



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

LIISA PULLI
MATEMATIIKAN LUMA-HANKKEET JA NIIDEN VAIKUTUS
MATEMATIIKAN OSAAMISEEN SUOMESSA

Diplomityö

Tarkastajat: professori Sirkka-Liisa Eriksson
FT Jani Hirvonen

Tarkastajat ja aihe hyväksytty
Luonnontieteiden ja ympäristötekniikan
tiedekunnan kokouksessa 26.10.2010

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Teknis-luonnontieteellinen koulutusohjelma

LIISA PULLI: Matematiikan LUMA-hankkeet ja niiden vaikutus matematiikan osaamiseen Suomessa

Diplomityö, 105 sivua, 3 liitesivua

toukokuu 2011

Pääaine: Matematiikka

Tarkastajat: professori Sirkka-Liisa Eriksson , FT Jani Hirvonen

Avainsanat: Matematiikan opetus, Matematiikan oppimistulokset, LUMA-hanke

Tässä työssä käsitellään Opetushallituksen vuosina 1996 - 2002 organisoimaa matematiikan ja luonnontieteiden kehittämishanketta, LUMA-hanketta, sekä sen jälkeistä pääosin yliopistojen koordinoimaa LUMA-toimintaa, jota tässä selostuksessa kutsutaan uudeksi LUMA-aalloksi. Tarkoituksena työssä on esitellä matematiikan osalta LUMA-toiminnan lähtökohtia, tavoitteita ja toimintamuotoja sekä arvioida niiden vaikutusta matematiikan osaamiseen ja sen kehitykseen.

Erityisen tärkeänä LUMA-toiminnassa pidetään lasten ja nuorten kiinnostuksen herättämistä ja sen tukemista sekä opettajien työn laaja-alaista tukemista. Lasten ja nuorten kiinnostusta LUMA-aineita kohtaan pyritään lisäämään muun muassa opetusmenetelmiä kehittämällä, toiminnallisuutta ja kokeellisuutta lisäämällä sekä kerho- ja leiritoiminnan avulla. Työssä kootaan yhteen LUMA-toiminnan matematiikkaan liittyviä keskeisimpiä kehitystoimia ja hankkeita sekä esitellään merkittäviä alueellisten matematiikan opetuksen kehittämiskeskusten, Matikkamaiden, hankkeita.

LUMA-toiminnan vaikutusten arvioimiseksi työssä pyritään selvittämään 2000-luvun aikana tehtyjen kansallisten ja kansainvälisten tutkimusten avulla matematiikan osaamisen tilaa ja sen kehitystä. LUMA-toiminnan aikana matematiikan osaaminen on pysynyt kokonaisuutta tarkasteltaessa varsin vakaana. Suomalaisten koululaisten matematiikan taidot ongelmanratkaisun ja arkielämässä vaadittavan matematiikan osalta ovat hieman parantuneet LUMA-toiminnan aikana. Kuitenkin samaan aikaan näyttää siltä, että vähemmälle huomiolle jääneet peruslaskutaidot sekä algebran ja geometrian taidot ovat pysyneet samalla tasolla tai jopa heikentyneet. Vaikka matematiikan LUMA-toiminta on toistaiseksi ollut paikallista, LUMA-aallon myötä on löydetty hyviä käytänteitä ja toimintamuotoja, joiden vaikutukset matematiikan osaamiseen ovat merkittäviä. Tulevaisuudessa olisikin kehitettävä keinoja ja materiaaleja, joiden avulla hyvät käytänteet onnistuttaisiin levittämään myös tavallisten koulujen arkipäivään.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Degree Programme in Science and Engineering

LIISA PULLI: LUMA-projects of mathematics and their influence on mathematical skills of Finnish students

Master of Science Thesis, 105 pages, 3 Appendix pages

toukokuu 2011

Major: Mathematics

Examiners: Professor Sirkka-Liisa Eriksson, Lecturer Jani Hirvonen

Keywords: Teaching, Mathematics, LUMA-project

This thesis discusses the LUMA-project development project of mathematics and natural sciences organised by the Finnish National Board of Education during 1996 - 2002 and the following LUMA activities organised mainly by Finnish universities that are referred to as the new LUMA wave in this thesis. The purpose of this thesis is to present starting points, objectives and forms of the LUMA activities concerning mathematics and to evaluate their effect on the mathematical skills and their development.

In the LUMA activities, a special importance is given to waking and supporting children's and adolescents' interest, and a large scale support of the teachers' work. Attempts have been made to increase the interest of children and adolescents in LUMA subjects by developing teaching methods, increasing the functionality and experiments in teaching by club and camp activities. The most central development operations and projects of the LUMA activities that are related to mathematics are collected in this thesis. Also, some of the most significant projects of the regional „mathlands” are discussed.

To estimate the effects of the LUMA activities an attempt is made in this thesis to define the level and development of mathematical skills during the LUMA activities with the help of national and international studies that have been done during the 2000's. During the LUMA activities the level of mathematical skills has stayed quite steady on the whole. Mathematical skills concerning problem solving and mathematics required in the everyday life have improved a little during the LUMA activities. However, at the same time it seems that the skills that received less attention - basic mathematical skills, algebra and geometry - have stayed on the same level or have even weakened. Even though the LUMA activities of mathematics have been local for the present, good practices and forms of activity have been found during the LUMA wave whose effects on mathematical skills are significant. New means and materials that could help spreading the good practices successfully to everyday work in ordinary schools need to be developed in the future.

ALKUSANAT

Tämä työ on tehty Tampereen teknillisen yliopiston Matematiikan laitoksella. Työtä tehdessäni pääsin tutustumaan matematiikan opetukseen liittyviin kysymyksiin ja niihin löydettyihin vastauksiin. Työn aikana sainkin uusia näkökulmia matematiikan opetukseen ja halu toimia matematiikan opetuksen parissa myös tulevaisuudessa kasvoi entisestään.

Tahdonkin kiittää ohjaajaani professori Sirkka-Liisa Erikssonia ajatuksia herättäviä keskusteluista, uusista näkökulmista ja ohjeista sekä tuesta diplomityöni aikana. Kiitos kuuluu myös toiselle tarkastajalleni Jani Hirvoselle, jolta saatu palaute auttoi hiomaan työn lopulliseen muotoonsa. Haluan myös kiittää perhettäni ja miestäni Arttua, jonka tuki kirjoitusprosessin aikana niin kuuntelevana korvana kuin tietoteknisenä apuna on ollut korvaamatonta. Suurin kiitos kuuluu kuitenkin Jumalalle, jota ilman mitään tätä ei olisi olemassa.

Tampereella 27.03.2011

Liisa Pulli

SISÄLLYS

1. Johdanto	1
2. Työn tavoitteet	3
3. Matematiikan osaaminen ja siihen vaikuttaneet tekijät 1990-luvulla	4
3.1 Opetussuunnitelmat	4
3.1.1 Matematiikan opetussuunnitelmien kehityslinjoja Suomessa	4
3.1.2 Opetussuunnitelman perusteet vuonna 1985	5
3.1.3 Opetussuunnitelman perusteet vuonna 1994	7
3.2 Ylioppilaskirjoitukset 1990-luvulla	9
3.2.1 Yleistä ylioppilastutkinnosta	9
3.2.2 Ylioppilaskirjoitusten pitkän matematiikan kirjoittajien määrän muutokset	11
3.2.3 Ylioppilaskirjoitusten pitkän matematiikan kokeessa tapahtuneet muutokset oppilaiden osaamisessa 1990-luvulla	12
3.3 Kansainväliset arvioinnit	16
3.3.1 KASSEL-projekti	16
3.3.2 Kansainvälinen TIMSS 1999 -tutkimus	21
3.4 Kansallisia arviointeja matematiikan osaamisen tasosta	22
3.4.1 Matematiikan osaamisen tasosta korkeakouluopintojen alkuvaiheessa	22
3.4.2 Peruskoulun päättöluokan oppilaiden matematiikan osaamisen lähtötason arviointia 1998	24
4. Kansalliset LUMA-talkoot 1996-2002	27
4.1 Lähtökohdat ja tavoitteet	27

4.2	LUMA-talkoiden toimintaa	29
4.2.1	Pilottikoulutoiminta	30
4.2.2	Opetuksen kehittäminen	31
4.2.3	Erityisryhmien huomioiminen	32
4.2.4	Tasa-arvoa edistävät hankkeet	33
4.2.5	Opettajien koulutus	34
4.2.6	Tutkimustoiminnan kehittäminen	37
4.2.7	Lähtötaso- ja tulosarvioinnit	38
4.3	Tavoitteiden toteutuminen 2002	40
5.	Uusi LUMA-aalto	43
5.1	Valtakunnallinen LUMA-keskus	43
5.2	Alueelliset LUMA-keskukset	44
5.3	Resurssikeskukset	45
5.3.1	Yleistä resurssikeskuksista	45
5.3.2	Matematiikan resurssikeskus Summamutikka	46
5.3.3	Pedagogiikan resurssikeskus LumO	47
5.4	Tiedotus ja verkkolehdet	48
6.	Matematiikan opetuksen kehittämishankkeet	50
6.1	LUMA-keskusten koordinoima toiminta ja hankkeet	50
6.1.1	Matematiikkakerhot ja matematiikkaleirit	50
6.1.2	LUMA-klubi	52
6.1.3	Verkkolehdet	53
6.1.4	Master Class -hanke	54

6.1.5	Millenium Youth Camp	56
6.1.6	LUMA-viikko ja LUMA- tiede- ja teknologiapäivät	57
6.1.7	Lukiolaisten tukikurssit	58
6.2	Matikkamaiden matematiikan kehittämishankkeita	58
6.2.1	Matematiikan Mestarikilta-toiminta Hämeenlinnassa	59
6.2.2	MERI-hanke	60
6.2.3	Kultainen Kuutio -projekti	61
6.2.4	Joustava ryhmittely	62
6.2.5	Varga Neményi	63
7.	Matematiikan osaaminen ja asenteet 2000-luvulla	65
7.1	Matematiikan osaaminen ala-asteella Opetushallituksen oppimistulosarvioinnin mukaan vuonna 2007 ja sen kehitys vuodesta 2000	65
7.1.1	Matematiikan osaaminen	65
7.1.2	Asenteet matematiikkaa kohtaan ja niiden kehitys vuosien 2000 ja 2007 välillä	67
7.1.3	Sukupuolten väliset erot osaamisessa ja asenteissa vuosina 2000 ja 2007	68
7.2	Matematiikan osaaminen yläasteella kansallisten oppimistulosarviointien mukaan	68
7.2.1	Matematiikan oppimistulosten arvioinnit vuosina 1998-2004	68
7.2.2	Vuoden 2004 matematiikan oppimistulosarvioinnin tulokset	69
7.2.3	Matematiikan oppimistulosten kehitys oppimistulos- mittausten aikana vuodesta 1998 vuoteen 2004	72
7.2.4	LUMA-koulut	74

7.3	Kansainvälinen PISA-tutkimus	74
7.3.1	Yleistä PISA-tutkimuksesta	74
7.3.2	Vuoden 2003 PISA-tutkimus	75
7.3.3	Matematiikan osaamisen kehittyminen PISA-tutkimusten valossa vuosina 2000-2006	78
7.4	Matematiikan osaaminen ylioppilaskirjoituksissa	79
7.4.1	Ylioppilaskirjoituksen muutokset 2000-luvulla pitkän matematiikan kokeen näkökulmasta	80
7.4.2	Pitkän matematiikan kokeen osallistujamäärien ja tulosten kehitys 2000-luvulla	81
7.5	Matematiikan osaaminen tekniikan alan yliopisto-opintojen alussa	85
7.6	Yhteenvedoa matematiikan osaamisesta 2000-luvulla	89
8.	Pohdintaa matematiikan LUMA-toiminnan vaikutuksista ja kehitystarpeista	92
9.	Lähteet	97
A.	Liitteet	105
A.1	LUMA-ohjelman tarkistettut hankkeet	105
A.2	Matematiikan resurssikeskus Summamutikan matematiikan klubi-iltojen aiheet vuonna 2009-2010	106

1. JOHDANTO

1990-luvulla Suomessa puhkesi keskustelu matematiikan ja luonnontieteiden osaamisen heikosta tasosta peruskoulun ja lukion oppimäärän suorittaneiden osalta. Huolensa asiasta esittivät niin matematiikan, luonnontieteiden ja tekniikan alan korkeakoulujen opetushenkilökunta kuin pitkän matematiikan ylioppilaskirjoitusten tarkastajatkin. Myös kansainväliset tutkimukset, kuten KASSEL ja TIMSS 1999, antoivat huolestuttavia tuloksia suomalaisten peruskoululaisten matematiikan osaamisen tasosta. Samaan aikaan pohdittiin, riittäisikö nykyinen tekniikan ja matemaattis-luonnontieteellisten aineiden osajien määrä elinkeinoelämän ja kehittyvän yhteiskunnan tarpeisiin.

Vastauksena 1990-luvun tilanteeseen Opetushallitus organisoii vuosien 1996 - 2002 aikana järjestetyt LUMA-talkoot, joiden tavoitteena oli matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen ja osaamisen kehittäminen. Opetushallituksen ja koulujen lisäksi toimintaan osallistuivat laajasti elinkeinoelämä, erilaiset järjestöt ja yliopistot. Toiminnan tarkoituksena oli nostaa matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen korkeakouluopintojen vaatimalle tasolle. Toisaalta tavoitteena oli lisätä matematiikan ja luonnontieteiden alan kiinnostusta siten, että pitkän matematiikan kirjoittajien ja tekniikan, matematiikan ja luonnontieteiden opiskelijamäärät vastaisivat elinkeinoelämän tarpeisiin. Yhtenä suurena tavoitteena oli nostaa Suomi matematiikan ja luonnontieteiden osaamisen osalta OECD-maiden parhaaseen neljännekseen kansainvälisten tutkimusten osalta.

Vaikka LUMA-talkoiden vaikutukset matematiikan osalta eivät juuri näkyneet LUMA-talkoiden loputtua vuonna 2002, koettiin LUMA-toiminta hyödylliseksi ja samankaltaista toimintaa jatkettiin 2000-luvulla yliopistojen koordinoimien LUMA-keskusten toimesta. Vuonna 2002 perustetun Helsingin yliopiston koordinoiman valtakunnallisen LUMA-keskuksen lisäksi 2000-luvun lopussa alueellisia LUMA-keskuksia oli lisäksi Oulussa ja Itä-Suomessa. Lisäksi toiminnan aloittamista suunniteltiin Jyväskylässä, Turussa ja Tampereella.

2000-luvulla suomalaisten matematiikan osaamisesta on kantautunut ristiriitaisia tuloksia. Kansainvälisten PISA-tutkimusten mukaan suomalaisten matematiikan osaa-

minen on OECD-maiden kärkitasoa. Toisaalta korkeakoulujen opetushenkilökunnan puolesta on esitetty huoli matematiikan heikosta hallinnasta erityisesti algebran ja peruslaskutoimitusten osalta. Mikä siis lopulta on matematiikan osaamisen taso suomalaisissa kouluissa 2000-luvulla ja miten se on kehittynyt LUMA-toiminnan aikana? Miten matematiikka on näkynyt LUMA-toiminnassa ja minkälaisia vaikutuksia sillä on ollut matematiikan osaamiseen ja asenteisiin? Entäpä mitä edelleen voitaisiin tehdä matematiikan osaamisen kehittämiseksi? Muun muassa näihin kysymyksiin pyritään tässä työssä löytämään vastauksia.

2. TYÖN TAVOITTEET

Tässä työssä käsitellään Opetushallituksen vuosina 1996 - 2002 organisoimaa matematiikan ja luonnontieteiden kehittämishanketta, LUMA-hanketta, sekä sen jälkeistä pääosin yliopistojen koordinoimaa LUMA-toimintaa, jota tässä selostuksessa kutsutaan uudeksi LUMA-aalloksi. Tarkoituksena työssä on esitellä matematiikan osalta LUMA-toiminnan lähtökohtia, tavoitteita ja toimintamuotoja sekä arvioida niiden vaikutusta matematiikan osaamiseen ja osaamisen kehitykseen. Työssä kootaan myös yhteen LUMA-toiminnan matematiikkaan liittyviä keskeisimpiä kehitystoimia ja hankkeita. Matematiikan LUMA-hankkeiden lisäksi työssä esitellään myös alueellisten matematiikan opetuksen kehittämiskeskusten, matikkamaiden, organisoimia matematiikan opetuksen kehittämishankkeita. Koska matematiikan opetukseen liittyvä aihealue on kovin laaja, tässä työssä käsitellään matematiikan kehittämistoimia jatkumossa aina varhaiskasvatuksesta peruskoulun ja lukion kautta tekniikan ja matemaattis-luonnontieteellisten alojen korkeakouluopintoihin. Työn ulkopuolelle rajautuvat siis ammattikoulujen ja ammattikorkeakoulujen matematiikan kehittämishankkeet sekä lukion lyhyen matematiikan oppimäärään liittyvät kehittämistoimet.

LUMA-toiminnan ohella työssä pyritään keräämään yhteen keskeisimmät 2000-luvun matematiikan osaamista ja opetusta käsittelevät kansalliset ja kansainväliset tutkimukset ja selvittämään, mikä on matematiikan osaaminen nyt ja miten matematiikan osaaminen on LUMA-toiminnan aikana kehittynyt. Tämän pohjalta arvioidaan LUMA-toiminnan vaikutuksia matematiikan osaamiseen ja siihen liittyviin asenteisiin ja pohditaan, miten toimintaa voitaisiin matematiikan osalta edelleen kehittää.

3. MATEMATIIKAN OSAAMINEN JA SIIHEN VAIKUTTANEET TEKIJÄT 1990-LUVULLA

3.1 Opetussuunnitelmat

3.1.1 Matematiikan opetussuunnitelmien kehityslinjoja Suomessa

Matematiikan opetus on käynyt viimeisen viidenkymmenen vuoden aikana läpi kansainvälisesti suuren muutoksen. 1900-luvun alussa matematiikan opiskelu oli vielä pienen eliittijoukon mahdollisuus ja sitä ohjasivat korkeatasoiset matemaatikot. Sotien jälkeinen matematiikan opetuksen kohdistuminen suuremmalle kansanosalle pakotti kiinnittämään huomiota entistä enemmän opetuksen laatuun ja opetusmenetelmiin. Kansainväliset opetussuunnitelmien kehityssuuntaukset ovat ohjanneet selvästi Suomen opetussuunnitelmien kehitystä. Viimeisen viidenkymmenen vuoden ajalta länsimaissa ja Suomessa tapahtuneet matematiikan opetuksen kehittämispyrkimykset ja niiden takana olevat syyt voidaan jakaa viiteen ajanjaksoon. (Kupari 1999, s.44-53)

1950-luvulle asti matematiikan opetus ja sen kehitys oli varsin yhtenäistä koko maailmassa. Toisen maailmansodan jälkeen maailman kehittyessä myös matematiikan opiskelu levisi yhä suuremman kansanjoukon mahdollisuudeksi. Suurempi vaikutus matematiikan opetuksen kehittymiseen oli kuitenkin kylmän sodan alkamisella. Kylmän sodan vaikutuksesta kilpailu lännen, johon voitiin laskea kuuluvaksi Länsi-Eurooppa, Pohjois-Amerikka ja Pohjoismaat ja idän, johon kuuluivat Itä-Euroopan valtioiden lisäksi entinen Neuvostoliitto, nykyinen Venäjä, välillä kiristyi. Kilpailun kiristyessä Yhdysvalloissa alettiin kiinnittää huomiota kilpailussa tärkeiden matematiikan ja luonnontieteiden osaamisen tasoon. Neuvostoliiton onnistumisesta ensimmäisen satelliitin, Sputnik 1:n, laukaisemisessa vuonna 1957 pidettiin Yhdysvalloissa suurena tappiona, ja se laukaisikin maassa keskustelun matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen kehittämisestä. Tästä alkoi uudistusliike, joka sai nimen ”Uusi matematiikka”. Uuden matematiikan vaikutuksesta matematiikan opetus muutettiin

täysin. Euklidinen geometria sysättiin syrjään ja tilalla alettiin opettaa joukko-oppia ja logiikkaa. Keskeistä matematiikan uudistuksessa oli matematiikan rakenteellisuus. Uudistuksen seuraukset eivät olleet kuitenkaan toivotut. Oppilaiden matematiikan peruslaskutaitojen osaamisen taso romahti. Lisäksi jopa opettajilla oli ongelmia oppikirjojen sisältöjen ymmärtämisessä. (Kupari 1999, s.44-53)

1970-luvulla Uusi matematiikka saikin väistyä uudelleen peruslaskutaitoja korostavan ”Takaisin perusteisiin” -suuntauksen tieltä. Tässä kehityssuunnassa haluttiin turvata peruslaskutaidot, jotka olivat heikoilla kantimilla Uuden matematiikan valtavuosien jälkeen. Peruslaskutaitojen kehitys uskottiin saavutettavan runsaalla mekaanisella laskuharjoittelulla. Tämäkään vaihe ei kuitenkaan tuottanut toivottuja tuloksia, sillä mekaanisella harjoittelulla oppilaiden peruslaskutaidot eivät parantuneet odotetulla tavalla ja lisäksi korkeamman matematiikan taitojen kehitys pysähtyi lähes täysin. (Kupari 1999, s.44-53)

1980-luvulla peruslaskutaitojen sijaan pyrittiinkin keskittymään vähälle huomiolle jääneisiin ongelmanratkaisutaitoihin. Tätä vaihetta voidaan kutsua ”Ongelmanratkaisun ajaksi”. Opetuksen haluttiin olevan ongelmakeskeistä, jolloin matematiikan taidot voitaisiin oppia aitojen matemaattisten ongelmatilanteiden kautta. Ongelmanratkaisun aikakaudelta siirryttiin nykyisenäkin jatkuvaan ”Koulukohtaisuuden ja standardien aikaan”, mikä tarkoittaa sitä, että vaikka kouluilla on vapaat kädet suunnitella opetusta, niiden toimintaa valvotaan etukäteen asetettujen väli- ja lopputavoitteiden toteutumisen mukaan. (Kupari 1999, s.44-53)

Suomen opetussuunnitelmien kehityksessä voidaan nähdä selvästi Yhdysvalloissa vallalla olevien suuntausten mukaiset vaiheet. Uusi matematiikka rantautui Suomeen Kuparin (1999, s.44-53) arvion mukaan 1970-luvun alussa. Uuden matematiikan harharetki jäi Suomessa kuitenkin lyhyemmäksi. Kuparin arvion mukaan Takaisin perusteisiin -vaihe alkoi Suomessa jo 1970-luvun puolessa välissä kestäen aina 1980-luvun puoliväliin, jolloin ongelmanratkaisun korostaminen sysäsi tieltään peruslaskutaidot. Vaikka keskustelu ongelmanratkaisuun painottumisesta on vieläkin valloillaan, Kupari (1999, s.44-53) arvioi Koulukohtaisuuden ja standardien ajan alkaneen Suomessa vuosituhanen vaihteessa viimeistään uuden väljemmän opetussuunnitelmauudistuksen aikoihin, jolloin vastuu opetussuunnitelmien laadinnasta siirrettiin yhä enemmän koulujen vastuulle.

3.1.2 Opetussuunnitelman perusteet vuonna 1985

Yhteiskunta määrittää koulutuksen tavoitteet yhteiskunnan tarpeet huomioiden opetussuunnitelman perusteissa. Opetussuunnitelman perusteissa kuvataan koulukasva-

tuksen tavoitteet sekä annetaan ohjeistusta opetettavasta sisällöstä, tuntimääristä, painotuksesta ja opetusmenetelmistä. Vaikka opettajan laatima opetussuunnitelman toteutus on aina opettajan tulkinta koulukohtaisesta opetussuunnitelmasta ja yhteiskunnan määrittämistä opetussuunnitelman perusteista, on opetussuunnitelman perusteiden vaikutus opetukseen merkittävä. (Näveri 2008, s.25)

Kouluhallitus julkisti vuonna 1985 uudet Opetussuunnitelman perusteet. Tavoitteeksi matematiikan alueella yleisesti kirjattiin hyvän jatko-opintokelpoisuuden saavuttaminen, harrastuneisuuden lisääminen sekä matemaattisen yleissivistyksen saavuttaminen. Yleissivistys määriteltiin tarkoittamaan kykyjä hankkia, arvioida, soveltaa ja välittää uutta tietoa. (Kupari 1999, s.44-53)

Matematiikan osalta perusteissa korostui ongelmanratkaisu ja ongelmakeskeiset opetusmenetelmät. Selkeimmät muutokset uudessa opetussuunnitelmassa aiheuttivat kuitenkin tasoryhmien poistuminen sekä matematiikan viikkotuntien putoaminen 9. vuosiluokalla neljästä viikkotunnista kolmeen viikkotuntiin. Aikaisemmin matematiikan opiskelussa opetus voitiin jakaa suppeaan kurssiin, keskikurssiin ja laajaan kurssiin, joista suppea kurssi ei mahdollistanut lukiokelpoisuutta. Uudessa opetussuunnitelmassa matematiikan opetuksen oli tapahduttava heterogeenisissä oppimisryhmissä, joissa eriyttämistä pyrittiin helpottamaan pienentämällä opetusryhmiä. Tosiasiassa ryhmien pienentämisestä saadut hyödyt säilyivät vain pari vuotta, sillä 1990-luvun alun laman vaikutuksesta oppilasryhmät kasvoivat lähes entiselleen. (Näveri 2008, s.32-33)

Yhden viikkotunnin poistamisen vaikutuksesta peruskoulun 9. luokan oppilaiden matematiikan oppituntien määrä putosi 38 tuntia. Tämän johdosta oppiainesta oli pienennettävä. Lisäksi ongelmanratkaisujen ja soveltamisen lisäys söi tilaa muilta matematiikan aihealueilta. Peruskoulun yläasteen oppimäärästä poistettiin vektoreiden, epäyhtälöiden ja todennäköisyyksien osuudet sekä kevennettiin rationaalilausekkeiden ja polynomilaskennan osuutta. (Kupari 1999, s.51) Vuoden 1985 opetussuunnitelmassa matematiikan peruslaskutaitojen harjoittelua ei pidetty niin tärkeänä laskinten yleistymisen myötä. Sen sijaan korostettiin laskutoimitusten ja niiden välisten yhteyksien ymmärtämistä sekä peruslaskutoimitusten sujuvaa osaamista etenkin päässälaskujen osalta. (Näveri 2008, s.32-33)

Ennen vuotta 1992 matematiikan lukion oppikirjat oli tarkistutettava Kouluhallituksella, jossa valvottiin, että oppikirjat noudattavat opetussuunnitelman perusteiden mukaisia ohjeistuksia (Joutsenlahti 2005, s.41). Vaikka vuoden 1985 opetussuunnitelman perusteissa korostettiin matematiikan käsitteiden ymmärtämistä ja ongelmanratkaisua, Kuparin (1999) mukaan ongelmana oli se, että oppikirjoissa

ongelmanratkaisutehtäviin ja sovellustehtäviin ehtivät paneutua vain parhaimmat oppilaat. Myös Haapasalo (1994) arvosteli voimakkaasti oppikirjojen ongelmanratkaisutehtäviä, joista suurin osa opetti vain tietyn menetelmän käyttöä.

Vuoden 1985 opetussuunnitelman perusteissa lukion laajan eli nykyisen pitkän matematiikan tavoitteiksi yleistavoitteiden lisäksi kirjattiin laskuteknisten valmiuksien hankkiminen, loogiseen ja abstraktiin matematiikan rakenteeseen tutustuminen sekä matematiikan sovelluksiin tutustuminen (Kouluhallitus 1985, s.283-285). Laajassa matematiikassa uuden opetussuunnitelman kurssijaon mukaisesti yksittäisissä kursseissa käsiteltiin useampaa asiasisältöä. Esimerkiksi ensimmäisessä kurssissa käsittelyssä olivat reaalitylvut ja tilastomatematiikka, toisaalta kahdeksas kurssi sisälsi tilastomatematiikan ja todennäköisyyslaskennan lisäksi lukujonot ja sarjat. Niinpä kurssit jäivät hiukan hajanaisiksi. (Joutsenlahti 2005, s.39) Matemaattisluonnontieteellisen perussivistyksen komitean eli niin sanotun Leikolan komitean välimietinnössä (Komiteanmietintö 1988, s.126) kritisoitiin laajan matematiikan oppikirjojen ongelmanratkaisun ja geometrian vähyyttä ja toisaalta suurta analyysin osuutta käytössä olevissa oppikirjoissa. Toisaalta Joutsenlahden (2005, s.41) mukaan tunnilla käsiteltyjen todistusten ansiosta oppilaalle tuli käsitys matematiikan tavasta tuottaa tietoa.

3.1.3 Opetussuunnitelman perusteet vuonna 1994

Vuonna 1994 käyttöön otetut uudet opetussuunnitelman perusteet voidaan nähdä merkkinä siirtymisestä uuteen ”Koulukohtaisuuksien ja standardien aikaan” matematiikan opetuksen kehityksessä. Uudessa opetussuunnitelmassa vastuu opetussuunnitelmasta oli hajautettu siten, että opetusministeriö antoi viitekehukseksi tuntijaon, Opetushallitus määritteli sen pohjalta opetussuunnitelman perusteet ja näiden pohjalta jokainen koulu laati itselleen oman opetussuunnitelmansa. Näin koulut pystyivät painottamaan omia vahvuuksiaan ja tuomaan uusia opetusmenetelmiä helpommin mukaan opetukseen. Uusissa opetussuunnitelman perusteissa tavoitteet ja sisällöt esitettiin tiiviimmin ja yleisemmällä tasolla, mutta muuten niiden erot aikaisempaan vuoden 1985 opetussuunnitelmaan eivät olleet suuria. (Kupari 1999, s.52)

Edelliseen opetussuunnitelmaan verrattuna opetussuunnitelman perusteissa painotettiin matematiikan struktuurin rakentumista ja kokonaisuuksien hallintaa (Näveri 2008, s.33). Lisäksi uusi opetussuunnitelma antoi uuden näkemyksen opettajan ja oppilaan roolista. Uuden opetussuunnitelman perusteiden mukaan opettajan oli toimittava enemmänkin opiskelun ohjaajana tai oppimisympäristön luojaana kuin tiedon siirtäjänä. Samalla oppilaan roolia aktiivisena tekijänä oppimisprosessissa oli

rohkaistava. (Törnroos 2004, s.20)

Pitkän matematiikan opetussuunnitelman perusteissa oli enemmän väljyyttä kuin aikaisemmin. Niinpä koska vuoden 1994 opetussuunnitelman perusteet eivät ohjanneet opetusta yhtä vahvasti kuin vuoden 1985 opetussuunnitelma, lukioden oli mahdollista laatia omat omaleimaiset koulukohtaiset opetussuunnitelmat. Näin lukiot pystyivät tarjoamaan pakollisten kurssien lisäksi omia syventäviä tai soveltavia kursseja. Tämä taas mahdollisti lukion painottumisen jollekin alalle kuten matematiikkaan lisäämällä matematiikan syventävien ja soveltavien kurssien määrää kursitarjottimella. (Joutsenlahti 2005, s.41-42)

Laajasta matematiikasta jälleen pitkäksi matematiikaksi muuttuneen aineen lukion oppimäärään kuului uudessa opetussuunnitelmassa 10 pakollista kurssia. Vuoden 1985 opetussuunnitelmasta kurssien sisältöjä muutettiin suuremmiksi kokonaisuuksiksi. Kun uudistuksen myötä lukioden oli mahdollista suunnitella itse soveltavat ja syventävät kurssinsa, suuressa osassa lukioita otettiin käyttöön soveltavana kurssina niin sanottu nollakurssi, jossa syvennettiin ja kerrattiin lukiota ennen opiskeltuja perustaitoja. Syventävinä kursseina yleiseen valikoimaan kuuluivat kertauskurssin lisäksi muun muassa analyysia, lukuteoriaa, numeerisia menetelmiä tai logiikkaa käsitteleviä kursseja. (Joutsenlahti 2005, s.43)

Opettajat kokivat keskimäärin uudistuksen positiivisena, sillä se mahdollisti opettajien omien vaikutusmahdollisuuksien parantumisen. Tämä taas mahdollisti oppilaskeskeisten opetusmenetelmien käytön lisäämisen kouluissa. Toisaalta osa opettajista koki, etteivät he resurssien vähyyden vuoksi pystyneet täyttämään annettuja tavoitteita. Lisäksi koulukohtaiset opetussuunnitelmat jäivät osalta kouluista vailinaisiksi etenkin sisältöjen määrittelyn suhteen. Näissä tapauksissa opetussuunnitelmat otettiin helposti aikaisemmasta vuoden 1985 opetussuunnitelmasta tai suoraan oppikirjoista, joiden sisältöä ei enää vuoden 1992 päätöksen jälkeen tarkastettu Opetushallituksen toimesta. (Pietilä & Toivanen 2000).

Suurimmat kritiikit vuoden 1994 väljemmän opetussuunnitelman osalta onkin esitetty juuri siinä, etteivät opetussuunnitelman perusteet tarjonneet tarpeeksi tukea opettajan käytännön työhön (Haapasalo 1994). Pietilän ja Toivasen koulukohtaisten opetussuunnitelmien tarkastuksen (2000) mukaan opettajat olisivat kaivanneet enemmän lisätukea nimenomaan ainekohtaisissa osuuksissa, jotka ovat käytännön työn kannalta merkittävässä osassa. Myös heti opetussuunnitelmauudistuksen jälkeisessä arvioinnissa (Norris et al. 1996) pidettiin tärkeänä opettajien lisäkoulutusta uusista vastuualueista selviämiseen. Nämä kritiikit olivat osaltaan vauhdittamassa uuden opetussuunnitelman valmistelua 2000-luvun alussa.

3.2 Ylioppilaskirjoitukset 1990-luvulla

3.2.1 Yleistä ylioppilastutkinnosta

Ylioppilastutkinnon ja erityisesti matematiikan laajan oppimäärän kokeen tarkoitus ja tavoite on määritelty ylioppilastutkintolautakunnan kirjeessä ”Ylioppilastutkintolautakunnan ohjeita rehtorille ja opettajille” (1.2.1990) seuraavasti:

”Ylioppilastutkintoon, jonka tarkoituksena on saada selville, ovatko oppilaat saavuttaneet tarvittavan kypsyysden, sekä oppilaitoksia varten valmistettujen oppikurssien vaatiman tietomäärän, kuuluu mm. matematiikan koe, jossa on osoitettava riittäviä matematiikan tietoja ja taitoja tehtävissä, joista enintään kymmenen otetaan koetta arvosteltaessa huomioon”

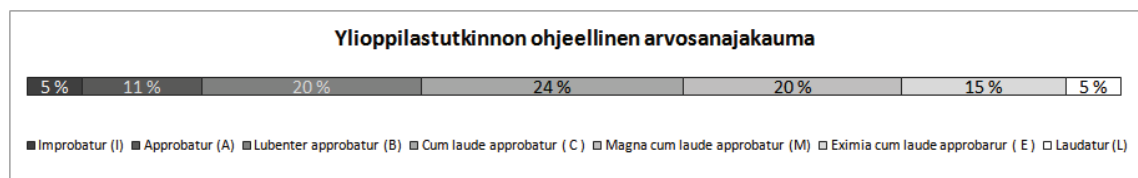
Vuodesta 1947 lähtien voimassa ollut ylioppilastutkintoasetus pysyi voimassa vuoteen 1996 asti, jolloin otettiin käyttöön uusi ylioppilastutkintoasetus (1000/1994). Ylioppilastutkintoon kuuluivat ennen vuoden 1996 tutkintouudistusta pakollisena äidinkielen koe, toinen kotimainen kieli, vieras kieli, sekä vaihtoehtoisena joko matematiikka tai reaalikoe. Mikäli oppilas oli valinnut lukion oppimääräkseen laajan matematiikan, oli matematiikan koe automaattisesti pakollinen. Laajan matematiikan kokeessa vastattiin kymmeneen tehtävään, joista neljässä tai viidessä tehtävässä pystyi valitsemaan kahdesta annetusta tehtävästä. (Joutsenlahti 2005, s.44-46)

Vuodesta 1996 ylioppilastutkinto muuttui uuden ylioppilastutkintoasetuksen mukaisesti matematiikan osalta siten, että laajankin matematiikan oppimäärän lukiossa suorittaneella oli mahdollisuus suorittaa ylioppilaskirjoituksissa matematiikan koe ylimääräisenä. Lisäksi oli mahdollista jättää matematiikan koe kokonaan kirjoittamatta. (Ylioppilastutkintoasetus 1000/1994) Matematiikan osalta toivottiin, että uudistus rohkaisisi useampia oppilaita valitsemaan laajan matematiikan, sillä siinä mahdollinen epäonnistuminen ei ylimääräisenä aiheuttaisi yhtä suurta tuhoa itse tutkinnolle (Lahtinen 1996a).

Toinen 1996 vuonna voimaan tullut uudistus oli graafisten laskinten salliminen matematiikan ylioppilaskokeessa. Tämä yhdessä sallittujen taulukkokirjojen sisältöjen laajentamisen kanssa vaikutti luonnollisesti myös tehtävien laadintaan. Kaavojen ja laskutoimitusten ulkoa muistamisen sijaan pyrittiin enemmän niiden ymmärtämistä tai soveltamista mittaaviin tehtäviin. (Joutsenlahti 2005, s.44-45) Lisäksi vuoden

1996 uudistuksessa laajan ja yleisen matematiikan nimet muutettiin nykyäänkin käytössä oleviin pitkään ja lyhyeen matematiikkaan. Merkittävä muutos oli myös mahdollisuus hajauttaa koe useammalle vuodelle. Tämän arveltiin vaikuttavan kaikkien kokeiden suorituksiin myönteisesti. (Ylioppilastutkintolautakunta 2006, s.20)

Uudessa ylioppilastutkintoasetuksessa lisättiin ylioppilaskirjoitusten arvosana-asteikkoon uusi arvosana E (Eximia cum laude approbatur), kun vanha ylin arvosana L (Laudatur) jaettiin kahtia. Niinpä, kun ennen vuotta 1996 ylimmän laudatur-arvosanan sai noin 20 % opiskelijoista, vuoden 1996 jälkeen ylimmän arvosanan sai enää 5 % kirjoittajista. (Joutsenlahti 2005, s. 46) Ylioppilaskirjoitusten ylioppilastutkintolautakunnan julkaisussa (Ylioppilastutkintolautakunta 2006, s.34) julkaistuista ohjeellisista suhteellista arvosanaosuuksista kerätty arvosanajakautuma on esitetty kuvassa 3.1.



Kuva 3.1: Ylioppilastutkintojen ohjeellinen arvosanajakauma

Lisäksi ylioppilastutkintolautakunta on määritellyt pitkän matematiikan eri arvosanoihin vaadittaviksi pisterajoiksi taulukon 3.1 mukaiset pisterajat (maksimipistemäärä 60 op). Todellisuudessa kuitenkin 1990-luvulla pisterajat ovat olleet näitä suosituksia alhaisemmat (Joutsenlahti 2005, s.46).

Taulukko 3.1: Ylioppilaskirjoitusten pitkän matematiikan arvosanojen ohjeelliset pisterajat (Joutsenlahti 2005, s.45)

arvosana	A	B	C	M	E	L
pisteraja	15	19	25	33	42	52

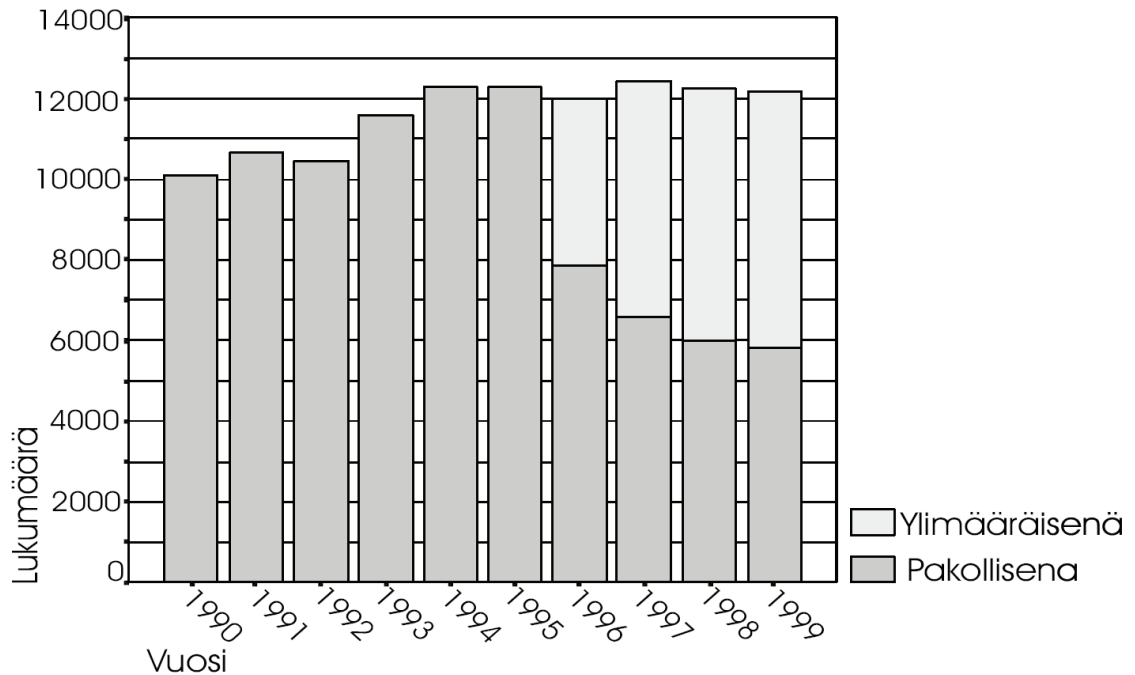
3.2.2 Ylioppilaskirjoitusten pitkän matematiikan kirjoittajien määrän muutokset

Vaikka peruskoulun oppilasmäärät pysyivät 1990-luvulla lähes ennallaan, lukion suosio peruskoulun jälkeisenä koulutusvaihtoehtona kasvoi vauhdilla. Vuonna 1990 ylioppilastutkinnon suoritti 27 469 opiskelijaa, kun taas vuonna 1999 ylioppilastutkinnon suoritti jo 34 347 opiskelijaa. Vuonna 1998 peruskoulun jälkeen lukion suorittaneiden osuus olikin jo 54 % ikäluokasta. (Tilastokeskus 2000, s.469-470). Tyttöjen osuus lukion suorittaneista oli 1990-luvulla noin 60 % (Tilastokeskus 2002, s.16).

Lukion oppilasmäärien kasvaessa myös pitkän matematiikan oppimäärän suorittaneiden määrä kasvoi 1990-luvulla. Pitkän matematiikan ylioppilaskokeen suorittaneiden määrä ei kuitenkaan kasvanut samaa vauhtia, sillä vuoden 1996 jälkeen pitkän matematiikan oppimäärän suorittaneista osa kirjoitti lyhyen matematiikan ylioppilaskokeen ja osa jätti matematiikan kokonaan kirjoittamatta. (Lahtinen 1996b) Pitkän matematiikan kirjoittajien määrä kasvoi 1990-luvun alkupuolella, mutta sen jälkeen kasvu tasaantui. Vuonna 1990 kirjoittajia oli 10 655 (Rosenberg 1990), Vuonna 1999 kirjoittajia oli 12 177 (Lahtinen 1999). Tarkemmin kirjoittaneiden määrien kehitys on esitetty kuvassa 3.2.

Myös naisten osuus pitkän matematiikan kirjoittajista kasvoi 1990-luvulla hiljalleen. Vuonna 1990 laajan matematiikan kirjoitti 3682 naista (Rosenberg 1990). Vuonna 1995 vastaava määrä oli 4439 (Lahtinen 1996a) ja vuonna 1999 naisten määrä oli kipunut jo 4816 opiskelijaan (Lahtinen 1999). Vuoteen 1995 mennessä naisten osuus pitkän matematiikan kirjoittaneista ei kuitenkaan juuri kasvanut, vaan ero johtui lähinnä lukiokoulutuksen yleistymisestä (Lahtinen 1996a). Naisten osuus pysytteli 1990-luvulla 40 % tuntumassa. Tämä osuus on varsin pieni, kun otetaan huomioon, että yleisesti ylioppilaskirjoituksiin osallistuneista noin 60 % oli naisia (Tilastokeskus 2002, s.16). 1990-luvun loppupuolen naisten osuuksiin saattoi vaikuttaa vuonna 1996 alkanut LUMA-hanke, jonka toiminnasta ja vaikutuksista kerrotaan tarkemmin luvussa 4.

