

OULUN YLIOPISTON KAJAANIN
OPETTAJANKOULUTUSLAITOKSEN
JULKAISUJA

UNIVERSITY OF OULU
PUBLICATIONS OF THE DEPARTMENT
OF TEACHER EDUCATION KAJAANI

MARJA KALLONEN-RÖNKKÖ

**SEITSEMÄSLUOKKALAISTEN SUHDE MATE-
MATIIKKAAN: ASENTEET JA OPPIMISTULOK-
SET**

LUMA-HANKKEEN LÄHTÖTASOMITTAUKSET KAJAANISSA

**RELATIONSHIP BETWEEN SEVENTH GRADERS
AND MATHEMATICS: ATTITUDES AND SCHOOL
ACHIEVEMENTS**

PRETESTS OF LUMA-PROJECT IN KAJAANI

ELEKTRONISIA JULKAISUJA 1998
ELECTRONIC PUBLICATIONS 1998

Vastaava toimittaja

Marja Kallonen-Rönkkö

Jakelu

Kajaanin opettajankoulutuslaitos

PL 51

87101 Kajaani

puh 08-6324611

fax 08-6324614

ISBN 951-42-5115-6

**OULUN YLIOPISTON KAJAANIN OPETTAJANKOULUTUSLAITOKSEN
JULKAISUJA. ELEKTRONISIA JULKAISUJA**

**UNIVERSITY OF OULU. PUBLICATIONS OF THE DEPARTMENT OF
TEACHER EDUCATION KAJAANI. ELECTRONIC PUBLICATIONS**

MARJA KALLONEN-RÖNKKÖ

**SEITSEMÄSLUOKKALAISTEN SUHDE MATEMATIIKKAAN: ASENTEET
JA OPPIMISTULOKSET**

LUMA-HANKKEEN LÄHTÖTASOMITTAUKSET KAJAANISSA

**RELATIONSHIP BETWEEN SEVENTH GRADERS AND MATHEMATICS:
ATTITUDES AND SCHOOL ACHIEVEMENTS**

PRETESTS OF LUMA-PROJECT IN KAJAANI

**KAJAANIN OPETTAJANKOULUTUSLAITOS, KAJAANI
1998**

ALKUSANAT

Tutkimus on osa valtakunnallisen matemaattisten ja luonnontieteellisten aineiden opetuksen kehittämisohjelman (LUMA) toteutusta Kajaanissa. Olen osallistunut eri tavoin LUMA-hankkeeseen, mikä on ollut avuksi tutkimuksen toteuttamisessa. Tutkimusta tehdessäni olen saanut apua eri tahoilta. Opetushallitus ja Jyväskylän yliopiston Koulutuksen tutkimuslaitos luovuttivat IEA:n kansainvälisen koulusaavutustutkimuksen mittarin osioista koostetun, valtakunnallisen LUMA-hankkeen lähtötasomittarin käytettäväksi tässä tutkimuksessa. Näin tuli mahdolliseksi verrata Kajaanin koululaisten oppimistuloksia laajempaan kotimaiseen aineistoon, jossa on mukana kouluja maan eri puolilta sekä koululaisten oppimistuloksiin muissa maissa. LUMA-hankkeen lähtötasomittauksen tulokset sain Koulutuksen tutkimuslaitokselta käytettäväksi tässä raportissa jo ennen niiden raportointia.

Kaupungin sivistyspalvelukeskus huolehti mittausten organisoinnista Kajaanin kouluihin. Koulujen yhdyshenkilöt huolehtivat mittausten järjestämisestä koulunsa eri luokissa. Koulujen opettajat valvoivat koetilanteet ilmeisen onnistuneesti, sillä koululaiset olivat tehneet lomakkeiden tehtävät sekä vastanneet kysymyksiin asiallisesti. Yksikään kaupungin luokista ei jättäytynyt mittausten ulkopuolelle. YT Aili Helenius ja FT Seppo Kinnunen antoivat lausuntonsa tutkimuksen käsikirjoituksesta sen julkaisusarjaan hyväksymistä varten.

Haluan esittää lämpimät kiitokseni edellä mainituille tahoille ja muille tutkimuksen suorituksen eri vaiheissa avuksi olleille. Ennen elektronista julkaisemistaan tutkimus on ilmestynyt aikaisemmin raporttina laitoksen julkaisusarjassa A: Tutkimuksia.

