoden aikana kaventunut hieman, 38 prosenttiyksiköstä 33 prosenttiyksikköön, mitä on pidettävä positiivisena seikkana. Luvussa 3.4.2 tarkennetaan analyysia oppilastason aineiston avulla.

Ruotsinkielisen aineiston erityiskysymyksiä

Ruotsinkielisessä aineistossa demografisista tiedoista *lääni*, *kuntaryhmä* ja *EU-tukialue* ovat yhteydessä osaamisen muutokseen, mitä havainnollistettiin kuvissa 4., 7. ja 8. Osaaminen on lisääntynyt selvästi enemmän Etelä-Suomen läänissä ja kaupunkimaisissa kouluissa kuin Länsi-Suomen läänissä ja taajamamaisissa ja maaseutumaisissa kouluissa. Kuviossa 10 havainnollistettiin, että erityisen hankala tilanne on Länsi-Suomen läänin ei-kaupunkimaisissa kouluissa, joissa osaaminen kyllä lisääntyy, mutta lähtötaso on niin matala, että lopputulos 6. luokan alussa vastaa samaa tasoa kuin samassa läänissä samojen kuntaryhmien kouluissa suomenkielisillä oppilailla oli jo 3. luokalla.

Opettajatiedoista saadaan tietää (taulukko 3.1), että osaamisen muutos on ollut selvästi suurempaa, kun *opettaja ei ole ollut muodollisesti pätevä* ($r = -0,40$), eikä hän ole *osallistunut kunta- tai koulukohdaisen opetussuunnitelman laadintaan* ($r = -0,39$) eikä hänellä ole juuri ollut *yhteistyötä muiden opettajien kanssa projektien suunnittelun ja toteuttamisen suhteen* ($r = -0,47$). Tulos näyttää pinnalta katsoen paradoksaaliselta, mutta selittyy sillä, että muodollisesti epäpäteviä opettajia on pääsääntöisesti vain kaupunkikouluissa, joissa tulokset kaikkiaan nousivat voimakkaasti. Niiden oppilaiden tulokset, joilla oli ollut muodollisesti epäpätevä opettaja, eivät olleet alun perin merkitsevästi matalampia

24 Answer tree -analyysi (ATA) luokittelee muuttujat sopiviksi katsomiinsa ryhmiin ja esittää tilastollisin perustein, millä muuttujien yhteisluokituksilla voidaan ennustaa oppilaiden osaamisen muutos. Syntyneet ryhmät eivät välttämättä ole kovin suuria, mutta erot ryhmien välillä ovat tilastollisessa mielessä merkitseviä. Muuttujat ovat hierarkkisia, mikä tarkoittaa sitä, että ensin mainittu muuttuja on tilastollisessa mielessä kaikkein voimakkaimmin selittävä tekijä. Seuraava muuttuja saa merkityksen vain edellisen luokan sisällä. Näin ollen jos oppilaan kieliryhmä on ensimmäinen luokittelija, seuraavaksi paras luokittelija sanallisten tehtävien osaaminen tulee merkitykselliseksi selittäjäksi ehkä vain jommassakummassa edellisen muuttujan luokassa eli joko ruotsin- tai suomenkielisillä.

(25 % vertaistetusta maksimipistemäärästä) kuin muodollisesti pätevien opettajien luokissa (28 %) ²⁵.

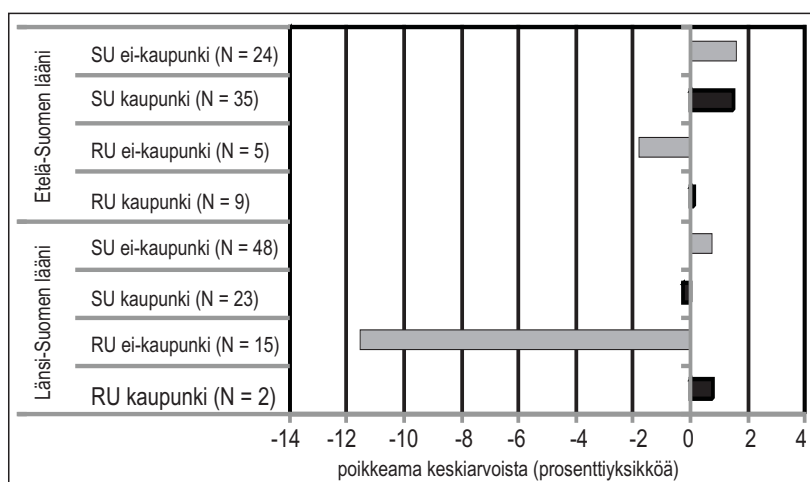
Kaupunkikouluihin viitannee myös rehtorikyselystä tullut tieto, että jos 1–2-luokan oppilaille järjestettiin *aamu- ja iltapäivätoimintaa koulun tiloissa*, muutos oli voimakkaampaa kuin jos toimintaa ei järjestetty koulun tiloissa ($r = +0,46$). Sen sijaan pienemmissä yksiköissä maaseuduilla ja taajamissa vastaavanlaista toimintaa oli kyllä tarjolla, mutta sitä järjestettiin *lähialueella* ($r = -0,43$).

Oppilaan lähtötaso on – kuten jo mainittua – selkeä selittäjä osaamisen muutokselle. Mitä enemmän ruotsinkielisessä (kaupunki)koulussa on ollut *heikkoja oppilaita* ($r = +0,57$), sitä todennäköisempää on, että osaaminen muuttuu positiivisempaan suuntaan. Erityisen selvästi osaaminen lisääntyy, kun *geometrian ja mittaamisen osa-alueella* on ollut alun perin heikkoja tuloksia ($r = -0,62$), kun oppilaat eivät ole osanneet *perustelutehtäviä* ($r = -0,61$) tai kun sanallisissa tehtävissä ei ole menestytty ($r = -0,57$). Kaikki mainitut muut-
tumat puhuvat samasta asiasta ja itsenäisiksi selittäjiksi jääkin vain perustelu-
tehtävien osaamisen kuten tullaan tuonnempana regressioanalyysin yhtey-
dessä huomaamaan. Huomionarvoista on, että kun suomenkielisessä aineis-
tossa äidinkielen kirjoittaminen korreloi merkitsevästi osaamisen muutok-
seen, ruotsinkielisessä aineistossa *modersmålin lukemisen* ($r = -0,40$) ja *kokonais-
osaamisen matala taso* ($r = -0,39$) olivat yhteydessä osaamisen lisääntymiseen.

Toisin kuin suomenkielisissä kouluissa eräät kognitiiviset tehtävät olivat yhteydessä osaamisen lisääntymiseen ruotsinkielisissä kouluissa. Kolman-
nen luokan alussa oppilaille esitettiin testisarja, jonka tarkoituksena oli kar-
toittaa sellaisia puutteita kognitiivisissa taidoissa, joilla ehkä voitaisiin selittää
heikkoa osaamista. Tehtävät sisälsivät mm. yksinkertaisia ohjeiden ymmär-
tämisen tehtäviä (kuten ”Puolita viivalla vasemmanpuoleisin ruutu”), audi-
tiivisia erottelutehtäviä (taito erottaa samalta näyttävien sanojen joukosta se
sana, jonka opettaja lausui, kuten esimerkiksi ruotsinkielisissä kouluissa sana
”sticker” sanoista spricker, skricker ja stickar) sekä loogista päättelyä edel-
lyttäviä tehtäviä. Näistä mielenkiintoisin selittäjän saattaa olla loogista päät-
telyä edellyttänyt, kielestä riippumaton tehtäväsarja ²⁶, jonka summa erotte-
lee omaksi ryhmäkseen Länsi-Suomen läänin ei-kaupunkimaiset ruotsin-
kieliset koulut (kuvio 3.11) ja joista yksi vaativahkon, kahden yhtäaikaaisesti
muuttuvan tekijän kokonaisuuden hallintaa edellyttävä tehtävä korreloi sel-
keän positiivisesti osaamisen muutokseen ($r = +0,42$). Tehtävä ja tehtävä-
kokonaisuus siis hallittiin selvästi paremmin niissä kouluissa, joissa osaami-
nen lisääntyi enemmän.

25 Mannin-Whitneyn U-testin tarkka kaksisuuntainen todennäköisyys $p = 0,378$.

26 Kyseessä on kielestä riippumaton loogisen päättelykyvyn tehtäväsarja, joka tehtiin diagnostisena osana 3. luokan alun matematiikan testiä. Alun perin tehtäviä oli sarjassa neljä, mutta tästä vaikeutuvasta sarjasta viimeinen osio osoittautui liian vaikeaksi ikäkaudelle. Kolmen ensimmäisen osion summan reliabiliteetti on $\alpha = 0,75$ eli summa on riittävän luotettava – joskaan ei erittäin tarkka – erottelemaan oppilaita toisistaan.



KUVIO 3.11 Loogisten päättelytehtävien summan väliset erot eri lääneissä, kuntaryhmissä ja kieliryhmissä kuvattuna poikkeamana koko aineiston keskiarvosta.

Aiemmasta tiedetään, että osaaminen lisääntyi eniten Etelä-Suomen läänissä ja kaupunkikouluissa – nimenomaan tässä järjestyksessä, sillä Etelä-Suomen läänin ei-kaupunkimaisissa kouluissa muutos oli lähes yhtä suurta kuin kaupunkimaisissakin kouluissa. Kun kaikissa muissa lääni/kuntaryhmä/kieli-ryhmissä kognitiivisten tehtävien summa hallittiin suhteellisen samantasoisesti (keskimäärin 70 % maksimipistemäärästä), Länsi-Suomen läänin ruotsinkielisissä ei-kaupunkimaisissa kouluissa tulos oli keskimäärin 58 %. Nämä koulut poikkeavat selvästi yleisestä keskiarvosta ja linjasta. Ero on tilastollisesti erittäin merkitsevä ja efekti koko on suuri.²⁷ Seikka on – jos ei välttämättä ainoa tai merkittävä niin ainakin – mielenkiintoinen selittävä tekijä sille, miksi osaaminen ei lisäännä Länsi-Suomen läänissä yhtä paljon kuin muissa Etelä-Suomen läänissä; lyhyen mittarin perusteella näyttää siltä, että oppilaiden keskimääräiset kognitiivis-loogiset taidot ovat Länsi-Suomen läänin ruotsinkielisissä ei-kaupunkikouluissa selvästi matalammalla tasolla kuin vertailuryhmissä. Koska mittari oli lyhyt, on tulokseen syytä suhtautua terveen kriittisesti ja ne pitäisi pystyä varmentamaan tarkemmilla mittauksilla.

Vaikka ilmiö on koulun keskiarvojen kautta tarkasteltuna selvä, sillä ei pystytä selittämään varsinaista osaamisen muutosta tarkasti. Ilmiön selittäminen on myös hankalaa; miksi Länsi-Suomen läänin ruotsinkielisten ei-kaupunki

27 T-testi ryhmille ”Länsi-Suomen läänin ruotsinkielinen ei-kaupunkimainen koulu” (n = 15) ja ”muu koulu” (n = 197): $t(df = 210) = 4,50, p < 0,001$, Cohenin $d = 1,21$

maisten koulujen oppilaiden keskimääräinen kognitiivis-looginen päättelykyky olisi matalampi kuin muilla väestöryhmillä²⁸.

Kaikkiaan ruotsinkielisessä aineistossa osaamisen muutos on selvästi suomenkielisestä aineistosta poikkeavaa. Kun suomenkielisessä aineistossa koulujen keskiarvojen vaihteluväli on kolmen vuoden aikana kaventunut 38 prosenttiyksiköstä 33 prosenttiyksikköön, on se ruotsinkielisissä kouluissa kasvanut 27 prosenttiyksiköstä 57 prosenttiyksikköön eli lähes kaksinkertaiseksi. Lisäksi sekä 3. että 6. luokan kokeen suhteen parhaat ruotsinkieliset koulut ovat koko aineiston parhaiden koulujen joukossa, 10 heikoimmin menestyneiden koulujen joukosta peräti 6 on ruotsinkielisiä, mikä koulujen kokonaismäärän kannalta on selkeä yliedustus²⁹. Seikka kertoo kahdenlaisesta koulutuksen tasa-arvon haasteesta. Yhtäältä erot suomenkielisten ja ruotsinkielisten koulujen välillä ovat selvät; ruotsinkieliset koulut ovat yliedustettuna keskiarvoltaan kaikkein heikoimpien koulujen joukossa. Toisaalta **erot ruotsinkielisten koulujen keskiarvojen välillä ovat lisääntyneet selvästi – ja näin ollen myös koulutuksellinen epätasa-arvo on lisääntynyt – kolmen vuoden aikana.** Osittain kysymys voi olla alaviitteessä 28 esille otetusta ilmiöstä: ruotsinkielisissä kouluissa on suomenkielisiä kouluja selvästi enemmän sellaisia oppilaita, joiden ehkä olisi pitänyt siirtyä jo varhemmin erityisopetuksen piiriin tai toteuttamaan henkilökohtaista opetussuunnitelmaa. Luvussa 3.4.2 tarkennetaan analyysia oppilastason aineiston avulla.

28 Ilmiön syytä tutkittaessa havaittiin mielenkiintoinen ilmiö suomen- ja ruotsinkielisten koulukulttuurien välillä. Luvussa 2 kuvattiin, että mittauksen välillä poiss jääneet oppilaat olivat useimmiten heikkoja oppilaita ja heidät oli monessa tapauksessa siirretty erityisopetuksen tai henkilökohtaisen opetussuunnitelman piiriin. Selitystä merkittävästi heikommalle loogis-kognitiiviselle tulokselle etsittiin kysymällä, voisiko se selittyä sillä, että Länsi-Suomen läänin ruotsinkielisissä ei-kaupunkimaisissa kouluissa olisi enemmän sellaisia oppilaita, joilla jo alun perin oli heikko tulos, mutta joita ei olisi siirretty henkilökohtaisen opetussuunnitelman mukaiseen opetukseen tai erityisopetukseen. Aineiston perusteella näyttää ilmeiseltä, että kieliryhmien välillä on asian suhteen tilastollisesti merkitsevä ero – joka kuitenkin ei selitä itse ilmiötä, sillä ruotsinkielisten kaupunki- ja maaseutukoulujen välillä ei ole käytännöllisesti katsoen lainkaan eroa keskiarvoissa. Sen sijaan ero on selvä suomenkielisten ja ruotsinkielisten koulujen välillä. Niissä kouluissa, joissa ylipäänsä oli 3. luokan kokonaistuloksen suhteen erittäin heikkoja oppilaita (heikompia kuin 1,5 kertaa hajontayksikköä alle keskiarvon), näistä oppilaista 13 % oli suomenkielisissä kouluissa mukana myös jälkimmäisessä mittauksessa. Vastaava luku ruotsinkielisissä kouluissa oli 23 %. Keskiarvojen ero on tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p < 0,001$) ja kieliryhmä on efektiivisyyden suuri selittäjä erolle (Cohenin $d = 0,95$). Koulujen koot eivät selitä ilmiötä. Näyttää siltä, että suomenkielisissä kouluissa erittäin heikot oppilaat siirretään herkemmin tai varhemmin pois yleisopetuksen piiristä kuin ruotsinkielisissä kouluissa. Seikalle voidaan antaa kaksi toisistaan poikkeavaa tulkintaa. Yhtäältä positiivisesti ajatellen kyse voisi olla ruotsinkielisessä koulukulttuurissa ”kaveria ei jätetä” -tyyppisestä ajattelusta. Vaikka siis ehkä tiedetään, että tietyt oppilaat eivät pärjää koulussa yhtä hyvin kuin muut vertaisryhmäläiset, heidän annetaan olla luokassa ja edetä omaan tahtiinsa. Toisaalta, kuten tuonnempana luvussa 6 todetaan, Suomessa on suuri joukko erittäin heikosti suoriutuvia oppilaita, jotka eivät saa tarvitsemaansa tukea matematiikan oppimisen vaikeuksiinsa. Kyse voikin toisaalta siis olla koulutuksellisesta epäoikeudenmukaisuudesta kaikkein heikoimpia oppilaita kohtaan; oppilaat, joiden pitäisi saada taitotasoaan vastaavaa erityisopetusta, eivät syystä tai toisesta pääse tehostetun opetuksen piiriin tai opiskelemaan henkilökohtaisen opetussuunnitelman mukaisesti.

29 Laskennallisesti kymmenen koulun joukossa tulisi olla vain yksi tai korkeintaan kaksi ruotsinkielistä koulua. Kun suomenkielisten koulujen osuus aineistossa on 82 %, tällä esiintymisen todennäköisyydellä todennäköisyys havaita korkeintaan neljää koulua kymmenen keskiarvoltaan heikoimman koulun joukossa on tilastollisesti erittäin epätodennäköistä ($p = 0,004$).

3.4.2 Oppilastason tarkentavia tuloksia

Yleisiä huomioita oppilasaineistosta

Aineistossa oli 4 545 oppilasta, joiden tulokset voitiin yhdistää ja joilta siis oli taustatietojen lisäksi vertailukelpoinen koetulos sekä 3. luokan että 6. luokan alusta. Vaikka edellisessä luvussa kuvattu koulun tason tieto heijastaa koulutuksen tasa-arvoa paremmin kuin yksilötason aineisto, todellinen muutos on kuitenkin aina yksilössä tapahtuvaa. Oppilasaineiston avulla on mahdollista koulukohtaisen aineiston lisäksi tarkentaa kuvaa matematiikan osaamisen muutoksesta, kun käytettävissä on yksittäisiin oppilaisiin liittyviä muuttujia kuten sukupuoli, kotikieleen, erityis- ja tukiopetukseen ja kouluarvosanaan liittyviä tekijöitä. Koulun tason tarkasteluissa oli mielekästä ottaa huomioon vain ne koulut, joista saatiin yleistettävää ja vertailukelpoista tietoa ja näin kaikkein pienimmät koulut jäivät tarkastelun ulkopuolelle. Oppilastarkasteluissa kaikki oppilaat ovat mukana.

Monitasomallituksen perusteella kaikesta oppilasaineiston vaihtelusta koulu muuttujana selittää keskimäärin 13 % ($p = 0,13$), mikä on kohtuullisen suuri osuus. Kouluilla on siis selvä oppilaita samankaltaistava vaikutus eli oppilaat koulujen sisällä ovat selvästi enemmän toistensa kaltaisia kuin täysin satunnaisesti valikoituneet oppilaat olisivat olleet. **Erityisen selvää ryvästymistä on ruotsinkielisissä maaseutumaaisissa kouluissa, jossa ryhmässä koulut selittävät vaihtelusta peräti 34 %** (Taulukko 3.2). Tätä ei pysty selittämään koulujen koolla, sillä suomenkielisissä maaseutukouluissa keskip koko on sama kuin ruotsinkielisissä, mutta sisäkorrelaatio on vain kolmasosa ($p = 0,11$) ruotsinkielisten vastaavasta ($p = 0,34$). Koska ryvästyminen on ilmeistä, tilastolliset päätelmät tehdään monitasomallituksen avulla.

TAULUKKO 3.2 Oppilaiden ja koulujen määrät ja sisäkorrelaatio.

		koulujen määrä	oppilas-määrä	koulujen keskip koko (oppilasta)	sisäkorrelaatio
Suomenkielinen	kaupunkimainen koulu	85	2 209	26,0	0,10
	taajamamainen koulu	46	557	12,1	0,14
	maaseutumainen koulu	111	1216	11,0	0,11
Ruotsinkielinen	kaupunkimainen koulu	15	269	17,9	0,12
	taajamamainen koulu	13	109	8,4	0,15
	maaseutumainen koulu	16	185	11,6	0,34

Eräs oppimisen muutostutkimuksessa esiin tuleva haaste kuvataan termillä ”lattia-katto -efekti”. Tällä tarkoitetaan sitä, että parhaiden oppilaiden osaamisen kasvussa ei ole odotettavissa suurta nousua, sillä ”katto tulee vastaan”. Vastaavasti heikoimpien oppilaiden tulokset eivät enää pääse matalammalle, sillä ”lattia tulee vastaan”. Kukaan oppilaista ei saanut alkumittauksessa nollasuoritusta (alin pistemäärä oli 3,7 % maksimipistemäärästä), joten teknisesti olisi ollut mahdollista saada vieläkin heikompia pistemääriä³⁰. Kukaan vastaajista ei myöskään saanut täysiä pisteitä kokeesta (ylin pistemäärä oli 98,1 % maksimipistemäärästä). Itse asiassa alkumittauksessa vajaa 2 prosenttia oppilaista sai koko kokeessa yli 70 % maksimipistemäärästä oikein. Toinen tuonnempana käytettävä termi on regressio-efekti, jolla tarkoitetaan sitä, että äärimmäisillä havainnoilla on taipumusta ”regressoitua” lähemmän keskiarvoa kun tehdään uusintamittauksia. On siis todennäköistä, että äärimmäisen heikkoja tai äärimmäisen hyviä koetuloksia saaneet oppilaat eivät jälkimmäisessä mittauksessa saa yhtä heikkoja tai hyviä vaan ensimmäiseen mittaukseen nähden keskinkertaisempia tuloksia.

Matematiikan osaamisen ja asenteiden muutos koko aineistossa

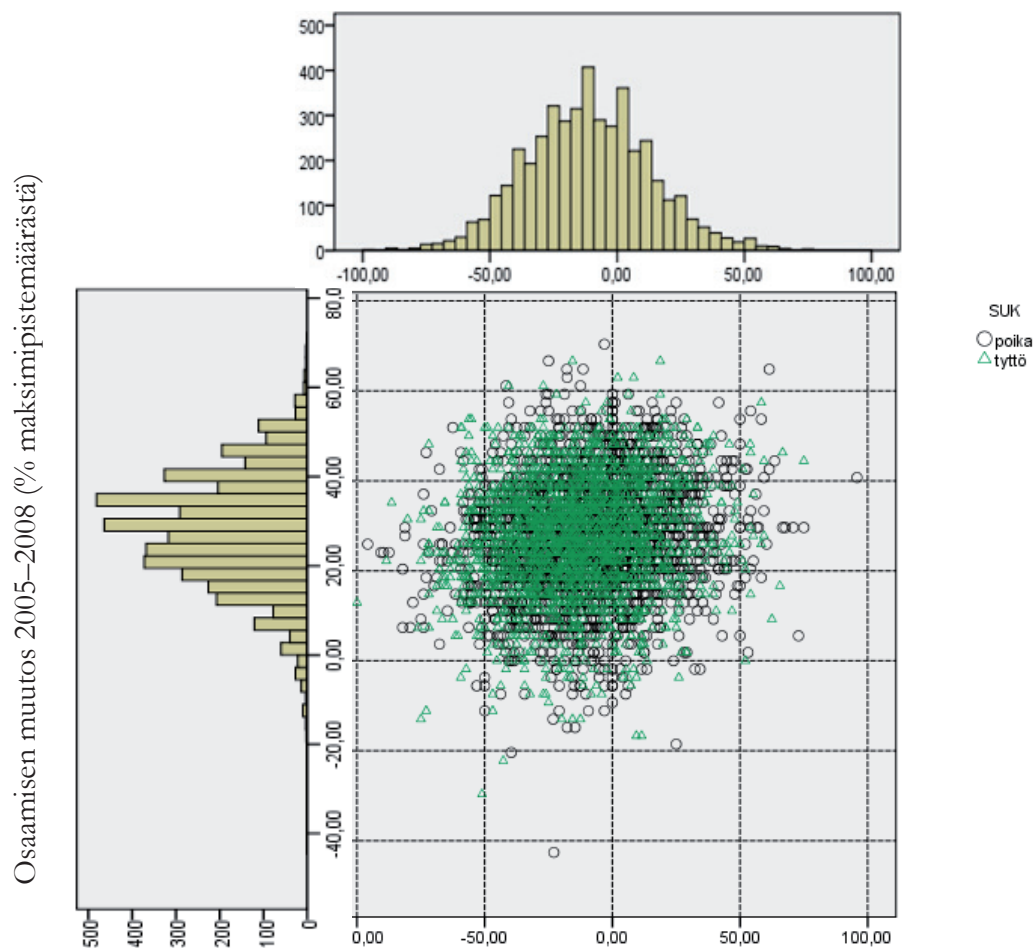
Oppilasaineistossa oppilaiden matematiikan osaamisen taso on nousut keskimäärin +28 prosenttiyksikköä mitattuna kokeen maksimipistemäärästä. Algebran osa-alueella osaamisen kasvu on keskimäärin +21 prosenttiyksikköä, geometrian osa-alueella +12 prosenttiyksikköä ja tilastojen, taulukoiden ja todennäköisyyden osa-alueella +31 prosenttiyksikköä osa-alueen maksimipistemäärästä³¹. Osaamisen lisääntyminen on selvästi suurempaa kuin aiemmassa äidinkielen tai modersmålin oppiaineiden ylempien luokkien aineistoissa (Metsämuuronen 2006a, 2006b, 2006c), mutta on huomattava, että koska tuntimäärä³² myös äidinkielessä on suuri alaluokilla, tässäkin oppiaineessa osaaminen lisääntyy todennäköisesti varhaisina kouluvuosina selvästi enemmän kuin yläluokilla. Asenteet ovat laskeneet niin kokonaisuutena (–11 prosenttia maksimipistemäärästä), matematiikasta pitämisen osa-alueella (–18 %) ja josain määrin myös koetun osaamisen osa-alueella (–5 %). Lasku on voimakkaampaa kuin aiemmassa äidinkielen aineistossa yläluokilla.

30 3. luokan alun mittauksessa vertaistetun kokonaispistemäärän keskimääräinen ratkaisuprosentti oli 34,3 ja hajonta 15,4.

31 Vertaistaminen on tehty osa-alueille ja kokonaispisteille erikseen, joten kokonaistuloksen ratkaisuprosentti ei synny osa-alueiden ratkaisuprosenttien keskiarvona

32 Noin 80 % kaikista äidinkieli- ja kirjallisuus -oppiaineen opetuksesta annetaan luokkien 1–6 aikana.

Asenteen muutos 2005–2008 (% maksimipistemäärästä)



KUVIO 3.12 Asenteen ja osaamisen muutos.

Kuviossa 3.12 havainnollistetaan asenteiden ja osaamisen muutoksen yhteisvaihtelua. Kuvion pääviesti on, että sekä asenteiden että osaamisen muutos on jakautunut normaalisti aineistossa ja ettei muuttujien välillä ei ole merkittävää yhteyttä: selkeää trendiä ei kuviossa näy³³. Kuvioista voidaan kuitenkin nähdä muutamia erikoisia ääritapauksia, jotka saattavat kertoa jotain varhaisen vuosien koulun käynnistä ja siinä tapahtuvista muutoksista.

33 Muuttujien välinen korrelaatio on $r = 0,14$, joka näin suurella otoskoolla on tilastollisesti merkitsevästi nollasta poikkeava, mutta ei osoita merkittävän suurta yhteyttä.

Ensiksi, keskuskuvan vasemmalla laidalla on vastaajia, joiden asenteet ovat kolmessa vuodessa muuttuneet äärimmäisen positiivisesta äärimmäisen negatiiviseksi. Oppilaat ovat siis vielä 2. luokan lopussa ja 3. luokan alussa olleet sitä mieltä, että matematiikka on äärimmäisen mukava oppiaine ja että he selviävät vaikeistakin matematiikan tehtävistä. Kolmessa vuodessa asen- telma on kääntynyt – syystä tai toisesta – pääläelleen: matematiikka onkin maksimaalisen ikävää eikä oppilas enää koe osaavansa lainkaan matematiik- kaa. Vaikka näitä oppilaita ei ole aineistossa kuin pieni ryhmä (rajasta riip- puen 20–100 oppilasta), on silti surullista, että oppilaiden joukossa on sel- laisia, joiden näköalat matematiikkaa kohtaan ja käsitykset itsestä osaajana romahtavat varhaisten vuosien aikana. Jos suurena muutoksena pidetään sitä, että asteikolla 1–4 ja 1–5 mitatun asennemittarin jokaisessa väittämässä ilmeni keskimäärin kahden pisteen suuruinen tason lasku (kuviossa 50 pro- senttiyksikön asenteen lasku), näitä oppilaita oli aineistossa 5,6 % mikä kool- taan vastaa ruotsinkielisten oppilaiden osuutta koko ikäluokassa. Määrä on siis suuri.

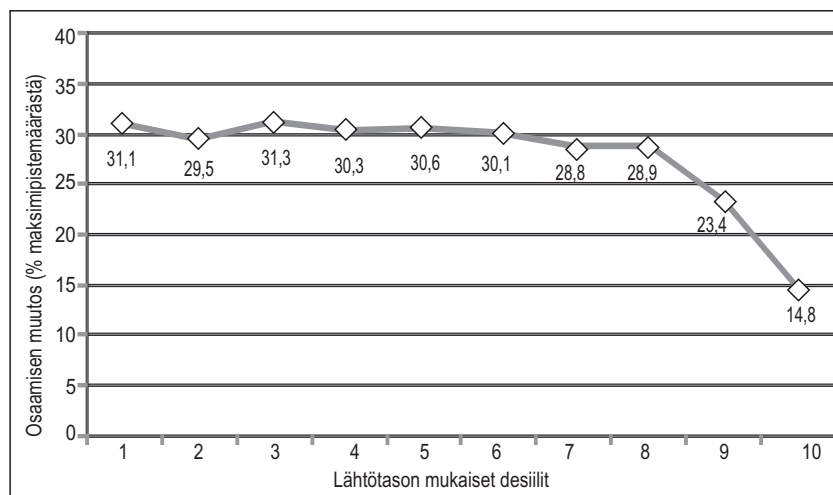
Toinen äärijoukko ovat vastaavasti keskuskuvan toisessa laidassa: oppilaat, joiden käsitykset matematiikasta oppiaineena ja itsestä osaajana ovat merkit- tävästi muuttuneet positiivisemmiksi kolmen vuoden aikana. Heitä on sel- västi vähemmän kuin negatiiviseen suuntaan muuttuneita, mutta merkittävä määrä kuitenkin. Varhaisten kouluvuosien aikana voi oppilaissa siis tapah- tua äärimmäisen myönteisiä muutoksia; oppilas huomaa, että matematiikka on sittenkin mukava oppiaine, ja hän kokee alun kangertelun jälkeen hal- litsevansa matematiikkaa. Tuntemus ei ole vailla reaalista pohjaa – valtaosa niistä, joilla asenne matematiikka-oppiainetta kohtaan nousi yli 50 prosent- tiyksikköä, oli myös osaamisen taso noussut vähintään 30 prosenttiyksikköä ja osalla jopa 60 prosenttiyksikköä.

Kolmas äärimmäinen ryhmä ovat oppilaat, jotka sijoittuvat keskuskuvion alimpaan osaan. Tässä ryhmässä (näytetty) osaaminen on heikentynyt kol- men vuoden aikana – osalla jopa yli 20 prosenttiyksikköä. Aineiston perus- teella tämän syihin ei päästä käsiksi. Ryhmää karakterisoi kuitenkin se, että oppilaat ovat 3. luokan alun mittauksessa saaneet melko korkeita – monet lähes täysiä – pisteitä ja jopa 6. luokan alun kokeeseen nähden huippusuori- tuksia. Katto- tai regressioefekti on todennäköisesti ilmiölle paras yksittäinen selittäjä: huipputuloksista on vaikea mennä vielä eteenpäin vaan on toden- näköisempää saada huippusuoritusta heikompi tulos.

Tässä katsannossa neljäs ja viimeinen erikoisryhmä ovat ne oppilaat, joi- den osaaminen lisääntyi merkittävästi enemmän kuin aineistossa keskimää- rin. Aineistossa voi puhua merkittävästi positiivisemmasta tuloksesta, kun

se on yli 10 prosenttiyksikköä parempi kuin keskiarvo (+28 %)³⁴. Oppilaita, joiden osaaminen lisääntyi vähintään 40 prosenttiyksikköä, on aineistossa huomattava määrä – yhteensä 766 oppilasta (17 prosenttia koko aineistosta). Näille oppilaille koulusta ja koulun matematiikan opetuksesta on ollut huomattava hyöty.

Keskimäärin osaaminen siis lisääntyy 28 prosenttiyksikköä, mutta tämä on vain osa ilmiöstä. Aiemmin todettiin, että lähtötasolla on yhteyttä siihen, kuinka paljon osaaminen lisääntyy. Kun oppilasaineisto jaetaan lähtötason mukaan kymmeneen yhtä suureen ryhmään (desiiliin), voidaan todeta, että vain kaikkein parhaimmassa desiilissä muutos on selvästi vähäisempää (+15 %) kuin muissa ryhmissä (valtaosin +29–+31 %, Kuvio 3.13). Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että todellinen osaamisen muutos on noin 30 prosenttiyksikköä lukuun ottamatta ryhmää, jossa osaaminen jo alun perin oli erittäin korkealla tasolla³⁵. Sukupuolten tai kieliryhmien välillä ei ole tämän suhteen eroa; profiilit ovat hyvin samankaltaisia.



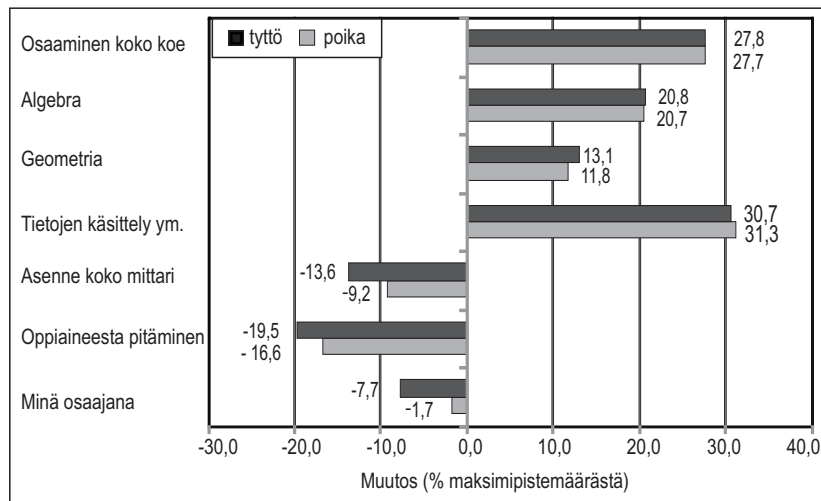
KUVIO 3.13 Osaamisen muutos eri lähtötasoilla.

34 Kun osaaminen lisääntyy aineistossa 10 prosenttiyksikköä, Cohenin d saa arvon $d = 0,78$, mikä osoittaa suurta efektiä eli merkittävää eroa lähtötason ja loppumittauksen välillä.

35 Ylimpään desiiliin kuuluvat oppilaat olisivat jo 3. luokan alussa saaneet (laskennallisesti) 6. luokan alun keskiarvoa vastaavan tuloksen – tai jopa sitä paremman: 3. luokan alun kokeen ylimmän desiilin keskiarvo oli vertaistetussa kokeessa 64 % maksimipistemäärästä kun keskiarvo 6. luokan alussa oli 62 %.

Sukupuoli ja muutos

Tyttöjen ja poikien tulokset eivät eroa toisistaan matemaattisen osaamisen muutoksen osalta (Kuvio 3.14). Sen sijaan tyttöjen asenteet muuttuvat kolmen vuoden aikana poikiin nähden hieman negatiivisemmiksi; erityisesti tyttöjen kokemus itsestään matematiikan osaajana heikkenee enemmän (8 prosenttiyksikköä) kuin pojilla (2 prosenttiyksikköä). Ero on tilastollisesti merkitsevä, mutta efektikoko on pienehkö³⁶.



KUVIO 3.14 Osaamisen ja asenteiden muutos tyttöjen ja poikien ryhmässä.

Edeltäneessä koulutason tarkastelussa todettiin, että koulujen keskiarvoilla arvioituna suomen- ja ruotsinkielisen aineiston välillä oli eroa sekä läänien että tilastollisten kuntaryhmien välillä. Eroja ei niinkään ole suomenkielisessä aineistossa, mutta ruotsinkielisessä aineistossa erityisesti Etelä-Suomen läänissä ja kaupunkikouluissa osaaminen lisääntyy selvästi enemmän kuin Länsi-Suomen läänissä ja erityisesti Länsi-Suomen läänin ei-kaupunkimaisissa kouluissa. Osaamisen osalta muutos on samanlaista tyttöjen ja poikien ryhmissä; sukupuoli ei selitä osaamisen muutosta ruotsinkielisessä aineistossa yhtään sen enempää kuin suomenkielisessäkään aineistossa³⁷.

36 Monitasomallitus, sukupuolen päävaikutus, selitettävänä asenne ”Minä osaajana”
 $F(1, 4\ 508) = 73,75$, $p < 0,001$, Cohenin $d = 0,26$

37 Monitasomallitus ruotsinkielisessä aineistossa, sukupuolen päävaikutus, selitettävänä Kokonaisosaamisen muutos
 $F(1, 542) = 0,069$, $p = 0,79$

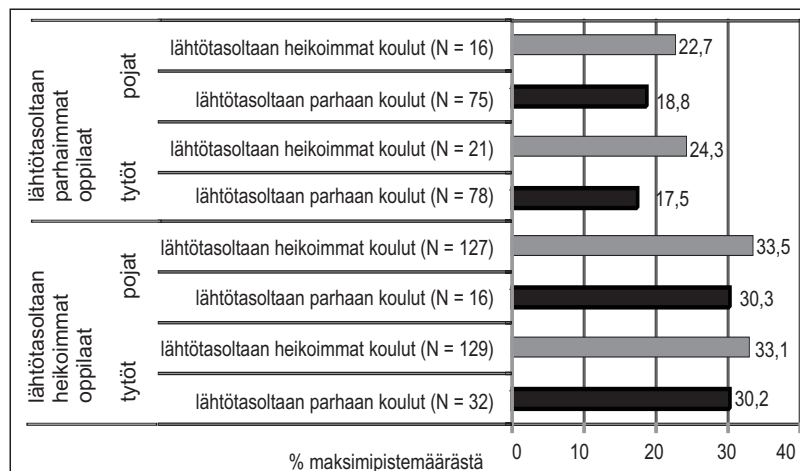
Koulun lähtötaso muutoksen selittäjänä

Aiemmassa äidinkieli- ja kirjallisuus -oppiaineen vastaavassa pitkittäisvertailussa yläluokilla havaittiin mielenkiintoinen ilmiö: heikkojen oppilaiden osaaminen lisääntyy enemmän lähtötasoltaan heikoimmissa kouluissa kuin lähtötasoltaan parhaimmissa kouluissa. Erityisesti lähtötasoltaan heikkojen tyttöjen osaaminen parani selvästi, kun koulun yleiskeskisarvokin on ollut matala, verrattuna siihen, että koulun yleiskeskisarvo oli ollut korkea. Äidinkielen aineistossa myös lähtötasoltaan parhaat pojat lisäsivät osaamistaan lähtötasoltaan heikoissa kouluissa systemaattisesti noin 10 prosenttiyksikköä enemmän kuin lähtötasoltaan parhaissa kouluissa. (Metsämuuronen 2006c, 63–64.) Onko matematiikka-oppiaineessa alemmilla luokilla havaittavissa samanlainen ilmiö?