Vuonna 1996 voimaan tulleen uuden tutkintoasetuksen vaikutuksesta matematiikan koe oli mahdollista kirjoittaa ylimääräisenä. Vuonna 1996 ylimääräisenä pitkän matematiikan kirjoitti 34 % pitkän matematiikan kirjoittaneista (Lahtinen 1996b). Saman valinnan keväällä 1997 teki 46 % kirjoittajista ja keväällä 1998 jo 51 % kaikista pitkän matematiikan ylioppilaskokeen kirjoittajista (Lahtinen 1997 ja 1998). Huomioitavaa oli etenkin naisten suuri osuus pitkän matematiikan ylimääräisenä kirjoittaneiden joukossa. 1990-luvun loppupuolella tytöistä vain joka kolmas pitkän matematiikan kirjoittaja kirjoitti matematiikan pakollisena. Vastaavasti pojilla pakollisen kokeen valitsi miltei kaksi kolmasosaa kirjoittaneista. (Lahtinen 1996-1998) Kuvassa 3.2. on esitetty pitkän matematiikan kirjoittaneiden määrät 1990-luvulla. Lisäksi kuvassa näkyy vuodesta 1996 eteenpäin pakollisena ja ylimääräisenä kirjoittaneiden oppilaiden osuudet.

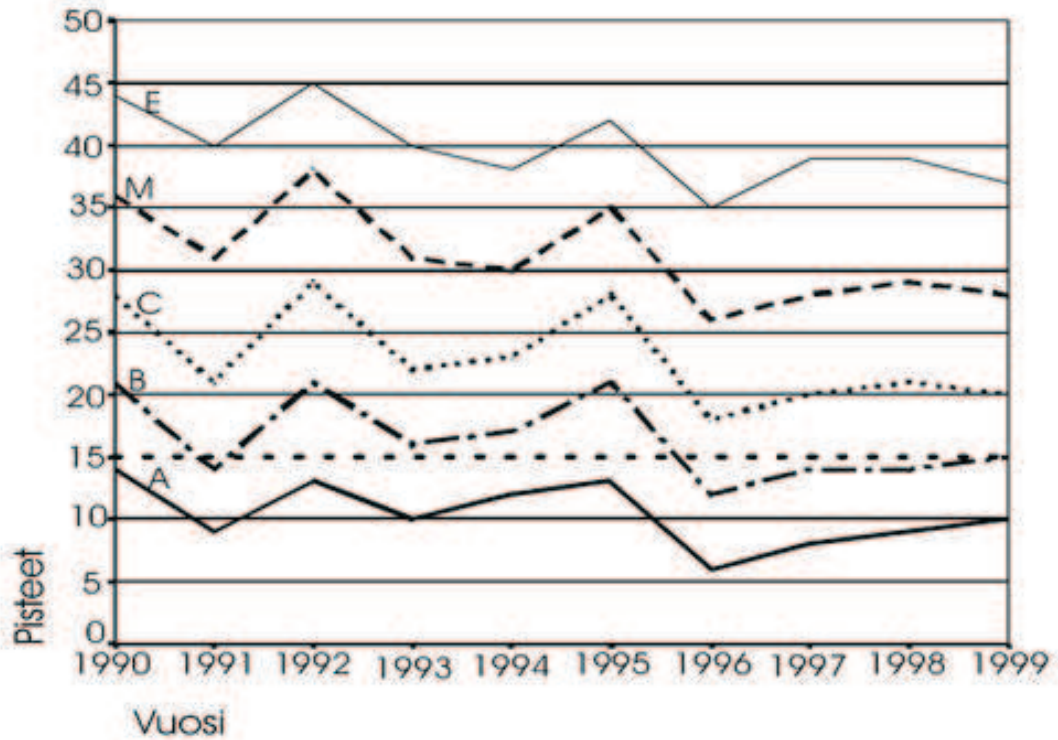


Kuva 3.2: Ylioppilaskirjoitusten pitkän matematiikan kokeeseen osallistuneet vuosina 1990 - 1999 (Joutsenlahti 2005, s.114)

3.2.3 Ylioppilaskirjoitusten pitkän matematiikan kokeessa tapahtuneet muutokset oppilaiden osaamisessa 1990-luvulla

Kuten aiemmin kerrottiin, ylioppilaskirjoitusten tulokset arvostellaan vuosittain suorituspistesummajakauman mukaan (kuva 3.1). Hyväksytyyn kokeen pisteraja on vaihdellut kuudesta pisteestä, joka vastaa yhtä oikein laskettua tehtävää, neljäntoista pisteeseen, joka edellyttää 2,5 oikein ratkaistua tehtävää. Joutsenlahden (2005, s.116) esittämässä kuvassa (Kuva 3.3) on esitetty 1990-luvulla eri arvosanoihin vaaditut pisterajat.

Vuonna 1991 eri arvosanoihin vaadittavissa pistemäärissä tapahtui selvä pudotus alaspäin. Hyväksytyyn kokeen pisterajaksi asetettiin 9 pistettä, mikä vaati 1,5 tehtävän oikein ratkaisemista. Alhaisesta läpikäyrajasta huolimatta hylätyn arvosanan sai 8,8 % silloisen laajan matematiikan kirjoittaneista, mikä oli selvästi enemmän kuin suosituksen mukainen 5 % hylkäämisraja. Ylioppilastutkintolautakunnan toiminnasta tehtiin kantelu opetusministeriöön, joka kuunneltuaan asiantuntijatahoja, joita olivat MAOL ry, Opetushallitus ja ylioppilastutkintolautakunta, totesi, että vaikka koe oli helppojen tehtävien osalta vaikea, ei 1,5 tehtävän osaamisen vaatiminen ylioppilastutkinnon pitkän matematiikan kirjoituksissa ollut kohtuuttoman korkea. (Rosenberg 1991)



Kuva 3.3: Pitkän matematiikan ylioppilaskirjoitusten pisterajat vuosina 1990 - 1999 (Joutsenlahti 2005, s.116)

Helppojen tehtävien vaikeuden lisäksi muita syitä matematiikan osaamisen tason heikentymiseen vuoden 1991 kirjoituksissa löydettiin helposti tarkastelemalla historiaa. Vuonna 1991 pitkän matematiikan kirjoittajista valtaosan muodostivat ensimmäisen kerran oppilaat, jotka vuoden 1985 opetussuunnitelman muutoksen mukaisesti olivat suorittaneet peruskoulun matematiikan ilman tasoryhmiä. Lisäksi vuoden 1985 opetussuunnitelmassa matematiikan tunteja oli vähennetty niin, että 1991 kirjoittaneet opiskelijat olivat opiskelleet matematiikkaa yhden viikkotuntin vähemmän kuin aikaisempien vuosien oppilaat. (Joutsenlahti 2005, s.115-116)

Kevään 1991 laajan matematiikan kokeen heikon menestyksen syyksi nähtiin siis tasoryhmien poistamisen ja viikkotuntien vähentämisen seuraukset sekä oppilaiden tottumattomuuden pitkäjänteiseen työhön matematiikan opiskelussa. Myös matematiikan kirjoittajien määrän kasvun nähtiin heikentävän saatuja tuloksia. Huonoista taidoista kielivät myös opettajien oppilaille antamien pitkän matematiikan arvosanojen notkahtaminen kyseisen ikäluokan kohdalla. Lisäksi vaativilla alkupään tehtävillä myönnettiin olevan vaikutusta tulokseen. (Rosenberg 1991) Kuitenkin, vaikka tulokset paranivat seuraavaan vuoteen verrattuna helpomman kokeen ansiosta, tulokset ja arvosanarajat eivät enää palanneet vuotta 1991 edeltävälle tasolle. Vuoden 1991 kirjoituksen heikkoon menestykseen vaikuttaneet taustat voitiin nähdä

vaikuttavan myös vuoden 1991 jälkeisiin tuloksiin. (Joutsenlahti 2005, s.115-116)

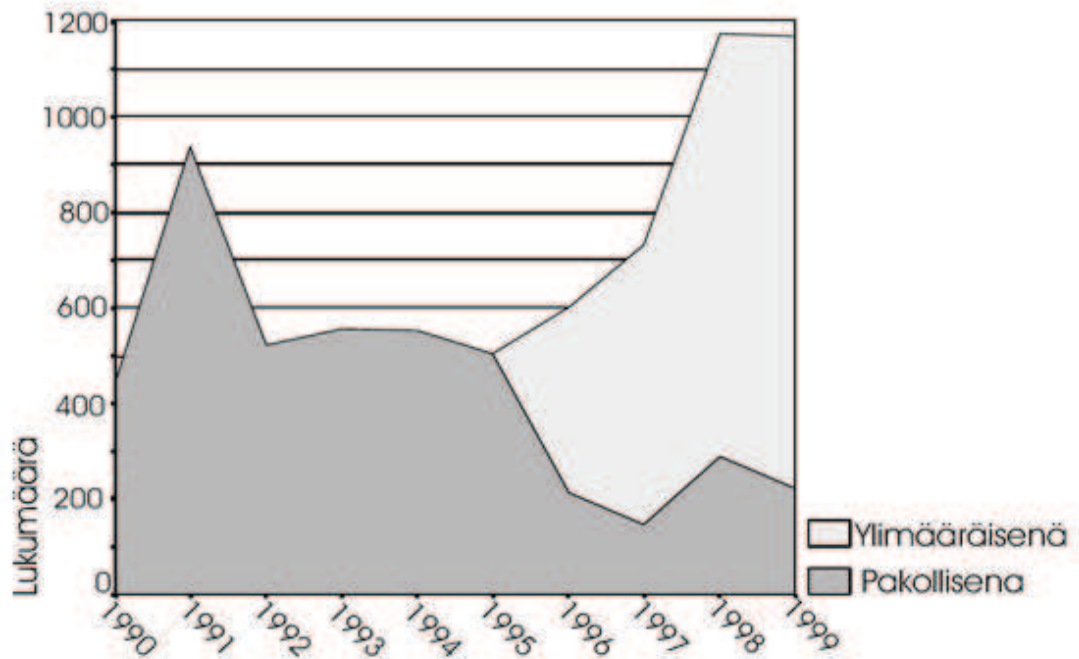
Toinen notkahdus ylioppilastutkintojen suorituksissa tapahtui vuonna 1996, kun pitkän matematiikan lukeneiden oppilaiden ei enää tarvinnut kirjoittaa pakollisena pitkää matematiikkaa, vaan pitkän matematiikan pystyi kirjoittamaan joko ylimääräisenä tai jättää kokonaan kirjoittamatta. 34 % pitkän matematiikan kirjoittajista valitsi vuonna 1996 pitkän matematiikan kokeen ylimääräiseksi. Näiden opiskelijoiden suoritustaso kokeessa oli selvästi heikompi kuin pakollisena kokeen kirjoittaneiden taso. Pakollisena kirjoittaneet osasivat jokaisen tehtävän keskimäärin yhden pisteen verran paremmin kuin ylimääräisenä kirjoittaneet. (Lahtinen 1996b)

Yllättävää oli, että vaikka tytöistä suurin osa kirjoitti kokeen ylimääräisenä, sekä ylimääräiseksi että pakolliseksi matematiikan valinneiden ryhmässä tyttöjen keskiarvo oli parempi kuin poikien vastaava keskiarvo. Tyttöjen ylimääräisen kokeen valitseminen ei siis johtunut tyttöjen huonosta tasosta vaan sen epäiltiin kertovan tyttöjen epävarmuudesta ja asennoitumisesta matematiikkaa kohtaan. (Lahtinen 1996b)

Kevään 1996 kokeessa ylimääräisenä matematiikan kirjoittaneiden kokeen mediaani oli alle 17 pistettä ja neljännes ylimääräisinä kirjoittaneista jäi alle 10 pisteen. Ylioppilastutkintolautakunta ilmoitti huolensa ylimääräisenä kirjoittaneiden huonosta tasosta. Tuloksia tarkemmin tarkasteltaessa huomattiin abiturienttien matemaattisissa perusvalmiuksissa vakavia puutteita. Lahtinen esittääkin ylioppilastutkintolautakunnan toimesta kevään 1996 ylioppilaskirjoitusten arvioinnissaan ”Matematiikan ylioppilaskirjoitus keväällä 1996”, että matematiikan peruskouluopetukseen täytyisi kiinnittää enemmän huomiota, sillä ilman matematiikan perustaitoja syvemmän matemaattisen ajattelun ja mallien rakentaminen on turhaa työtä. Myös myönteisen asenteen tärkeyttä matematiikan opetuksessa painotettiin. (Lahtinen 1996b)

1990-luvun loppupuolella erot ylimääräiseksi ja pakolliseksi pitkän matematiikan valinneiden tulosten välillä pysyivät suurina. Ylimääräisenä kirjoittaneista yli puolet sai arvosanaksi lubenter approbaturin (B) kun taas pakollisena kirjoittaneet saivat puolestaan suurimman osan ylemmistä arvosanoista. Vaikka suurin osa tytöistä kirjoitti pitkän matematiikan kokeen ylimääräisenä, vuodesta 1996 alkaen tyttöjen keskiarvot kummassakin ryhmässä olivat poikia paremmat. (Lahtinen 1996b-2000). Samalla ylimääräisenä kirjoittaneiden osuus kaikista pitkän matematiikan kirjoittaneista kasvoi, kuitenkin hidastuen vuosituhannen vaihdetta kohti. Kuten Joutsenlahden (2005, s.119) esittämästä kuvasta huomataan, myös hylättyjen arvosanojen määrä kasvoi 1990-luvun loppupuolella. (Kuva 3.4.) Hylätyistä arvosanoista suurin osa kuului luonnollisesti ylimääräisenä kirjoittaneille (Joutsenlahti 2005, s.119). Niin sanotun kahden kerroksen väen syntyminen pitkässä matematiikassa ylimääräi-

senä ja pakollisena pitkän matematiikan kirjoittaneiden välille vaikeutti esimerkiksi teknillisten korkeakoulujen aloituspaikkojen täyttämistä (Lahtinen 2000).



Kuva 3.4: Kuva 4: Ylioppilaskirjoitusten pitkän matematiikan kokeessa hylättyjen lukumäärät vuosina 1990 - 1999 (Joutsenlahti 2005, s.119)

Kaiken kaikkiaan pisterajojen laskua ja ylimääräisenä pitkän matematiikan kirjoittaneiden heikkoa tasoa pidettiin merkinä matematiikan osaamisen heikentymisestä. Kirjoittaneiden virheitä analysoitaessa yhtenä suurena ongelmana pidettiin peruskoulumatematiikassa opettujien taitojen puutetta, jotka nähtiin edellytyksenä syvällisemmän matemaattisen ajattelun kehittymiselle. Ylioppilaslautakunta esitti, että peruskoulun matematiikan osaamiseen olisi kiinnitettävä entistä enemmän huomiota. (Lahtinen 1996b).

3.3 Kansainväliset arvioinnit

3.3.1 KASSEL-projekti

Yleistä KASSEL-projektista

KASSEL-projekti on kansainvälinen peruskoulun yläasteikäisten oppilaiden matemaattisia taitoja ja niiden kehittymistä vertaileva ja tarkasteleva tutkimus, joka sai

alkunsa vuonna 1993 silloisen Saksan liittotasavallan Kasselin yliopiston ja Englannin Exeterin yliopiston välisestä yhteistyöstä. Tutkimuksessa seurattiin samojen oppilaiden tuloksia kolmessa eri matematiikan kokeessa kahden tai kolmen vuoden ajan vuosina 1994 - 1996. Tavoitteena tutkimuksella ei ollut maiden järjestyksen selvittäminen matematiikan osaamisessa, vaan tarkoitus oli selvittää, mitkä tekijät edistävät oppilaan matemaattista kehitystä. Lisäksi tutkimustuloksia pyrittiin käyttämään avuksi laadittaessa suosituksia hyvälle opetus- ja oppimiskäytännöille. (Soro ja Pehkonen 1996)

Suomesta ensimmäisessä vaiheessa tutkimukseen osallistui 466 syksyllä 1994 peruskoulun 7-luokkalaista 13-vuotiasta oppilasta yhteensä 19 eri koulusta ja 25 eri luokalta. Tutkimukseen osallistui 15 maata, joista Suomen tuloksia vertailtiin Englannin, Saksan, Unkarin, Kreikan ja Norjan kanssa. Lisäksi tutkimukseen osallistuivat Skotlanti, Singapore, Hollanti, Japani, Turkki, Tsekki, Puola, Yhdysvallat ja Brasilia. (Soro ja Pehkonen 1998)

Tutkimuksen aluksi 13-vuotiaiden oppilaiden matemaattisia edellytyksiä kartoitettiin kykytestillä, jossa suomalaisten oppilaiden tulokset olivat samaa luokkaa muiden maiden tulosten kanssa. Myöskään maakohtaiset erot eivät olleet suuria. Itse oppilaiden matemaattista osaamista testattiin kolmella eri kokeella, jotka koskivat kolmea eri aihepiiriä, ensimmäisenä luvut, toisena algebra ja kolmantena geometria ja funktiot. Jokaisessa kokeessa oli 50 loppua kohti vaikeutuvaa tehtävää, jotka sisälsivät sekä mekaanisia että soveltamista vaativia tehtäviä. Tehtävistä suurin osa vaati jonkinlaista päättelyä, kun taas puhtaasti sääntöjen muistamista vaativia tehtäviä oli vain vähän. Tehtävissä oppilaan oli itse tuotettava vastaus, mutta tehtävät olivat verrattain lyhyitä ja rajattuja. Laskinten käyttö oli sallittua ainoastaan geometria ja funktiot-aihealueen kokeessa, jossa oli myös käytössä geometrian kaava-arkki. (Soro ja Pehkonen 1998)

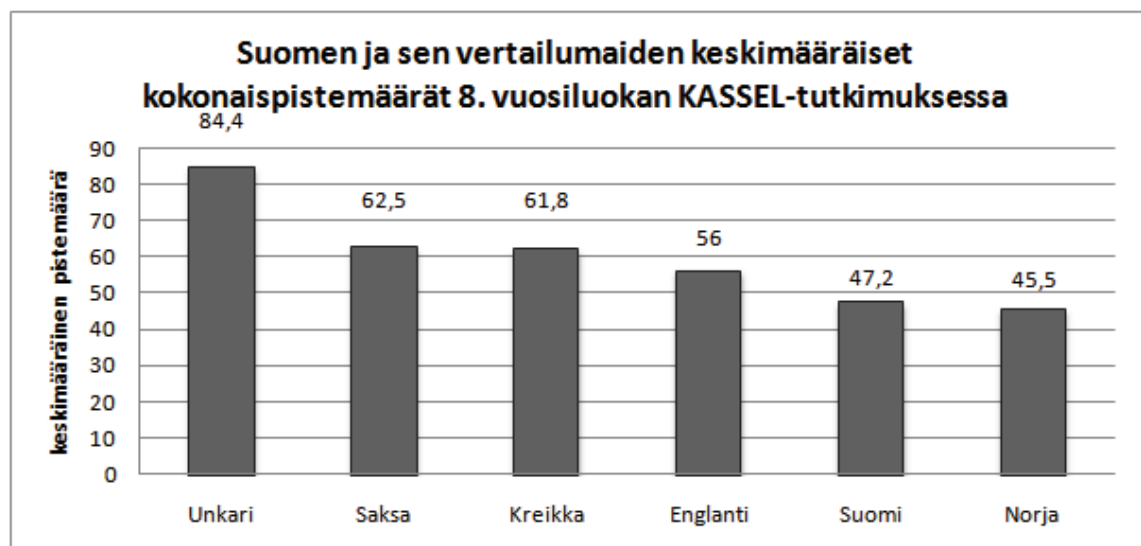
Tehtävät perustuivat Saksan, Englannin ja Skotlannin 13 - 16-vuotiaiden matematiikan opetussuunnitelmien yhteiseen ainekseen. Koe, pois lukien kykytesti, suoritettiin myös kahtena seuraavana vuonna suomalaisten oppilaiden ollessa peruskoulun 8. ja 9. vuosiluokalla. Näin ollen vertaamalla 9. luokan ja 7. luokan matematiikan osaamista voitiin arvioida myös eri maiden matematiikan osaamisen kehittymistä. (Soro ja Pehkonen 1998)

Luvut-kokeeseen kuuluivat muun muassa murtoluvut, desimaaliluvut ja niiden laskutoimitukset. Lisäksi tähän aihepiiriin kuuluivat lausekkeet, suhde, osan laskeminen, arviointi, prosenttilaskut, potenssit ja neliöjuuri. Algebran kokeen tehtävät mittasivat lukujonojen, yhtälöiden ja epäyhtälöiden ratkaisutaitoja, potenssioppia

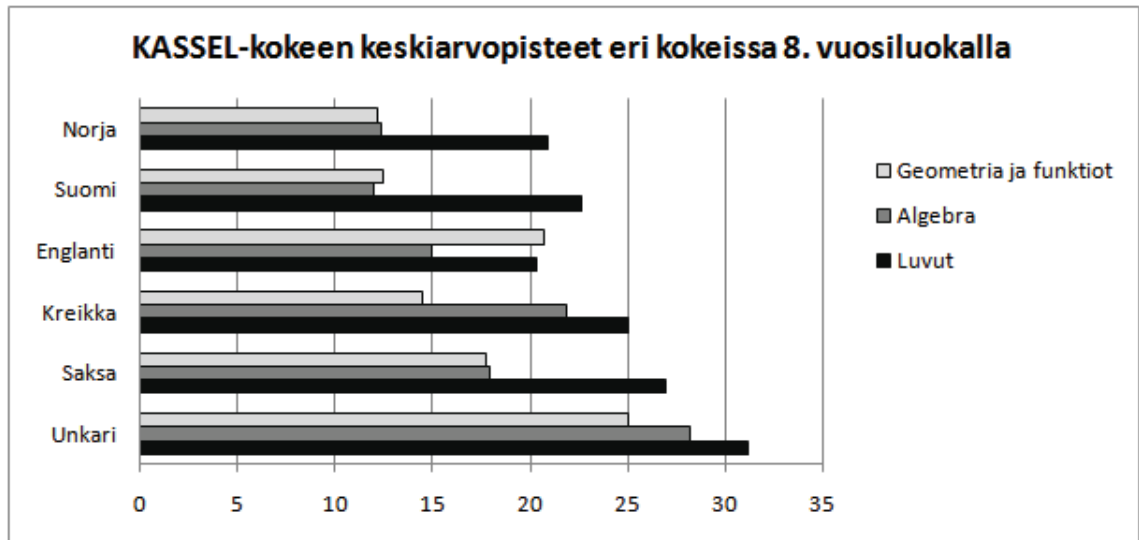
vaativia taitoja sekä polynomien laskutoimitusten hallintaa. Geometrian alueeseen kuuluivat taas koordinaatisto, käyrät sekä kaksi- ja kolmiulotteiset sovellukset. Suomen tuloksia tarkastellessa on huomattava, että useammat algebran tai funktioiden tehtävät kuuluivat Suomessa vasta lukion oppimäärän mukaisiin taitoihin. (Soro ja Pehkonen 1998)

Matematiikan osaamisen kansainvälistä vertailua KASSEL-testin tulosten pohjalta

Soro ja Pehkonen (1998) ovat tarkastelleet suomalaisten matematiikan osaamista muihin maihin verrattuna tutkimalla oppilaiden KASSEL-kokeen tuloksia oppilaiden ollessa 14-vuotiaita, jolloin suomalaiset oppilaat olivat käyneet 8. vuosiluokkaa muutaman kuukauden. Kun tarkastellaan tällöin saatuja tuloksia laskemalla jokaisen kokeen pistekeskiarvojen summa, sijoittui Suomi verrattaessa vertailumaihinsa selvästi heikoimpaan ryhmään yhdessä Norjan kanssa. Suomen pistemäärä oli 47 pistettä mahdollisesta sadasta pisteestä, kun vertailumaiden keskiarvo oli 59,6 pistettä ja korkeimman pistemäärän saavuttaneen Unkarin pistemäärä oli 85 pistettä. Maksimipistemäärä koko kokeessa oli 150 pistettä. Kun tarkasteltiin erikseen jokaisesta osakokeesta saatuja pistemääriä, Norja ja Suomi jakoivat heikoimmat pistemäärät jokaisessa yksittäisessä osakokeessa, kun taas muiden maiden osalta kärkisija muuttui alueista riippuen. Kuvassa 3.5 on esitetty osakokeiden keskiarvoista lasketut kokonaispistemäärät eri maiden osalta. Tarkemmin eri maiden pistemäärät jokaisesta osakokeesta on esitetty kuvassa 3.6. (Soro ja Pehkonen 1998)



Kuva 3.5: KASSEL-kokeen kokonaispistemäärät 8. vuosiluokalla Suomen ja sen vertailumaiden osalta (Tietojen lähde: Soro ja Pehkonen 1998)



Kuva 3.6: Suomen ja sen vertailumaiden pistemäärät osakokeittain jaoteltuna (Soro ja Pehkonen 1998)

Kun tarkasteltiin kokeiden tehtävien osaamista yleisesti, huomattiin, että suomalaiset ja unkarilaiset hallitsivat vertailumaista parhaiten verrannollista päättelyä vaativan tehtävän. Kuitenkin esimerkiksi murtolukujen ja desimaalilukujen laskutoimitusten hallintaa vaativat tehtävät tuottivat muita maita enemmän ongelmia Suomelle ja Englannille. (Soro ja Pehkonen 1998)

Algebran kokeen tuloksissa näkyivät eri maiden opetussuunnitelmien erot. Erot algebran käsitteiden ja laskusääntöjen tuntemisessa ja hallinnassa olivat suuria, kun taas päättelyä ja soveltamista vaativissa tehtävissä maiden väliset erot pienenevät. Suomalaisista oppilaista ensimmäisen asteen yhtälön oikein ratkaisi ainoastaan puolet oppilaista. Myös polynomien yksinkertaisten laskutoimitusten kanssa oli ongelmia. (Soro ja Pehkonen 1998)

Geometria ja funktiot -aihepiirin kokeessa suomalaisten oppilaiden osaaminen oli vähäisintä yhdessä norjalaisten kanssa. Suomalaisille ja norjalaisille oppilaille ongelmia tuotti käsitteiden huono tunteminen. Esimerkiksi symmetria-akseli oli käsitteenä kohtuullisen tuntematon. Lisäksi ympyrän piiriin ja pinta-alaan liittyvät laskut sekä funktioiden tunnistamiset tuottivat suomalaisille 8-luokkalaisille ongelmia. Sen sijaan päättelyä vaativat tehtävät suomalaiset osasivat yhtä hyvin kuin vertailumaiden oppilaat. (Soro ja Pehkonen 1998)

Algebran osalta suomalaisten tuloksia selittää osaltaan se, että algebran kokeessa mitatut taidot opetetaan Suomessa yleensä vasta kahdeksannella luokalla, jota tutkimukseen osallistuneet oppilaat olivat käyneet vasta kaksi kuukautta. Myös suurin osa ympyrään liittyvästä geometriasta ja funktioiden tunnistaminen ja käsittely kä-

sitellään Suomen perusopetuksessa yleisesti vasta yhdeksännellä luokalla. (Soro ja Pehkonen 1998)

KASSEL-kokeen peräkkäisten kokeiden tuloksia tarkasteltaessa huomataan, että suomalaisten 8. ja 9-luokkalaisten tulokset vastasivat vuotta nuorempien Englannin ja Saksan oppilaiden taitotasoa. Unkarilaisiin verrattuna ero oli jopa kaksi vuotta. Tämä on luonnollista, sillä suomalaiset aloittavat koulun vuotta myöhemmin kuin vertailumaiden oppilaat. Suomen heikkojen tuloksien osasyynä voidaankin nähdä opetusjärjestelmälliset tekijät. (Soro ja Pehkonen 1998)

Myöhäisemmän koulunaloittamisien lisäksi opetusjärjestelmät poikkeavat peruskoulun yläasteella muiltakin osin vertailumaista. Unkarissa ja Saksassa Suomen peruskoulukäiset nuoret opiskelevat jo tasostaan riippuen rinnakkaiskoulussa. Vastaavasti Englannissa koululaitos on jakautunut yksityisiin ja yhteiskunnan ylläpitämiin kouluihin, joiden johdosta oppiaine on jakautunut. Suomessa ja Norjassa tasoryhmien käyttö on hyvin vähäistä. Lisäksi matematiikan opetuksen Suomessa käyttämä kolme viikkotuntia on alhaisempi kuin missään muussa vertailumaassa. Lisäksi Unkarissa ja Saksassa matematiikan opettaminen siirtyy Suomea aikaisemmin matematiikan aineenopettajan koulutuksen omaavien opettajien vastuulle. (Soro ja Pehkonen 1998)

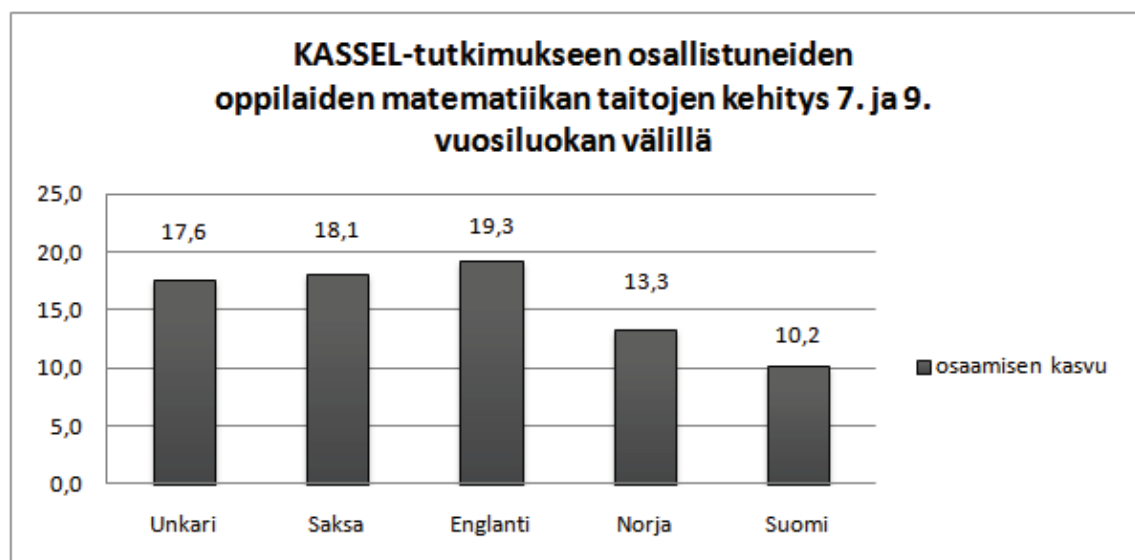
Kaiken kaikkiaan Soron ja Pehkosen (1998) mukaan KASSEL-projektin koetehtävät mittasivat enemmän eri maiden opetussuunnitelmien sisältöjen laajuuksia sekä maiden oppilaiden saamaa matematiikan opetuksen ajallista määrää vuosiviikkotunteina ja vuosina kuin oppilaiden matemaattisen ajattelun ja taitojen syvyyttä. KASSEL-projektin tutkimuksen mukaan suomalaisille oppilaille oli ongelmia käsitteiden, laskusääntöjen ja ratkaisumenetelmien tuntemisessa, mutta samalla huomattiin, että päättelyssä ja ongelmaratkaisussa suomalaiset nuoret pärjäsivät yhtä hyvin muiden maiden oppilaiden kanssa. Luvuilla laskemisessa ja niiden sovelluksissa suomalaiset olivat lähellä kansainvälistä keskitasoa, mutta algebran ja geometrian taidoissa oli nähtävissä suuria puutteita. (Soro ja Pehkonen 1998)

Soron ja Pehkosen (1998) mukaan tuloksista voitiin päätellä, että suomalaisten oppilaiden osaaminen oli muihin maihin nähden laadullisesti hyvää, mutta oppilajuuksissa oli selviä eroja muiden maiden tuloksiin verrattuna. Tähän syyksi löydetään helposti pienemmät tuntimäärät muihin maihin verrattuna sekä Suomessa ja Norjassa vuotta myöhempi koulunaloittamisikä verrattuna moneen vertailumaahan. Voitaisiinkin ajatella, että suomalaisten kyvyt matemaattiseen ajatteluun ja matematiikan osaamiseen ovat hyvät, mutta mahdollisuudet oppia matematiikkaa ovat tuntimäärien ja opetusjärjestelyjen takia huonommat kuin muilla verrokkimailla.

(Soro ja Pehkonen 1998)

Suomalaisten tietotaidon kasvu KASSEL-projektin aikana

Kuten aiemmin mainittiin, KASSEL-projektissa matematiikan osaamisen eri aihealueita mittaava koe järjestettiin kolmena peräkkäisenä vuotena tutkimukseen valituille oppilaille. Kun verrattiin suomalaisten osaamisen kehittymistä mitattavilla aihealueilla verrokkimaihin, huomattiin, että Suomen oppilaiden osaamisen kasvu oli vähäisintä verrattuna Saksan, Unkarin, Englannin ja Norjan oppilaiden osaamisen kasvuun. Suomalaisten oppilaiden summapistemäärä kasvoi 10,8 pistettä, kun taas Unkarilla vastaava pistemäärän lisäys oli 17,6 pistettä. Summapistemäärien lisäykset on tarkemmin esitetty kuvassa 3.7. (Soro ja Pehkonen 1998)



Kuva 3.7: KASSEL-tutkimukseen osallistuneiden oppilaiden matematiikan taitojen kehitys yläasteen aikana (Tietojen lähde: Soro ja Pehkonen 1998)

Pistemäärien hidas kehitys näyttää, ettei testin ajoitus 8. luokan syksyyn yksinään riitä selittämään suomalaisten oppilaiden heikkoja algebran, geometrian ja funktioiden käsittelytaitoja. Tulokset kertovat, ettei suomalainen peruskoulu kykene tarjoamaan oppilailleen vertailumaihin verrattuna yhtä laajaa matematiikan hallinnan tasoa peruskoulun aikana. Suomalaisten oppilaiden formaalisen matematiikan taidot näyttävät olevan peruskoulun lopulla kaukana Euroopan kärkimaiden oppilaiden taidoista. (Soro ja Pehkonen 1998) Samojen taitojen vähyydestä ja niiden heikkenemisestä on esittänyt huolensa myös ylioppilastutkintolautakunta (Lahtinen 1996b). Lisäksi Välijärven (1997, s.42-44) tutkimuksen mukaan juuri formaalin matematiikan hallinnan heikkous aiheuttaa ongelmia tekniikan ja luonnontieteiden alan korkeakouluopinnoissa.

3.3.2 Kansainvälinen TIMSS 1999 -tutkimus

Suomi osallistui vuonna 1999 järjestettyyn kansainväliseen TIMSS 1999 -tutkimukseen. Third International Mathematics and Science Study (TIMSS) on kansainvälinen tutkimus, jolla pyrittiin selvittämään eri maiden 8. luokan oppilaiden matematiikan osaamista eri aihealueilla. Tutkimukseen osallistui varsin kirjava joukko maita, joihin vuonna 1999 kuului myös Suomi. Kaiken kaikkiaan vuonna 1999 tutkimukseen osallistui 38 maata. Huomattavaa on, että Suomen, Filippiinien ja Venäjän oppilailla oli tutkimusta tehdessä vuosi vähemmän kouluvuotia takanaan kuin muilla tutkimukseen osallistuneilla mailla, mikä saattoi osaltaan vaikuttaa myös saatuihin tuloksiin (Mullis ja muut 2000, s.15-18)

TIMSS 1999 -tutkimuksen kysymykset koskivat viittä eri matematiikan aihealuetta. Näitä olivat numeerinen laskenta (murtoluvut, desimaalit, potenssilaskut), mittaaminen ja arviointi (standardit ja ei-standardit yksiköt, tilavuus ja pinta-ala sekä muut yleiset mitat), kuvaajien luominen ja hyödyntäminen, algebra ja geometria. Neljäsosa kysymyksistä oli niin sanottuja avoimia kysymyksiä, joihin opiskelijan oli tuotettava vastaus itse. (Mullis ja muut 2000, s.18)

Suomi sijoittui tutkimuksessa hieman keskiarvon yläpuolelle saavuttaen 14. sijan jäädessä kuitenkin selvästi maailman ja Euroopan kärkeä. Tulosten analysoimiseksi tuloksia tarkasteltiin viidessä kumulatiivisessa ryhmässä, jotka olivat ylhäältä päin lueteltuna paras kymmenes, paras neljännes, paras puolisko, huonoin neljännes ja huonoin kymmenes. Ryhmittelystä huomattiin, että ylimpään ryhmään ja johon kärkikolmikolla Singaporella, Kiinalla ja Korealla kuului 46 %, 41 % ja 31 % opiskelijoista, kuului Suomelta vain 6 % opiskelijoista. Euroopan kärkeen Belgian vastaava osuus oli 21 %. Parhaaseen neljännekseen kaikista vastanneista, Suomelta laskettiin vain 31 %, oppilaista, kun vastaava arvo Singaporella oli 75 % ja Belgiassa 54 % vastanneista. Kun verrataan matemaattisilta taidoiltaan keskikastiin jaoteltujen määriä maittain, Suomi nostaa selvästi asemiaan sijoittuen tässä vertailussa jo 10. sijalle 75 % opiskelijaosuudellaan. Belgiassa vastaava osuus oli 85 %, ja Singaporella 93 %. Testin perusteella huomataan siis, että matematiikan hallinnassa Suomessa perustaso oli hyvällä mallilla, mutta huippuosajien määrä oli selvästi heikompi kuin tutkimuksen kärkimailloilla. (Mullis ja muut 2000, s.93-107)

Tutkimuksessa tarkasteltiin myös matematiikan eri aihealueiden suhteellista osaamista. Tutkimuksen mukaan suomalaiset oppilaat hallitsivat tehtävistä parhaiten numeeriset laskutoimitukset sekä tilastoiden ja kuvaajien käsittelyyn liittyvät tehtävät sijoittuen niissä hyvin sijoille 9 ja 10 osallistuneiden maiden joukossa. Mittaamisessa ja arvioinnissa Suomi suoriutui myös keskiarvoa paremmin (15. sija). Kui-

tenkin kun tarkasteltiin algebran ja geometrian tuloksia, tutkimuksessa Suomi, Filippiinit ja Etelä-Afrikka erottuivat omaksi luokakseen, joilla algebran tulokset olivat selvästi muita alueita heikkommat. Myös geometriassa Suomi sijoittui tutkimuksessa vasta 18. sijalle tuloksella, joka ei poikkea tilastollisesti merkittävästi keskiarvosta. (Mullis ja muut 2000, s.93-107)

Kaiken kaikkiaan TIMSS 1999 -tutkimuksen mukaan Suomen 8-luokkalaisten oppilaat siis osasivat hyvin käytännön matematiikan numeerisen peruslaskennan sekä kuvaajien ja tilastojen käytön ja tulkitsemisen. Tutkimus osoitti kuitenkin suomalaisten peruskoulun 8-luokkalaisten algebran ja geometrian taitotason olleen selvästi heikommalla tasolla. Suomalaisten nuorten algebran taitojen heikkous muihin osaluoksiin nähden näkyi tuloksista selvästi. Algebran taidossa Suomi, Etelä-Afrikka ja Filippiinit muodostivat tilastollisesti oman ryhmän, jonka algebran taidot olivat selvästi muita alueita heikkommat. Lisäksi tutkimuksen mukaan Suomen koulujärjestelmä mahdollisti perustaitojen hallinnan useimmille oppilaille, mutta samalla näytti siltä, että erittäin taitavien matematiikan osajien osuus oppilaista oli selvästi pienempi kuin tutkimukseen osallistuneilla maailman ja Euroopan kärkimailloilla. (Mullis ja muut 2000, s.93-107) Toisaalta Suomen tutkimukseen osallistuneilla oppilailla oli vuosi vähemmän opintoja takanaan, joka yläasteikässä saattaa olla myös ratkaisevaa juuri algebran ja geometrian hallinnan kannalta.

3.4 Kansallisia arviointeja matematiikan osaamisen tasosta

3.4.1 Matematiikan osaamisen tasosta korkeakouluopintojen alkuvaiheessa

Väljærvi tutki vuonna 1997 tutkimuksessaan ”Millä eväillä lukiosta yliopistoon? Lukiolaisten opiskeluvalmiudet korkeakoulujen opettajien arvioimana” korkeakouluihin siirtyvien nuorten valmiuksia akateemisiin opintoihin. Tutkimus koostuu eri alojen korkeakoulutuksen asiantuntijoiden arvioinneista. Tutkimuksessa asiantuntijat, jotka olivat alansa professoreita tai apulaisprofessoreita, edustivat kahdeksaa eri yliopistoa ja viittä eri oppiainetta, joista yksi oli matematiikka. Asiantuntijat arvioivat tutkimuksessa tehdyissä haastatteluissa opiskelija-aineksen lisäksi muun muassa opetussuunnitelmia. Lisäksi tutkimukseen on kirjattu asiantuntijoiden ehdotuksia siitä, miten tilannetta voitaisiin parantaa. (Väljærvi 1997, s.4-5)

Matematiikan asiantuntijoiden kokemus opiskelija-aineksesta oli synkkä. Asiantuntijat kokivat, että matematiikan perustaidot yliopistoon tullessa ovat korkeintaan

kohtuulliset. Lisäksi näytti siltä, että lähtötason seurannan ja muiden Pohjoismaiden kanssa tehdyn vertailun mukaan kehitys aiempaan oli negatiivinen. Myös heikko menestyminen matematiikkaolympialaisissa nähtiin olevan selvä merkki lukiomatematiikan heikosta tasosta. (Välijärvi 1997, s.20-21 ja s.40-41) Toisaalta ryhmätyötaidot olivat yliopistoon tulevilla kunnossa ja uudet menetelmät omaksuttiin nopeasti (Välijärvi 1997, s.38-39).

Ongelmat matematiikan osaamisessa yliopiston aloittavilla opiskelijoilla olivat tutkimuksen mukaan varsin perustavat. Ongelmiksi nimettiin peruslaskutaitojen heikko hallinta sekä käsitteiden syvällisemmän ymmärtämisen puute. (Välijärvi 1997, s.40-41) Lisäksi tiedot matematiikan käyttömahdollisuuksista olivat heikkoja, mikä osaltaan vähentää opiskelijoiden motivaatiota. Ongelmana nähtiin myös se, että opiskelijat olivat tottuneet opettelemaan kaavoja ulkoa ilman pyrkimystä asian syvällisempään ymmärtämiseen. (Välijärvi 1997, s. 20-21 ja s.28)

Välijärven tutkimuksen (1997) mukaan asiantuntijat arvioivat, että kaavakokoelmien ja laskinten virheellinen käyttö oli johtanut korkeakoulujen ja lukion välisen kuilun kasvamiseen. Oppilaat olivat oppineet opettelemaan asioita ulkoa tai turvautumaan laskimen tai kaavakokoelman apuun sen sijaan, että he pyrkisivät näkemään vaivaa asian ymmärtämiseksi. Asiantuntijoiden mukaan päättelyn taidot kehittyvät vain riittävällä harjoittelulla. Jos opiskelijat eivät ole jo lukiossa oppineet tekemään työtä oppimisen eteen, johtaa se ongelmiin jatko-opinnoissa matematiikan alalla. Tämä näkyi asiantuntijoiden mukaan lahjakkaidenkin matematiikan opiskelijoiden keskuudessa, sillä lukion matematiikan ollessa heille liian helppoa he eivät ole tottuneet työskentelemään ymmärtämisen puolesta, mikä taas johtaa asiantuntijoiden mukaan yliopisto-opinnoissa helposti tason romahtamiseen tai innostuksen loppaamiseen. (Välijärvi 1997, s.40-44)

Lukion opetussuunnitelmat saivat Välijärven tutkimuksessa (1997) asiantuntijoiden haastatteluissa kiitosta. Mutta vaikka opetussuunnitelman tavoitteita pidettiin erinomaisina, niitä toteuttavissa oppikirjoissa koettiin korostuvan liikaa ulkoluku, kaavatauti ja niin sanottu ilmoitusmatematiikka, jossa asiat annetaan opiskelijoille pureksitussa muodossa. Lisäksi asiantuntijat esittivät toivomuksen siitä, että valinnaisten kurssien lisätunnit pitäisi käyttää saatujen kurssien syventämiseen ja ajattelutavan omaksumiseen eikä uuden tiedon lisäämiseen jo muutenkin paljon asiaa sisältäneissä kursseissa. (Välijärvi 1997, s.54-55)

Kaikkein tärkeimpänä opintomenestykseen yliopiston matematiikan alan opinnoissa vaikuttava tekijä oli asiantuntijoiden mukaan kuitenkin asenne matematiikkaa kohtaan. Tätä voitaisiin kehittää esimerkiksi lisäämällä oppilaiden tietoisuutta ma-

tematiikan käyttömahdollisuuksista. Lisäksi asiantuntijaryhmän mukaan lukioissa voitaisiin jopa tinkiä opetettavien asioiden määrästä ja pyrkiä sen sijaan laatuun mahdollistamalla tärkeimpien asioiden syvälinen ymmärtäminen. Toisena tärkeänä keinona kehityksen muuttamiseksi parempaan suuntaan nähtiin erityisesti oppikirjojen kehittäminen vastaamaan opetussuunnitelmien vaatimuksia. Oppikirjojen ja opetuksen avulla olisi lisäksi saatava haastetta myös lahjakkaimmille opiskelijoille, jolloin myös heidän matematiikan osaamisensa ja työskentelytaitonsa kehittyisivät yliopisto-opiskelun vaatimuksien mukaisesti. (Välijärvi 1997, s.48-50)

Kaiken kaikkiaan Välijärven kyselytutkimuksen tulokset korkeakoulujen opetushenkilökunnan kokemuksista matematiikan osaamisesta tukevat korkeakoulujen edustajien toimesta julkisuudessa esitettyjä kannanottoja. (Matematiikkalehti Solmun erikoisnumero 2005/2) Myös ylioppilastutkiminnon tarkastajat ovat ilmaisseet huolensa perustaitojen ja käsitteiden hallinnan heikosta tasosta 1990-luvulla pitkän matematiikan kirjoittaneiden osalta (Lahtinen 1996). Suomalaisten negatiivinen asenne matematiikan opiskelua kohtaan on myös huomattu niin kansainvälisissä (muun muassa PISA 2003 -tutkimus) kuin kansallisissa tutkimuksissa (muun muassa Kupari 1997, s.222-224).