Kajaanissa 16. joulukuuta 1998

Marja Kallonen-Rönkkö

TIIVISTELMÄ

Kallonen-Rönkkö, M. 1998. Seitsemäsluokkalaisten suhde matematiikkaan: Asenteet ja oppimistulokset. LUMA-hankkeen lähtötasomittaukset Kajaanissa. Oulun yliopiston Kajaanin opettajankoulutuslaitoksen julkaisu. Elektronisia julkaisuja. ISBN 951-42-5115-6

Opetusministeriö ja opetushallitus käynnistivät keväällä 1996 matematiikan ja luonnontieteiden osaamisen kehittämishankkeen (LUMA). Pyrkimyksenä on oppiaineiden oppimistulosten parantuminen sekä kiinnostuksen lisääntyminen niiden opiskelua kohtaan. Hankkeen toteuttamiseksi valittiin maan eri puolilta ns. pilottikuntia ja niistä pilottikouluja. Kehittämisohjelman käynnistyessä opetushallitus päätti suorittaa sen vaikutusten evaluointia varten LUMA-lähtötasomittaukset pilotti- ja vertailukunnissa.

Tämä tutkimus kytkeytyy valtakunnalliseen LUMA-hankkeeseen. Tutkimuksessa haluttiin yhtäältä saada tietoa paikallisesti vallitsevasta osaamisen tasosta matematiikan opetuksen kehittämisen lähtökohdaksi. Toisaalta haluttiin mahdollistaa käynnistettävien toimenpiteiden vaikutusten arviointi. Kajaanissa tehtiin sama lähtötasomittaus kuin pilotti- ja vertailukunnissa sekä lisäksi asenne-mittaus kaikilla peruskoulun 7.-luokilla. Matematiikan oppimistulosten selvittämisessä käytettiin IEA:n kolmannen koulusaavutustutkimuksen (TIMSS) mittaria, jonka osioista opetushallituksen edustajat poimivat 30 osiota Suomessa käytettyyn matematiikan koulusaavutuskokeeseen. Kajaanin aineistoa on mahdollista verrata muuhun kotimaiseen aineistoon sekä kansainväliseen aineistoon. Matematiikan oppimisasenteiden kartoituksessa käytetty mittari oli tutkijan laatima. Mittaukset suoritettiin syyslukukaudella 1996. Matematiikan koulusaavutuskokeeseen osallistui 548 oppilasta ja asennekyselyyn 544 oppilasta.

Kajaanin koululaiset ratkaisivat koulusaavutuskokeen 30 tehtävästä oikein keskimäärin 20.1 tehtävää ($s=5.3$) eli 67 % tehtävistä. Eri ala-asteilta ja niiden eri luokilta tulleiden suorituksissa oli tilastollisesti merkitseviä eroja. Sensijaan 6.-luokan matematiikan todistusarvosanoissa ei ollut eroja. Pilottikoulujen, niiden vertailukoulujen sekä Kajaanin koulujen oppilaat menestyivät koulusaavutuskokeessa samantasoisesti.

Kajaanin seitsemäsluokkalaisten menestyivät hyvin verrattaessa tulosta IEA:n kansainväliseen aineistoon. Kajaanin seitsemäsluokkalaisten suoritustaso ylitti viidessätoista osiossa seitsemästätoista IEA:n muiden maiden seitsemäsluokkalaisten keskitason ja 12 osiossa seitsemästätoista kahdeksasluokkalaisten

suoritustason. Kansainvälisestä aineistosta on julkistettu toistaiseksi ratkaisuprosentit 17 osiosta Suomessa käytetyn mittarin 30 osiosta. Koululaisten suoriutumistaso Kajaanissa kuten muissakin kansallisissa aineistoissa oli julkistetuissa osioissa parempi kuin mitä kansallinen taso IEA:n kahdessa aikaisemmassa kansainvälisissä matematiikan koulusaavutustutkimuksessa on ollut.

Kajaanin koululaisten asenteet matematiikan opiskelua kohtaan eivät poikeneet kuvasta, jonka viime vuosina tehdyt tutkimukset ovat antaneet tämän ikäisten asenteista. Hieman yli puolet koululaisista koki matematiikan joko yhdentekevänä tai vastenmielisenä oppiaineena, vaikka useimmat uskoivat tarvitsevansa matematiikkaa tulevassa työssään. Opetuksen kiinnostavuus sai noin viidesosalta oppilaista kiitettävän arvosanan. Sekä ylä- että ala-asteen opetuksen suhteen koululaisten arviointien keskiarvoksi tuli 7.5. Viidennes kysymykseen vastanneista oppilaista ilmoitti ottavansa matematiikan valinnaisaineeksi yläasteella. Näiden oppilaiden osuus eri luokissa vaihteli välillä 0 - 82 %. Peruskoulun jälkeisissä opinnoissa matematiikkaa suunnitteli opiskelevansa enemmän kuin pakollisen oppimäärän 23 % kysymykseen vastanneista.