Jos ilmiötä on, se ainakin on vaikutukseltaan selvästi lievempi tässä aineistossa (nuoremmilla oppilailla matematiikka-oppiaineessa) kuin aiemmassa (vanhemmilla oppilailla äidinkieli ja kirjallisuus -oppiaineessa). Kuvioista 3.15 havaitaan, että sekä tyttöjen että poikien ryhmässä ero lähtötasoltaan heikoimpien ja parhaimpien koulujen välillä on kuitenkin systemaattinen: **sekä lähtötasoltaan heikoimmat että parhaimmat oppilaat³⁸ parantavat suoritustaan enemmän lähtötasoltaan heikoissa kouluissa kuin lähtötasoltaan parhaissa kouluissa³⁹**. On tosin huomattava, että oppilaita on ryhmässä vain vähän. Vaikka tulos on samansuuntainen kuin aiemmassa yläluokkien aineistossa, erot eivät alimmilla luokilla kuitenkaan ole merkitseviä; on mahdollista, että erot selvenevät yläluokille tultaessa. Toisaalta on myös mahdollista, että matematiikka-oppiaineessa erot muutoinkin ovat pienempiä kuin äidinkieli-oppiaineessa.

38 Tässä verrataan äärikvartileita eli koko aineiston perusteella lähtötasoltaan parasta ja heikointa 25 %:a oppilaista.

39 Koulun lähtötasoa arvioitiin sen perusteella, kuinka paljon siellä oli sellaisia oppilaita, jotka olivat lähtötason osalta vähintään yhden hajontayksikön heikompia kuin aineiston keskiarvo oli. Laskennallisesti kaikista oppilaista tälle alueelle sijoittuu noin 20 % eli oppilaat kuuluvat alimpaan kvintiliin. Jos koulu saa tässä muuttujassa arvon 0 %, kaikki kokeessa olleet koulun oppilaat olivat parempia kuin tämä alaraja. Ääritilanteessa kaikki oppilaat olivat niin heikkoja, että kukaan heistä ei noussut tämän rajan yläpuolelle eli kaikki koulun oppilaat kuuluivat heikoimpaan viidennekseen; heikkojen oppilaiden osuus oli 100 %. Koulut jaettiin neljään ryhmään lähtötasoltaan heikkojen oppilaiden suhteellisen osuuden mukaan. ATA-analyysi suositteli omaksi ryhmikseen seuraavia kolmea ryhmää: 1) koulut, joissa heikkoja oppilaita oli vähintään 35 %, 2) koulut, joissa heitä oli 7,7–35,0 % ja 3) koulut, joissa heikkoja oppilaita oli ollut alle 7,7 %. Nämä ryhmät eroavat toisistaan tilastollisessa mielessä merkitsevimmin muutoksen suhteen. Viimeksi mainitusta ryhmästä erotettiin erikseen vielä ne koulut, joissa kaikki oppilaat olivat parempia kuin mainittu alaraja. Tässä yhteydessä lähtötasoltaan heikoimmiksi kouluiksi nimitettiin niitä kouluja, joissa heikkoja oppilaita oli ollut 35 % tai yli ja parhaimmiksi niitä, joissa yksikään oppilaista ei jäänyt rajan alapuolelle eli joissa heikkojen oppilaiden osuus oli 0 %.



KUVIO 3.15 Osaamisen muutos lähtötason mukaan eroteltuna.

Jos otetaan ilmiönä se, että lähtötasoltaan heikoimpien ja parhaiden koulujen välillä on eroa siinä, millaiset edellytykset ne luovat osaamisen muutokselle, on syytä kysyä, mitä näissä kouluissa tehdään eri tavoilla – miten niiden toiminnot ja tuntitoimet poikkeavat toisistaan. Mikä siis selittäisi sen, että sekä parhaat että heikoimmat oppilaat edistyvät enemmän lähtötasoltaan heikoimmissa kouluissa? Heikkojen oppilaiden osaamisen lisääntyminen voisi selittyä sillä, että kyseessä voi olla suhteellisen homogeenisen oppilasryhmän tuoma etu. Tämä ei kuitenkaan selitä sitä, miksi myös parhaat oppilaat edistyvät enemmän lähtötasoltaan heikoissa kouluissa. Voiko olla niin, että lähtötasoltaan heikoimmissa kouluissa alun perinkin kiinnitetty huomiota pedagogisiin ratkaisuihin (oppimateriaaliin, kertaamiseen, eriyttämiseen, motivoivampiin opetustapoihin jne.), joilla tuettaisiin nimenomaan heikkojen oppilaiden oppimista ja josta olisi hyötyä myös parhaimmille oppilaille? Aiemmassa äidinkielen aineistossa (Metsämuuronen 2006c, 42) ilmeni, että lähtötasoltaan heikoimpia kouluja kuvasi se, että äidinkielen ja kirjallisuuden oppitunneilla työtavat ovat hyvin konkreettisia ja praktisia, ehkä heikon oppilaan oppimista strukturoivia. Vastaavasti lähtötasoltaan parhaita kouluja kuvasi se, että näiden parhaiden oppilaiden kanssa kyettiin käyttämään oppilaan omaan työhön perustuvia menetelmiä.

Myös tässä aineistossa löytyy selkeitä tekijöitä, jotka erottelevat toisistaan lähtötasoltaan heikoimmat koulut parhaimmista. Osaa näistä tekijöistä on käsitelty aiemmassa luvussa. Tässä asiaa käsitellään lähinnä tuntitoimien näkökulmasta. Logistisen regressioanalyysin⁴⁰ mukaan seuraavat tekijät selittävät parhaiten koulun kuulumisen lähtötasoltaan heikoimpiin kouluihin (Taulukko 3.3): Lähtötasoltaan heikoimmissa kouluissa opetukseen on sisällynyt runsaasti *keskittymisharjoittelua* (6,6-kertainen ”riski”) ja se, että opetuksessa matemaattisia ongelmia on usein ratkottu ja perusteltu *havaintomateriaalien* avulla (5,8-kertainen ”riski”). Näiden tekijöiden lisäksi rehtorin antama tieto siitä, että koulussa on *kannustava ja tukeva ilmapiiri* oli myös tyypillisempää lähtötasoltaan heikoille kouluille (3,3-kertainen ”riski”), mutta sillä ei ollut merkitsevää omaa vaikutusta mallissa. Vastaavasti lähtötasoltaan parhaimpien koulujen ryhmään kuulumista selittävät parhaiten seuraavat tekijät: lähtötasoltaan parhaissa kouluissa oppilaat ovat tehneet erittäin usein ja *monipuolisesti peruslaskutoimitusten harjoittelua* (11,5-kertainen ”riski”) ja se, että *äidinkiellässä on opeteltu erilaisiin teksteihin ja kirjallisuuteen liittyviä peruskäsitteitä* (8,2-kertainen ”riski”). Tulos tukee aiempaa päätelmää, että tiedoiltaan pidemmälle ehtineiden oppilaiden kanssa on mahdollista edetä teoreettisesti syvällisempiin seikkoihin kun heikoimpien oppilaiden, joiden kanssa opetus on konkreettisempaa ja havainnollisempaa. On mahdollista päätellä, ja aineiston pohjalta on jopa todennäköistä, että **parhaatkin oppilaat saavat siitä erityistä hyötyä, kun asioita havainnollistetaan konkreettisemmin.**

40 Analyysi on tehty vaiheittain siten, että ensin on etsitty kustakin muuttujajoukosta (esimerkiksi yleisistä luokkatoimia koskevista kysymyksistä 15a–15l) ne tekijät, jotka selittävät tilastollisesti merkitsevästi jakoa lähtötasoltaan heikoimpiin ja parhaimpiin kouluihin. Toisessa vaiheessa näin löydetty muuttujat laitettiin yhtä aikaa malliin jolloin osa muuttujista jää pois, mikäli niillä ei ole ollut mallissa sen selityksastetta lisäävää omaa vaikutusta. Kolmannessa vaiheessa etsittiin ATA-analyysin perusteella muuttujista sellaiset dikotomisat jakokohdat, jotka parhaiten (eli tilastollisesti merkitsevimmin) selittävät jaon. Lopullinen tulos perustuu yksinkertaistettuun malliin, jossa dikotomisista muuttujaa selitetään dikotomisoiduille muuttujilla. Riskin tulkinta on näin suoraviivaista: Jos kuuluu selittävän muuttujan osalta arvoltaan suurempaan ryhmään (esimerkiksi ryhmään, jossa käytettiin aikaa melko paljon [3] tai erittäin paljon [4] keskittymisharjoitteluun) Neperin luku e korotettuna regressiokertoimen arvon mukaiseen potenssiin (e^b eli $\text{Exp}(B)$) kertoo suoraan todennäköisyyden tai riskin kuulua selitetävän muuttujan suurempaan ryhmään (eli tapauksessa ryhmään ”>35 % heikkoja oppilaita”). Esimerkiksi arvo 6,6, kertoo suoraan että riski on 6,6-kertainen kuulua heikoimpien koulujen joukkoon. Vastaavasti pieni arvo 0,087 kertoo, että riski kuulua lähtötasoltaan heikoimpien koulujen joukkoon on pieni, mutta ”riski” kuulua lähtötasoltaan parhaimpien koulujen joukkoon on suuri, sillä $1/0,087 = 11,5$ mikä tulkitaan niin, että riski on yli 11-kertainen.

TAULUKKO 3.3 Tekijöitä, jotka selittävät koulujen jakaantumista lähtötasoltaan heikoimpiin ja parhaimpiin kouluihin.

Muuttuja	dikotomisoitu jakokohta ¹	Riski kuulua lähtötasoltaan heikoimpien koulujen ryhmään [= Exp(B)]
Yleisesti: Opetukseen sisältynyt... keskittymis-harjoittelua	1-2 / 3-4	6,60
MAT: Opetukseen sisältynyt... matemaattisten ongelmien ratkomisen ja perusteleminen havaintovälineiden avulla	1-2 / 3-4	5,78
MAT: Opetukseen sisältynyt... oppilaat harjoittelevat peruslaskutoimituksia monipuolisesti	1-3 / 4	0,09
ÄI: Opetukseen sisältynyt... opetellaan erilaisiin teksteihin ja kirjallisuuteen liittyviä peruskäsitteitä	1-2 / 3-4	0,12

1 = ei lainkaan, 2 = jonkin verran, 3 = melko paljon, 4 = erittäin paljon

Kieliryhmä selittää jakaantumista lähtötasoltaan heikkoihin ja parhaisiin kouluihin erittäin voimakkaasti. Käytännössä suomenkieliset koulut ($N = 50$) ovat jakautuneet melko tasaisesti sekä lähtötasoltaan parhaisiin (58 %) että heikoimpiin (42 %), mutta ruotsinkieliset koulut ($N = 14$) jakautuvat valtaosin lähtötasoltaan heikoimpiin kouluihin (86 %). **Riski kuulua lähtötasoltaan heikoimpien koulujen joukkoon oli 8,2-kertainen, mikäli koulu oli ruotsinkielinen.** Tilanne ei ole juuri muuttunut, kun tarkastellaan loppumittausta: samoilla jakoperusteilla jaettuna ruotsinkielisistä kouluista 70 % ($N = 10$) luokituu lopputasoltaan heikoimpiin kouluihin kun suomenkielisistä kouluista vain 27 % ($N = 45$). Riski kuulua lopputasoltaan heikoimpien koulujen ryhmään on 6,4-kertainen, jos koulu on ruotsinkielinen. Huolimatta pienistä koulujen määristä ero frekvensseissä on tilastollisesti merkitsevä⁴¹.

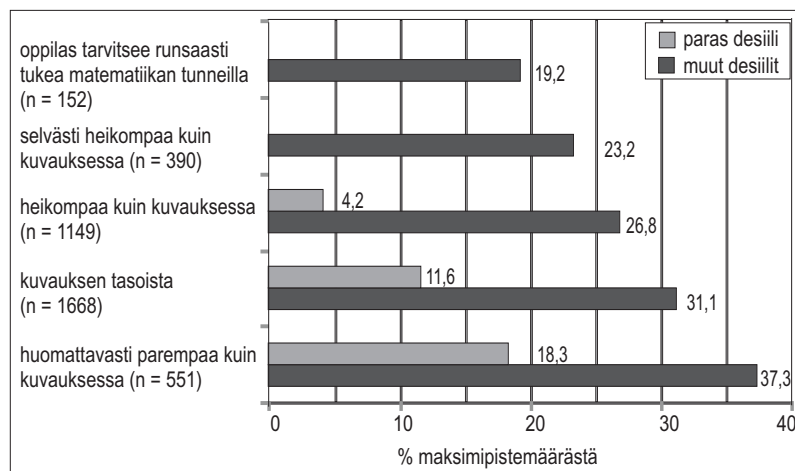
Opettajan arvioima osaamisen taso ja osaamisen muutos

Oppilaiden arvosanaa ei yleensä kuvata perusopetuksen alimmilla luokilla. Kolmannen luokan alun opettajakyselyssä kuitenkin opettajaa pyydettiin arvioimaan kunkin oppilaan osaamisen tasoa suhteessa hyvän osaamisen kriteereihin. Arviointiasteikko oli seuraava:

1. oppilas tarvitsee runsaasti tukea matematiikan tunneilla
2. osaaminen on selvästi heikompaa kuin kuvauksessa
3. osaaminen on heikompaa kuin kuvauksessa
4. osaaminen on kuvauksen tasoista
5. osaaminen on huomattavasti parempaa kuin kuvauksessa

41 Ristiintaulukon analyysi, Fisherin Exact $p = 0,023$ (kaksisuuntainen testi)

Näistä tietenkin vain kuvauksen tasoinen osaaminen voidaan arvioida perinteisellä arviointiasteikolla 4–10, ja se on määritelty arvosanaksi 8. Muut suhteutuvat tähän. Luvussa 6 tarkastellaan kaikkein heikoimpien oppilaiden osaamista ja sen muuttumista (Räsänen, Närhi & Aunio 2010). Sen vuoksi siihen ei syvennytä tässä. Sen sijaan on huomionarvoista, että – lukuun ottamatta parhaimpaan desiiliin kuuluvia oppilaita – mitä osaavammaksi opettaja on arvioinut oppilaan 3. luokan alussa, sitä enemmän oppilaan osaaminen lisääntyy seuraavien kolmen vuoden aikana. Päinvastainenkin olisi ollut mahdollista: heikompien oppilaiden kanssa olisi ollut mahdollisuus edetä selvästi enemmän kuin pidemmälle päässeiden. Aineistossa kuitenkin runsaasti tukea tarvitsevien oppilaiden ryhmään kuuluvat oppilaat etenevät vajaa 20 prosenttiyksikköä (+19 %) kun hyvän kuvauksen kriteereitä selvästi paremmat oppilaat etenevät kaksinkertaisesti (+ 37 %, kuvio 3.16). Tulos voisi ehkä puhua jopa Matteus-efektistä: joilla paljon on, niille lisää annetaan⁴². Poikkeuksen trendistä tekevät ne oppilaat, joiden tulos jo alun perin oli parempi kuin 6. luokan keskiarvo eli ylimpään desiiliin kuuluneet. Jo aiemmin kuvion 3.13 yhteydessä keskusteltiin tästä erikoisesta ryhmästä, jota karakterisoi ilmeinen katto- tai regressioefekti ja johon tuloksia ei ole syytä yleistää.

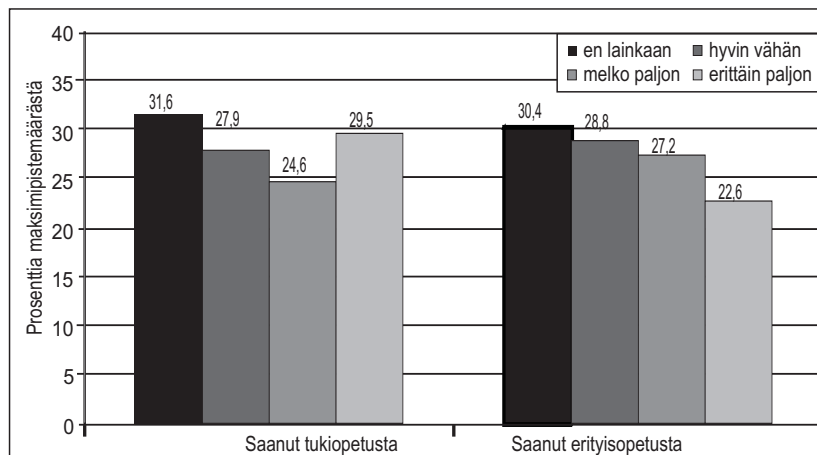


KUVIO 3.16 Osaamisen muutos opettajan arvioiman osaamisen lähtötason mukaan eroteltuna.

42 Seikka kertoo ehkä myös siitä, että opettajien arvio oppilaan osaamisesta ei ole täysin yhden mukainen sen kanssa, miten oppilas on menestynyt kansallisessa kokeessa. Edellä kuvion 3.13 yhteydessä nimittäin havaittiin, että muutos alimmilla osaamisen tasoilla on yhtä suurta kuin ylemmillä taitotasoilla kun taitotason kriteerinä pidetään alkumittauksen koetulosta.

Tukiopetus, määräaikainen erityisopetus ja osaamisen muutos

Tukiopetuksen ja erityisopetuksen⁴³ tarve matematiikan opinnoissa heijastanee yleisempiä puutteita osaamisen tasossa kuin pelkästään matematiikan osaamisen puutetta. Aineiston perusteella näyttää siltä, että ne harvat oppilaat ($n = 33$), jotka ovat ilmoituksensa mukaan saaneet matematiikan opetuksessa tukiopetusta vuosiluokkien 3–5 aikana ”erittäin paljon”, ovat nähtävästi tästä myös hyötynneet. Tässä ryhmässä osaaminen on trendistä poiketen lisääntynyt lähes yhtä paljon (+29 prosenttiyksikköä) kuin ryhmässä, joka ei saanut/tarvinnut tukiopetusta lainkaan (Kuvio 3.17). Trendi on selvä erityisopetusta saaneiden/tarvinneiden ryhmässä: mitä enemmän on erityistukea tarvinnut, sitä vähemmän on osaaminen noussut. Tutkimusasetelman perusteella emme tosin tiedä, kuinka paljon heikommiksi tulokset olisivat tulleetkaan ilman tukiopetusta. Erot matalinta ja korkeinta muutosta edustavien ryhmien välillä ovat tilastollisesti merkitseviä.



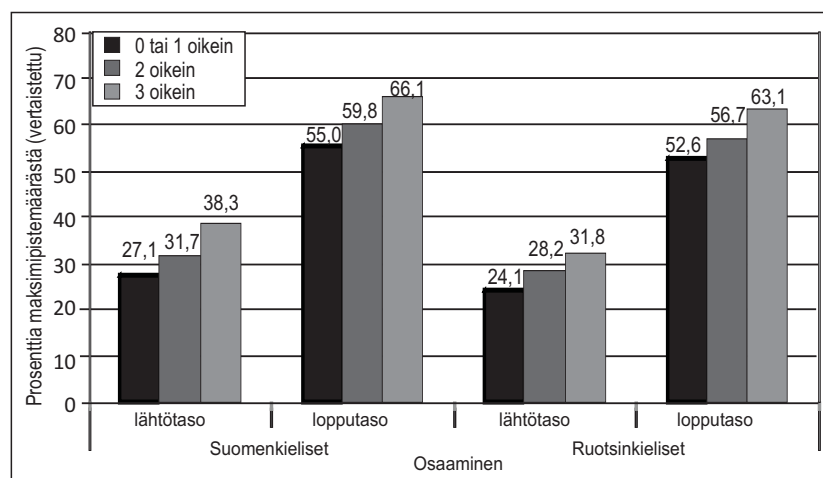
KUVIO 3.17 Tukiopetuksen ja määräaikaisen erityisopetuksen yhteys muutokseen.

43 Tukiopetuksen saantia kysyttiin 6. luokalla yksinkertaisesti kysymällä ”Oletko saanut kouluajanasi tukiopetusta matematiikassa” ja erityisopetuksen saantia kysymällä: ”Oletko saanut kouluajanasi erityisopettajan antamaa erityisopetusta” vaihtoehtoisilla ’en lainkaan’, ’hyvin vähän’, ’melko paljon’ ja ’erittäin paljon’. Kysymys ei siis ottanut kantaa siihen, olisiko henkilö tarvinnut tuki- tai erityisopetusta vai ei. Oppilas on siis voinut vastata, ettei saanut tukiopetusta, vaikka olisi sitä tarvinnutkin, mikäli koulussa ei tukiopetusta ole järjestetty. Kysymys ei myöskään ollut fokusoitu matematiikan erityisopetukseen vaan tarkasti ottaen kyseeseen tuli kaikki erityisopetus. On tosin mahdollista, että koska kysymys esitetään keskellä matematiikan oppiainetta koskevia kysymyksiä, oppilaat ovat mieltäneet kysymyksen koskevan matematiikan erityisopetusta. Tätä ei tietenkään voida tietää, joten raportissa puhutaan vain erityisopetuksesta tarkentamatta sitä matematiikan erityisopetukseen.

Kognitiiviset taidot ja osaamisen muutos

Edellä koulukohtaisessa tarkastelussa kävi ilmi, että koulujen keskiarvojen erojen perusteella loogis-kognitiiviset taidot selittivät jossain määrin osaamisen muutosta. Erityisesti Länsi-Suomen läänin ruotsinkielisissä ei-kaupunkimaisissa kouluissa – joissa osaaminen ei noussut läheskään yhtä paljon kuin Etelä-Suomen läänin ruotsinkielisissä kouluissa – myös kielestä riippumattomalla, lyhyehköllä, loogisen päättelykyvyn tehtäväsarjalla mitattuna loogis-kognitiiviset taidot⁴⁴ olivat selvästi matalammat kuin muussa aineistossa. Tässä yhteydessä asiaa tarkastellaan oppilasaineiston näkökulmasta.

Kolmannen luokan alun loogis-kognitiivisilla taidoilla on ilmeinen yhteys osaamisen tasoon niin 3. luokan alussa kuin ennustettaessa 6. luokan alun tuloksia: mitä korkeampi pistemäärä loogis-kognitiivisessa tehtäväsarjassa, sitä korkeampi matematiikan kokeen pistemäärä (Kuvio 3.18). Erot ryhmien välillä ovat selkeitä – säännönmukaisesti noin 11 prosenttiyksikön luokkaa lukuun ottamatta ruotsinkielisten lähtötasomittausta, jossa ero on noin 8 prosenttiyksikköä. Erot ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä ja merkittäviä⁴⁵ – loogis-kognitiivisten osioiden summa sekä selittää lähtötasosta että ennustaa lopputasosta yli 8 %.



KUVIO 3.18 Loogis-kognitiiviset tehtävät ja osaamisen taso.

44 Kyseessä on kielestä riippumaton loogisen päättelykyvyn tehtäväsarja, joka tehtiin diagnostisena osana 3. luokan alun matematiikan testiä. Alun perin osioita oli neljä, mutta tästä vaikeutuvasta sarjasta viimeinen osio osoittautui liian vaikeaksi ikäkaudelle. Kolmen ensimmäisen osion summan reliabiliteetti on $\alpha = 0,75$ eli summa on riittävän luotettava – joskaan ei erittäin tarkka – erottelemaan oppilaita toisistaan. Tuloksiin on siis syytä suhtautua terveen kriittisesti ja ne pitäisi pystyä varmentamaan tarkemmilla mittauksilla.

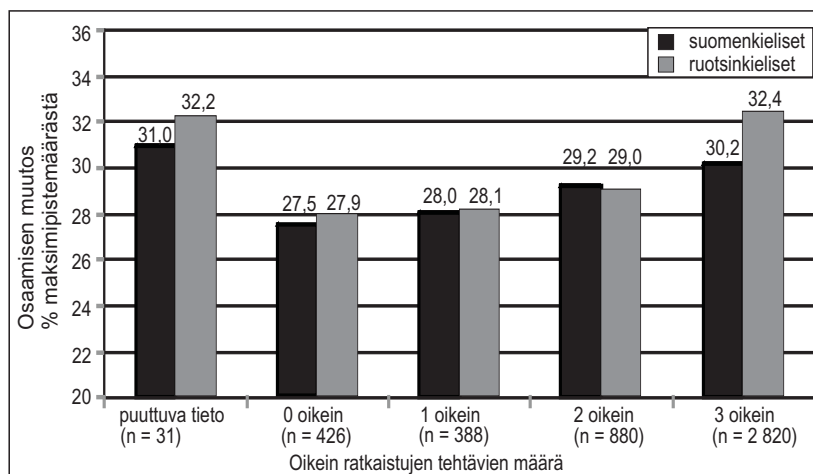
45 GLM selittävänä erikseen alkutaso ja lopputaso, selittäjinä kieliryhmä ja loogis-kognitiivisen mittarin summa (LK)
 LK:n omavaikutus lähtötasolla $F(2, 4541) = 207,66$ $p < 0,001$ $\eta^2_p = 0,084$
 LK:n omavaikutus lopputasolla $F(2, 4541) = 202,00$ $p < 0,001$ $\eta^2_p = 0,082$

Vaikka keskiarvoina tarkasteluna 3. luokan alun loogis-kognitiiviset taidot ennustavat selvästi matemaattisen osaamisen tasoa 6. luokan alussa (Kuvio 3.18), yksilöiden muutosta on vaikeampi ennustaa (Kuvio 3.19). Eniten osamista lisäsivät ne oppilaat, jotka saivat kaikki loogis-kognitiiviset tehtävät oikein (ruotsinkielisessä aineistossa lisäys +32 prosenttiyksikköä ja suomenkielisessä +30 prosenttiyksikköä)⁴⁶. Vastaavasti vähiten lisäsivät osamista ne oppilaat, jotka saivat loogis-kognitiivisesta tehtäväsarjasta vain yhden oikein (+28 prosenttiyksikköä). Samoin suomenkielisessä aineistossa 1, 2, ja 3 loogis-kognitiivista tehtävää oikein saaneiden osaamisen muutos on systemaattista ja loogista: **mitä enemmän 3. luokan alussa on loogis-kognitiivista osaamista, sitä enemmän matemaattinen taito lisääntyy.**

Hankalaksi selittämisen tekee ryhmä, joka ei vastannut koko tehtäväsarjaan ja jotka luokittuivat lopulta ryhmään, joka ei saanut yhtäkään loogis-kognitiivista tehtävää oikein 3. luokan alussa. Kuviosta 3.19 havaitaan, että tässä ryhmässä osaaminen lisääntyy huomattavasti ja hieman epäloogisesti, mikä johtaa ajatukset kolmeen seikkaan. Yhtäältä on mahdollista, että näiden oppilaiden loogis-kognitiiviset taidot ovat ehkä jopa parasta ryhmää vastaavat, mutta he jostain syystä (esimerkiksi koska eivät olleet tuttuja tehtäväformaatin kanssa) saivat tehtävissä tasoaan vastaamattoman tuloksen. Toisaalta on myös mahdollista, että tällaiset matematiikassakin tärkeät kyvyt kehittyivät heillä myöhemmin kuin muilla. Ryhmässä sekä lähtötaso että lopputaso olivat tilastollisesti erittäin merkitsevästi matalampi kuin muussa aineistossa. Kolmanneksi olisi ollut mahdollista, että tämä ryhmä koostuu vastaajista, jotka eivät syystä tai toisesta vastanneet lainkaan koko tehtäväsarjaan. Näitä oppilaita ei kuitenkaan ollut Länsi-Suomen läänin, ei-kaupunkimaisissa ruotsinkielisissä kouluissa lainkaan; tämä ei siis selitä heikkoja tuloksia. Tämän ryhmän tarkempi tutkiminen jätetään tulevaisuuteen⁴⁷. Joka tapauksessa loogis-kognitiivinen tehtäväsarja oli varsin lyhyt luotettavien tai ainakaan lopullisten tulosten kuvaamiseen; on mielekästä mitata loogis-kognitiivisia taitoja tarkemmin kuin 3. luokan alun sarjassa mitattiin. Tässä esiin tulleet seikat voivat kuitenkin toimia jatkotutkimusten pohjana.

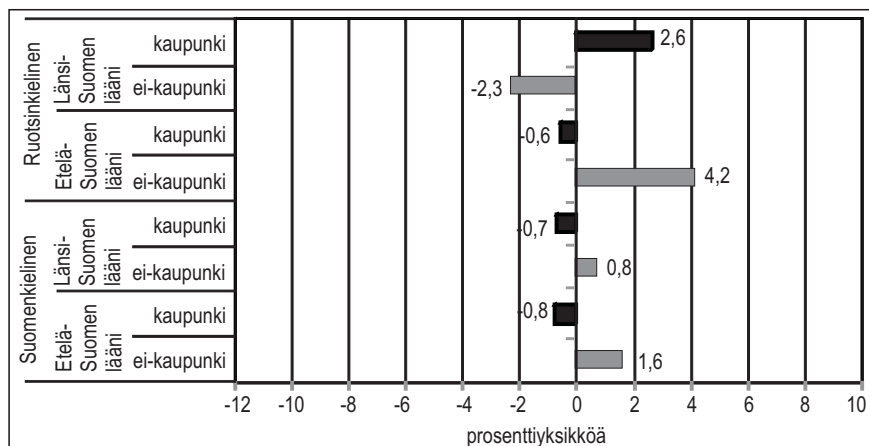
46 Lähtötason mukaan ylintä desiliä ei ole laskettu tässä mukaan. Ks. keskustelu tästä osaamisen muutoksen suhteen erikoisesta ryhmästä kuvion 13 yhteydessä.

47 Sama ryhmä sai kaikista muistakin lyhyen kognitiivisten valmiuksien testistön osioista merkitsevästi heikompia tuloksia kuin muut oppilaat. Ehkä huomionarvoista on, että lyhyen mittarin perusteella näillä oppilailla on keskimäärin heikompi hienomotoriikka 3. luokan alussa (18 %-yksikköä heikompi keskitulos), heikompi auditiivinen erottelukyky (12 %-yksikköä heikompi keskitulos) ja heikompi visuaalis-auditiivinen erottelukyky (7 %-yksikköä heikompi keskitulos). Vaikka erot ovat tilastollisesti merkitseviä, efektit ovat korkeintaan keskiuuria ($d = 0,35-0,44$) eli merkittävän suuria erot eivät välttämättä ole. Asenteiltaan ryhmä ei eroa muista oppilaista kuten ei myöskään kieliryhmän, läänin tai tilastollisen kuntaryhmyksen mukaan.

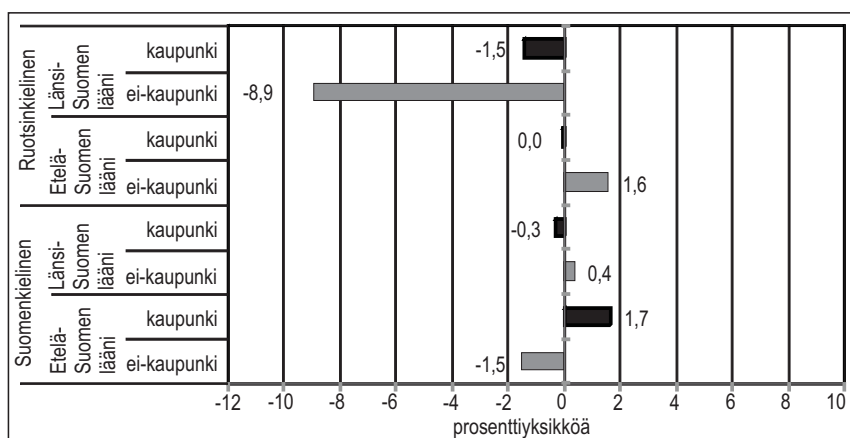


KUVIO 3.19 Loogis-kognitiivisten tehtävien yhteys osaamisen muutokseen.

Edeltävässä koulun tason tarkastelussa havaittiin, että Länsi-Suomen läänin ruotsinkielisissä ei-kaupunkimaisissa kouluissa osaaminen lisääntyy vähemmän kuin muissa ryhmissä. Havaittiin myös, että näiden oppilaiden loogis-kognitiiviset taidot ovat tilastollisesti merkitsevästi matalammat kuin muiden oppilaiden kun sitä arvioidaan koulujen keskiarvoilla. Kun oppilasaineistossa verrataan Etelä-Suomen ja Länsi-Suomen läänejä ja siellä suomenkielisiä ja ruotsinkielisiä oppilaita, tulos näyttää samansuuntaiselta kuin koulutason aineistossakin (Kuvio 3.20), mutta oppilasaineistossa erot eivät kuitenkaan ole läheskään yhtä suuria kuin koulujen keskiarvoja tarkasteltaessa. Koska muutos ei oppilasaineistossa ole yhtä suurta kuin kouluaineistossa, tämä indikoi sitä, että oppilaiden vaihtelu koulujen sisällä on kohtuullisen suurta. Erityisesti ruotsinkielisissä Länsi-Suomen läänin taajamamaisissa kouluissa osaaminen lisääntyy selvästi vähemmän (+ 23 %) kuin keskimäärin (+28 %). Samanaikaisesti havaitaan, että Länsi-Suomen läänin ruotsinkielisten, ei-kaupunkimaisten koulujen oppilaiden loogis-kognitiiviset taidot ovat tilastollisesti merkitsevästi matalammat kuin muiden oppilaiden (Kuvio 3.21).

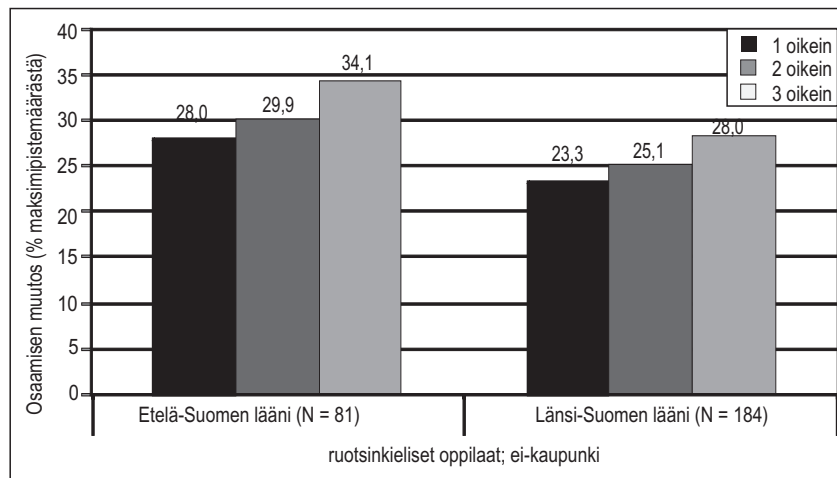


KUVIO 3.20 Osaamisen muutos eri kieliryhmissä, lääneissä ja kuntaryhmissä.



KUVIO 3.21 Loogis-kognitiivisten tehtävien hallinta eri kieliryhmissä, lääneissä ja kuntaryhmissä.

Vaikka osaamisen muutos ja loogis-kognitiivisten tehtävien hallinta ilmenevät yhtä aikaa poikkeuksellisen matalina Länsi-Suomen läänin ruotsinkielisissä ei-kaupunkimaisissa kouluissa, ja vaikka tämä voi olla merkittävä ilmiö sinällään, **loogis-kognitiiviset taidot eivät aineiston perusteella kuitenkaan yleisesti ottaen selitä ruotsinkielisten ei-kaupunkimaisten koulujen osaamisen pientä muutosta**. Tarkemmin asiaa tutkittaessa yhteys on selkeä ja looginen vain ei-kaupunkimaisissa ruotsinkielisissä kouluissa – sekä Etelä-Suomen että Länsi-Suomen läänissä: loogis-kognitiivisilta taidoiltaan parhaat oppilaat lisäävät osaamistaan noin 5–6 prosenttiyksikköä enemmän kuin heikoimmin menestyneet oppilaat (Kuvio 3.22).



KUVIO 3.22 Loogis-kognitiivisten tehtävien hallinnan yhteys osaamisen muutokseen ruotsinkielisissä ei-kaupunkimaisissa kouluissa (vain ne oppilaat, jotka saivat 1–3 tehtävää oikein).

3.5 POHDINTAA JA ARVIOIVIA JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

3.5.1 Keskeiset tulokset tiivistettynä

Pitkittäisaineiston analysoinnin tarkoituksena oli vastata neljään kysymykseen:

1. Kuinka matemaattinen osaaminen ja ajattelu sekä matematiikka-oppiainetta koskevat asenteet muuttuvat perusopetuksen 3.–5. luokkien aikana?
2. Mitkä tekijät selittävät osaamisen muutosta?
3. Kuinka suuri on koulun tuoma lisäarvo osaamisen muutoksessa perusopetuksen alemmilla luokilla?
4. Kuinka koulutuksellisen tasa-arvo toteutuu alueellisesti, kieliryhmittäin ja sukupuolten välillä.

Aineiston perusteella voidaan tehdä seuraavia huomioita osaamisen muutoksesta 3. luokan alun ja 6. luokan alun välillä sekä osaamisen muutoksen ja taustamuuttujien yhteydestä:

1. Osaaminen on lisääntynyt kolmen vuoden aikana 28–30 prosenttiyksikköä riippuen siitä, lasketaanko lähtötasoltaan kaikkein paras ryhmä mukaan vai ei. Parhaimmassa desiilissä osaaminen nousi vain 15 prosenttiyksikköä, kun muissa se oli selvästi suurempaa. Käytännössä suurin osa matemaattisista operaatioista ja niiden välisistä yhteyksistä opitaan koulussa. Koska matematiikan osaaminen on suuressa määrin seurausta koulussa tai koulun välityksellä tapahtuvasta oppimisesta, voidaan päätellä, että koulu tuottaa huomattavan lisäarvon oppilaille.
2. Asenteet matematiikkaa kohtaan ja käsitykset itsestä matematiikan osajana laskevat selvästi kolmen vuoden aikana. Tulos oli aiempien arviointien ja tutkimusten pohjalta odotettu. Odottamatonta sen sijaan oli se, että osalla oppilaista asenteet muuttuvat äärimmäisen positiivisesta äärimmäisen negatiiviseksi toisen kouluvuoden lopun jälkeen.
3. Osaamisen muutos ei eroa tyttöjen ja poikien välillä, mutta tyttöjen asenteet matematiikkaa kohtaan muuttuvat hieman enemmän kielteisemmiksi kuin poikien. Osaamisen muutoksen osalta sukupuolten välinen tasa-arvo toteutuu hyvin.
4. Kieliryhmä on osaamisen muutoksen selkeä selittäjä. Osa ruotsinkielisistä oppilaista lisää osaamistaan huomattavasti yli keskimääräisen. Samalla erityisesti Länsi-Suomen läänin ruotsinkielisten ei-kaupunkimaisten koulujen keskimääräinen geometrian ratkaisuosuus on kohonnut 6. luokan alussa tasolle, jolla suomenkielisten koulujen keskiarvo oli

jo 3. luokan alussa. Ruotsinkielisten koulujen tulosten keskiarvojen vaihteluväli on kaksinkertaistunut kolmessa vuodessa; suomenkielisissä kouluissa ero on kaventunut. Kuudennen luokan oppilaiden otoskeskiarvon perusteella parhaat ruotsinkieliset koulut ovat koko otoksen keskiarvoltaan parhaiden koulujen joukossa, mutta keskiarvoltaan heikoimpien koulujen joukossa on selkeä yliedustus ruotsinkielisiä kouluja. Keskimäärin ruotsinkielisissä kouluissa osaamisen taso on merkitsevästi matalampi kuin suomenkielisissä kouluissa. Ruotsinkielisten koulujen osalta kyseessä voi olla alueelliseen tasa-arvoon liittyvä polarisointikehitys, jossa heikoimpia pistemääriä saaneet oppilaat eivät saavuta muita ryhmiä. Ensimmäisen kerran huomataan näin suuria eroja ruotsinkielisessä aineistossa. Huomattakoon, että 9. luokan matematiikan oppimistulosarvioinneissa (esimerkiksi Mattila 2002 ja 2005) tällaista ilmiötä ei ole havaittavissa. Onkin siis mahdollista, että ylempien luokkien aikana koulut, joissa oppilaskeskiarvot olivat matalampia, kurovat eroa umpeen tai että heikoimmat oppilaat siirretään erityisopetuksen tai henkilökohtaisen opetussuunnitelman mukaan opiskelemaan ala- ja yläluokkien vaihteessa. Tätä ei kuitenkaan varmasti tiedetä, ellei samaa ikäluokkaa mitata uudelleen 9. luokan loppuvaiheessa.