3.4.2 Peruskoulun päättöluokan oppilaiden matematiikan osaamisen lähtötason arviointia 1998

Opetushallitus arvioi vuonna 1998 peruskoulun matematiikan oppimistuloksia suhteessa vuoden 1994 opetussuunnitelmassa esitettyihin vaatimuksiin. Tutkimukseen kerättiin tiedot 100 koulusta, jotka pyrittiin valitsemaan tasaisesti alueet, EU-tukialueet ja kielialueet huomioon ottaen. Jokaisesta koulusta valittiin tutkimukseen noin 30 oppilasta. Kaiken kaikkiaan tutkimukseen osallistui vuonna 1998 yhteensä 3575 opetussuunnitelman mukaisesti peruskoulun 9. vuosiluokalla opiskelevaa oppilasta. (Korhonen 1999, s.27)

Opetushallituksen (Korhonen 1999) matematiikan oppimistulosten arviointia varten laadittu koe koostui kahdesta osasta. Matematiikan perustaitoja mitattiin monivalintakokeella ja soveltamistaitoja tarkasteltiin tuottamistehtävillä. Tehtävät pyrittiin laatimaan niin, että $2/3$ oppilaista osaisi ratkaista ne. Lisäksi kokeen yhteydessä kartoitettiin oppilaiden asenteita matematiikkaa kohtaan sekä selvitettiin kyselyllä koulun opetusjärjestelyiden ja käytettävissä olevien resurssien vaikutusta opetukseen. (Korhonen 1999, s.23-24 ja s.31)

Korhosen (1999) mukaan matematiikan perustietojen osalta tulokset olivat keskimäärin hyvät, kun tuloksia arvioitiin opetussuunnitelman perusteiden pohjalta. Kui-

tenkin viidesosalla tutkimukseen osallistuneista oppilaista oli selviä puutteita perustietojen ja taitojen hallinnassa. Nämä oppilaat osasivat ratkaista tehtävistä alle 50 %. Huomattavaa oli myös, että perustaitojen osalta vain 13,8 % saavutti erinomaisen osaamisen kriteerit. (Korhonen 1999, s.31)

Tarkemmin monivalintatestin tuloksia tarkastellessa huomattiin, että tehtävät, jotka sisälsivät asiayhteyden käytäntöön, osattiin heikommin kuin tehtävät, jotka olivat irrotettu asiayhteydestään mekaaniseksi laskuksi. Erot osaamisprosentteissa olivat suuret, sillä asiayhteyden sisältävistä laskuista osattiin 67 %, kun muissa tehtävissä oli osaamisprosentti 92 %. Korhosen (1999) mukaan tämä yllättävä tulos kertoi osaltaan siitä, että kouluissa peruslaskutaitoja opetettiin irrallaan asiayhteyksistään mekaanisina laskutoimituksina, jolloin oppilaiden perustaitojen syvällisempi ymmärtäminen ja käsitteen hallinta jäi monesti heikoksi. (Korhonen 1999, s.33)

Tuottamistehtävien osalta matematiikan taitoja ei voitu pitää keskimääräisestikään hyvinä. Soveltamistaitoja mittaavista tuottamistehtävistä osaamisen keskiarvo jäi 45 %:iin maksimipistemäärästä. Erinomaisia suorituksia sai ainoastaan 3,9 % ja alle viisi pistettä sai 6,2 % tutkimukseen osallistuneista oppilaista. Heikkoja alueita olivat esimerkiksi verrannollisuuden ymmärtäminen ja aikasarjan jatkaminen, mutta myös kaikki korkeampaa ajatteluprosessia mittaavat tehtävät. Esimerkiksi vaikka 86 % oppilaista tunnisti tehtävässä yhtälön ja 65 % hallitsi sen algoritmisen ratkaisumenetelmän, vain 22 % osasi soveltaa osaamaansa tietoa sanalliseen tehtävään. (Korhonen 1999, s.33)

Asenteissa, erityisesti matematiikan oppimiseen kohdistuvan itseluottamuksen kohdalla, sukupuolten väliset erot olivat suuret. Tyttöjen itseluottamus matematiikan opiskelussa oli heikko. Korhosen (1999) mukaan asenteisiin olisi kiinnitettävä yhä enemmän huomiota, sillä ne selittivät 40 % oppimistuloksista. Tutkimuksessa huomattiin kuitenkin, että matematiikka ei ahdistanut tyttöjä poikia enempää ja sitä pidettiin tärkeänä yleisesti. Lisäksi huomattiin, että asenteiden vaikutus jatko-opiskeluvalintoihin oli pienempi kuin koulumenestyksen vaikutus. (Korhonen 1999, s.53-56)

Kaiken kaikkiaan vuoden 1998 arvioinnissa (Korhonen 1999) matematiikan osaamisesta huomattiin, että vaikka peruslaskutaitoja mittaavat tehtävät osattiinkin keskimäärin hyvin, oli osaaminen keskittynyt pääasiassa mekaanisiin suorituksiin eikä asian syvällisempään ymmärtämiseen. Lisäksi peruslaskutaitojen osalta huolestuttavaa oli peruslaskutaitojen heikko hallinta jopa viidenneksellä oppilaista. Erinomaisesti peruslaskutaidot hallitsevien oppilaiden määrä oli myös kokeen tasoon nähden kovin alhainen. Suuremmat ongelmat tulivat näkyviin kuitenkin tuottamistehtä-

vissä, joissa keskimääräinen osaaminen jäi 45 % maksimipistemäärästä. Korhosen (1999) mukaan tulokset kertovatkin ennen kaikkea siitä, että opetuksessa syvällisempi ymmärtäminen ja asioiden soveltaminen käytäntöön, on unohtunut mekaanisen harjoittelun jalkoihin. (Korhonen 1999, s.66-70)

Opetushallituksen vuoden 1998 oppimistulosarvioinnin tuloksia tukevat myös Kuparin vuoden 1995 matematiikan valtakunnallisesta kokeesta tehdyn tutkimuksen tulokset, joiden mukaan oppilaat osasivat parhaiten tehtävät, joissa vastaukseksi odotettiin lukua, kun taas perustelemista tai syvällisempää yleistämistä vaativat tehtävät tuottivat ongelmia. Lisäksi Kuparin verratessa 1995 tuloksia vuoden 1990 vastaaviin koetuloksiin huomattiin, että tulokset olivat pysyneet tasaisena kuitenkin niin, että laskutoimitusten ja algebran kohdalla oli havaittavissa lievää tulosten heikentymistä, kun taas funktio-opin, yhtälöiden ja soveltavan matematiikan sisältöalueilla tulokset olisivat hieman parantuneet. (Kupari 1997, s.226-228) Vertailtaessa valtakunnallisen kokeen mukana tehdyn asennekyselyn tuloksia huomattiin sama selkeä ero tyttöjen ja poikien asenteissa matematiikkaa kohtaan. Lisäksi myönteiset asenteet matematiikkaa kohtaan olivat vuosien 1990 ja 1995 tuloksia verrattaessa laskeneet hieman. (Kupari 1997, s.222-224).

4. KANSALLISET LUMA-TALKOOT 1996-2002

4.1 Lähtökohdat ja tavoitteet

Elinkeinoelämän, tiedeyhteisöjen ja opettajien sekä muiden matematiikan kentässä toimijoiden synnyttämän yhteiskunnallisen keskustelun ja kritiikin seurauksena pääministeri Paavo Lipposen hallituksen hallitusohjelmaan sisällytettiin tavoite suomalaisen matemaattisen ja luonnontieteellisen osaamisen nostamisesta kansainväliselle tasolle. Tämän perusteella Opetushallitus käynnisti vuonna 1995 koulu- ja koskevan matematiikan ja luonnontieteiden kehittämishankkeen, jonka opetusministeriö laajensi myös koulun ulkopuolisia toimijoita koskeviksi LUMA-talkoiksi. LUMA-talkoisiin osallistuivat koulujen ja opetusministeriön lisäksi myös monet järjestöt, yliopistot, korkeakoulut sekä elinkeinoelämän yritykset. (Opetusministeriö 2002, s.11-16)

Talkoiden tarpeellisuuden näyttämiseksi alkuperäiseen LUMA-ohjelmaan kirjattiin osaamisen tarpeet ja niiden syyt, jotka tarkistettiin talkoiden väliarvion yhteydessä vuonna 1999. Tarkistetussa LUMA-ohjelmassa matematiikan ja luonnontieteiden osaamisen kehittämisen tärkeimpinä syinä nähtiin tietoyhteiskunnan kasvavat vaatimukset, jotka lisäsivät kansalaisten matematiikan ja teknologian osaamistarvetta. Matematiikan ja luonnontieteiden ymmärtämistä ja osaamista pidettiin tärkeänä perussivistyksen osana nyky-yhteiskunnassa ja tulevaisuudessa. Lisäksi Suomen kilpailukyvyn ja työvoimatarpeen turvaaminen ja korkeaan osaamiseen perustuvan yritystoiminnan kasvun mahdollistaminen vaativat matematiikan ja luonnontieteiden osaajia kuten myös päättäjiä, jotka hallitsevat päätöksentekoon tarvittavat tiedot. Myös kestävän kehityksen turvaamiseksi tarvittavat luonnontieteelliset taidot nostettiin esille yhtenä tarpeena matematiikan ja luonnontieteen osaamisen lisäämiselle. (Opetusministeriö 2002, s.11-16)

Näiden ongelmien pohjalta muodostettiin kuusi eri tavoitetta, jotka vuoden 1999 tarkistuksen jälkeen kasvatettiin seitsemään. Tavoitteet tarkistetuissa LUMA-ohjelmassa määriteltiin seuraavasti:

- ”1. Yliopistoissa ja ammattikorkeakouluissa on yhteensä vähintään 17 000 aloituspaikkaa luonnonvara-alojen sekä tekniikan ja liikenteen koulutuksessa. Ylempiä korkeakoulututkintoja ja AMK-tutkintoja suoritetaan näillä aloilla vuosittain yhteensä vähintään 10 000 kpl.
2. Ylioppilastutkinnossa pitkän matematiikan kokeen suorittaa vuosittain yli 17 000 opiskelijaa. Ylioppilastutkinnon reaalikokeen fysiikan tehtäviä suorittaa vuosittain yli 12 000 ja kemian tehtäviä yli 9 000 opiskelijaa. Biologian ja maantiedon tehtävien suorittaminen säilyy kummasakin aineessa vähintään 15 000 suorittajan vuositasolla. Lukion suorittaneista vuosittain yli 10 000 henkilöä on suorittanut vähintään kuusi fysiikan syventävää kurssia ja yli 8 000 vähintään kolme kemian syventävää kurssia.
3. Koululaiset ja opiskelijat saavuttavat hyvät ja monipuoliset matematiikan ja luonnontieteiden tiedot ja taidot, joihin kuuluvat erityisesti asioiden käsitteellinen hallinta ja tietojen soveltaminen sekä kokeellisen ja havainnoivan työskentelyn taidot. Kansainvälisissä vertailuissa (mm. PISA ja TIMSS-R) Suomi sijoittuu OECD-maiden parhaaseen neljännekseen.
4. Sukupuolten välinen tasa-arvo paranee. Lukiossa yli 40 % fysiikan syventävien kurssien opiskelijoista on tyttöjä. Yli 30 % tekniikan alojen uusista opiskelijoista on naisia. Yli 30 % luokanopettajakoulutuksen ja biologian yliopistokoulutuksen uusista opiskelijoista on miehiä.
5. Ammatillisten oppilaitosten opiskelijat saavuttavat eri aloilla ja ammateissa vaadittavat sekä jatko-opintojen edellyttämät matematiikan ja luonnontieteiden valmiudet. Ammatillisen koulutuksen opettajat hallitsevat oppimisvaikeuksista kärsivien tunnistamisen ja heidän ohjaamisen sekä sitoutuvat toiminnallisten opetusmenetelmien kehittämiseen.
6. Kansalaisilla on mahdollisuudet hankkia tietoyhteiskunnan ja kestävä kehityksen edellyttämät matematiikan ja luonnontieteiden taidot. Tässä hyödynnetään erityisesti vapaan sivistystyön oppilaitoskentän sekä neuvontajärjestöjen ja tiedotusvälineiden toimintamahdollisuuksia.
7. Matematiikan ja luonnontieteiden aineenopettajien määrä vastaa koulujen ja oppilaitosten sekä muun koulutus- ja sivistystoiminnan tarpeita. Vuosittain valmistuu matematiikka pääaineena vähintään 140, fysiikka

tai kemia pääaineena vähintään 90 sekä biologia tai maantiede pääaineena vähintään 80 aineenopettajaa.” (Opetusministeriö 2002, s.11-16)

Näiden tavoitteiden pohjalta luotiin kymmenen hanketta, jotka jakautuivat lukuihin pienempiin osahankkeisiin. Hankkeet voidaan jakaa pääpiirteittäin viiden eri aihepiiriin alle. Niitä ovat yhteistyön lisääminen eri toimijoiden keskuudessa, arvioinnin tehostaminen kouluissa ja kansallisella tasolla, tutkimustoiminnan kehittäminen, koulujen sisäinen toiminta sekä tasa-arvoa edistävät hankkeet. Tarkemmin hankkeet on esitetty liitteessä 1. (Opetusministeriö 2002, s.11-16)

Yhteistyön edistämiseksi LUMA-ohjelmaan kirjattiin pyrkimykset ammattikorkeakoulujen ja yliopistojen sekä lukiodien ja ammatillisten oppilaitosten väliseen yhteistyöhön. Yhteistyötä pyrittiin myös lisäämään elinkeinoelämän ja tutkimuslaitosten kanssa. Lisäksi yhteistyö-otsikon alle voidaan sijoittaa myös pyrkimys eri koulujen yhteistyöhön. Yhteistyön tarkoituksena oli edistää tiedon levittämistä niin, että kaikilla toimijoilla olisi käytettävissä ajankohtainen tieto tutkimuksista, tarpeista ja toisaalta osaamisen tasosta. Lisäksi yhteistyön myötä eri toimijat voisivat täydentää toistensa osaamista ja levittää samalla uusia ideoita opetuksen kehittämiseksi. (Opetusministeriö 2002, s.11-16)

Tutkimuksen osalta LUMA-ohjelman hankkeiksi kirjattiin pyrkimys tutkimuksen ja tutkijankoulutuksen tehostamiseen. Lisäksi tärkeänä pidettiin näiden arviointi- ja tutkimustulosten levittämistä eteenpäin niin, että niitä voitaisiin hyödyntää opetuksen ja opettajankoulutuksen kehittämistyössä. Arvioinnin osalta LUMA-ohjelmaan nimettiin tavoitteeksi matematiikan ja luonnontieteiden arvioinnin tehostaminen niin kansallisella tasolla kuin kansainvälisestikin. Lisäksi pyrittiin sisällyttämään laadunarviointi jokaisen oppimisprosessin luonnolliseksi osaksi. Koulujen sisäisen toiminnan puolesta käynnistettiin Opetushallituksen toimesta kuntien, koulujen ja oppilaitosten pilottitoiminnan sekä koulun sisäisten erityistukitoimien kehittäminen. Lisäksi LUMA-ohjelmaan sisältyviksi hankkeiksi nimettiin opettajankoulutuksen uudistamishankkeet, joiden tarkoitus oli vaikuttaa juuri koulun sisäiseen toimintaan ja levittää yhteistyön tehostamisen mukana siitä isommalle alalle. LUMA-ohjelman hankkeisiin kirjattiin myös tasa-arvon edistäminen erityisesti matematiikan, tekniikan ja luonnontieteiden osalta. (Opetusministeriö 2002, s.11-16)

4.2 LUMA-talkoiden toimintaa

LUMA-talkoiden hengessä kaikki toimijat osallistuivat talkoisiin omilla resursseillaan. Suurimpina hankkeen rahoittajina Opetushallitus ja opetusministeriö rahoittivat vuosina 1995-2002 hanketta noin 34 miljoonalla eurolla, joista valtaosa käytettiin

yliopistojen ja korkeakoulujen aloituspaikkojen lisäämiseen sekä opettajien täydennyskoulutukseen. Lisäksi rahoitettiin muun muassa opettajien koulutuksen laajennustoimintaa sekä LUMA-hankkeeseen liittyneiden pilottikoulujen laitehankintoja. (Opetusministeriö 2002, s.11-16) Tässä luvussa esitellään yleisesti LUMA-toiminnan erilaisia muotoja ja arvioidaan niiden onnistumista. Tarkemmin yksittäisiä LUMA-toimia LUMA-hankkeen aikana ja sen jälkeen on esitelty luvussa 6.1.

4.2.1 Pilottikoulutoiminta

LUMA-ohjelman pilottikoulutoiminnan tavoitteena oli toisaalta lisätä koulujen sisäistä yhteistyötä eri oppiainerajojen yli ja luoda näin yhdessä tekemisen kulttuuria, mutta toisaalta myös vahvistaa pilottikoulujen yhteyksiä muihin kouluihin, elinkeinoelämään sekä yliopistoihin ja korkeakouluihin. Ajatuksena oli, että pilottikoulujen avulla hanke ja sen tuottamat hedelmät leviäisivät kaikkiin Suomen kouluihin. (Opetusministeriö 2002, s.45-48)

Ensimmäisessä vaiheessa vuonna 1996 - 1999 pilottikuntia oli 26, joista jokaisesta yksi ala-aste, yläaste ja lukio oli valittu pilottikouluksi. Lisäksi mukana oli 10 normaalikoulua sekä jokaisessa pilottikunnassa yksi tai useampi ammattikoulu. Myös esiopetuksen tai päiväkodin liittäminen pilottitoimintaan oli mahdollista. Toisessa vaiheessa 1999-2002 verkostoituminen muotoiltiin siten, että uudet LUMA-kunnat, joita oli nyt jo 78, jaoteltiin 16 alueelliseksi verkoksi. Yhteen verkkoon kuuluvista kunnista valittiin 1-3 kuntaa yhteistyökunniksi (yhteensä kaikkiaan 31) ja loput kunnat nimettiin verkkokunniksi (yhteensä kaikkiaan 41). Valituissa LUMA-kunnissa toimintaan osallistui yksi ala-aste, yläaste ja lukio. Myös kymmenen normaalikoulua jatkoi mukana hankkeessa. Lisäksi ensimmäisessä vaiheessa mukana olleet ammattikoulut saivat jatkaa suunnitelmansa mukaan. (Opetusministeriö 2002, s.45-48)

Toisessa vaiheessa Opetushallitus määritteli LUMA-kunnalle ja LUMA-kouluille hakukriteerit, joiden perusteella kunnat saivat hakea LUMA-kunnan statusta. Kriteereitä olivat kunnan koulujen motivaatio matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen kehittämiseen, sitoutuminen täydennyskoulutuksen järjestämiseen yhteistyössä lähialueen kuntien kanssa sekä kunnan sitoutuminen varaamaan resursseja tarvittavaan kehittämistoimintaan sekä opettajiensa täydennyskoulutukseen. LUMA-koululta sen sijaan vaadittiin, että sen opetussuunnitelman tuli tukea matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen kehittämistä, ja että sen opettajat olivat innostuneita ja motivoituneita toimimaan yhteistyössä oman ja muiden koulujen opettajien kanssa ja näin valmiita levittämään saamaansa tietoa myös eteenpäin. Lisäksi koulua veloitettiin luomaan yhteyksiä erilaisiin sidosryhmiin, kuten muihin kouluihin, yrityksiin sekä yliopistoihin ja korkeakouluihin. LUMA-kunnalta vaadittiin myös mate-

matiikan ja luonnontieteiden osalta noudatettava kehityssuunnitelma, jolla pyrittiin monipuolistamaan ja kehittämään opetusmenetelmiä, tehostamaan yhteistyötä eri koulujen ja yritysten välillä sekä luomaan oppilaan tasosta tai sukupuolesta riippumatta jokaiselle oppilaalle opetusta, jonka avulla hänellä on mahdollisuus kehittää taitojaan matematiikan ja luonnontieteiden osajana. (Opetusministeriö 2002, s.45-48)

LUMA-talkoiden aikana järjestetyn kyselytutkimuksen (Aroluoma 2001) mukaan huolimatta LUMA-kuntien toiminnan suurista eroavaisuuksista, suurimmassa osassa kunnista toiminta lähti hyvin liikkeelle. Suurimmat parannukset tapahtuivat opetussuunnitelmien ja opetusmenetelmien kehityksessä. Kaikissa kyselyyn vastanneista LUMA-kunnista raportoitiin kokeellisuuden ja toiminnallisuuden lisääntymisestä matematiikan ja luonnontieteiden oppitunnilla. Lisäksi yhteistyön sidosryhmien välillä koettiin onnistuneen hyvin. (Aroluoma 2001, s.5-11)

4.2.2 Opetuksen kehittäminen

LUMA-talkoiden yhtenä pyrkimyksenä oli lisätä matematiikan ja luonnontieteiden painoarvoa opetuksessa ja opetussuunnitelmissa. LUMA-hankkeessa huomio kiinnitettiin myös oppimisympäristöihin, joiden avulla pyrittiin erityisesti kehittämään kokeellista lähestymistapaa. Myös tietotekniikan käyttöä matematiikan ja luonnontieteiden opetuksessa pyrittiin tehostamaan. (Opetusministeriö 2002, s.47-48)

Oppiaineiden integrointia pidettiin haasteellisena, mutta tärkeänä osa-alueena LUMA-aineiden opetuksessa. Hankkeen aikana pyrittiin parantamaan sekä matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen integrointia eri luokka-asteiden välillä esikoulusta eteenpäin että eri LUMA-aineiden integrointia keskenään ja toisaalta toisten sovellusaineiden, kuten kotitalouden, kaupallisten aineiden, ympäristökasvatuksen ja yhteiskunnallisten aineiden kanssa. Integroinnin onnistumiseksi tärkeänä pidettiin käsitteiden yhtenäistä määrittelyä eri oppiaineissa, minkä parantamisen katsottiin alkavan jo oppikirjojen kehittämisestä. Lisäksi opettajien yhteistyön ja heidän tutustumisensa toisten oppiaineiden opetussuunnitelmiin katsottiin olevan avain integroinnin onnistumiseen. (Opetusministeriö 2002, s.62-68)

Kaiken kaikkiaan LUMA-ohjelman kehittämishankkeet pyrkivät muokkaamaan matematiikan ja luonnontieteiden oppimisympäristöä niin, että se innostaisi ilmiöiden havainnointiin, tietojen soveltamiseen sekä ongelmanratkaisuun (Opetusministeriö 2002, s.93). Samalla huomio kiinnitettiin erityisryhmiin, joiksi nähtiin heikkojen ja oppimisvaikeuksista kärsivien oppilaiden lisäksi myös lahjakkaat oppilaat. Erilaisilla opettajien täydennyskoulutuksilla ja tutkimus- ja kehittämishankkeilla pyrittiin

tukemaan lahjakkaiden oppilaiden, mutta toisaalta myös heikkojen oppilaiden oppimista. Myös tyttöjä pyrittiin innostamaan luonnontieteiden ja matematiikan opiskeluun erilaisten hankkeiden avulla. (Opetusministeriö 2002, s. 101-107)

4.2.3 Erityisryhmien huomioiminen

LUMA-ohjelmassa kiinnitettiin huomioita erityisryhmien oikeuteen saada tasoistaan opetusta. Erityisryhminä nähtiin heikkojen ja oppimisvaikeuksia omaavien oppilaiden lisäksi myös lahjakkaat oppilaat, joiden tunnistamista ja huomioimista pidettiin matematiikan ja luonnontieteiden opetuksessa tärkeänä. Kouluissa erityisryhmiä pyrittiin ottamaan huomioon opetusjärjestelyissä järjestämällä esimerkiksi joustavaa ryhmittelyä, jossa oppilaat jaettiin taitotasojensa mukaisesti samanaikaisiin opetusryhmiin. Monissa kouluissa yksi ryhmistä oli erityisopettajan vetämä, jolloin heikommat oppilaat saivat tarvitsemaansa tukea. Ryhmistä toiseen siirtyminen oli lukuvuoden aikana mahdollista. Sekä lahjakkaiden että heikkojen oppilaiden oppimista tukevan joustavan ryhmittelyn lisäksi erityisryhmien matematiikan ja luonnontieteiden oppimista tuettiin erilaisin valinnaiskurssein ja valinnaisainein. Heikkojen oppilaiden osalta valinnaisaineet ja kurssit pitivät sisällään kertausta ja erityisohjausta. Lahjakkaille suunnatut valinnaiskurssit ja valinnaisaineet pyrkivät syventämään ja soveltamaan oppitunnilla käytyjä asioita. (Opetusministeriö 2002, s.101-107)

Heikkojen oppilaiden oppimista pyrittiin joustavan ryhmittelyn ja tukikurssien lisäksi helpottamaan henkilökohtaisilla opetussuunnitelmilla sekä tarjoamalla tukio-
petusta ja erityisopetusta. Lisäksi oppimisvaikeuksien tunnistamiseen ja hoitamiseen kiinnitettiin erityistä huomiota. Heikkojen oppilaiden tukeminen matematiikan opiskelussa koettiin tärkeäksi matematiikan taitojen kehittymisen lisäksi myös myönteisen minäkuvan kehittymiselle. (Opetusministeriö 2002, s. 93-99)

Lahjakkaiden oppilaiden osalta lukiossa ja peruskoulussa järjestettyjen syventävien ja soveltavien kurssien lisäksi matematiikan ja luonnontieteiden osaamista pyrittiin monissa LUMA-pilottikouluissa tukemaan järjestämällä kouluihin LUMA-aineista kiinnostuneille suunnattuja LUMA-luokkia. Osallistujat luokille valittiin joko kiinnostuksen tai aikaisemman koulumenestyksen perusteella. Toisissa kouluissa lahjakkaiden oppilaiden eristämiseen omaksi luokakseen suhtauduttiin varauksella. LUMA-luokkia järjestäneissä kouluissa luokan ilmapiiristä, oppilaiden motivaatiosta ja osaa-
misesta saatiin kuitenkin myönteisiä kokemuksia. (Opetusministeriö 2002, s.101-107)

Matemaattis-luonnontieteellisesti lahjakkaiden oppilaiden opiskelua tuettiin myös valtakunnallisesti kahdentoista matematiikkaa, luonnontieteitä tai tekniikkaa painottavan lukion avulla. Näiden erityistehtävän saaneiden lukioiden lisäksi Päivö-

län kansanopistossa Valkeakoskella järjestettiin lahjakkaiden lukiolaisten opetusta ja lahjakkaille suunnattuja projekteja yhteistyössä Tampereen teknillisen korkeakoulun (nykyinen Tampereen teknillinen yliopisto) ja Nokia-yhtymän kanssa. Myös muilla kouluilla tehtiin yhteistyötä elinkeinoelämän kanssa. Lisäksi matematiikassa tai luonnontieteissä lahjakkaille järjestettiin avoimia tiedekilpailuja, joita ovat muun muassa kaikki tieteenalat kattava Suomen akatemian järjestämä Viksu-tiedekilpailu ja Tekniikan akateemisen liiton ja Kerhokeskuksen yhteistyönä järjestämä Tutki, kehitä ja kokeile -kilpailu. Matematiikassa, fysiikassa, kemiassa ja biologiassa järjestettävien lukiolaisille suunnattujen tiedeolympialaisten valmennusta kehitettiin LUMA-ohjelman puitteissa. Panostuksen myötä Suomen menestys tiedeolympialaisissa parani LUMA-hankkeen aikana. (Opetusministeriö 2002, s.101-107)

4.2.4 Tasa-arvoa edistävät hankkeet

Yksi LUMA-ohjelman tavoitteista oli naisten tekniikan kiinnostuksen lisääminen ja sitä kautta naisten osuuden kasvattaminen tekniikan alalla. Naisten kiinnostuksen lisäämiseksi kouluissa järjestettiin erityisesti tytöille suunnattuja tekniikkaan ja matemaattis-luonnontieteellisiin aineisiin liittyviä kursseja ja työpajoja. Useissa kouluissa tyttöjä houkuteltiin tekniikan pariin yhteistyössä tekniikan alan yritysten kanssa työelämään tutustumisen yhteydessä. Tyttöjen kiinnostukseen ja asenteisiin tekniikkaa kohtaan pyrittiin vaikuttamaan mainostamalla ja mielikuvia muuttamalla. Tekniikan alan opintoja on pyritty tekemään tytöille mielekkäämmäksi myös lisäämällä projekti- ja ryhmätyöskentelyn osuutta sekä luomalla uusia poikkitieteellisiä koulutusohjelmia. Tasa-arvon edistämiseksi on käynnistetty useita hankkeita, joista esimerkkinä mainittakoon WomanIT, TiNA ja Tietonaisia I ja II -projektit. (Opetusministeriö 2002, s.95-99)

LUMA-talkoiden aikana tyttöjen ja poikien erot matematiikan ja luonnontieteiden osaamisessa kaventuivat kansainvälisten arviointien ja oppimistulosarviointien mukaan. Vuoteen 2002 mennessä oppimiseröjen pienentyminen ei näkynyt oppilaiden valinnoissa lukiossa merkittävästi. Pitkän matematiikan kirjoittaneiden joukossa naisten osuus kasvoi hiukan. Toisaalta kirjoittajien määrän kasvaessa naisten absoluuttisen määrän kasvu oli suurempaa. Lukion fysiikan kurssien opiskelussa naisten osuus säilyi kuitenkin samana. Toisaalta teknistieteellisen alan yliopistokoulutuksessa naisten osuus kasvoi LUMA-talkoiden aikana 20 prosentista 24 prosenttiin. Samalla naisten absoluuttinen lukumäärä kasvoi jopa 68 % vuosien 1996 - 2002 aikana. Myös tekniikan ja liikenteen alan ammattikorkeakoulutuksessa naisten osuus uusista opiskelijoista nousi vuosien 1996-2002 aikana 15 prosentista 19 prosenttiin. Huolimatta kasvusta, sekä yliopistokoulutuksessa että ammattikorkeakoulutuksessa

jäätiin selvästi LUMA-ohjelmassa mainitusta 30 % tavoitteesta. (Opetusministeriö 2002, s.33-37)

4.2.5 Opettajien koulutus

Luokanopettajakoulutuksen kehittäminen

Luokanopettajakoulutuksen kehittäminen nähtiin LUMA-ohjelmassa tärkeänä työnä sarkana. LUMA-ohjelman hankkeisiin kirjattiin pyrkimys ylioppilastutkinnon pitkän matematiikan ja lukion matemaattis-luonnontieteellisten aineiden arvosanojen painoarvon lisäämiseen luokanopettajakoulutuksen opiskelijavalinnoissa. Luokanopettajakoulutuksen valintaprosessi koostuu ensimmäisessä valintavaiheessa kaikille yhteisestä kokeesta sekä toiseen valintavaiheeseen päässeille yliopistojen omasta valintakokeesta. LUMA-ohjelman aikana yhteisen osan matematiikan painoarvoa pyrittiin nostamaan lisäämällä pitkän matematiikan kirjoittamisesta saatua lisäpisteiden määrää 1,5 pisteestä 2 pisteeseen samalla kun lisäpisteiden kokonaismäärä pudotettiin 16 pisteestä 14 pisteeseen. Lisäksi yliopistojen omiin valintakokeisiin lisättiin vaihtelevasti matematiikkaa ja luonnontieteitä testaavia osioita. Esimerkiksi Turun yliopistossa valintakokeeseen lisättiin pakollinen matemaattis-luonnontieteellistä ajattelua mittaava osio, kun taas Jyväskylässä ja Kajaanissa testeihin lisättiin samankaltainen osio vapaaehtoisena. (Opetusministeriö 2002, s.108-111)

Matemaattis-luonnontieteellisten aineiden osuutta pyrittiin lisäämään myös luokanopettajakoulutuksessa. Koska matematiikan sivuaineen valinneiden määrä oli kovin pieni, pyrittiin matematiikan osuutta monialaisissa kaikille pakollisissa opinnoissa lisäämään. Vuonna 2002 matematiikkaa kuului monialaisiin opintoihin 3-5 opintoviikkoa, jonka vähimmäismäärä oli 1 opintoviikko enemmän kuin vuonna 1998. Luonnontieteiden osalta vähimmäismäärä nousi puoli opintoviikkoa. Tämän lisäksi luotiin uusia sivuainekokonaisuuksia, jotka oli erityisesti suunnattu luokanopettajille. Hämeenlinnan opettajakoulutuslaitoksella aloitettiin syksyllä 2002 koulutusohjelma, jonka opintoihin kuului pakollinen 25 opintoviikon matematiikan sivuaine. Lisäksi yliopistoissa pyrittiin helpottamaan ja mahdollistamaan luokanopettajien matematiikan ja luonnontieteiden opiskelua myös arvosanaopintojen osalta. (Opetusministeriö 2002, s.108-111)

Ennen LUMA-ohjelmaa vuosina 1995-1998 luokanopettajista 10 % suoritti matematiikan tai luonnontieteiden sivuaineopintoja. Vuosina 1998-2001 osuus nousi 12 %:iin. Kuitenkin osuus jäi alle LUMA-ohjelmassa kirjattusta 15 %:n tavoitteesta. (Opetusministeriö 2002, s. 108-111) Taulukossa 4.1 on esitetty vuosien 1998-2001

aikana valmistuneiden luokanopettajien vähintään 10 opintoviikon laajuiset sivuaineet LUMA-aineiden osalta.

Taulukko 4.1: Vuosina 1998 - 2001 valmistuneiden luokanopettajien ja lastentarhanopettajien suorittamat vähintään 10 opintoviikon (ov) LUMA-sivuainekokonaisuudet (Opetusministeriö 2002, s.111)

	suorituksia yhteensä	osuus valmistuneista
Kemia	7	0,15 %
Matematiikka 15 ov	255	5,25 %
Matematiikka 35 ov	6	0,19 %
Fysiikka	1	0,02 %
Maantiede	33	0,68 %
Biologia	90	1,87 %
Teknologia ja ympäristö	50	1,04 %
Tietotekniikka	115	2,38 %
yhteensä	557	11,61 %

Aineenopettajakoulutus

LUMA-ohjelman yhtenä hankkeena oli aineenopettajakoulutuksen opintojen kehittäminen niin, että ne tukevat paremmin opettajaksi kehittymistä. LUMA-ohjelman aikana yliopistojen ainelaitokset asettivatkin aineenopettajakoulutuksen yhdeksi painopistealueekseen. Hankkeen myötä aineenopettajille räätälöitiin omia aineopinto- ja perusopintokokonaisuuksia, joihin kuului aineopintojen lisäksi myös ainedidaktiikkaa ja aihesisältöjen integrointia. Aineopintoja pyrittiin myös niveltämään yhteen aineenopettajien opiskelussa usein erillisiksi oppimiskokonaisuuksiksi jääviin opettajin pedagogisiin opintoihin ja opetusharjoitteluun. Tämä oli mahdollista varsinkin yliopistoissa, joissa uusia opiskelijoita valittiin suoraan aineenopettajakoulutukseen. Yleisesti opettajan pedagogiset opinnot suoritettiin kuitenkin edelleen erillisenä yhtenä kokonaisuutena. (Opetusministeriö 2002, s.111-112)

Täydennyskoulutus

Opettajakouluttajien täydennyskoulutus Opetusministeriön toimesta maattis-luonnontieteelliset aineet olivat yksi opettajankouluttajien täydennyskoulutuksen painoalue. Täydennyskoulutuksen yhtenä yhteisenä aiheena oli tieto- ja viestintäteknikka. Koulutukset pitivät sisällään opetuksen soveltuvan verkkoaineiston tuottamista ja tutkimustoimintaa. Paljon täydennyskoulutusta järjestettiin maattis-luonnontieteellisten aineiden opetusharjoittelun ohjauksen kehittämiseksi.

Muita täydennyskoulutuksen aiheita olivat muun muassa matemaattis-luonnontieteellisten aineiden oppisisällöt esiopetuksessa, matematiikka erityisopetuksessa ja harjoittelukoulujen matemaattis-luonnontieteellisten aineiden opetuksen kehittäminen. Kuitenkin ainoastaan osa yliopistoista haki määrärahoja opettajakouluttajien koulutukseen. (Opetusministeriö 2002, s.112-113)

Muuntokoulutus Matemaattis-luonnontieteellisten aineiden opettajankoulutus oli painopistealueena myös opetusministeriön ja yliopistojen välisiin tulossopimuksiin perustuvassa opettajankoulutuksen laajennusohjelmassa vuosina 2001-2003. Matematiikan ja luonnontieteiden osalta viisi yliopistoa järjestivät työelämästä opettajiksi aikoville yksilöllisiä aiempiin opintoihin perustuvia maisteriohjelmia. Muutoskoulutusten suosio oli suuri ja osallistujia riitti yli aloituspaikkojen määrän. Aineenopettajien muuntokoulutuksesta oltiin kiinnostuneita myös luokanopettajien taholta. (Opetusministeriö 2002, s.113-114)

Opettajien täydennyskoulutus LUMA-ohjelman aikana matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen kehittämiseksi järjestettyyn täydennyskoulutukseen varattiin valtion toimesta 9,4 miljoonaa euroa. Tavoitteena oli järjestää vuosittain 1500 täydennyskoulutusta. Täydennyskoulutuksissa huomio kiinnitettiin erityisesti peruskäsitteiden ja taitojen opettamiseen, erilaisten oppilaiden opettamiseen sekä tietotekniikan hyödyntämiseen opetuksessa. Lisäksi koulutuksista saadun tiedon levittämiseksi opettajia koulutettiin edelleen kouluttajiksi. (Opetusministeriö 2002, s.114-121)

Täydennyskoulutuksesta osa oli arvosanakoulutusta ja osa lyhytkestoista koulutusta. Arvosanakoulutuksen järjestämisestä vastasivat yleensä yliopistojen ainelaitokset, ja sen tarkoituksena oli parantaa opettajien aineenhallintaa, didaktista osaamista sekä kehittää opetussuunnitelma-ajattelua. Lyhytkestoista koulutusta järjestivät pääasiassa yliopistojen täydennyskoulutuslaitokset, ammatilliset opettajakorkeakoulut ja kesäyliopistot. Lyhytkestoisella koulutuksella pyrittiin tukemaan opettajien taitoa suunnitella opetus niin, että sekä valittavat sisällöt, lähestymistavat että opetusmenetelmätkin vahvistaisivat oppilaan omia oppimisen taitoja. Lyhytkestoisen koulutuksen avulla pyrittiin auttamaan opettajia monipuolistamaan oppimisen ja opetuksen taitoja sekä ottamaan huomioon erilaiset oppijat ja tukemaan taitoa hyödyntää tietotekniikkaa opetuksessa. (Opetusministeriö 2002, s.114-121)

Matematiikan osalta arvosanakoulutukseen ja lyhytkestoiseen koulutukseen vuosina 1996-2002 osallistuneiden määrät on esitetty taulukoissa 4.2 ja 4.3.

Taulukko 4.2: LUMA-talkoiden matematiikan arvosanatavoitteiseen täydennyskoulutukseen vuosina 1996-2002 osallistuneet. (Opetusministeriö 2002, s.117)

Arvosanatavoitteinen täydennyskoulutus								
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	yhteensä
Matematiikka	418	100	90	175	40	70	15	908
15 ov								
Matematiikka	20	30	47	30	100	91	30	348
20 ov								

Taulukko 4.3: Matematiikan osalta lyhytkestoiseen (3-5 ov) täydennyskoulutukseen osallistuneet vuosina 1997-2002 (Opetusministeriö 2002, s.118)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	yhteensä
Matematiikan aineenhallinta ja didaktiikka	109	364	420	629	488	724	2734
Integroitu LUMA-koulutus	0	147	143	0	136	103	529
LUMA-kouluttajakoulutus	0	55	70	0	0	-	125

Täydennyskoulutuksen aiheita olivat muun muassa opetussuunnitelmakoulutus, jossa painotettiin erityisesti alkuopetuksesta lukioon ja ammatilliseen koulutukseen ulottuvaa jatkumoa. Tämän lisäksi järjestettiin integraatiokoulutusta sekä opetusmenetelmät ja työtavat -koulutusta. Matematiikan osalta koulutuksissa painottuivat erityisesti ongelmanratkaisu ja opitun soveltaminen. (Opetusministeriö 2002, s. 114-121)

4.2.6 Tutkimustoiminnan kehittäminen

Opettajien valtakunnallinen tutkijakoulu aloitti toimintansa vuonna 1995 syyskuussa Helsingin yliopiston koordinoimana. Tutkijakoulun tavoitteena oli

"tutkimuksellisesti perustellun ja kestävän monitieteisen perustan rakentaminen matemaattis-luonnontieteellisten aineiden opetuksen ja opettajankoulutuksen sekä niitä koskevan tutkimuksen jatkuvalle uudistamiselle Suomessa."