Yläasteen matematiikan opetuksen kiinnostavuuskokemus oli sidoksissa siihen, millä yläasteen luokalla oppilas oli ($F=3.72$, $p=.000$), mutta myös siihen millä ala-asteen luokalla oppilas oli opiskellut ($F=2.76$, $p=.000$). Oppilaiden näkökulmasta matematiikan kiinnostamattomuus on ongelma, joka aiheutuu tavasta, jolla heidät pannaan oppimaan matematiikkaa. Oppilaiden mielestä matematiikan opetusta ja oppimista vaivasi yleinen monotonisuus, joka heikensi oppiaineen kiinnostavuutta. Oppilaat toivoivat opetuksen ja työtapojen monipuolistamista ja oppilaiden omien tarpeiden huomioon ottamista. Oppilaista 25 % halusi edetä matematiikan opiskelussa nopeammin kuin luokka eteni. Oppilaista 14 % koki tarvitsevansa apua ymmärtääkseen opiskeltavat asiat.

Matematiikan osuus oppilaiden vapaa-ajassa oli yleisesti ottaen vähäinen, eikä tässä ollut sanottavia eroja osaryhmien välillä. Noin joka kymmenes koululaisista ilmoitti omaavansa jonkin harrastuksen, jossa hyödynsi matematiikan osaamistaan. Matematiikkakerhoihin kuten myös valmennusryhmiin osallistumishalukkuus oli vaatimatonta luokkaa. Oppilaista 6.4 % ($f=44$) piti varmana tai mahdollisena osallistumistaan matematiikkakerhoon, jos tällainen kerho järjestettäisiin. Valmennusryhmiin osallistumishalukkaita tai osallistumistaan mahdollisena pitäviä oli 10 % ($f=54$) oppilaista. Innokkaimmat oppilaista olisivat halukkaita osallistumaan molempiin.

Asiasanat: matematiikka, koulusaavutukset, LUMA, IEA, TIMSS

SUMMARY

Kallonen-Rönkkö, M. 1997. Relationship between Seventh Graders and Mathematics: Attitudes and School Achievements. Pre-tests of LUMA-Project in Kajaani. University of Oulu. Publications of the Department of Teacher Education Kajaani. Electronic Publications. ISBN 951-42-5115-6

The Finnish Ministry of Education and the Government of Education launched a national LUMA-project in the spring 1996. The aim of this development program is to increase students' interests and learning achievements in mathematics and science. Pilot schools were chosen for the project from pilot communes located in different parts of Finland. At the beginning of the project pre-tests were carried out by the Government of Education to make the evaluations of the effects of the program possible at a later stage.

This research is partly connected with the national LUMA-project. Firstly, the aim of the study was establish an understanding of the level of the students' mathematics skills in Kajaani. This knowledge was used when the local LUMA-program was planned. Secondly, the aim of the study was to make possible the later evaluation of the effects of the local program. The same pre-test as in pilot and their control communes were carried out in all of the seventh classes of secondary schools in Kajaani. In Kajaani there were furthermore carried out attitude measurements in the seventh classes. The items into the pre-test were chosen from the items in IEA's third international school achievement test (TIMSS) by representatives of the Finnish Government of Education. The results of the pre-test in Kajaani could be compared with other national data as well as with data of over 40 other countries, too. The attitude questionnaire was designed by the researcher herself. The measurements were carried out in the autumn term 1996. 552 seventh graders participated in the mathematics test and 544 in the attitude questionnaire.