5. Suomenkielisessä aineistossa läänien ja kuntaryhmien välillä ei ole eroa osaamisen muutoksen suhteen. Ruotsinkielisessä aineistossa osaaminen lisääntyi eniten Etelä-Suomen läänissä ja kaupunkikouluissa – nimenomaan tässä järjestyksessä, sillä Etelä-Suomen läänissä ei-kaupunkimaisissa kouluissa muutos oli lähes yhtä suurta kuin kaupunkimaisissakin kouluissa.
6. Kolmannen luokan (opettajan arvioima) osaamisen taso ennustaa osaamisen muuttumista: mitä enemmän oppilaalla on opettajan mielestä osaamista, sitä enemmän osaaminen muuttuu positiivisempaan suuntaan. Seikka ei kuitenkaan ole ilmeisen helposti tulkittavissa, sillä samanaikaisesti lähtötasomittausten suhteen heikoimmissa ryhmissä osaamisen lisääntyä keskimäärin yhtä paljon kuin muissakin ryhmissä.
7. Sekä heikoimmat että parhaimmat oppilaat edistyvät enemmän, mikäli koulun lähtötaso on ollut heikko. Syynä voi olla se, että lähtötasoltaan heikoimmissa kouluissa oli käytetty opetuksessa enemmän konkreettisia havaintovälineitä opetuksen tukena kuin lähtötasoltaan parhaissa kouluissa. Lähtötasoltaan parhaille oppilaille ei ollut haittaa siitä, että he olivat heikkojen oppilaiden parissa, päinvastoin he hyötyivät tästä.
8. Kolmannen luokan alun loogis-kognitiivisten taitojen yhteys myöhemmän osaamisen muutokseen on ilmeistä, kun sitä tarkastellaan keskiarvojen valossa: mitä paremmat loogis-kognitiiviset taidot, sitä enemmän osaamisen lisääntymistä. Yksittäisten oppilaiden muutosta on kuitenkin vaikea ennustaa, sillä osa erittäin heikoilla loogis-kognitiivisilla taidoilla varustetuista oppilaista etenee osaamisessa erittäin paljon.

3.5.2 Arvioivia johtopäätöksiä

Matematiikan osaamisen yleisestä tasosta ja sen muutoksesta ei tulosten mukaan tarvitse olla huolissaan: osaaminen kehittyy kokonaisuutena katsoen selvästi ensimmäisen ja toisen nivelvaiheen eli vuosiluokkien 2 ja 5 välillä. Sen sijaan aineiston pohjalta voi tehdä seuraavia kehittämissuhteita:

- On syytä kiinnittää huomiota Länsi-Suomen läänin ruotsinkielisten ei-kaukumaisten koulujen oppilaiden heikkoon tulokseen. Voi olla yhtäältä mielekästä selvittää tarkemmin tuloksen taustalla olevia syitä. Toisaalta on syytä hakea myönteisessä hengessä aktiivisesti muutosta tilanteeseen. Potentiaalinen polarisoitumiskehitys on pyrittävä pysäyttämään.
- Erityisesti on syytä tarkistaa laajemmilla mittaristoilla, onko ruotsinkielisillä oppilailla 3. luokan alussa havaittu heikkous loogis-kognitiivisissa taidoissa todellista. Jos se on todellista, siihen olisi syytä puuttua mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Jos loogis-kognitiiviset taidot selittävät osaamisen muutosta niinkin paljon kuin tämän aineiston pohjalta näyttää tapahtuvan, näiden keskeisten valmiuksien kehittämiseen olisi syytä kiinnittää huomiota perusopetuksen varhaisina vuosina. On kuitenkin mielekästä ensin selvittää laajemmilla mittareilla, millainen yhteys oppimaan oppimisen valmiuksilla on osaamisen tasoon ensimmäisillä luokilla.

Aineisto herättää myös kysymyksiä, joihin vastaamalla voi olla mahdollista kehittää opetusta ja oppimistuloksia.

- On ilmeistä, että oppijoiden käsitys itsestä matematiikan osaajina laskee selvästi alaluokilla. Osalla oppilaista se kääntyy äärimmäisen positiivisesta äärimmäisen negatiiviseksi. Onko mahdollista laatia opetussuunnitelman perusteet, oppimateriaali ja arviointijärjestelmä tai kehittää opetusta siten, että heikkojen oppilaiden minäkäsitys matematiikan osaajana säilyisi kohtuullisena ensimmäisten vuosien jälkeen?
- Kahden, samoilla oppilailla tehdyn pitkittäisseurannan pohjalta näyttää osoitetulta, että sekä lähtötasoltaan parhaimmat että heikoimmat oppilaat edistyvät enemmän kouluissa, joissa lähtötaso on alun perin heikko kuin kouluissa, joissa lähtötaso on korkea. Ilmiön tarkempi tutkiminen olisi perusteltua: miksi hyvätkin oppilaat hyötyvät lähtötasoltaan heikommasta koulusta? Onko kyse tehokkaammista pedagogisista ratkaisuista (kuten oppimateriaalin käyttö, kertaaminen, eriyttäminen, motivoivammat opetustavat, runsaampi havaintomateriaalin käyttö tai hitaampi eteneminen).

LÄHTEET

- Cribbie, R.A. & Jamieson, J. (2004). Decreases in Posttest Variance and the measurement of Change. *Methods of Psychological Research Online*, 9(1), 37–55.
- Hautamäki, J., Harjunen, E., Hautamäki, A., Karjalainen, T., Kupiainen, T., Laaksonen, S., Lavonen, J., Pehkonen, S., Rantanen, P., Scheinin, P., Halinen, I. & Jakku-Sihvonen, R. (2008). *PISA06 Finland. Analyses Reflections, Explanations*. Ministry of Education Publications 2008:44.
- Jakku-Sihvonen, R. (2009). Tasa-arvo ja laatu koulutusjärjestelmän kehittämisperusteina. Teoksessa K. Nyyssölä & R. Jakku-Sihvonen (toim.), *Alueellinen vaihtelu koulutuksessa – Temaattinen tarkastelu alueellisen tasa-arvon näkökulmasta*. Helsinki: Opetushallitus. 25–38.
- Jakku-Sihvonen, R. & Komulainen, E. (2004). *Perusopetuksen oppimistuloksien meta-analyysi*. Arviointi 1/2004. Helsinki: Opetushallitus.
- Kannas, L. (toim.) (1995). *Koululaisten kokema terveys, hyvinvointi ja kouluviihtyvyys*. Helsinki: Opetushallitus.
- Kuusela, J. (2002). Oppimistulosten yhteydet demografisiin tekijöihin. Teoksessa R. Jakku-Sihvonen & J. Kuusela (toim.), *Mahdollisuuksien koulutuspolitiikan tasa-arvo*. Arviointi 7/2002. Helsinki: Opetushallitus. 67–92.
- Kuusela, J. (2006). *Temaattisia näkökulmia tasa-arvoon*. Helsinki: Opetushallitus.
- Mattila, L. (2002). *Perusopetuksen matematiikan oppimistulosten kansallinen arviointi 9. vuosiluokalla 2002*. Oppimistulosten arviointi 8/2002. Helsinki: Opetushallitus.
- Mattila, L. (2005). *Perusopetuksen matematiikan kansalliset oppimistulokset 9. vuosiluokalla 2004*. Oppimistulosten arviointi 2/2005. Helsinki: Opetushallitus.
- Metsämuuronen, J. (2004). *Pienten aineistojen analyysi. Parametrittomien menetelmien perusteet ihmistieteissä*. Metodologia-sarja 9. International Methelp Ky. Jyväskylä: Gummeruksen kirjapaino Oy.
- Metsämuuronen, J. (2006a). *Äidinkieli ja kirjallisuus -oppiaineen oppimistulosten ja asenteiden muuttuminen perusopetuksen ylempien luokkien aikana*. Oppimistulosten arviointi 3/2006. Helsinki: Opetushallitus.
- Metsämuuronen, J. (2006b). *Förändringar i kunskapsnivån i ämnet modersmål och litteratur under de högre årskurserna i den grundläggande utbildningen*. Utvärdering av inlärningsresultat 4/2006. Utbildningsstyrelsen. Helsinki: Yliopistopaino. Osoitteessa http://www.oph.fi/publikationer/2006/forandringar_i_kunskapsnivån_i_ämnet_modersmål_och_litteratur_under_de_högre_årskurserna_i_den_grundläggande_utbildningen [Luettu 29.3.2010].
- Metsämuuronen, J. (2006c). *Oppimistulosten ja asenteiden muuttuminen perusopetuksen ylempien vuosiluokkien aikana. Kahden oppiaineen (Äidinkielen ja kirjallisuuden sekä Modersmål och litteraturin) näkökulma*. Oppimistulosten arviointi 5/2006. Helsinki: Opetushallitus.
- Metsämuuronen, J. (2007). Kokonaistuottavuuden muutos perusopetuksen ylempien luokkien aikana. *VATT vuosikirja 2007*. 245–262.
- Metsämuuronen, J. (2009). *Metodit arvioinnin apuna. Oppimistulos arviointien ja -seurantojen menetelmälliset ratkaisut Opetushallituksessa*. Oppimistulosten arviointi 1/2009. Helsinki: Opetushallitus.

- Metsämuuronen, J. (2010).** Pitkittäisaineistoon liittyviä menetelmäratkaisuja. Teoksessa **E. K. Niemi & J. Metsämuuronen** (toim.), *Miten matematiikan taidot kehittyvät? Matematiikan oppimistulokset peruskoulun viidennen vuosiluokan jälkeen vuonna 2008*. Koulutuksen seurantaraportit 2010:2. Helsinki: Opetushallitus.
- Miller, G.A. & Chapman, J.P. (2001).** Misunderstanding analysis of covariance. *Journal of Abnormal Psychology* **110**, 40–48.
- Nyyssölä, K. & Jakku-Sihvonen, R. (2009).** Johtopäätöksiä. Teoksessa **K. Nyyssölä & R. Jakku-Sihvonen** (toim.), *Alueellinen vaihtelu koulutuksessa – Temaat- tinen tarkastelu alueellisen tasa-arvon näkökulmasta*. Helsinki: Opetushallitus. 213–220.
- OECD (2001).** *Knowledge and Skills for Life*. First results from PISA 2000. Paris: OECD.
- OECD (2003).** *Education at a Glance*. OECD Indicators 2003. Paris: OECD.
- OECD (2005).** *Equity in Education*. Thematic review. Finland, Country note. Osoit- teessa: <http://www.oecd.org/dataoecd/49/40/36376641.pdf> [Luettu 2.3.2010]
- OPH (2004).** *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004*. Opetushallitus. Vam- mala: Vammalan kirjapaino Oy.
- Räsänen, P., Närhi, V. & Aunio, P. (2010).** Matematiikassa heikosti suoriutuvat oppilaat perusopetuksen 6. luokan alussa. Teoksessa **E. K. Niemi & J. Met- sämuuronen** (toim.), *Miten matematiikan taidot kehittyvät? Matematiikan oppimis- tulokset peruskoulun viidennen vuosiluokan jälkeen vuonna 2008*. Koulutuksen seuran- taraportit 2010:2. Helsinki: Opetushallitus.
- Scheinin, P. (1990).** *Oppilaiden minäkäsitys ja itsetunto – vertailututkimus peruskoulussa ja Steinerkoulussa*. Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos, tutkimuksia 77.
- Schleicher, A. (2006).** *The economics of knowledge: Why education is key for Europe's success*. The Lisbon Council. Policy Brief. Osoitteessa: <http://www.oecd.org/dataoecd/43/11/36278531.pdf> [Luettu 2.3.2010]
- Svedlin, R. & Metsämuuronen, J. (2001).** Oppilaat, opettajat ja viihtyminen kou- lussa. Osoitteessa: www.oph.fi/asiakkaat/itsearviointi/suomi [Luettu 2.3.2009]
- Uusikylä, K. & Kansanen, P. (1988).** *Opetussuunnitelman toteutuminen – oppilaiden tyytyväisyys oppiaineisiin, opetusmuotoihin ja kouluelämään peruskoulun ala-asteella*. Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos, tutkimuksia 66.

4 OPPIMATERIAALI MATEMATIIKAN OPETUKSESSA JA OSAAMISESSA

4.1 JOHDANTO

Peruskoulun matematiikan opetuksessa oppikirjalla ja opettajan oppaalla on aikaisempien tutkimuksien mukaan keskeinen asema opiskelun tukena ja ohjaajana (esimerkiksi Kupari 1999, Perkkilä 2002, Törnroos 2004). Samansuuntainen tulos tuli myös tämän tutkimuksen opettajakyselyn tuloksissa, joiden mukaan kyselyyn vastanneista opettajista ($n = 363$) piti 97 prosenttia oppikirjaa ja 88 prosenttia opettajan opasta melko tai erittäin tärkeänä matematiikan opetuksessaan. Edellisen perusteella voidaan todeta, että oppikirjojen ja opettajan oppaiden sisältö- ja rakenneratkaisut ovat keskeisesti vaikuttamassa matematiikan opiskeluun.

Tarkastelemme artikkelissamme tutkimuksen aineiston pohjalta millainen on oppimateriaalien merkitys matematiikan opetuksessa ja oppilaiden osaamisessa (tutkimuskysymys 4). Otamme mukaan tulkintaan MOT – tutkimusprojektimme¹ tulokset, joiden avulla tarkastelemme käytetyimpien suomenkielisten oppimateriaalien sisältö- ja rakenneratkaisuja sekä niiden mahdollisia yhteyksiä oppilaiden osaamiseen (ks. Niemi 2010). Näkemyksemme mukaan lähtökohtana on, että oppilaiden osaamisen tarkastelussa ei voi erottaa oppikirjaa ja opettajan vaikutusta. Oppimista edistetään opettajan toiminnalla, joka edellä esitetyn perusteella nojautuu vahvasti opettajan oppaan ja oppikirjan tarkoituksenmukaiseen käyttöön oppitunnilla.

¹ Keväällä 2005 käynnistettiin Tampereen yliopiston opettajankoulutuslaitoksen Hämeenlinnan toimipaikassa MOT- projekti (Matematiikan Oppimateriaalin Tutkimuksen projekti). Päätehtävänä oli arvioida yhteisesti sovittujen kriteerien perusteella vuoden 2004 peruskoulun opetussuunnitelman perusteiden mukaan laadittuja esiopetuksen ja luokkien 1-6 oppimateriaaleja. Yhteiseksi tutkimuskohteeksi oppimateriaaleista valittiin opettajan oppaat, joihin on koottu oppilaan kirjan tekstisivujen lisäksi didaktisia suosituksia ja lisämateriaalia oppituntien suunnitteluun. Tutkimukseen valittiin kolme perusopetuksen kirjasarjaa: Laskutaito (WSOY), Matikkamatka (Tamm) ja Tuhattaituri (Otava). Kuusi pro gradu- tutkimusta käsiteli luokkien 1-6 oppimateriaaleja, yksi esiopetuksen materiaaleja ja yksi geometrian keskeisiä käsitteitä eri vuosiluokkien oppimateriaaleissa.

4.2 OPPIMATERIAALIT MATEMATIIKAN OPETUKSESSA

Oppimateriaali voidaan määritellä oppiainesta sisältäväksi oppikirjaksi, oppi-/tehtäväkirjaksi, tehtäväkirjaksi, opettajan materiaaliksi tai muuksi oheismateriaaliksi (cd-rom, verkkopohjaiset oppimisympäristöt, ym.) (Heinonen 2005, 30). Opettajien perustietokyselyssä kartoitettiin opettajien näkemyksiä oppimateriaalien riittävydestä, tärkeydestä matematiikan opetuksessa ja itse valmistettujen oppimateriaalien käytön määrää. Matematiikan oppimateriaaleista kyselyssä nimettiin erikseen oppikirja, opettajan opas ja toimintamateriaalit. Lisäksi kysyttiin tutkimukseen osallistuneiden oppilaiden 5. luokalla käyttämän oppikirjasarjan nimeä.

Kyselyyn vastanneista opettajista ($N = 362$) 84 prosenttia katsoi, että heillä on käytettävissä riittävästi ajantasaista oppimateriaalia ja vain 14 prosentilla sitä olleen riittämättömästi. Matematiikan toimintamateriaaleja on ollut riittävästi käytössä 62 prosentilla opettajista, mutta 35 prosenttia opettajista piti niiden määrää riittämättömänä.

TAULUKKO 4.1 Kysymyksen ”Miten tärkeänä näette seuraavat tekijät matematiikan opetuksessanne?” oppimateriaalia koskevien kohtien suhteelliset vastausjakaumat.

	N	Ei juuri lainkaan tärkeä (%)	Jonkin verran tärkeä (%)	Melko tärkeä (%)	Erittäin tärkeä (%)
opettajan opas	362	0,8	10,8	36,2	52,2
oppikirja	363	0,3	2,5	21,2	76,0
matematiikan oppimisvälineet (toimintamateriaalit)	361	0,6	21,9	54,0	23,5

Taulukosta 4.1 on nähtävissä, että oppimateriaali ja erityisesti painettu oppimateriaali on matematiikan opetuksessa erittäin keskeisessä asemassa. Toimintamateriaalien merkitys on alakoulun matematiikan opetuksessa koettu myös tärkeäksi, sillä yli kolme neljäsosaa vastaajista näkee niiden merkityksen opetuksessaan melko tai erittäin tärkeäksi.

TAULUKKO 4.2 Oppimateriaaleja koskeneiden väittämien suhteelliset vastausjakaumat.

Väite	N	samaa tai täysin samaa mieltä (%)	eri tai täysin eri mieltä (%)
A. Etenen matematiikan opetuksessa oppikirjan mukaisesti sivu sivulta järjestyksessä eteenpäin tarjoten nopeille laskijoille lisätehtäviä.	359	84,7	8,6
B. Opetan uudet asiat matematiikan tunnilla oppilaille samanaikaisesti oppikirjan ehdottamalla tavalla.	360	63,6	16,6
C. Matematiikan oppikirjassa on selkeät kuvaukset uusista käsitteistä ja laskusäännöistä.	360	77,3	10,8
D. Matematiikan oppikirjan opettajan oppaassa on keskeisimmät opetusvihjeet ja – mallit, joiden mukaisesti etenen matematiikan opetuksessa.	356	75,3	11,0
E. Laadukas matematiikan oppimateriaali on eräs keskeinen syy suomalaisten oppilaiden hyvään menestykseen matematiikan osaamisen kansainvälisissä PISA-mittauksissa.	357	64,7	5,6
F. Matematiikan oppikirjojen esittämät malliratkaisut ohjaavat oppilasta itsenäiseen mallin mukaiseen ymmärrykseen perustuvaan työskentelyyn.	356	61,5	16,0
G. Oppikirjojen valmiskokeet mittaavat hyvin oppilaiden matematiikan osaamista.	359	62,4	12,8
H. Koen, että minulla on hyvät valmiudet käyttää oppimateriaaleja ja – välineitä matematiikan opetuksessa	360	72,5	8,4

Taulukon 4.2 vastausjakaumaa väitteisiin A-H voi tarkastella niiden sisällön perusteella opettajien näkemyksinä oppimateriaalista ja sen käytöstä matematiikan oppitunnin suunnittelun ja toteutuksen (väitteet A ja B), matemaattisen ja didaktisen sisällön (väitteet C, D, E ja F), arvioinnin (väite G) sekä opettajan- ja täydennyskoulutuksen (väite H) näkökulmista.

Väitteen A korkea hyväksymisprosentti (84,7 %) osoittaa miten oppikirjan ratkaisut ohjaavat hyvin vahvasti perusopetuksen matematiikan tunnin kulkua. ”Aukeama tunnissa” – ajattelu saattaa tuottaa opettajalle ja oppilaille valmiiksi strukturoidun esimerkki- ja tehtäväpaketin, joka on tehtävissä keskimäärin oppitunnin aikana. Nopeat laskijat on huomioitu lisätehtävillä, jotka löytyvät usein samasta oppikirjasta. Hitaille laskijoille saattaa syntyä kuva itsestään heikkona matematiikan osaajana vain siksi, koska he eivät ehdi kerta toisensa jälkeen sitä tehtäväurakkaa, minkä muut ehtivät. Samanaikainen opetus (väite B) on luonnollinen valinta, kun edetään oppikirjaa perinteisellä systemaattisella tavalla (väite A). Tällöin tunnin rakenne

vakioituu useimmiten vaiheisiin: päässälaskuja tai peli, kotitehtävien tarkistus, uuden asian opettaminen ja esimerkkejä opetuskeskustelun avulla, itsenäinen työskentely sekä uudet kotitehtävät. Oppikirjojen (Laskutaito, Tuhattaituri, Matikkamatka) 5. luokan tehtävistä on yli 94 prosenttia suljettuja tehtäviä, joissa on vain yksi oikea vastaus (Saarinen & Tuominen 2007, Joutsenlahti & Vainionpää 2008). Oppilaille suljettujen tehtävien itsenäinen tarkistaminen esimerkiksi tuloskirjasta on helpompaa kuin avointen tehtävien, joilla voi olla useita oikeita ratkaisuja. Tämä johtaa helposti oppilaissa vain ”oikeiden vastausten” etsimiseen ja yliarvostamiseen ilman ratkaisuprosessien kriittistä tarkastelua. Matemaattisen ajattelun kehittymisen kannalta olisi tärkeää, että oppikirjasidonnaisessa opetuksessa oppikirjat sisältäisivät avoimia tehtäviä nykyistä enemmän kaikille oppilaille (Joutsenlahti 2005, Joutsenlahti & Vainionpää 2008). Matematiikan tunneilla sivu sivulta etenemiseen liittyy vaara vain yksipuolisten (suljettujen mekaanisten ja sanallisten) tehtävien ratkaisemiseen tottuminen ja silloin esimerkiksi strategista kompetenssia² kehittävät ongelmanratkaisutehtävät voivat jäädä vähälle huomiolle. Tähän osaltaan viittaa käsillä olevan tutkimuksen kahden viimeisen ongelmanratkaisutehtävän alhaiset pistekeskivertot³. Mainittujen tehtävien pistearvostelua ei otettu mukaan varsinaiseen oppilaskohtaiseen summapistemäärään (ks. tarkemmin Niemi 2010). Tehtävät ovat kuitenkin tärkeitä indikaattoreita ongelmanratkaisutaitojen tasosta ja ovat tärkeitä jatkotutkimuksen lähteitä, jotta voitaisiin löytää tilanteen korjaavia toimenpiteitä pohdittaessa seuraavaa matematiikan opetussuunnitelman perusteita. Oppilaiden on vaikea lähteä ratkaisemaan tehtäviä, jonka tyyppisiä he eivät kenties ole aikaisemmin kohdanneet, vaikka heillä on kaikki tarvittava tieto ja taito ratkaisun löytämiseksi. Kuvatonlaisia tehtäviä pitäisi kohdata koulutyöskentelyssä silloin tällöin, sillä ne kehittävät oppilaan metakognitiivisia ja strategisia taitoja.

Matematiikan oppikirjojen opettajan oppaat sisältävät pääosin käyttökelpoisia didaktisia vihjeitä ja perusteellisia kuvauksia keskeisistä matemaattisista käsitteistä. Opettajat ovat tyytyväisiä sekä opettajan oppaiden ehdotuksiin tuntiaktiviteeteiksi ja käsitteiden syvällisemmästä esittelystä ja oppikirjojen tavasta esittää käsitteet ja säännöt (väitteet C ja D). Opettajat uskovat myös, että oppikirjojen malliratkaisut ohjaavat oppilasta itsenäiseen mallin mukaiseen ymmärrykseen perustuvaan työskentelyyn (väite F). Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus 2004, 16–17) korostuvat yhdessä tekemisen ja vertaisryhmässä opiskelun tärkeys oppimiselle. Kuitenkin esimerkiksi 6. vuosiluokan opettajan oppaissa⁴ vain alle 20 prosentissa tehtäviä ohjeistetaan, että niitä voisi tehdä oppilaat yhdessä (Pispa & Rantanen 2007, 85). Kaiken kaikkiaan opettajat näkevät suomalaisen matema-

2 Kyky formuloida, esittää ja ratkaista matemaattisia ongelmia (ks. Joutsenlahti 2005, 96).

3 Toiseksi viimeisessä tehtävässä 1,4 pistettä (maksimi 3 pistettä), viimeisen tehtävän a)-kohdassa 0,5 pistettä (maksimi 2 pistettä) ja b)-kohdassa 0,5 pistettä (maksimi 4 pistettä).

4 Laskutaito, Tuhattaituri ja Matikkamatka.

tiikan oppimateriaalin laadukkaana ja tuottavan hyvän opetuksen tuloksena menestystä kansainvälisissä matematiikan osaamisen mittauksissa (väite E). Yksittäisten kirjasarjojen ratkaisut esimerkiksi merkinnöissä ja käsitemäärittelyissä lienevät perusteltuja kirjasarjan sisällä, mutta erot kirjasarjojen välillä voivat olla ongelmallisia sekä eri kirjasarjoja kohtaavalle oppilaalle että opettajalle. Tätä aihetta käsittelemme tarkemmin seuraavassa luvussa.

Enemmistön mielestä kyselyyn vastanneista opettajista oppikirjojen valmiskokeet mittaavat hyvin oppilaiden matematiikan osaamista (väite G). Matematiikan oppikirjasarjoilla on valmiita formatiivisia, diagnostisia ja summatiivisia kokeita. Kirjasarjojen kokeet mittaavat pääosin suoraviivaisesti kaikissa kirjasarjoissa niitä tietoja ja taitoja, joita on matematiikan tunneilla harjoiteltu. Ongelmanratkaisutehtäviä on koepaketeissa vähän (Saarinen & Tuominen 2007, 80–84). Ongelmana valmiskokeissa on usein niiden sovitaminen yhdelle A4-paperille kaksipuoleisesti, jolloin oppilaiden vastausten odotetaan olevan oppikirjan esimerkkien mukaisia lyhyitä vain matematiikan symbolikielellä esitettyjä ratkaisuja. Esimerkiksi sanallisissa tehtävissä oppilaan matemaattisen ajattelun monipuoliseen kielentämiseen⁵ ei ole mahdollisuutta niukan tilan vuoksi. Toinen ongelma saattaa olla, että valmiskokeet eivät vastaa sellaisenaan opettajan painotuksia oppitunneilla.

Kyselyyn osallistuneista opettajista suurin osa (noin 73 %) kokee, että heillä on hyvät valmiudet käyttää oppimateriaaleja ja oppivälineitä matematiikan opetuksessa (väite H). Opettajankoulutus ja sitä täydentävä koulutus työuran aikana ovat ilmeisesti opettajien mielestä antaneet hyvät perusvalmiudet matematiikan opetukseen (ks. lisää Vainionpää & Joutsenlahti 2010). Toisaalta on esitetty syvää huolestumista uusien luokanopettajien valmiuksista matematiikan opetuksen (Niemi 2008, Merenluoto & Pehkonen 2004). Yhteenvetona voi todeta, että matematiikan oppimateriaali ohjaa vahvasti opettajan tuntityöskentelyä ja opetus perustuu usein opettajan oppaan esittämiin ratkaisuvaihtoehtoihin ja näkemyksiin. Opettajat ovat pääosin tyytyväisiä oppimateriaalien saatavuuteen ja laatuun. Ainoa puute koettiin toimintamateriaaleista, joita noin kolmannes kyselyyn vastanneista opettajista toivoi saavansa lisää. Toimintamateriaaleja pidettiin tärkeinä matematiikan opetuksessa.

5 Esimerkiksi luonnollisen kielen ja kuviokielen avulla (Joutsenlahti 2003).

4.3 OPPIKIRJAT JA MATEMATIIKAN OSAAMINEN

4.3.1 Matematiikan oppikirjat

Perustietolomakkeessa opettajille kysyttiin, mitä oppikirjaa oppilaat olivat käyttäneet 5. vuosiluokalla. Selkeyden vuoksi valitsimme aineistoon ne oppilaat, joiden kouluissa oli lukuvuoden 2007–2008 kuluessa käytetty samaa oppikirjasarjaa kaikissa luokissa. Luokittelimme aineiston viiteen ryhmään, joissa ovat edustettuina kolme käytetyintä suomenkielistä matematiikan oppikirjaa (Laskutaito 5, Tuhattaituri 5–6, Matikkamatka 5), ruotsinkieliset oppikirjat (Min matematik, Tänk och räkna, Femmans matematik) sekä muut suomenkieliset oppikirjat omana ryhmänään. Näin muodostettu ryhmäjako antaa mahdollisuuden jatkoanalyysille huomioon ottaen määrälliset ja laadulliset näkökulmat.

TAULUKKO 4.3 Tutkimukseen osallistuneiden oppilaiden (N = 4 115) käyttämät oppikirjat 5. vuosiluokalla. Aineistossa ne oppilaat, joiden kouluissa oli lukuvuoden 2007–2008 kuluessa käytetty samaa oppikirjasarjaa kaikissa luokissa.

Oppikirja	Frekvenssi	Suhteellinen osuus (%)
Laskutaito 5, WSOY	2 365	57,5
Tuhattaituri 5-6, OTAVA	1 041	25,3
Matikkamatka 5, TAMMI	167	4,1
muu suomenkielinen	48	1,2
ruotsinkieliset	494	12,0

Käytetyin oppikirja 5. luokalla lukuvuonna 2007–2008 oli taulukon 4.3 mukaan Laskutaito 5 ($n = 2\,365$). Ruotsinkielisten oppikirjojen käyttäjämäärät olivat: Min matematik ($n = 229$), Tänk och räkna ($n = 199$) ja Femmans matematik ($n = 66$). Suomenkielisistä materiaaleista Laskutaito 5:n osuus oli noin 65 prosenttia, Tuhattaituri 5–6:n osuus noin 29 prosenttia ja Matikkamatka 5:n osuus noin 5 prosenttia. Verrattuna 6. vuosiluokan matematiikan oppikirjajakaumaan vuodelta 2007 (Niemi 2008, 85) on suomenkielisten kirjojen jakauma⁶ erilainen, vaikka suuruusjärjestys on sama.

Tarkasteltaessa viidennen luokan oppikirjoja ja opettajien taustatietoja (sukupuoli, opinnot matematiikassa, päätoimisena opettajana oloaika ja yhdysluokka vai ainoastaan 6. vuosiluokka) voitaneen todeta, että minkään muiden muuttujien suhteen ei ole jakaumissa merkitseviä eroja kuin ainoastaan ovatko oppilaat vain 6. vuosiluokalta vai yhdysluokalta ($p = 0,031$)⁷. Molemmissa mainituissa ryhmissä Laskutaito-kirjasarja oli suosituin kirjasarja, mutta yhdysluokilla se oli suosituampi kuin pelkästään 6. vuosiluokilla.

⁶ Laskutaito 6 (76,6 %), Tuhattaituri 6A ja 6B (11,1 %) ja Matikkamatka 6 (6,4 %) suomenkielisistä (Niemi 2008).

⁷ Eroa testattu ristiintaulukoinnilla ja Khiin neliö -testillä.

4.3.2 Matematiikan oppikirjat ja osaaminen

Tarkasteltaessa oppikirjasarjoja (taulukko 4.3) ja oppilaiden osaamista koko kokeessa oppikirjasarjoittain näyttää tilastollisesti siltä, että oppilaat, jotka käyttivät 5. luokalla Laskutaito 5 -oppikirjaa menestyivät parhaiten ja tilastollisesti merkitsevästi paremmin ($p = 0,002$) kuin Tuhattaituri 5–6 -oppikirjaa ja paremmin ($p = 0,023$) kuin Matikkamatka 5 – oppikirjaa sekä paremmin ($p < 0,001$) kuin ruotsinkielistä oppikirjaa käyttäneet⁸. Lisäksi Tuhattaituri 5–6 -oppikirjaa käyttäneet oppilaat menestyivät tilastollisesti paremmin ($p = 0,008$) kuin ruotsinkielistä oppikirjaa käyttäneet. Koko kokeen yhteispistemäärien⁹ keskiarvot olivat eri kirjasarjoja käyttävillä oppilailla välillä 32,9–34,5 pistettä. Korkein keskiarvo 34,9 pistettä oli ryhmällä ”muu suomenkielinen oppikirja”, mutta kyseisen ryhmän rakenteen vuoksi jätämme sen pois tarkasteluista. Verrattaessa tätä tulosta vuoden 2007 6. vuosiluokan matematiikan kansallisen arvioinnin vastaaviin tuloksiin (Niemi 2008, 85) voi huomata merkittäviä eroavaisuuksia. Kyseisessä tutkimuksessa parhaiten menestyneet oppilaat olivat käyttäneet Matikkamatka 6 -oppikirjasarjaa. Nyt kyseisen kirjasarjan 5. vuosiluokan kirjaa käyttäneet menestyivät huonoimmin suomenkielisiä oppimateriaaleja käyttäneistä. Tämä ristiriitainen tulos indikoi johtopäätöstä, että oppilaiden menestymiseen kansallisessa arvioinnissa vaikuttavat merkittävästi useat muutkin tekijät kuin vain käytetty oppikirjasarja. Tällaisia muita tekijöitä, joita ei voi erotella tässä tutkimuksessa, ovat muun muassa opettajan toiminta matematiikan tunneilla ja oppilaaseen liittyvät tekijät. Toisaalta oppikirjasarjojen rakenteelliset ja sisällölliset erot¹⁰ ovat kokonaisuutena suhteellisen pieniä (Joutsenlahti & Vainionpää 2008), joten muut tekijät vaikuttavat enemmän oppilaiden osaamiseen valtakunnallisissa kokeissa kuin oppikirjan sisältö- ja rakenneratkaisut. Täten oppilaiden osaamista tai osaamattomuutta ei voi perustella pelkästään yksittäisen oppikirjasarjan sisältö- ja rakenneratkaisuilla. Oppikirjojen sisältövalintoja voi kuitenkin vertailla kriittisesti keskenään oppilaan näkökulmasta.

Tutkimukseen osallistuneiden oppilaiden, joiden kouluissa oli lukuvuoden 2007–2008 kuluessa käytetty samaa oppikirjasarjaa kaikissa luokissa ($n = 4\,115$), algebran tehtävien keskiarvo oli 18,1 pistettä maksimipistemäärän ollessa 28 pistettä (keskiarvopistemäärä 65 % maksimipistemäärästä), geometrian tehtävien keskiarvo oli 7,8 pistettä maksimipistemäärän ollessa 14 pistettä (keskiarvopistemäärä 56 % maksimipistemäärästä) ja tilaston tehtävien keskiarvo oli 7,9 pistettä maksimipistemäärän ollessa 12 pistettä (keskiarvopistemäärä 66 % maksimipistemäärästä). Matematiikan osa-

8 Tässä luvussa yksisuuntaisen varianssianalyysin Post Hoc -testeinä käytettiin Bonferronia (samanvarianssiset ryhmät) ja Tamhaneä (erivarianssiset ryhmät).

9 Maksimipistemäärä oli 54 p.

10 Muun muassa harjoitustehtävien tyypit, kognitiiviset vaatimustasot, matemaattisen osaamisen piirteet, joita sisällölliset ratkaisut teoriaosioissa tukevat. (ks. myös Joutsenlahti & Vainionpää 2007, 188–190).

alueista geometrian osaaminen on heikointa. Tulos ei ole yllättävä. Geometrian osuus niin peruskoulun opetussuunnitelmien perusteissa kuin myös oppikirjoissa on ollut painoarvoltaan pieni verrattuna aritmetiikan osuuteen koko peruskoulun historian ajan. Geometrian opiskelu on alistettu laskemiselle etenkin ylemmillä luokilla (vrt. Joki 2002). Tähän on osasyynä geometrian heikko asema opetussuunnitelmien perusteissa koko peruskoulun historian ajan (esim. Silfverberg 1999, 17). Oppikirjojen sisältöratkaisut geometrian osuuksissa eivät ole kovin onnistuneita geometrian ymmärtävän oppimisen kannalta, sillä ne painottuvat usein käsitteiden nopeatempoiseen opiskeluun ja annettujen laskukaavojen vähäiseen soveltamiseen (ks. Joutsenlahti & Vainionpää 2008, Joutsenlahti & Silfverberg 2008).

Erityinen ongelma oppikirjoissa on geometrian käsitteiden kuten puolisuunnikas oleellisesti toisistaan poikkeavat määrittelyt¹¹. Esimerkiksi Laskutaito-sarjassa (Laskutaito 7, 96) puolisuunnikas määritellään: ”Puolisuunnikas on nelikulmio, jossa on täsmälleen kaksi yhdensuuntaista sivua”. Sen sijaan Matikkamatka-sarjassa (Matikkamatka 6, 216) kuvataan, että puolisuunnikkaat ovat nelikulmioita, joiden kaksi vastakkaista sivua ovat yhdensuuntaiset. Viimeksi mainitusta kuvauksesta seuraa, että muun muassa kaikki suunnikkaat ovat myös puolisuunnikkaita. Tämä on ristiriidassa Laskutaito-kirjasarjan puolisuunnikkaan kuvauksen kanssa, sillä niiden kuvausten perusteella puolisuunnikkaassa on täsmälleen yksi yhdensuuntainen sivupari ja siis suunnikas ei ole puolisuunnikas. Matikkamatka-kirjasarjan puolisuunnikkaan määrittely on yhtenevä Jaakko Joen (2002) esittämän tulkinnan mukaan, jossa nelikulmioille saadaan hierarkkinen järjestys. Ongelmia ei synny kirjasarjan sisällä, mutta oppilaan ja mahdollisesti opettajan näkökulmasta tilanne on ongelmallinen. Saattaa olla hyvin ongelmallista oppilaan ja opettajan kannalta, jos oppilaalla vaihtuu kirjasarja tai jos samalla luokalla on eri kirjasarjojen käyttäjiä, kun käsitteellä on kaikille tuttu nimi ”puolisuunnikas”, mutta sisältö oleellisesti erilainen. Oppilas jäänee pohtimaan kumpi määrittely on oikein, sillä hänen kohtaamassaan koulumatematiikassa useimmat vastaan tulleet väittämät on voitu tulkita joko ”oikeiksi” tai ”vääriksi”. Ongelmia syntyy myös valtakunnallisissa arvioinneissa (esimerkiksi Opetushallituksen valtakunnalliset kokeet tai ylioppilaskirjoitukset), joissa joko kysymyksen laatija tai vastaaja joutuu esittämään määrittelynsä käyttämilleen käsitteille. Tämä johtanee kohtuuttomuuksiin ja on toisaalta vahvasti oppilaiden matematiikkakuvan vastaista, sillä oppilaat näkevät (koulu)matematiikan useimmiten yksikäsitteisenä ja eksaktina tieteen alana. Geometrian osuuteen olisi tärkeä kiinnittää edelleen huomiota tulevissa opetussuunnitelman perusteissa ja toisaalta oppimateriaalin valmistajien yhteisillä keskustelufoorumeilla.