(Opetusministeriö 2002, s.59)

Vuonna 1995 Opetushallitus myönsi tutkijakoulutukselle rahoituksen neljään tutkijakoulutuspaikkaan. Vuosina 1998-2001 tutkijakouluun myönnettiin 10 tutkijakoulutuspaikkaa. Lisäksi tutkijakoulussa opiskeli vuoteen 2002 mennessä noin 100 oma-toimista opiskelijaa. Vuonna 2001 tutkijakoulun vaikutusalueeseen kuului 23 matematiikan, fysiikan, kemian ja kasvatustieteen tai opettajankoulutuksen laitosta seitsemästä eri yliopistosta sekä 67 ohjaajaa. Vuoteen 2002 mennessä tutkijakoulusta oli valmistunut 14 tohtorinväitöskirjaa ja yli 22 lisensiaatintutkimusta. (Opetusministeriö 2002, s.59)

Tämän lisäksi Suomen akatemia rahoitti vuonna 1998-2002 Matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen vuonna 2002 -kehittämishankkeen, jossa oli tavoitteena muun muassa tutkimustiedon kehittäminen opetusta varten. Sen puolesta rahoitusta myönnettiin 10 eri hankkeelle. Hankkeet jakautuivat kolmeen osa-alueeseen, joita olivat Matematiikka, fysiikka, kemia ja tietotekniikka kouluissa, Matematiikka, fysiikka, kemia ja tietotekniikka yliopistoissa sekä Matemaattiset mallit. Lisäksi Suomen akatemia rahoitti vuosina 2000-2003 toisen osittain limittäisen projektin, Matemaattiset mallit ja menetelmät eri tieteenaloilla. (Opetusministeriö 2002, s.57)

4.2.7 Lähtötaso- ja tulosarvioinnit

Opetushallitus järjesti LUMA-projektin alussa vuoden 1996 syksyllä yhteistyössä Jyväskylän yliopiston Koulutuksen tutkimuslaitoksen kanssa lähtötasoarvioinnit 7. luokan oppilaille sekä lukion aloittaneille opiskelijoille. Lähtötasokokeissa tutkittiin LUMA-hankkeiden pilottikuntien ja vertailukuntien koulujen sekä ammatillisten pilottioppilaitosten aloitusryhmien matematiikan ja luonnontieteiden osaamisen tasoa. Tehtävät valittiin pääosin kolmannen kansainvälisen matematiikan ja luonnontieteiden koulusaavutustutkimuksen TIMSS 1995 tehtävistä. Tehtävistä osa oli monivalintatehtäviä ja osa tuottamistehtäviä. Lähtötasotestiin osallistui 2611 yläasteen aloittanutta ja 2356 lukion aloittanutta 2356. (Leino 1997) Luonnontieteiden osalta lähtötasotestin tuloksia on arvioitu Rajakorven (1999) toimesta. (Opetusministeriö 2002, s. 24-32)

Luonnontieteiden osalta lähtötasomittaus uusittiin syksyllä 1999 hieman pienemmällä otoskoilla kuin vuoden 1996 mittauksissa. Luonnontieteiden peruskoulun tulokset arvioitiin Rajakorven toimesta vuonna 2000 (Rajakorpi 2000). Lukion kemian ja fysiikan oppimistulosten arviointi toteutettiin uudestaan vuonna 2001 (Halkka 2002). Tämän jälkeen kemian ja fysiikan osaamista ja opetuksen kehittämistä on tutkittu erillisillä julkaisuilla. Näistä mainittakoon vuonna 2006 Opetushallituksen rahoittama tutkimus Miksi jää sulaa? (Salmio 2008), jossa arvioitiin neljän ensimmäisen kouluvuoden aikana karttuneita luonnontieteiden ja ympäristötiedon taitoja ja sitä,

kuinka vuoden 2004 uuden opetussuunnitelman perusteiden mukaiset osaamistavoitteet olivat tältä osin hallinnassa 5. luokan aloittaneilla oppilailta. (Opetusministeriö 2002, s. 24-32)

Matematiikan osalta Opetushallitus aloitti keväällä 1998 peruskoulun päättävien 9. vuosiluokan oppilaiden matematiikan oppimistulosten arvioinnin (Korhonen 1999). Tietoja kerättiin 100 suomenkielisestä koulusta ja 10 ruotsinkielisestä koulusta. Yhteensä tutkimuksen otokseksi tuli näin 3575 peruskoulun 9-luokkalaista, yleisen opetussuunnitelman mukaan opiskelevaa oppilasta. Matematiikan oppimistuloksia mitattiin kaksivaiheisella kokeella, joka sisälsi sekä perustaitoja mittaavia monivalintatehtäviä että soveltamistaitoja mittaavia avoimia tuottamistehtäviä. Testin yhteydessä kartoitettiin oppilaiden asenteita matematiikan opiskeluun. Lisäksi kouluja koskevalla kyselyllä kartoitettiin resurssien ja opetusjärjestelyn vaikutusta tuloksiin. (Korhonen 1999, s.67-70)

1998 matematiikan oppimistulosten arvioinnista käynnistyi matematiikan osalta kansallisten oppimistulosten arviointijärjestelmä, jonka puitteissa oppimistulosten arviointi jatkui samankaltaisilla tutkimuksilla myös vuosina 2000 (Korhonen 2001), 2002 (Mattila 2002) ja 2004 (Mattila 2005). Myöhempien tutkimuksien oppimistuloksia mittaavaan kokeeseen osallistuvien määrät olivat samaa luokkaa kuin vuonna 1998 tehdyn tutkimuksen otanta. Osaamista tutkittiin monivalintatehtävillä sekä avoimilla ongelmanratkaisutehtävillä, joiden lisäksi kerättiin vuoden 1998 arvioinnin tavoin tietoa oppilaiden asenteista ja koulun järjestyksestä (Mattila 2002, 2005). Mattilan vuoden 2004 arvioinnissa tehtäviin sisältyi myös päässälaskutehtäviä (Mattila 2005, s.37). Näiden tutkimusten tulokset on esitetty tarkemmin peruskoulun yläasteen matematiikan osaamisen nykytasoa käsittelevässä luvussa 7.2.

Lähtötasoarviointien lisäksi peruskoulun yläasteen oppilaiden matematiikan osaamista tutkittiin eri toimijoiden toimesta. Tällaisia tutkimuksia ovat muun muassa Törnroosin tutkimus Opetussuunnitelma, oppikirja ja oppimistulokset 2004, jossa arvioitiin 7.luokkalaisten matematiikan osaamista ja siihen vaikuttavia tekijöitä (Törnroos 2004).

Peruskoulun ala-asteiden osalta matematiikan oppimistulosten arviointi 6. vuosiluokalla toteutettiin Opetushallituksen toimesta vuosina 2000 ja 2007 (Niemi 2001 ja 2008). Tällöin oppimistuloksia, asenteita sekä oppimistuloksiin mahdollisesti vaikuttaneita tekijöitä arvioitiin matematiikan testillä ja asenteita kartoittavalla kyselytutkimuksella. Matematiikan testi koostui päässälasku-, monivalinta- ja tuottamistehtävistä, joilla pyrittiin saamaan kattavasti kartoitettua opetussuunnitelman (1994, 2004) perusteissa määritellyjä oppimissisältöjä. Vuonna 2007 tutkimukseen osallis-

tui 334 koulua, joista edelleen satunnaisotannalla valittiin 6787 oppilasta (Niemi 2008, s.51).

Lisäksi LUMA-hankkeen aikana on tehty muita ala-asteen matematiikan oppimistuloksia käsittelevää tai sivuavaa tutkimusta. Näistä mainittakoon Opetushallituksen Helsingin yliopistosta tilaama Oppimaan oppiminen -tutkimus vuosina 1996-2003. Vuosina 1999 ja 2003 järjestetyissä tutkimuksissa tutkittiin muiden aineiden ohella myös matematiikan osaamista ja siihen liittyviä uskomuksia. (Hautamäki ja muut 1999 ja 2005) Lisäksi vuonna 2006 Opetushallituksen rahoittamassa tutkimuksessa Luen, kirjoitan ja ratkaisen (Huisman 2006), tutkittiin äidinkielen, kirjallisuuden ja matematiikan oppimistuloksia. Näiden tutkimusten tuloksia on esitetty peruskoulun ala-asteen matematiikan oppimistuloksia käsittelevässä luvussa 7.1.

Lukiolaisten oppimistulosten varsin kattavan tarkkailun mahdollistavat valtakunnalliset ylioppilastutkinnot, joiden tuloksista ja niistä kootuista tilastojulkaisuista (Ylioppilastutkintolautakunta 2006 ja 2008) voidaan arvioida lukiolaisten matematiikan ja luonnontieteiden osaamista sekä niihin liittyviä tekijöitä. Lisäksi Joutsenlahti on väitöskirjassaan ”Lukiolaisen tehtäväorientoituneen matematiikan ajattelun piirteitä” tutkinut lukiolaisten matematiikan osaamista ja siihen liittyviä asenteita ja uskomuksia ylioppilaskirjoitusten tulosten, lukiossa järjestettyjen kyselyiden ja annettujen arvosanojen pohjalta (Joutsenlahti 2005). Perusopetuksen tutkimuksen lisäksi arviointia on tehty myös ammatillisen koulutuksen osalta. Tässä työssä keskitytään kuitenkin peruskoulussa ja lukiossa tapahtuneisiin LUMA-hankkeisiin ja niiden tuloksiin.

4.3 Tavoitteiden toteutuminen 2002

Yhtenä LUMA-talkoiden tavoitteena oli lisätä luonnonvara-alojen sekä tekniikan ja liikenteen koulutuksen aloituspaikkojen määrä 17 000:een. Tämä tavoite saavutettiin jo LUMA-talkoiden alussa. Kuitenkin, vaikka aloituspaikkojen määrä vuonna 2001 oli jo 20 820, joista 9 101 oli korkeakouluissa ja 11 719 ammattikorkeakouluissa, suoritettujen tutkintojen määrä ei kasvanut samassa suhteessa. Ammattikorkeakoulututkintojen määrä tosin kasvoi LUMA-talkoiden aikana ripeästi ollen vuonna 2001 jo 5 203. Ylempien korkeakoulututkintojen osalta kasvu oli kuitenkin verkkaisempaa. Vuonna 2001 ylempiä korkeakoulututkintoja luonnonvara-aloilla sekä tekniikan ja liikenteen alalla suoritettiin 3 875. Korkeakouluissa todettiin, että opiskelijamäärien kasvu ja heidän matemaattis-luonnontieteellisen perussivistyksensä näin lisääntynyt hajonta oli vaikeuttanut korkeakoulujen opintojen alkuvaiheen matematiikan ja luonnontieteiden opinnoista suoriutumista ja lisännyt tarvetta korkeakoulujen omiin opiskelijoiden tukitoimiin matematiikan ja luonnontieteiden opintojen

alussa. Näin ollen aloituspaikkojen lisääntymisen myötä näytti lisääntyvän myös tarve peruskoulun ja toisen asteen oppilaitosten opiskelijoiden osaamisen parantamiseen. (Opetusministeriö 2002, s.17-18)

Ylioppilastutkintojen pitkän matematiikan kirjoittaneiden vuosittaiset määrät kasvoivat tasaisesti ylioppilastutkintojen kirjoittaneiden kokonaismäärän kanssa samaa tahtia. Vaikka pitkän matematiikan kirjoittaneiden vuosittainen määrä kasvoi hiljalleen vuoteen 2001, pysyi pitkän matematiikan kirjoittaneiden osuus kaikista kirjoittaneista suurin piirtein samana. Vuonna 2001 varsinaisista kokelaista 12 469 kirjoittajaa kirjoitti pitkän matematiikan, mikä jää selvästi 17 000 kirjoittajan tavoitteesta. Myös reaalikokeessa kemian ja fysiikan tehtäviin vastanneiden määrät jäivät vuonna 2002 LUMA-ohjelmassa esitetyistä tavoitteista. Biologiassa ja maantiedossa sen sijaan tavoitteet saavutettiin. LUMA-talkoiden loppuraportissa todettiinkin, ettei silloinen ylioppilastutkinto tue riittävästi luonnontieteiden ja matematiikan opiskelua eikä kannusta kirjoittamaan pitkää matematiikkaa. Ylioppilastutkintoa esitettiinkin kehitettäväksi edelleen siten, että siitä olisi enemmän hyötyä ammattikorkeakoulujen ja yliopistojen opiskeluvaihtoehtoissa. (Opetusministeriö 2002, s.19-23) Ylioppilastutkinnon pitkän matematiikan määrien kehityksestä on kerrottu tarkemmin luvussa ??.

Suomi sijoittui kansainvälisessä PISA-tutkimuksessa vuonna 2000 sekä luonnontieteissä että matematiikassa huippumaiden joukkoon. Menestys jatkui myös vuoden 2003 ja 2006 PISA-tutkimuksissa. Suomen menestyksen yhtenä syynä nähtiin juuri heikkojen oppilaiden osaamisen korkea taso ja oppilaiden pieni keskihajonta. Huippuosajien määrä oli Suomessa kuitenkin muita kärkimaita vähäisempi. (Arinen ja Karjalainen 2007, s.31-34) Toisaalta vuonna 1999 järjestetyssä TIMSS 1999 -tutkimuksessa suomalaiset sijoituivat tutkimukseen osallistuneiden maiden keskikastiin. TIMSS 1999 -tutkimuksen mukaan suomalaiset nuoret hallitsivat hyvin käytännön matematiikkaa ja päättelyä vaativat tehtävät, mutta 8 - luokkalaisten nuorten osaamisessa oli selviä puutteita erityisesti geometrian ja algebran taitojen osalta. (Mullis ja muut 2000, s.93-107) Myös PISA 2003 -tutkimuksessa, jossa matematiikka oli päätutkimuskohde, geometrian tehtävien osaaminen oli suomalaisilla nuorilla aihealueista heikointa (Kupari ja Välijärvi 2005, s. 17-22). Lisäksi TIMSS 1999 -tutkimuksen tuloksissa näkyi PISA-tutkimusten tavoin selvästi, että vaikka suomalainen peruskoulu mahdollistikin matematiikan perustaitojen hallinnan suurelle määrälle oppilasta, erittäin taitavien matematiikan osajien määrä oli Suomessa selvästi kärkimaita pienempi (Mullis ja muut 2000, s.93-107). PISA ja TIMSS 1999 -tutkimusten tulokset on esitetty tarkemmin luvuissa 7.3 ja 3.3.2.

LUMA-ohjelman mukaisten Opetushallituksen järjestämien peruskoulun päättöluo-

kan matematiikan oppimistulosten arvioinneissa (Korhonen 1999, Mattila 2002 ja 2005) vuoteen 2002 mennessä matematiikan taitotaso pysyi vakaana, eivätkä LUMA-ohjelman vaikutukset oppimistuloksiin olleet selvästi nähtävissä matematiikan alueella. Kuitenkin aihealueiden osaamista verrattaessa näytti siltä, että ongelmanratkaisutehtävien sekä lukujen ja laskutoimitusten osalta tulostasoa olisi parantunut, kun taas algebran osalta tulostasoa olisi jopa hienoisesti laskenut. Geometriassa osaaminen oli säilyttänyt tasonsa. (Opetushallitus 2004, s. 7-8)

Oppimistulosarviointeihin osallistui myös LUMA-kouluja, joiden tulokset eivät poikenneet tilastollisesti merkittävästi muiden koulujen tuloksista vuoteen 2002 mennessä. (Korhonen 1999 ja 2001, Mattila 2002 ja 2005) Vuonna 2004 tehdyssä oppimistulosarvioinnissa LUMA-koulujen tulokset olivat kuitenkin ensimmäistä kertaa tilastollisesti merkittävästi parempia niin matematiikan kuin asenteidenkin osalta muihin tutkimuksessa oleviin kouluihin verrattuna. Näin ollen voitiinkin arvioida LUMA-tulosten vaikutuksen näkyvän vasta pidemmän aikavälin kuluessa. (Mattila 2005, s.146) Oppimistulosarviointien tuloksia on esitetty tarkemmin luvussa 7.

Vaikka LUMA-ohjelman vaikutukset matematiikan osaamiseen tai asenteisiin eivät vuonna 2002 olleet vielä nähtävissä, LUMA-kouluille tehdyn kysely- ja haastattelututkimuksen (Aroluoma 2001) mukaan LUMA-ohjelma näkyi opettajien ja oppilaiden arjessa. LUMA-ohjelman myötä kouluissa oli käyty keskustelua aineiden arvostuksista sekä kokeiltu uusia työjärjestyksiä. Myös opetussuunnitelman laadinnassa matematiikan ja luonnontieteiden merkitys oli kasvanut. Erityistä huomiota kouluissa oli kiinnitetty eri oppiasteiden nivelyöhön ja yhteistyöhön eri aineiden välillä. Kyselyyn vastanneet opettajat olivat kehittäneet omaa opetustaan. (Aroluoma 2001, s.5-11)

Ongelmiksi ja esteiksi matematiikan ja luonnontieteiden kehittämisessä nähtiin ajan ja rahan puute. Opettajat kokivat, ettei heillä ollut aikaa omien materiaalien työstämiseen ja tästä syystä oppikirjaa pidettiin tärkeänä välineenä. Kuitenkin LUMA-hankkeen myötä kyselyyn vastanneet opettajat näkivät kirjan enemmän välineenä kuin valmiina opetussuunnitelmana. Materiaalien osalta toivottiin keskitettyä materiaalipankkia. Lisäksi oppikirjoihin ja oppilastyöohjeisiin toivottiin enemmän pedagogisia käyttöohjeita. Täydennyskoulutuksista kyselyyn vastanneet oppilaat kokivat hyödyllisimpinä lyhytaikaiset koulutukset, joissa keskityttiin arkielämän opetustyöhön. Arvosanaopintoja kritisoitiin liiasta teoreettisuudesta ja kaukaisuudesta käytännön opetustyöhön. Lisäksi pidempien koulutusten ongelmana nähtiin ajanpuute, pitkät välimatkat sekä sijaisten hankkimisen vaikeus. (Aroluoma 2001, s.5-11)

5. UUSI LUMA-AALTO

5.1 Valtakunnallinen LUMA-keskus

Vuonna 2002 Opetushallituksen koordinoiman LUMA-ohjelman päätyttyä LUMA-talkoita jatkettiin eri toimijoiden keskuudessa. LUMA-toiminnan keskuksiksi perustettiin vuonna 2003 (avattiin keväällä 2004) valtakunnallinen LUMA-keskus. Valtakunnallinen LUMA-keskus on sateenvarjo-organisaatio, joka yhteistyössä yliopistojen, koulujen ja elinkeinoelämän kanssa pyrkii tukemaan ja edistämään luonnontieteiden, matematiikan ja teknologian opetusta ja oppimista aina varhaiskasvatuksesta yliopisto-opiskeluun saakka sekä lisäämään harrastuneisuutta LUMA-aineiden parissa. Keskus pyrkii toteuttamaan missiotaan yhteistyössä koulujen, luokanopettajien, aineenopettajien ja elinkeinoelämän kanssa (Aksela ja Saarikko 2008, s.3).

Valtakunnallisen LUMA-keskuksen koordinoinnista vastaa Helsingin yliopiston matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta. Pääyhteistyötahoina ja johtoryhmän jäseninä vuosien varrella ovat olleet: opetusministeriö, Opetushallitus, Helsingin yliopiston biotieteellinen tiedekunta, käyttäytymistieteellinen tiedekunta ja matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta, Helsingin kaupungin opetusvirasto sekä elinkeinoelämän puolelta Kemianteollisuus ry, Metsäteollisuus ry, Taloudellinen tiedotustoimisto, Teknologiateollisuus ry sekä vuodesta 2007 alkaen Teknillinen korkeakoulu. LUMA-keskuksen toiminnan käytännön suunnittelusta vastaa 20 eri yhteistyötahojen asiantuntijajäsenistä koostuva suunnitteluryhmä koordinaattorin johdolla. Lisäksi ainelaitosten omien resurssikeskusten yhteyshenkilöt ovat mukana toiminnan käytännön suunnittelussa. (Aksela ja Saarikko 2008, s.4-5)

Erityisen tärkeänä LUMA-toiminnassa pidetään lasten ja nuorten kiinnostuksen herättämistä ja sen tukemista sekä opettajien työn laaja-alaista tukemista. Lasten ja nuorten kiinnostusta LUMA-aineita kohtaan pyritään lisäämään muun muassa opetusmenetelmiä kehittämällä, toiminnallisuutta ja kokeellisuutta lisäämällä, erilaisilla teemapäivillä ja vierailuilla sekä kerho- ja leiritöiden avulla. Lisäksi pyritään lisäämään oppiainerajojen ylittävää opetusta, jonka avulla oppilas näkee oppimansa asian tarpeellisuuden. (Aksela ja Saarikko 2008, s.6-9)

Valtakunnallinen LUMA-keskus toimii tiiviissä yhteistyössä opettajankoulutuksen kanssa. Tavoitteena yhteistyöllä on opettajaopiskelijoiden mielekäs oppiminen sekä heidän sitouttamisensa opettajaopintoihin. Lisäksi tavoitteena on saada estettyä opettajankoulutuksen loppuessa helposti tapahtuva yliopiston ja opettajien suhteen katkeaminen, joka vaikeuttaa uuden tiedon levittämistä, täydentävään koulutukseen hakeutumista sekä yliopiston ja koulujen vuorovaikutusta opetuksen kehittämisessä. Matemaattis-luonnontieteellisten aineenopettajakoulutuksen ja luokanopettajakoulutuksen opiskelijoiden kehitystoimintaan osallistuminen on joko integroitu tutkinto-opiskeluun tai opiskelijat hankkivat sen avulla arvokasta työkokemusta. Matematiikan osalta opiskelijat ovat osallistuneet toimintaan muun muassa ohjaamalla matematiikkakerhoja ja -leirejä. Opettajaopiskelijat ovat osallistuneet tiiviisti myös LUMA-keskuksen omien verkkolehtien toteutukseen. Lisäksi esimerkiksi resurssikeskusten yhteishenkilöinä toimii pääosin opiskelijoita. Kokemusten mukaan LUMA-keskuksen toimintaan osallistuminen on innostanut opettajaopiskelijoita alansa opiskeluun sekä sitouttanut heitä opettajaopintoihin. (Aksela ja Saarikko 2008, s.10-11)

Kansallisen yhteistyön tukemiseksi perustettiin tammikuussa 2010 kansallinen LUMA-neuvottelukunta, johon kuului jäseniä kaikista olemassa olevista ja suunnitteilla olevista LUMA-keskuksista, opetushallinnosta, elinkeinoelämästä, Matemaattisten aineiden opettajien ammattiliitosta (MAOL ry), Biologian ja maantiedon opettajien ammattiliitosta (BMOL) ry sekä Heurekasta ja Luokanopettajaliitosta. Neuvottelukunnan tehtäviin kuuluu valtakunnallisen strategian laatiminen toiminnan pohjaksi ja toiminnan painopistealueiden määrittäminen. Lisäksi neuvottelukunta sopii yhteistyöhankkeista ja niiden rahoituksesta, tutkimuksista, kansallisista ja kansainvälisistä yhteistyöhankkeista sekä vaihtaa tietoa hyvistä toimintamalleista ja käytännöistä. (Aksela 2010)

5.2 Alueelliset LUMA-keskukset

Valtakunnallisen LUMA-keskuksen lisäksi LUMA-toiminnasta Suomessa vastaavat alueelliset LUMA-keskukset, jotka toimivat yliopistojen yhteydessä. Alueelliset LUMA-keskukset toimivat yhteistyössä valtakunnallisen LUMA-keskuksen kanssa pyrkien kehittämään oman alueensa LUMA-aineiden kiinnostavuutta, osaamista ja harrastuneisuutta. Ensimmäinen alueellinen LUMA-keskus perustettiin vuonna 2006 Ouluun Oulun kaupungin sekä Oulun yliopiston teknillisen ja luonnontieteellisen tiedekunnan yhteistyönä. OuLUMA-keskuksen toimintaa koordinoi Oulun yliopisto ja toiminnan rahoittajina ovat Euroopan sosiaalirahasto (ESR), Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Oulun kaupunki, Oulun seudun ammattikorkeakoulu ja Kuusamon kaupunki. (Tyni 2010)

Oulun LUMA-keskus OuLUMA pyrkii kehittämään matematiikan ja luonnontieteiden opetusta ja opiskelua vahvistamalla Oulun seudun koulujen ja yliopiston välistä yhteistyötä. OuLUMA:n keskeinen työkalu on OuLUMA-portaali, jonka kautta pyritään jakamaan ja levittämään oppilaille ja opettajille uutta tietoa luonnontieteiden ja matematiikan opetuksesta ja osaamisesta. Lisäksi portaalin kautta jaetaan kehitettyjä oppimateriaaleja ja vinkkejä, sekä levitetään tietoa kouluilla järjestetyistä hyväksi havaituista projekteista. OuLUMA-portaaliin kootaan osatoteuttajien kanssa yhteistyössä myös tietoa LUMA-aineiden tarpeellisuudesta opiskelussa ja työelämässä. Materiaalien lisäksi OuLUMA järjestää opettajille ja opinto-ohjaajille materiaalien käytöstä ja niiden teemoista sekä kertaluonteisia info- ja seminaaritilaisuuksia että pidempiä kurssikokonaisuuksia. Lisäksi Oulussa järjestetään erillisellä rahoituksella lapsille ja nuorille suunnattuja matematiikkaan ja luonnontieteisiin motivoivia kerhoja sekä leirejä. Oulun LUMA-toimintaan kuuluvat myös muun muassa lukiolaisille järjestetyt kesäkurssit. (OuLUMA portaali 2010) Leiri-, kurssi- ja kerhotoiminnasta kerrotaan tarkemmin LUMA-toimintaa käsittelevässä luvussa 6.1.

Vuonna 2009 myös Itä-Suomen yliopiston yhteyteen avattiin alueellinen LUMA-keskus. Itä-Suomen LUMA-keskuksen toimesta on aloitettu lahjakkaiden oppilaiden LUMA-aineiden osaamista ja kiinnostusta tukeva MasterClass-hanke, jonka rahoittajana toimii Teknologiateollisuuden 100-vuotissäätiö. Lisäksi Itä-Suomessa on järjestetty SciFest-tiedepäivät sekä aloitettu matematiikan kerhotoimintaa. Itä-Suomen ja Oulun LUMA-keskusten lisäksi LUMA-keskuksen kanssa yhteistyössä toimii ruotsinkielinen Åbo Akademin alainen Resurscenter för matematik, naturvetenskap och teknik i skolan sekä Teknillinen korkeakoulu (nykyinen Aalto-yliopisto), jonka merkittävimpana toimena on ollut interaktiivisen matematiikka-portaalin kehittäminen ja ylläpito. Nykyisten LUMA-keskusten rinnalle ollaan perustamassa alueelliset LUMA-keskukset Jyväskylän yliopiston yhteyteen Jyväskylään, Turun yliopiston koordinoimana Turkuun sekä Tampereen teknillisen yliopiston sekä Tampereen yliopiston yhteistyönä Tampereelle. (Aksela 2010) Tarkemmin LUMA-keskusten yksittäisistä hankkeista ja toiminnasta on kerrottu luvussa 6.1.

5.3 Resurssikeskukset

5.3.1 Yleistä resurssikeskuksista

Helsingin yliopiston LUMA-aineiden ainelaitosten yhteyteen on perustettu valtakunnallisen LUMA-keskuksen alaisia resurssikeskuksia, joiden tarkoituksena on toimia oman aineensa opetuksen ja oppimisen tukena niin alueellisesti kuin valtakunnallistikin alueellisten LUMA-keskusten apuna. Maantiedon opetusta tukee resurssi-

keskus Geopiste, biologian alueella toimii Biopop, kemian alueella Kemma, fysiikan opetuksen parissa Kondensaattori ja matematiikan parissa matematiikan resurssikeskus Summamutikka. Lisäksi vuonna 2008 Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitokselle perustettiin pedagogiikan resurssikeskus LumO, jonka työalueena on varhaiskasvatuksen ja perusopetuksen LUMA-aineiden opetuksen tukeminen. (Aksela ja Saarikko 2008, s.5)

Koska tässä raportissa keskitytään matematiikan opetuksen ja oppimisen kehitykseen, tarkastellaan tässä työssä resurssikeskuksista tarkemmin ainoastaan matematiikan resurssikeskus Summamutikan sekä pedagogiikan resurssikeskus LumOn toimintaa.

5.3.2 Matematiikan resurssikeskus Summamutikka

Summamutikka-keskus on valtakunnallisen LUMA-keskuksen alainen matematiikan opetuksen resurssikeskus, jonka tarkoituksena on kehittää ja antaa ideoita toiminnallisen matematiikan opetuksen järjestämiseen. Vuonna 2005 perustettu Summamutikka-keskus toimii Helsingin yliopiston matematiikan ja tilastotieteen laitoksella ja sen toimintaa tukevat muun muassa Teknologiateollisuuden 100-vuotissäätiö sekä Suomen kulttuurisäätiö. (Aksela ja Saarikko 2008, s.40-43)

Summamutikka-keskus tukee ja edistää matematiikan opetusta ja oppimista sekä lasten ja nuorten matemaattista harrastuneisuutta muun muassa peruskoululaisille tarjottavien matematiikkakerhojen ja -leirien sekä erilaisten toiminnallista matematiikkaa painottavien tapahtumien avulla. Opettajan työn tukemiseksi Summamutikka-keskuksessa tarjotaan luokan- ja aineenopettajille suunnattua koulutusta ja työpajoja. Summamutikka-keskuksessa sijaitsee myös pieni kirjasto, josta kaikki opettajat ja opettajiksi opiskelevat voivat lainata kirjallisuutta ja etsiä ideoita matematiikan opetuksen toteutukseen. (Aksela ja Saarikko 2008, s.40-41) Lisäksi vuonna 2009 aloitettiin lukiolaisille suunnattu klubitoiminta, jossa matematiikasta tai tilastotieteestä kiinnostuneilla lukiolaisilla on tilaisuus tavata toisiaan sekä tutustua johonkin kiinnostavaan tutkimusalaan paikalle kutsutun erikoisvieraan opastuksella. (Aksela et al. 2009a)

Summamutikka-keskuksen toiminnassa yliopiston matematiikan opiskelijoilla on tärkeä rooli. Opiskelijat osallistuvat muun muassa matematiikkakerhojen toimintaan ohjaamalla ja suunnittelemalla kerhoja. Osa Summamutikka-keskuksen toimintaan osallistumisesta on integroitu matematiikan opettajiksi opiskelevien opiskelijoiden tutkinto-opetukseen, jolloin keskuksessa toimimisesta saa opintopisteitä. Osa toiminnasta taas on vapaaehtoista ja tehdään opiskelun ohella, jolloin toiminta on ar-

vokasta kokemusta tulevaa opettajantyötä silmällä pitäen. (Aksela ja Saarikko 2008, s.10-11)

5.3.3 Pedagogiikan resurssikeskus LumO

Helsingin yliopiston soveltavan kasvatustieteen laitoksen luonnontieteellisten ja matemaattisten aineiden oppimisen, opiskelun ja opettamisen keskus, LumO, on vuonna 2008 perustettu valtakunnallisen LUMA-keskuksen alaisuudessa toimiva pedagogiikan resurssikeskus, jonka henkilökunta koostuu pääosin soveltavan kasvatustieteen laitoksen LUMA-aineiden pää- ja sivutoimisesta opetus- ja tutkimushenkilökunnasta. LumO-keskuksen toiminta on kohdistunut 1-6-luokkien perusopetuksen LUMA-aineiden opetukseen sekä näiden aineiden esi- ja alkuopetukseen ja erityispedagogiikkaan. Lisäksi pyritään myös kehittämään ylempien oppiasteiden oppimista, opetusta sekä opettajankoulutusta LUMA-aineiden osalta. LumO-keskuksen toiminnassa erityistä kiinnostusta on kohdistettu LUMA-aineiden opetuksen arviointia ja opetuksen työtapoja kohtaan, joiden kehittämiseksi tuotetaan erityisiä verkkomateriaaleja. (Aksela ja Saarikko 2008, s.34-35)

LumO-keskus toimii aktiivisesti yhteistyössä LUMA-aineiden opettajien ja opettajankouluttajien kanssa. Toiminnan tavoitteita ovat muun muassa oppimateriaalien, verkko-oppimisympäristöjen kehittäminen yleissivistävää koulua ja opettajankoulutusta varten, opettajien perus- ja täydennyskoulutus sekä eri kouluasteiden että eri koulutusta tarjoavien toimijoiden (TAT, MAOL, Heureka, kunnat, jne.) välisten yhteistyömahdollisuuksien luominen ja niiden ylläpitäminen. Viimeaikaisen tutkimustiedon levittämisen mahdollistamiseksi LumO-keskus on kirjannut tavoitteekseen erilaisten koulutustilaisuuksien ja tapahtumien järjestämisen eri kouluasteiden opettajille. Lisäksi LumO-keskus pyrkii lisäämään eri oppiasteiden välistä yhteistyöverkostoa ja aktivoimaan erityisesti Lahden seudun opettajia ja oppilaita matematiikan ja luonnontieteiden oppimisen ja opetuksen kehittämiseen. (Aksela ja Saarikko, s.35-36)

Materiaalien osalta tavoitteena on luoda 5-6-luokkalaisille opetukseen ja opettajankoulutukseen suunnattu käyttäjäystävällinen verkko-oppimisympäristö, jonka sisältö olisi ajanmukaista, vapaasti käytettävissä ja perustuisi opetuksen tutkimustulosten mukaisiin menetelmiin. Lisäksi tarkoituksena olisi valmistaa opettajankoulutusta varten didaktisesti suuntautuneiden opetusvideoiden videokirjasto, jossa havainnollistettaisiin eri LUMA-aineiden eri asteiden opetuksen pedagogisia ratkaisuja käytännön esimerkkien avulla. (Aksela ja Saarikko 2008, s.35)

5.4 Tiedotus ja verkkolehdet

LUMA-keskus tiedottaa valtakunnallisesti luonnontieteiden, matematiikan, tietotekniikan ja teknologian oppimiseen, opiskeluun ja opettamiseen liittyvistä asioista verkkosivujen, tiedotuslistojen, LUMA-uutiset-verkkolehden ja LUMA-klubi-Facebook-ryhmän avulla. Lisäksi resurssikeskukset tiedottavat toiminnastaan omilla verkkosivuillaan. (Valtakunnallinen LUMA-keskus 2010)

LUMA-uutiset verkkolehti ilmestyy kerran kuukaudessa. LUMA-uutiset on luonnontieteiden, matematiikan, tietotekniikan ja teknologian oppimisen, opiskelun ja opetuksen verkkolehti, jonka tavoitteena on tukea monipuolisesti matematiikan, luonnontieteiden, tietotekniikan ja teknologian mielekästä oppimista ja opetusta varhaiskasvatuksesta yliopistoon asti sekä kannustaa näiden aineiden opetuksen kehittämiseen ja opiskeluun. LUMA-uutisissa tiedotetaan muun muassa LUMA-keskusten toiminnasta, LUMA-aineiden opetukseen ja oppimiseen liittyvistä tutkimuksista ja mielenkiintoisista ilmiöistä sekä esitellään vinkkejä ja materiaaleja opetuksen tueksi. Aineisto syntyy lukijakunnan ja yhteistyötahojen antamista vinkeistä ja tarjoamista materiaaleista. Verkkolehti on suunnattu luonnontieteiden, matematiikan, tietotekniikan ja teknologian oppimisen ja opetuksen parissa työskenteleville ja opiskeleville, mutta myös kaikille aiheesta kiinnostuneille. (Valtakunnallinen LUMA-keskus 2010)

LUMA-uutisten verkkojulkaisun lisäksi LUMA-keskus lähettää LUMA-uutiset elokuusta toukokuuhun kuukauden alussa tiedotuslistojen jäsenille. Lisäksi tiedotuslistojen kautta lähetetään satunnaisia tiedotteita LUMA-toimintaan liittyen. LUMA-keskus tiedottaa seuraavien tiedotuslistojen kautta: DFCL-projekti, Helsingin aineenopettajiksi opiskelevat ry, Kemian opetuksen keskus Kemma, Matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen tutkimusseura ry, Opetushallituksen Lumapilot-hanke sekä Valtakunnallinen LUMA-keskus. (Valtakunnallinen LUMA-keskus 2010)

LUMA-uutisten lisäksi LUMA-keskus toimii internetin yhteisöpalvelu Facebookissa, jossa ihmiset voivat keskustella ja jakaa tietoa itseään kiinnostavista asioista. Facebookissa toimivan LUMA-klubin tarkoituksena on toimia matematiikan, luonnontieteiden, tietotekniikan ja teknologian sekä niiden opetuksesta kiinnostuneiden ihmisten kohtaamispaikkana, jossa voisi keskustella, väitellä tai kertoa mielenkiintoisista tapahtumista ja ilmiöistä sekä lähettää vinkkejä hyvistä opetusmateriaaleista tai muista opetukseen liittyvistä asioista. (Valtakunnallinen LUMA-keskus 2010)

Yleisen tiedottamisen lisäksi LUMA-keskus julkaisee useita nuorille ja lapsille suunnattuja verkkolehtiä, joiden tarkoitus on herättää kiinnostusta LUMA-aineita ja niiden opiskelua kohtaan. Niitä ovat nuorille suunnatut suomenkielinen verkkolehti Luova ja englanninkielinen MyScience, erityisesti lapsille suunnattu tiedelehti Jippo

sekä ruotsinkielinen Kreativ. (Valtakunnallinen LUMA-keskus 2010) Verkkolehdistä on kerrottu tarkemmin LUMA-toimintaa kuvaavassa luvussa 6.1.

6. MATEMATIIKAN OPETUKSEN KEHITTÄMISHANKKEET

6.1 LUMA-keskusten koordinoima toiminta ja hankkeet

6.1.1 Matematiikkakerhot ja matematiikkaleirit

Oulun yliopiston matemaattisten tieteiden laitos aloitti lehtori Alli Huovisen aloitteesta keväällä 2002 matematiikkakerhotoiminnan peruskoulun ala-asteikäisille oppilaille. Tavoitteena oli saada oppilaat innostumaan matematiikasta herättämällä kiinnostusta matematiikkaa kohtaan erilaisten pelien, leikkien ja askartelujen avulla. Toiminnan kautta pyrittiin juurruttamaan matemaattista ajattelua oppilaille jo alaluokilla ja osoittaa sen tarpeellisuus jokapäiväisessä elämässä. Erityisesti tyttöjen kiinnostumista matematiikkaa kohtaan pyrittiin lisäämään. Toisena tavoitteena oli saada kerho-ohjaajien, jotka olivat suurilta osin matematiikan opiskelijoita, ainehallintaa syvennettyä kerhojen suunnittelun avulla sekä vaikuttaa mahdollisesti tulevien aineenopettajien opetusmenetelmien hallintaan kehittämällä heidän kykyjään kurssikokonaisuuksien suunnittelussa ja toteutuksessa. (Huovinen ja Väänänen 2004)

Kerhotoiminnan suunnittelusta ja toteutuksesta vastasi lehtori Alli Huovinen yhdessä matemaattisten tieteiden opiskelijoiden kanssa. Projektin rahoitukseen ensimmäisinä vuosina osallistuivat WomenIT-projekti sekä Oulun kaupunki. Ensimmäisenä syksynä mukana oli 8 koulua ja ohjaajina toimi 14 matematiikan opiskelijaa. Määrä kasvoi kuitenkin keväällä jo neljällä koululla ja kahdeksalla ohjaajalla. Kerho-ohjaajat, joista suurin osa oli aineenopettajiksi opiskelevia matemaattisten tieteiden opiskelijoita, osallistuivat tuntisuunnitelmien tekoon. Koska valmista opetussuunnitelmaa tai oppikirjaa ei ollut, joutuivat opiskelijat itse miettimään aihekokonaisuuksia ja opetusmenetelmiä. (Huovinen ja Väänänen 2004)

Matematiikkakerhot onnistuivat yli odotusten. Kerholaisten määrä kaksinkertaistui ensimmäisen lukuvuoden jälkeen. Riemastuttavaa oli etenkin tyttöjen määrän kasvu, joita oli keväällä jo enemmän kuin poikia. Ohjaajat, vanhemmat ja lapset

kertoivat kaikki kiinnostuksen matematiikkaa kohtaa kasvaneen. Myös opiskelumotiivaatio oli opettajien mukaan kouluissa kasvanut matematiikan käytännönläheisten esimerkkien ansiosta. (Huovinen ja Väänänen 2004)

Matematiikkakerhoja jatkettiin myös WomenIT-hankkeen päätyttyä. Vuonna 2009 kerhotoimintaa järjestettiin Mannerheimin lastensuojeluliiton, Oulun yliopiston ja kerhokoulujen yhteistyönä. Suunnittelu, organisointi ja toteutusvastuu ovat kuitenkin olleet tähän päivään asti Oulun yliopiston matemaattisten tieteiden laitoksella. Oulun matematiikkakerhotoimintaa on levitetty videoneuvotteluna myös Vaalan, Sodankylän ja Utsjoen kouluihin. (OuLUMA-portaali 2010)

Oulun matematiikkakerhojen menestyksen myötä matematiikkakerhotoiminta on levinnyt myös muihin kaupunkeihin. Helsingissä Oulun matematiikkakerhoa vastaava toiminta aloitettiin vuonna 2005 valtakunnallisen LUMA-keskuksen alaisen matematiikan Summamutikka-resurssikeskuksen toimesta. Helsingin Summamutikka-matematiikkakerhojen toiminnassa vuonna 2009 oli mukana jo 34 koulua ja yli 500 oppilasta. (Matematiikan Summamutikka-keskus 2010) Kuten Oulussa myös Helsingissä toiminnan koordinoitiovastuu on ollut yliopistoilla ja ohjaajina ovat toimineet matematiikan opiskelijat, joita on palkittu työstään joko opintopisteitä tai rahallisesti. Vuoteen 2009 mennessä matematiikkakerhojen toiminta on kohdistettu suurelta osin ala-asteen oppilaisiin, mutta tarkoituksena on ollut levittää toimintaa myös yläasteikäisten keskuuteen. (Aksela ja Saarikko 2008, s.40-43)

Matematiikkakerhojen menestyksen myötä Oulussa aloitettiin Oulun yliopiston toimesta kesällä 2003 Matikkaraketti-leirit neljässä koulussa. Leirit olivat pääasiassa viikon kestäviä päiväleirejä ja pohjautuivat matematiikkakerhojen tapaiseen toimintaan. Leirit olivat suurmenestys ja vuonna 2004 leirejä järjestettiin jo monta kymmentä. (OuLUMA-portaali 2010) Oulun esimerkin mukaan leiritoimintaa on järjestetty myös Helsingissä yliopiston tiloissa, joissa leirien järjestämisestä vastaa resurssikeskus Summamutikka. (Aksela ja Saarikko 2008, s.40-43)

Ala-asteelle suunnattujen leirien lisäksi Helsingin Summamutikka-keskus on järjestänyt myös leirejä yläasteen ja lukion oppilaille. Teemana leireillä on ollut muun muassa matematiikkaan perustuvat salakirjoitukset ja pelit, joiden avulla on pyritty lisäämään innostusta matematiikan opiskelua kohtaan. Lisäksi lukiolaisille on järjestetty eri puolilla Suomea erilaisia leirejä, joissa on pyritty kertaamaan, syventämään tai soveltamaan matematiikan aihealueita. (Aksela ja Saarikko 2008, s.40-43)

6.1.2 LUMA-klubi

LUMA-klubit ovat LUMA-keskuksen pääasiassa lukiolaisille suunnattua toimintaa, jonka tarkoituksena on tukea nuorten kiinnostusta luonnontieteisiin, matematiikkaan ja teknologiaan. Kerran kuukaudessa järjestetyt klubit tarjoavat nuorille mahdollisuuden tutustua oman alansa ajankohtaiseen luonnontieteelliseen tutkimukseen tunnettujen tiedemiesten ja -naisten johdolla nuoria koskettavasta aiheesta sekä verkostoitua toisten samasta alasta kiinnostuneiden kanssa. Klubitoiminta on nuorille ja heidän opettajilleen maksutonta. Klubien järjestämisestä vastaavat LUMA-keskuksen alaiset eri aineiden resurssikeskukset. Matematiikan Summamutikka-resurssikeskuksen järjestämän matematiikan klubitoiminnan lisäksi vuonna 2010 järjestettiin biologian BioPop-klubi, kemian Gadolin-klubi, maantieteen GeoPiste-klubi, fysiikan Kondensaattori-klubi sekä tietojenkäsittelytieteen TT-klubi. (Aksela et al. 2009a)

Klubitoiminta on nuorille ja heidän opettajilleen ilmaista. Oppilaiden rohkaisemiseksi klubitoimintaan Helsingin yliopiston matemaattisten aineiden laitokset antavat aktiivisuudesta myös opintopisteen, mikäli nuori osallistuu kouluvuosien aikana kuusi kertaa kyseisen klubin tilaisuuteen ja kirjoittaa siitä lyhyen 1-2 sivun raportin. Lisäksi aktiivisesta osallistumisesta klubitoimintaan saa LUMA-diplomin, josta voi olla hyötyä kesätyöpaikan haussa. Tarkoituksena olisi myös, että koulut ottaisivat klubitoiminnan osaksi opetustaan tarjoamalla klubitoimintaan osallistumisesta esimerkiksi osasuorituksen tai soveltavan kurssin merkinnän. (Aksela et al. 2009a)

Matematiikan Summamutikka-keskus käynnisti vuonna 2009 matematiikan klubitoiminnan. Vaikka matematiikan klubitoiminta on suunnattu pääosin lukiolaisille ja heidän matematiikan opettajilleen, toiminta on avointa myös kiinnostuneille peruskoulun yläasteen oppilaille. Lukuvuoden aikana kerran kuukaudessa Helsingin yliopiston Kumpulan kampuksella järjestettävissä klubi-illoissa tutustutaan johonkin ajankohtaiseen ja kiinnostavaan tutkimusalaan paikalle kutsutun erikoisvieraan opastuksella. Lisäksi klubi-illassa matematiikasta ja tilastotieteestä kiinnostuneet lukiolaiset voivat tavata toisiaan ja keskustella itseään askarruttavista asioista. Klubi-iltaa isännöivät matematiikan ja tilastotieteen opiskelijat. Klubi-illassa on myös tarjontaa, jonka aikana on mahdollista kysyä ja jutella vieraan tutkimusalasta ja esitelmästä aiheesta tarkemmin sekä tutustua muihin klubilaisiin. Osa klubi-illoista lähetetään myös internetin kautta verkkoesityksenä, mikä mahdollistaa klubi-iltojen seuraamisen myös pääkaupunkiseudun ulkopuolella asuville nuorille. (Aksela et al. 2009a)

Aihepiirit matematiikan klubitoiminnassa on pyritty valitsemaan niin, että ne voi-

daan ymmärtää lukion oppimäärän pohjalta aihealuetta syventämällä (Aksela et al 2009). Vuonna 2010 aiheina on muun muassa ollut influenssan mallintaminen, satunnainen geometriaa ja äärettömyys. Liitteessä 2 on lista kevääseen 2010 mennessä esitellyistä aiheista (Matematiikan Summamutikka-keskus 2010).