The pupils in Kajaani were able to solve 20.1 (67 %) of the 30 items in the test on an average. There were statistically significant differences in performances between groups of pupils which had attended different schools and classrooms during the elementary school. However, no significant differences were identified in the students' school reports at the end of the primary school. The results of the mathematics achievement tests were similar in the pilot schools, in the schools which formed their control group and in the schools of Kajaani. The seventh graders in Kajaani did very well in mathematics when compared with the international data of IEA. The performance level of the 7th graders in

Kajaani was higher in 15 out of 17 items when compared to the international data of the 7th graders. The results even exceeded the international data gathered from 8th graders in 12 of 17 items. So far IEA has published 17 items with performance data out of the 30 items which were used in Finland. The performance level of the seventh graders in Kajaani schools as well as in the pilot schools and their control schools seems now to be better than the national level reported earlier by the two international school achievement researches of IEA.

The pupils' attitudes towards mathematics in Kajaani did not differ from the earlier research findings. Slightly over 50 % of the pupils experienced learning of mathematics to be neutral or repulsive, even though most of the pupils thought they will need mathematics in their work in the future. The pupils gave 7.5 points in the scale from 4 to 10 to the attractiveness of mathematics learning and teaching in both elementary and secondary schools. One fifth of those pupils who answered the question declared that they will study more than the obligatory studies in mathematics during the secondary school. The proportion of these pupils did vary between 0-87 % from classroom to another. The proportion of pupils who planned to study more than the obligatory studies after the secondary school was 23 %.

The pupils' opinions of the attractiveness of mathematics were strongly connected with the classroom which they had attended during the secondary school but the opinions were also strongly connected with the classroom which they had attended during the secondary school. The pupils see the reasons for the unattractiveness of mathematics learning to be found in the way mathematics is taught at schools. At present the students regard mathematics teaching to be monotonous and boring. The pupils hoped more versatility in the ways teaching and learning of mathematics is organized and more emphasis on their needs. 25 % of the students wanted to progress more quickly in their studies than their class did in general. 14 % of the students expressed a need for assistance in their mathematics learning.

Mathematics had commonly a minor role in students' leisure time. About every tenth of the students informed to have a hobby related to mathematics. Only a minor proportion of the pupils wanted to participate in clubs or training groups in mathematics. 6.4 % (f=44) of the pupils expressed interest in participating in clubs and 10 % (f=54) of the pupils interest in participating in training groups. The most eager ones wanted to participate in both of them.

Descriptors: mathematics, school achievement, LUMA, IEA, TIMSS

SISÄLTÖ

1. JOHDANTO	1
1.1 Matematiikan opetuksen kehittämishanke Suomessa	2
1.2 Matematiikan ja luonnontieteiden kehittämissohjelman	
vaikutusten arviointi	3
2. MATEMATIIKAN OPETUKSESTA JA SEN MUUTOKSISTA	6
2.1 Taustaa nykytilanteelle	6
2.2 Matematiikan opetuksesta nykytilanteessa	12
3. OPPIMISTULOKSET MATEMATIIKASSA	18
3.1 Kansainvälinen koulusaavutusvertailu 1960-luvulla	19
3.2 Kansainvälinen koulusaavutusvertailu 1980-luvulla	21
3.3 Kansainvälinen koulusaavutusvertailu 1990-luvulla	23
3.4 Koontaa oppimistulosten kehityksestä	28
4. MATEMATIIKAN KIINNOSTAVUUS OPPIAINEENA –	
KOULULAISTEN ASENNEKARTOITUKSIA	30
5. MATEMATIIKAN OSAAMISEN JA SIIHEN KOHDISTUVIEN	
ASENTEIDEN KARTOITUS KAJAANISSA	35
5.1 Kartoituksen tarkoitus	35
5.2 Käytetyt mittarit	36
5.2.1 Matematiikan osaaminen	36
5.2.2 Matematiikan oppimisasenteet	39
5.3 Mittausten suorittaminen	40
5.4 Kohderyhmä	41
5.5 Aineiston analyysi ja tulosten luotettavuus	42
6. MATEMATIIKAN OSAAMINEN SEITSEMÄNSILLÄ	
LUOKILLA KAJAANISSA	45
6.1 Osaamisen yleistaso	45
6.1.1 Erot ala-asteiden ja niiden luokkien välillä	47