11 Puolisuunnikkaan määrittelystä tarkemmin esim. Silfverberg 1999 s. 99–100.

Haluamme nostaa esille tässä yhteydessä toisen oppikirjojen välisen ongelman, joka koskee laskutoimituksiin liittyviä merkintöjä. Allekkain vähennyslaskussa nollan yli lainaamiseen liittyvät merkinnät Laskutaito-, Tuhattaituri- ja Matikkamatka-kirjasarjoissa ovat jokaisessa oppikirjasarjassa toisistaan poikkeavat (ks. Joutsenlahti & Vainionpää 2008, 555). Merkinnöissä Tuhattaituri- ja Matikkamatka-kirjasarjat eivät merkitse nollan päälle viivaa toisin sanoen viiva nollaa suuremman luvun päällä merkitsee, että lainauksen jälkeen kyseisessä sarakkeessa on yksi vähemmän. Tämä joko merkitään vielä yläpuolelle näkyviin (Matikkamatka) tai viiva sarakkeen luvun päällä viittaa siihen suoraan (Tuhattaituri). Sen sijaan Laskutaito-kirjasarjassa merkitty viiva sarakkeessa luvun päällä ei voi merkitä ”yhtä vähempää”, sillä se voidaan merkitä nollankin päälle. Tällöin tulkinta voisi olla ”on käyty katso-massa” tai ”ei enää voimassa”. Merkinnöillä ei ole sinänsä merkitystä matemaattisten käsitestruktuurien kannalta, sillä matematiikassa voidaan toimia monilla erilaisilla systemaattisilla sovituilla merkinnöillä. Mutta oppilaan ja opettajan näkökulmasta tilanne on toisenlainen. Opettajan näkökulmasta hänen on aloitettava käyttämänsä oppikirjasarjan merkintöihin sopivan loogisen selitysmallin käyttäminen jo 2. vuosiluokalta, vaikka kaksinumeroisten lukujen vähennyslasku allekkain voidaan selittää ilman ristiriidan vaaraa 2. luokalla millä tahansa esitetyistä selitysmalleista. Mutta oppilaan kannalta merkinnällä pitää olla vain yksi looginen merkitys eikä se voi vaihdella vuosittain, sillä matematiikan opiskelu on monille oppilaille riittävän haastavaa ilman perehtymistä erilaisten merkintöjen merkityksiin. Vastaava ongelma tulee, jos oppilaalle vaihdetaan oppikirjasarjaa.

4.4 POHDINTAA

Tarkasteltavan tutkimuksen tulokset näyttävät, että opettajat pitävät suomalaista matematiikan oppimateriaalia laadukkaana ja kokevat sen tukevan hyvin heidän opetustaan. Toisaalta on vaara, että opettajan oppaat ja oppikirjojen rakenneratkaisut strukturoivat liiankin paljon matematiikan opetusta, jolloin oppimateriaali ei palvelekaan aina opettajaa vaan päinvastoin. Opettajia voisi rohkaista rikkomaan rutiineja ja kokeilemaan monenlaisia lähestymistapoja matemaattisiin käsitteisiin ja työtapoihin matematiikan tunneilla. Tätä voisi tukea useat tahot systemaattisella pitkäjänteisellä matematiikan opetuksen täydennyskoulutuksilla, jotka voisivat kuulua myös yliopistojen opettajankoulutuslaitosten opetussuunnitelmiin.

Matematiikan oppimateriaalin asema tulee olemaan tulevaisuudessakin keskeinen matematiikan opetuksen kivijalkana ja niihin perustuu oppilaiden hyvä matematiikan osaaminen. Peruskoulun matematiikan opetukseen kuuluu jo luontevasti konkreettinen toimintamateriaali, mutta seuraavassa vaiheessa mukaan on saatava entistä enemmän myös virtuaalinen toimintamateriaali, joka on kaikkien käytettävissä tietoverkkojen kautta. Tämän resurssin hyödyntäminen ja mahdollisesti kehittäminen on eräs matematiikan oppimateriaali tuottajien seuraavista suurista haasteista.

Huolella laaditulla oppimateriaalilla ja sitä hyödyntävällä ammattitaitoisella matematiikan opetuksella koko peruskoulussa on luotu hyvä kansainvälisen vertailun kestävä (esim. PISA-tulokset) oppilaiden matemaattisen osaamisen taso erityisesti matematiikan soveltamisessa. Kuitenkin oppilaiden käsitteellinen ymmärtäminen ja ongelmanratkaisutaidot (strateginen kompetenssi) eivät ole tyydyttävällä tasolla, mikä näkyy muun muassa perusasioiden puutteellisena hallintana jatko-opinnoissa. Omalta osaltaan oppimateriaalit voisivat olla tuke-
massa mainittua puutetta ja paneutua entistä syvällisemmin oppilaan materiaalissa käsitteiden ja algoritmien ymmärtämiseen ottaen huomioon oppilaiden ikäkauden.

Koulumatematiikassa ei olisi varaa Suomen kokoisella kansakunnalla käyttää oppimateriaaleissa erilaisia määritelmiä peruskäsitteille (esimerkiksi puolisuunnikas) eikä useita toisistaan oleellisesti poikkeavia merkintöjä laskualgoritmeissa (esimerkiksi vähennyslasku allekkain), sillä ensisijainen kärsijä mahdollisista sekaannuksista on oppilas. On oleellista, että sellaiset peruskäsitteet, joilla on jatko-opiskelujen kannalta merkitystä ja joista eri oppikirjoissa ei ole yhtenäistä linjaa, määritellään yhtenäistävasti Opetussuunnitelman perusteissa. Suositeltavinta olisi, että merkintöjen ja määritelmien yhdenmukaistamisesta voitaisiin sopia yhdessä oppimateriaalin kustantajien, Matemaattisten aineiden opettajien liiton (Maol) sekä Matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen tutkimusseura ry:n kanssa. Toisaalta voisi olla hyödyllistä virittää puolueetonta kansallista keskustelua eri oppikirjasarjojen vahvuuksista ja heikkouksista sekä soveltuvuudesta erilaisille oppijaryhmille. Opetushallitus voisi olla tässä työssä aktiivinen esimerkiksi sosiaalisen median ja opettajaverkostojen kautta. Oppilaan etu tässä asiassa on varmasti kaikkien toimijoiden yhteinen etu.

LÄHTEET

- Heinonen, J.-P. (2005).** *Opetussuunnitelmat vai oppimateriaalit – peruskoulun opettajien käsityksiä opetussuunnitelmien ja oppimateriaalien merkityksestä opetuksessa.* Helsingin yliopisto. Tutkimuksia 257.
- Joki, J. (2002).** *Ulkoluvusta hahmottavaan geometriaan: aineksia geometrian opetukseen erityisesti peruskoulussa.* Joensuu: Joensuun yliopisto.
- Joutsenlahti, J. (2003).** Kielentäminen matematiikan opiskelussa. Teoksessa **A. Virta & O. Marttila** (toim.), *Opettaja, asiantuntijuus ja yhteiskunta.* Ainedidaktinen symposium 7.2.2003. Turun yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunnan julkaisusarja B:72, 188–196.
- Joutsenlahti, J. (2005).** *Lukiolaisen tehtävääorientoituneen matemaattisen ajattelun piirteitä: 1990-luvun pitkään matematiikan opiskelijoiden matemaattisen osaamisen ja uskomusten ilmentämänä.* Acta Universitatis Tamperensis 1061, Tampereen yliopisto.
- Joutsenlahti, J. & Silfverberg, H. (2007).** Case-analyysi kulman käsitteen tulkinna. Teoksessa **J. Lavonen** (toim.), *Tutkimusperustainen opettajankoulutus ja kasvatuksen kehitys.* Ainedidaktinen symposium 3.2.2006. Helsingin yliopisto. Tutkimuksia 285, 341–348.
- Joutsenlahti, J. & Vainionpää J. (2007).** Minkälaiseen matemaattiseen osaamiseen peruskoulussa käytetty oppimateriaali ohjaa? Teoksessa **K. Merenluoto, A. Virta & P. Carpelan** (toim.), *Opettajankoulutuksen muuttuvat rakenteet:* Ainedidaktinen symposium 9.2.2007. Turun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan julkaisuja B 77, Turku: Turun opettajankoulutuslaitos, 184–191.
- Joutsenlahti, J. & Vainionpää, J. (2008).** Oppikirja vai harjoituskirja. Perusopetuksen luokkien 1–6 matematiikan oppimateriaalin tarkastelua MOT-projektissa. Teoksessa **A. Kallioniemi** (toim.), *Undistuva ja kehittyvä ainedidaktiikka.* Ainedidaktinen symposiumi 8.2.2008 Helsingissä (osa 2). Tutkimuksia no. 299. Helsinki: Helsingin yliopiston Soveltavan kasvatustieteen laitos, 547–558.
- Kupari, P. (1999).** *Laskutaitoharjoittelusta ongelmanratkaisuun: matematiikan opettajien matematiikkakauskomukset opetuksen muovaajina.* Koulutuksen tutkimuslaitoksen tutkimuksia 7. Jyväskylä: Koulutuksen tutkimuslaitos.
- Merenluoto, K. & Pehkonen, E. (2004).** Luokanopettajiksi opiskelevien matemaattinen osaaminen ja ymmärtäminen. Teoksessa **P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen** (toim.), *Matematiikka – näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen.* Jyväskylä : Niilo Mäki Instituutti, 414–436.
- Niemi, E. K. (2008).** *Matematiikan oppimistulosten kansallinen arviointi 6. luokalla vuonna 2007.* Oppimistulosten arviointi 1/2008. Helsinki: Opetushallitus.
- Niemi, E. K. (2010).** Perusopetuksen 6. luokan alun matematiikan oppimistulosten arviointi 2008. Teoksessa **E. K. Niemi & J. Metsämuuronen** (toim.), *Miten matematiikan taidot kehittyvät? Matematiikan oppimistulokset peruskoulun viiden vuoden vuosiluokan jälkeen vuonna 2008.* Koulutuksen seurantaraportit 2010:2. Helsinki: Opetushallitus.
- Opetushallitus (2004).** Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet. http://www02.oph.fi/ops/perusopetus/pops_web.pdf, [Luettu 29.3.2010]

- Perkkilä, P. (2002).** *Opettajien matematiikkauskomukset ja matematiikan oppikirjan merkitys alkuopetuksessa.* Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto.
- Pispa, K. & Rantanen, S. (2007).** *Opettajan opas – viisasten kivikö? Tutkimus kuudennen luokan matematiikan opettajan oppaista ja oheismateriaaleista.* Pro gradu-tutkielma Tampereen yliopiston opettajankoulutuslaitos, Hämeenlinna. <http://tutkielmat.uta.fi/pdf/gradu01664.pdf>. [Luettu 29.3.2010]
- Saarinen, T. & Tuominen, R. (2007).** *Lasken, siis opin? Analyysi viidennen luokan matematiikan oppimateriaaleista.* Pro gradu-tutkielma Tampereen yliopiston opettajankoulutuslaitos, Hämeenlinna. <http://tutkielmat.uta.fi/pdf/gradu01855.pdf>. [Luettu 29.3.2010]
- Silverberg, H. (1999).** *Peruskoulun oppilaan geometrinen käsitetieto.* Acta Universitatis Tamperensis 710, Tampereen yliopisto. <http://acta.uta.fi/pdf/951-44-4718-2.pdf>. [Luettu 29.3.2010]
- Törnroos, J. (2004).** *Opetussuunnitelma, oppikirjat ja oppimistulokset: seitsemännen luokan matematiikan osaaminen arvioitavana.* Koulutuksen tutkimuslaitoksen tutkimuksia 13. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto.
- Vainionpää, J. & Joutsenlahti, J. (2010).** Opettajien matematiikkakuva ja matematiikan opettamisen olosuhteet. Teoksessa **E. K. Niemi & J. Metsämuuronen** (toim.), *Miten matematiikan taidot kehittyvät? Matematiikan oppimistulokset peruskoulun viidennen vuosiluokan jälkeen vuonna 2008.* Koulutuksen seurantaraportit 2010:2. Helsinki: Opetushallitus.

Viitattu aineisto:

- Laskutaito 7 (2005).** Tekijät: Laurinolli, T., Luoma-aho, E., Sankilampi, T., Selenius, R. & Talvitie, K. Helsinki: WSOY
- Laskutaito 6 (2000a).** Opettajan opas syysosa. Tekijät: Koivisto, M., Salonen, M., Uus-Leponiemi, T. & Ilmavirta, R. Helsinki: WSOY
- Laskutaito 6 (2000b).** Opettajan opas kevätosa. Tekijät: Koivisto, M., Salonen, M., Uus-Leponiemi, T. & Ilmavirta, R. Helsinki: WSOY.
- Laskutaito 5 (2007).** Oppilaan kirja. Yksivuotinen. Tekijät: Koivisto, M., Salonen, M., Sintonen, A., Uus-Leponiemi, T. & Ilmavirta, R. Helsinki: WSOY.
- Matikkamatka 6 (2005a).** Opettajan opas syysy. Tekijät: Lilli, M., Ranta, P., Putkonen, H. & Sinnemäki, J. Helsinki: Tammi.
- Matikkamatka 6 (2005b).** Opettajan opas kevät. Tekijät: Lilli, M., Ranta, P., Putkonen, H. & Sinnemäki, J. Helsinki: Tammi.
- Matikkamatka 5 (2007).** Oppilaan kirja. Tekijät: Hänninen, L., Laine, A., Putkonen, H. & Sinnemäki, J. Helsinki: Tammi.
- Tuhattaituri 6. (2006).** Opettajan opas. Asikainen, K., Fälden, H., Nyrhinen, K., Rokka, P. & Vehmas, P. Helsinki: Otava.
- Tuhattaituri 5-6 (2007).** Oppilaan kirja. Tekijät: Asikainen, K., Fälden, H., Nyrhinen, K., Rokka, P. & Vehmas, P. Helsinki: Otava.

5 OPETTAJIEN MATEMATIIKKAKUVA JA MATEMATIIKAN OPETTAMISEN OLOSUHTEET

5.1 JOHDANTO

Kuudennen luokan alussa oppilaille suunnatun osaamiskartoituksen ohessa suoritettiin opettajille suunnattu perustietokysely. Sillä pyrittiin kartoittamaan opettajien taustatietoja, matematiikan opetukseen liittyviä olosuhteita (oppimateriaalit, tukipalvelut), sekä matematiikkaan ja sen opetukseen liittyviä uskomuksia. Opettajanäkökulman tutkiminen tässä yhteydessä on tärkeää, koska sen avulla voidaan saada tietoa opettajien perus- ja täydennyskoulutuksen ja oppimateriaalien kehittämistä varten.

Tämän luvun tarkastelun kohteena ovat seuraavat kysymykset:

- 1) Millaisina opettajat kokevat matematiikan opettamisen olosuhteet?
- 2) Millainen on opettajien matematiikkakuva?

Ensimmäisessä kysymyksessä mainituilla olosuhteilla tarkoitetaan tässä sitä välineiden, tilojen, oppimateriaalien ja avustavien elementtien kokonaisuutta, joiden avulla ja joiden keskellä opettaja matematiikan opetusta toteuttaa. Toisessa tutkimuskysymyksessä käsitteellä matematiikkakuva¹ tarkoitetaan opettajan omaa käsitystä matematiikan oppijana ja opettajana sekä hänen käsitystään matematiikasta oppiaineena. Matematiikkakuva koostuu kolmesta komponentista (Kaasila ym. 2007), jotka esitellään tarkemmin tämän artikkelin luvussa 5.3.2.

Tätä artikkelia varten suoritettut tilastolliset analyysit perustuvat Jari Metsämuurosen kokoamiin Opetushallituksen oppimistulosarviointien ja -seurantojen menetelmäratkaisuihin (Metsämuuronen 2009; ks. myös Metsämuuronen 2010).

1 englanniksi *view of mathematics*

5.2 OPETTAJA-AINEISTON OMINAISUUKSIEN KUVAILUA

Opettajille suunnattuun perustietokyselyyn vastasi se opettaja, jonka luokka osallistui osaamiskartoitukseen 6. vuosiluokan alussa. Opettajista noin viidennes (23 %) oli opettanut matematiikkaa nykyisen luokan kaikille tai lähes kaikille oppilaille vähintään kolmena edellisenä vuonna eli myös edellisen mittauksen aikaan (3. vuosiluokalla). Näitä opettajia oli yhteensä 85.

Kyselyyn vastasi yhteensä 364 opettajaa 274 eri koululta eli valtaosassa (95 %) kouluista kyselyyn vastasi yksi tai kaksi opettajaa. Opettajista suomenkielisiä oli 324 ja ruotsinkielisiä 40. Opettajankelpoisuuden omaavia oli 92 prosenttia vastaajista. Opettajien sukupuolijakauma oli varsin tasainen, naisia oli 47 prosenttia ($n = 170$) ja miehiä 53 prosenttia ($n = 193$) vastaajista. Tämä jakauma poikkeaa selvästi alakoulun opettajien yleisestä sukupuolijakaumasta, joka on monissa tutkimuksissa ja selvityksissä todettu varsin naisvaltaiseksi (ks. esim. Kumpulainen 2009, 31–32)². Näyttää siis siltä, että miehet valikoituvat herkemmin matematiikkaa opettamaan myös alakoulussa.

Koulutuksen mukaan opettajat jakautuivat taulukon 5.1 osoittamalla tavalla.

TAULUKKO 5.1 Opettajaryhmät koulutuksen mukaan jaoteltuna.

opettajaryhmä	frekvenssi	prosenttia
luokanopettaja (uusimuotoinen tai vanhamuotoinen)	260	71,4
luokanopettaja + jotain muuta (ei kuitenkaan matematiikan opettaja)	56	15,4
kansakoulunopettaja (+ muuta koulutusta)	7	1,9
matematiikan aineenopettaja (+ luokanopettaja)	10	2,7
muu kombinaatio	27	7,4
puuttuva tieto	4	1,1
yhteensä	364	100,0

Suurin ryhmä oli siis luokanopettajat, mikä ei ole yllättävää alakoulun 6. vuosiluokalla. Kaksoistutkiminnon omaavia opettajia oli kyselyssä vain 10 henkilöä eli kyselyä tehtäessä tällainen tutkintoyhdistelmä ei ollut vielä yleistynyt. Koska opettajat jakautuivat koulutuksen mukaan jaoteltuna varsin epätasaisesti, koulutustaustaa ei käytetty ryhmävertailuissa.

2 Vuonna 2008 naisten osuus kaikista luokanopettajista ja esiluokanopettajista oli 75,2 prosenttia ja lehtoreista 72,3 prosenttia (Kumpulainen 2009, 32).

Aiempiä matematiikan opintoja vastaajilla oli yleisimmin opettajankoulutuksen aikana suoritettujen ns. matematiikan monialaisten³ opintojen verran (75 prosentilla vastaajista). He muodostivat ryhmävertailuissa matematiikan opintojen suhteen ensimmäisen ryhmän (n = 261). Matematiikan perusopinnot⁴ oli suoritettuna 16 prosentilla ja aine- tai syventävät opinnot oli 5 prosentilla vastaajista. Nämä kaksi ryhmää yhdistettiin vertailuryhmäksi (n = 73).

Opettajakokemusta peruskoulussa vastaajilla oli keskimäärin 17 vuotta (keskihajonta 10,5 vuotta). Alle kymmenen vuoden opettajakokemus oli hieman alle kolmanneksella vastaajista (30 %) ja yli 30 vuoden kokemus oli 12,2 prosentilla vastaajista. Muuta työkokemusta päätoimisena opettajana vastaajilla oli keskimäärin 3,6 vuotta (keskihajonta 7 vuotta). Tosin yli puolella (52 %) vastaajista ei ollut peruskoulun ulkopuolista opettajakokemusta. Opettajakokemuksesta peruskoulussa muodostettiin ryhmävertailuja varten viisi ryhmää: 1) opettajakokemusta 0–5 vuotta (n = 73), 2) 6–13 vuotta (n = 74), 3) 14–20 vuotta (n = 79), 4) 21–28 vuotta (n = 64) ja 5) opettajakokemusta 29 vuotta tai enemmän (n = 72). Opettajakokemuksen on osoitettu olevan merkittävä käsitysten muokkaaja monessa tutkimuksessa (ks. esim. Niemi 2008, 87).

Opettajalla oli luokallaan keskimäärin 19 oppilasta (keskihajonta 5,4). Pienimmällä luokalla oli kolme oppilasta ja suurimmalla 33 oppilasta. 13 prosenttia luokista oli sellaisia, joissa oli yli 25 oppilasta. Ryhmävertailuja varten oppilasmäärästä muodostettiin kolme ryhmää: oppilasmäärä 3–17 (n = 136), 18–22 (n = 115) ja oppilasmäärä 23 tai enemmän (n = 108).

Yhdysluokkaa opetti 39 prosenttia vastaajista (n = 140) ja pelkkää kuudetta luokkaa 61 prosenttia vastaajista (n = 221). Tämän perusteella voidaan päätellä, että yhdysluokka on edelleen varsin yleinen opetuksen toteutusmuoto, vaikka etenkin pienten kyläkoulujen lukumäärä on ollut jo pitkään laskussa koulujen yhdistämisten ja erilaisten säästötoimenpiteiden vuoksi (ks. esim. Peltonen 2002).

Kyselylomakkeella opettajilta tiedusteltiin myös, mikä oppikirja oppilailla oli ollut käytössä 5. vuosiluokalla. Kysymys oli asetettu tähän muotoon siksi, että kysely tehtiin heti 6. vuosiluokan alussa. Voidaan olettaa, että vaikka kirjasarja olisikin jostain syystä vaihtunut tultaessa 6. vuosiluokalle, se ei ehtinyt vaikuttaa oppilaiden osaamiseen. Opettajia koskevia ryhmävertailuja varten oppikirjan perusteella muodostettiin viisi ryhmää: WSOY:n Laskutaito (n = 213), Otavan Tuhattaituri (n = 81), Tammen Matikkamatka (n = 12), muu suomenkielinen kirja (n = 10) ja viidentenä ryhmänä ruotsinkielisen oppikirjan käyttäjät (n = 38). Oppikirjakohtaisia tuloksia tarkastellaan tämän teoksen toisessa artikkelissa (Joutsenlahti & Vainionpää 2010).

3 Matematiikan monialaisista opinnoista käytettiin aiemmin nimitystä matematiikan perusopinnot, laajuus yleensä 3–6 opintoviikkoa tai 4–8 opintopistettä.

4 Vanha nimitys *aprobatur*, laajuus 15 opintoviikkoa tai 25 opintopistettä.

5.3 TULOKSET

5.3.1 Opettajien käsityksiä matematiikan opettamisesta

Käytettävissä olevat palvelut

Kyselylomakkeessa opettajia pyydettiin arvioimaan, miten hyvin heillä on ollut käytettävissä opetukseen liittyviä palveluja. Taulukossa 5.2 on eritelty nämä palvelut ja opettajien vastausten suhteelliset osuudet kolmen vastausvaihtoehdon välillä: oliko palveluja ollut riittävästi, riittämättömästi vai kokiko opettaja, että kyseiselle palvelulle ei ole ollut tarvetta.

TAULUKKO 5.2 Opetukseen liittyvien palvelujen saatavuus. Luvut prosentteja vastaajista.

Palvelu	riittävästi (%)	riittämättömästi (%)	ei ole ollut tarvetta (%)
Ajantasaiset oppimateriaalit	84,6	14,3	0,5
Tukiopetus	70,1	24,5	4,9
Matematiikan oppimisvälineitä (toimintamateriaaleja)	61,8	34,9	2,5
Erytisopetus	58,8	35,7	4,9
Opettajien täydennyskoulutus	57,4	31,6	10,4
Koulunkäyntiä avustavia henkilöitä	51,9	34,1	13,2
Koulupsykologi	42,3	37,4	19,2
Koulukuraattori	42,0	33,2	23,1

Taulukosta 5.2 havaitaan, että ajantasaisia oppimateriaaleja oli ollut eniten käytettävissä. Yli kaksi kolmasosaa vastaajista koki, että tukiopetusta oli ollut riittävästi saatavilla ja noin kolme viidesosaa piti toimintamateriaalien saatavuutta riittävänä. Koulupsykologin ja -kuraattorin palvelujen kohdalla mielipiteet jakaantuivat eniten. Noin kolmannes vastaajista koki kyseisiä palveluja olleen riittämättömästi saatavilla, mutta noin yksi viidesosa ei ollut kokenut tarvetta kyseisille palveluille. Noin kaksi viidesosaa vastaajista oli saanut riittävästi koulupsykologin ja -kuraattorin palveluja.

Opettajaryhmien välisiä eroja palvelujen saatavuuden kokemisessa testattiin khiin neliö -testillä. Miesopettajat (66 %) kokivat naisopettajia (51 %) useammin saaneensa erityisopetuksen palveluja riittävästi, kun taas naisista 43 prosenttia koki saaneensa kyseisiä palveluja riittämättömästi (miehistä 30 %). Tämä ero miesten ja naisten välillä on tilastollisesti merkitsevä ($p = 0,024$).⁵ Yhdysluokkaa opettavista 65 prosenttia koki saaneensa luo-

5 Tarkastelu ristiintaulukoinnilla ja Khiin neliö -testillä

kalleen erityisopettajan palveluja riittävästi, kun vain kuudetta vuosiluokkaa opettavista 55 prosenttia koki samoin. Erityisopetuksen palvelut riittämättömäksi koki 27 prosenttia yhdysluokkaa opettavista ja 42 prosenttia vain kuudetta vuosiluokkaa opettavista. Ero ryhmien välillä on tilastollisesti merkitsevä ($p = 0,013$). Koulunkäyntiä avustavien henkilöiden saatavuudessa oli samansuuntainen ero: yhdysluokkaa opettavista 64 prosenttia koki ne riittäväksi ja 27 prosenttia riittämättömiksi. Vain kuudetta vuosiluokkaa opettavista 45 prosenttia koki kyseiset palvelut riittäviksi ja 39 prosenttia riittämättömiksi. Ero oli tilastollisesti merkitsevä ($p = 0,001$). Ero selittyy sillä, että yhdysluokkaa opettavilla on käytössään koulunkäyntiä avustavia henkilöitä useammin kuin yhtä vuosiluokkaa opettavilla tai yhdysluokkaa opettavat ovat tottuneet joustamaan ja huomioimaan erilaiset ja eri-ikäiset oppijat.

Tärkeät tekijät matematiikan opetuksessa

Opettajia pyydettiin arvioimaan, kuinka tärkeänä tekijänä he pitivät matematiikan opetuksessa kymmentä eri osatekijää. Vastausvaihtoehtoina oli neliportainen skaala, jonka ääripäät olivat ”ei juuri lainkaan tärkeä” = 1 – ”erittäin tärkeä” = 4. Taulukossa 3 on esitelty nämä tekijät keskiarvojen mukaisessa järjestyksessä.

TAULUKKO 5.3 Eri osatekijöiden merkitys matematiikan opetuksessa keskiarvojen mukaisessa järjestyksessä. Vastausvaihtoehtojen ääripäät olivat ”ei juuri lainkaan tärkeä” = 1 ja ”erittäin tärkeä” = 4.

Osio	N	keskiarvo	keskihajonta
Oppilaiden myönteinen asenne matematiikkaa kohtaan	362	3,78	0,44
Oppikirja	363	3,73	0,51
Oppilaiden itsenäinen työskentely	362	3,50	0,55
Opettajan opas	362	3,40	0,71
Oppilaiden yhteistoiminnallinen työskentely	362	3,09	0,70
Matematiikan oppimisvälineet (toimintamateriaalit)	361	3,01	0,69
Yhteistyö oman koulun opettajien kanssa	362	3,00	0,86
Yhteistyö koulunkäyntiavustajien ja kouluavustajien kanssa	360	2,91	0,96
Saamani täydennys- ja lisäkoulutus	359	2,73	0,89
Ajankohtaisten tapahtumien hyödyntäminen	362	2,25	0,77

Taulukosta 5.3 havaitaan, että tärkeimpänä tekijänä opettajat pitivät oppilaiden myönteistä asennetta. Tulos on perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden tavoitteiden mukainen, sillä niissä korostetaan muun muassa onnistumisen elämyksiä ja iloa ongelmien ratkaisusta matematiikassa (Opetushallitus 2004). Oppikirjalla on myös hyvin keskeinen rooli, samoin oppilaiden itsenäisellä työskentelyllä ja opettajan oppaalla (vrt. Joutsenlahti & Vainionpää 2010). Ajankohtaisten tapahtumien hyödyntäminen, täydennys- ja lisäkoulutus ja erilaiset yhteistyömuodot eivät saaneet niin paljon kannatusta, tosin taulukon 5.3 keskiarvoista suurin osa on neliportaisella skaalalla [1,4] kolme tai yli, joten lähes kaikkia suurin osa opettajista piti vähintään melko tärkeänä (= arvo 3).

Opettajaryhmien välisiä eroja testattiin t-testillä (2 ryhmää) tai yksisuuntaisella varianssianalyysillä (ryhmiä 3 tai enemmän)⁶. Tilastollisesti merkitseviä eroja löytyi siltä osin, että suomenkieliset pitivät ruotsinkielisiä tärkeämpänä opettajan opasta ($p = 0,002$), samoin vain kuudetta vuosiluokkaa opettavat pitivät opettajan opasta tärkeämpänä kuin yhdysluokan opettajat ($p = 0,006$). Ero saattaa selittyä sillä, että yhdysluokan opettajista 27 prosenttia omasi opettajakokemusta 29 vuotta tai enemmän, kun vain kuudetta vuosiluokkaa opettavista 16 prosentilla oli vastaavaa opettajakokemus. Voidaan olettaa, että pitkä työkokemus tuottaa taidon irrottautua kirjallisista ohjeista ja tehdä asioita intuitiivisesti näkemyksensä mukaan. Ne, jotka olivat opettaneet nykyistä luokkaansa viimeiset 3–5 vuotta pitivät opettajan opasta tärkeämpänä kuin vähemmän samaa luokkaa opettaneet ($p = 0,040$). Oppikirjan tärkeyden kokemisessa opettajaryhmien välillä ei ollut eroja, mikä saattaa johtua siitä, että opettajat ylipäätään pitivät oppikirjaa melko tai erittäin tärkeänä (ks. luku 4, Joutsenlahti & Vainionpää 2010). Ei juuri lainkaan tärkeänä tai jonkin verran tärkeänä oppikirjaa piti vain noin 3 prosenttia vastaajista. Yhteistyö oman koulun opettajien kanssa oli naisten mielestä tärkeämpää kuin miesten mielestä ($p = 0,049$). Eroa syntyi myös kaikkein kokeneimman opettajaryhmän ja 6–13 vuotta opettaneiden välille: kokenein ryhmä piti yhteistyötä tärkeämpänä ($p = 0,029$). Yhteistyö koulunkäyntiavustajien ja kouluavustajien kanssa oli yhdysluokan opettajien mielestä tärkeämpää kuin pelkkää kuudetta vuosiluokkaa opettavien mielestä ($p = 0,005$). Tämä selittyy yhdysluokkatyöskentelyn luonteella: avustavalle henkilökunnalle on jatkuvasti tarjolla mielekkäitä ja tarpeellisia työtehtäviä.

Saamaansa täydennys- ja lisäkoulutusta ruotsinkieliset pitivät tärkeämpänä kuin suomenkieliset ($p = 0,026$), samoin naiset pitivät sitä tärkeämpänä kuin miehet ($p < 0,001$). Naisten kokema koulutuksen tärkeys voi selittyä useissa aiemmissa tutkimuksissa todetulla naisten heikommalla matematiikkakuvalla itsestään matematiikan osaajana (Lindgren 1995; Kaasila 2000; Joutsenlahti

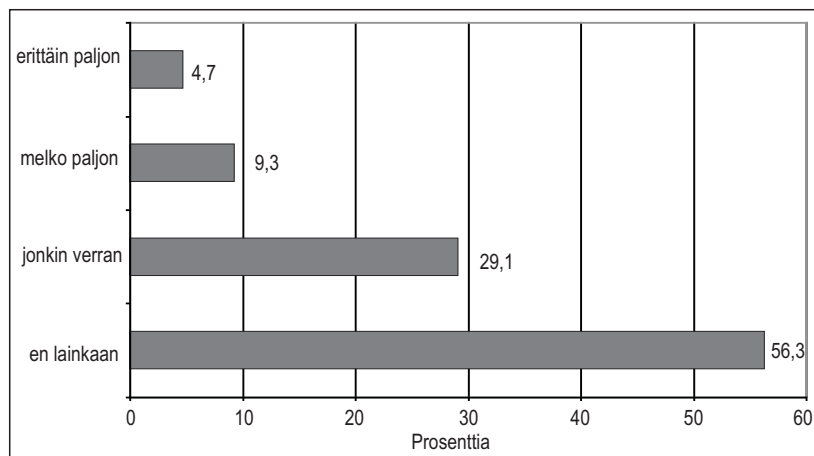
6 Tässä jaksossa yksisuuntaisen varianssianalyysin Post Hoc -testeinä käytettiin Bonferronia (samanvarianssiset ryhmät) ja Tamhanea (erivarianssiset ryhmät).

2005). Jostain syystä myös ne, jotka olivat olleet saman luokan kanssa viimeiset 3–5 vuotta, pitivät täydennyskoulutusta tärkeämpänä kuin lyhyemmän aikaan saman luokan kanssa olleet. Ajankohtaisten tapahtumien hyödyntämisen tärkeydessä ei ollut opettajaryhmien välillä eroja, eikä myöskään oppilaiden myönteisen asenteen tärkeyden kokemisessa. Nämä kaksi osiota olivat kaksi ääripäätä kun tarkastellaan koko aineistoa (ks. taulukko 5.3) ja erojen löytymättömyys voi selittyä vastausjakaumien kasautumisella jompaankumpaan ääripäähän.

Matematiikan oppimisvälineitä (toimintamateriaaleja) pitivät naiset tärkeämpinä kuin miehet ($p = 0,004$). Samoin ne, jotka olivat olleet pitkään saman luokan kanssa, pitivät niitä tärkeämpinä kuin vähemmän aikaa saman luokan kanssa olleet ($p = 0,049$). Tämä saattaa selittyä ajan myötä parantuneella oppilaantuntemuksella, joka on auttanut suuntaamaan opetusta yksilölliseen ja toimintamateriaaleja hyödyntävään suuntaan. Opettajakokemuksen mukaiset ryhmät erosivat tässä mielipiteessä selvästi. Toimintamateriaalin tärkeänä kokeminen muuttuu tulosten perusteella käyräviivaisesti siten, että 14–20 tai 21–28 vuotta peruskoulussa opettaneet pitivät niitä tärkeämpinä kuin muut ryhmät. Nämä erot eivät ole kuitenkaan tilastollisesti merkitseviä, joten niitä voidaan pitää korkeintaan suuntaa antavina.

Oppilaiden itsenäisen työskentelyn tärkeänä pitäminen kasvoi lähes suoraviivaisesti opettajakokemuksen kasvaessa: mitä kokeneempi opettaja, sitä tärkeämpänä hän piti itsenäistä työskentelyä. Erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä. Ainoa ero tässä osiossa oli se, että naiset pitivät yhteistoiminnallisia työtapoja tärkeämpinä kuin miehet ($p = 0,001$).

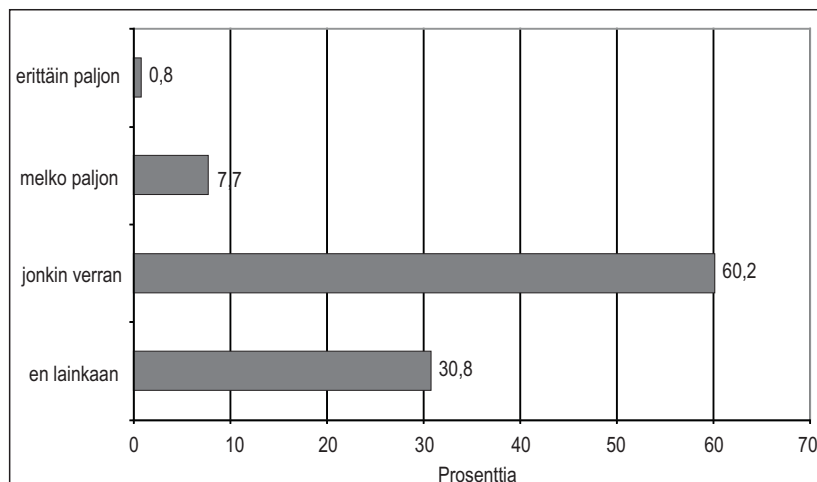
Matematiikan kunta- tai koulukohtaiseen opetussuunnitelmatyöhön opettajat ilmoittivat osallistuneensa kuviossa 5.1 näkyvän jakauman mukaisesti.



KUVIO 5.1 Opettajien osallistuminen kunta- tai koulukohtaiseen opetussuunnitelmatyöhön.

Kuviosta 5.1 nähdään, että yli puolet (56 %) opettajista ei ole osallistunut ollenkaan opetussuunnitelmatyöhön. Noin 14 prosenttia on osallistunut siihen melko tai erittäin paljon. Opettajaryhmien välisiä eroja tarkasteltaessa miehet kokivat osallistuneensa naisia useammin opetussuunnitelmatyöhön ($p = 0,001$). Ero syntyi lähinnä siitä, että naisista lähes kaksi kolmasosaa (64 %) ei ollut lainkaan osallistunut matematiikan opetussuunnitelmatyöhön, mutta miehistä heitä oli noin puolet (51 %). Matematiikan lisäopinnot olivat myös joko kannustaneet tai tuottaneet velvollisuuden osallistua opetussuunnitelmatyöhön, sillä vähintään perusopinnot (25 op/15 ov) suorittaneet olivat osallistuneet enemmän opetussuunnitelmatyöhön kuin pelkämonialaiset opinnot suorittaneet. Opettajakokemuksen myötä todennäköisyys päästä mukaan opetussuunnitelmatyöhön kasvaa, koska kaksi kokemukseltaan nuorinta ryhmää erottui muista kokemusryhmistä tilastollisesti merkitsevästi eli he olivat osallistuneet muita vähemmän tähän työhön. Nuorin ryhmä erottui kolmesta kokeneimmasta ryhmästä erittäin merkitsevästi (kaikki p -arvot $< 0,001$) ja toiseksi nuorin ryhmä erottui melkein merkitsevästi tai erittäin merkitsevästi kolmesta kokeneimmasta ryhmästä ($p = 0,039$, $p = 0,033$ ja $p < 0,001$).