6.1.3 Verkkolehdet

Lasten Jippo-tiedelehti

Lasten luonnontieteellinen verkkolehti Jippo on toiminut vuodesta 2008. Jippo on suunnattu 7-12-vuotiaille lapsille, ja sen tavoitteena on herättää lasten kiinnostusta ja uteliaisuutta matemaattis-luonnontieteellisiä tieteitä kohtaan sekä tarjota ohjeita erilaisiin aktiviteetteihin, joita lapset voivat suorittaa kotona tai kerhoissa vanhempien tai ohjaajien avustuksella. Jippo tarjoaa luonnontieteistä ja matematiikasta innostuneille lapsille mahdollisuuden kyseisten aineiden harrastukseen myös vapaa-ajalla. Jipon toimintaideaan kuuluu myös, että lapset voivat osallistua toimintaan raporttoimalla omista tutkimuksistaan ja lähettämällä kirjoituksiaan julkaistavaksi. Lisäksi Jipossa lasten on mahdollista kysyä asiantuntijoilta aiheeseen liittyviä kysymyksiä. (Aksela ja Saarikko 2009, s.7-8)

Jippo-lehden eri osioita ovat Tutkimustupa, jossa on yksityiskohtaisesti ohjattuja luonnontieteiden ilmiöitä käsitteleviä tutkimustehtäviä, joita lapsi voi toistaa kotona ohjaajan avustuksella; Jipon pähkinät, joissa on erilaista ongelmanratkaisua ja päättelyä vaativia pulmatehtäviä; Jipon Sanomat, jossa tiedotetaan Jippo-lehteen liittyvistä tapahtumista ja muista luonnontieteisiin liittyvistä ilmiöistä; Kysy Jipolta -osio, jossa lapset voivat kysyä mieltään askarruttavia kysymyksiä. Lisäksi Jippo-lehdessä on osiot Tiesitkö? ja Arjen tutut keksinnöt. (Jippo - Lasten luonnontiede-verkkolehti 2011)

Nuorille suunnatut verkkolehdet

Verkkolehti Luova on nuorille suunnattu luonnontiedeverkkolehti, jonka tavoitteena on tutustuttaa nuoria ilon ja onnistumisten kautta tieteeseen, tutkimukseen ja innovaatioihin. Luova pyrkii tukemaan luonnontieteiden, matematiikan ja teknologian kiinnostusta ja tarjoamaan uusia näkökulmia. Luova pyrkii lisäämään nuorten omaa aktiivisuutta olemalla ensisijaisesti tutkijoiden, opettajien ja nuorten kohtauspaikka, jossa nuorilla on mahdollisuus vuorovaikuttaa ja välittää innostusta eteenpäin. (Aksela ja Saarikko 2008, s.7-8)

Luova-verkkolehti koostuu blogikirjoituksista, joissa keväällä 2010 seurattiin muun muassa viiden matematiikan ja luonnontieteen opiskelijan ensimmäistä vuotta yliopistossa. Toisessa blogissa seurataan tutkimuksen eturintaman tapahtumia. Blogien lisäksi Luovassa julkaistaan teema-artikkeleita aiheista otsikoilla Elämä & eliöt, Meillä & muualla, Tähdet & avaruus, Tiedettä & turismia ja Tutkimus & tutkijat, Tekniikka & keksinnöt sekä Terveys & hyvinvointi. Tämän lisäksi tarjotaan nuorille aktiviteetteja kuten Luovan pulmatehtäviä ja Kokeile kotona-osio, jossa esitellään kotona kokeiltavia luonnontieteellisiä ilmiöitä hyväkseen käytettäviä kokeita ja piloja. Luovassa voi myös kysellä tutkijoilta, vastata gallupeihin, tutkia viikon kuvia ja tutustua kerättyihin verkkolinkkeihin. Verkkolehti Luovalla on omat sivut Facebook- ja Twitter - verkkoyhteisöissä. LUMA-keskus pitää yllä myös Luovaa vastaavaa ruotsinkielistä verkkolehteä Kreativ, joka on ruotsinkielinen nuorille suunnattu verkkolehti. Kreativ sisältää suurimmaksi osaksi samat uutiset kuin vastaava suomenkielinen Luova, mutta poikkeaa hieman muulta sisällöltään, esimerkiksi blogikirjoituksiltaan, Luovan artikkeleista. (Luova 2010)

MyScience on englanninkielinen verkkolehti tieteestä, matematiikasta ja teknologias- ta kiinnostuneille nuorille. Verkkolehti Luovan tavoin MyScience julkaisee teema- artikkeleita aiheista Math & Science, Digital Communication ja Earth, Water and Energy. Luova- ja MyScience-sivustoilla on myös yhteisiä osioita kuten yllä Luovan esittelyssä jo esitelty Kokeile kotona -osio. Lisäksi MyScience -sivustolla voi lukea blogikirjoituksia nuoria koskettavasta tekniikasta ja tutkimuksista, sekä osallistua itse kirjoittamalla blogia tai jakamalla videoita, kuvia tai animaatioita. Sivustolla voi myös osallistua LUMA-aineisiin liittyviin kilpailuihin. MyScience toimii myös Facebook-verkkoyhteisössä. (MyScience-lehden 2010)

6.1.4 Master Class -hanke

Itä-Suomen LUMA-keskus aloitti vuonna 2009 Master Class-hankkeen, jonka tavoitteena on tarjota alueen lahjakkaille lukiolaisille laadukasta valmennusta matemaattisissa oppiaineissa, joita ovat matematiikka, kemia, fysiikka ja tietojenkäsittelytiede. Tavoitteena valmennuksessa on mahdollistaa lahjakkaille lukiolaisille mahdollisuus syvällisempään perehtymiseen opetettavissa aineissa Itä-Suomen yliopiston opettajien, tutkijoiden, opiskelijoiden ja professorien ohjaamana sekä tutustuttaa lukiolaisia samalla yliopiston tutkimusryhmien toimintaan. Lisäksi tarkoituksena oli samalla kehittää Itä-Suomen yliopiston omaa korkeakouluopetusta yhdistämällä hankkeeseen matemaattisten aineiden aineopettaja- ja jatko-opiskelijoiden koulutuksen kouluttaen heistä samalla tulevia lukiolaisten kouluttajia. (Matematiikan mestariluokka 2009)

Master Class - hankkeen jokainen aine muodostaa oman ryhmänsä, joka kokoontuu Joensuun yliopistokampuksella viikonloppuisin kuukauden välein, mikä mahdollistaa myös kauempaa tulevien opiskelijoiden osallistumisen aineen opetukseen. Opetus on avointa kaikille kiinnostuneille ja lisäksi maksutonta lukuunottamatta mahdollisia matkustus- ja majoituskuluja. Hankkeen rahoittajana toimi vuonna 2009-2010 Teknologiateollisuuden 100-vuotissäätiö. (Matematiikan mestariluokka 2009)

Matematiikan mestariluokan tarkoituksena on täydentää lukiomatematiikkaa tieteellisempään suuntaan. Mestariluokkatoiminta ei siis pyri toimimaan matematiikkakerhona eikä esimerkiksi tähtää ylioppilaskirjoituksissa menestymiseen. Opetuksessa pyritään kehittämään opiskelijoiden päättely- ja perustelutaitoja sekä perehdytään erilaisiin todistusmenetelmiin ja tutustutaan näin matemaattisen tiedon rakenteeseen. Lisäksi pyrkimyksenä on, että mestariluokan oppilaat saisivat käsityksen siitä, miten tietotekniikkaa voidaan käyttää apuna matematiikassa. (Matematiikan mestariluokka 2009)

Matematiikan mestariluokan kokoontumiset koostuvat opettajajohtoisesta teoriaosuudesta, ohjatusta laskuharjoittelusta sekä tietokoneharjoituksista. Mestariluokan kurssin suorittamiseen kuuluu lähiopetukseen osallistumisen lisäksi kotitehtävien palauttaminen ja kurssikoe. Hyväksytystä suorittamisesta annetaan todistus, jolla on mahdollisuus saada jopa 25 opintopisteen arvosta korvaavuuksia yliopistopinnoissa. (Matematiikan mestariluokka 2009)

Syksyllä 2009 mestariluokan kurssilla opiskeltiin kokonaislukujen jaollisuutta ja alkulukuja. Keväällä 2010 ohjelmassa oli logiikkaa, joukko-oppia sekä relaatioita ja funktioita. Eri aiheiden opiskelussa keskitytään erityisesti perusteluihin ja todistuksiin, sekä kiinnitetään huomiota matemaattisen tiedon rakenteeseen ja matemaattiseen kieleen. Seuraavan vuoden kurssille osallistuminen ei vaadi aikaisemman vuoden läsnäoloa, mikä mahdollistaa oppilaiden rekrytoinnin kesken hankkeen. Lukuvuonna 2009-2010 opiskeluohjelma pyrki noudattamaan Itä-Suomen yliopiston matematiikan johdantokurssin raameja. Lukuvuoden 2009-2010 mestariluokan suorittaminen korvaakin Itä-Suomen yliopiston matematiikan johdantokurssin. (Pesonen 2010a).

Vuonna 2009 matematiikan mestariluokkatoiminnassa aloitti kymmenen lukiolaista. Keväällä 2010 toimintaa jatkoi 6 oppilasta, joista lukuvuoden loppuessa toiminnassa oli enää 3. Mestariluokan toiminnassa ongelmia ovat aiheuttaneet erityisesti suuret välimatkat viikonlopputoteutuksesta huolimatta sekä kurssin suorittamisen työmäärä lukion opiskelun ohella. Osa opiskelijoista pitikin mestariluokkaa lukion ohella liian raskaana ja jättäytyi pois kesken lukuvuoden. Ongelmia aiheuttivat myös kurssilaisien erilaiset tavoitteet. Osa kurssilaisista oli kiinnostunut matematiikan johdan-

tokurssin kurssisuorituksesta, kun taas osa oppilaista olisi toivonut kiinnostavampia ja käytännöllisempiä aihepiirejä. Syksyksi 2010 toimintaan pyrittiin rekrytoimaan uusia oppilaita. Toisaalta toimintaa pyritään kehittämään edelleen niin, että se herättäisi enemmän kiinnostusta oppilaiden keskuudessa alkuperäisiä tavoitteita kuitenkin unohtamatta. (Pesonen 2010b)

6.1.5 Millenium Youth Camp

Keväällä 2010 Suomessa järjestettiin ensimmäisen kerran kansainvälinen tiedeleiri Millenium Youth Camp (MY Camp). MY Camp on suunnattu lahjakkaille teknologiasta, luonnontieteistä ja matematiikasta kiinnostuneille 16-19-vuotiaille nuorille eri puolilta maailmaa. MY Camp -tiedeleirin tavoitteena on lisätä lahjakkaiden nuorten kiinnostusta luonnontieteisiin ja teknologiaan, kertoa opiskelu- ja työllistymismahdollisuuksista Suomessa sekä helpottaa nuorten verkostoitumista toistensa, mutta myös oman alansa huippuasiantuntijoiden kanssa. Ohjelman peruspilarit ovat tiede, teknologia ja luonto. Leirin pääteemoina vuonna 2010 olivat ympäristötiede ja -teknologia (ilmastonmuutos, uusiutuvat luonnonvarat, uusiutuva energia ja vesi), tieto- ja viestintätekniikka ja digitalisoituminen sekä sovellettu matematiikka. (Aksela et al. 2009b)

Vuonna 2010 leirille valittiin lähes tuhannen 64 maasta tulleen hakemuksen joukosta 30 lahjakasta nuorta 14 maasta. Suomalaisia nuoria valittujen joukossa oli kymmenen. Tyttöjä ja poikia leirille valittiin yhtä monta. Millenium Youth Camp -tiedeleirin ohjelmaan kuului vuonna 2010 tutustumista pääkaupunkiseudun korkeakoulujen tutkimukseen ja opiskelumahdollisuuksiin sekä vierailuja useissa suomalaisissa teknologian ja tieteen alan yrityksissä. Lisäksi leiriläiset toteuttivat projektityön kansainvälisissä pienryhmissä huippuasiantuntijoiden opastuksella. Projektityön teemoina olivat sovellettu matematiikka, ilmastonmuutos, tieto- ja viestintätekniikka, vesi, uusiutuvat energianlähteet sekä uusiutuvat luonnonvarat. Projektityöt esiteltiin leirin lopuksi järjestetyssä MY Camp -gaalassa. Leiri oli valituille nuorille ilmainen sisältäen ohjelman lisäksi myös majoituksen, ruokailun ja matkat. Lisäksi leiriläiset pääsivät seuraamaan kansainvälisesti arvostetun elämänlaatua parantavan teknologian kehittäjälle joka toinen vuosi myönnettävän Millenium-palkinnon jakoa palkinnonjakogaalassa ja tapaamaan vuoden Millenium-palkitut kasvokkain gaalan jälkeisenä päivänä keskustelutilaisuudessa. (Aksela et al. 2009b)

Millenium Youth Camp -tiedeleirin järjestivät yhteistyössä Tekniikan akatemia, valtakunnallinen LUMA-keskus, Kerhokeskus sekä opetusministeriö. Pääjärjestäjien lisäksi toiminnassa olivat tiiviisti mukana myös ulkoasiainministeriö, Opetushallitus, Suomen akatemia, Helsingin yliopisto, Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu,

Teknologiатеollisuus, Kemianteollisuus, Biologian ja maantieteiden opettajien liitto, Matemaattisten aineiden opettajien liitto, Heureka sekä Tekniikan museo. Lisäksi yrityskumppaneina olivat Kemira, Nokia, PaloDEX, Group, UPM-Kymmenen ja Vaisala. (Aksela et al. 2009b)

Leirin yhteydessä toteutettiin tutkimus, jossa kartoitettiin eri maanosien lahjakkaiden nuorten ajattelua ja kysymyksiä, sekä kerättiin talteen nuorten ratkaisuaajatuksia leirin teemoja koskien. Tutkimuksessa verrataan myös tyttöjen ja poikien ajattelun mahdollisia eroja. Tutkimuksen tuloksia ei ole vielä tämän työn kirjoitushetkellä julkaistu. (Aksela et al. 2009b)

6.1.6 LUMA-viikko ja LUMA- tiede- ja teknologiapäivät

Erillisten koulutusten ja teemapäivien lisäksi LUMA-keskusten päätapahtumana järjestetään vuosittain LUMA- tiede- ja teknologiapäivät. Nämä maksuttomat kaksipäiväiset tiedepäivät tarjoavat LUMA-aineista kiinnostuneille luentojen lisäksi seminaareja, työpajoja, ekskursionia ja näyttelyitä. Tiede- ja teknologiapäivien ohjelma noudattaa LUMA-keskuksen aina vuosittain vaihtuvia pääteemoja, jotka esimerkiksi vuonna 2010 olivat energia ja ympäristö, biodiversiteetti sekä moderni teknologia opetuksessa. LUMA- tiede ja teknologiapäivien yhteydessä palkitaan myös vuoden LUMA-koulut parhaasta LUMA- ja teknologiaviikon toteutuksesta koulussa. (Aksela ja Saarikko 2008, s.8)

Valtakunnallinen LUMA- ja teknologiaviikko järjestetään Suomessa vuosittain marraskuun toisella viikolla. Ensimmäisen kerran vuonna 2004 järjestettyä LUMA- ja teknologiaviikkoa koordinoi valtakunnallinen LUMA-keskus, ja hankkeen järjestämiseen osallistuu vuosittain lukuisia yhteistyötahoja. LUMA-viikon tavoitteena on tukea LUMA-aineiden opetusta ja harrastusta. Viikon aikana pyritään herättämään kiinnostusta LUMA-aineiden ja teknologian opiskeluun ja ammatteihin erilaisten aktiviteettien, elämysten ja kokemusten kautta sekä tuomaan samalla alaa tunnetuksi. Lisäksi tarkoituksena on kannustaa eri oppiaineita, kouluasteita ja kerhoja yhteistyöhön niin toistensa kuin ympäröivän elinkeinoelämän kanssa. LUMA-viikon yksi tavoite on tuoda matemaattis-luonnontieteellistä ja teknologista alaa suuren tunnetuksi suuren yleisön keskuudessa. Tämän takia LUMA-viikolla tapahtumia pyritään järjestämään suuren yleisön keskuudessa, esimerkiksi kaupoissa, ostoskeskuksissa sekä linja-auto- ja rautatieasemilla. (Valtakunnallinen LUMA-keskus 2010)

LUMA-viikolla kouluja, päiväkotia, iltapäiväkerhoja ja muita oppilaitoksia rohkaistaan järjestämään LUMA-viikon teemaan liittyvää ohjelmaa tai oppiainekohtaista

toimintaa. Yhteistyössä koulujen kanssa toimivat erilaiset alueelliset järjestöt, yliopistot, elinkeinoelämä sekä opiskelijajärjestöt. Osallistujia kannustetaan myös tekemään käytänteistä raportteja yhdessä oppilaiden tai opiskelijoiden ja muiden yhteistyötahojen kanssa. Joka vuonna kaikista LUMA-viikon toiminnasta raportoineista kouluista yksi peruskoulun ja varhaiskasvatuksen ja yksi lukio- ja ammattikoulutuksen sarjan koulu palkitaan vuoden LUMA-koulu -tittelillä. Lisäksi jokaisessa sarjassa palkitaan muita hyviä käytänteitä erilaisilla palkinnoilla. LUMA-viikon aikana saadut parhaimmat projektit ja ideat kerätään yhteen ja ne levitetään yhteiseen käyttöön LUMA-viikon internetsivuilla, joista jokainen koulu voi hakea tarvittaessa vinkkejä oman koulunsa LUMA-aineiden opetuksen virkistämiseksi. (Valtakunnallinen LUMA-keskus 2010)

6.1.7 Lukiolaisten tukikurssit

Oulun yliopiston matemaattisten tieteiden laitos on järjestänyt 2000-luvun alkupuolelta asti lukiolaisille suunnattuja kesäkurseja, joiden tarkoituksena on kerrata edellisen vuoden asioita. Kurssit järjestetään vuosittain juuri ennen koulun alkua, jolloin kurssit toimivat hyvänä pohjana uudelle lukuvuodelle. Lisäksi pienessä opetusryhmässä on mahdollista täydentää edelliseltä vuodelta jääneitä aukkoja. Kurseilla pelataan myös matemaattisia oppimislejyjä ja ratkotaan erilaisia pulmia. (Mansikka 2010)

Ensimmäiset kesäkurssit järjestettiin Vaalassa, josta siirryttiin Ouluun. Vuonna 2009 kesäkurseja järjestettiin matemaattisten tieteiden laitoksen toimesta useilla Pohjois-Suomen paikkakunnilla kuten Kemijärvellä. Kurseja järjestetään lukioon meneville, lukiossa vuoden opiskelleille ja tuleville abeille. Kesäkurssien ohjaamisesta vastaavat aineenopettajaksi opiskelevat, jotka saavat tärkeän opetuskokemuksen lisäksi pienen korvauksen. Kesäkurssit on todettu tarpeelliseksi ja hyödylliseksi keinoksi tukea lukiolaisia pitkän matematiikan opiskelussa. Myös kurseille osallistuneet opiskelijat on koettu motivoituneiksi opiskeluun. (Mansikka 2010)

6.2 Matikkamaiden matematiikan kehittämishankkeita

Matikkamaat ovat opettajien alueellisia resurssikeskuksia, jotka tarjoavat konkreettisia ideoita, välineitä ja koulutusta matematiikan opetuksen kehittämiseksi esikoulusta lukioon ja ammattikouluun. Matikkamaiden tarkoituksena on toimia lähellä opettajien arkea, jolloin niiden avulla voidaan tukea opettajaa niin perus- kuin erityisopetuksen ongelmakohtissa. Matikkamaiden toimintaan kuuluvat myös alueellisten matematiikan kehittämishankkeiden tuki. Ensimmäinen Matikkamaa syntyi

Helsingin ja Espoon opetustoimien ensimmäisenä hankkeena vuonna 2000. (Järvinen ja muut, 2003) Vuonna 2010 Matikkamaita on näiden lisäksi Vantaalla, Turussa, Hämeenlinnassa, Tampereella, Nokiolla, Jyväskylässä, Kuopiossa, Kokkola, Lieksassa ja Oulussa. Matikkamaiden organisoinnista vastaa paikallinen opetusvirasto tai yliopisto (Suomen matikkamaat 2011).

6.2.1 Matematiikan Mestarikilta-toiminta Hämeenlinnassa

Matematiikan Mestarikilta on Hämeenlinnan normaalikoulussa syksystä 2003 toteutettu matematiikan opetuksen rikastamisohjelma, jossa pyritään huomioimaan oppilaiden yksilöllisyys matematiikan opiskelussa erityisesti matemaattisesti lahjakkaiden ja matematiikkaa harrastaneiden oppilaiden osalta. Heterogeenisessä luokkaryhmässä opettajan aika menee usein oppimisvaikeusoppilaiden ohjaamiseen, jolloin lahjakkaiden tunnistamiseen, kannustamiseen ja eriyttämiseen ei aina jää aikaa. Hämeenlinnan normaalikoulussa toteutettu Mestarikiltatoiminta pyrkii vastaamaan tähän ongelmaan järjestämällä samanaikaiseriyttämisenä eräänlaista matematiikkakerhoa, joka toimii Hämeenlinnan matematiikkakeskuksen tiloissa matematiikan oppituntien aikana. (Ilmavirta 2010, s.63-65)

Mestarikiltaistuntojen ajankohdat sovitaan yhteistyössä normaalikoulun opettajien kanssa niin, että halukkaat oppilaat pääsevät osallistumaan istuntoihin. Vaikka Mestarikiltakerho on pääsääntöisesti suunnattu lahjakkaimmille oppilaille, jokaisella oppilaalla on mahdollisuus hakea ja osallistua mukaan toimintaan. Hämeenlinnan normaalikoulun mestarikiltaryhmään hakeutuu vuosittain 40-50 oppilasta, jotka jaetaan ikäluokittain kahteen ryhmään: 3-4-luokkalaisiin sekä 5-6-luokkalaisiin. Kumpikin ryhmä kokoontui kevätlukukaudella kerran viikossa 1-2 tunnin ajan. Näin yksi ryhmä kokoontui lukukaudella kuudesta kahdeksaan kertaa. Lukuvuoden loppuksi kiltatoimintaan osallistuneet saavat Mestarikiltadiplomin. Mestarikiltatoiminta on vakiintunut osaksi Hämeenlinnan normaalikoulun arkea. Useimmat opiskelijat osallistuvat Mestarikiltatoimintaan vuosittain luokilla 3-6. Viimeisimpinä vuosina tyttöjen osallistumismäärä on kasvanut lähes poikien tasolle. (Ilmavirta 2010, s.66-67 ja s.70)

Mestarikillan tehtävät pitävät sisällään ongelmanratkaisu- ja soveltamistehtäviä, eivätkä näin noudata vuosiluokan sisältöjä. Mestarikiltatoiminnan periaatteiden mukaisesti toiminnalla ei pyritä nopeuttamaan tai antamaan tehovalmennusta lahjakkaille oppilaille. Sen sijaan opetuksessa pyritään syventämään ja laajentamaan opiskeltavia asioita. Työskentelytavat toiminnassa ovat vahvasti oppilaskeskeisiä, mutta samalla pitkäjänteisiä ja vaativia. Mestarikiltatoiminnassa opetuksessa käytetään

paljon pari- ja pienryhmätyöskentelyä. Toiminnassa tärkeänä pidetään vuorovaikutusta lasten ja ohjaajien kesken, mikä mahdollistaa tietämyksen ja ymmärryksen rakentumisen vähitellen. Tavoitteena kiltatoiminnassa on luoda oppilaille tilanne, jossa he voivat ratkaista uteliaana ongelmia, oppia ajattelemaan kriittisesti sekä ilmaista itseään suullisesti ja kirjallisesti. Kiltatoiminnassa pyritään luomaan salliva ilmapiiri, jossa erehdykselle ja yrittämiselle jätetään sijaa. Opettajan eli mestarin tehtävä kiltatoiminnassa on johdatella ja avustaa oppilaita omaan oivallukseen. Ongelmanratkaisutaidon kehittämisessä painotettiin harjoittelemista. Tärkeitä taitoja ovat joustavuus, mielikuvitus, ongelman määrittäminen, ymmärtäminen ja keskustelutaito. (Ilmavirta 2010, s.66-69)

Kiltatoiminnan tunnit noudattavat samaa kaavaa aihepiirin vaihtuessa. Tunti alkaa alkulämmittelyllä ja johdattelulla aiheeseen. Tämän jälkeen aihetta ja siihen liittyviä tehtäviä ja ongelmia pohdiskellaan itsekseen ja pienryhmissä. Pohdinnan jälkeen saadut ratkaisut esitellään ryhmittäin, jonka jälkeen ryhmän vetäjä kokoaa vielä yhteisesti päivän asian ja siitä saadut johtopäätökset yhteen antaen samalla positiivista palautetta oppilaille. Ennen tunnin loppumista ohjaaja antaa vielä kotitehtävän, joka yleensä on käsitellyn asian esittäminen kotiväelle. Jokaisella istunnolla, riippumatta onko se yhden vai kahden tunnin pituinen, käsitellään aina yhtä teemaa. (Ilmavirta 2010, s.67-68)

6.2.2 MERI-hanke

Vuonna 2008 Espoon Matikkamaassa aloitettiin MERI-hanke, jonka tavoitteena on kehittää matematiikan oppimisen edellytyksiä, oppimisympäristöjä ja opettamista erilaisten oppilaiden näkökulmasta. Hankkeen toiminnassa keskitytään peruskoulun yläasteella tapahtuvaan opetukseen ja oppimiseen. Lisäksi pyritään myös kehittämään nivelvaihetta matematiikan opetuksessa vuosiluokkien 6 ja 7 välillä yläasteelle siirryttäessä. MERI-hankkeessa pääpaino kiinnitetään heikosti menestyvien ja integroitujen oppilaiden opettamiseen, mutta MERI-hankkeen aikana kehitettyjen työtapojen, välineistön ja opetusjärjestelyiden avulla voidaan tarjota haasteita myös lahjakkaimmille oppilaille. (Järvinen 2010a)

MERI-hankkeen pyrkimyksenä on luoda toimintamallit ja tarkoituksenmukaiset toimintaympäristöt oppimivaikeuksien tunnistamiseen ja niissä tukemiseen. Tämä tapahtuu muun muassa levittämällä tietotaitoa Joustavan ryhmittelyn opetusjärjestelyistä, joka tukee kaikentasoisia oppilaita, selvittämällä jatko-opintojen kannalta keskeisiä oppisisältöjä ja kartoittamalla erityisopetuksen lisäresurssien tarvetta. Lisäksi erilaisten käytännönläheisten koulutusten ja työseminaarien avulla pyritään tukemaan alueen matematiikan aineenopettajia ja erityisopettajia heidän työssään.

Myös hankkeeseen osallistuneiden koulujen opetusvälineistöä konkretisointivälineistöjen osalta on pyritty täydentämään yhteisen välinelainaamon lisäksi. (Järvinen 2010a)

MERI-toimintaan on osallistunut 16 Espoon koulua. Aktiivisesti hankkeeseen on osallistunut noin 25 aineenopettajaa ja erityisopettajaa. Vuosina 2009 ja 2010 MERI-hanke on tarjonnut opettajille yhteistyössä Espoon Matikkamaan kanssa vesokouluksia ja työseminaareja, joiden aiheina on ollut muun muassa GeoGebra-ohjelman käyttö matematiikan opetuksessa, matematiikan materiaalipaja ja Uusinta tutkimustietoa matemaattisten oppimisvaikeuksien ennaltaehkäisemisestä. Tämän lisäksi MERI-hankkeen aikana laadittiin alueen opettajien yhteistyönä 7. vuosiluokan lähtötasokoe, joka toteutettiin MERI-hankkeeseen osallistuneissa kouluissa ja jonka tulokset esitettiin MERI-hankkeen vuosittain järjestetyssä työseminaarissa. MERI-hankkeessa on suunniteltu myös aikaisemmin täysin puuttunutta verkkomateriaalia konkretisointivälineiden käytöstä 7.-9. vuosiluokan opetuksessa. Keväällä 2010 tässä Espoon Matikkamaan uudessa Välineet-materiaalissa oli keväällä 2010 jo 36 havainnollistamisartikkeliä, jotka ovat pääosin Rita Järvisen laatimia. (Järvinen 2010a)

MERI-hankkeen Opetushallituksen tarjoama hankerahoitus on annettu vuosille 2008-2010, jonka jälkeen toimintaa on tarkoitus jatkaa koulutusten ja aineen- ja erityisopettajien tukitoimien osalta Espoon Matikkamaan omien resurssien puitteissa (Järvinen 2010a). Syyslukukaudella 2010 on tarkoitus julkaista MERI-materiaali, joka sisältää kaksi peruskoulun 7. vuosiluokan lähtötasokoetta sekä laajan tehtäväpaketin, jota voidaan käyttää niin omien lähtötasotestien suunnittelussa kuin myös tukiopetuksen materiaalina. Verkkomateriaali, joka sisältää CD:n, paperitulosteet sekä opettajien ohjeet, on laadittu espoolaisten opettajien yhteistyönä ja se on saanut paljon positiivista palautetta. (Järvinen 2010b)

6.2.3 Kultainen Kuutio -projekti

Kultainen Kuutio -projekti on Espoon Matikkamaan koordinoima projekti, jonka tarkoituksena on pyrkiä kehittämään matematiikan varhaiskasvatusta ja esiopetusta siten, että se tarjoaisi lapsille mahdollisuuden kehittää matemaattista ajatteluaan toiminnan, havainnoinnin ja omien kokemusten kautta. Tarkoituksena toiminnassa on luoda lapsen matematiikan opiskelulle onnistunut ja myönteinen alkutaival, joka toimii perustana myöhemmälle matematiikan opiskelulle. (Koiranen 2009)

Kultainen Kuutio -projektin ydin on vuosittain jaettava Kultainen Kuutio -palkinto, jota voivat hakea espoolaiset varhaiskasvatuksen ja esiopetuksen ammattilaiset. Palkinto annetaan tunnustuksena hyvästä matematiikan esiopetustyöstä ja sen tarkoi-

tuksena on kannustaa esiopetuksessa toimivia opettajia, tiimiä tai koko työyhteisöä kehittämään matematiikan opetusta lisää, kokeilemaan uusia toimintatapoja ja seuraamaan lasten kehitystä matematiikan alueella. (Koiranen 2009)

Palkinnon lisäksi Kultainen Kuutio järjestää koulutusta espoolaisille esiopettajille uusista opetusmenetelmistä ja opetusmateriaaleista. Lisäksi opettajien on mahdollista tutustua niin sanottujen malliesikoulujen toimintaan, joista opettaja voi ammentaa ideoita myös omaan opiskeluunsa. Lyhytaikaisten kurssien lisäksi Kultainen Kuutio järjestää myös pitkäaikaisempaa koulutusta, jonka tarkoituksena on kehittää koulutukseen osallistuneiden ammatillista osaamista, mutta myös mahdollistaa koulutuksen jälkeen toimiminen itse kouluttajina muille esikouluopettajille. Tämä koulutus on lukuvuoden mittainen ja siitä eroaminen ja siihen liittyminen tapahtuvat vuosittain. Vaikka koulutukset ovatkin suunnattu espoolaisille opettajille, on koulutukseen mahdollisuus osallistua maksua vastaan myös valtakunnallisesti. (Koiranen 2009)

Kultainen Kuutio pyrkii kehittämään esikouluopetuksen toimintaympäristöjä ja toimintatapoja. Opettajien esikoulun matematiikan opetuksen tueksi Kultainen Kuutio toimii myös vinkkipankkina tarjoten konkreettisia leikki- ja muita toimintaideoita tuntien suunnitteluun. Lisäksi opettajien on mahdollista lainata ilmaiseksi valmiiksi suunniteltuja materiaalisalkkuja yksityiskohtaisine ohjeineen ja matematiikkaan liittyviä pelejä. (Koiranen 2009)

6.2.4 Joustava ryhmittely

Joustava ryhmittely on Espoon Matikkamaan tukemaa toimintaa, jonka tavoitteena on järjestää kouluissa opetus siten, se mahdollistaisi erilaisten oppilaiden opetussuunnitelman mukaisen oppimisen ja ehkäisee näin sekä lahjakkaiden oppilaiden alisuoriutumista että heikompien oppilaiden syrjäytymistä. Joustava ryhmittely pyritään toteuttamaan koululla jo olevilla resursseilla tai vain pienillä lisäkustannuksilla. (Järvinen 2010c)

Joustavaa ryhmittelyä toteuttavassa koulussa matematiikan oppitunnit on pyritty sijoittamaan lukujärjestykseen rinnakkain, mikä mahdollistaa oppilaiden uudenlaisen ryhmittelyn heidän taitojensa mukaan. Enemmän tukea tarvitsevat pyritään sijoittamaan samaan pienempään ryhmään, jonka toiminnassa on mahdollisesti mukana myös erityisopettaja. Jokaisessa ryhmässä opetetaan saman opetussuunnitelman perusteiden mukaisen opetussuunnitelman mukaan ja mahdollisuuksien mukaan suoritetaan myös samat kokeet. Joustavan ryhmittelyn aikana oppilas voi vaihtaa ryhmää kehittymisensä mukaan. Oman tasoisessa ryhmässä oppilaan asenne matematiikkaa

kohtaan paranee ja samalla oppimisen helpottuessa myös oppilaan itsetunto kohe-
nee. (Järvinen 2010c)

Joustava ryhmittely on käytössä useissa espoolaisissa kouluissa. Jokaisessa koulus-
sa on ryhmittelyssä luotu omat juuri siinä koulussa toimivat käytänteet. Kokeiluun
osallistuneet koulut saavat tarvittaessa konsultaatioapua Espoon Matikkamaan puo-
lelta. Joustavan ryhmittelyn tietotaitoa levitetään pyydettyäessä Espoon Matikka-
maan toimesta. (Järvinen 2010c)

6.2.5 Varga Neményi

1990-luvulle asti kansainvälisissä tutkimuksissa unkarilaisten matematiikan osaami-
sen taso on herättänyt muissa maissa kiinnostusta. Kansainvälisten vertailujen mu-
kaan unkarilaiset ovat olleet Euroopan kärkijoukossa niin lahjakkaiden oppilaiden
osaamisen osalta kuin heikkojen oppilaidenkin osaamista vertailtaessa. Unkarilais-
ta Varga-Neményi-menetelmää pidetään yhtenä syynä unkarilaisten matematiikan
menestyksessä 1900-luvulla. Tästä syystä Suomessa on herännyt kiinnostus Varga-
Neményi-menetelmän suomalaistamisesta ja käytöstä Suomen matematiikan ope-
tuksessa. (Lampinen ja Korhonen 2010)

Varga-Neményi-menetelmässä matematiikkaa opetetaan niin kutsuttua abstraktion
tietä pitkin. Menetelmän mukaisessa opetuksessa suuri painoarvo annetaan varhais-
kasvatuksesta lähtien omakohtaisille loogis-matemaattisille kokemuksille. Opetuk-
sessa korostetaan oppilaiden omaa toimimista ja ajattelua ja tästä syystä opetuk-
sessa käytetään runsaasti erilaisia konkretisoivia toimintavälineitä. Opetuksessa py-
ritään luomaan ilmapiiri, jossa oppilas innostuu itse havainnoimaan ja oivaltamaan
ja jossa virheiden tekeminen on sallittua. Ilo tekemiseen pyritään löytämään oival-
tamisen ilosta eikä ulkoisesta palkitsemisesta. (Lampinen ja Korhonen 2010)

Unkarilaiselle matematiikalle tyypillistä on myös se, että asiat opetetaan suurempi-
na kokonaisuuksina, joilloin tehtäväsarjat sisältävät useita matematiikan osa-alueita
samanaikaisesti. Esimerkiksi ala-asteella yhteen- ja vähennyslasku opetetaan yhtä
aikaa ensimmäisellä luokalla ja jako- ja kertolasku opetetaan yhtä aikaa toisella
luokalla. Laskulait ja lukujen väliset suhteet ovat alusta asti koko ajan esillä ope-
tuksessa. Samasta teemasta pyritään opettamaan monia erilaisia esitysmuotoja ja
tarjoamaan erilaisia kokemuksia, jotka auttavat oppilasta rakentamaan kuvan asias-
ta. Varga-Neményi-menetelmässä abstraktioon siirtymisessä ei pidetä kiirettä vaan
symbolit ja matematiikan kieli liitetään hiljalleen oppilaiden matematiikkakokemuk-
siin ja oppilaiden itse muodostamaan kieleen. Erityisesti lukukäsitteen pohjustuk-
seen käytetään aikaa ja sen syvempää ymmärtämistä pidetään tärkeänä. (Lampinen

ja Korhonen 2010)

Varga-Neményi-menetelmän suomalaistamishanke alkoi vuonna 2000, jolloin Jyväskylässä ja Polvijärvellä aloitettiin menetelmän kokeilu peruskoulussa. Menetelmän opetuksessa käytettiin unkarin kielestä unkarin kielen opiskelijoiden avulla käännettyjä oppimateriaaleja. Pian opetuskokeilu levisi myös pääkaupunkiseudun kouluihin. Vuonna 2001 Espoon Matikkamaan saaman apurahan turvin pystyttiin kirjojen kääntämistä ja suomalaistamista jatkamaan edelleen. (Lampinen ja Korhonen 2010)

Vuonna 2005 tältä pohjalta perustettiin valtakunnallinen Varga-Neményi-yhdistys, jonka tavoitteena on edistää matematiikan opettamista ja oppimista menetelmän avulla. Yhdistys suomalaistaa menetelmän mukaisia oppimateriaaleja, järjestää seminaareja menetelmää käyttäville tai sitä soveltaville opettajille, ylläpitää kouluttajapankkia sekä tukee opetusmenetelmän tutkimusta. Lisäksi Varga-Neményi-yhdistys tekee yhteistyötä opettajien täydennyskoulutusta järjestävien tahojen kanssa. Varga-Neményi-yhdistys kustantaa Matematiikka-oppimateriaalia, josta löytyy alkuopetuksessa tarvittavat materiaalit kokonaisuudessaan. Seuraavana tarkoituksena on kääntää ja suomalaistaa Laajan matematiikan didaktiikka -sarja. Myöhemmin tavoitteena on kääntää myös ylempien luokkien matematiikan materiaalit. (Lampinen ja Korhonen 2010)

7. MATEMATIIKAN OSAAMINEN JA ASEENTEET 2000-LUVULLA

7.1 Matematiikan osaaminen ala-asteella Opetushallituksen oppimistulosarvioinnin mukaan vuonna 2007 ja sen kehitys vuodesta 2000

7.1.1 Matematiikan osaaminen

Opetushallitus arvioi keväällä 2007 peruskoulun kuudennen vuosiluokan oppilaiden matematiikan oppimistuloksia, oppilaiden asenteita matematiikkaa kohtaan sekä niihin vaikuttavia taustatekijöitä. Tutkimukseen osallistui 6787 oppilasta, jotka oli valittu ositetulla satunnaisotannalla. (Niemi 2008, s.51) Matematiikan osaamista tutkittiin kahdella erillisellä testillä niin, että puolet testiin osallistuneista oppilaista suoritti toisen testin. Molemmat kokeet sisälsivät 10 päässälaskutehtävää, 8 monivalintatehtävää sekä 12 tuottamistehtävää. Kokeet laadittiin niin, että ne mittasivat mahdollisimman kattavasti opetussuunnitelmien perusteissa (1994, 2004) vaadittuja sisältöjä. Tehtävät jaettiin kolmeen alueeseen, joita olivat Luvut, laskutoimitukset ja algebra, Geometria sekä Tietojen käsittely, tilastot ja todennäköisyys. Matematiikan osaamista mittaavan testin lisäksi oppilaille suoritettiin asenteita ja muita taustatekijöitä mittaava oppilaskysely. Lisäksi muita osaamiseen vaikuttavia tekijöitä selvitettiin opettajille ja rehtoreille suoritetuilla kyselyillä. Samankaltainen testi suoritettiin ensimmäisen kerran vuonna 2000. Niinpä tuloksia vertaamalla pystyttiin selvittämään matematiikan oppimistulosten ja asenteiden kehitys vuodesta 2000 vuoteen 2007. (Niemi 2008, s.21-23)

Vuoden 2007 matematiikan testissä oppilaat selviytyivät keskimäärin hyvin. Keskimääräinen ratkaisuprosentti koko kokeessa oli 60,8 %, mikä on enemmän kuin vastaavassa vuonna 2000 järjestetyssä testissä, jossa keskimääräinen osaamistaso (57,9 %) jäi saman arvioinnin mukaan tyydyttävän puolelle. Vuonna 2007 erittäin hyvin (ratkaisuprosentti yli 80) kokeesta selviytyi 22,1 % vastanneista, kun taas heikosti suoriutuneita (ratkaisuprosentti alle 40) oli 15,2 % vastanneista. (Niemi 2008 s.51-52)

Kun tarkasteltiin matematiikan testin suorituksia aihealueittain, huomattiin, että aihealueen Tietojen käsittely, tilastot ja todennäköisyys tehtävät hallittiin kaikkein parhaiten. Näistä tehtävistä osattiin keskimäärin ratkaista 77,3 %, mikä kertoo hyvästä osaamisesta. Kaikki tämän aihealueen tehtävät osasi ratkaista 16,7 % oppilaista. Huomioitavaa on myös se, että ainoastaan kuusi oppilasta ei osannut laskea yhtään tämän alueen tehtävää. Kaikki Tietojen käsittely, tilastot ja todennäköisyys-aihealueen tehtävät osasi ratkaista peräti 16,8 % oppilaista. Geometrian tehtäväalueessa keskimääräinen pistemäärä oli 68 % alueen maksimipistemäärästä, mikä kertoo hyvästä osaamisesta. 13 % oppilaista osasi ratkaista kaikki tämän alueen tehtävä, kun taas ilman yhtään pistettä aihealueessa jäi 68 oppilasta. Kaikkein huonoiten osattiin ratkaista aihealueen Luvut, laskutoimitukset ja algebra tehtävät, joista keskimääräisesti osattiin vain 55,7 %. Osaaminen oli siis tyydyttävällä tasolla. Kaikki tehtävät osasi tällä alueella ratkaista vain 1,3 % oppilaista ja korkeintaan neljä pistettä mahdollisesta 35 pisteestä sai 95 oppilasta. (Niemi 2008, s.55-57)

Tehtävätyypeittäin parhaiten oppilaat osasivat laskea päässälaskutehtävät, joiden ratkaisuprosentti oli 71 prosenttia. Monivalintatehtävien ratkaisuprosentti oli 68,5 %. Huonoiten oppilaat hallitsivat tuottamistehtävät, joista keskimäärin osattiin ratkaista vain 59 %. Huomioitavaa tämän alueen tehtävien tuloksissa oli se, että 423 oppilasta osasi ratkaista vain alle 30 % alueen tehtävistä ja täydet pisteet saaneita oppilaita oli ainoastaan 54. (Niemi 2008, s.55-57)

Kun verrattiin vuoden 2007 tuloksia vastaavaan vuonna 2000 tehtyyn, huomattiin, että keskimääräisen osaamisen tehtävien ratkaisuprosentti on kasvanut. Aihealueiden vertailua vaikeuttaa tehtävien uudenlainen ryhmittely sekä päässälaskutehtävien lisääminen testiin. Vuonna 2000 parhaiten testissä osattiin aihealueen Laskutoimitukset ja yhtälöt tehtävät. Vuonna 2007 vastaavan alueen tehtävien osaaminen oli heikointa. Toisaalta soveltamista vaativien Tietojen käsittely, tilastot ja todennäköisyys -alueen tehtävät osattiin hyvin. (Niemi 2008, s.55-57) Kun verrataan alueiden keskimääräisiä ratkaisuprosentteja, huomataan, että geometrian alueella osaamisprosentti on noussut, kun taas Laskutoimitukset ja yhtälöt -alueen, jota voidaan verrata Luvut, laskutoimitukset ja algebra -aihealueeseen, osalta ratkaisuprosentti on laskenut miltei 10 prosenttiyksikköä. Ratkaisuprosenttien suorassa vertailussa on kuitenkin oltava varovainen, sillä eri kokeessa käytettyjen eri tehtävien vaikeustaso saattaa poiketa toisistaan, jolloin ratkaisuprosentit eivät ole vertailukelpoisia.