6.1.2	Erot yläasteiden ja niiden luokkien välillä	50
6.2	Kajaanin aineiston vertailua muihin aineistoihin	53
6.2.1	LUMA-pilottikuntien ja vertailukuntien aineisto	53
6.2.2	IEA:n kolmas kansainvälinen koulusaavutustutkimus	54
7.	OPPILAIEN ASETEET MATEMATIIKKA KOHTAAN	
	SEITSEMÄNSILLÄ LUOKILLA KAJAANISSA	58
7.1	Matematiikan opetus ja opiskelu koulussa	58
7.1.1	Erot ala-asteiden ja niiden luokkien välillä	61
7.1.2	Erot yläasteiden ja niiden luokkien välillä	65
7.1.3	Oppilaiden asenteet opetuksen eriyttämistä kohtaan	69
7.1.4	Oppilaiden näkemyksiä oppiaineen	
	kiinnostavuuden lisäämiskeinoista	70
7.2	Matematiikka vapaa-aikana	74
7.2.1	Matematiikka harrastuksissa	75
7.2.2	Halukkuus ohjattuun toimintaan	76
8.	LOPUKSI - JOHTOPÄÄTÖKSIÄ JA ARVIOINTEJA	78
LÄHTEET	87
LIITTEET	91

1. JOHDANTO

Matematiikan opetuksesta ja siinä tarvittavista muutoksista on keskusteltu ja kirjoitettu paljonkin viimeisten vuosien aikana. Matematiikan opetusta on pyritty kehittämään. Esim. peruskoulun nykyisin voimassa olevan opetussuunnitelman (Opetushallitus 1994) mukainen matematiikan opetus poikkeaisi luonteeltaan selvästi edeltäneen opetussuunnitelman (Kouluhallitus 1985) mukaisesta opetuksesta.

Vaikka opetusta on pyritty kehittämään, matematiikan osaamisessa saavutettu taso ei ole saanut kiitosta osakseen. Ongelmaksi ei ole koettu pelkästään sitä, että oppimistulokset matemaattis-luonnontieteellisissä aineissa mm. kansainväliseen tilanteeseen suhteutettuina jättävät toivomisen varaa, vaan myös se, että liian harvat oppilaat kiinnostuvat näistä aineista ja liian monet alkavat kouluvuosien myötä kokea ne suorastaan vastenmielisiksi.

Tilanne kuvastuu peruskoulutusvaiheen jälkeen mm. siinä, että jokaista, ylioppilastutkinnossa laajan matematiikan ja fysiikan oppimäärän suorittanutta kohti on ollut tarjolla keskimäärin kaksi opiskelupaikkaa korkeakouluissa tai ylemmissä ammatillisissa

oppilaitoksissa, kun taas yhtä humanistis-yhteiskuntatieteellistä koulutuspaikkaa on tavoitellut 2-3 ylioppilasta (Opetusministeriö 1992). Riittävän opiskelijamäärän saannin ohella vaikeuksia ovat aiheuttaneet opiskelemaan tulevien opiskelijoiden epätaiset valmiudet (Manninen 1994).

Opetuksen kehittämissäpyrkimyksistä huolimatta on tultu tilanteeseen, jossa on jouduttu toteamaan, että matematiikan ja luonnontieteiden opetus ei ole saavuttanut niitä tavoitteita, joita yhteiskunnan nykyisessä kehitysvaiheessa opetukseen kohdistuu. Matematiikka ja luonnontieteet teknisine ja muine sovelluksineen mielletään keskeisiksi välineiksi mm. väestön elintason ylläpidossa ja elintason kehityksen turvaamisessa. Tietoyhteiskunnan ammateissa toimiminen edellyttää matematiikan ja luonnontieteiden tieto-taitoa.

Davis (1984) totesi USA:ssa jo runsas kymmenen vuotta sitten matematiikan saavuttaneen tärkeän aseman tekniikassa, lääketieteessä ja liike-elämässä. Yksilön taloudelliset ja uranäkymät olivat sidoksissa hänen matematiikan opintojensa laajuuteen. Hyvin palkatut työtehtävät avautuivat muita helpommin matematiikkaa o-

piskelleille. Huomion suuntaaminen matemaattis-luonnontieteellisten aineiden (LUMA-aineiden) opetuksen ja oppimisen problematiikkaan koulutusjärjestelmässä sekä tunnistettavien ongelmien systemaattiset ratkaisupyrimykset ovat sekä yhteiskunnan että yksilön kannalta tarkoituksenmukaisia toimenpiteitä.

1.1 Matematiikan opetuksen kehittämishanke Suomessa

Suomessa matematiikan osaamisen tilanteeseen on kiinnitetty huomiota mm. nykyisessä hallitusohjelmassa, joka nimeää matemaattis-luonnontieteellisten aineiden opetuksen kehittämisen yhdeksi painopistealueeksi. Opetusministeriö julisti keväällä 1996 matematiikan ja luonnontieteiden osaamisen kansalliset kehittämiskoot alkaneiksi. Kehittämistalkoiden tavoitteet on asetettu vuodelle 2002 (Opetusministeriö 1996).