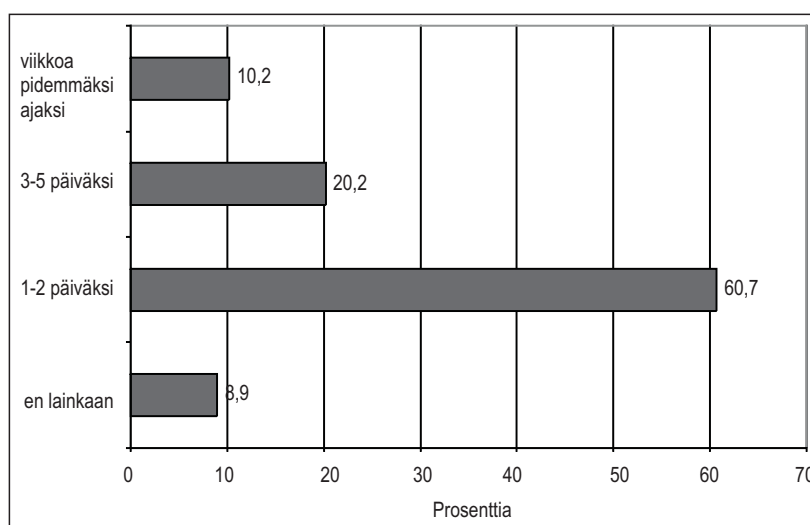
Opettajat käyttivät itsevalmistettua matematiikan oppimateriaalia kuviossa 5.2 näkyvällä tavalla.



KUVIO 5.2 Opettajien ilmoittama itsevalmistetun matematiikan oppimateriaalin käyttömäärä.

Kuviosta 5.2 nähdään, että noin 60 prosenttia opettajista valmistaa jonkin verran oppimateriaalia. Melko tai erittäin paljon oppimateriaalia valmistaa alle 10 prosenttia opettajista ja lähes kolmannes valmistaa oppimateriaalia erittäin vähän. Opettajaryhmien välisiä eroja tarkasteltaessa ilmenee sama ero kuin opetussuunnitelmatyössä: lisäopintojen myötä oppimateriaalin itsevalmistus näyttää lisääntyvän ($p = 0,001$). Ero näkyy etenkin vähiten valmistavien ryhmässä. Vain monialaiset opinnot suorittaneista kolmannes (34 %) valmistaa erittäin vähän oppimateriaalia, kun taas enemmän koulutusta saaneista tässä ryhmässä on vain noin viidennes (22 %). Syynä saattaa olla se, että koulutuksen myötä saavutettu osaaminen lisää kriittisyyttä valmiiksi tarjottua materiaalia kohtaan.

Opettajien täydennyskoulutushalukkuutta tiedusteltiin kahdella kysymyksellä. Ensimmäisessä kartoitettiin opettajien halukkuutta maksuttomaan matematiikan opetusta koskevaan täydennyskoulutukseen. Kuviossa 5.3 näkyy mielipiteiden jakauma tässä kysymyksessä.



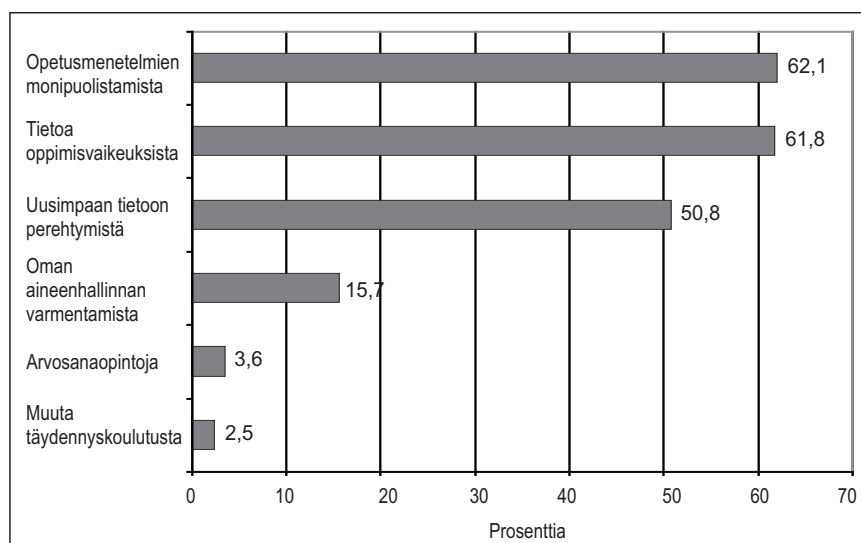
KUVIO 5.3 Opettajien halukkuus osallistua maksuttomaan matematiikan opetukseen liittyvään täydennyskoulutukseen.

Kuviosta 5.3 näkyy, että opettajista suurin osa (61 %) olisi valmis 1–2 päivää kestäväan koulutukseen. Tämä osuus on selvästi suurempi kuin vuonna 2007 tehdyssä vastaavassa kartoituksessa (Niemi 2008, 36). Koulutushaluttomien määrä ei sen sijaan ole muuttunut ollen tässäkin kartoituksessa noin 10 prosenttia opettajista. Lähes samansuuruinen osa olisi valmis viikkoa pidempään koulutukseen ja noin viidennes 3–5 päivää kestäväan koulutukseen. Opettajaryhmien välisiä eroja tarkasteltaessa (khiin neliö -testillä) ilmenee kieliryhmien välillä eroja. Lähes 80 prosenttia ruotsinkielisistä olisi halukkaita osallistumaan 1–2 päivää kestäväan koulutukseen, kun taas suomenkielisillä mielisiteet jakautuvat jotakuinkin kuvion 5.3 osoittamalla tavalla. Sukupuolet eroavat ($p = 0,004$) täydennyskoulutushalukkuudessa siten, että kaksi kolmasosaa (66 %) miehistä olisi kiinnostunut 1–2 päivää kestävästä koulutuksesta, kun taas naisista vastaavan pituisesta koulutuksesta on kiinnostunut hieman yli puolet (55 %). 3–5 päivää kestävästä koulutuksesta olisi naisista kiinnostunut vajaa kolmannes (29 %) ja miehistä 13 prosenttia. Monialaisia laajemmat opinnot näyttäivät lisäävän kiinnostusta erityisesti viikkoa pidempään koulutukseen. Tämän voi päätellä siitä, että kun monialaiset opinnot suorittaneista vastaajista 8 prosenttia halusi yli viikon koulutusta, laajemmat opinnot (15 ov / 25 op) suorittaneista yli viikon koulutukseen halusi 19 prosenttia. Khiin neliöllä testattuna näiden kahden ryhmän välinen ero koulutushalukkuudessa oli tilastollisesti merkitsevä ($p = 0,021$). Myös opettajakokemus on yhteydessä täydennyskoulutushalukkuuteen ($p = 0,003$)⁷.

⁷ Testattiin ristiintaulukoinnilla ja Khiin neliö -testillä.

Selvimmän kokemus näkyy siinä, että yli viidennes (21 %) kokeneimmasta opettajaryhmästä ei ole ollenkaan kiinnostunut täydennyskoulutuksesta, kun taas muissa kokemusryhmissä halukkuus jakautuu kutakuinkin samankaltaisesti ryhmästä toiseen.

Täydennyskoulutukseen liittyen opettajilta tiedusteltiin vielä millaista täydennyskoulutusta he haluaisivat. Vastausvaihtoehtoina oli viisi eri täydennyskoulutuksen osa-aluetta ja lisäksi muu, mikä -vaihtoehto. Kuviossa 5.4 on eritelty, mitä vaihtoehtoja opettajat valitsivat.



KUVIO 5.4 Opettajien haluamat täydennyskoulutuksen muodot.

Kuviosta 5.4 nähdään, että eniten opettajat haluaisivat koulutusta opetusmenetelmien monipuolistamisesta ja oppimisvaikeuksista. Myös alan uusimpaan tietoon perehtyminen kiinnostaa noin puolta opettajista. Aineenhallinnan varmentamiseen kaipaa tukea noin kuudennes opettajista, mutta arvosanaopintoja vain pieni osa. On kuitenkin huomattava, että lähes kaksi kolmasosaa (66 %) opettajista halusi täydennyskoulutusta useammasta kuin yhdestä aihepiiristä. Suosituin koulutusyhdistelmä oli opetusmenetelmät, uusin tieto ja oppimisvaikeudet, joista oli kiinnostunut kuudesosa opettajista. Toiseksi suosituin yhdistelmä oli opetusmenetelmät ja oppimisvaikeudet.

5.3.2 Matematiikkaan liittyvä asennoituminen

Opettajille suunnattu kysely päättyi 32 asenneväittämää sisältävään mittariin, jolla kartoitettiin opettajien käsityksiä matematiikan opettamisesta. Asenneväittämien laatiminen perustui teoriaan opettajan matematiikkakuvasta, joka koostuu kolmesta komponentista (Kaasila ym. 2007). Myös Päivi Perkilän (2002) väitöskirjassaan luoma asennemittari oli pohjana asenneväittämiä muotoiltaessa. Mittarin rakenteeseen saatiin vahvistus pääakselimenetelmällä (Principal Axis) suoritetusta kolmen faktorin faktorianalyysistä. Sen perusteella muodostettiin kolme summamuuttujaa, jotka olivat

Faktori 1: Uskomukset itsestä matematiikan oppijana ja opettajana

Cronbachin alfa 0,669

Sisältää 10 väittämää, joiden sisältönä on esimerkiksi:

”... minulla on hyvät valmiudet..”

”... opetan mielelläni...”

”... olen kiinnostunut...”

Faktori 2: Uskomukset matematiikasta, sen oppimisesta ja opettamisesta

Cronbachin alfa 0,731

Sisältää 10 väittämää, joiden sisältönä on esimerkiksi:

”... opetan uudet asiat samanaikaisesti..”

”... etenen oppikirjan mukaisesti...”

”... laadukas oppimateriaali – – syy oppilaiden osaamiseen...”

Faktori 3: Uskomukset sosiaalisesta kontekstista, jossa oppiminen ja opettaminen tapahtuvat

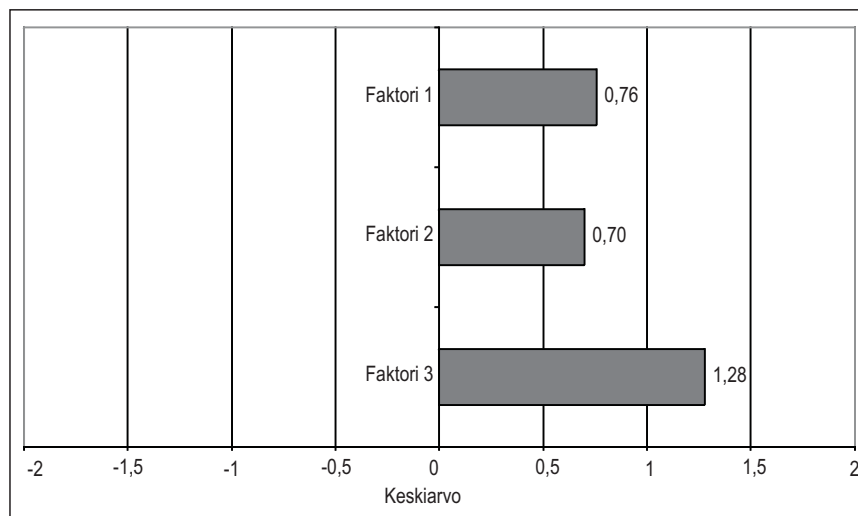
Cronbachin alfa 0,602

Sisältää 2 väittämää, joiden sisältönä ovat:

”... oppilailla tulisi olla mahdollisuus työskennellä yhdessä...”

”... on tärkeää, että oppilaita rohkaistaan löytämään – – ja keskustelemaan...”

Kuviossa 5.5 näkyy kunkin faktorin (summamuuttujan) keskiarvot. Faktoista muodostettiin keskiarvosummamuuttujia eli niiden teoreettinen vaihteluväli on sama kuin alkuperäisissä kysymyksissä [-2,2].



KUVIO 5.5 Opettajien asennesummamuuttujien keskiarvot.

Kuviosta 5.5 nähdään, että ensimmäisen ja toisen faktorin keskipistemäärät ovat lähellä yhtä ja kolmannen faktorin keskipistemäärä on yli yksi. Opettajilla on siis keskimäärin varsin positiivinen käsitys matematiikasta ja itsestään matematiikan opettajana. Matematiikan oppimisen sosiaalinen ulottuvuus nousi näistä tärkeimmäksi saadessaan korkeimman keskiarvon. Asennesummamuuttujien ja oppilaan osaamiseen liittyvien muuttujien välillä ei havaittu yhteyttä⁸.

Faktorilla 1 eli ”Uskomukset itsestä matematiikan oppijana ja opettajana” 5 prosenttia opettajista sai negatiivisen pistemäärän eli heillä ei ole kovinkaan positiivinen käsitys itsestään matematiikan oppijana ja opettajana. Pistemäärän yksi tai enemmän sai kolmasosa opettajista. Heillä on siis varsin positiivinen käsitys tästä asiasta.

Faktorilla 2 eli ”Uskomukset matematiikasta, sen oppimisesta ja opettamisesta” 6 prosenttia opettajista sai negatiivisen pistemäärän eli he suhtautuvat matematiikkaan ja sen opettamiseen varautuneesti. Pistemäärän yksi tai enemmän sai lähes kolmasosa opettajista (31 %). Heillä on täten varsin positiivinen käsitys matematiikasta ja sen opettamisesta.

Faktorilla 3 eli ”Uskomukset sosiaalisesta kontekstista, jossa oppiminen ja opettaminen tapahtuvat” negatiivisen pistemäärän sai vain 1,4 prosenttia opettajista. Vastaavasti pistemäärän yksi tai enemmän sai 82,8 prosenttia vastaajista. Opettajat pitävät siis oppimisen sosiaalista ulottuvuutta varsin tärkeänä matematiikan opetuksessa. Tosin hajontaa mielipiteissä oli eniten juuri tässä 3. faktorissa (keskihajonta 0,60).

8 Analysoitiin Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokertoimen avulla.

Opettajaryhmien välisiä eroja tarkasteltaessa niitä syntyi faktorilla 1. Aiempi matematiikkaan liittynyt kouluttautuminen lisäsi uskoa itsestään matematiikan oppijana ja opettajana ($p < 0,001$). Myös opettajakokemus lisää tätä: mitä enemmän opettajakokemusta, sitä voimakkaampi uskomus. Tilastollisesti merkitsevä ero oli kokeneimman ja kokemattomimman ryhmän välillä ($p = 0,001$). Faktorilla 3 ero oli naisten ja miesten välillä ($p < 0,001$). Naiset pitivät oppimisen sosiaalista ulottuvuutta miehiä tärkeämpänä. Myös pelkkää kuudetta vuosiluokkaa opettavat arvioivat tämän ulottuvuuden tärkeämmäksi kuin yhdysluokkaa opettavat ($p = 0,046$).

5. 4 POHDINTAA

Tässä artikkelissa keskityttiin opettajanäkökulman esiintuomiseen. Matematiikan opettaminen kuuluu alakoulussa useimmiten luokan omalle opettajalle (ja useimmiten luokanopettajalle), mutta myös koulun muut opettajat voivat olla mukana tai jopa pääroolissa matematiikan opetuksessa. Kyselyn tulosten perusteella voidaan sanoa, että opettajat ovat varsin motivoituneita ja tietoisia matematiikan opetukseen liittyvistä seikoista. Toki erimielisiäkin mielipiteitä ilmeni. Matematiikkaan liittyvät oppimisvaikeudet ja opetusmenetelmien monipuolistamiseen liittyvät asiat nousivat opettajien täydennyskoulutustarpeissa tärkeimmiksi. Tulos antaa vihjeitä myös opettajien peruskoulutuksen (pre-service) ja täydennyskoulutuksen (in-service) kehittämiseen niin luokanopettajien kuin aineenopettajien osalta.

Matematiikka on monissa yhteyksissä mielletty miehiseksi oppiaineeksi. Jostain syystä tämänkin tutkimuksen aineistossa korostuu miehinen näkökulma: matematiikkaa opettavista suurempi osa oli miehiä, vaikka peruskoulun opettajissa suurempi osa on naisia. Naisilla ja tytöillä saattaa olla ennakokäsityksiä matematiikasta ja sen opiskelusta, jotka pitäisi saada muutettua jo peruskoulun alkuvuosina. Asennekasvatus on tärkeää kaikilla tasoilla: naisia pitäisi rohkaista matematiikan opettajiksi, jolloin tyttönäkökulma tulisi ehkä paremmin huomioituksi.

Oppimateriaalien keskeinen asema tuli selvästi esille. Niiden laatuun on syytä panostaa jatkossakin ja oppimateriaalien laaduntarkkailua olisi syytä kehittää laajalla yhteistyöllä vastuullisten toimijoiden kanssa (vrt. Joutsenlahti & Vainionpää 2010).

Matematiikkaan liittyvää tukiopetusta oli yli kahden kolmasosan mielestä riittävästi saatavilla. Se ei näytä olevan iso ongelma, mutta tukiopetuksen saatavuutta ja laatua on syytä tarkkailla järjestelmällisesti. Erityisopetusta oli noin 60 prosentin mielestä riittävästi saatavilla, toisaalta kolmannes koki että sitä ei ollut riittävästi. Tässä näkyy varmaankin alueellinen ja koulukohmainen vaihtelevuus.

Oppilaiden myönteinen asenne matematiikkaa kohtaan oli opettajien mielestä tärkein opetukseen vaikuttava osatekijä. Myönteisen asenteen herättäminen ja ylläpitäminen on haastava tehtävä. Sen eteen pitää tehdä jatkuvaa työtä ja opettajan pitää tuntea oppilaan käsitemaailma niin hyvin, että hän pystyy sen avulla rakentamaan oppilaan matemaattisen ymmärryksen.

Opettajat halusivat täydennyskoulutuksessa eniten koulutusta opetusmenetelmien monipuolistamiseen matematiikan opetuksessa. Tähän liittyen sosiaaliset työtavat ja oppimisen sosiaalinen ulottuvuus nousivat tuloksissa korostetusti esiin. Sosiaalisten toimintatapojen avulla korostuu oppilaan ajatteluprosessien näkyville saattaminen opettajalle, muulle luokalle ja hänelle itselleen⁹. Tähän seikkaan onkin syytä kiinnittää huomiota matematiikan perus- ja täydennyskoulutuksessa, matematiikan opetuksessa sekä matematiikan didaktiikan tutkimuksessa.

9 Eräs tällainen työtapa niin suullisessa kuin kirjallisessa matematiikan työskentelyssä on matematiikan kielentäminen (esim. Joutsenlahti 2003).

LÄHTEET

- Joutsenlahti, J. (2003). *Kielentäminen matematiikan opiskelussa*. Teoksessa A. Virta & O. Marttila (toim.), *Opettaja, asiantuntijuus ja yhteiskunta. Ainedidaktinen symposium 7.2.2003*. Turun yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunnan julkaisusarja B:72, 188–196.
- Joutsenlahti, J. (2005). *Lukiolaisen tehtäväorientoituneen matemaattisen ajattelun piirteitä: 1990-luvun pitkän matematiikan opiskelijoiden matemaattisen osaamisen ja uskomusten ilmentämänä*. Acta Universitatis Tampereensis 1061.
- Joutsenlahti, J. & Vainionpää, J. (2010). Matematiikan oppimateriaali matematiikan opetuksessa ja osaamisessa. Teoksessa E. K. Niemi & J. Metsämuuronen (toim.), *Miten matematiikan taidot kehittyvät? Matematiikan oppimistulokset peruskoulun viidennen vuosiluokan jälkeen vuonna 2008*. Koulutuksen seurantaraportit 2010:2. Helsinki: Opetushallitus.
- Kaasila, R. (2000). "ELÄYDYIN OPPILAIKEN ASEMAAN." *Luokanopettajaksi opiskelevien kouluaikeisten muistikuvien merkitys matematiikkaa koskevien käsitysten ja opetuskäytäntöjen muotoutumisessa*. Acta Universitatis Lapponiensis 32.
- Kaasila, R., Hannula, M.S., Laine, A. & Pehkonen, E. (2007). Millä tavalla luokanopettajaopiskelijoiden matematiikkakuvan muutosta voidaan edistää? Teoksessa J. Lavonen (toim.), *Tutkimusperäinen opettajankoulutus ja kestävä kehitys. Ainedidaktinen symposiumi Helsingissä 3.2.2006*. Osa 1. Helsingin yliopiston soveltavan kasvatustieteen laitos. Tutkimuksia 285, 349–359.
- Kumpulainen, T. (toim.) (2009). *Opettajat Suomessa 2008*. Opetushallitus. Tampere: Esa Print Oy.
- Lindgren, S. (1995). *Pre-service Teachers' Beliefs and Conceptions about Mathematics and Teaching Mathematics*. Tampereen yliopiston opettajankoulutuslaitoksen julkaisu A4/1995.
- Metsämuuronen, J. (2009). *Metodit arvioinnin apuna. Perusopetuksen oppimistulosarvioinnin ja -seurantojen menetelmäratkaisut*. Oppimistulosten arviointi 1/2009. Helsinki: Opetushallitus.
- Metsämuuronen, J. (2010). Oppimisen ja asenteiden muutos perusopetuksen 3–6 luokilla. Teoksessa E. K. Niemi & J. Metsämuuronen (toim.), *Miten matematiikan taidot kehittyvät? Matematiikan oppimistulokset peruskoulun viidennen vuosiluokan jälkeen vuonna 2008*. Koulutuksen seurantaraportit 2010:2. Helsinki: Opetushallitus.
- Niemi, E. K. (2008). *Matematiikan oppimistulosten kansallinen arviointi 6. vuosiluokalla vuonna 2007*. Oppimistulosten arviointi 1/2008. Helsinki: Opetushallitus.
- Opetushallitus. (2004). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004*. Osoitteessa http://www02.oph.fi/ops/perusopetus/pops_web.pdf. [Luettu 29.3.2010]
- Peltonen, T. (2002). *Pienten koulujen esiopetuksen kehittäminen – entisajan alakoulusta esikouluun*. Väitöskirja. Oulun yliopisto, kasvatustieteiden tiedekunta. Osoitteessa <http://herkules.oulu.fi/isbn9514268962/isbn9514268962.pdf>. [Luettu 29.3.2010].
- Perkkilä, P. (2002). *Opettajien matematiikkauskomukset ja matematiikan oppikirjan merkitys alkuopetuksessa*. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto.

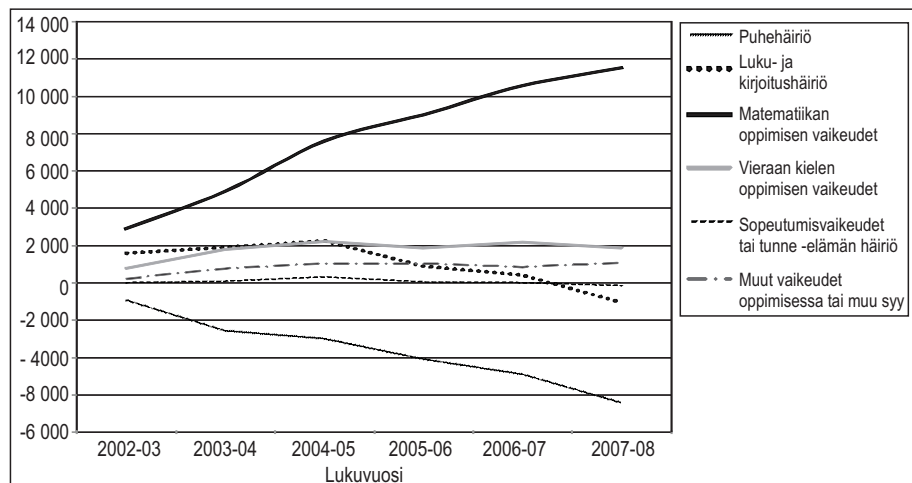
6 MATEMATIIKASSA HEIKOSTI SUORIUTUVAT OPPILAAT PERUSOPETUKSEN 6. LUOKAN ALUSSA

6.1 JOHDANTO

6.1.1 Selvityksen tausta

Perusopetuksen tavoitteena on antaa kaikille oppilaille elämässä tarpeellisia tietoja ja taitoja sekä edistää oppilaiden edellytyksiä osallistua koulutukseen ja muutoin kehittää itseään elämänsä aikana (Perusopetuslaki 3 §). Ne tiedot ja taidot, joita pidetään tärkeinä opittavina asioina määritellään opetussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus 2004). Oppilaat onnistuvat saavuttamaan oppimistavoitteet eritasoisesti. Osa oppilaista ei saavuta tavoitteita läheskään siinä määrin, että ne tarjoaisivat edellytyksiä osallistua esimerkiksi perusopetuksen jälkeiseen koulutukseen. Tietoa matematiikassa heikosti suoriutuvien oppilaiden taitojen kehityksestä kouluaikana on kuitenkin vähän. Aihe on kuitenkin erittäin ajankohtainen ainakin kolmesta syystä.

Ensiksi – vastoin pyrkimystä – erityisopetusta saavien oppilaiden määrä on lähes koko 2000-luvun kasvanut. Suurinta kasvu on ollut matematiikan osa-aikaisessa erityisopetuksessa, jossa on oppilasmäärän vuosittainen kasvu ollut keskimäärin yli 9 % (Kuvio 6.1).



KUVIO 6.1 Osa-aikaisen erityisopetuksen kumulatiivinen muutos aika-välillä 2002–2008 oppilasmääränä ensisijaisen syyn mukaan luokiteltuna (Lähde: Tilastokeskus, <http://www.stat.fi/til/erop/>).

Kuten kuviosta voidaan havaita, matematiikan osa-aikainen erityisopetus muodostaa kehityksessään poikkeaman muista osa-aikaisen erityisopetuksen syytekijöistä. Huolimatta merkittävästä kasvusta on kuitenkin huomiotava, että peruskoululaisista vain noin viisi prosenttia on saanut osa-aikaista erityisopetusta ensisijaisena syynä matematiikka. Koko osa-aikaista erityisopetusta saaneiden joukko on ollut keskimäärin yli 20 % peruskoululaisista (ks. Tilastokeskus, <http://www.stat.fi/til/erop/>)

Erityisopetuksen kasvu on ollut yksi taustatekijä sille, että perusopetuslain erityisopetusta ja muuta tukea koskevia säännöksiä ollaan muuttamassa (HE 109/2009). Muutosprosessissa on tärkeää, että erityisopetuksen ja muun tuen kehittämiseksi on olemassa tutkittua tietoa.

Opetussuunnitelmauudistuksen yhteydessä tehdyissä selvityksissä (mm. Kartovaara 2007; 2009) heikosti suoriutuvien oppilaiden opettaminen on noussut yhdeksi keskeisimmistä kehittämiskysymyksistä. Kartovaara (2009) selvitti rehtorien ja opetuksen järjestäjien käsityksiä, millä osa-alueilla kouluissa tarvittaisiin eniten koulutusta, ohjausta ja muuta tukea opetussuunnitelman toteuttamiseksi. Viidestä tärkeimmäksi katsotusta alueesta kolme kosketi heikommin suoriutuvia: opetuksen eriyttäminen, erityistä tukea tarvitsevien opetus sekä oppilashuolto. Kaksi muuta tärkeäksi koettua kehittämiskysymystä olivat opetusmenetelmät sekä oppilaan arviointi. Kun vastaava kysymys esitettiin opetussuunnitelmauudistuksen kokeilukouluille, ensimmäiseksi kehittämiskohteeksi nousi aihekokonaisuudet ja toiseksi erityisopetus (Kartovaara 2007).

Koulujen rehtoreista 55 % piti oppimisen tukemista, joustavia opetusjärjestelyjä ja eriyttämistä ykkösasiana suomalaisen koulun kehittämisessä (Kartovaara 2009). Kuitenkin tuoreen selvityksen (Rimpelä ym. 2007) perusteella olemassa olevia tukemisen ja eriyttämisen keinoja käytetään erittäin vaihtelevasti: noin 4 prosenttia kouluista ei ole tarjonnut tukiopetusta lainkaan ja yli 40 %:ssa kouluista tukiopetukseen on varattu alle kaksi tuntia viikossa sataa lasta kohti. Samanaikaisesti 22 % perusopetuksen 1.–9. -luokkien oppilaista oli jossain määrin saanut osa-aikaista erityisopetusta.

Peruskoululaisista noin 8 % (runsas 47 000 oppilasta) on otettu tai siirretty erityisopetukseen. Määrä on kasvanut vuosittain ollen vuoden 2008 tilastossa 1200 oppilasta edellisvuotta enemmän huolimatta kokonaisoppilasmäärän vähenemisestä (Tilastokeskus 2009). Näistä oppilaista noin puolet opiskeli erityisryhmissä ja puolet joko kokonaan tai osittain integroituna yleisopetuksen ryhmiin. Yksityiskohtaista koottua tietoa erityisopetuspäätösten taustatekijöistä ei ole, joten matematiikan oppimispulmien roolia tässä ei tiedetä.

Opetuksen tavoitteena on edistää tasa-arvoisuutta yhteiskunnassa sekä turvata yhdenvertaisuus koulutuksessa koko maan alueella (Perusopetuslaki, 3 §). Maakunnittaiset erot erityisopetukseen otettujen tai siirrettyjen peruskoulun oppilaiden osalta ovat olleet huomattavia. Erityisopetukseen otettujen tai siirrettyjen oppilaiden suhteellinen osuus on ollut suurin Etelä-Karjalassa (9,5 %) ja pienin Pohjois-Pohjanmaalla (5,9 %) ja Ahvenanmaalla (3,1 %) (Tilastokeskus, 2009) (ks. myös luku 3, Metsämuuronen 2010, alaviite 28).

Yleisopetuksen opetussuunnitelmaa noudattavien erittäin heikosti suoriutuvien oppilaiden alueellisista jakaumista ei ole aiemmin tehty yhteen koottua vertailua. Tässä luvussa tarkastelemme kansallisen seuranta-arvioinnin kuudennen luokan alun aineiston pohjalta matematiikassa heikosti suoriutuneita oppilaita. Keskeisimmät kysymykset, joihin haemme vastausta, ovat heikosti suoriutuvien oppilaiden määrä sekä alueelliset, sukupuoleen ja äidinkieleen liittyvät erot heikosti suoriutuvien määrissä. Toiseksi käsittelemme tuki- ja erityisopetuksen kohdentumista heikosti suoriutuville oppilaille. Kolmanneksi käsittelemme taitojen ja oppimiseen liittyvien asenteiden yhteen kieltoutumista ja erityisesti matematiikkaan liittyviä ahdistuneisuuden kokemuksia (ns. matematiikka-ahdistus).

6.1.2 Heikon osaamisen määrittelyminen

Oppilaan heikkoja oppimistuloksia voidaan lähestyä kahdesta eri näkökulmasta: osaaminen suhteessa johonkin oppimistavoitteeseen tai suhteessa siihen, millaista osaaminen on koko opetettujen oppilaiden joukossa. Ensimmäistä lähestymistapaa kutsutaan kriteeripohjaiseksi ja jälkimmäistä jakaumapohjaiseksi. Kriteerinä voidaan käyttää esimerkiksi opetussuunnitelman tavoitteita tai muutoin määriteltyä taitojen kokonaisuutta, esimerkiksi peruslaskutaitojen hallinnan tasoa. Jakaumapohjaisella lähestymistavalla tarkoitetaan sitä, että heikko suoriutuminen määritellään osaksi koko joukossa näytettyä osaamisen kirjoa: esimerkiksi ”heikoimmin menestynyt 10 %” oppilaita. Jakaumapohjaista lähestymistapaa käytetään useimmin silloin, kun taitojen mittaamiseen käytetty testi tai koe on rakennettu siten, että tulokseksi saadaan normaalijakauma. Normaalijakaumassa suurin osa oppilaiden suorituksista on kasautunut keskiarvon ympärille ja heikompien ja erittäin hyvin suoriutuneiden osuus on huomattavan paljon pienempi.

6.1.3 Matematiikassa heikkoon suoriutumiseen liittyvät käsitteet

Tutkimuskirjallisuudessa *matemaattiset oppimisvaikeudet* -termiä käytetään hyvin monella tavoin määritellen. Kasvatustieteen ja kasvatopsykologian tutkimuksissa sen rajaus vaihtelee kirjoittajasta toiseen tarkoittaen hyvin erilaisia oppilasryhmiä erittäin heikosti suoriutuvista erityisoppilaista niinkin suureen ryhmään kuin heikoimpaan kolmannekseen kaikista oppilaista. Tyypillisimmin termillä tarkoitetaan kuitenkin oppilaita, jotka saamastaan lisäopetuksesta huolimatta eivät syystä tai toisesta kykene suoriutumaan ikätovereidensa mukana matematiikan kouluopetuksesta.

Neuropsykologiassa ja lääketieteessä matemaattisista oppimisvaikeuksista käytetään termiä *laskemiskyvyn häiriö eli dyskalkulia* (*Specifik räkneshärbighet*). Laskemiskyvyn häiriöllä tarkoitetaan sellaisia taitopuutteita, jotka näyttäytyvät jo matematiikan perustaidoissa. Lisäksi määritelmä edellyttää, että oppilaan osaaminen on erittäin heikkoa saadusta laadukkaasta opetuksesta huolimatta eivätkä oppimisen vaikeudet johdu yleisemmistä kognitiivisista vaikeuksista tai aistivammaisuudesta (Stakes 1999). Määritelmän pohjana on ajatus, että häiriön taustalla on aivotoiminnallisia tekijöitä.

Tässä luvussa puhumme selkeyden vuoksi ”*matematiikassa heikosti suoriutuvista oppilaista*”, emme oppimisvaikeuksista tai laskemiskyvyn häiriöistä. Tämä seuranta-aineisto on valikoitunutta juuri heikoimmin suoriutuneiden osalta: aineiston ulkopuolelle on jo lähtökohtaisesti jätetty kaikki erityisopetukseen siirretyt oppilaat. Lisäksi 3. luokan aineistosta 6. luokan alun aineistoon kato on ollut suurinta heikosti suoriutuneiden joukossa – osittain juuri erityisopetussirtojen vuoksi (ks. luku 2, Metsämuuronen 2010).

Tämän aineiston perusteella ei siis ole mahdollista arvioida laskemiskyvyn häiriöiden yleisyyttä kuudesluokkalaisten ikäluokasta. Tarkemman kokonaiskuvan saamiseksi matemaattisista oppimisvaikeuksista kerättävän aineiston tulisi sisältää myös otos niistä oppilaista, jotka on siirretty jossain opetuksen vaiheessa erityisopetukseen. Aineisto antaa kuitenkin hyvän kuvan niistä heikosti suoriutuvista oppilaista, jotka opiskelevat yleisopetuksen opetussuunnitelman mukaisesti.

6.1.4 Matematiikassa heikosti suoriutuvien määrät kansainvälisissä arvioissa

Eri maissa tehdyissä tutkimuksissa matemaattisten oppimisvaikeuksien määräksi on yleisimmin arvioitu 5–7 % ikäluokasta (USA: Badian 1983, 1999; Iso-Britannia: Butterworth 2005; Tsekkoslovakia: Kosc 1974; Israel: Gross-Tsur, ym. 1996; Itävalta: von Aster 2000). Näissä tutkimuksissa matemaattisten oppimisvaikeuksien määritelmä on hyvin pitkälle vastannut laskemiskyvyn häiriön lääketieteellistä määritelmää. Suomessa Räsänen ja Ahonen (1995) arvioivat 3.–6. -luokkalaisten otoksesta ($N = 2\,671$) kahden matemaattisia perustaitoja mittaavan testin sekä älykkyystestien tulosten perusteella laskemiskyvyn häiriön yleisyydeksi 3 %. Lisäksi 3 %:lla oppilaista oli matemaattisten oppimisvaikeuksien lisäksi laajempia puutteita oppimisvalmiuksissaan. Varsinaisia laskemiskyvyn häiriöitä tarkastelleita useita eri maita koskevia tutkimuksia ei ole julkaistu. Laajemmin määrittelystä heikosta suoriutumisesta matematiikassa muun muassa Pisa-aineistot (esim. OECD 2006) antavat karkean kuvan. Pisa-tutkimusten suoritukset jaetaan kuuteen tasoryhmään. Alle alimman tasoryhmän 1 suoriutuvien määrässä on ollut erittäin suuria eroja maitten välillä. Viimeisimmässä matematiikan arvioinnissa Suomessa alle tason 1 suoriutuneiden määrä oli ainoastaan 1,1 %, kun se heikoimmin suoriutuneessa EU-maassa Bulgariassa oli 29,0 % (muuta vertailukohtia: esim. Viro, 2,7 %; Ruotsi 5,4 %, Norja, 7,3 %). Kun tarkastellaan myös alle tason 2 jääneiden oppilaiden määrää, oli se Suomessa 6 % (Viro 12,1 %; Ruotsi 18,3 %, Norja 22,2 %). Suomessa alueelliset erot taitojakaumissa maan sisällä ovat olleet erittäin pieniä verrattuna muihin maihin (OECD, 2006).

6.1.5 Heikosti suoriutuneiden määrät aiemmissa kansallisissa arvioinneissa

Myös opetushallituksen omissa kansallisissa arviointitutkimuksissa on havaittu, että Suomessa alueellisia eroja keskimääräisessä osaamisessa ei ole (esim. Huisman 2006), tai ne ovat olleet pieniä (Niemi 2007). Matematiikassa heikosti suoriutuvien oppilaiden alueellista jakautumista ei ole aiemmin erikseen tarkasteltu.

Tuoreimmissa raporteissa, kuten esimerkiksi Niemen (2007) kokoamassa kuudennen luokan kansallisessa arvioinnissa hänen käyttämällään 40 prosentin rajalla heikosti menestyneitä oppilaita oli 15,2 % otoksesta. Heikon arvosanan (arvosanat 4–6) saaneita oppilaita oli 9,4 %. Huismanin (2006) otoksessa opettajat arvioivat, että 26 % kolmannen luokan aloittaneista oppilaista suoriutui hyvän osaamisen kuvausta heikommin.