Niemen (2007) tulokset eri aihealueiden osaamisen erosta ovat yhtenäiset Opetushallituksen vuonna 2006 teettämän matematiikan ja äidinkielen oppimistulosten vertailun (Huisman 2006) kanssa, jossa tutkittiin kolmannen vuosiluokan oppilaiden tuloksia. Huisman mukaan 3. vuosiluokan matematiikan osaamisen taso oli keskimäärin

tydyttävää. Aihealueista parhaiten tässä tutkimuksessa osattiin Luvut ja laskutoimitukset, joiden ratkaisuprosentti oli 65 %. Geometrian keskimääräinen ratkaisutaso oli niin ikään tyydyttävän puolella 61 % ratkaisuosuudella, mutta algebran osalta osaaminen oli heikompaa kuin tyydyttävää alueen tehtävien ratkaisuprosentin ollessa vain 51 %. Algebran aihealueessa heikoimman ja parhaimman neljänneksen ero oli myös kaikista suurin, 56 prosenttiyksikköä. Huismanin tutkimuksen yhteydessä ilmenneet erot heikkojen ja hyvien oppilaiden välillä olivat myös muilla alueilla huolestuttavan suuret. Esimerkiksi Luvut ja laskutoimitukset -aihealueen ja geometrian tehtävissä ero heikoimman ja parhaimman neljänneksen välillä oli 40 prosenttiyksikköä. Lisäksi erot eri koulujen välillä olivat merkittävät erityisesti mittaamisen ja geometrian osalta. (Huisman 2006, s.51-54) Tutkimusten tuloksia vertailtaessa on huomattavaa, että ratkaisuprosenttien mukaisen osaamisen arviointiasteikko ei ole eri luokka-asteille tehdyissä arvioinneissa sama.

3. vuosiluokan äidinkielen ja matematiikan oppimistulosten arvioinnissa kiinnitettiin huomiota myös tehtävien perustelujen tekemiseen ja esittämiseen, joka on opetussuunnitelmien perusteiden (2004) keskeinen matematiikan opetuksen tavoite ensimmäisellä ja toisella vuosiluokalla. Perusteiden osaaminen ja käyttäminen oli heikkoa. Neljäs oppilaista ei edes yrittänyt perustella tehtävää vaikka tehtävänannossa niin vaadittiin ja perustelua yrittäneetkin hallitsivat sen tyydyttävää tasoa heikommien (35 % maksimipistemäärästä). (Huisman 2006, s.58-60)

7.1.2 Asenteet matematiikkaa kohtaan ja niiden kehitys vuosien 2000 ja 2007 välillä

Tutkittaessa taustamuuttujien merkitystä opetuksessa huomattiin, että asenteilla oli selvä yhteys matematiikan oppimistuloksiin. Mitä myönteisempi suhtautuminen oppilaalla oli matematiikkaan, sen paremmin hän suoriutui matematiikan testistä. Vuonna 2007 oppilaiden asenteita matematiikkaa kohtaan tutkittiin 15 esitestatulla asenneväittämällä, joihin vastattiin viisiportaisella numeroasteikolla (5=täysin samaa mieltä ja 1=täysin eri mieltä). Oppilaat pitivät matematiikkaa hyödyllisenä oppiaineena ja käsitys omasta matematiikan osaamisesta oli jonkin verran positiivista. Sen sijaan matematiikasta pitäminen oli vuonna 2007 varsin neutraalia (Niemi 2008, s.44-46), kun taas vuonna 2000 miltei kolmannes oppilaista piti matematiikkaa lempiaineenaan (Niemi 2000). Tulosten valossa näyttäisi siltä, että vaikka vuonna 2007 oppilaat pitivätkin matematiikkaa hyödyllisenä ja uskoivat omaan osaamiseensa, oli matematiikasta pitäminen vähentynyt vuosien 2000 ja 2007 välillä.

7.1.3 Sukupuolten väliset erot osaamisessa ja asenteissa vuosina 2000 ja 2007

Matematiikan osaamista mittaavassa testissä pojat menestyivät tyttöjä paremmin. Ero tuloksissa on kuitenkin hyvin pieni. Tutkimuksen tulos poikkeaa aikaisemmista peruskoulun päättöluokalle tehdyistä arvioinneista, joissa tyttöjen osaamistaso oli poikia korkeampi (mm. Mattila 2002, 2005). Lisäksi, vaikka sukupuolten väliset erot olivat pieniä myös vuonna 2000, tytöt suoriutuivat tällöin samankaltaisessa matematiikan testissä poikia paremmin muilla aihealueilla paitsi geometriassa. (Niemi 2008, s.65-66)

Vaikka vuoden 2007 tutkimuksessa sekä tytöt että pojat suhtautuivat matematiikan hyödyllisyyteen samalla tavalla, pitivät pojat matematiikasta enemmän. Lisäksi poikien käsitys matematiikan osaamisestaan oli myönteisempää kuin tyttöillä. Suurin ero tyttöjen ja poikien asenteissa on juuri käsityksessä omasta osaamisesta. Niemen matematiikan testin jälkeen tehdyssä kyselyssä huomattiin myös, että huolimatta tuloksesta tytöt olivat kokeen jälkeen kriittisempiä omasta osaamisestaan kuin pojat ja heidän mielialansa kokeen jälkeen oli poikia negatiivisempi. Mielenkiintoista on, että Opetushallituksen kolmannen vuosiluokan oppilaisiin kohdistetussa matematiikan ja äidinkielen oppimistulosten tutkimuksessa Luen, kirjoitan ja ratkaisen (Huisman 2006) eroja poikien ja tyttöjen matematiikan osaamisessa tai asenteissa ei ollut havaittavissa. (Niemi 2008, s.77)

7.2 Matematiikan osaaminen yläasteella kansallisten oppimistulosarviointien mukaan

7.2.1 Matematiikan oppimistulosten arvioinnit vuosina 1998-2004

Opetushallitus arvioi keväällä 1998 peruskoulun päättävien peruskoulun yhdeksännen vuosiluokan oppilaiden matematiikan oppimistuloksia (Korhonen 1999). 1998 matematiikan oppimistulosten arvioinnista käynnistyi matematiikan osalta kansallisten oppimistulosten arviointijärjestelmä, jonka puitteissa oppimistulosten arviointi jatkui samankaltaisilla tutkimuksilla myös vuosina 2000 (Korhonen 2000), 2002 (Mattila 2002) ja 2004 (Mattila 2005). Vuonna 1998 tietoja kerättiin 110 koulusta. Yhteensä tutkimuksen otokseksi tuli näin 3575 peruskoulun 9-luokkalaista yleisen opetussuunnitelman mukaan opiskelevaa oppilasta. Vuonna 2004 samankaltaisessa otannassa oli 4511 oppilasta (Opetushallitus 2004, s.2)

Opetushallituksen vuosina 1998-2004 järjestämiin matematiikan oppimistulosarviointeihin kuului matematiikan osaamista mittaavan matematiikan testin lisäksi oppilaille suunnattu asenteita ja taustatekijöitä kartoittava kysely. Lisäksi samassa yhteydessä kartoitettiin opettajille ja rehtoreille esitetyn kyselyn avulla opetukseen liittyviä muita taustatekijöitä. Matematiikan osaamista mittaava koe oli kaikissa arvioinneissa hyvin samankaltainen. Testi koostui perustaitoja mittaavasta monivalintakokeesta ja ongelmanratkaisua mittaavasta osiosta. Lisäksi vuonna 2004 matematiikan testiin kuului myös päässälaskutaitoja kartoittava osuus. Matematiikan testiin oli monena vuonna sijoitettu myös ankkuritehtäviä, joiden avulla pyrittiin vertailemaan kehitystä arviointien välissä ja suhteessa kansainväliseen osaamiseen. (Opetushallitus 2004, s.2-3)

Monivalintakokeessa tehtävät pyrkivät mittaamaan peruslaskutaitojen hallintaa varsin perustavaa laatua olevilla tehtävillä, joissa oli viisi vastausvaihtoehtoa. Vuonna 1998 tehtäviä oli 25, vuonna 2000 ja 2002 tehtäviä oli 30 ja vuonna 2004 tehtäviä oli 24. Aikaa monivalintatehtävien tekoon oli vuodesta riippuen 30-45 minuuttia. Ongelmanratkaisutaitoa mittaava osio koostui avoimista perusteluja vaativista kuuden pisteen tehtävistä, joihin sisältyi 1-3 osatehtävää. Vuonna 1998 kokonaisia ongelmanratkaisutehtäviä oli seitsemän, seuraavina vuosina kahdeksan ja vuonna 2004 jälleen seitsemän tehtävää. Ratkaisuaika tehtäviin vaihteli vuosittain 45 minuutista 90 minuuttiin. Vuoden 2004 kokeeseen sisältynyt päässälaskuosio koostui peruslaskutaitoja mittaavista 12 päässälaskutehtävästä, joista osan tehtävänanto esitettiin kirjallisena ja osa opettajan ääneen lukemana. Yhden tehtävän ratkaisuun annettiin aikaa minuutti. (Opetushallitus 2004, s.2-3)

7.2.2 Vuoden 2004 matematiikan oppimistulosarvioinnin tulokset

Opetushallituksen järjestämään vuoden 2004 peruskoulun päättöluokan matematiikan oppimistulosten arviointiin (Mattila 2005) valittiin 144 koulua, joista tutkimukseen osallistui 4511 oppilasta. Oppilaiden osaamista kartoitettiin matematiikan testillä. Matematiikan testin lisäksi oppilaille esitettiin kysely asenteista ja työtaivoista. Osaamiseen ja opetukseen liittyviä taustatekijöitä kartoitettiin aikaisempien tutkimusten tavoin opettajille ja rehtoreille tehdyn kyselyn avulla. Oppilaiden matematiikan osaamista tutkiva koe sisälsi kolme osiota, joita olivat aikaisempien kokeiden tapaan matematiikan perustietoja mittaava monivalintaosio ja ongelmanratkaisua mittaava osio, mutta myös ensimmäistä kertaa niin ikään peruslaskutaitoihin kuuluvaa osaamista mittaava päässälaskuosio. Tehtävät oli laadittu opetussuunnitelmien perusteiden (1994) pohjalta. (Mattila 2005, s. 37-38)

Matematiikan osaamista kartoittavassa testissä peruskoulun 9. vuosiluokan oppilaat osasivat keskimäärin 56 % tehtävistä. Monivalintatehtävistä osattiin laskea keskimäärin 65 %, päässälaskuosiosta 56 % ja ongelmanratkaisun osalta 50 % alueen kaikista tehtävistä. Koko kokeen tuloksissa 47 % oppilaista suoriutui testistä vähintään hyvän osaamisen mukaisesti, vähintään tyydyttävästi kokeen suoritti 70 % tutkimukseen osallistuneista ja kohtalaista suoritusta heikommin suoriutui 12 % oppilaista. Monivalinta- ja päässälaskutehtävissä peruskoulun päättöluokan oppilaiden osaamista voitiin pitää hyvänä, mutta ongelmanratkaisun osalta osaamisen taso jäi tyydyttävän osaamisen puolelle. (Mattila 2005, s.57-60)

Monivalintatestin tehtävillä pyrittiin mittaamaan peruslaskutaitojen hallintaa, eikä tehtävien ollut tarkoitus olla oppilaille kovin vaikeita. Oppilaista 40 % hallitsi peruslaskutaidot erinomaisesti tai kiitettävästi. Reilut kolme viidesosaa hallitsi monivalintatestin mittaamat taidot hyvin ja neljä viidesosaa hallitsi alueen tehtävät vähintään kohtalaisesti. Kuitenkin vajaalla viidesosalla oppilaista peruslaskutaitojen hallinta oli peruskoulun lopussa vielä kovin hataralla pohjalla osaamistason ollessa korkeintaan kohtalaisella tasolla. Päässälaskutaidoissa 30 % suoritti kokeen kiitettävästi tai erinomaisesti, 54 % pääsi hyvään tulokseen ja 74 % ylsi vähintään tyydyttävään tulokseen. Runsaan neljäsosan päässälaskutaidot olivat kuitenkin korkeintaan kohtalaisella tasolla. Ongelmanratkaisutaitoja mittaavassa osiossa erinomaisesti tai kiitettävästi suoriutui vain 17 % oppilaista. Hyvään tulokseen pääsi 37 % oppilaita ja vähintään tyydyttävästi selviytyi kolme viidesosaa tutkimukseen osallistuneista. Jopa kahdella viidesosalla oppilaista ilmeni puutteita ongelmanratkaisutaidoissa. (Mattila 2005, s.51-56)

Vuoden 2004 kokeessa huomattiin myös, että ongelmanratkaisutaidot ja peruslaskutaitojen hyvä hallinta korreloivat hyvin keskenään. Kouluissa, joissa peruslaskutaitojen hallinta oli heikkoa, myös ongelmanratkaisuissa oli ongelmia. Mikäli koulun tulos ongelmanratkaisussa oli hyvä, oli se hyvä myös peruslaskutaitojen osalta. Kuitenkin peruslaskutaitojen hyvin hallitsevien koulujen oppilaat eivät välttämättä hallinneet ongelmanratkaisutehtäviä. Ongelmanratkaisutehtävien osaaminen edellyttää siis sujuvaa peruslaskutaitojen hallintaa. (Mattila 2005, s.81)

Tehtävät voitiin jakaa viiteen eri aihealueeseen, jotka olivat luvut ja laskutoimitukset; geometria; tilastot ja todennäköisyys; funktiot ja algebra. Eri alueiden keskimääräiset ratkaisuprosentit on esitetty taulukossa 7.1. Kun tarkasteltiin osaamista aihealueittain, huomattiin, että parhaiten suoriuduttiin aihealueen Luvut ja laskutoimitus tehtävistä, joissa keskimääräinen ratkaisuprosentti oli 69,7 %. Oppilaiden osaaminen tällä alueella oli siis oikein hyvää. Myös keskihajonta aihealueen osaamisprosentteissa oli pienimpien joukossa. Hyvin osattiin myös tilastoja ja todennäköi-

syyttä koskevat tehtävät, joiden keskimääräinen ratkaisuprosentti oli 58,1 %. (Mattila 2005, s.67-70)

Taulukko 7.1: Matematiikan kansallisen oppimistulosarvioinnin eri osa-alueiden osaaminen vuonna 2004 (Mattila 2005, s.67)

osa-alue	keskiarvo (%)	keskihajonta (%-yks)
Luvut	69,7	20,4
Geometria	39,0	19,5
Tilastot	58,1	24,3
Funktiot	53,3	26,8
Algebra	50,6	25,5

Heikoiten aihealueista osattiin geometria, jossa keskimääräinen osaamisprosentti tehtävistä jäi alle tyydyttävän osaamisen rajan ollen ainoastaan 39,0 %. Tarkasteltaessa osaamista jakamalla oppilaat neljänneksiin suoritustasonsa mukaan huomattiin, että geometrian tehtävissä ainoastaan parhain neljännes ylsi juuri ja juuri hyvän osaamisen tasolle. Kun verrataan sitä parhaiten osattuihin lukujen ja laskutoimitusten aihealueeseen, joissa heikoin neljännes ylsi tyydyttävään osaamiseen, on ero merkittävä. Geometrian lisäksi ongelmia oli myös algebraa ja funktioita käsittelevissä tehtävissä, joissa ratkaisuprosentit olivat 50,6 % ja 53,3 %. Näiden tehtäväalueiden keskihajonnat olivat kaikkein suurimmat. Oppilaiden osaamisneljänneksiä tarkasteltaessa huomattiinkin, että erot parhaan ja heikomman neljänneksen välillä olivat suurimmat algebrassa, joissa alimmalla neljänneksellä näyttää olevan suurin vaikeuksia. Myös funktioihin liittyvissä tehtävissä oli samankaltaisia ongelmia. (Mattila 2005, s.67-70)

Tulosten kannalta huolestuttavaa oli myös prosenttilaskujen, joita esiintyi eri tehtäväalueiden tehtävissä, heikko hallinta. Prosenttilaskuissa tehtävien ratkaisuprosentti oli keskimäärin 47 %. Paras neljännes ylsi ratkaisuprosenteissa 81 %:iin maksimipistemäärästä kun taas heikoin neljännes jäi 18 %:iin. Prosenttilaskuissa erot osaamisessa olivatkin oppilaiden välillä vielä suuremmat kuin algebrassa ja funktioissa. (Mattila 2005, s.67-70)

Vuonna 2004 suoritettussa tutkimuksessa sukupuolten väliset erot olivat pieniä. Pääsälaskuosiossa poikien osaaminen oli tilastollisesti merkittävästi tyttöjen osuutta parempi. Muilla tehtäväalueilla eroja ei kuitenkaan ollut. Yleisesti poikien tulosten hajonta oli suurempi kuin tyttöillä, ja näin poikia oli hieman tyttöjä enemmän sekä parhaassa että heikoimmassa neljänneksessä. (Mattila 2005, s.61-64)

Asennekyselyssä saatiin selville, että matematiikkaa pidettiin hyödyllisenä aineena. Siitä huolimatta matematiikasta ei erityisemmin pidetty. Kyselyn tulosten mukaan

suhtautuminen matematiikkaan ja siitä pitämiseen oli keskimäärin neutraalia. Poikien asenteet matematiikkaa kohtaan olivat kyselyn mukaan myönteisempiä kuin tyttöjen. Erityisesti ero näkyi poikien parempana itseluottamuksena matematiikan osaamiseensa. (Mattila 2003, s.93-95)

7.2.3 Matematiikan oppimistulosten kehitys oppimistulosmittausten aikana vuodesta 1998 vuoteen 2004

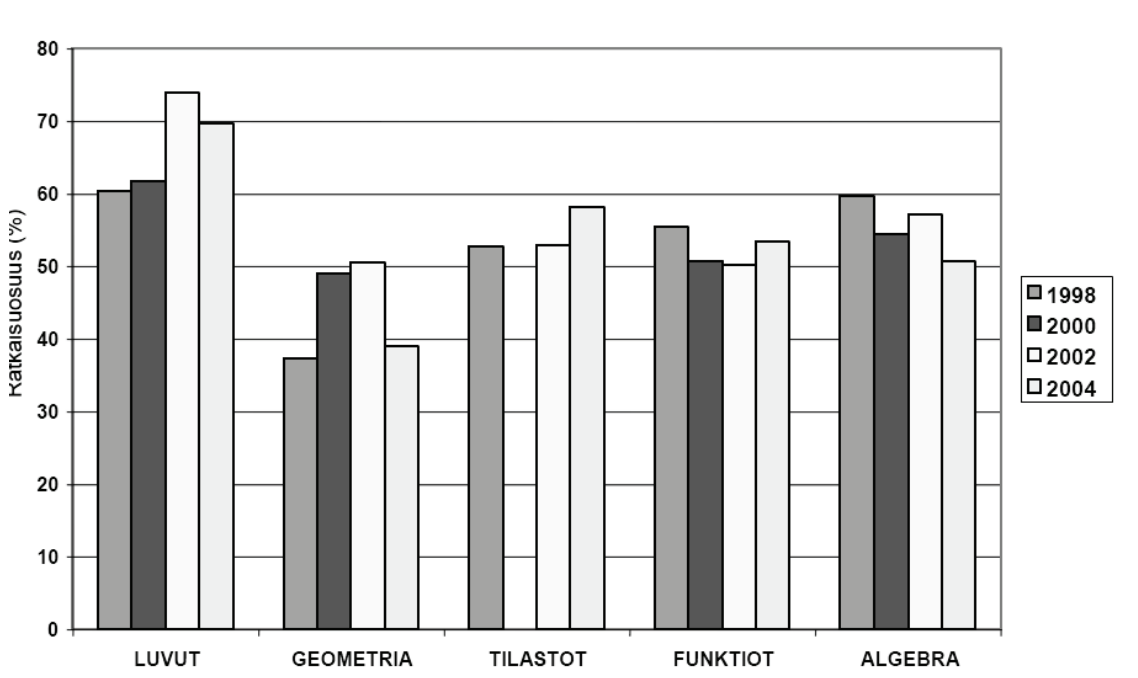
Vertailemalla vuosina 1998, 2000, 2002 ja 2004 tehtyjä Opetushallituksen 9. vuosiluokan matematiikan oppimistulosten arviointeja voidaan arvioida matematiikan taitojen sekä matematiikan osaamisessa ja matematiikkaan liittyvissä asenteissa tapahtuneita muutoksia. Vaikka eri aihealueiden tehtävien määrä on vaihdellut eri arvioinneissa ja tehtävät ovat olleet joka kokeessa uusia muutamia ankkuritehtäviä lukuun ottamatta, voidaan tehtäväalueiden osaamisen kehitystä arvioida maksimipistemäärään verrattavia eri alueiden keskimääräisiä ratkaisuprosentteja vertailemalla. (Taulukko 7.2) Tehtävätyyppejä vertailemalla huomataan, että monivalintatehtävien ratkaisuprosentit ovat vaihdelleet vuosittain eikä niissä ole nähtävissä kehitystä tiettyyn suuntaan. Ongelmanratkaisutehtävissä ratkaisuprosentit ovat kuitenkin parantuneet. Vuonna 1998 ongelmaratkaisutehtävien keskimääräinen ratkaisuprosentti oli 44,6 % tehtävistä. Tämän jälkeen ongelmanratkaisun ratkaisuprosentti on kasvanut hienoisesti. Vuonna 2004 ongelmanratkaisuosion tehtävistä osattiin keskimäärin jo 50,2 %. (Opetushallitus 2004, s.7-9)

Taulukko 7.2: Peruskoulun yläasteen matematiikan oppimistulosarviointikokeiden tulosten keskiarvot (ka; prosenttia) ja keskihajonnat (kh; prosenttiyksikköä) osakokeittain ja koko kokeen osalta vuosina 1998-2004 (tietojen lähde: Opetushallitus 2004, s.7)

	1998		2000		2002		2004	
	ka	kh	ka	kh	ka	kh	ka	kh
monivalinta	66,6	20,8	61,2	21,0	65,7	22,0	65,0	19,4
päässälaskut	-	-	-	-	-	-	55,6	24,3
ongelman ratkaisu	44,6	21,9	48,3	25,1	51,8	24,2	50,2	21,5
koko koe	53,6	20,1	53,4	22,6	57,3	22,4	55,6	19,7

Kun verrataan tehtäviä alueittain, huomataan, että kaikkien arviointimittausten aikana lukujen ja laskutoimitusten tehtävät on hallittu 9. vuosiluokalla parhaiten. Eniten vaikeuksia kaikkien mittausten aikana on ilmennyt geometriassa. Lisäksi algebran ja funktioiden osaamisessa oppilaiden osaamisen erot ovat olleet suurimmat. Eri aihealueiden eri vuosien tuloksia verrattaessa näyttäisi siltä, että lukujen ja laskutoimitusten hallinta on parantunut vuosien 1998 ja 2004 aikana. Toisaalta

algebran tehtävien hallinta on samalla aikavälillä heikentynyt. Geometrian tehtävien heikko osaaminen on pysynyt entisellään. Ankkuritehtävien osalta vaihtelussa ei ollut näkyvissä selkeää linjaa suuntaan tai toiseen. Muutosten arveltiin johtuvan lähinnä siitä, monentenako tehtävä oli ollut kokeessa. (Opetushallitus 2004, s.7-9)



Kuva 7.1: Matematiikan oppimistulosarviointien tulosten kehittyminen aihealueittain vuosina 1998-2004 (Opetushallitus 2004, s.8)

Asennekyselyn vertailuja vaikeuttaa se, että vuosien 1998 ja 2004 aikana oppimistulosarvioinneissa jokaisella mittauskerralla yhteisiä väittämiä on ollut vain kaksi. Näitä olivat "Pystyn selviytymään vaikeistakin matematiikan tehtävistä" ja "Tulevissa opinnoissani tarvitsen matematiikkaa". Näiden yhteisten väittämien tuloksia vertailtaessa näyttäisi siltä, että tyttöjen itseluottamuksessa on tapahtunut hienoista laskua. Lisäksi toisen väittämän perusteella matematiikan tarpeellisuuden kokeminen molempien sukupuolten osalta on hieman vähentynyt vuosien 1998 ja 2004 välillä. (Opetushallitus 2004, s. 14)

7.2.4 LUMA-koulut

Opetushallituksen vuosina 1996-2002 hallinnoiman LUMA-ohjelman pilottikouluina toimivia kouluja osallistui myös matematiikan oppimistulosarviointeihin. Vuonna 2004 LUMA-kouluja oli otoksessa 19. Vuoden 2004 oppimistulosarvioinnissa LUMA-koulujen matematiikan osaaminen oli tilastollisesti merkittävästi parempaa kuin

muiden koulujen osaaminen. Lisäksi LUMA-koulujen oppilaiden asenteet matematiikkaa kohtaan olivat muita oppilaita myönteisemmät. Vuoden 2004 oppimistulosarviointi oli ensimmäinen, jossa LUMA-koulujen tulokset erosivat tilastollisesti merkittävästi muiden koulujen tuloksista. (Mattila 2005, s.146)

7.3 Kansainvälinen PISA-tutkimus

7.3.1 Yleistä PISA-tutkimuksesta

PISA (Programme for International Students Assessment) on OECD:n jäsenmaiden yhteinen tutkimusohjelma, joka koostuu kolmen vuoden välein järjestettävistä PISA-tutkimuksista, joiden tavoitteena on selvittää 15-vuotiaiden nuorten osaamista lukutaidon, matematiikan ja luonnontieteiden osalta. OECD:n jäsenmaiden lisäksi PISA-tutkimukseen osallistuu vuosittain myös muita valtioita. Vuonna 2006 tutkimukseen osallistui 31 OECD:n jäsenmaata ja 26 ulkopuolista maata. Vuoden 2009 tutkimukseen osallistuneen 66 maan joukossa oli jo 36 OECD:n ulkopuolista maata. PISA-ohjelman avulla osallistujamaat saavat tietoa koulutuksen tilasta ja tuloksista omassa maassa, mutta myös laajemmassa kansainvälisessä viitekehyksessä. Lisäksi samalla kerätään tietoa oppimiseen ja opetukseen vaikuttaneista tekijöistä. (Arinen ja Karjalainen 2007, s.9-11)

PISA-tutkimuksen pääalueena vuorottelevat vuosittain lukutaito, matematiikka ja luonnontieteet. Ensimmäisessä PISA-tutkimuksessa vuonna 2000 päätutkimuskohde oli lukutaito. Vuonna 2003 tutkimuksessa pääaiheena oli matematiikka, vuonna 2006 luonnontieteet ja vuonna 2009 jälleen lukutaito. Pääaiheen lisäksi PISA-tutkimuksessa on erilaisia vaihtuvia aiheita, joiden aiheet vaihtelevat tutkimuskerroittain. Muun muassa vuonna 2003 yhtenä vaihtuvana tutkimuskohdeena oli oppilaiden ongelmanratkaisutaito. (Arinen ja Karjalainen 2007, s.10-11))

PISA-tutkimuksissa taitoja ja valmiuksia pyritään selvittämään aihealueiden osalta mahdollisimman todenmukaisissa arkielämän ja tulevaisuuden tarpeita muistuttavissa tilanteissa. Tarkoituksena ei ole tutkia pelkästään opetussuunnitelmien mukaista osaamista, vaan oppimisen ja osaamisen kokonaisuutta tulevaisuuden näkökulmasta. Ennen kaikkea PISA-tutkimuksessa halutaankin selvittää, millaiset ovat 15-vuotiaiden nuorten tulevaisuuden yhteiskunnan, työtehtävien ja elämänlaadun kannalta keskeiset tiedot ja taidot riippumatta siitä, missä tiedot ovat opittu. PISA-ohjelmassa osaaminen mielletään tietämiseksi ja soveltamiseksi. PISA-tutkimuksessa pääpaino on soveltamisessa, sillä sen osaamisen katsotaan vaativan perustietojen osaamista ja syvällisempää ymmärtämistä. (Kupari ja Välijärvi 2005, s.9)

Suomalaisten matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen on ollut koko PISA-ohjelman ajan PISA-tutkimusten mittarein verrattuna tutkimukseen osallistuneiden maiden huippuluokkaa. Vuonna 2000 suomalaiset nuoret sijoituivat matematiikan osalta 4. sijalle. Tällöin Suomen edellä olivat vain Japani, Korea ja Uusi-Seelanti. Samana vuonna luonnontieteiden osalta sijoituttiin 3. sijalle. Vuonna 2003, matematiikan ollessa pääalueena, Suomi sijoittui ensimmäiselle sijalle matematiikan osamista mittaavissa tehtävissä ja luonnontieteiden osaltakin neljän kärkeen yhdessä Korean, Hongkongin ja Japanin kanssa. Vuonna 2006 luonnontieteen ollessa tutkimuksen pääaiheena Suomi sijoittui matematiikan osalta kärkeen yhdessä Korean, Hongkongin, Taipeiin kanssa. Lisäksi luonnontieteiden osalta suomalaisten nuorten osaaminen oli parasta ja Suomi saavuttikin siinä kaikkien aikojen suurimman pistemäärän. Suomen tuloksissa huomattavaa on kaikkina tutkimuskertoina ollut heikkojen oppilaiden parempi menestyminen muihin maihin verrattuna. Sen sijaan parhaiden oppilaiden osaaminen on ollut OECD-maiden keskitasoa. (Arinen ja Karjalainen 2007, s. 34-36) Seuraavassa luvussa tarkastellaan tarkemmin vuoden 2003 matematiikkaan painottunutta PISA-tutkimusta.

7.3.2 Vuoden 2003 PISA-tutkimus

Vuonna 2003 PISA-tutkimuksen painopiste oli matematiikassa. Näin ollen tehtävistä kaksi kolmasosaa laadittiin mittaamaan matematiikan osaamista ja loput tehtävistä mittasivat luonnontieteiden osaamista, lukutaitoa ja ongelmanratkaisutaitoa. Tutkimukseen osallistui 41 maata. Tutkimuksen tehtävät valikoitiin jäsenmaiden tarjoamien satojen tehtävien joukosta sisällöllisen ja mittauksellisen edustavuuden sekä esitutkimuksen tuottamien tietojen perusteella. Tehtävistä 55 % oli avoimia tehtäviä ja 45 % oli monivalintatehtäviä. (Kupari ja Välijärvi 2005, s.1-2)

Matematiikan osaaminen määritellään PISA-tutkimuksessa oppilaiden kyvyksi eritellä, perustella ja viestiä ajatuksiaan tehokkaasti, kun he asettavat, muotoilevat, ratkovat ja tulkitsevat matemaattisia ongelmia eri tilanteissa. PISA-tutkimuksen lähestymistavassa korostetaan tiedon soveltamista yhteyksissä, jotka edellyttävät asian ymmärtämistä, pohtimista ja perustelemista. Tällöin tarvitaan matematiikan perustaitoja, kuten faktatietoutta, terminologian tuntemista, käsitteiden hallintaa sekä laskutoimitusten ja ratkaisumenetelmien käyttötaitoa. (Kupari ja Välijärvi 2005, s.2-3)

Matematiikan osaamista tutkittiin 85 erityyppisen nuorten arkielämään ja elämäntilanteeseen kiinteästi liittyvän tehtävän avulla, joista kaksi kolmasosaa oli avoimia ja loput monivalintatehtäviä (Kupari ja Välijärvi, s.13-14). Tehtävät jaettiin tehtävivihkoihin, joista jokainen oppilas sai vihkon, joka sisälsi tehtäviä kahden tunnin

edestä. Tehtävävihkon tehtävien lisäksi tutkimukseen osallistuneet nuoret vastasivat taustakyselyyn, jonka avulla kartoitettiin asenteita, oppimisstrategioita sekä muita oppimiseen ja opetukseen liittyviä tekijöitä. Tutkimuksen yhteydessä koulujen rehtorit vastasivat opiskeluolosuhteita ja resursseja kartoittavaan kyselyyn. (Kupari ja Välijärvi 2005, s.3-4)

Tehtävät jaoteltiin neljään eri sisältökokonaisuuteen, joita olivat määrällinen ajattelu, tila ja muoto, muutos ja yhteydet sekä epävarmuus. Määrällisen ajattelun aihealueeseen kuuluivat lukumäärät ja mitat, lukujen käyttö, säännönmukaisuuksien havaitseminen ja suhteellisen koon ymmärtäminen. Tärkeä sija tässä aihealueessa oli määrällisellä päättelyllä, joihin kuuluivat lukujen hahmottaminen ja niiden ilmaiseminen, laskutoimitusten merkityksen ymmärtäminen, päässä-lasku ja arviointitaidot sekä käsitys suuruusluokasta. Tila ja muoto -aihealueen tehtävät liittyivät pääasiassa geometriaan. Tähän aihealueeseen kuuluivat muotojen ja rakenteiden hahmottaminen ja analysoiminen, kolmiulotteisten ja tila-avaruuden kappaleiden ominaisuudet, sekä muotojen, kuvan ja muiden visuaalisten esitysten välisten yhteyksien ymmärtäminen. Muutos ja yhteydet -aihealueen tehtävät mittasivat funktionaaliajattelua. Tähän aihealueeseen kuuluivat yhteyksien ilmaiseminen symbolien, algebran, kuvaajien, taulukoiden ja geometrian keinoin. Epävarmuus-aihealueeseen kuului taas tiedonkeruu, tiedon analysointi ja esittäminen ja aineistosta tehtävät päättelyt sekä tapahtumien todennäköisyys. (Kupari ja Välijärvi 2005, s.8-9)

Matematiikan tietojen osalta Suomi sijoittui vuoden 2003 PISA-tutkimuksessa ensimmäiselle sijalle. Muita kärkimaita olivat Korea, Alankomaat ja Japani (Kupari ja Välijärvi 2005, s.15-16). Suomen tuloksissa huomioitavaa oli pienin keskihajonta tutkimuksen huippumaiden keskuudessa. Suomalaisista nuorista jopa 93 % pääsi osaamisessaan kuusitasoisella asteikolla vähintään toiselle tasolle, joka osoittaa tälle tasolle sijoittuneiden nuorten pystyvän yksinkertaiseen omatoimiseen päättelyyn ja tulkintaan. Osuus oli korkein kaikista tutkimukseen osallistuneista maista. Suomalaisista 54 % sijoittui tyydyttävän tai hyvän osaamisen tasolle, 17 % erinomaisen osaamisen tasolle ja 7 % huippuosajien ylimmälle tasolle. Huippuosajien määrä Suomessa oli OECD-maiden keskiarvoa. Suomen menestys pohjautuukin juuri heikompien oppilaiden korkeaan suoritustasoon, joka oli keskimäärin yhden suoritustason OECD-maiden keskiarvoa korkeampi. (Kupari ja Välijärvi 2005, s.22-25)

Tarkasteltaessa osaamista aihealueittain huomataan, että parhaiten suomalaiset nuoret osasivat määrällisen ajattelun aihealueen, jonka tehtävät he osasivat ratkaista parhaiten tutkimukseen osallistuneiden maiden oppilaista. Ero kaikkiin muihin maihin paitsi Hongkongiin oli tilastollisesti merkittävä. Tämän alueen osaaminen oli suomalaisilla nuorilla myös tilastollisesti merkittävästi muita alueita parempi. Muutos

ja yhteydet - sekä Epävarmuus -aihealueen tehtävissä suomalaiset nuoret sijoittuivat 3. sijalle eron kärkeen ollessa pieni. Aihealueen Tila ja muoto tehtävät suomalaiset nuoret osasivat huonoiten sijoittuen kuitenkin tälläkin alueella viidennelle sijalle. Ero kärkeen tässä aihealueessa oli tilastollisesti merkittävä. Vaikka menestyminen myös tällä aihealueella oli hyvää, voidaan tuloksista päätellä, että suomalaisten nuorten geometrian osaaminen oli muita alueita heikompaa. (Kupari ja Välijärvi 2005, s.17-22) Sama huomio tehtiin myös kansainvälisessä TIMSS 1999 -tutkimuksessa. (Mullis et al. 2000, s.93-107)

Matematiikan tehtävissä poikien suoritukset olivat Suomessa tyttöjä paremmat. Pistemäärien ero oli 7 pistettä, kun sama ero OECD-maissa keskimäärin oli 11 pistettä. Ero oli kasvanut vuodesta 2000, jolloin ero oli ainoastaan yksi piste. Tämä saattoi tosin johtua siitä, että matematiikan ollessa vuonna 2003 pääaihealueena matematiikan tehtävien määrä oli selvästi vuotta 2000 suurempi. (Kupari ja Välijärvi 2005, s.108) Suomessa OECD-maille tyypilliseen tapaan poikien kiinnostus matematiikkaa kohtaan oli tyttöjä suurempaa (Kupari ja Välijärvi 2005, s.153). Tämän lisäksi tytöt luottivat selvästi vähemmän omiin kykyihinsä matematiikan osajina ja kokivat poikia selvästi enemmän ahdistusta matematiikan opiskelussa. Luottamuksessa ja ahdistuneisuudessa suomalaisten poikien ja tyttöjen välisten keskiarvojen erot olivat suurempia kuin OECD-maissa keskimäärin eron luottamuksen osalta ollessa yksi tutkimuksen suurimmista. (Kupari ja Välijärvi 2005, s.158-164)

Kaiken kaikkiaan taustakyselyn tulosten mukaan suomalaiset nuoret pitivät matematiikkaa tärkeänä. Vaikka poikien ulkoinen motivaatio matematiikkaa kohtaan olikin suurempaa, olivat tulokset molempien sukupuolten osalta yli OECD-maiden keskitason. Minäkäsitys matematiikassa oli myös OECD-maiden kanssa samaa luokkaa. 40 % vastanneista ei kokenut olevansa hyviä matematiikassa ja 62 % oli sitä mieltä, ettei ymmärtänyt matematiikan tuntien vaikeimpia asioita. Vaikka suomalaiset nuoret pitivät matematiikkaa tärkeänä, kiinnostus sitä kohtaan oli kuitenkin vähäistä. Erityisen huolestuttavaa oli myös suomalaisten nuorten heikko luottamus matematiikan tehtävistä selviytymiseen, joka oli OECD:n keskiarvoon verrattuna vähäistä. Heikosta luottamuksesta huolimatta suomalaiset nuoret kokivat varsin vähän jännittämistä tai stressiä matematiikan opiskelussaan. (Kupari ja Välijärvi 2005, s.158-164)

Vuoden 2003 PISA-tutkimuksessa tutkittiin kertaluonteisesti myös ongelmanratkaisutaitoa. Tutkimuksessa huomattiin, että matematiikan kokeessa ja ongelmanratkaisukokeessa menestymisessä oli selvä yhteys. Voimakkain yhteys ongelmanratkaisutehtävien tuloksilla oli aihealueen Muutos ja yhteydet tehtävien osaamiseen. Ongelmanratkaisussa Suomi sijoittui kärkeen yhdessä samantasoisten Korean, Japanin

ja Hongkongin kanssa. Myös ongelmanratkaisussa suomalaisten nuorten pistemäärien keskihajonta oli OECD-maiden pienimpiä. Kärkimaista yhtä pieni hajonta oli ainoastaan Korealla. Huomattavaa oli erityisesti suomalaisten heikkojen oppilaiden menestys. He saavuttivat vertailussa yli 80 pistettä korkeamman pistemäärän kuin OECD-maiden heikoimmat keskimäärin. Sen sijaan suomalaisten nuorten parhaiden oppilaiden osaaminen jäi muista tutkimuksen huippumaista. Suomalaisista nuorista 30 % ylsi kolmiportaisella arviointiasteikolla korkeimmalle osaamisen tasolle, kun taas esimerkiksi Japanissa sama arvo oli 36 % ja Hongkongissa 35 %. Toisaalta keskimäärin korkeimmalle tasolle OECD-maiden nuorista pääsi vajaa viidennes. Näin ollen suomalaisten menestyksen salaisuutena myös ongelmanratkaisutehtävissä oli heikkojen oppilaiden hyvä osaamisen taso, kun taas suomalaisten oppilaiden paras neljännes näiden tulosten valossa hieman alisuoriutui. (Kupari ja Välijärvi 2005, s.97-107)

7.3.3 Matematiikan osaamisen kehittyminen PISA-tutkimusten valossa vuosina 2000-2006

Vuoden 2000, 2003 ja 2006 tutkimuksia vertailtaessa huomataan, että kärkipään maat ovat Suomi mukaan lukien säilyttäneet tasonsa. Vaikka tulosten vertailu on vaikeaa poikkeavista painotuksista ja tehtävistä johtuen, näyttäisi siltä, että Suomen tulokset ovat hieman parantuneet tutkimusten aikana. Tästä kertovat muun muassa joka kokeessa hieman kohonnut matematiikan alueen pistemäärä sekä suomalaisten nuorten sijoituksen parantuminen suhteessa muihin maihin. (Arinen ja Karjalainen 2007, s.35-36) Samaan aikaan kuitenkin erot tyttöjen ja poikien osaamisessa ovat kasvaneet. Vuonna 2000 tyttöjen ja poikien osaamisen ero oli 1 piste. Vuonna 2003 laajemmassa testissä ero oli 7 pistettä ja vuonna 2006 osaamisen ero oli jo 12 pistettä, joka on pisteen OECD-maiden keskiarvoa suurempi. (Arinen ja Karjalainen 2007, s.44)

Matematiikan osaamisen osalta tutkimuksia vertailtaessa on muistettava, että vuonna 2000 ja 2006 matematiikan tehtävien määrä oli huomattavasti pienempi kuin vuonna 2003, jolloin matematiikka oli tutkimuksen pääkohteena. Lisäksi vuoden 2003 ja 2006 tehtävät poikkesivat merkittävästi toisistaan. Tästä johtuen vuosien 2006 ja 2003 matematiikan osaamisen vertailu ei ole mielekäästä (Arinen ja Karjalainen 2007, s.36). Vuosien 2000 ja 2003 tuloksia vertailtaessa niiden yhteneviltä osilta huomattiin, että aihealueiden Tila ja muoto sekä Muutos ja yhteydet tulokset olivat kohentuneet. Muutokset olivat tosin pieniä. Aihealueen Tila ja muoto kokonaispistemäärä oli kasvanut 6 pistettä kun keskimäärin muutosta pistemäärissä oli 2 pistettä. Vaikka tehtävät eivät olleet tutkimuskerroilla samat, näyttäisi siltä, että osaamises-

sa oli tapahtunut pientä parantumista. Tarkemman tarkastelun mukaan kehitys oli tapahtunut erityisesti heikkojen oppilaiden osaamisessa, mikä näkyi keskihajonnan pienenemisestä. Aihealueella Muutos ja yhteydet suomalaisten pistemäärä oli parantunut 14 pistettä, kun muutos OECD-maiden pistemäärissä oli keskimäärin 11 pistettä. Samalla kuitenkin tällä alueella keskihajonta oli suurentunut. Näyttäisikin siltä, että hienoinen parannus on tapahtunut erityisesti hyvien oppilaiden suorituksissa. (Kupari ja Välijärvi 2005, s.26-27)

7.4 Matematiikan osaaminen ylioppilaskirjoituksissa

Tässä luvussa tarkastellaan ylioppilaskirjoitusten pitkän matematiikan kokeen tulosten ja osallistujamäärien kehitystä 2000-luvulla ja pyritään selvittämään, mitä tämän perusteella voidaan päätellä pitkän matematiikan kokeeseen osallistuneiden osalta matematiikan osaamisen tasosta lukion päättyessä. Tulosten kehitystä arvioi-
dessa lähteenä käytetään ylioppilastutkintolautakunnan vuosina 2006, 2007 ja 2008 julkaisemia tilastojulkaisuja (Ylioppilastutkintolautakunta 2006, 2007 ja 2008), joissa on esitetty pitkän matematiikan kokeeseen vuosina 1997-2008 osallistuneet koke-
laat, sekä ylioppilastutkintolautakunnan toimesta matemaattis-luonnontieteellisten
aineiden aikakauslehti Dimensiossa vuosittain julkaistuja artikkeleita (Lahtinen 1996-
2008), joissa käsitellään kevään matematiikan kirjoitusten tuloksia tarkemmin ja ar-
vioidaan niiden pohjalta matematiikan osaamisen tasoa ja ongelmakohtia. Tässä
luvussa on tarkoitus vetää näiden lähteiden informaatiota yhteen ja pohtia millaisia
johtopäätöksiä niiden pohjalta voidaan vetää lukion pitkän matematiikan oppimää-
rän suorittaneiden matematiikan osaamisen tasosta lukio-opintojen päättyessä.