Opetushallitus käynnisti osana talkoita näiden aineiden kouluopetuksen kehittämissuunnitelman (Opetushallitus 1995). Vuonna 2002 edellytetään mm., että:

- Ylioppilastutkinnossa matematiikan vaativamman kokeen suorittaa yli 16 000 opiskelijaa. Reaalikokeen fysiikan tehtäviä suorittaa yli 9000 opiskelijaa ja kemian tehtäviä yli 8000 opiskelijaa. Tyttöjä halutaan lisää näiden opiskelijoiden joukkoon.
- Koululaisten kansainvälisessä vertailussa Suomi sijoittuu OECD-maiden parhaaseen neljännekseen.

- Ammatillisten oppilaitosten opiskelijat saavuttavat vähintään lukion yleisistä oppimäärää vastaavan tason matematiikassa ja luonnontieteissä.

Osa kehittämistalkoiden tavoitteista kohdistuu aikuisväestöön. Opetushallituksen kehittämissuunnitelmassa jäsennetään välitavoitteita sekä tehdään ehdotuksia koulujen kehittämissuunnitelmien suuntaviivoista. *Pyrimyksenä on LUMA-oppimistulosten tason parantuminen kaikissa oppilasryhmissä sekä oppilaiden kiinnostuksen lisääntyminen.* Erytystä huomiota kohdistetaan lahjakkaiden oppilaiden oppimiseen sekä luokkaopetuksessa että sen ulkopuolella mm. kehitetään valmennusjärjestelmiä, kesäkouluja ja kerhoja.

Oppimistulosten parantumisen mahdollistamiseksi pyritään opetuksen eriyttämisen ohella saamaan aikaan *kehitystä niissä välineissä, joilla opetuksessa tavoitteisiin pyritään.* Toimenpiteitä suunnataan mm. oppimistulosten arvioinnin tukevoittamiseen. OPH perustaa koulujen arvioinnin tueksi valtakunnallisen koepankin. Kansainvälisiin koulusaavutusvertailuihin on päätetty osallistua säännöllisesti. Osana kehittämissuunnitelmaa toimii tutkimus, jonka avulla paikallistetaan kehittämiskohteita opetuksessa ja oppimateriaaleissa, arvioidaan kehittämistoimenpiteiden tuloksellisuutta ja tiedotetaan toimivista ratkaisuisista.

Keskeinen rooli kouluopetuksen kehittämistyössä on ns. pilottikunnilla ja

-kouluilla, joita toimii ympäri maata. Tässä suhteessa kehittämishankkeen organisointi on samantapainen kuin eräissä muissakin vastaaventyyppisissä opetuksen kehittämishankkeissa käytetty. Pilottiverkon koostumuksesta tiedotettiin samalla, kun opetusministeri julisti huhtikuun lopulla kansalliset kehittämistalkoot alkaneiksi. Kustakin 25 pilottikunnasta valittiin yhden ala-asteen, yläasteen, lukion ja ammatillisen oppilaitoksen muodostama pilottikoulujen kehittämisketju. Mainittujen pilottikuntien lisäksi ohjelmaan valittiin kuusi opettajankoulutuslaitosten yhteydessä toimivaa harjoittelukoulua pilottikouluiksi. Yhtenä näistä on Kajaanin normaalikoulu.

Pilottiverkon koulut ovat opetushallituksen kanssa tekemissään sopimuksissa sitoutuneet paitsi kehittämään omaa opetustaan valtakunnallisen kehittämishankkeen mukaisesti, myös tukemaan ympäristön koulujen kehittämistyötä. Koulut ovat sitoutuneet osallistumaan alueellisten kehittämisverkkojen luomiseen ja toimimaan sellaisten yhteyskeskuksina alueillaan. Tässä raportointini tutkimustyö on katsottavissa osaksi Kajaanin normaalikoulun alueellisen yhteistyön ja osallistumisen toimenkuvaa pilottikouluna.