Kuusela ja muut (2008) raportoivat Opetushallituksen tekemien oppimistulosarviointien koontina, että kuudesluokkalaisista suomenkielisistä oppilaista 47 % oli ilmoittanut saaneensa ainakin joskus tukiopetusta matematiikassa ja 36 % matematiikan erityisopetusta. Saatu tuki- ja erityisopetus jakautui kuitenkin laajemmalle joukolle kuin vain heikosti suoriutuneille oppilaille. Koesuorituksen perustella alimpaan desiiliin (heikoin 10 %) kuuluneista oppilaista lähes 8 % ei ollut saanut lainkaan tuki- tai erityisopetusta matematiikassa. Samanaikaisesti kokeessa parhaiten menestyneestä desiilistä yli 20 % oli saanut ainakin jonkin verran opettajan tai erityisopettajan antamaa lisätukea. Arviot tuen kohdistumisesta heikoille osaajille jäävät pakosti epämääräisiksi, koska tietoa tuen tarkasta määrästä, intensiteetistä tai syistä ei ole ollut käytettävissä.

6.2 MENETELMÄT

6.2.1 Otos

Tutkimuksen aineistona toimii Opetushallituksen matematiikan oppimistulosten kansallinen arvioinnin 6. luokan alun aineisto ($N = 5\,560$), josta poimittiin ne oppilaat, jotka olivat osallistuneet myös 3. luokan alussa tehtyyn arviointiin ($N = 4\,545$). Tästä otoksesta poistettiin ne oppilaat, joilla oli puuttuvia tietoja heidän saamastaan tuki- ($n = 31$) ja erityisopetuksesta ($n = 34$), opettajan tekemästä hyvän osaamisen kriteerien saavuttamisen arvioinnissa ($n = 125$) tai heiltä puuttui tieto matematiikan arvosanasta ($n = 48$). Kokonaisaineistoksi muodostui 4 324 oppilasta (221 oppilaalta puuttui vähintään yksi yllä olevista tiedoista).

Nämä 221 oppilasta, joilla oli puuttuvia tietoja, eivät olleet täysin satunnaisesti jakautuneet otokseen. Heidän keskiarvonsa kansallisen kokeen kokonaispistemäärässä oli heikompi kuin niillä, joilta ei tietoja puuttunut ($p = 0,001$).

Puuttuvat tiedot, joiden osuus koko aineistosta oli alle 5 %, eivät kuitenkaan vaikuttaneet merkittävästi tätä analyysiä varten muodostamiemme alaryhmien suhteellisiin osuuksiin. Näin ollen puuttuvien tietojen osalta ei ollut myöskään tilastollista eroa alueittain, sukupuolittain tai kieliryhmittäin. Niitä ei myöskään ollut tarpeen korvata tilastollisin menetelmin.

6.2.2 Heikon suoriutumisen kriteerit tässä raportissa

Tässä aineistossa on useita erilaisia heikon suoriutumisen indikaattoreita, joista kaksi on opettajien tekemiä arvioita oppilaan osaamisesta suhteessa opetussuunnitelmaan: opettajan antama arvosana oppilaalle ja aineiston keruun yhteydessä kysytty opettajan käsitys oppilaan osaamisesta suhteessa hyvän osaamisen kriteereihin. Opettajien arviointien lisäksi aineistossa on oppilaan saama pistemäärä kansallisesta kokeesta.

Määrittelimme heikon suoriutumisen käyttäen lähtötietona sekä opettajan arviota että oppilaan suoriutumista kansallisessa kokeessa. Heikosti suoriutuviksi arvioitiin sellaiset *oppilaat, jotka saivat heikon tuloksen kansallisesta kokeesta ja joilla vähintään toinen opettajan antamista arvioista* (joko arvosana tai hyvän osaamisen kriteerien mukainen arviointi 6. luokan alussa) *osoitti heikkoa menestymistä koulun matematiikan opetuksessa*.

Arvosana

Heikompia numeerisia kouluarvosanoja vastaavat sanalliset ilmaukset ovat: hylätty (4), välttävä (5) ja kohtalainen (6). Erityisesti alemmilla luokilla matematiikan arvosanajakauma on parempiin arvosanoihin vino siten, että yli 65 % oppilaista on saattanut saada arvosanakseen 8–10 (Niemi, 2007). Edellisessä kuudennen luokan kansallisen arvioinnin otoksessa ainoastaan 1,1 % sai välttävän arvosanan. Kohtalaisen arvosanan sai 6,9 % (Niemi 2007). Toisaalta 9. luokan kansallisen arvioinnin yhteydessä kerättyjen arvosanatietojen jakauma oli hyvin erilainen: Suomenkielisten oppilaiden otoksessa arvosanan 4 oli saanut prosentti oppilaista, arvosanan 5 yhdeksän prosenttia ja arvosanan 6 kuusitoista prosenttia oppilaista (Kuusela ym. 2008). Ero korkeintaan kohtalaisen arvosanan saaneiden osuudessa kasvoi siis kolmessa kouluvuodessa yli kolminkertaiseksi. Tämä voi kuvata joko tavoitteiden tai arvostelun kiristymistä. Ero luokkatasoittaisissa arvosanajakaumissa on joka tapauksessa merkittävä.

Tässä selvityksessä käytämme heikon suoriutumisen kriteerinä arvosanaa kuusi tai viisi. Otoksessa ei ollut yhtään hylätyn arvosanan neljä saanutta oppilasta.

Hyvän osaamisen kriteerit

Hyvän osaamisen kriteerit ja kuvaukset ovat opettajan apuvälineitä. Niiden tarkoituksena on suunnata arviointia, konkretisoida oppimiskäsitystä sekä auttaa opettajaa muodostamaan antamansa arvosanat niin, että ne ovat valtakunnallisesti vertailukelpoisia (Opetushallitus 2004). Viimeksi mainittu vaatimus on tärkeä erityisesti perusopetuksen päättyessä. Valtaosa rehtoreista (n. 85 %) arvioi, että opettajat käyttävät kuvauksia ja kriteerejä oppilaan osaamisen arvioinnissa (Kartovaara 2009).

Huismanin (2006) kolmasluokkalaisten aineistossa opettajat olivat arvioineet kolmiportaisella asteikolla (parempaa, samantasoista, heikompaa) 26 % oppilaista alimpaan kategoriaan ”heikompaa kuin kuvauksessa”. Tässä selvityksessä opettajilta kysyttiin samaa arviota viisiportaisella asteikolla. Kolme alinta kategoriaa olivat: ”heikompaa kuin kuvauksessa”, ”selvästi heikompaa kuin kuvauksessa” sekä ”oppilas tarvitsee runsaasti tukea matematiikan tunneilla”. Tässä selvityksessä heikon suoriutumisen kriteeriksi otettiin kaksi alinta kategoriaa.

Kansallisen kokeen pistemäärä

Vuosiluokkien 3–5 matematiikan opetuksen ydintavoitteiksi on määriteltä matemaattisen ajattelun kehittäminen, matemaattisten ajattelumallien oppimisen pohjustaminen, lukukäsitteen ja peruslaskutoimitusten varmentaminen sekä kokemusten hankkiminen matematiikan käsitteiden ja rakenteiden omaksumisen pohjaksi (Opetushallitus 2004).

Kansallisilla kokeilla pyritään arvioimaan näiden keskeisten taitojen hallintaa siten, että kokeen tehtävien taso vaihtelisi erittäin helpoista ja yksinkertaisista perustehtävistä vaikeisiin sovellustehtäviin. Näin rakennetussa kokeessa koesuoriutuminen muodostaa normaalijakauman muotoisen jatkumon. Heikon suoriutuminen rajan määrittely on suhteellinen kysymys. Lähtökohtaisesti pyrimme löytämään sen kokonaispistemäärän rajan, jonka alle suoriutuvat oppilaat olisivat selvästi heikompia kuin tavanomaisesti suoriutuvat ikätoverinsa.

Heikkoa osaamista arvioitaessa olennaista on kaikkein yksinkertaisimpien tehtävien hallinta. Poimimme kokeen tehtävistä ne (yhteensä 18 tehtävää), jotka mittaavat oppilaan osaamista yksinkertaisissa matemaattisissa tehtävissä. Valitut tehtävät mittaavat siis sellaisia taitoja, jotka ovat opetussuunnitelmassa keskeisiä alimmilla luokka-asteilla, niiden sisältöihin ei sellaiseen enää palata kuudennella tai sitä ylemmillä luokka-asteilla ja tehtäväsiällöt ovat sellaisia, että niihin törmää toistuvasti tavallisessa nuoren ja aikuisen arjessa.

Ydintehtävien tehtäväsällöt olivat:

- yhteen- ja vähennyslaskut päässälaskuina yksi- ja kaksinumeroisilla kokonaisluvuilla
- murtoluvun $\frac{1}{2}$ ymmärtäminen
- kokonaisluvuista muodostetun lukujonon täydentäminen
- Perusmittayksiköiden tuottaminen kontekstissa (senttimetri, metri, gramma, neliömetri)
- Ajan kulumisen laskeminen annetuista kellonajoista
- Lukuarvon löytäminen annetusta taulukosta (tietyn arvon löytäminen, pienimmän arvon löytäminen riviltä).

Mikäli oppilaalla on selkeitä vaikeuksia näiden tehtäväsältöjen hallinnassa, on selvää, että asetettuja oppimistavoitteita ei ole saavutettu ja oppilas tarvitsee lisäopetusta ja yksilöllisempää ohjausta.

Määrittelimme heikoksi koesuoriutumisiksi kuudennen luokan alun koko kokeen yhteispistemäärän, joka jäi alle 1,5 keskihajontaa koko otoksen keskiarvoa heikommaksi. Ydintehtävissä katsoimme suorituksen olevan heikko, mikäli yli 30 % tehtävistä oli suoritettu väärin. Ydintehtävissä heikosti suoriutuneista oppilaista 98 %:lla koko kokeen tulos jäi alle yhden keskihajonnan keskiarvoa heikompi ja 76 % heistä kokonaissuoriutuminen jäi heikoksi (enemmän kuin 1,5 keskihajontaa alle keskiarvon). Käyttämämme kriteeri oli huomattavasti tiukempi kriteeri kuin Niemen (2007) edellisessä kuudesluokkalaisten arvioinnissa käyttämä 40 prosentin raja.

6.2.3 Tuki- ja erityisopetuksen mittarit

Tämän tutkimuksen oppilaan lomakkeessa kysyttiin, ”*Oletko saanut kouluaikanasi tukiopetusta matematiikassa/erityisopettajan antamaa erityisopetusta?*” Vastausasteikko oli neliportainen (erittäin paljon, melko paljon, vähän, ei lainkaan). Opettajat tarkastivat oppilaiden antamat vastaukset.

Koska saadun tuen määrät näin selvitettyinä ovat subjektiivisia, ja toisaalta koska erittäin merkittävä osuus oppilaista nykykoulussa on saanut ainakin jossain määrin yksilöllisempää huomiota, luokittelimme oppilaat muuttujen perusteella kahteen luokkaan, niihin, jotka olivat saaneet melko tai erittäin paljon tuki- ja/tai erityisopetusta sekä niihin, jotka olivat saaneet näitä vähän tai eivät lainkaan.

Erityistä huomiota tuloksia tarkasteltaessa on kiinnitettävä siihen, että tukiopetuksesta kysyttäessä oli rajauduttu matematiikkaan, mutta erityisopetuksen kohdalla ei. Tämä vaikuttaa tuloksiin siten, että erityisopetusta saaneiden ryhmässä on myös muista kuin matematiikan vaikeuksien vuoksi erityisopetusta saaneita. Esimerkiksi Tilastokeskuksen lukuvuoden 2007–08 tilastoissa osa-aikaista erityisopetusta saaneista peruskoululaisista vain 22 %:lla matematiikka oli ensisijainen syy erityisopetukseen (viidesluokkalaisten ryhmässä osuus oli 31 %).

6.2.4 Oppilaiden asenteet matematiikkaa kohtaan

Oppilaiden asenteita matematiikkaa kohtaan kysyttiin kolmella eri ulottuvuudella: käsitys itsestä matematiikan osaajana, matematiikan opiskeluun suhtautuminen sekä käsitys matematiikan osaamisen merkityksellisyydestä. Näiden lisäksi kyselyssä kartoitettiin kolmella kysymyksellä matematiikka-ahdistuneisuutta ("Pelkään matematiikan kokeita", "Yrittäessäni tehdä matematiikan tehtäviä pääni tuntuu tyhjältä enkä pysty ajattelemaan selkeästi", "Tulen levottomaksi matematiikan tehtäviä tehdessäni"). Faktorianalyysisessä tarkastelussa matematiikka-ahdistuneisuus näyttäytyy osana osaamisen faktoria, mutta koska kysymyksillä pyrittiin tavoittamaan sitä pienempää joukkoa oppilaita, jotka eivät koe itseään taidoilta heikoksi matematiikan opiskelijana, vaan reagoivat matematiikan tekemiseen vahvan emotionaalisesti, näitä kahta ulottuvuutta tarkastellaan erikseen (Cronbachin alfa ahdistuneisuus-summamuuttujalle 0,64).

6.2.5 Kuvioissa ja taulukoissa käytetyt lyhenteet

Kansallinen seuranta-aineisto tarjoaa mahdollisuuden tarkastella matematiikan osaamisen ja asenteiden muutoksia kolmannen luokan alusta kuudennen luokan alkuun. Kuvioissa ja taulukoissa vuonna 2005 toteutetusta kolmannen luokan alun arvioinnista käytämme yksinkertaisuuden vuoksi ilmaisua "Koe 3 lk" ja vuoden 2008 kuudennen luokan alun seurannasta ilmaisua "Koe 6 lk". Suorituksien tai asenteiden muutoksia tällä 3.–5. -luokat kattavalla ajanjaksolla on merkitty ilmaisulla "Muutos 3-6 lk".

6.3 TULOKSET

6.3.1 Heikosti suoriutuneiden oppilaiden osuudet eri mittareilla

Taulukkoon 6.1 on koottu heikosti suoriutuneiden oppilaiden osuudet eri kriteereillä.

TAULUKKO 6.1 Heikosti suoriutuneiden oppilaiden osuudet eri kriteereillä (n = 4 324).

Kriteeri	% otoksesta	Tyttöjä
Arvosana		
Arvosana 5	0,8 %	51,5 %
Arvosana 6	6,5 %	51,9 %
Yhteensä	7,3 %	51,9 %
Opettajan arvio		
oppilas tarvitsee runsaasti tukea matematiikan tunneilla	3,3 %	42,4 % *
selvästi heikompaa kuin hyvän osaamisen kuvauksessa	8,9 %	56,5 % *
Yhteensä	12,2 %	52,7 %
Koe		
Heikko suoriutuminen ydintehtävissä ^(a)	1,5 %	43,8 %
Heikko suoriutuminen kokonaispisteissä ^(b)	4,7 %	47,3 %
Yhteensä	6,2 %	48,2 %

a) Oppilaat, joiden suoriutuminen oli heikkoa jo ydintehtävissä ja kokonaistulos 1,5 keskihajontaa otoksen keskiarvoa heikempi

b) Oppilaat, joilla ydintehtävissä vähintään kohtalainen suoritus, mutta kokonaistulos jäi yli 1,5 keskihajontaa otoksen keskiarvoa heikommaksi

* Opettajan tekemän hyvän osaamisen suhteen kriteerien saavuttamisen arvioissa kahden alimman kategorian välillä oli tilastollisesti merkitsevä sukupuoliero ($p = 0,004$). Huomaa, että sukupuoliero on eri alakategorioiden välillä eri suuntiin. Muiden heikon suoriutumisen alakategorioiden välillä ei sukupuolieroja.

Opettajan arvioinnit heikosta osaamisesta

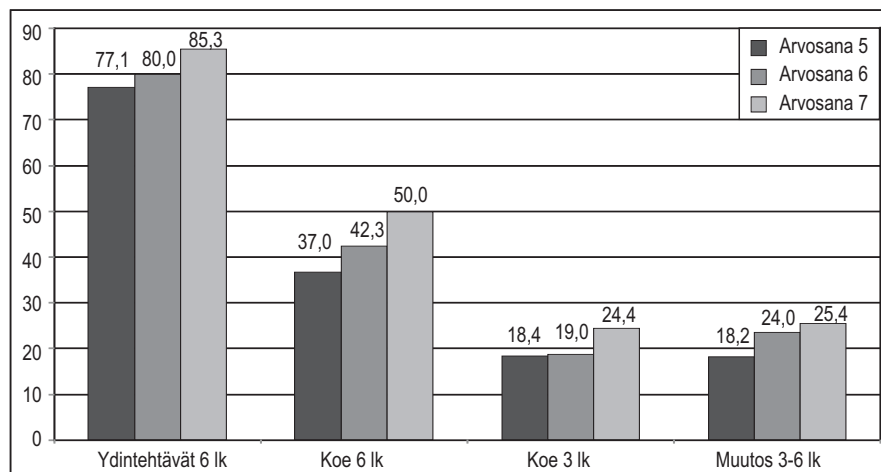
Hyvin pieni joukko oppilaista oli saanut viidennen luokan todistusarvosanakseen viisi (n = 33, 0,8 %), huomattavasti suurempi joukko oli saanut arvosanan kuusi (n = 283, 6,5 %). Opettajat arvioivat oppilaiden osaamista suhteessa hyvän osaamisen kuvaukseen viisiportaisella asteikolla. Alimman arvion (oppilas tarvitsee runsaasti tukea matematiikan tunneilla) sai 3,3 % (n = 144) oppilaista. Lisäksi 8,9 % (n = 384) oppilaista arvioitiin suoriutuvan selvästi heikommalla kuin hyvän osaamisen kuvauksessa on esitetty.

Arvosanan 5 saaneista oppilaista alimpiin hyvän osaamisen kriteerien ryhmään kuului 85 % ja arvosanan 6 saaneista 73 %. Vastaavasti alimman osaamisarvion (tarvitsee runsaasti tukea) saaneista oppilaista 53 %:lla matematiikan arvostana oli 5 tai 6, ja oppilaista, joiden arvioitiin suoriutuvan selvästi heikommin kuin kuvauksessa oli esitetty, arvosanoja 5 tai 6 oli saanut 41 %. Opettajien tekemät arvioinnit olivat heikosti suoriutuneilla yhteydessä toisiinsa, mutta eivät täysin yhteneviä.

Heikon arvosanan saaneiden koesuoriutuminen

Ryhmänä heikon arvosanan (5 tai 6) saaneet oppilaat suoriutuivat selvästi muita arvosanoja saaneita oppilaita heikommin kuudennen luokan kokeen ydintehtävien hallinnassa, kokonaispisteissä 3. ja 6. luokan alussa ja muutoksen määrässä kolmannen luokan alusta kuudennen luokan alkuun (kaikki $p < 0,001$).

Kun tarkasteltiin eroja yksittäisten arvosanojen välillä, arvosanan 5 tai 6 saaneiden oppilaiden välillä ei ollut eroja missään edellä mainituissa muutujissa (Kuvio 6.2). Kuudennen luokan alussa arvosanan 5 tai 6 saaneet oppilaat olivat suoriutuneet kokeessa kolme vuotta aiemmin yhtä hyvin (18,5 % vs. 18,8 %). Myöskään arvosanan 5 tai 6 saaneiden kehitys kansallisessa kokeessa kolmannen luokan alusta kuudennen luokan alkuun ei eronnut toisistaan (Tukeyn testi, $p = 0,202$). Arvosanan 5 tai 6 saaneiden ryhmät menestyivät heikommin kuin arvosanan 7 saaneet oppilaat kuudennen luokan alun kokeessa ($p < 0,001$). Arvosanan 7 saaneet olivat myös parantaneet suoritustaan enemmän kuin arvosanan 5 saaneet ($p = 0,015$), mutta arvosanojen 6 ja 7 välillä ei kehityksessä ollut eroa ($p = 0,206$).



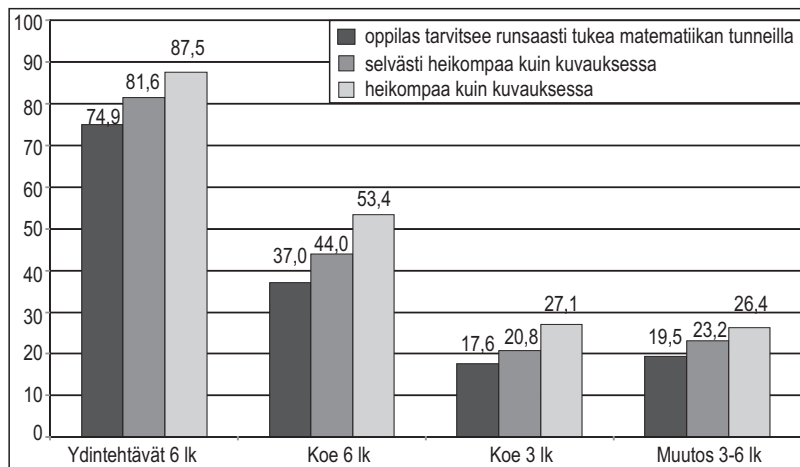
KUVIO 6.2 Keskimääräinen osaaminen (%) kansallisissa kokeissa oppilaiden saamien arvosanojen 5, 6, ja 7 mukaan tarkasteltuna (osaamisprosenttien keskiarvot kuudennen luokan kokeen ydintehtävissä, koko kokeessa kuudennen ja kolmannen luokan alussa sekä muutos kolmannelta kuudennelle luokalle).

Hyvän osaamisen kriteerit ja koesuoriutuminen

Opettajat arvioivat oppilaita hyvän osaamisen kriteerien saavuttamisesta viisiportaisella asteikolla. Näistä alin oli ”tarvitsee runsaasti tukea” ja toiseksi alin ”suoriutuu selvästi tavoitteita heikommin”.

Hyvän osaamisen kriteerien perusteella jaetut tasoryhmät erosivat tilastollisesti merkitsevästi toisistaan kaikissa koesuoriutumista kuvaavissa muuttujissa (Tukeyn testi, $p < 0,001$, Kuvio 6.3). Ainoana poikkeuksena tästä oli, että kaksi alinta ryhmää eivät eronneet toisistaan 3. luokan alussa tehdyssä mittauksessa ($p = 0,061$) ja ero muutoksessa kolmannelta kuudennelle luokalle jää tilastollisesti epävarmaksi ($p = 0,020$).

Näin olleen oppilaat, joiden opettaja arvioi tarvitsevan runsaasti tukea suoriutuivat kuudennen luokan kokeessa (ydintehtävät, kokonaispisteet) heikommin kuin ne, jotka opettaja arvioi jääneen taidoiltaan selvästi tavoitteita heikommaksi ($p < 0,001$). Verrattaessa näitä kahta alinta ryhmää niitä seuraavaan (”tavoitteita heikommin”), suoriutuivat molemmat ryhmät selvästi tätä heikommin ($p < 0,001$).

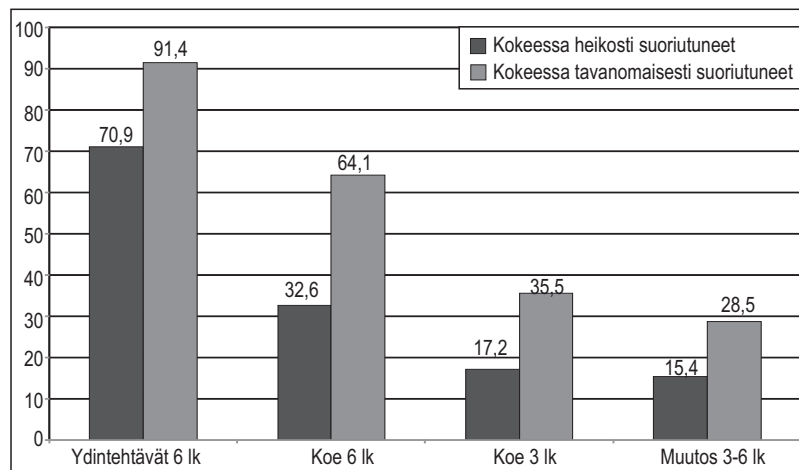


KUVIO 6.3 Oppilaiden osaaminen kansallisessa kokeessa opettajan tekemän hyvän osaamisen kriteerien mukaisen arvioinnin kategorioihin jaoteltuna (kolme alinta kategoriala).

6.3.2 Kansallisessa kokeessa heikosti suoriutuneet

Koesuoriutumisessa koko otoksen suoritus pisteet jakautuivat normaalisti. Siten aineistosta ei voida löytää selkeää muista poikkeavaa heikkojen osaajien alaryhmää. Tämän tyyppisissä monia alataitojen vaativia osaamiseen ja osamattomuuteen liittyviä ilmiöitä olisikin parempi kuvata jatkuvina muuttujina. Näiden jatkuvien ilmiöiden kuvaamisessa on kuitenkin usein hyödyllistä tarkastella alaryhmiä. Näin mekin toimimme, voidaksemme tuoda paremmin näkyville heikkoon suoriutumiseen liittyviä ilmiöitä.

Koetuloksen perusteella heikosti suoriutuneiksi määrittelimme ne oppilaat, joiden kokonaispistemäärä oli 1,5 keskihajontaa heikempi kuin koko aineiston keskiarvo. Näitä oppilaita oli 6,2 % koko otoksesta. Tästä ryhmästä neljännes (1,5 % koko otoksesta) suoriutui erittäin heikosti. Erittäin heikolla suorituksella tarkoitamme sitä, että oppilaan suoriutuminen aivan perustaitoja mittaavissa ydintehtävissäkin jäi heikoksi (yli 30 % ydintehtävistä väärin).

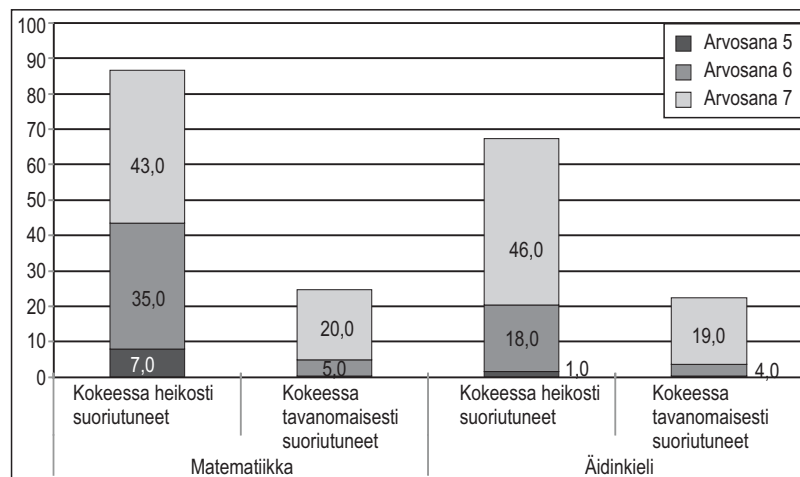


KUVIO 6.4 Koetuloksen perusteella heikoiksi suoriutujiksi määriteltyjen ja muiden oppilaiden keskimääräiset osaamisprosentit kuudennen luokan kokeen ydintehtävissä, koko kokeessa kuudennen ja kolmannen luokan alussa sekä muutos kolmannelta kuudennelle luokalle.

Ero kuudennella luokalla heikosti suoriutuneiden oppilaiden ja muiden välillä oli tilastollisesti merkitsevä myös kolmannen luokan kokeessa (Kuvio 6.4). Myös suorituksen kehityksessä kolmannelta kuudennelle luokalle oli selkeä ero ($p < 0,001$). Ryhmä, joka suoriutui heikosti jo ydintehtävissä ei eronnut muilta piirteiltään kuin ydintehtävien hallinnassa ($p < 0,001$) muista, joiden kokonaissuoriutuminen oli heikkoa.

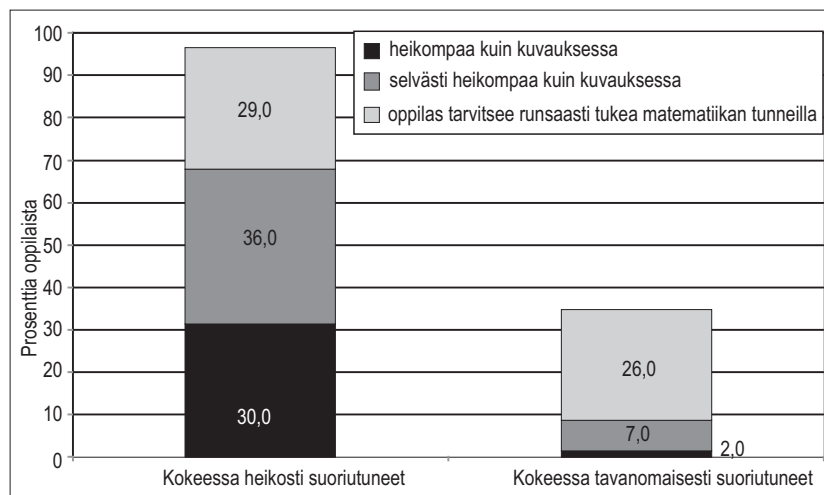
Merkittävä yksityiskohta on heikosti suoriutuneiden merkittävä tasoero tavanomaisesti suoriutuneisiin jo kolmannen luokan alussa ($d = 1,18$). Lisäksi huomioitavaa on, että ero heikosti suoriutuvien ja muiden välillä on kasvanut erittäin merkittäväksi ($d = 2,01$) kuudennen luokan alkuun mennessä, kun suoritusero suhteutetaan koko otoksen keskimääräiseen hajontaan.

Kokeessa heikosti suoriutuneilla tyypillisin matematiikan arvosana viidennen luokan todistuksessa oli 7 (43 %). Saman verran (43 %) oli myös niitä, joilla viidennen luokan arvosana oli 5 tai 6 (kuvio 6.5). Vastaavasti tavanomaisesti suoriutuneiden joukossa vain 25 %:lla arvosana oli 7 tai heikompi (arvosana 5 tai 6 alle 5 %:lla). Myös äidinkielen arvosanat olivat matematiikan kokeessa heikosti suoriutuneilla keskimääräistä huonompia. Vain 33 %:lla heistä arvosana oli hyvä (8) tai parempi, kun taas tavanomaisesti matematiikassa suoriutuneilla näin oli 78 %:lla. Erot ryhmien välillä olivat tilastollisesti merkitseviä ($p < 0,001$).



KUVIO 6.5 Matematiikan ja äidinkielen arvosanojen 5, 6, ja 7 osuudet (% oppilaista) kansallisessa kokeessa eri tasoisesti suoriutuneilla oppilailla.

Opettajien arvio oppilaan suoriutumisesta suhteessa hyvän osaamisen kriteereihin oli johdonmukainen koetulosten kanssa. Kokeessa heikosti suoriutuneista 97 % suoriutui opettajien mukaan myös hyvän kuvauksen mukaista tasoa heikommin, ja kaksi kolmasosaa heistä selvästi heikommin kuin hyvän osaamisen kriteereissä on tavoitteeksi esitetty (Kuvio 6.6). Vastaavasti tavanomaisesti kokeessa suoriutuneista alle 9 % oli opettajien mielestä selvästi heikompia kuin hyvän osaamisen oppimistavoitteissa oli määriteltä.

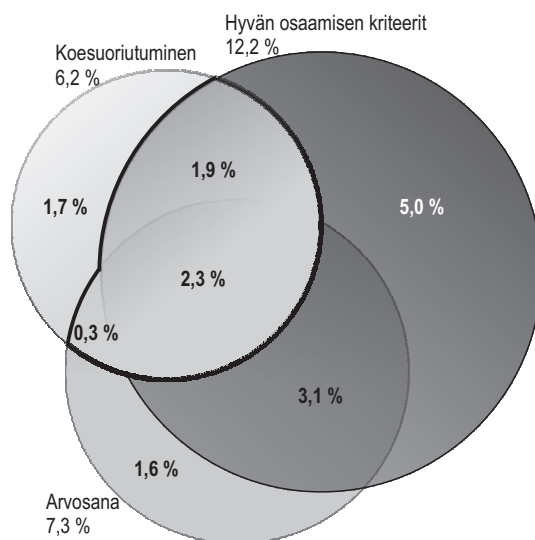


KUVIO 6.6 Kansallisessa kokeessa eri tasoisesti suoriutuneiden oppilaiden jakautuminen opettajan tekemän hyvän osaamisen kriteerien suhteen tehtyihin kategorioihin (% oppilaista).

6.3.3 Eri mittareiden yhdenmielisyydet ja heikosti suoriutuneiden määrä

Oppilaan arviointi on aina subjektiivinen tapahtuma, johon liittyy oppiaineen hallinnan lisäksi oppilaan kokonaiskäyttäytyminen koululuokassa. Myös yksittäiseen koesuoritukseen liittyy aina virhetekijöitä, joiden vuoksi eri kriteereillä suoritettavat arvioinnit eivät koskaan ole täysin yhdenmukaisia.

Kuvioon 6.7 on tiivistetty eri arviointikriteereillä määriteltujen heikkojen oppilaiden osuudet.

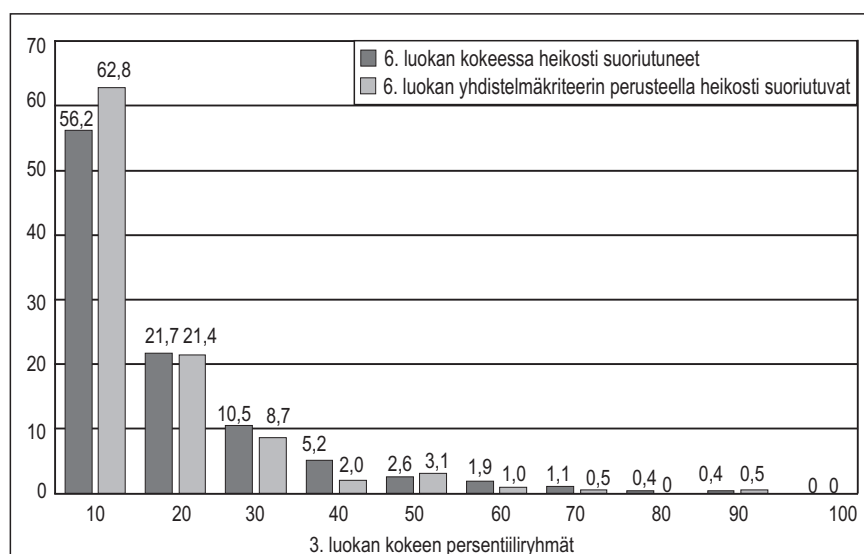


KUVIO 6.7 Heikon koesuorituksen ja opettajien arviointien päällekkäisyydet. Prosentit kuvaavat osuutta koko otoksen oppilasjoukosta. Heikossa koesuorituksessa kriteerinä puolitoista keskihajontaa alle keskiarvon suoritus. Hyvän osaamisen kriteerien ryhmässä opettajan arvioimana ne, jotka tarvitsevat runsaasti tukea sekä ne, jotka suoriutuvat selvästi kriteereitä heikommin. Arvosanakriteerinä todistusarvosana 5 tai 6 viidennen luokan todistuksessa. Reunustettu alue kuvaa matematiikassa heikosti suoriutuvien osuutta (4,5 %) käyttämälläme kriteerille (koe ja vähintään yksi opettajan arviointi).

Nämä kolmen eri heikon suoriutumisen kriteeriä päällekkäistyvät siten, että yhdellä heikon oppimisen kriteerillä määritellyistä oppilaista puolet kuului heikosti suoriutuneiden oppilaiden joukkoon myös toisen kriteerin perusteella. Kokeessa heikosti suoriutuneista 73 % oli heikko oppija myös vähintään yhden opettajan tekemän arvion perusteella. Sellaisten oppilaiden määrä, joiden matemaattiset taidot olivat heikot sekä koesuoriutumisen että vähintään yhden opettajan tekemän arvion perusteella, oli koko otoksesta 4,5 % (kuviossa reunustettu alue).

Käyttämämme kriteeri heikolle suoriutumiselle on tiukka. Siitä huolimatta tämänkin arvion perusteella jokaisessa 20 oppilaan luokassa on keskimäärin yksi runsaasti matematiikan oppimisessaan tukea tarvitseva yleisope- tuksen opetussuunnitelmaa noudattava oppilas. Tämä vajaa viisi prosent- tia oppilaista tarvitsisi huomattavasti saamaansa enemmän lisätukea selviy- tyäkseen edes kohtalaisesti matematiikan opetussuunnitelman tavoitteista. Lisäksi koetuloksen perusteella näyttäisi, että vähintään 1,3 %:lla yleisope- tuksen oppilaista (29 % heikosti suoriutuneista) jo ydintehtävien hallinta oli siinä määrin heikkoa, että kuudennen luokan opetussuunnitelmasisällöt eivät ole heidän kohdallaan perustelu oppisisältö.

Kuudennen luokan kokeessa heikosti suoriutuneet oppilaat kasautuivat jo kolmannen luokan alun kokeessa heikosti suoriutuneiden joukkoon. Heistä 56 % kuului kolmannen luokan kansallisen kokeen suorittaneista heikoim- min suoriutuneeseen kymmeneen prosenttiin ja yli 90 % kuului heikoimpaan kolmannekseen (Kuvio 6.8). Kun ryhmittelykriteerinä käytettiin tiukempaa yhdistelmämuuttujaa, joka sisälsi sekä kuudennen luokan koetuloksen että opettajan arvion suoriutumisesta, niin lähes kaksi kolmasosaa kuudennella luokalla heikosti suoriutuvista oppilaista havaitaan kuuluneen jo kolmannella luokalla alimpaan desiiliin.



KUVIO 6.8 Kuudennen luokan kokeen perusteella heikosti suoriutuneiden ja yhdistelmämuut- tujan (koe ja opettajanarvio) perusteella heikosti suoriutuvien jakautuminen kolmannen luokan kokeen desiileihin.

6.4 HEIKKOJEN OPPILAIDEN OSUDET ERI INDEKSEILLÄ

6.4.1 Läänitason tarkastelu

Seuraavassa tarkastelemme heikosti suoriutuneiden osuuksia eri maantieteellisillä alueilla. Koska kieliryhmät eivät jakaannu tasan alueittain ($p < 0,001$), ja kuten myöhemmin tässä luvussa tarkemmin todetaan, kieliryhmien välillä on eroja heikosti suoriutuvien määrissä, tehtiin tämä tarkastelu sekä koko otoksella, että vain suomenkielisten ($n = 3\,731$) oppilaiden otoksella alueellisen yhteismitallisuuden saavuttamiseksi.

Heikkojen arvosanojen (5 ja 6) määrä vaihteli suomenkielisten oppilaiden otoksessa Etelä-Suomen läänin 6,2 %:sta Lapin läänin 8,4 %:iin (Taulukko 6.2). Tämä ero ei ole tilastollisesti merkitsevä ($p = 0,634$). Kaikki kieliryhmät sisältävässä otoksessa Etelä-Suomen ja Länsi-Suomen lääneissä heikkojen arvosanojen määrä nousee hieman tasoittaen läänien välisiä prosenttiosuuksia. Tämäkään ero ei ole tilastollisesti merkitsevä.