7.4.1 Ylioppilaskirjoituksen muutokset 2000-luvulla pitkän matematiikan kokeen näkökulmasta

2000-luvun aikana ylioppilastutkinto kävi läpi suuria muutoksia. Koko tutkintoon vaikuttavia merkittäviä muutoksia olivat vuoden 2005 ylioppilastutkinnon vaatimusten uudistaminen sekä vuoden 2006 kaikkien aineiden yhteisen reaalikokeen muuttaminen yksittäisiksi ainereaalikokeiksi. Lisäksi pitkän matematiikan kokeen rakennetta muutettiin vuosina 2000 (Lahtinen 2000) ja 2007 (Lahtinen 2007). Tässä luvussa kerrotaan pitkän matematiikan kokeeseen ja sen osallistujamääriin ja tuloksiin vaikuttaneista muutoksista.

Vuonna 2000 ylioppilaskirjoitusten matematiikan kokeen valinnaisuus lisääntyi selvästi. Aikaisemman 10 pakollisen tehtävän sijaan, joista tosin osa sisälsi vaihtoeh-

toisia osia, pitkän matematiikan koe piti sisällään 15 valinnaista tehtävää, joista oppilaan oli mahdollista valita 10 itselleen parhaiten sopivaa tehtävää. Tehtävät oli sijoitettu kokeeseen likimääräiseen vaikeusjärjestykseen. Viimeiset tehtävät oli rakennettu mittaamaan syventävissä kurseissa vaadittavia taitoja. Muutoksella pyrittiin paremmin mittaamaan luokattoman lukion erilaisten kurssitarjottimien mukaista osaamista. Lisäksi valinnaisuuden lisääntymisen toivottiin vaikuttavan myönteisesti myös matematiikan kirjoittaneiden määriin. (Lahtinen 2000)

Valinnaisuuden lisääntyminen näkyi keskitasoa parempien oppilaiden lisääntyneinä hyvinä tuloksina. Sen sijaan heikkojen oppilaiden tuloksia valinnaisuus ei parantanut. Pitkän matematiikan kirjoittajien määrät kasvoivat 2000-luvun alkupuolella. (Lahtinen 2000, 2001) Tähän kuitenkin saattoi vaikuttaa osaltaan myös ylioppilas-kirjoitusten yleisen suosion kasvu sekä vuonna 1996 alkanut LUMA-ohjelma (tarkemmin luvussa 2), jonka yhtenä tavoitteena oli pitkän matematiikan kirjoittaneiden määrän kasvu (LUMA-loppuraportti). Tarkemmin pitkän matematiikan kirjoittaneiden määriä on käsitelty luvussa 7.4.2.

Vuonna 2005 pitkän matematiikan ylioppilastutkintoa uudistettiin merkittävästi. Ennen kevättä 2005 ylioppilastutkinnon pakollisiin kokeisiin kuuluivat äidinkielen, vieraan pitkän kielen ja toisen kotimaisen kielen koe sekä vaihtoehtoisena joko matematiikan koe tai reaalikoe. Vuoden 2005 uudistuksessa pakollisena kirjoitettavana säilyi ainoastaan äidinkielen koe, jonka lisäksi oppilaan oli valittava kolme koetta pakolliseksi neljän kokeen joukosta, joita olivat toinen kotimainen kieli, pitkä vieras kieli, matematiikan koe ja reaalikoe. Tämän ansiosta oppilaan oli mahdollista kirjoittaa tutkinnossaan pakollisena sekä matematiikan koe että reaalikoe. (Lahtinen 2005)

Uudistus vaikutti merkittävästi pitkässä matematiikassa jo paljon huolta aiheuttaneeseen ylimääräisten kirjoittaneiden suureen määrään ja toisaalta heidän heikkoihin tuloksiinsa. (Tarkemmin luvussa 3.2.3 Uudistuksen ansiosta pakollisten kirjoittaneiden määrä lähti selvään nousuun. Pakollisten kirjoittaneiden määrän lisääntyminen ei parantanut kuitenkaan merkittävästi pitkän matematiikan kokeen tuloksia. Vaikka pitkän matematiikan pakollisena kirjoittaneet saivat edelleen suurimman osan laudatureista, vuodesta 2005 alkaen myös pakollisena pitkän matematiikan kirjoittaneiden osuus hylätyistä arvosanoista kasvoi. (Lahtinen 2005-2008) Tarkemmin ylimääräisten ja pakollisten kirjoittaneiden suorituksia on tarkasteltu luvussa 7.4.2.

Pitkän matematiikan kokeen rakenne vakiintui 2000-luvulla muotoon, jossa tehtävät 1-3 mittasivat pitkän matematiikan oppisisältöjen mukaisten perusasioiden hallintaa, tehtävät 4-10 muodostivat asteittain vaikeutuvan loppuosan ja tehtävät 11-15

mittasivat syventävien valinnaisten kurssien hallintaa. Tämä mahdollisti myös tulosten paremman vertailun ja toisaalta myös oppilaiden ongelmakohtien tunnistamisen. Vakiintuneessa rakenteessa ainoastaan tunnilla käytyjen perustehtävien hallinnalla oli mahdollista saada kokeesta jopa 18 pistettä. Koe paljasti kuitenkin, että osalla oppilaista peruslaskutaitojen hallinta oli pitkän matematiikan tuntimäärään verrattuna heikoissa kantimissa. (Lahtinen 2000-2009)

Vuonna 2007 pitkän matematiikan kokeeseen lisättiin niin sanotut jokeritehtävät, jotka sijoitettiin 15 tehtävän joukossa tehtäviksi 14 ja 15. Jokeritehtävät ovat tavallista tehtävää vaativampia ja laajempia tehtäviä, joissa edellytetään oikean vastauksen lisäksi perustelujen ja esityksen selkeyttä. Jokeritehtävistä on mahdollista saada jopa 9 pistettä tavallisen tehtävän 6 pisteen sijaan. Jokeritehtävien lisäämisen jälkeen pitkän matematiikan kokeen maksimipistemäärä nousi 66 pisteeseen aikaisemmasta 60 pisteestä. Jokeritehtävien valinta on kuitenkin ollut keväänä 2007-2009 kokonaisuudessaan verrattuna vähäistä. Niinpä laudaturin pisteraja on toistaiseksi pysynyt alle 60 pisteen, mikä tarkoittaa sitä, että ylimmän arvosanan voi saavuttaa myös ilman jokeritehtävien ratkaisemista. (Lahtinen 2007-2009)

7.4.2 Pitkän matematiikan kokeen osallistujamäärien ja tulosten kehitys 2000-luvulla

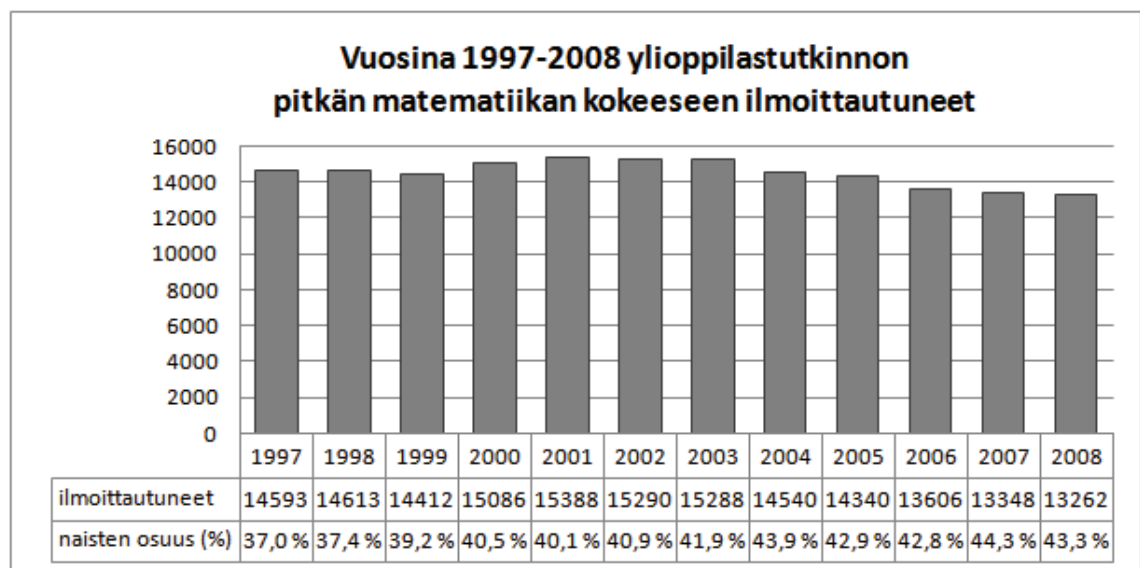
Osallistujamäärien kehitys

Ylioppilastutkinnon suosio ja tutkinnon suorittaneiden määrät nousivat jyrkästi 1990-luvun lopussa. 2000-luvun alussa kasvu kuitenkin tasaantui. Vuoden 2002 huippuvuoden jälkeen ylioppilaskirjoitusten tutkintomäärät kääntyivät kevään osalta hienoiseen laskuun. Ylioppilastutkinnon suosion tavoin myös pitkän matematiikan kokeen vuosittaiset ilmoittautumismäärät kasvoivat selvästi vuosituhannen vaihteessa saavuttaen vuonna 2003 huippunsa, joka oli 15 045 ilmoittautunutta. Tämän jälkeen myös pitkän matematiikan kokeeseen ilmoittautuneiden määrät alkoivat laskea tasaisesti. (Ylioppilastutkintolautakunta 2007, s.13)

Kevään kirjoitusten pitkän matematiikan kokeeseen osallistuneiden osuus kaikista ylioppilaskirjoituksiin osallistuneista pysyi 2000-luvulla pääsääntöisesti kuitenkin lähes samana lukuun ottamatta vuoteen 2006 tapahtunutta notkahdusta (Lahtinen 2006). Viimeisten vuosien ilmoittautuneiden määriä tarkastellessa näyttäisi kuitenkin siltä, että pitkän matematiikan kokeeseen ilmoittautuneiden lasku olisi tasaantumassa (Ylioppilastutkintolautakunta 2008). Myös matematiikan kirjoittajien osuus kaikista kokelaista näyttää pysyvän samana (Lahtinen 2008, 2009). Vuonna 2008

pitkän matematiikan kokeeseen ilmoittautui 13 262 kirjoittajaa (Lahtinen 2008). Ylioppilastutkintolautakunnan vuonna 2007, 2008 ja 2009 julkaisemista tilastojulkaisuista (Ylioppilastutkintolautakunta 2007, 2008 ja 2009) kerätyt tiedot pitkän matematiikan kokeeseen vuosina 1997-2008 ilmoittautuneista kokelaista on esitetty tarkemmin kuvassa 7.2.

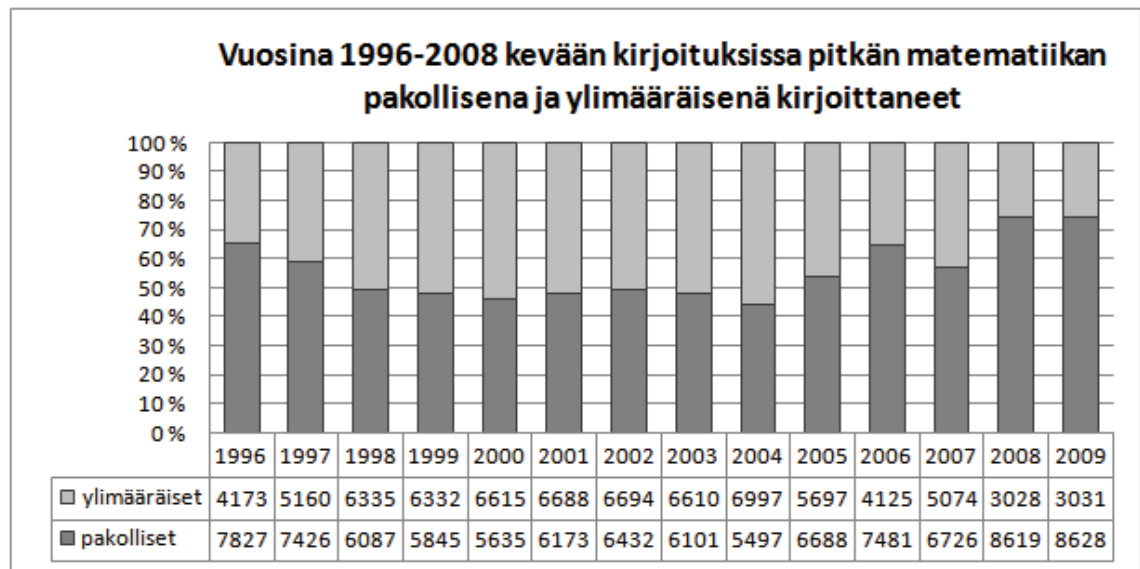
Naisten osuus pitkän matematiikan kirjoituksissa on kasvanut vuosina 1997-2008 hienoisesti koko ajanjakson ajan (Lahtinen 1997-2008). Kun vuonna 1997 pitkän matematiikan kirjoittaneista 37,0 % oli naisia (Lahtinen 1997), vuonna 2008 sama osuus oli 43,3 % (Lahtinen 2008). Vaikka naisten osuus pitkän matematiikan kirjoittaneista on kasvanut tasaisesti, keväällä 2008 naisista edelleen vain 55 % kirjoitti pitkän matematiikan pakollisena, kun miehistä vastaavan päätöksen teki 84 % (Lahtinen 2008). Pakollisena pitkän matematiikan kokeen kirjoittaneiden naisten osuus on kuitenkin kasvanut selvästi vuoden 2005 tutkintouudistuksen myötä, sillä vuonna 2004 pitkän matematiikan pakollisena kirjoitti vain 30 % kokeeseen osallistuneista naisista (Lahtinen 2004). Naisten osuus kaikista kirjoittajista on niin ikään esitetty prosentteina kuvassa (Ylioppilastutkintolautakunta 2007-2009) 7.2.



Kuva 7.2: Pitkän matematiikan ylioppilaskokeeseen ilmoittautuneet vuosina 1997-2008

Vuodesta 1996 pitkän matematiikka oli mahdollista kirjoittaa myös ylimääräisenä. Muutoksen johdosta ylimääräisenä kirjoittaneiden määrät lähtivät jyrkkään nousuun samalla kun pakollisena matematiikan kirjoitti yhä harvempi opiskelija. Vaikka pakollisena kirjoittaneiden tulostasoa säilyi lähes samana, pitkän matematiikan ylimääräisenä kirjoittaneet erottuivat tuloksissa selvästi heikoimpana ryhmänä. (Joutsenlahti 2005, s.118) Pahimmillaan ero pitkän matematiikan pakolliseksi ja ylimääräiseksi valinneiden kirjoittajien tuloksissa oli keskimäärin 1,37 (Lahtinen 2004). (1990-luvun kehitys tarkemmin luvussa 3.2).

2000-luvulla ylimääräisenä pitkän matematiikan kokeen kirjoittaneiden osuudet jatkoivat laskuaan. Keväällä 2004 pitkän matematiikan pakollisena kirjoitti enää 44 % kaikista kokeeseen osallistuneista (Lahtinen 2004). Keväällä 2005 tutkintouudistuksen myötä pakollisena pitkän matematiikan kirjoittaneiden osuudet lähtivät selvään nousuun. Heti keväällä 2005 pitkän matematiikan pakollisena kirjoitti 55 % opiskelijoista. (Lahtinen 2005) Keväällä 2008 vastaava osuus oli jo 74 % (Lahtinen 2008). Pakollisena kirjoittaneiden osuuden lisääntyessä ylimääräisenä ja pakollisena kirjoittaneiden opiskelijoiden keskimääräinen tasoero kaventui yhteen arvosanayksikköön (Lahtinen 2005-2008). Kuvassa 7.3 on esitetty tarkemmin Ylioppilastutkintolautakunnan aikakauslehti *Dimensio*ssa vuosittain julkaisemista tilastoista (Lahtinen 1996b-2009) kerätyt tiedot pitkän matematiikan kokeen keväänä 1996-2008 kirjoittaneiden osuudet kaikista kirjoittaneista.

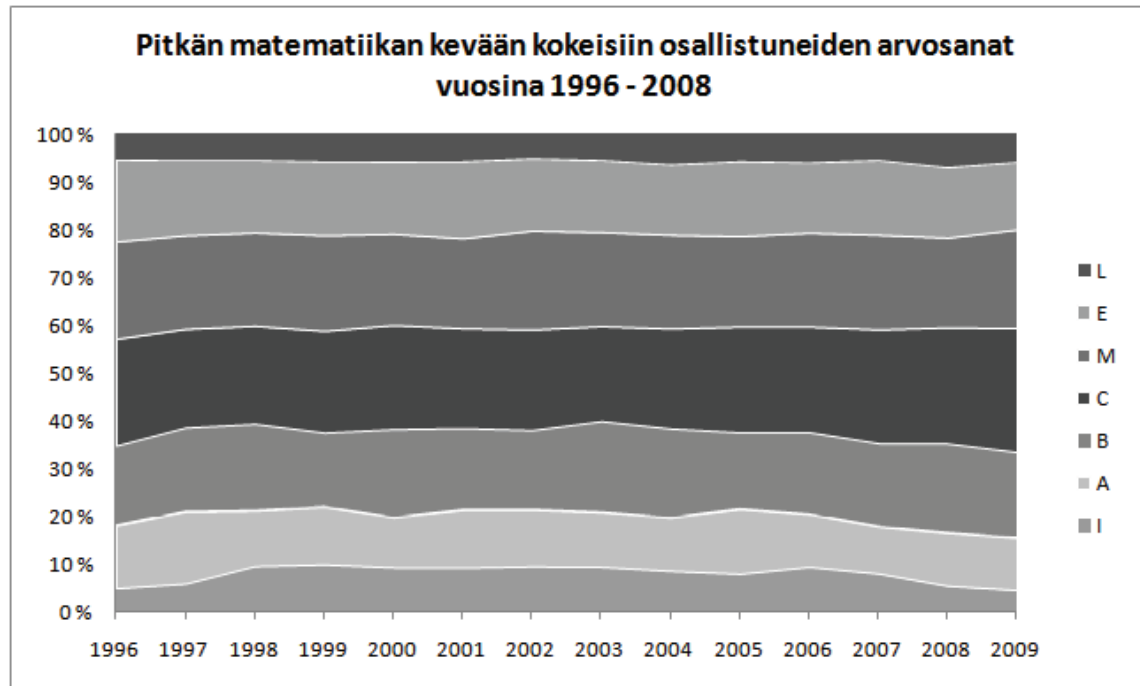


Kuva 7.3: Vuosina 1996-2008 kevään kirjoitusten pitkän matematiikan kokeen pakollisena ja ylimääräisenä kirjoittaneiden osuudet

Tulosten ja osaamisen kehitys

Tarkasteltaessa matemaattis-luonnontieteellisten aineiden aikakauslehti *Dimensio*ssa kevään kirjoituksia käsitteleviä artikkeleita, (Lahtinen, 1996b-2009), näyttäisi siltä, että matematiikan taso on pysynyt 1990-luvulla tapahtuneiden romahdusten (tarkemmin luvussa 3.2.3) jälkeen 2000-luvulla varsin vakaana. Kuvassa 7.4 on esitetty kevään kirjoitusten eri arvosanan saaneiden osuudet kaikista kirjoittaneista (Lahtinen 1996b-2009).

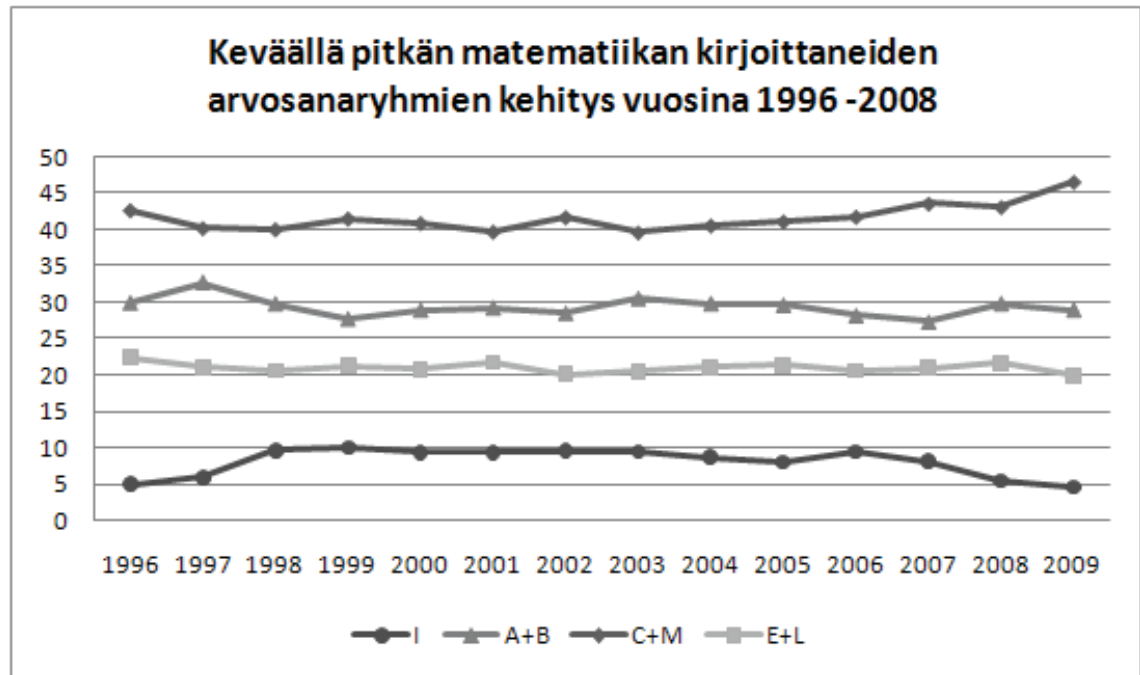
Vaikka vuonna 2005 ylioppilastutkintouudistuksen ansiosta pakollisena kirjoittaneiden määrien lisääntyminen ei tuottanut tuloksiin toivottua selkeää parannusta, vaan



Kuva 7.4: Ylioppilaskirjoitusten pitkän matematiikan kokeen eri arvosanojen osuudet suorituksista

näkyi lähinnä pakollisten kirjoittaneiden osalta hylättyjen arvosanojen suurempana määränä, on vuoden 2005 jälkeisissä tuloksissa nähtävissä hienoista parannusta juuri huonompien arvosanojen osalta. Kuvaajaa tarkasteltaessa näyttäisi siltä, että arvosanojen heikoimpien arvosanojen approbatur (A), lubenter approbatur (B) sekä hylätyn improbatur -arvosanan (I) saaneiden oppilaiden osuudet kaikista kirjoittaneista ovat 2000-luvun loppupuolella laskeneet. Samalla näyttäisi siltä, että keskimmäisten arvosanojen, joita ovat cum laude approbatur (C) ja magna cum laude approbatur (M) osuudet kaikista arvosanoista ovat lisääntyneet alempien arvosanojen ja toisaalta osittain myös parhaiden arvosanojen, joita ovat eximia cum laude approbarut (E) ja laudatur (L) ja, kustannuksella. (Tarkemmin arvosanoista on kerrottu luvussa 3.2.1). Kun jaetaan arvosanat kolmeen ryhmään, joita ovat hylätyt (arvosana I), arvosanan A tai B saaneet, arvosanan C ja M saaneet, sekä arvosanan E tai L saaneet, ja verrataan näiden ryhmien oppilasmäärien kehitystä (Kuva 7.5), näyttäisi siltä, että keskimmäisten arvosanojen määrät ovat kasvaneet kirjoittajien määrrien laskusta huolimatta, kun taas hylättyjen ja toisaalta arvosanoista E tai L saaneiden määrät ovat vähentyneet eniten.

Vuoden 2005 jälkeisen kehityksen syitä on vaikea määrittää ilman tarkempia tietoja, eikä siitä voida vetää suoria johtopäätöksiä heikkojen oppilaiden arvosanojen parantumisesta ja toisaalta parempien oppilaiden matematiikan osaamisen hienoisesta heikentymisestä. Arvosanaosuuksien muutokset voivatkin johtua pakollisena



Kuva 7.5: Ylioppilaskirjoitusten pitkän matematiikan kokeen suorittaneiden eri arvosanaryhmien osuudet keväinä 1996-2009.

kirjoittaneiden määrien muutosten lisäksi yksinkertaisesti myös kokeiden vaikeusasteen muutoksesta. Kun verrataan eri arvosanoihin vaadittavien pistemäärien kehitystä, näyttäisi kuitenkin siltä, ettei niissä ole näkyvissä selkeää muutosta suuntaan tai toiseen. (Lahtinen 1996b-2009) Näin ollen eri arvosanaosuuksien muutos ei selity pelkästään arvostelun muutoksena.

Matematiikan osaamisen ongelmakohtia

Pitkän matematiikan kokeen vakiintunut rakenne mahdollisti entistä paremmin myös oppilaiden taitojen arvioinnin kokeen tulosten perusteella. Vaikka pitkän matematiikan osaamistaso pysyikin 2000-luvulla varsin vakaana, ylioppilastutkintolautakunnan vuosittain matemaattis-luonnontieteellisten aineiden aikakauslehti *Dimensio*ssa julkaistavassa kevään matematiikan kokeiden selonteissa (Lahtinen 2000-2009) esitettiin 2000-luvulla toistuvasti huoli peruslaskutaitojen heikosta hallinnasta erityisesti heikkojen oppilaiden osalta (muun muassa Lahtinen 2002-2004 ja 2007). Koska pitkän matematiikan kolme ensimmäistä tehtävää, joista oli mahdollista saada 18 pistettä, mittasivat ainoastaan pitkän matematiikan oppimäärän mukaisten perusasioiden hallintaa, näytti siltä, että heikoilla oppilailla matematiikan perustaidoissa oli suuria puutteita. Myös paremmin menestyneiden oppilaiden suorituksissa näkyi peruslaskutaitojen rutiinin puuttuminen, mikä ilmeni suurena laskuvirheiden ja

suorituksen matemaattiselle kielelle merkitsemisessä tapahtuneiden virheiden määränä. Lisäksi 2000-luvulla ylioppilaskirjoitusten pitkän matematiikan koesuorituksissa osalla oppilaista matemaattinen esitystapa ja erityisesti tehtävien perustelevien tuottivat ongelmia. Myös matemaattisen ajattelun ja soveltavimpien tehtävän mallintamisessa oli nähtävissä puutteita. Näin ollen ylioppilastutkintolautakunnan vuosittaisten selontekojen mukaan pitkän matematiikan kokeen, jonka tarkoituksena oli mitata oppilaan matemaattisen ajattelun kypsyttä, tulosten perusteella osalla pitkän matematiikan opiskelleista oppilaista opetussuunnitelmien perusteiden määrittelemässä kypsyystasossa oli nähtävissä selviä puutteita. (Lahtinen 2000-2009)

7.5 Matematiikan osaaminen tekniikan alan yliopisto-opintojen alussa

Matematiikan osaamisen tasoa yliopisto-opintojen alussa on tarkasteltu Tampereen teknillisen yliopiston (TTY) 2005 vuonna julkaistussa tutkimuksessa ”TTY:n insinöörimatematiikan opiskelijoiden asenteet, taidot ja opetuksen kehittäminen” (Pohjolainen et al. 2006). TTY:n tutkimuksen tavoitteena oli tutkia opiskelijoiden peruslaskutaitoja sekä asenteita matematiikan opiskeluun, sekä selvittää niiden vaikutusta matematiikan osaamiseen ja ensimmäisestä matematiikan kurssista selviytymiseen. Aineiston avulla opiskelijat pyrittiin jakamaan ryhmiin asenteidensa, motivaationsa sekä oppimisstrategioidensa mukaan ja näin löytämään keinoja matematiikan opetuksen kehittämiseen. Tavoitteena oli myös saada faktoja opettajien kokemusten rinnalle, joiden mukaan opiskelijoiden perustaitotaso on heikentynyt ja matemaattisten taitojen tason hajonta olisi kasvanut. (Pohjolainen et al. 2006, s.15-16)

TTY:n tutkimuksessa tutkittiin matematiikan perustaitotestin tuloksia ja sitä seurannutta matematiikan kertaamista eli jumppaa. Perustaitotesti toteutettiin kaikille syksyllä 2004 insinöörimatematiikan opintonsa aloittaville TTY:n opiskelijoille. Tutkimukseen osallistui kaikkiaan 860 oppilasta, joille insinöörimatematiikan opinnot kuuluvat osaksi perusopintoja. Tutkimuksen ulkopuolelle jäivät teknis-luonnontieteellisen koulutusohjelman opiskelijat, jotka suorittavat insinöörimatematiikan sijaan laajan matematiikan opinnot (Pohjolainen et al. 2006, s.22-23).

Koska insinöörimatematiikan opinnot korvaava laajan matematiikan opintokokonaisuus on pakollinen opiskelijoille, jotka haluavat suorittaa matematiikan aineopinnot ja sitä kautta mahdollisesti opiskella matematiikkaa pää- tai sivuaineenaan (TTY:n opinto-opas 2005 - 2006), perustaitotestiaineisto ei koske TTY:n matematiikan pää- tai sivuaineopiskelijoita. Näin ollen on muistettava, että testiaineisto kuvaa diplomi-insinööriopiskelijoiden niin sanottua perusainesta, joille matematiikka

sinänsä on väline eikä yleensä itse opiskelujen päätoiminen kohde.

Testistä ilmoitettiin opiskelijoille heti ensimmäisellä insinöörimatematiikan luennolla. Näin ollen opiskelijoille jäi aikaa valmistautua ja kerrata mahdollisia perustaitojen puutteita jo etukäteen. Testit järjestettiin toisella ja kolmannella opetusviikolla mikroluokassa tietokoneavusteisesti. Testiin osallistui yhtä aikaa 45 oppilasta. Kokonaisuudessaan testin suorittamiseen oli varattu aikaa 60 minuuttia, joista noin 10 minuuttia käytettiin asenteiden, intentioiden ja orientaatioiden kartoittamiseen niin sanotun testikyselyn avulla ja 45 minuuttia oli varattu testin matemaattisen osion eli varsinaisen perustaitotestin suorittamiseen. Sen lisäksi testitilaisuuden aluksi opiskelijat syöttivät ohjelmalle tiedot koulutusohjelmasta ja opintojen suorittamisvuodesta. (Pohjolainen et al. 2006, s.23-24)

Perustaitotesti koostui 16 lyhyestä perustehtävästä, joiden tarkoituksena oli mitata lukion matematiikan perusasioita kahdeksassa eri aihepiirissä. Aihealueiksi oli valittu luvut, lausekkeet, yhtälöt, epäyhtälöt, logaritmit ja eksponenttilausekkeet, trigonometria, derivaatta sekä integraali. Tehtävät arvosteltiin oikein/väärin-arvostelulla, jolloin jokaisesta oikeasta vastauksesta sai pisteen, kun taas väärä vastaus ei kerryttänyt pistemäärää. Kaiken kaikkiaan testistä oli mahdollista saada 0-16 pistettä oikein vastattujen tehtävien määrästä riippuen. Perustaitotestissä opiskelijan oli ratkaistava tehtävä ilman laskinta tai kirjallisuutta kuten esimerkiksi taulukkokirjoja. Tehtävien ratkaiseminen tapahtui tavallisen koetilanteen tapaan kynällä ja paperilla, jonka jälkeen lopputulos syötettiin tietokoneella vastauskenttään. Vastauksen syöttämisen jälkeen ohjelma ilmoitti opiskelijalle, oliko hänen antamansa vastaus oikein vai väärin. Jos vastaus oli väärin, opiskelijalla oli mahdollisuus yrittää tehtävää uudelleen. Kaiken kaikkiaan opiskelijalla oli käytettävissään tehtävää kohti kolme yritystä antaa oikea vastaus, jonka jälkeen tehtävä sulkeutui. (Pohjolainen et al. 2006, s.23-24)

Perustaitotestin perusteella 19,8 % (n=170) opiskelijoista ohjattiin kertaamaan matematiikan perustaitoja matematiikkajumpalla. Nämä opiskelijat saivat perustaitotestistä korkeintaan 5 pistettä 16 mahdollisesta pisteestä. Yhteensä siis 690 oppilasta sai perustaitotestistä tulokseksi 6-16 pistettä ja näin ollen läpäisi testin. Joka viidennellä TTY:n tutkimuksen tekniikan alan yliopisto-opinnot aloittavalla opiskelijalla oli siis merkittäviä puutteita lukion peruslaskutaitojen hallinnassa. (Pohjolainen et al. 2006, s.28)

TTY:n tutkimuksessa verrattiin perustaitotestin tuloksia ensimmäisen kaikille pakollisen matematiikan kurssin Insinöörimatematiikka 1 suoritusmenestykseen. Kaiken kaikkiaan Insinöörimatematiikka 1 -kurssille osallistuneista 28,4 % hylättiin ja

64,2 % hyväksyttiin. 7,3 % kurssille osallistuneista ei osallistunut välikokeisiin eikä ensimmäiseen tenttiin (Pohjolainen et al. 2006, s.30). Hylättyjen määrä on kohtuullisen suuri ottaen huomioon, että kyseessä on kaikille testiin osallistuneille pakollinen ensimmäinen kurssi, joka luo pohjaa myöhemmin opiskeltaville matematiikan kursseille (TTY:n opinto-opas 2006).

Kun verrattiin perustaitotestin tuloksia ensimmäisestä insinöörimatematiikan kurssista selviytymiseen, huomattiin, että niiden välillä on selvä yhteys. Ne, jotka suoriutuivat heikosti matematiikan perustaitotestissä, olivat vaikeuksissa myös Insinöörimatematiikka 1 -kurssilla. Jumppaan ohjatuista oppilaista 65 % ei suorittanut kurssia hyväksytysti kertauksesta huolimatta. Lisäksi kurssista hyväksytyistä 78 % sai arvosteluasteikolla 1-5 arvosanaksi 1 tai 2, kun vastaava arvo kaikista perustaitotestin suorittaneista oli 49 %. Perustaitotestissä heikosti menestyneiden tasosta kertoo myös se, että heistä vain yksi opiskelija (0,7 %) saavutti kurssista korkeimman arvosanan. Toisaalta perustaitotestissä hyvin suoriutuneet suoriutuivat myös kurssista hyvin: Niistä, jotka saivat perustaitotestistä 9-16 pistettä, 82,2 % suoritti kurssin hyväksytysti. Vastaavasti heistä vain 14,4 % hylättiin. 3,4 % ei osallistunut Insinöörimatematiikka 1:n tenttiin. Huomattavaa on myös, että 18,3 % perustaitotestistä hyvin suoriutuneista sai korkeimman arvosanan Insinöörimatematiikka 1 -kurssista, kun taas koko opiskelija-aineksesta korkeimman arvosanan saavutti 11,0 %. (Pohjolainen et al. 2006, s.30-31)

Vaikka perustaitotestin voidaankin ajatella kuvaavan lukiomatematiikan perusrutiinien sujuvaa hallintaa eikä niinkään syvällistä matematiikan ymmärtämisen tasoa, näyttää siltä, että perustaitojen hallinta määrää osaltaan sitä, kuinka opiskelija selviytyy myöhemmin jo syvällisempää matematiikan hallintaa vaativilla teknillisen yliopiston kursseilla. Voisikin sanoa, että algebran perustaitojen ja lukion rutiinien puutteellinen hallinta tuottaa vaikeuksia syvällisemmän matematiikan ymmärtämisessä ja yliopistotasoisten matematiikan kurssien hallinnassa.

Matematiikan taitojen kertaukseen ohjattujen oppilaiden ongelmakohtia eriteltäessä huomattiin, että osalla oppilaista oli ongelmia peruslaskutoimitusten hallinnassa. Virheitä syntyi muun muassa murtolukujen laskemisessa ja sieventämisessä. Suurimpia ongelmia aiheuttivat kuitenkin integrointia ja derivointia vaativat laskutoimitukset. Lisäksi neliöjuuriyhtälöt sekä rationaaliepäyhtälöt tuottivat opiskelijoille vaikeuksia. Peruslaskurutiinien puutteen lisäksi ongelmia aiheutti myös käsitteiden puutteellinen hallinta ja muistaminen. Esimerkiksi funktioihin liittyvät käsitteet, kuten käänteisfunktio, yhdistetty funktio ja funktion nollakohta, tuntuivat olevan hataralla pohjalla. Lisäksi laskusääntöjen ja kaavojen muistaminen oli heikkoa. (Pohjolainen et al. 2006, s.63-64)

TTY:n matematiikan opettajien kokemukset tukevat perustaitotestin pohjalta tehdyn tutkimuksen tuloksia. Kokemusten mukaan matematiikan perustaitotaso on heikentynyt ja lisäksi opiskelijoiden matemaattisten taitojen tason hajonta on kasvanut (Pohjolainen et al. 2006, s.1-2). Sekä Tampereen teknillisessä yliopistossa että Teknillisessä korkeakoulussa (TKK) on havahduttu siihen, että matematiikan tieto- ja taitotaso ei ole teknillisille aloille vaadittavalla tasolla. Nämä matemaattiset perustaidot ovat välttämättömiä luonnontieteellis-teknillisen alan yliopisto-opinnoissa (Huikkola et al. 2008). Puutteet matematiikan ja fysiikan perustaidoissa ennustavat huonoa menestystä myöhemmissä tekniikan opinnoissa (Erkkilä ja Valovirta 2007, s.26-27). Matematiikan ymmärtäminen ja osaaminen on siis opiskelijoiden opiskelun kannalta merkittävässä asemassa.

Solmu-lehden erikoisnumerossa 2005/1 käytiin keskustelua siitä, voidaanko matematiikan osaamisesta vetää johtopäätöksiä pelkästään algebran perustaitojen sekä laskurutiinien ja käsitteiden osaamisen pohjalta. (mm. Kivelä 2005, Tarvainen ja Kivelä 2005, Rasila ja Sottinen 2005) TKK:n tutkimuksen mukaan matematiikan perustaitoja mittaava lähtötasotesti näyttääkin selittävän hyvin menestystä joillakin matematiikan osa-alueilla kuten differentiaali- ja integraalilaskennassa, mutta vain vähän koulumatematiikkaan kuulumattomissa yliopistossa opetettavissa uusissa asioissa (Silius et al. 2009, s.4). Näin ollen, vaikka matematiikan perustaidot mahdollistavat matematiikan ymmärtämisen, ei niiden testaamisella pystytä yksin selvittämään opiskelijan matematiikan taitoja. Kuitenkin tekniikan alalla matematiikan perustaitojen hallinta on ensisijaisen tärkeää ja niiden heikko osaaminen johtaa nopeasti ongelmiin insinööritieteitä opiskellessa. Vaikka pääaineopinnot ovat monesti soveltavampia, matematiikan perustaitojen hyvä hallinta helpottaa yleensä myös pääaineopintojen suorittamista (Huikkola et al 2008). Vastaavasti heikko hallinta saattaa johtaa vaikeuksiin pääaineopinnoissa sekä muissa syventävissä opinnoissa. Perustaitojen puute altistaa matematiikan pakollisten peruskurssien rästiin jäämiselle ja jopa opintojen keskeytymiselle (Erkkilä ja Valovirta 2007, s. 27-28).

Tutkimukset kertovat, että tekniikan alan opinnot ovat selvästi viivästymässä. Vuonna 2007-2008 Tampereen teknillisen yliopiston opiskelijoista jopa viidenneksellä opinnot eivät syystä tai toisesta edenneet. Tekniikan opintojen etenemisellä ja matematiikan hallinnalla on selvä yhteys. Opiskelujen etenemistä ja sen syitä käsittelevässä tutkimuksessa Valmiiksi tavoiteajassa (Rantanen ja Liski 2009) kolmannen vuoden opiskelijoilta kysyttiin suoritettujen opintopisteiden määrää ja verrattiin sitä matematiikan pakollisissa opinnoissa suoriutumiseen. Matematiikan pakollisten opintojen suorittaminen oli yhteydessä opintojen etenemiseen yleensä. Opiskelijat, jotka ilmoittivat matematiikan pakolliset opinnot suoritetuiksi, olivat oman arvionsa mukaan suorittaneet keskimäärin 175 opintopistettä kolmen vuoden aikana. Niillä,

joilla matematiikan opintoja oli suorittamatta, opintopisteitä oli arviolta kertynyt keskimäärin 127. Ero on tilastollisesti erittäin merkitsevä. Voidaankin siis päätellä matematiikan perustaitojen heikkenemisen olevan yksi selkeä syy tekniikan opintojen etenemisen hidastumiselle. (Rantanen ja Liski 2009, s.78-79)

7.6 Yhteenvetoa matematiikan osaamisesta 2000-luvulla

Kansallisten matematiikan oppimistulosvertailujen mukaan suomalaisten ala-asteikäisten lasten matematiikan osaaminen on keskimäärin hyvää peruskoulun 6. vuosiluokalla. Oppimistulosvertailujen mukaan heikkojen oppilaiden määrä on suhteellisen pieni ja erittäin hyvin osaajien määräkin on ala-asteella kohtalainen. Parhaiten 6-luokkalaiset oppilaat hallitsivat tietojen käsittelyä, tilastojen käyttöä ja tulkitsemista sekä todennäköisyyksien arviointia vaativat tehtävät. Geometrian tehtävät osattiin myös keskimäärin hyvin, mutta heikkojen oppilaiden osuus oli tällä aihealueella selvästi suurempi. Kaikkein huonoiten osattiin aihealueen Luvut, laskutoimitukset ja algebra tehtävät, joiden osalta osaaminen oli ainoastaan tyydyttävällä tasolla. Huomattavaa oli, että tämän aihealueen tehtävissä erittäin hyvin suoriutuneiden määrä oli kovin pieni ja vastaavasti heikkojen oppilaiden määrä suuri.

Varovaisen arvioinnin mukaan näyttäisi siltä, että peruskoulun ala-asteella oppilaiden matematiikan osaaminen olisi parantunut vuosien 2000 ja 2007 välillä. Tämä kuitenkin saattaa johtua myös tehtävien vaikeustason eroista. Aihealueiden tuloksia vertailtaessa näyttäisi siltä, että vaikka geometrian tehtävissä osaaminen näyttäisi parantuneen, lukujen, laskutoimitusten ja algebran osaamista mittaavissa tehtävissä osaaminen olisi heikentynyt. Vuoden 2007 Opetushallituksen matematiikan oppimisarvioinnin tuloksia tukevat myös 3. vuosiluokan äidinkielen ja matematiikan oppimistulosarvioinnin tulokset (Huisman 2006), joissa algebran osaaminen oli heikkoa ja geometrian osaamisessakin päästiin ainoastaan tyydyttävään osaamiseen. Tässä mittauksessa luvut ja laskutoimitukset osattiin hyvin. Huismanin (2006) tutkimuksen mukaan myös perustelutaidoissa ilmeni oppilailta ongelmia.

Kuitenkin vaikka PISA-tutkimuksen tuloksissa peruskoulun yläluokkien suomalaiset oppilaat ovat sijoittuneet vuosina 2000, 2003 ja 2006 matematiikan osalta OECD-maiden kärkimaiden joukkoon, kansallisten oppimistulosvertailujen mukaan jopa viidesosalla peruskoulun 9. vuosiluokan oppilaista peruslaskutaidot ovat peruskoulun lopussa hataralla pohjalla. Ongelmanratkaisutaidoissa ilmeni puutteita vuonna 2004 kahdella viidesosalla ja päässälaskutaidot olivat korkeintaan kohtalaiset neljäsosalla oppilaista. Vuoden 2004 oppimistulosarvioinnissa huomattiin myös peruslaskutaidon ja ongelmanratkaisutaidon välinen yhteys. Tutkimuksen mukaan näyttäisi siltä,

että peruslaskutaitojen huono hallinta ennustaa huonoa ongelmanratkaisutehtävien hallintaa. Toiseen suuntaan yhteyttä ei kuitenkaan ollut havaittavissa.

Parhaiten oppilaat hallitsivat aihealueiden Luvut ja laskutoimitukset sekä Tilastot ja todennäköisyys tehtävät. Heikoiten hallittiin geometrian sekä aihealueen Algebra ja funktiot tehtävät, joissa myös hajonta oppilaiden tuloksissa oli suurta. Kaikkien suurimmat erot osaamisessa ilmenivät kuitenkin prosenttilaskuissa, joiden keskimääräin hallinta osoittautui yllättävän heikoksi. Kun vuosien 1998-2004 matematiikan oppimistulosarviointien tuloksia verrataan, huomataan, että osaaminen on hieman parantunut lukujen ja laskutoimitusten osalta. Samaan aikaan kuitenkin algebran osalta tulostaso on heikentynyt. Myöskään geometrian osalta osaamisessa ei ole tapahtunut parantumista.