Läänien välisiä eroja ei ollut myöskään niiden oppilaiden määrissä, jotka opettajien tekemien arviointien perusteella eivät olleet saavuttaneet hyvän osaamisen kriteereitä. Tulos oli samanlainen kun läänejä verrattiin toisiinsa sekä suomenkielisellä että kaikki kieliryhmät sisältävällä otoksella. Myöskään koetulosten tai yhdistelmäkriteerin perusteella ei läänien välillä ollut havaittavissa eroja heikosti suoriutuvien oppilaiden määrissä (Taulukko 6.2).

TAULUKKO 6.2 Heikosti suoriutuvien oppilaiden osuudet lääneittäin eri arviointikriteereillä tarkasteltuna.

	Etelä-Suomen lääni	Länsi- Suomen lääni	Itä-Suomen lääni	Oulun lääni	Lapin lääni
Arvosana					
Suomenkieliset	6,2 %	6,9 %	8,1 %	6,7 %	8,4 %
Kaikki	7,3 %	7,1 %	8,1 %	6,7 %	8,4 %
Opettajan arvio					
Suomenkieliset	11,8 %	10,5 %	12,4 %	14,4 %	13,0 %
Kaikki	12,7 %	11,1 %	12,6 %	14,4 %	13,0 %
Koe 6lk					
Suomenkieliset	4,8 %	5,1 %	5,4 %	6,9 %	8,4 %
Kaikki	5,8 %	6,4 %	5,5 %	6,9 %	8,4 %
Matematiikassa heikosti suoriutuvat (yhdistelmäkriteeri)					
Suomenkieliset	3,7 %	3,7 %	4,1 %	5,9 %	7,1 %
Kaikki	4,4 %	4,2 %	4,3 %	5,9 %	7,1 %

6.4.2 Kuntatyyppitason tarkastelu

Toinen tapa tarkastella alueellisia eroja on verrata heikkojen oppilaiden osuuksia kuntatyypeittäin. Koulut oli tässä otoksessa jaettu kaupunkimaisiin, taajamamaisiin ja maaseutumaisiin kouluihin. Koska oppilaat jakautuivat epätasaisesti äidinkielen perusteella myös kuntatyypeittäin ($p < 0,001$), teimme analyysit sekä koko aineistolla että suomenkielisellä otoksella erikseen. Kieliryhmäerot näyttäytyivät siten, että ruotsinkielisten osuus taajamamaisissa kouluissa oli lähes 17 %, kun se kaupunkimaisissa kouluissa oli vain 9 %. Toisaalta kieliryhmästä ”muut” (kuin suomi tai ruotsi) 93 % opiskeli kaupunkimaisissa kouluissa (kieliryhmän ”muut” osuus kaikista oppilaista oli kuitenkin vain vajaat 3 %).

TAULUKKO 6.3 Heikosti suoriutuneiden osuudet kuntatyypeittäin eri heikon suoriutumisen kriteereillä tarkasteltuna.

	Kaupunki- mainen koulu	Taajama- mainen koulu	Maaseutu- mainen koulu
Arvosana			
Suomenkieliset	7,2 %	4,7 %	7,1 %
Kaikki	7,9 %	5,2 %	7,2 %
Opettajan arvio*			
Suomenkieliset	11,3 %	8,7 %	13,8 %
Kaikki	12,0 %	8,9 %	14,1 %
Koe 6lk			
Suomenkieliset	5,2 %	4,2 %	6,2 %
Kaikki	5,9 %	5,5 %	6,9 %
Matematiikassa heikosti suoriutuvat (yhdistelmäkriteeri)			
Suomenkieliset	4,0 %	3,2 %	4,8 %
Kaikki	4,4 %	4,0 %	5,0 %

* ks. teksti

Kuntatyyppien välillä oli löydettävissä vain vähän tilastollisesti merkitseviä eroja. Pääosin heikosti suoriutuneita oppilaita oli kriteeristä riippumatta suunnilleen saman verran eri tyyppisissä kunnissa. Poikkeuksen (* ks. Taulukko 6.3) muodosti opettajan arvio, jonka perusteella tarkastellen heikkojen oppilaiden osuus olisi suurempi maaseutumaisissa kouluissa (14 %) verrattuna taajamamaisiin kouluihin (9 %). Tulos oli samansuuntainen sekä koko otoksessa ($p = 0,001$) että pelkästään suomenkielisten oppilaiden otoksessa ($p = 0,003$). Kaupunkimaiset koulut eivät eronneet taajamamaisista tai maaseutumaisista kouluista.

6.4.3 Sukupuolierot

Sukupuolierot matematiikan osaamisessa ovat koulutusmahdollisuuksien tasa-arvoistumisen myötä pienentyneet, elleivät kokonaan kadonneet. Vaikka keskiarvotasolla sukupuolieroja ei enää yleensä löydetäkään, on hyvin tavalista, että sekä isoilla aineistoilla tehdyissä koulusaavutusaineistoissa että erilaisissa kognitiivisissa tehtävissä havaitaan poikien olevan yliedustettuina sekä heikoimmin että parhaiten menestyvien joukossa. Pojat ovat siis keskenään erilaisempia kuin tytöt (Hannula ym. 2004). Toisaalta laskemiskyvyn häiriön tasoissa matemaattisissa vaikeuksissa ei ole havaittu sukupuolieroja.

Päähavainto tästä aineistosta oli, että heikosti suoriutuneiden joukossa ei ollut sukupuolieroja riippumatta siitä, mitä heikon suoriutumisen kriteeriä käytettiin (Taulukko 6.1). Kokeessa parhaiten menestyneiden 5 %:n joukossa poikia oli enemmän kuin tyttöjä ($p = 0,011$).

Opettajien tekemissä arvioissa oppilaiden suoriutumisesta todettiin sukupuoliero. Arvioidessaan oppilaan osaamista suhteessa hyvän osaamisen kriteereihin, että opettajat luokittelivat enemmän poikia alimpaan ryhmään ("tarvitsee runsaasti tukea") ja tyttöjä toiseksi alimpaan ryhmään ("selvästi kuvausta heikompi") ($p = 0,004$). Samanlaista eroa ei ollut havaittavissa kouluarvosanoissa, eikä tällä erolla ollut yhteyttä koesuorituksiin. Heikosti suoriutuneiden suomen- ja ruotsinkielisten joukoissa ei ollut sukupuolieroja.

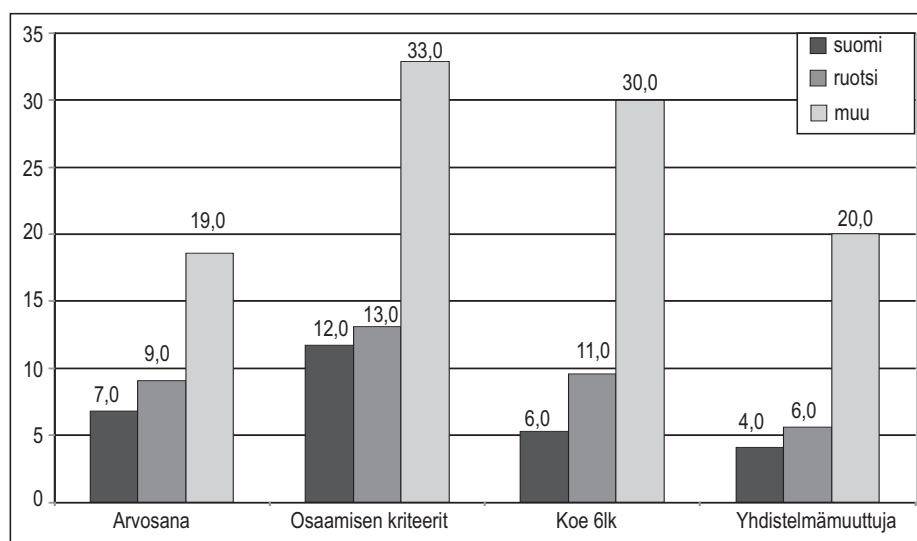
6.4.4 Kieliryhmät

Oppilaan äidinkielellä oli selkeä yhteys hänen matemaattisiin taitoihinsa. Tässä aineistossa oppilaat jaettiin neljään kieliryhmään: suomenkieliset (86,3 %), ruotsinkieliset (11,1 %), muut (1,6 %), sekä kaksikieliset (1,0)¹⁰. Aineistossa on lievä yliotos ruotsinkielisiä oppilaita. Toisaalta ryhmä muut on heterogeeninen, se koostuu monikielisistä oppilaista ja erilaisista maahanmuuttajaryhmistä. Lisäksi ryhmät muut ja kaksikieliset ovat myös hyvin pieniä, joten niiden analysoinnista saatavat tulokset ovat yleistettävyydeltään epäluotettavia.

Kuvioon 6.9. on koottu eri arviointikriteereillä tarkastellen heikosti suoriutuneiden osuudet. Jo silmämääräisesti on havaittavissa, että ryhmän muut sisällä on kriteeristä riippuen kahdesta nelinkertaiseen suurempi osuus matematiikassa heikosti suoriutuneita verrattuna suomen- tai ruotsinkielisiin ($p < 0,001$).

10 Huom. Kieliryhmittäisissä vertailuissa analyysihin ei otettu mukaan pientä kaksikielisten alaryhmää. Kaikki kielten väliset vertailut ovat sisältäneet ainoastaan suomen- ja ruotsinkieliset sekä kieliryhmän muut.

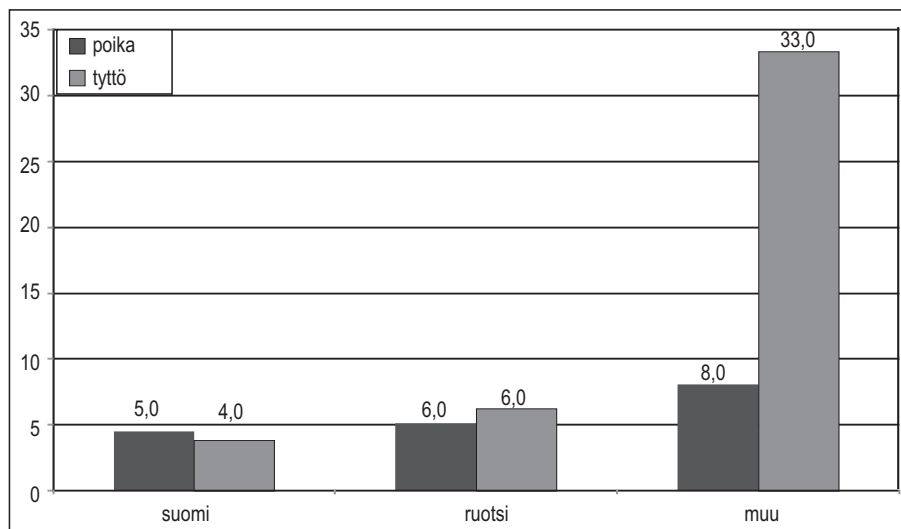
Suomen- ja ruotsinkielisten välillä erot olivat huomattavasti pienempiä. Opettajien arvioimana (arvosana ja hyvän osaamisen kriteerien saavuttamisen arvio) suomen- ja ruotsinkielisten välillä ei ollut eroa matematiikassa heikosti suoriutuneiden määrissä. Kansallisen kokeen perusteella ruotsinkielisten ryhmässä oli enemmän heikosti suoriutuneita oppilaita ($p < 0,001$) suomenkielisiin verrattuna. Matematiikassa heikon suoriutumisen kriteerinä käyttämämme yhdistelmämuuttujan (koe ja opettajan arviot) perusteella ei voida sanoa suomen- ja ruotsinkielisten ryhmien välillä olevan eroja matematiikassa heikosti suoriutuvien määrässä.



KUVIO 6.9 Heikosti suoriutuneiden osuudet kieliryhmittäin eri kriteereillä tarkasteltuna (kouluarvosana, opettajan arvio osaamisesta, kansallisen kokeen tulos sekä yhdistelmämuuttuja eli koetulos ja opettajan arvio).

Äidinkieli ja sukupuoli

Tarkasteltaessa heikosti suoriutuneiden tyttöjen ja poikien osuuksia kieliryhmittäin, todettiin, että suomen- ja ruotsinkielisten oppilaiden ryhmissä ei ollut sukupuolieroja heikosti suoriutuneiden määrissä. Sillä ei ollut merkitystä, mitä heikon suoriutumisen kriteeriä käytettiin. Sen sijaan pienessä ja heterogeenisessä muut-alaryhmässä todettiin selkeä sukupuoliero (Kuvio 6.10). Tytöt olivat selvästi ylliedustettuna heikosti suoriutuvien ryhmässä (tytöt 33 %, pojat 8 %). Ilmiö oli tilastollisesti merkitsevä ($p = 0,011$) käytettäessä tiukinta heikon suoriutumisen kriteeriä (sekä koetulos että opettajan arvio). Kieliryhmän muut tytöistä kolmannes kuului käyttämällämme tiukimmalla kriteerillä matematiikassa heikosti suoriutuviin (vastaava osuus suomenkielisten tyttöjen ryhmässä oli alle 4 %) ¹¹.



KUVIO 6.10 Matematiikassa heikosti suoriutuvien osuudet (% alaryhmän oppilaista) sukupuolen ja äidinkielen mukaan jaettuna (kriteeri: koetulos ja opettajan arvio).

Tarkempi tarkastelu tämän pienen alaryhmän sisällä osoitti, että suurempi osa tytöistä kuin pojista oli saanut merkittävässä määrin tukiopetusta ($p = 0,002$), ja myös matematiikka-ahdistuneisuus oli tytöillä yleisempää kuin pojilla ($p = 0,002$). Sen sijaan eroja ei ollut erityisopetukseen osallistuneiden määrässä tai matematiikan kouluarvosanoissa.

¹¹ Kieliryhmän 'muut' pienenä ja heterogeenisyyden vuoksi tulokset vaikeatulkintaisia. Tulosten tulkittavuus ja yleistettävyyttä edellyttäisi havainnon toistamista paremmin kontrolloidulla ja suuremmalla otoksella.

6.5 TUKI- JA ERITYISOPETUS

6.5.1 Tuki- ja erityisopetuksen kohdentuminen

Tukiopetusta matematiikassa oli saanut melko tai erittäin paljon 9,9 % oppilaista. Vastaavasti erityisopetusta oli saanut melko tai erittäin paljon 11,4 %. Oppilaista 5,1 % oli saanut runsaasti sekä tukiopetusta matematiikasta että erityisopetusta. Oppilaista 83,7 % ei ollut saanut lisätukea tai oli saanut sitä vähän.

Suurempi osuus suomenkielisistä (10,2 %) kuin ruotsinkielisistä oppilaista (6,0 %) oli saanut melko tai erittäin paljon tukiopetusta matematiikassa ($p = 0,003$, Taulukko 6.4). Muunkielisistä oppilaista 22,9 % oli saanut melko paljon tai erittäin paljon tukiopetusta matematiikassa. Tämä on huomattavasti enemmän kuin suomen- tai ruotsinkielisten oppilaiden ryhmissä ($p < 0,001$). Runsaasti tukiopetusta saaneista muunkielisistä oppilaista 87 % oli saanut myös runsaasti erityisopetusta. Lisäksi 18,6 % oli saanut runsaasti erityisopetusta, muttei tukiopetusta matematiikassa. Ero erityisopetuksen määrässä muihin kieliryhmiin verrattuna oli tilastollisesti merkitsevä ($p < 0,001$).

TAULUKKO 6.4 Tuki- ja erityisopetusta saaneiden osuudet oppilaan äidinkielen mukaan tarkasteltuna.

	Äidinkieli		
	Suomi	Ruotsi	Muu
Melko tai erittäin paljon tuki- ja erityisopetusta	5,0 %	3,5 %	20,0 %
Melko tai erittäin paljon erityisopetusta (vähän tai ei lainkaan tukiopetusta)	5,8 %	8,3 %	18,6 %
Melko tai erittäin paljon tukiopetusta (vähän tai ei lainkaan erityisopetusta)	5,3 %	2,5 %	2,9 %
Vähän tai ei lainkaan tuki- tai erityisopetusta	84,0 %	85,7 %	58,6 %

Yksilöllisempi lisäopetus oli lievästi sukupuolittunutta siten, että tytöistä suurempi joukko oli saanut melko tai erittäin paljon tukiopetusta kuin pojat (12,4 % vs. 7,6 %) ($p < 0,001$), kun taas pojat olivat saaneet enemmän erityisopetusta (9,3 % vs. 13,3 %) ($p < 0,001$). Sen sijaan niiden joukossa, jotka olivat saaneet runsaasti sekä tuki- että erityisopetusta, ei ollut sukupuolieroja (tyttöjä 5,2 %, poikia 5,0 %).

Olennainen kysymys oppilaiden saamasta lisätuesta on, miten suuri osa niistä oppilaista, jotka eri kriteerien perusteella olivat heikosti suoriutuneita, oli saanut lisätukea oppimiselleen. Taulukkoon 6.5 on koottu lisätukea melko paljon tai erittäin paljon saaneiden ja vastaavasti vain vähän tai ei lainkaan lisätukea saaneiden oppilaiden määrät.

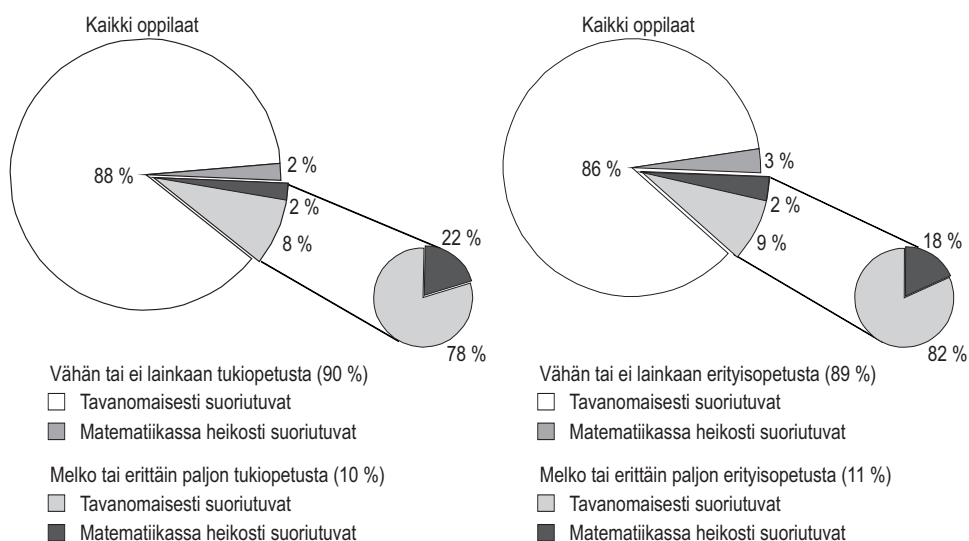
TAULUKKO 6.5 Tuki- ja erityisopetusta saaneiden osuudet heikosti ja tavanomaisesti suoriutuneiden ryhmissä.

	Melko tai erittäin paljon erityisopetusta ja matematiikan tukiopetusta	Melko tai erittäin paljon matematiikan tukiopetusta	Melko tai erittäin paljon erityisopetusta	Vähän tai ei lainkaan lisätukea
Arvosana				
Arvosana 5-6	29,1 %	12,3 %	17,7 %	40,8 %
Arvosana ≥ 7	3,2 %	5,8 %	3,9 %	87,2 %
Opettajan arvio				
tarvitsee runsaasti tukea	41,7 %	13,2 %	18,1 %	27,1 %
selvästi heikempi	20,3 %	14,8 %	11,2 %	53,6 %
Heikompaa, kriteerien mukaista tai parempaa	2,2 %	3,6 %	5,3 %	89,0 %
Koe 6 lk				
Heikosti suoriutuneet	24,6 %	12,0 %	11,3 %	50,6 %
Tavanomainen suoriutuminen	3,7 %	5,9 %	4,4 %	86,0 %
Matematiikassa heikosti suoriutuvat (yhdistelmämuuttuja)				
Heikosti suoriutuvat	32,0 %	12,3 %	13,8 %	39,6 %
Tavanomainen suoriutuminen	3,8 %	6,0 %	4,4 %	84,8 %

Heikosti suoriutuneiden joukossa on huomattavasti enemmän niitä, jotka olivat saaneet tuki- ja/tai erityisopetusta kuin tavanomaisesti suoriutuneiden joukossa. Merkillepantava yksityiskohta on niiden oppilaiden osuus, jotka suoriutuvat heikosti, mutta olivat saaneet ainoastaan vähän tai eivät lainkaan tuki- tai erityisopetusta (Taulukko 6.5, oikeanpuoleisin sarake). Eri-tyisen huolestuttava havainto on se, että niistäkään oppilaista, joiden opettaja oli arvioinut tarvitsevan tunneilla runsaasti tukea, yli neljäsosa (27 %) ei ole sitä saanut tuki- tai erityisopetusta kuin korkeintaan vähäisessä määrin. Samoin arvosanan 5 tai 6 saaneista oppilaista yli 40 % ei ollut saanut lisätukea tai saanut sitä vain vähäisessä määrin. Kokeen perusteella heikosti suoriutuneiksi arvioiduista yli puolet oli saanut lisätukea korkeintaan vähäisessä määrin.

Vaikka prosenttiosuuksina heikosti suoriutuvat oppilaat ovat saaneet huomattavasti enemmän sekä tuki- että erityisopetusta kuin paremmin matematiikassa suoriutuneet oppilaat, muodostuu kuva tuki- ja erityisopetusta saavista erilaiseksi, kun tätä tarkastellaan oppilasmäärinä. Kuviossa 6.11 on esitetty tuki- ja erityisopetusta melko tai erittäin paljon saaneiden oppilaiden jakautuminen matematiikassa heikosti tai vähintään kohtalaisesti menestyneiden oppilaiden osuuksiin. Sekä tuki- että erityisopetuksessa osuudet ovat samankaltaisia. Riippuen käytetystä kriteeristä heikosti suoriutuneiden oppilaiden osuus matematiikan tukiopetusta saavista oppilaista oli tällä tavoin arvioiden 22–50 %. Yli puolet matematiikan tukiopetuksesta kohdentui oppilaisiin, jotka arvosanan, opettajan arvioinnin tai kansallisen koemenestyksen perusteella suoriutuivat matematiikan opinnoistaan vähintään kohtalaisesti.

Kysymyksessä erityisopetuksen saamisesta, erityisopetuksen sisältöjä ei oltu rajattu matematiikan opetukseen. Siten erityisopetusta saaneiden osuudessa ovat mukana myös ne oppilaat, jotka ovat saaneet erityisopetusta esimerkiksi lukemisessa tai vieraiden kielten oppimisessa. Erityisopetuksen jakautuminen heikosti ja vähintään kohtalaisesti suoriutuneiden kesken oli kuitenkin hyvin samankaltainen kuin tukiopetuksen jakautuminen.

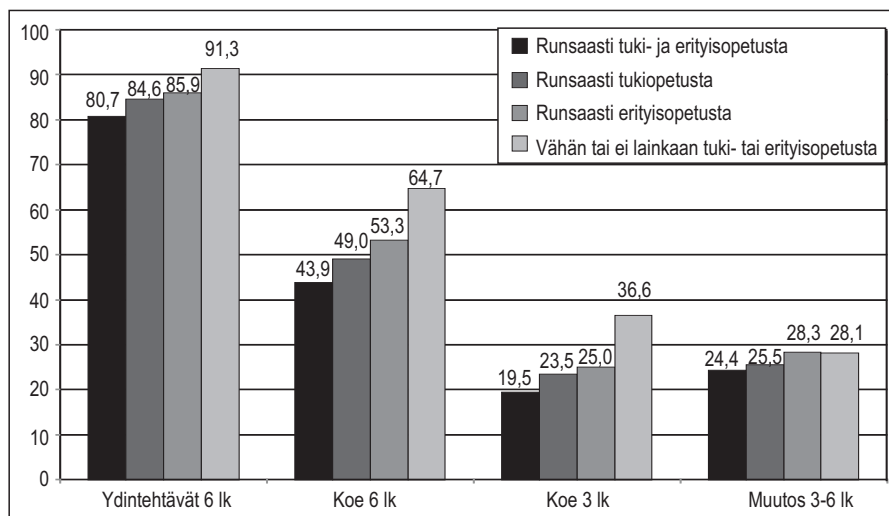


KUVIO 6.11 Matematiikan tukiopetusta ja yleisemmin erityisopetusta saaneiden oppilaiden osuudet tavanomaisesti ja matematiikassa heikosti suoriutuvien ryhmissä (yhdistelmäkritereitä). Piirakkakuvioiden isompi piirakka kuvastaa melko tai erittäin paljon lisätukea saaneiden osuutta kaikista oppilaista ja pienempi kuvio tavanomaisesti ja heikosti suoriutuneiden suhdetta niistä, jotka ovat saaneet runsaasti lisätukea.

Läänien tai kuntatyyppien välillä ei ollut eroja siinä, kuinka suuri osa matematiikassa heikosti suoriutuneista oppilaista oli saanut runsaasti tuki- tai erityisopetusta.

6.5.2 Tuki- ja erityisopetusta saaneiden taidot ja taitojen kehitys

Tässä aineistossa on käytettävissä oppilaiden kansallisen kokeen tulokset sekä kolmannen että kuudennen luokan alusta. Siten voidaan tarkastella tuki- ja erityisopetusta saaneiden kehitystä tällä ajanjaksolla verrattuna niihin, jotka eivät ole saaneet lisätukea. Kuviossa 6.12 on esitetty tuki- ja erityisopetusta saaneiden oppilaiden keskimääräiset taitotasot kolmannen luokan ja kuudennen luokan alussa. Huomioitakoon tässä vielä, että tuki- ja erityisopetusta saaneilla tarkoitamme niitä oppilaita, jotka ovat saaneet molempia tai jompaakumpaa melko tai erittäin paljon.



KUVIO 6.12 Keskimääräiset tehtävien ratkaisuprosentit kolmannen ja kuudennen luokan alussa sekä muutos kolmannelta kuudennelle luokalle eri määriä tuki- ja erityisopetusta saaneissa ryhmissä.

Tuki- ja/tai erityisopetusta saaneet olivat suoriutuneet kolmannen luokan kokeessa heikommin kuin ne, jotka saivat vähän tai ei lainkaan lisätukea ($p < 0,001$). Sekä tuki- että erityisopetusta saaneiden ryhmä suoriutui selkeästi heikoiten ($p < 0,001$). Vain tuki- tai erityisopetusta saaneet ryhmät eivät eronneet toisistaan. Kuudennen luokan mittauksessa ryhmät erosivat jokainen toisistaan (kaikki $p < 0,010$) (Kuvio 6.12). Koska erityisopetus ei välttämättä ole kohdistunut matematiikan opetukseen, emme tarkastele erityisopetuksen suhdetta matemaattisten taitojen kehitykseen tätä tarkemmin.

Koska tukiopetus oli aineistossa jakautunut hyvin monentasoisesti suoriutuneille oppilaalle, yhteyttä matemaattisten taitojen kehitykseen tarkasteltiin siten, että lähtötasoltaan eritasoisia tukiopetusta saaneita oppilaita tarkasteltiin erikseen. Oletettavasti eri tasoilla oppilailla matematiikan tukiopetuksen tavoitteet ja sisällöt ovat olleet erilaisia.

Tukiopetus ja taitojen kehitys kolmannelta kuudennelle luokalle

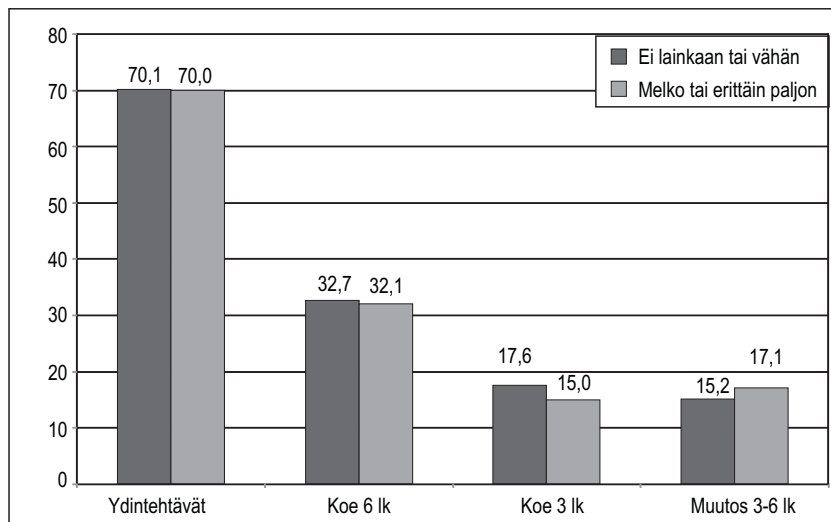
Tarkastelimme tukiopetuksen yhteyttä matemaattisten taitojen kehitykseen kahdesta näkökulmasta: lähtötasoltaan heikkojen ryhmässä (alin 10 % kolmannen luokan kokeessa) sekä lopputuloksen näkökulmasta eli tukiopetuksen ja osaamisen kehityksen yhteyksiä kuudennen luokan kokeessa heikosti suoriutuvien ryhmässä.

Kolmannella luokalla heikoiten suoriutuneesta kymmenyksestä ($n = 517$) vain 32,3 % ($n = 167$) oli saanut kuudenteen luokkaan mennessä melko tai erittäin paljon tukiopetusta matematiikassa (Kuvio 6.13). Tämän heikoimman kymmenyksen sisällä runsaasti tukiopetusta saaneiden lähtötaso ($p = 0,004$), kehitys ($p < 0,001$) ja osaaminen kuudennen luokan kokeen ydintehtävissä ($p < 0,001$) että kokonaispistemäärässä ($p < 0,001$) oli heikompa kuin niiden, jotka eivät olleet saaneet tukiopetusta.

Kuudennen luokan alussa matematiikassa heikosti suoriutuvista (yhdistelmäkritერი) 46 % oli saanut melko tai erittäin paljon matematiikan tukiopetusta ja 54 % vain vähän tai ei lainkaan. Runsaasti tukiopetusta saaneet olivat taidoiltaan heikompia kolmannelle luokalle ($p = 0,007$, $d = 0,38$), mutta ryhmät eivät eronneet toisistaan kuudennelle luokalle ($p = 0,421$) tai taitojen kehityksessä ($p = 0,058$).

Koko aineiston tarkastelussa¹² (ks. luku 3, Metsämuuronen 2010) ”erittäin paljon” tukiopetusta saaneiden pienessä joukossa lisätuki näytti tuottavan merkittävää kehitystä verrattuna ”melko paljon” lisätukea saaneisiin. Erittäin paljon tukiopetusta saaneita oli koko otoksessa erittäin vähän ($n = 32$) ja heikosti suoriutuneissa niin vähän (alle 5), että vastaava tilastollinen analyysi ei ollut mahdollinen erittäin ja melko paljon tukiopetusta saaneiden välillä tässä alaryhmässä.

12 Metsämuuronen (luku 3) tarkasteli tuki- ja erityisopetusta saaneita koko otoksessa todeten, että erittäin paljon lisätukea saaneet olivat kehittyneet taidoissaan melko paljon lisätukea saaneisiin nähden. Koska erittäin paljon tukiopetusta saaneita oli heikosti suoriutuvien joukossa vain muutama oppilas, ei tätä vastaavaan analyysiä voida tehdä tilastollisesti vain heikosti suoriutuvien ryhmässä. Silmämääräisesti keskiarvotasolla tarkastellen nämä muutamat erittäin paljon tukiopetusta saaneet oppilaat olivat selvästi heikompia jo ydintaidoissa (9 % vähemmän oikein) ja taitojen kehityksessä (3,5 prosenttiyksikköä pienempi kasvu) kuin melko paljon tukiopetusta saaneet. Kyseessä on siis erillistä kaksi ilmiötä: yhtäältä lähtötasoltaan heterogeeninen erittäin paljon tukiopetusta saaneiden joukko, joka näyttäisi kehittyvän taitoissaan hyvin ja toisaalta heikosti suoriutuneiden joukko, jossa jo määritelmällisesti edistymistä voidaan odottaa tapahtuvan vain vähän ja jotka tulostenkin perusteella näyttäisivät jäävän tuesta huolimatta koko ajan enemmän jälkeen ikätovereistaan.



KUVIO 6.13 Matematiikassa 6. luokalla heikosti suoriutuvien taidot ja taitojen kehitys jaettuna matematiikan tukiopetusta melko tai erittäin paljon ja vähän tai ei lainkaan saaneisiin.

Tarkastelimme tukiopetuksen yhteyttä osaamisen muuttumiseen myös regressiomallin avulla, eli sekä matemaattisia taitoja että tukiopetuksen määrää tarkasteltiin jatkuvina muuttujina. Matematiikan tukiopetuksen saamisen yhteys taitojen kehitykseen oli negatiivinen (standardoitu beta = $-0,258$, $p < 0,001$), silloinkin kun oppilaan saama erityisopetuksen määrä ja lähtötaso kontrolloitiin. Vaikka yhteys oli tilastollisesti merkitsevä, tukiopetuksen saamisen yhteys koetulosten muutoksiin ei ollut kovinkaan suuri. Kun samaa mallia tarkasteltiin vain kuudennella luokalla matematiikassa heikosti suoriutuneiden ryhmässä, saadun tukiopetuksen määrä ei tässä alaryhmässä ollut yhteydessä matemaattisten taitojen kehityksen ($p = 0,292$).

Tästä havainnosta on vaikea vetää suoraa johtopäätöstä. Toisaalta voidaan ajatella, että opettajat ovat olleet sensitiivisiä ja tarjonneet tukea niille oppilaille, jotka eivät ole edistyneet luokkatovereiden vauhdissa. Toisaalta tukiopetuksesta ei koetuloksen perusteella näyttänyt olleen hyötyä oppilaiden taitojen kehittämisessä. Kysymys edellyttää tarkempaa selvitystä.

6.6 ASETEET JA ASETEIDEN MUUTOKSET

Suomalaisen tutkimuksen mukaan vielä toisella luokalla oppilaiden käsitys omasta osaamisesta ja todellinen osaaminen ovat vielä kohtuullisen irrallisia, mutta jo viidesluokkalaisilla osaamisen ja oman käsityksen välillä alkaa olla vahva suhde (Linnanmäki 2004).

6.6.1 Asenteet

Oppilaista 6,4 % arvioi itseään kuudennella luokalla heikoksi matematiikan osaajana. Matematiikka-ahdistuneisuutta ilmaisevia vastauksia antoi 3,9 % oppilaista. Nämä kaksi päällekkäistyivät siten, että erittäin heikoiksi osaajiksi itsensä kokevista noin neljänneksellä (23,6 %) oli ahdistuneisuutta matematiikkaa kohtaan. Sekä arvio itsestä osaajana että matematiikkaan liittyvä ahdistuneisuus olivat vahvasti sukupuolittuneita. Tytöt olivat selvästi yliedustettuina niissä, jotka arvioivat itsensä heikoiksi osaajiksi (69,3 % tyttöjä) sekä niissä, jotka kokivat ahdistuneisuutta matematiikkaa kohtaan (71,8 %). Koeosaamisen ja osaamisen kokemuksen välillä oli vahva yhteys ($r = 0,50$, $p < 0,001$). Myös koeosaamisen ja ahdistuneisuuden yhteys oli merkitsevä ($r = 0,35$, $p < 0,001$).

6.6.2 Asenteiden muutokset heikosti suoriutuneilla oppilailla

Koko aineistossa näyttäytyy asenteiden muuttuminen negatiivisemmaksi (luku 3, Metsämuuronen 2010). Heikosti suoriutuneiden oppilaiden asenteet muuttuivat huomattavasti negatiivisemmaksi kuin muiden oppilaiden (kaikki erot $p < 0,001$). Muihin oppilaisiin verrattuna heikosti suoriutuneiden oppilaiden asenteissa suurinta oli muutos käsityksessä itsestä osaajana ($d = 0,43$), ja vähän vähemmän matematiikasta pitämisessä ($d = 0,27$). Heikosti suoriutuneiden joukossa asenteiden muutos ei ollut yhteydessä oppilaiden taustatekijöihin (sukupuoli, äidinkieli). Asenteiden muutos negatiivisemmaksi ei myöskään ollut yhteydessä alueellisiin tekijöihin.

Käsitys itsestä osaajana ei näyttäisi erottelevan heikosti suoriutuvia oppilaita toisistaan. Verrattaessa heikosti suoriutuvia oppilaita, jotka pitivät itseään todella heikkoina osaajina niihin, jotka pitivät itseään edes kohtalaisina osaajina, ei havaittu eroja koesuorituksissa, arvosanoissa, opettajien arvioinneissa tai taitojen kehityksessä.

Asenteet ja tuki- ja erityisopetus

Heikosti suoriutuneista vajaa puolet (46 %) oli saanut melko tai erittäin paljon tukiopetusta. Vertasimme niiden heikosti suoriutuneiden asenteita ja muutoksia asenteissa matematiikkaa kohtaan, jotka olivat saaneet runsaasti tukiopetusta ($n = 93$) niihin, jotka olivat saaneet sitä korkeintaan vähän tai ei lainkaan ($n = 110$). Ryhmät eivät eronneet asenteiden muutoksen määrässä, mutta runsaasti tukiopetusta saaneiden oppilaiden asenteet olivat negatiivisempia jo kolmannella luokalla ja myös kuudennen luokan alussa (kolmannella luokalla $p < 0,009$, $d = 0,36$; kuudennella $p < 0,03$, $d = 0,31$) kuin niiden, jotka eivät olleet saaneet tukiopetusta tai olivat saaneet sitä vähän.

6.7 OPETTAJIEN KOMPETENSSI JA KOULUTUSTARPEET

Kansallisen kokeen yhteydessä opettajilta kysyttiin heidän asenteitaan ja käsityksiään matematiikan oppimisvaikeuksiin liittyen. Tässä yhteydessä raportimme ainoastaan keskeiset tulokset. Opettajien asenteiden yhteyksiä oppilaiden osaamiseen käsitellään tarkemmin tulevissa erillisissä tutkimusraporteissa. Opettajat ($n = 358$) arvioivat väittämiä viisiportaisella asteikolla (-2 täysin eri mieltä – +2 täysin samaa mieltä). Tässä lyhyessä tiivistyksessä eri mieltä ja täysin eri mieltä sekä samaa mieltä ja täysin samaa mieltä kategoriat on yhdistetty (ks. tarkemmin luku 5, Vainionpää & Joutsenlahti 2010).

Lähes kolme neljästä opettajasta (73 %) oli sitä mieltä, että oppilas, jolla on matematiikan oppimisen vaikeuksia, saa heidän koulussaan oppimiselleen tarvitsemansa tuen. Ainoastaan 13 % opettajista koki, että näin ei olisi. Kuitenkin vain puolet (50 %) opettajista piti omia valmiuksiaan opettaa näitä oppilaita hyvänä ja joka viides (21 %) piti valmiuksiaan riittämättömänä. Tämä on selkeästi erilainen tulos kuin opettajien vastaukset yleisempään kysymykseen omista valmiuksistaan opettaa matematiikkaa, jossa 90 % opettajista piti taitovalmiuksinaan riittävinä ja alle 1 % oli väittämän kanssa eri mieltä.

Vain joka kuudes opettaja (17 %) koki, että oppilaat, joilla oli matematiikan oppimisvaikeuksia, työllistivät häntä liikaa. Valtaosa (59 %) oli tässä väittämässä eri mieltä. Hieman suurempi osuus opettajista (24 %) piti matematiikan opetussuunnitelmaa liian vaativana monille yleisopetuksen oppilaille (eri mieltä 47 %). Yli puolet opettajista (53 %) oli sillä kannalla, että niiden oppilaiden, joille matematiikan oppiminen on vaikeaa, oppimäärää pitäisi yksilöllistää mahdollisimman varhain (eri mieltä 28 %).

Opettajilta kysyttiin myös erikseen täydennyskoulutuksesta. Useimmin koettu tarve täydennyskoulutukselle oli juuri matematiikan oppimisvaikeuksiin liittyvät koulutukset (62 % opettajista, $N = 364$) sekä opetusmenetelmien monipuolistamiseen liittyvät koulutukset (62 %) ja uusimpaan tietoon perehtyminen matematiikan oppimisesta ja opettamisesta (51 %). Sen sijaan aineenhallinnan varmistamiseen (16 %) tai arvosanaopintoihin (4 %) ei näytännyt olevan koettua tarvetta.

6.8 YHTEENVETO

6.8.1 Vajaalle viidelle prosentille kuudennen luokan yleisopetuksen oppilaista matematiikan oppiminen vaikeaa –heistä kolmanneksella puutteita aivan perustaidoissa

Lähdimme tässä analyysissä siitä heikon suoriutumisen määritelmästä, että tarvitaan useampi indikaattori heikosta osaamisesta, jotta oppilas voitaisiin määritellä heikosti suoriutuvaksi. Lähtökohtana oli oppilaan heikko koe-suoriutuminen sekä opettajan tekemä arvio oppilaan heikosta koulumenestyksestä matematiikassa. Näillä kriteereillä päädytään arvioon, että 4,5 %:lle yleisopetuksen oppilaista matematiikan oppiminen on erittäin pulmallista. Näistä heikosti suoriutuvista oppilaista lähes kolmanneksella oli vaikeuksia jo matematiikan perustaitojen hallinnassa.

Arviomme on varsin yhdenmukainen kansainvälisten arvioiden kanssa maattisten oppimisvaikeuksien määrästä. Yleisimmin esitetyt arviot ovat vaihdelleet 5–7 %:iin. On huomioitava, että arviomme (4,5 %) perustuu aineistoon, joka ei sisällä oppilaita, jotka on siirretty erityisopetukseen. Todennäköisesti heistä suurella osalla on vaikeuksia matematiikan oppimisessa.

6.8.2 Matematiikassa heikosti suoriutuvien määrissä ei alueellisia eroja

Läänien välisiä tai kuntatyyppeihin liittyviä eroja heikosti suoriutuvien oppilaiden määrissä ei eri analyyseissä todettu, riippumatta siitä mitä heikon osaamisen kriteeriä käytettiin.

6.8.3 Tyttöjä ja poikia yhtä paljon heikosti suoriutuvissa, mutta tytöt yliedustettuna itseään matematiikassa huonona pitävissä ja matematiikka-ahdistuneissa

Heikkoja arvosanoja saaneiden ja kansallisessa kokeessa heikosti suoriutuneiden määrissä ei ollut sukupuolieroja. Myöskään heikkojen oppilaiden suoriutumisessa kansallisessa kokeessa ei ollut sukupuolieroja.

Opettajien arviossa oppilaiden suoriutumisesta suhteessa hyvän osaamisen kriteereihin pojat olivat yliedustettuna heikoimmin suoriutuneiden kategoriassa ja samanaikaisesti tyttöjä oli enemmän toiseksi alimmassa kategoriassa. Lisäksi tyttöjen ja poikien välillä oli selkeä ero saadussa matematiikan tukiopetuksen ja erityisopetuksen määrässä siten, että tytöt olivat yliedustettuna tukiopetuksen saajissa ja pojat osa-aikaisessa erityisopetuksessa.

Oppilaiden asenteet itsestä matematiikan osaajana olivat vahvasti sukupuolituneet. Kuudesluokkalaiset tytöt kokivat olevansa huomattavasti poikia useammin heikkoja osaajia, ja vielä tyypillisempää oli, että tytön suhde matematiikan opiskeluun sisälsi ahdistuneisuuden tunteita.

6.8.4 Matematiikassa heikosti suoriutuvista alle puolet saa tarvitsemaansa lisätukea oppimiselle

Tutkimuksessa ei selvitetty erikseen osa-aikaista erityisopetusta matematiikassa. Päätelemät perustuvat siten ainoastaan yleisempään osa-aikaiseen erityisopetukseen ja matematiikan tukiopetukseen.

Vajaa puolet oppilaista, jotka eri kriteereillä tarkastellen suoriutuvat heikosti matematiikassa, eivät olleet saaneet lainkaan tai olivat saaneet vain vähäisessä määrin tehostettua tukea (tuki- tai erityisopetusta) oppimiselleen.

Toisaalta niistä, jotka saavat tukiopetusta matematiikassa, riippuen osaamisen kriteeristä, puolet tai yli puolet oli sellaisia oppilaita, jotka eivät lukeutuneet heikosti suoriutuviin oppilaisiin.

6.8.5 Heikosti suoriutuvien oppilaiden asenteet matematiikkaa kohtaan syösykierteessä kolmannelta kuudennelle luokalle

Noin 6,4 % oppilaista piti itseään erittäin heikkona osaajana kuudennen luokan alussa. Lisäksi vajaalla 4 % oppilaista oli matematiikan opiskeluun tai kokeisiin liittyvää vahvaa ahdistuneisuutta. Molemmat käsitykset olivat selvästi sukupuolituneita. Lähes kolme neljästä matematiikka-ahdistusta kokevasta oppilaasta oli tyttö.

Heikosti suoriutuneiden oppilaiden asenteet itseä kohtaan oppijana sekä matematiikan opiskelua kohtaan yleisemmin olivat muuttuneet selvästi negatiivisemmaksi kuin muilla oppilailla, vaikka yleistrendikin kolmannelta kuudennelle luokalle on asenteiden muutos negatiiviseksi.

Oppilaan asenteilla itsestään oppijana ja oppilaan matemaattisilla taidoilla on selkeä yhteys, mutta heikkoina osaajina itseään pitäviä löytyi sekä taidoiltaan erittäin heikoista kuin keskitasoisestikin suoriutuvista.

6.8.6 Ei-kotimaisia kieliä äidinkielenään puhuvien matemaattiset taidot heikompia

Aineisto ei tarjoa mahdollisuutta tarkastella oppilaan äidinkieleen liittyviä kysymyksiä yksityiskohtaisesti. Aineistossa toistuu aikaisempi havainto osamiserosta suomen ja ruotsinkielisten oppilaiden välillä, kuitenkin siten, että heikosti suoriutuvien oppilaiden kohdalla ero näyttäytyy koesuorituksessa muttei opettajien arvioissa oppilaiden osaamisesta.

Niiden oppilaiden, joiden äidinkieli on muu kuin suomi tai ruotsi, matemaattiset taidot olivat selvästi heikompia kuin kotimaisia kieliä puhuvien oppilaiden. Noin viidennes näistä oppilaista suoriutuu erittäin heikosti matematiikassa. Tässä ryhmässä tyttöjen osuus heikosti suoriutuvissa oli lähes nelinkertainen poikien määrään nähden. Tytöistä lähes kolmannes kuului matematiikassa heikosti suoriutuviin. Tämä on merkittävä ero, kun lisäksi huomioidaan se, että suomen- ja ruotsinkielisten oppilaiden ryhmissä ei ollut sukupuolieroja.

6.8.7 Opettajat uskovat koulunsa tarjoavan heikosti suoriutuville oppilaille tukea oppimiseen, mutta kokevat itse tarvitsevansa lisäoppia matematiikan oppimisvaikeuksista ja niihin liittyvistä opetusmenetelmistä

Valtaosalla opettajista oli käsitys, että oppilaat, joilla on matematiikan oppimisvaikeuksia, saavat heidän koulussaan tarvitsemansa tuen. Sen sijaan merkittävä osa opettajista ei pitänyt omia valmiuksiaan riittävänä. Yli 60 % opettajista koki, että heillä olisi tarve täydennyskoulutukseen matematiikan oppimisvaikeuksista sekä monipuolisemmista opetusmenetelmistä.

6.9 SUOSITUKSET

6.9.1 Tehostetun tuen kohdentumista ja vaikuttavuutta selvitettävä

Tästä tekemästämme tarkastelusta nousee esille kaksi erittäin merkittävää yksityiskohtaa. Ensimmäisenä kysymyksenä nousee matematiikassa heikosti suoriutuvien oppilaiden saama lisätuki. Hallituksen esityksessä Eduskunnalle laiksi perusopetuslain muuttamisesta (2009) luokanopettajan antama tukiopetus nähdään ensimmäisenä ja ensisijaisena tukimuotona, kun oppilaan havaitaan tarvitsevan lisätukea oppimiselleen.

Tämän aineiston kouluista 40 % oli sellaisia, joissa yksikään oppilas ei ollut saanut runsaasti tukiopetusta matematiikassa. Tulos tukiopetuksen saatavuuden vaihtelusta on yhdenmukainen aikaisempien selvitysten kanssa (ks. esim. Rimpelä ym. 2007). Heikosti suoriutuvien oppilaiden määrään nähden tällaisten koulujen osuus pitäisi olla huomattavasti pienempi.

Lisäksi on kiinnitettävä huomiota oppilaan oikeuteen saada tehostettua tukea oppimisvaikeuksiinsa. Tässä aineistossa matematiikassa heikosti suoriutuvista alle puolet oli saanut tuki- tai erityisopetusta. Näin siitä huolimatta, että käyttämämme heikon suoriutumisen kriteeri oli tiukka, sisältäen alle 5 % oppilaista, ja lisäksi heikon suoriutumisen määritelmäme sisälsi koe-suorituksen lisäksi opettajan arvioinnin oppilaan taidoista. Lisätukea tarvitsevat oppilaat oli siis periaatteessa kouluissa tunnistettu.

Samanaikaisesti kun osa matematiikassa heikosti suoriutuvista oppilaista ei näyttäisi saavan tarvitsemaansa lisätukea oppimiselleen, matematiikan tukiopetuksen kokonaisresurssista suuri osa näytettäisiin käytettävän vähintäänkin kohtalaisesti suoriutuville oppilaille. Lisäksi matematiikan tukiopetus näyttäytyy tämän aineiston perusteella lievästi sukupuolittuneelta tukimuodolta.

Tilastokeskuksen kokoamien osa-aikaisen erityisopetuksen tilastojen perusteella (ks. kuvio 6.1) matematiikassa osa-aikaista erityisopetusta saavien määrä on kasvanut merkittävästi 2000-luvulla. Tämä tukimäärän kasvu ei tässä aineistossa näyttäytynyt sellaisena tuloksena, että kaikki heikoimmin matematiikassa suoriutuvat olisivat saaneet tätä tukea.

Aineiston perusteella ei ole mahdollista selvittää tarkemmin oppilaiden valikoitumista matematiikan tuki- tai erityisopetukseen. Siksi erityisopetusta koskevan uuden lain tullessa voimaan olisi ryhdyttävä järjestelmällisesti selvittämään tehostetun tuen kohdentumista ja vaikuttavuutta.

Selvitys kannattaa toteuttaa tieteellisen tutkimuksen menetelmin otospohjaisesti seurantatutkimuksena Opetushallituksen, edustavan otoksen muodostavien koulujen sekä oppimisvaikeuksiin perehtyneen yliopiston tai muun tutkimuslaitoksen yhteistyönä. Keskeisinä kysymyksinä on selvittää, (a) mitkä ovat ne oppilaaseen ja kouluun liittyvät tekijät ja millaisia ovat ne erilaiset prosessit, joilla oppilaat valikoituvat tehostetun tuen piiriin, (b) mitkä ovat tehostetun tuen tavoitteet suhteessa oppilaan taitotasoon ja opetuksen tavoitteisiin, (c) mikä on annetun tuen vaikuttavuus suhteessa asetettuihin tavoitteisiin, ja miten annetun tuen vaikuttavuutta selvitetään koulussa sekä (d) mitkä ovat ne oppilaan BPS¹³-tekijät, jotka vaikuttavat näihin edellisiin.

6.9.2 Maahanmuuttajatyöt syrjäytymisvaarassa?

Tämä aineisto ei tarjoa mahdollisuutta tarkastella maahanmuuttajien osaamista ja taitojen kehitystä yksityiskohtaisesti. Otos muuta kuin suomea tai ruotsia äidinkielenään puhuvista on pieni ja kieliryhmään ”muut kuin suomen- tai ruotsinkieliset” kuului hyvin heterogeeninen joukko oppilaita.

Tästä huolimatta aineiston pohjalta nousee vahva huoli erityisesti maahanmuuttajatyttöjen matematiikan oppimisen tilasta ja oppimisesta syrjäytymistä. Otoksessa kieliryhmän ”muut” tytöistä kolmannes kuului matematiikassa heikosti suoriutuviin, kun tämä osuus kaikissa muissa sukupuoli/kieliryhmissä jäi selvästi alle kymmenykseen. Ero oli tilastollisesti merkitsevä. Koska tämän aineiston pohjalta ei ole mahdollista tutkia asiaa tarkemmin, olisi tämä kysymys pikaisesti nostettava tarkasteluun erillisessä tutkimuksessa.

Kuten suositukssamme matematiikan tehostetun tuen kohdentumisen selvittämiseksi, myös tässä laaja-alainen BPS-lähestymistapa on mielestämme paras tapa selvittää tätä kysymystä tarkemmin ilmiön moniulotteisuuden

13 BPS (biopsykososiaalinen). Erityisesti toimintakyvyn arvioinnin ja kuntoutuksen tutkimuksessa yleistynyt lähestymistapa, jossa henkilön tuentarvetta ja tuen toteutumista tarkastellaan yksittäistä taitoa laaja-alaisemmin henkilön kykyjen, taitojen, taitopuutteiden, sosiaalisen tukiverkoston sekä tavoiteltavien toimintojen ja ympäristön asettamien vaateiden kokonaisuutena. Lähtökohtaisesti BPS-arviointi on moniammatillista yhteistyötä.

vuoksi. Lisäksi olisi selvitettävä, millaisin opetuksellisin ja sosiaalipoliittisin keinoin tätä maahanmuuttajaoppilaiden matematiikan oppimisesta syrjäytymisen kehitystä voitaisiin ennaltaehkäistä.

Tutkimus kannattaa toteuttaa jonkin tutkimuslaitoksen ja opetushallituksen rakentaman koko maan kattavan maahanmuuttajaopettajien verkoston yhteistyönä.

6.9.3 Erityisopetukseen otettujen tai siirrettyjen oppilaiden taitojen arviointi osaksi kansallisia oppimisarviointoja

Erityisopetukseen otettujen ja siirrettyjen oppilaiden osuus perusopetuksen oppilaista on noin 8 %. Puolet heistä opiskelee jo osittain tai kokonaan integroituna yleisopetuksen luokissa. Nämä oppilaat muodostavat merkittävän ryhmän suomalaisista peruskoululaisista. Jotta oppiainekohtaisesta perusopetuksen tilasta saataisiin kattava kuva, olisi perusteltua ottaa tämä ryhmä jatkossa mukaan tehtäessä oppimistulosten kansallisia arviointoja.

Erityisoppilaiden oppimistulosten arviointi kannattaa toteuttaa erillisenä, samanaikaisesti toteutettuna tutkimuksena erityisoppilaiden osaamiseen ja heidän taitojen mittaamiseen liittyvien monien erityiskysymysten vuoksi.

Mittausteknisten kysymysten lisäksi on huomioitava, että erityisoppilasryhmien oppimistulosten arviointia ei ole mielekäästä perustaa opetussuunnitelmaan kirjattujen hyvän osaamisen kriteerien pohjalle. Erityisryhmien arvioinneissa oleellista on sellaisten ydintaitojen hallinta, jotka ovat tärkeitä oppilaiden arjessa selviytymisen ja itsenäistymiskehityksen kannalta. Tällöin keskeisiä ovat ennen kaikkea lukemisen ja laskemisen ydintaidot.

Ei ole lainkaan itsestään selvää, että kaikkien erityisoppilaiden luku- ja laskutaitojen hallinta olisi merkittävästi heikompaa kuin yleisopetuksen opetussuunnitelmaa noudattavilla heikoimmilla oppilailla. Koko ikäluokkaa koskeva tieto osaamisesta antaa todemman kuvan suomalaisen peruskoulun tilasta ja niistä toimista, joita tarvittaisiin tehostetun tuen ja inklusiivisen opetuksen kehittämiseksi.

Tämä laajennus oppimistulosten arvioinnista koskemaan koko ikäluokkaa tai jotain kapeampialaisesti määritettyä osajoukkoa erityisopetukseen otetuista (tai siirretyistä oppilaista) vaatii tarkempaa suunnittelua. Oppimistulosten osalta se luonnostaan olisi osa Opetushallituksen seuranta-arviointiohjelmaa. Muilta osin koulutuksen arviointineuvosto voisi suunnitella arvioinnin. Tällaisen erikoisarvioinnin mittareiden kehittämisen voi olla mielekäästä toteuttaa asiaan erikoistuneiden kansallisten asiantuntijoiden, tutkimuslaitosten tai erityisoppilaitosten toimesta.

LÄHTEET

- Aster von, M. (2000).** Developmental cognitive psychology of number processing and calculation: Varieties of developmental dyscalculia. *European Child and Adolescent Psychiatry* 9, 41–57.
- Badian, N.A. (1983).** Arithmetic and nonverbal learning. Teoksessa **H. R. Myklebust** (Ed.), *Progress in Learning Disabilities*, Volume V. New York: Grunt & Stratton.
- Badian, N.A. (1999).** Persistent arithmetic, reading, or arithmetic and reading disability. *Annals of Dyslexia*, 49(1), 43–70.
- Butterworth, B. (2005).** Developmental dyscalculia. Teoksessa **J. I. D. Campbell** (ed.), *Handbook of mathematical cognition*. pp. 455–467. Hove: Psychology Press.
- Gross-Tsur, V. Manor, O., & Shalev, R. (1996).** Developmental dyscalculia: prevalence and demographic features, *Developmental Medicine and Child Neurology*, 38, 25–33.
- HE Hallituksen esitys 109 (2009).** Eduskunnalle laiksi perusopetuslain muuttamisesta. 26.6.2009, Helsinki.
- Hannula, M.M., Pehkonen, L., Soro, R., Räsänen, P., & Kupari, P. (2004).** Matematiikka ja sukupuoli. Teoksessa **P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen ja P. Malinen** (toim.), *Matematiikka – näkökulma opettamiseen ja oppimiseen*. 2. laajennettu painos. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.
- Huisman, T. (2006).** Luen, kirjoitan ja ratkaisen. Peruskoulun kolmasluokkalaisten oppimistulokset äidinkielen ja kirjallisuuden sekä matematiikassa. Oppimistulosten arviointi 7/2006. Helsinki: Opetushallitus.
- Kartovaara, E. (toim.) (2007).** *Perusopetuksen vuoden 2004 opetussuunnitelmauudistus*. Kehittämisverkostoon ja kokeiluun osallistuneiden kuntien ja koulujen näkemyksiä ja ratkaisuja. Helsinki: Opetushallitus.
- Kartovaara, E. (2009).** *Opetuksen järjestäjien ja rehtorien näkemyksiä ja kokemuksia perusopetuksen vuoden 2004 opetussuunnitelmauudistuksesta*. Helsinki: Opetushallitus.
- Kosc, L. (1974).** Developmental dyscalculia. *Journal of Learning Disabilities*, 7, 164–177.
- Kuusela J., Etelälahti A., Hagman Å., Hievanen R., Karppinen K., Nissilä L., Rönneberg U. ja Siniharju M. (2008).** *Maahanmuuttajaoppilaat ja koulutus – tutkimus oppimistuloksista, koulutusvalinnoista ja työllistämisestä*. Helsinki: Opetushallitus.
- Linnanmäki, K. (2004).** Minäkäsitys ja matematiikan oppiminen. Teoksessa **P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen ja P. Malinen** (toim.), *Matematiikka – näkökulma opettamiseen ja oppimiseen*. 2. laajennettu painos. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.
- Metsämuuronen, J. (2010).** Osaamisen ja asenteiden muutos perusopetuksen 3–5-luokilla. Teoksessa **E. K. Niemi & J. Metsämuuronen** (toim.), *Miten matematiikan taidot kehittyvät? Matematiikan oppimistulokset peruskoulun viidennen vuosiluokan jälkeen vuonna 2008*. Koulutuksen seurantaraportit 2010:2. Helsinki: Opetushallitus.
- Niemi, E. K. (2007).** *Matematiikan oppimistulosten kansallinen arviointi 6. vuosiluokalla vuonna 2007*. Oppimistulosten arviointi 1/2008. Helsinki: Opetushallitus.

- OECD (2006).** PISA (*Programme for International Student Assessment*): *Science Competencies for Tomorrow's World, Volume 1: Analysis*. Publication: 04/12/07.
- Opetushallitus (2004).** Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004. Helsinki: Opetushallitus.
- Rimpelä, M., Rigoff, A-M., Kuusela, J., & Peltonen, H. (toim.)(2007).** *Hyvinvoinnin ja terveyden edistäminen peruskoulussa – perusraportti kyselystä 7.–9. vuosiluokkien kouluille*. Opetushallitus ja Stakes. Vammala: Vamalan Kirjapaino Oy.
- Räsänen, P. & Ahonen, T. (1995).** Arithmetic disabilities with and without reading difficulties: A comparison of arithmetic errors. *Developmental Neuropsychology*, 11(3), 275-295. 22
- Stakes (1999).** Tautiluokitus ICD-10. Helsinki: Stakes.
- Tilastokeskus (2008).** http://www.stat.fi/til/erop/2008/erop_2008_2009-06-10_tie_001.html
- Vainionpää, J. & Joutsenlahti, J. (2010).** Opettajien matematiikkakuva ja matematiikan opettamisen olosuhteet. Teoksessa **E. K. Niemi & J. Metsämuuronen** (toim.), *taidot kehittyvät? Matematiikan oppimistulokset peruskoulun viidennen vuosiluokan jälkeen vuonna 2008*. Koulutuksen seurantaraportit 2010:2. Helsinki: Opetushallitus.

7 ARVIOIVIA JOHTOPÄÄTÖKSIÄ JA SUOSITUKSIA

Tämä matematiikan toisen nivelvaiheen (5. luokan) jälkeistä osaamista kuvaava raportti on valmisteltu ja toteutettu useasta kulmasta katsoen ja eri osa-alueille tarkentaen. Näkökulmina ovat olleet 6. luokan alun matemaattinen osaaminen ja siihen yhteydessä olevat tekijät (Niemi, luku 1), osaamisen ja asenteiden muutos 3.–6. luokkien välillä (Metsämuuronen, luvut 2 ja 3), 6. luokan alun oppikirja- ja opettajatekijät (Tampereen yliopiston opettajankoulutuslaitos Hämeenlinnan yksikkö, Joutsenlahti ja Vainionpää luvut 4 ja 5) sekä heikoimpien oppilaiden osaaminen ja sen muuttuminen 3.–6. luokkien välillä (Niilo Mäki Instituutti, Räsänen, Närhi ja Aunio, luku 6). Kukin kirjoittaja ja -ryhmä on tarkastellut aihettaan omien näkökulmiensa ja asiantuntemuksensa kautta, vaikka toimituksellista työtä on tehty jonkin verran. Kukin kirjoittaja ja -ryhmä myös vastaa omasta osuudestaan. Näin ollen myös kuhunkin lukuun liittyvät johtopäätökset ja suositusehdotukset ovat kirjoittajien oman erityisaineistonsa pohjalta esiin nostamia seikkoja. Tässä koontiluvussa ne on tuotu yhteen kunkin kirjoittajan ja -ryhmän näkemyksinä.

Niemi, Eero K.

7.1 OPPIMISTULOSTEN PERUSTEELLA NOUSEVIA ARVIOIVIA JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Oppilaat menestyivät 6. luokan alun matematiikan kokeessa keskimäärin hyvin. Pojat ja tytöt menestyivät kokeessa lähes yhtä hyvin. Parhaiten hallittiin tietojenkäsittely, tilastot ja todennäköisyys -sisältöalue. Myös päässälas-kut osattiin hyvin. Geometrian sisältöalue osattiin heikoiten, ja tuottamistehtävät osattiin selvästi heikommin kuin monivalintatehtävät.

- Jatkossa tulisikin kiinnittää huomiota geometrian sisältöalueen opettamiseen sekä tuottamistehtävien ratkaisutaitoihin.

Oppilaat pitivät matematiikkaa hyödyllisenä oppiaineena ja käsitys omasta osaamisesta oli pojilla edelleen korkeampi kuin tytöillä. Tyttöjen itsetunnon tukemiselle matematiikan osajina olisi tarvetta. Arvioinnissa suomenkieliset oppilaat menestyivät ruotsinkielisiä oppilaita paremmin kaikilla sisältöalueilla ja eri tehtävätyypeissä. Vaikka kokonaisuutena voidaan todeta, että oppilaiden oppimistulosten erot eivät ole suuria ja koulutuksellinen tasa-arvo maassa on hyvä, ovat kuitenkin yksittäisten koulujen väliset erot yllättävän suuria. Erityisesti tällaiset erot korostuvat ruotsinkielisten koulujen kohdalla.

- Koska kaikissa aikaisemmissakin Opetushallituksen alaluokilla suorittamissa matematiikan seuranta-arvioinneissa ruotsinkielisten koulujen oppilaat ovat menestyneet selvästi heikommin kuin suomenkielisten koulujen oppilaat, tulisi tutkia, mistä erot johtuvat. Aiempien tutkimusten perusteella yläluokilla osaamisen tasossa ei ole kieliryhmien välillä eroja.

Tärkeimmäksi opettajan opetusta ohjaavaksi tekijäksi osoittautui oppikirja ja sen opettajanopas. Opetussuunnitelman merkitys opetuksessa oli paljon vähäisempi.

- Viimeistään opetussuunnitelman perusteita uudistettaessa tulisi pohtia, miten oppimateriaaliin ja sen sisältöihin suhtaudutaan. Ks. myös luku 7.3.
- Opettajien täydennyskoulutukselle on selvästi tarvetta. Erityisesti koulutusta kaivataan opetusmenetelmissä ja matematiikan oppimisvaikeuksien tunnistamisessa.

7.2 OSAAMISEN MUUTOKSEN PERUSTEELLA NOUSEVIA ARVIOIVIA JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Osaamisen muutoksen osalta koulutuksellinen tasa-arvo toteutuu hyvin sukupuolten välillä. Sen sijaan kieliryhmien välillä on selkeitä eroja matematiikan osaamisessa ja osaamisen muutoksessa. Ruotsinkielisten koulujen tulosten keskiarvojen vaihteluväli on kaksinkertaistunut kolmessa vuodessa; suomenkielisissä kouluissa ero on kaventunut. Parhaat ruotsinkieliset koulut ovat parhaiden koulujen joukossa, mutta oppilaskeskiarvoltaan heikoimpien koulujen joukossa on selkeä yliedustus ruotsinkielisiä kouluja. Keskimäärin ruotsinkielisten koulujen osaamisen taso on merkitsevästi matalampi kuin suomenkielisten. Tietyllä alueella ruotsinkielisissä kouluissa keskimääräinen geometrian ratkaisuosuus on kohonnut vasta 6. luokan alussa tasolle, jolla suomenkielisten koulujen keskiarvo oli jo 3. luokan alussa. Osaltaan tätä voi selittää se, että heikoimpia oppilaita ei ruotsinkielisissä kouluissa ole tarjottu erityisopetuksen tukea samassa määrin kuin suomenkielisissä kouluissa.

- On syytä kiinnittää huomiota ruotsinkielisten koulujen oppilaiden heikkoon tulokseen. On mielekästä selvittää tarkemmin tuloksen taustalla olevia syitä. Potentiaalinen polarisoitumiskehitys on pyrittävä pysäyttämään.
- On syytä tarkistaa laajemmilla mittaristoilla, voisiko havaittu ruotsinkielisten oppilaiden heikompi suoriutuminen 3. luokan alun matematiikan kokeessa olla yhteydessä yleisempiin puutteisiin loogis-kognitiivisissa valmiuksissa. Näiden keskeisten valmiuksien kehittämiseen olisi syytä kiinnittää huomiota perusopetuksen varhaisina vuosina.

Aiemmissa 9. luokan matematiikan oppimistulosarvioinneissa ruotsinkielisillä kouluilla ei ole ollut yliedustusta niiden koulujen joukossa, joissa oppilaat menestyivät heikoiten. Onkin siis mahdollista, että ylempien luokkien aikana lähtötasoltaan heikoimpien koulujen oppilaat koulut kurovat eroa umpeen tai että heikoimmat oppilaat siirretään erityisopetuksen tai henkilökohtaisen opetussuunnitelman mukaan opiskelemaan ala- ja yläluokkien vaihteessa. Tätä ei kuitenkaan varmasti tiedetä, ellei samaa ikäluokkaa mitata uudelleen 9. luokan loppuvaiheessa.

- Jotta ruotsinkielisten koulujen kehitystä voidaan seurata suhteessa suomenkielisiin kouluihin, arviointiohjelmaan tulisi lisätä vuonna 2012 pitkittäisseuranta 9. vuosiluokalle, jossa nyt tutkittu ikäluokka tutkitaan vielä kerran.

Sekä heikoimmat että parhaimmat oppilaat edistyvät enemmän, mikäli koulun lähtötaso on ollut heikko. Kahden, eri oppiaineissa tehdyn pitkittäisseurannan pohjalta (Matematiikka 3.–5. luokka ja Äidinkieli 7–9. luokka) näyttää osoitetulta, että sekä lähtötasoltaan parhaimmat että heikoimmat oppilaat edistyvät enemmän kouluissa, joissa lähtötaso on alun perin heikko kuin kouluissa, joissa lähtötaso on korkea. Lähtötasoltaan parhaille oppilaille ei ollut haittaa siitä, että he olivat heikkojen oppilaiden parissa, päinvastoin he hyötyivät tästä.

- Miksi hyvätkin oppilaat hyötyvät lähtötasoltaan heikommasta koulusta? Onko kyse tehokkaammista pedagogisista ratkaisuista: tehokkaammasta oppimateriaalin käytöstä, kertaamisesta, eriyttämisestä, motivoivammista opetustavoista, runsaammasta havaintomateriaalin käytöstä tai hitaammasta etenemisestä? Ilmiön tarkempi tutkiminen olisi perusteltua.

7.3 OPETTAJA- JA OPPIKIRJAKYSYMYSTEN PERUSTEELLA NOUSEVIA ARVIOIVIA JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Huolella laaditulla oppimateriaalilla ja sitä hyödyntävällä ammattitaitoisella matematiikan opetuksella koko peruskoulussa on luotu hyvä kansainvälisen vertailun kestävä oppilaiden matemaattisen osaamisen taso erityisesti matematiikan soveltamisessa. Kuitenkaan oppilaiden käsitteellinen ymmärtäminen ja ongelmanratkaisutaidot (strateginen kompetenssi) eivät ole tyydyttävällä tasolla, mikä näkyy muun muassa perusasioiden puutteellisena hallintana jatko-opinnoissa. Omalta osaltaan oppimateriaalit voisivat olla tuke-
massa mainittua puutetta ja paneutua entistä syvällisemmin oppilaan materiaalisissa käsitteiden ja algoritmien ymmärtämiseen ottaen huomioon oppilaiden ikäkauden.

- Oppimateriaaleissa ei saisi olla erilaisia määritelmiä matematiikan peruskäsitteille (esimerkiksi puolisuunnikas) eikä useita toisistaan oleellisesti poikkeavia merkintöjä laskualgoritmeissa (esimerkiksi vähennyslasku allekkain), sillä ensisijainen kärsijä mahdollisista sekaannuksista on oppilas.

Yhteinen etu olisi, että sellaisista sekundäärisistä asioista, kuten merkin-
nöistä, voitaisiin sopia yhdessä eri toimijoiden kanssa. On oleellista, että sel-
laiset peruskäsitteet, joilla on jatko-opiskelujen kannalta merkitystä ja joista
eri oppikirjoissa ei ole yhtenäistä linjaa, määritellään yhtenäistävasti Opetus-
suunnitelman perusteissa. Suositeltavinta olisi, että merkintöjen ja määritel-
mien yhdenmukaistamisesta voitaisiin sopia yhdessä oppimateriaalin kustan-
tajien, Matemaattisten aineiden opettajien liiton (Maol) sekä Matematiikan ja
luonnontieteiden opetuksen tutkimusseura ry:n kanssa. Toisaalta voisi olla
hyödyllistä virittää puolueetonta kansallista keskustelua eri oppikirjasarjo-
jen vahvuuksista ja heikkouksista sekä soveltuvuudesta erilaisille oppijaryh-
mille. Opetushallitus voisi olla tässä työssä aktiivinen esimerkiksi sosiaalisen
median ja opettajaverkostojen kautta.

Tulokset osoittavat, että opettajat pitävät suomalaista matematiikan oppima-
teriaalia laadukkaana ja kokevat sen tukevan hyvin heidän opetustaan. Toi-
saalta on vaara, että opettajan oppaat ja oppikirjojen rakenneratkaisut struk-
turoivat liiankin paljon matematiikan opetusta, jolloin oppimateriaali ei pal-
velekaan aina opettajaa vaan päinvastoin.

- Opettajien mielestä matematiikan oppimateriaali on laadukasta, mutta
opettajia tulisi rohkaista rikkomaan oppikirjojen rutineja ja kokeilemaan
monenlaisia lähestymistapoja matemaattisiin käsitteisiin sekä työtapoihin
matematiikan tunneilla. Tätä voisi tukea pitkäjänteisellä matematiikan ope-
tuksen täydennyskoulutuksella, joka voisi kuulua myös yliopistojen ope-
tajankoulutuslaitosten opetussuunnitelmiin.

Opettajat ovat varsin motivoituneita matematiikan opetukseen. Täydennyskoulutusta kuitenkin kaivataan ja tärkeimmiksi koulutustarpeiksi nousivat matematiikkaan liittyvät oppimisvaikeudet ja opetusmenetelmien monipuolistamiseen liittyvät asiat. Etenkin sosiaaliset työtavat ja oppimisen sosiaalinen ulottuvuus korostuivat opettajien vastauksissa.

Matematiikka on monissa yhteyksissä mielletty miehiseksi oppiaineeksi. Myös tämän tutkimuksen aineisto korosti miehistä näkökulmaa: matematiikkaa opettavista opettajista suurempi osa oli miehiä, vaikka peruskoulun opettajissa suurempi osa on naisia.

- Asennekasvatus on tärkeää kaikilla tasoilla: naisia pitäisi rohkaista matematiikan opettajiksi, jolloin tyttönäkökulma tulisi ehkä paremmin huomioituksi.

Oppilaiden myönteinen asenne matematiikkaa kohtaan oli opettajien mielestä tärkein opetukseen vaikuttava osatekijä. Myönteisen asenteen herättäminen ja ylläpitäminen on haastava tehtävä.

- Myönteisen matematiikka-asenteen herättämisen ja ylläpitämisen eteen pitää tehdä jatkuvaa työtä ja opettajan pitää tuntea oppilaan käsitemaailma niin hyvin, että hän pystyy sen avulla rakentamaan oppilaan matemaattisen ymmärryksen.

7.4 HEIKKOJEN OPPILAIDEN TULOSTEN PERUSTEELLA NOUSEVIA ARVIOIVIA JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Vajaa viisi prosenttia yleisopetuksen oppilaista suoriutuu heikosti matematiikassa sekä opettajien arviointien että kansallisen kokeen tulosten perusteella. Näistä oppilaista kolmanneksella on merkittäviä vaikeuksia selviytyä jo arjen toimissa tarvittavista peruslaskutaitoja vaativista tehtävistä. Matematiikan tehostetun tuen, erityisesti erityisopetuksen, määrä on lisääntynyt merkittävästi viimeisen vuosikymmenen aikana. Tästä huolimatta vähintään puolet niistä yleisopetuksen oppilaista, jotka suoriutuvat heikosti matematiikassa, ei ole saanut lainkaan tai saanut vain vähäisessä määrin tuki- tai erityisopetusta. Samanaikaisesti tuen piirissä on ollut oppilaita, joiden menestys matematiikassa on huomattavasti parempi.

- Oppilaiden ohjautumista heidän tarvitsemansa tuen piiriin tulisi kehittää. Erityisesti tukiopetus osana tehostetun opetuksen keinoja tulisi ottaa laajalaisemmin käyttöön. Siihen, että tukiopetuksen saatavuudessa on merkittäviä koulukohtaisia eroja, olisi kiinnitettävä huomiota. Samanaikaisesti tutkimusta erilaisten tehostetun opetuksen muotojen vaikuttavuudesta oppimistuloksiin olisi lisättävä. Luokanopettajien täydennyskoulutukselle on todettu ja koettu tarve.

Kansallisissa arviointitutkimuksissa tarkastellaan ainoastaan yleisopetuksen piirissä olevien oppilaiden suoriutumista. Yli 8 % ikäluokasta on otettu tai siirretty erityisopetukseen jääden näiden arviointien ulkopuolelle. Heistä noin puolet opiskelee yleisopetuksen luokissa.

- Tuki- ja erityisopetusta, sen organisointia ja kehittämistä tukevan kokonaiskäsityksen saamiseksi olisi kansallisten arviointitutkimusten yhteydessä, esimerkiksi erillisotosten avulla, koottava kattavasti tietoa myös erityisopetuksen oppilaiden matematiikan osaamisesta ja tuen tarpeista.

Aineiston pohjalta nousee vahva huoli erityisesti maahanmuuttajatyttöjen matematiikan oppimisen tilasta ja oppimisesta syrjäytymistä.

- Koska tällä aineistolla ei ole mahdollista tutkia maahanmuuttajatyttöjen matematiikan oppimisen tilaa tarkemmin, olisi tämä kysymys pikaisesti nostettava tarkasteluun erillisessä tutkimuksessa. Tutkimus kannattaa toteuttaa jonkin tutkimuslaitoksen ja Opetushallituksen rakentaman kokonaan kattavan maahanmuuttajaopettajien verkoston yhteistyönä.

Painettu
ISBN 978-952-13-4493-0
ISSN 1798-8934

Verkkojulkaisu
ISBN 978-952-13-4494-7
ISSN 1798-8942

Raportissa esitellään matematiikan oppimistuloksia ja asenteita ja niiden muuttumista kahden pitkittäismittauksen perusteella. Oppilaita seurattiin kolmen vuoden ajan kolmannelta viidennelle vuosiluokalle. Miten muuttui osaaminen? Miten menestyivät heikot oppilaat? Miten opettaja ja oppimateriaali olivat yhteydessä osaamisen ja sen muutokseen? Muun muassa näihin asioihin saadaan vastauksia ainutlaatuisella, laajalla oppilasaineistolla.