Yläasteen oppimistulosarvioinneissa esille tulleeseen peruslaskutaitojen heikkoon hallintaan on kiinnitetty huomiota myös ylioppilastutkinnon pitkän matematiikan kokeessa. Ylioppilastutkintolautakunnan pitkän matematiikan kokeen tulosten arviointiartikkeleissa on 2000-luvulla esitetty toistuvasti huoli peruslaskurutiinien puutteellisesta hallinnasta erityisesti heikkojen oppilaiden osalta. Peruslaskurutiinien puutos näkyy kuitenkin myös parempien oppilaiden suorituksissa virheiden lisääntymisenä ja matematiikan kielen puutteellisina merkintöinä. Myös ongelman matematiikan kielelle mallintamisessa ja perustelujen esittämisessä on vaikeuksia.

2000-luvulla matematiikan osaaminen on ylioppilaskirjoitusten pitkän matematiikan kokeen tulosten perusteella pysynyt kohtalaisen vakaana. 2000-luvun ylioppilastutkinnon julkaisuraportteja vertailtaessa näyttäisi siltä, että keskimmäisten arvosanojen osuudet ovat hieman lisääntyneet pitkän matematiikan kirjoituksissa. Toisaalta heikoimpien arvosanojen osuudet ovat pienentyneet. Myös ylimpien arvosanojen osuudessa on tapahtunut hienoista laskua. Mahdollisia syitä kehittämiseen on monia ja ilman tarkempaa tutkimusta niitä on mahdoton määrittää aukottomasti.

Myös yliopistoissa on esitetty huoli peruslaskurutiinien heikosta tasosta. Tampereen teknillisen yliopiston perustaitotestiin ja ensimmäisen pakollisen matematiikan kurssin tuloksiin perustuvan tutkimuksen mukaisesti tekniikan alan korkeakouluopinnot aloittavien oppilaiden lukion oppimäärän mukaisten peruslaskutaitojen hallinnassa on havaittavissa selviä puutteita. Peruslaskurutiinin puuttuminen näyttää myös aiheuttavan ongelmia syvällisemmän matematiikan ymmärtämisessä. Matematiikan kurseista suoriutumisella on havaittu olevan merkittävä vaikutus myös tekniikan alan opintojen etenemiseen. Näyttää myös siltä, että 2000-luvun alun LUMA-ohjelman mukainen sisäänottomäärien kasvattaminen tekniikan, luonnontieteiden ja matematiikan alalla on aiheuttanut ongelmia yliopisto-opintojen alussa ja lisännyt

näin yliopistojen omien tukitoimien tarvetta.

Kaiken kaikkiaan matematiikan eri tasoja vertailtaessa näyttäisi siltä, että suomalaisten nuorten käytännönläheisen matematiikan tehtävien ja yksinkertaisten arkielämän matematiikan ongelmien ratkaisutaito on hyvällä tasolla. Kuitenkin sekä kansallisten että kansainvälisten oppimistulosarviointien mukaan oppilaiden geometrian ja algebran osalta osaaminen on selvästi heikompaa. Lisäksi peruslaskutaitojen hallinnassa on parannettavaa.

Tarkasteltaessa matematiikan osaamisen kehitystä näyttäisi siltä, että osaaminen on hieman parantunut ongelmanratkaisussa ja arkielämän matematiikan tehtävissä, kun taas algebran osalta osaaminen näyttää heikentyneen. Myöskään geometrian hallinnassa ei ole tapahtunut toivottua parannusta. Ylioppilastutkimuksen pitkän matematiikan kokeen tulosten mukaisesti lukion pitkän matematiikan kokeeseen osallistuneiden joukossa matematiikan osaaminen on pysynyt 2000-luvulla vakaana.

Kansallisten ja kansainvälisten oppimistulosarviointien perusteella suomalaiset pitävät matematiikan opiskelua tärkeänä, mutta suhtautuvat siitä pitämiseen neutraalisti. Asenteiden osalta sukupuolten välillä on nähtävissä selvä ero. Pojat pitävät matematiikasta tyttöjä enemmän. Lisäksi poikien suhtautuminen omaan osaamiseen on selvästi tyttöjä myönteisempi. Matematiikan osaamisessa tyttöjen ja poikien tulosten erot ovat pieniä ja vaihtelevat tutkimusten tehtävien mukaan. Myös PISA 2003 -tutkimuksessa havaittiin suomalaisten poikien myönteisemmät asenteet omaa oppimistaan ja matematiikkaa kohtaan. PISA-tutkimusten valossa näyttäisi myös siltä, että poikien ja tyttöjen erot matematiikan osaamisessa olisivat hieman kasvamassa. Tämä saattaa johtua kuitenkin eri vuosien tulosten erilaisista tehtävämääristä.

Kaiken kaikkiaan näyttäisi siltä, että suomalaisten nuorten suhtautuminen matematiikkaa kohtaan on pysynyt 2000-luvulla varsin vakaana. Tätä tukee myös se, että pitkän matematiikan ylioppilaskirjoituksissa pitkän matematiikan kirjoittaneiden osuus kaikista kirjoittaneista on pysynyt 2000-luvulla lähes samana.

8. POHDINTAA MATEMATIIKAN LUMA-TOIMINNAN VAIKUTUKSISTA JA KEHITYSTARPEISTA

LUMA-toiminnan tavoitteena on kehittää matematiikan opetusta ja osaamista. Yhtenä kehittämistavoitteena oli nuorten ongelmanratkaisutaidon ja soveltamistaitojen kehitys entistä paremmalle tasolle. PISA-tutkimusten mukaan suomalaisten nuorten kyky ratkaista arkielämän ongelmia matematiikan keinoin onkin 2000-luvulla hyvällä tasolla. Lisäksi vertailtaessa kansallisten arviointien tuloksia ja PISA-tuloksia eri vuosina huomataan, että ongelmanratkaisutaidoissa on tapahtunut LUMA-hankkeen aikana kehitystä.

Samaan aikaan kuitenkin tekniikan alan yliopistot ja korkeakoulut sekä ylioppilastutkintolautakunta ovat esittäneet huolensa peruslaskutaitojen heikosta hallinnasta ylioppilaskirjoituksissa ja jatko-opintojen alussa. Peruslaskurutiinien sekä algebran ja geometrian osaamisen heikko taso on havaittu myös niin kansallisissa oppimistulosvertailuissa kuin kansainvälisissäkin tutkimuksissa. Lisäksi näyttäisi siltä, että algebran osalta osaaminen on jopa heikentynyt. Vaikuttaisikin siltä, että ongelmanratkaisu- ja soveltamistaitoihin keskittyttäessä peruslaskutaidot ja algebra ovat jääneet kehityksen jalkoihin.

Ongelmanratkaisutaitojen, peruslaskurutiinien ja algebran taitojen merkityksestä matematiikan osaamisessa on käyty kiivasta keskustelua. Suomessa peruskoulun matematiikan tunnit ovat OECD-maiden joukossa kovin vähäiset ja onkin pohdittu sitä, millaista matematiikkaa tuntimäärien puitteissa voitaisiin opettaa ja mitä voitaisiin jättää opettamatta. Tässä keskustelussa ongelmanratkaisu ja soveltamistaidot on toistuvasti asetettu vastakkain peruslaskurutiinien ja algebran taitojen opettamisen kanssa.

Mielestäni kyseinen vastakkainasettelu on tarpeeton. Opetushallituksen 9. vuosiluokan matematiikan oppimistulosarvioinnin yhteydessä havaittiin, että peruslaskurutiinien hyvä hallinta korreloi ongelmanratkaisutehtävissä suoriutumista. Lisäksi Tampereen teknillisen yliopiston perustaitotestiaineistosta tehdyn tutkimuksen mu-

kaan peruslaskutaitojen hyvä hallinta helpotti myös matematiikan syvällisempää osaamista vaativissa kursseissa selviytymistä. Onkin selvää, että ongelmanratkaisutaitoja ei pitäisi kehittää algebran ja peruslaskurutiinien kehittämisen kustannuksella. Päinvastoin olisi kehitettävä opetusmenetelmiä ja materiaaleja, jotka mahdollistaisivat matematiikan opetuksen kehittämisen siten, että esimerkiksi algebraa voitaisiin opettaa menetelmin, jotka tukisivat ongelmanratkaisutaitojen kehittymistä ja opetetun asian syvällisempää ymmärtämistä. Näin nämä kaksi kehityssuuntaa eivät taistelisi keskenään vaan tukisivat oppilaan kokonaisen matematiikkakuvan kehitystä.

Algebran ja peruslaskutaitojen hyvä hallinta on välttämätöntä tekniikan alan jatko-opintojen kannalta. Tutkimusten mukaan algebran ja peruslaskutaitojen hallinta vaikeuttaa tekniikan opintoihin kuuluvien matematiikan opintojen suorittamista. Lisäksi matematiikan opinnot ovat suuri syy tekniikan alan korkeakouluopintojen hidastumiselle. Siispä, jotta tekniikan alan asiantuntijoiden määrä riittäisi elinkeinoelämän tarpeisiin, olisi peruslaskutaitojen ja algebran taitoihin kiinnitettävä erityistä huomiota erityisesti peruskoulun yläasteella. Tämän takia LUMA-toiminnassa algebran ja peruslaskutaitojen osaamisen parantaminen olisikin kirjattava omaksi tavoitteekseen. Algebran opetukseen on kehitetty konkretisointivälineistöä, jota on useimpien Matikkamaiden välineistössä. Lisäksi unkarilaisen matematiikan suomalaistamishankkeen Varga-Nemenyi tarjoaa mahdollisuuden algebran ja lukukäsitteen toisenlaiseen syvempään oppimiseen. Jotta algebran osaaminen parantuisi, olisi näitä jo kehitettyjä menetelmiä ja konkretisointivälineistöä saatava laajemmin kaikkien opettajien ja koulujen käyttöön.

Kansallisten oppimistulosarviointien mukaan suomalaisten matematiikan huippuosaajien määrä on edelleen kovin pieni. Myös PISA-tutkimuksessa Suomen menestyminen kertoi enemmänkin tasaisuudesta ja heikkojen oppilaiden hyvistä taidoista kun taas lahjakkaimpien oppilaiden suoritukset olivat jopa hieman alakanttiin. Samalla kuitenkin kansalliset oppimistulosarviointit kertovat, että jopa joka viidennellä suomalaisella peruskouluikäisellä nuorella peruslaskutaidot ovat heikolla tasolla. Myös abstraktimmilla aihealueilla, kuten algebrassa, heikoilla oppilailla on suuria ongelmia. LUMA-talkoiden yhtenä tavoitteena olikin näiden erityisryhmien tukemisen ja huomioonottamisen parantaminen.

LUMA-toiminnan puitteissa erityisryhmien tukemisesta onkin saatu hyviä kokemuksia. Lahjakkaiden opetuksen kehittämisessä peruskoulun ala-asteen osalta Hämeenlinnassa opetuksessa vakiintunut Mestarikisällitoiminta sekä Oulun ja pääkaupunkiseudun matematiikkakerhoista on saatu hyvää palautetta ja niiden on nähty tukevan hyvin lahjakkaimpien oppilaiden kiinnostusta matematiikkaa kohtaan ja hei-

dän matemaattisen ajattelunsa kehitystä. Myös pääkaupunkiseudulla valtakunnallisen LUMA-keskuksen alaisen matematiikan resurssikeskuksen, Summamutikan, lukiolaisille suunnatulla LUMA-klubitoiminnalla on pyritty tukemaan lahjakkaiden oppilaiden suuntautumista matematiikkaa kohtaan hyvin tuloksin. Samankaltaista toimintaa on järjestetty myös Turussa. Heikkojen oppilaiden tukitoimia on myös kehitetty onnistuneesti LUMA-hankkeen aikana. Näistä esimerkkinä voitaisiin mainita Espoon Matikkamaan MERI-hanke sekä konkretisointivälineiden kehitys. Huippuosajien määrien lisäämiseksi ja lahjakkaiden tukemisen mahdollistamiseksi näitä hyväksi havaittuja menetelmiä pitäisi saada levitettyä ainakin suurempien koulutuskeskusten yhteyteen, mutta myös yksittäisten kuntien arkeen.

Yläasteella tehdään matematiikan ja tekniikan alan kannalta merkittäviä päätöksiä jatko-opintojen näkökulmasta. Olisikin mietittävä, miten lahjakkaita ja toisaalta matematiikassa heikosti suoriutuvia voitaisiin tukea paremmin juuri yläasteella. Espoon Matikkamaan aloittaman Joustava ryhmittely -toimintamallin on huomattu parantavan sekä lahjakkaiden että heikommin suoriutuneiden oppilaiden matematiikan osaamista ja se on levinnytkin useisiin pääkaupunkiseudun kouluihin. Jotta eritasoisten oppijoiden tarpeita voitaisiin paremmin ottaa huomioon, olisi joustava ryhmittely saatava osaksi jokaisen peruskoulun yläasteen arkea.

Vuonna 1996 aloitetun virallisen LUMA-ohjelman tavoitteena oli lisätä tekniikan, matematiikan ja luonnontieteiden alojen yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen aloituspaikkoja siten, että ne vastaisivat elinkeinoelämän ja yhteiskunnan tarpeita. Aloituspaikkojen lisääminen ei ole kuitenkaan tuottanut toivottua tulosta vaan se on aiheuttanut etenkin tekniikan alalla ongelmia siitä seuranneina opiskelijoiden suurina taitotasojen eroina. Lisäksi, vaikka aloituspaikkojen määrää nostettiin LUMA-ohjelman toimesta, suoritettujen tutkintojen määrä ei kasvanut samassa suhteessa. Aloituspaikkojen lisäämisen sijaan olisikin sitouduttava pitkäjänteisempään kehitystyöhön, missä tekniikkaan, matematiikkaan ja luonnontieteisiin liittyviä asenteita pyrittäisiin muovaamaan koulutien aikana nykyistä myönteisemmäksi. Myös yliopistojen ja elinkeinoelämän yhteistyö koulujen kanssa on ensiarvoisen tärkeää tekniikan, matematiikan ja luonnontieteiden alan kiinnostuksen lisäämiseksi. Tämän lisäksi olisi kehitettävä tukitoimia, joiden avulla yhä suurempi osa oppilaista saataisiin pysymään matematiikan opetuksessa mukana nykyistä pidemmälle. Tällaisesta toiminnasta hyviä kokemuksia on saatu Oulun LUMA-keskuksen järjestämistä Apua abeille ajoissa -tukikursseista sekä LUMA-talkoiden aikana peruskoulun yläasteella järjestetyistä matematiikan valinnaisista tukikursseista.

Tutkimusten mukaan asenteiden vaikutus matematiikan oppimiseen oli merkittävä. PISA-tutkimuksen mukaan suomalaiset peruskoululaiset suhtautuvat matematiik-

kaan varsin neutraalisti, jopa negatiivisesti, vaikka pitävätkin sen osaamista tärkeänä. Myös kansallisissa oppimistulosarvioinneissa on huomattu sama asia. LUMA-toiminnassa onkin keskitytty toimiin, joiden avulla oppilaiden kuva matematiikasta ja luonnontieteistä saataisiin positiivisemmaksi. Matematiikan osalta Oulun seudulla ja pääkaupunkiseudulla järjestetyt matematiikkakerhot ja matematiikkaleirit on otettu erittäin hyvin vastaan ja kokemusten mukaan niillä on pystytty motivoimaan oppilaita matematiikan opiskeluun ja kehittämään heidän matemaattista ajatteluaan. Olisikin keksittävä keino, miten matematiikkakerhot saataisiin levitettyä yhä useampaan kouluun. Toiminnan aloittamisen helpottamiseksi LUMA-toiminnan puitteissa olisi hyvä laatia valmis kerhopaketti, jonka avulla opettajat voisivat aloittaa omalla paikkakunnallaan kerhotoiminnan ilman suuria ponnisteluja. Lisäksi kerhopakettia voitaisiin käyttää opetuksen tukena myös esimerkiksi erityisopetuksessa tai tavallisten oppituntien piristykseenä.

LUMA-toiminnan aikana eri yhteistyötahot ovat kehittäneet onnistuneesti erilaisia menetelmiä ja materiaaleja matematiikan opetuksen kehittämiseksi. Kuitenkin LUMA-toiminnan vaikutukset matematiikan osaamiseen eivät ole oppimistulosarviointien mukaan kovinkaan suuret. Tähän yhtenä syynä lienee se, että tarkastelujankoha on erittäin lyhyt eivätkä LUMA-toiminnan vaikutukset näin ollen ole vielä selkeästi näkyvissä. Toisaalta tilanne johtunee siitä, että monet LUMA-toiminnan hankkeet ovat toistaiseksi vielä paikallisia eikä niiden anti ole levinnyt koko Suomen koulujen ja opettajien tietoisuuteen. Tätä varten LUMA-toiminnan aikana on pyritty lisäämään tiedotusta uusista tutkimustuloksista ja kehitetty erilaisia materiaaleja, joiden kautta uusia ideoita voitaisiin hyödyntää mahdollisimman helposti.

Materiaalit ja tiedottaminen ovatkin tärkeässä roolissa, jotta hyväksi havaitut toimintamallit saataisiin levitettyä arkipäivän kouluun. LUMA-toiminnan aikana on koottu erilaisia materiaalipankkeja, joiden avulla yksittäiset opettajat pystyvät kehittämään opetustaan. Ongelmana on kuitenkin se, että yksittäisissä materiaalipankeissa materiaalien laatu vaihtelee. Lisäksi yksittäisiä materiaalipankkeja voi olla myös vaikea löytää. Tämän takia olisikin hyvä, että LUMA-toiminnan puitteissa onnistuttaisiin rakentamaan yhteinen keskitetty materiaalipankki, josta opettajat voisivat saada materiaalia helposti ja luotettavasti. Toisaalta myös oppikirjojen kehittäminen LUMA-tavoitteita vastaaviksi olisi tärkeää, sillä oppikirja määrää paljon jokapäiväistä opetusta.

Opetusmenetelmiin ja tapoihin voidaan vaikuttaa myös opettajakoulutuksen kautta. Tämän takia olisikin tärkeää, että aineenopettajien kouluttajat olisivat perillä uusimmista tutkimuksista, menetelmistä ja materiaaleista ja pitäisivät niitä aktiivisesti esillä opettajakoulutuksen aikana, jolloin materiaalipankit, opetusmenetel-

mät ja konkretisointivälineistöt tulisivat aloitteleville opettajille tutuksi. Lisäksi tutkimusten mukaan opettajat kaipaisivat tukea juuri käytännön opetustyöhön kuten esimerkiksi opetusmateriaalien käyttöön, toiminnallisuuden tehostamiseen ja opetuksen suunnitteluun.

9. LÄHTEET

Aksela, M., Saarikko, H. (toim.) 2007. Valtakunnallisen LUMA-keskuksen toimintaraportti vuodelta 2007. 91 s.

Aksela, M., Saarikko, H. (toim.) 2008. Valtakunnallisen LUMA-keskuksen toimintaraportti vuodelta 2008, LUMA-keskuksen vuosikertomus 2008. 43 s.

Aksela, M., Laherto, A., Oikkonen, J. 2009a. Tiedeklubeissa nuoret ja tutkijat kohtaavat. *Dimensio* 73 (3). s. 49-53.

Aksela, M., Huikko, R., Kesler, M. 2009b. Kansainvälinen leiri nuorille: Millenium youth camp. *Dimensio* 73 (5) s. 56.

Aksela, M. 2010. Tervehdys valtakunnallisesta LUMA-keskuksesta. OULUMA-portaali [verkkokolumni] 9.3.2010. [viitattu 4.12.2010] Saatavissa: <http://ouluma.fi/2010/03/tervehdys-valtakunnallisesta-luma-keskuksesta/>.

Arinen, P., Karjalainen, T. 2007. Pisa06 : Pisa 2006 ensituloksia 15-vuotiaiden kouluisten luonnontieteiden, matematiikan ja lukemisen osaamisesta. Helsinki, Opetusministeriö, Opetusministeriön julkaisuja. 80 s.

Aroluoma, I. 2001. "Tunnilla ei tympäse": LUMA-talkoot opetuskäytänteiden muuttajana 1996-1999. Jyväskylä, Koulutuksen tutkimuslaitos. 169 s.

Erkkilä, M. & Valovirta, T. 2007. Lukuvuoden 2006-2007 rekisteriaineiston tarkastelu: opintojen eteneminen ensimmäisenä ja toisena läsnäololukuvuotena. Espoo, 26.10.2007. 30 s. Saatavissa: http://www.dipoli.tkk.fi/ok/p/opintojenseuranta/_2raportit.php .

Haapasalo L. 1994. Oppiminen, tieto & ongelmanratkaisu. Vaajakoski, Medusa. 352s.

Halkka K. 2003. Lukion fysiikan ja kemian oppimistulosten arviointi 2001. Helsinki, Opetushallitus, Oppimistulosten arviointi. 143 s.

Hautamäki J. 1999. Oppimaan oppiminen ala-asteilla. Helsinki, Opetushallitus,

Oppimistulosten arviointi. 261 s.

Hautamäki J. 2005. Oppimaan oppiminen ala-asteella 2: Tilanne vuonna 2003 ja muutokset vuodesta 1996. Helsinki, Opetushallitus, Oppimistulosten arviointi. 161s.

Huikkola, M., Silius, K., Pohjolainen, S. 2008. Clustering and achievement of engineering students based on their attitudes, orientations, motivations and intentions. WSEAS TRANSACTIONS on ADVANCES in ENGINEERING EDUCATION, Issue 5, Volume 5, May 2008: p. 342-354.

Huisman, T. 2006. Luen, kirjoitan ja ratkaisen: Peruskoulun kolmasluokkalaisten oppimistulokset äidinkielessä ja kirjallisuudessa sekä matematiikassa. Helsinki, Opetushallitus, Oppimistulosten arviointi 7/2006. 97 s.

Huovinen, A., Väänänen, K. 2004. Matematiikkakerhojen suunnitteleminen ja järjestäminen. Julkaisussa Leinonen, E., Matinmikko, J., Tervonen, M.R., Teräs, L. WomenIT-projektit ja Hyvät käytännöt - Jotta teknologia ei syrjäytyisi naisista. Iisalmi, WomenIT-projekti, Oulun yliopisto, Kajaanin yliopistokeskus. s. 84-86.

Ilmavirta, R. 2010. Matematiikan Mestarikilta Hämeenlinnan normaalikoulussa - eräs tapa antaa haasteita lahjakkaille ja harrastuneille oppilaille. Teoksessa: Laine, T. Tammi, T. Tutki, kehitä kokeile. Tampere, Hämeenlinnan normaalikoulu, Hämeenlinnan normaalikoulun julkaisuja nro 10. s. 63-70.

Jippo - Lasten luonnontiedeverkko [verkkolehti]. 2011. Valtakunnallinen LUMA-keskus. [viitattu 17.3.2011] Saatavissa: <http://www.helsinki.fi/jippo/>.

Joutsenlahti J. 2005. Lukiolaisen tehtäväorientoituneen matemaattisen ajattelun piirteitä - 1990-luvun pitkän matematiikan opiskelijoiden matemaattisen osaamisen ja uskomusten ilmentämänä. Sähköinen väitöskirja. Tampere, Tampereen yliopisto, Opettajankoulutuslaitos, Acta electronica Universitatis Tamperensis 411. 271 s. Saatavissa: <http://xxxxx.linneanet.fi/cgi-bin/Pwebrecon.cgi?BBID=386278>; <http://acta.uta.fi/pdf/951-44-6204-1.pdf> .

Järvinen, R., Lampinen, A., Ikäheimo, H., Voutilainen, E., Kairavuo, K. 2003. Matikkamaa - Mattelandet. Dimensio 67. (1). s. 50-52.

Järvinen, R. 2010a. Otteita Espoon Matikkamaan toimintakertomuksista. Espoo, Espoon Matikkamaa. Julkaisematon moniste. 27.7.2010. 2 s.

Järvinen, R. 2010b. Otteita lukukauden 2010-2011 toimintasuunnitelmasta. Espoo,

Espoon Matikkamaa. Julkaisematon moniste. 27.7.2010, 3 s.

Järvinen, R. 2010c. Ote Matikkamaan toimintakertomuksesta. Espoo, Espoon Matikkamaa, 27.7.2010. Julkaisematon moniste. 2 s.

Koiranen T. 2009. Kultainen kuutio - avain kehittymiseen: Monitapaustutkimus esiopettajien matematiikan esiopettajuuden kehittymisestä. Jyväskylä, Tuope. 85 s.

Kivelä, S. 2005. Ongelmanratkaisu, matopeli ja taitavuus. Matematiikkalehti Solmu [verkkolehti] erikoisnumero 2005/1. s.11-12 [viitattu 4.12.2010]
<http://solmu.math.helsinki.fi/2005/erik/skkivela.pdf> .

Korhonen, H. 1999. Peruskoulun matematiikan oppimistulosten kansallinen arviointi 1998. Helsinki, Opetushallitus, Oppimistulosten arviointi. 81 s.

Korhonen, H. 2001. Perusopetuksen päättövaiheen matematiikan oppimistulosten kansallinen arviointi 2000. Helsinki, Opetushallitus. 115 s.

Kouluhallitus, 1985, Lukion opetussuunnitelman perusteet 1985. Helsinki, Kouluhallitus. 437 s.

Kupari, P. 1997. Mitä matematiikasta opitaan koulussa? Valtakunnallisten arviointitutkimusten tuloksia. Julkaisussa Räsänen, P. (toim.) Matematiikka - näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen, Jyväskylä, Niilo Mäki Instituutti ja Koulutuksen tutkimuslaitos. s. 216-237.

Kupari P. 1999. Laskutaitoharjoittelusta ongelmanratkaisuun : Matematiikan opettajien matematiikkauskomukset opetuksen muovaaajina. Jyväskylä, Koulutuksen tutkimuslaitos, Koulutuksen tutkimuslaitoksen tutkimuksia 7. 229 s.

Kupari, P., Välijärvi, J., Linnakylä, P., Reinikainen, P., Brunell, V., Leino K., Sulku-
nen, S., Törnroos, J., Malin, A., Puhakka, E. 2005. Osaaminen kestäväällä pohjalla:
PISA 2003 suomessa. [elektroninen aineisto] Jyväskylä, Jyväskylän yliopisto, Kou-
lutuksen tutkimuslaitos. 262 s. [viitattu 4.12.2010]
Saatavissa: http://ktl.jyu.fi/pisa/PISA_2003_-RAPORTTI.pdf .

Lahtinen, A. 1996a. Matematiikan ylioppilaskirjoitus keväällä 1995. Dimensio 60 (6),
s. 29-45.

Lahtinen, A. 1996b. Matematiikan ylioppilaskirjoitus keväällä 1996. Dimensio 60
(6), s. 24-43.

Lahtinen, A. 1997. Matematiikan ylioppilaskirjoitus keväällä 1997. Dimensio 61 (6),

s. 33-48.

Lahtinen, A. 1998. Matematiikan ylioppilaskirjoitus keväällä 1998. Dimensio 62 (6), s. 20-36.

Lahtinen A., 1999. Matematiikan ylioppilaskirjoitus keväällä 1999. Dimensio 63 (6), s. 4-22.

Lahtinen, A. 2000. Matematiikan ylioppilaskirjoitus keväällä 2000. Dimensio 64 (6), s. 12-30.

Lahtinen, A. 2001. Matematiikan ylioppilaskirjoitus keväällä 2001. Dimensio 65 (6), s. 10-26.

Lahtinen, A. 2002. Matematiikan ylioppilaskirjoitus keväällä 2002. Dimensio 66 (6), s. 14-29.

Lahtinen, A. 2003. Matematiikan ylioppilaskirjoitus keväällä 2003. Dimensio 67 (6), s. 20-36.

Lahtinen, A. 2004. Matematiikan ylioppilaskirjoitus keväällä 2004. Dimensio 68 (6), s. 12-27.

Lahtinen, A. 2005. Matematiikan ylioppilaskirjoitus keväällä 2005. Dimensio 69 (6), s. 16-33.

Lahtinen, A. 2006. Matematiikan ylioppilaskirjoitus keväällä 2006. Dimensio 70 (6), s. 14-31.

Lahtinen, A. 2007. Matematiikan ylioppilaskirjoitus keväällä 2007. Dimensio 71 (6), s. 17-39.

Lahtinen, A. 2008. Matematiikan ylioppilaskirjoitus keväällä 2008. Dimensio 72 (6), s. 15-34.

Lahtinen, A. 2009. Matematiikan ylioppilaskirjoitus keväällä 2009. Dimensio 73 (6), s. 16-38.

Lampinen, A., Korhonen, H. 2010. Suomessa opitaan matematiikkaa Varga-Neményi-menetelmän mukaan, Dimensio 74 (2). s. 24-28.

Luova - nuorten luonnontiedeverkkolehti. Valtakunnallinen LUMA-keskus. [verkko-lehti] [viitattu 4.12.2010] Saatavissa: <http://www.eluova.fi/> .

Mansikka, H. 2010. Kuka laskee kesällä? OuLUMA-portaali [verkkokolumni] 3.9.2010. viitattu 4.12.2010

. Saatavissa: <http://ouluma.fi/2010/09/kuka-laskee-kesalla/> .

Matematiikan mestariluokka 2009. Esittelypäivä 24.10.2009. Itä-Suomen yliopisto. [PowerPoint-kalvot] Saatavissa: <http://wanda.uef.fi/matematiikka/kurssit/MatematiikanMestariluokka/> .

Matematiikan Summamutikka-keskus. [verkkosivut]. [viitattu 4.12.2010]. Saatavissa: <http://wiki.helsinki.fi/display/Summamutikka/Klubi> .

Mattila, L. 2002. Perusopetuksen matematiikan oppimistulosten kansallinen arviointi 9. vuosiluokalla. 2002. Helsinki, Opetushallitus, Oppimistulosten arviointeja. 151 s.

Mattila L. 2005. Perusopetuksen matematiikan kansalliset oppimistulokset 9. vuosiluokalla 2004. Helsinki, Opetushallitus, Oppimistulosten arviointi. 175 s.

Mullis, I., Martin, M.; Gonzales, E., Gregory, K., Garden, R., O'Connor, K., Chrostowski, S., Smith, T. 2000. TIMSS 1999 International Mathematics Report, Findings from IEA's Repeat of the Third International Mathematics and Science Study at the Eighth Grade. International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). International Study Center Lynch School of Education Boston College. [www] [viitattu 4.12.2010] Saatavissa: http://timss.bc.edu/timss1999i/pdf/T99i_Math_All.pdf .

MyScience - nuorten luonnontiedeverkkolehti. Valtakunnallinen LUMA-keskus. [verkkolehti] [viitattu 4.12.2010] saatavissa: <http://www.myscience.fi/index.php?id=15> .

Niemi, E. K. 2001. Perusopetuksen matematiikan oppimistulosten kansallinen arviointi 6. vuosiluokalla vuonna 2000: Matematiikan oppimistulokset, asenteet matematiikkaa kohtaan ja yhteydet taustamuuttujiin. Helsinki, Opetushallitus. 144 s.

Niemi, E. K. 2008. Matematiikan oppimistulosten kansallinen arviointi 6. vuosiluokalla vuonna 2007. Helsinki, Opetushallitus. 107 s.

Norris, N., Aspland, R., MacDonald, B., Schostak, J., & Zamorski, B. (1996) An Independent Evaluation of Comprehensive Curriculum Reform in Finland. Helsinki, National Board of Education.

Näveri L. 2009. Aritmetiikasta algebraan: Muutoksia osaamisessa peruskoulun päättöluokalla 20 vuoden aikana [www]. Väitöskirja. Helsinki, Helsingin yliopisto, Helsingin

gin yliopiston soveltavan kasvatustieteen laitos, Tutkimuksia / Helsingin yliopiston soveltavan kasvatustieteen laitos. 191 s. Saatavissa: <http://xxxxx.linneanet.fi/cgi-bin/Pwebrecon.cgi?BBID=519019> .

Opetushallitus. 2004. Yhteenvedo neljästä perusopetuksen 9. vuosiluokan matematiikan kansallisesta arvioinnista vuosina 1998-2004. 19 s.

Opetusministeriö. 2002 .Suomalaisten matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen vuonna 2002; Kansallisten kehittämistalkoiden loppuraportti. Opetusministeriö, Koulutus- ja tiedepolitiikan osaston julkaisusarja 2002, 102. 172 s.

OuLUMA-portaali. Esittely. [verkkosivut] Oulun LUMA-keskus. [viitattu 4.12.2010]. www.ouluma.fi/esittely .

Pesonen, M. E. 2010a. Matematiikan mestariluokka 2010. [Opintomoniste, pdf]. Saatavissa: <http://wanda.uef.fi/matematiikka/kurssit/MatematiikanMestariluokka/Moniste/MatematiikanMestariluokkaMoniste2010.pdf> .

Pesonen, M. 2010b. MasterClass-hankkeen matematiikan mestariluokan vastuuhenkilö, Itä-Suomen LUMA-keskus. Sähköpostikeskustelu 27.6.2010.

Pietilä A and Toivanen O. 2000. Opetussuunnitelmatyö kunnissa ja peruskouluissa vuosina 1994-1999. Helsinki, Opetushallitus, Kehittyvä koulutus. 120 s.

Pohjolainen, S., Raassina, H., Silius K., Huikkola, M., Turunen E. 2006. TTY:n insinöörimatematiikan opiskelijoiden asenteet, taidot ja opetuksen kehittäminen. Tampere, Tampereen teknillinen yliopisto, Matematiikan laitos. Tutkimusraportti 84. Saatavissa: <http://matriisi.ee.tut.fi/hypermedia/julkaisut/MOK-raportti-1.pdf>.

Rajakorpi, A. 1999. Peruskoulun 9-luokkalaisten luonnontieteiden oppimistulosten arviointi: Keväällä 1998 pidetyn kokeen tulokset. Helsinki, Opetushallitus, Oppimistulosten arviointi. 18 s.

Rajakorpi, A. 2000. Matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen kehittämishankkeen toinen lähtötasoarviointi : Peruskouluissa ja lukioissa syksyllä 1999 pidetyn luonnontieteen kokeen tulokset. Helsinki, Opetushallitus, Oppimistulosten arviointi. 124 s.

Rantanen, E. & Liski, E. 2009. Valmiiksi tavoiteajassa? Teknillistieteellisen alan opiskelijoiden opintojen eteneminen ja opiskelukokemukset tekniikan kandidaatin tutkinnossa. Espoo, Tampereen teknillinen korkeakoulu, Teknillisen korkeakoulun

opetuksen ja opiskelun tuen julkaisuja 3/2009. 94 s. Saatavissa: <http://www.dipoli.tkk.fi/ok/p/opintojenseuranta/2raportit.php>.

Rasila, A., Sottinen, T., 2005, Algebra, Playstation ja Älykkyys. Matematiikkalehti Solmu [verkkolehti] [viitattu 4.12.2010] Saatavissa: <http://solmu.math.helsinki.fi/2005/erik/anttitommi.pdf>.

Rosenberg, E. 1991. Matematiikan koe K 1990. Dimensio 55 (2), s. 38-47.

Rosenberg, E. 1992. Matematiikan koe K 1991. Dimensio 56 (2), s. 14-28.

Rosenberg, E. 1993a. Matematiikan kokeet 1992. Dimensio 57 (2), s. 10-25.

Rosenberg, E. 1993b. Matematiikan koe K 1993. Dimensio 57 (8-9), s. 35-44.

Salmio, K. 2008. Miksi jää sulaa? Ympäristö- ja luonnontiedon oppimistulosten arviointi vuonna 2006. Helsinki, Opetushallitus, Oppimistulosten arviointi. 91 s.

Silius, K., Miilumäki, T., Pohjolainen, S., Rasila, A., Alestalo, P., Harjula, M., Malinen, J. ja Valkeila, E. 2009. Perusteet kuntoon - apuneuvoja matematiikan opiskelun aloittamiseen, Tampere, Tampereen teknillisen yliopiston matematiikan laitos ja hypermedialaboratorio, Teknillisen korkeakoulun matematiikan ja systeemianalyysin laitos, Interaktiivinen tekniikka -koulutus 2009, Tutkijatapaaminen 22.4.2009, 11s. [verkkoinen] [viitattu 4.12.2010] Saatavissa: <http://math.tkk.fi/~jmalinen/MyPSFilesInWeb/ITK09.pdf>.

Soro R., Pehkonen E., 1998. Kassel-projekti. osa 1, peruskoulun oppilaiden matemaattiset taidot kansainvälisessä vertailussa. Helsinki, Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos, Tutkimuksia / Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos. 68 s.

Suomen Matikkamaat. Suomen Matikkamaiden keskussivusto [verkkosivut] [viitattu 23.3.2011]. <http://matikkamaat.nettisivu.org/>

Tarvainen, K., Kivelä, S. 2005. Matematiikan taidoissa selviä puutteita. Matematiikkalehti Solmu [verkkolehti] erikoisnumero 2005/1. s.11-12 [viitattu 4.12.2010] Saatavissa: <http://solmu.math.helsinki.fi/2005/erik1/solmu32.pdf>.

Tilastokeskus 2000. Suomen tilastollinen vuosikirja 2000. Tilastokeskus.

Tilastokeskus 2002. Oppilaitostilastot 2002. Moniste. Koulutus 2002:8.

Tyni, J. 2010. Tervetuloa OuLUMA-portaaliin!.OuLUMA-portaali [verkkokolum-

ni]. 26.4.2010. [viitattu 4.12.2010]. Saatavissa:<http://ouluma.fi/2010/04/tervetuloa-ouluma-portaaliin/> .

Törnroos, J. 2004. Opetussuunnitelma, oppikirjat ja oppimistulokset : Seitsemännen luokan matematiikan osaaminen arvioitavana. Väitöskirja. Jyväskylä, Jyväskylän yliopisto, Koulutuksen tutkimuslaitos, Tutkimuksia 13. 239 s.

Valtakunnallinen LUMA-keskus. [verkkosivut] [viitattu 4.12.2010]
Saatavissa: <http://www.helsinki.fi/luma/tiedotus/> .

Väljjarvi, J. 1997. Millä eväillä lukiosta yliopistoon? Lukiolaisten opiskeluvalmiudet korkeakoulujen opettajien arvioimina. Jyväskylä, Koulutuksen tutkimuslaitos, Koulutuksen tutkimuslaitoksen julkaisusarja. 72 s.

Ylioppilastutkintolautakunta. 1990. Ylioppilastutkintolautakunnan ohjeita rehtoreille ja matematiikan opettajille. Kirje 1.2.1990.

Ylioppilastutkintolautakunta. 2007. Ylioppilastutkinto 2006, Tilastoja ylioppilastutkinnosta [www] Vammalan kirjapaino Oy, Vammala. 73 s. [viitattu 4.12.2010], Saatavissa: <http://www.ylioppilastutkinto.fi/fi/files/documents/Tilastot/ylioppilastutkinto2006.pdf>.

Ylioppilastutkintolautakunta, 2008. Ylioppilastutkinto 2007, Tilastoja ylioppilastutkinnosta [www]. Vammalan kirjapaino Oy, Vammala. 77 s. [viitattu 4.12.2010] Saatavissa: <http://www.ylioppilastutkinto.fi/fi/files/documents/Tilastot/ylioppilastutkinto2007.pdf>

Ylioppilastutkintolautakunta, 2009. Ylioppilastutkinto 2008, Tilastoja ylioppilastutkinnosta [www] Vammalan kirjapaino Oy, Vammala. s. 79 [viitattu 4.12.2010] Saatavissa: <http://www.ylioppilastutkinto.fi/fi/files/documents/Tilastot/ylioppilastutkinto2008.pdf>

Ylioppilastutkintoasetus, 1000/1994. www.finlex.fi [viitattu 4.12.2010]

A. LIITTEET

A.1 LUMA-ohjelman tarkistettut hankkeet

1. Jatketaan Opetushallituksen käynnistämää kuntien, koulujen ja oppilaitosten pilottitoimintaa uudistetussa muodossa ja sidosryhmäyhteistyötä, sekä tehostetaan saatujen tulosten levittämistä
2. Tehostetaan matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen arviointia, tutkimusta ja tutkijankoulutusta sekä arviointi- ja tutkimustulosten hyödyntämistä opetuksen ja opettajankoulutuksen kehittämistyössä
3. Lisätään matematiikan ja luonnontieteiden painoarvoa koulujen ja oppilaitosten opetuksessa ja opetussuunnitelmissa sekä osoitetaan voimavaroja tarkoituksenmukaisten oppimisympäristöjen muodostamiseen
4. Laadunarvioinnit oppimisprosessin luonnolliseksi osaksi
5. Tasa-arvoa lisäävät hankkeet
6. Erityistukitoimet
7. Opettajankoulutuksen uudistamishankkeet
8. Kansallinen kehittämisohjelma elinikäisen oppimisen hankkeiksi
9. Kunnat, elinkeinoelämä ja tutkimuslaitokset mukana talkoissa
10. Yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen sekä lukioden ja ammatillisten oppilaitosten välisen yhteistyön kehittäminen.

Lähde: LUMA-loppuraportti

A.2 Matematiikan resurssikeskus Summamutikan matematiikan klubi-iltojen aiheet vuonna 2009-2010

24.2.2009 Influenssan mallintaminen Vieraana on laitoksen johtaja, professori Mats Gyllenberg. Hänen erikoisalaansa on matematiikan soveltaminen biologiaan.

31.3.2009 Kurotus äärettömään Vieraana loogikko, professori Jouko Väänänen.

28.4.2009 Tippaleipäteoreema ja muuta vappumatikkaa Vappuaiheisessa Summamutikka-klubissa vieraana on dosentti Juha Oikkonen: Tällä kertaa Summamutikka-klubissa tutustutaan omin käsin askarrellen mielenkiintoisiin topologian alaan kuuluviin ilmiöihin. ”Tippaleipäteoreema” viittaa ns. Peanon käyriin. Ne ovat jatkuvia parametrisoituja käyriä, jotka kulkevat tason suorakulmion jokaisen pisteen kautta. Tällaiset esimerkit olivat osa 1800-luvun matematiikan suurta murrosta, joka johti modernin matematiikan syntyyn

29.9.2009 Kuinka nähdä aineen sisään käyttäen matematiikkaa? Asiantuntijana on yliopistonlehtori Petri Ola.

13.10.2009 Tilastojen valossa: tiedettä vai valetta? Asiantuntijana on professori Kimmo Vehkalahti.

24.11.2009 Epäeuklidinen geometria - Pythagoraasta kaareviin avaruuksiin Asiantuntijana on professori Eero Saksman.

16.2.2010 Satunnaista geometriaa Asiantuntijana on akatemiaprofessori Antti Kupiainen.

10.3.2010 Harry Potter ja taikajuomalogiikka Vieraana tutkija Saara Lehto.

13.4.2010 Näkyvät ja näkymättömät symmetriat Vieraana tohtorikoulutettava Johanna Rämö, Queen Mary University of London.

11.5.2010 Optiopeli Vieraana talousmatematiikan professori Tommi Sottinen, Vaasan yliopisto.

28.9.2010 Voiko kirjan lukea sitä avaamatta? - Johdatus käänteisongelmiin. Vieraana tohtorikoulutettava Matti Määttä

19.10.2010 Alkuluvut ja salaus Vieraana luonnontieteiden kandidaatti Rami Luisto

3.3.2011 Johdatusta pintoihin Teeman "Avaruuden muoto" ensimmäisellä kerral-

la tutustutaan erilaisiin pintoihin. Osallistujat miettivät millaista olisi asua tasossa ja miten pelataan ristinollaa laudalla, jonka reunat on liimattu yhteen.

17.3.2011 Erilaisia pintoja ja kolmiointia Teeman "Avaruuden muoto"toisella kerralla jatketaan erilaisten pintojen tutkailua. Osallistujat pääsevät pelaamaan pelaamaan pelejä erilaisilla pinnoilla ja rakentamaan itse pintoja. Paikalle voi tulla, vaikka et olisikaan ollut teeman ensimmäisellä kerralla.

14.4.2011 Avaruuden muoto - asiantuntija ilta Teeman "Avaruuden muoto"viimeisellä kerralla kootaan yhteen jo opittuja asioita pinnoista ja niiden ominaisuuksista. Samalla päästää asiantuntijan johdattelimina syvemmälle aiheeseen. Asiantuntijana klubi-illassa toimii dosentti Pekka Pankka. Paikalle voi tulla, vaikka et olisikaan ollut teeman aiemmilla kerroilla.

Lähde: Matematiikan Summamutikkakeskus 2011