Kajaani ei ole kuntana mukana valtakunnallisessa pilottiverkossa lukuunottamatta opettajankoulutuslaitoksen yhteydessä toimivaa harjoittelukoulua. Kaupungissa lähdettiin kuitenkin suunnittelemaan paikallisia toimenpiteitä matemaattis-luonnontieteellis-

ten aineiden opetuksen kehittämiseksi sekä tehtiin suunnittelun pohjaksi pieni selvitys vallitsevasta tilanteesta (Hurttia 1996). Paikallista toimenpideohjelmää muodostamaan nimettiin oppilaitosten, sivistystoimen ja opettajankoulutuslaitoksen edustajista koostuva työryhmä (pj. FT Seppo Kinunen).

Syyslukukausi 1996 oli valtakunnallisen LUMA-hankkeen suunnitteluvaihetta pilottikouluissa. Hankkeen alkuvaiheessa valtakunnallinen tuki kehittämisverkkojen kouluille on suuntautunut opettajien täydennyskoulutustarjontaan. Vuoden 1997 budjetissa LUMA-täydennyskoulutukseen on osoitettu 9 milj. markkaa. Täydennyskoulutusta on käynnistetty eri puolilla maata mm. Kajaanin kehittämisskeskuksessa. Luokanopettajankoulutukseen tarvittavia muutoksia valmistellaan. Valtakunnallisen hankkeen tavoitteena on, että 15 % luokanopettajiksi koulutettavista sisällyttää LUMA-sivuaineopintoja tutkintoihinsa.

1.2 Matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen kehittämishankkeen vaikutusten arviointi

Toinen vastaava, opettajien täydennyskoulutuksen tavoin valtakunnallisesti keskitetysti organisoitu toiminta-alue LUMA-ohjelman alkuvaiheessa on ollut sen vaikutusten evaluoinnin mahdollistamiseksi välttämättömiä lähtötasomittausten järjestäminen pilotti- ja vertailukunnissa. Mittaukset suoritettiin näissä kunnissa loka-mar-

raskuussa 1996 peruskoulun seitsemänsillä ja lukion sekä ammatillisten oppilaitosten ensimmäisillä luokilla. Mittareina käytettiin seitsemänsillä luokilla osaa koulusaavutuskokeista, jotka International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) oli laatinut matematiikan ja luonnontieteiden kolmatta, kansainvälistä koulusaavutustutkimusta varten. Jälkimmäisen kohderyhmän mittareihin sisällytettiin IEA:n laatimien mittareiden osioiden lisäksi opetushallituksen nimeämän työryhmän työstämiä tehtäviä. LUMA-ohjelmassa suoritetaan nykysuunnitelmien mukaan väliarviointi vuonna 1998 ja loppuarviointi vuonna 2000 tekemällä koulusaavutusmittaukset samoilla luokkatasoilla, joilla lähtötasomittauksetkin tehtiin (Opetushallitus 1997).

Suomi on aiemmin osallistunut kahden IEA:n kansainväliseen koulusaavutustutkimukseen, mutta jäi pois kolmannesta. Kolmannen tutkimuksen mittarit saatiin kuitenkin jälkikäteen LUMA-ohjelman tulosten evaluoinnin avuksi lähtötasomittauksiin. Pilotti- ja vertailukunnat saivatkin näin poikkeuksellisen tilanteen voidessaan verrata omien koululaistensa tuloksia kotimaisen aineiston ohella yli 40 maan koululaisten tuloksiin matematiikassa. On kuitenkin syytä mainita, että LUMA-ohjelmassa pilotti- ja vertailukunnissa tehtyjen mittausten tulokset saattavat johtaa erheellisiin johtopäätöksiin, mikäli tuloksia yleistetään varauksitta kyseisiin ikäryhmiin Suomessa. Pilotti- ja vertailukunnista mittauksiin osallistuvat oppilaat

eivät ole otos perusjoukosta, vaikka he muodostavatkin laajahkon näytteen ikäryhmistään.

Koska LUMA-lähtötasomittarit tarjoavat niitä käyttäville kouluille monipuoliset mahdollisuudet suhteuttaa tiedot oppilaidensa saavuttamista oppimistuloksista erilaisten viiteryhmiin tuloksiin sekä evaluoida kehittämistoimenpiteidensä vaikutuksia, tutkija halusi saada mittaukset toteutetuksi myös Kajaanissa. Pilottikouluna toimivan harjoittelukoulun opetuksen kehittämistyön evaluoinnin kannalta oli tärkeä saada tiedot koulussa ala-asteen opetuksen saaneen oppilasryhmän tulostasosta ennen ohjelman toimenpiteiden käynnistämistä. Mittausten kohderyhmä laajentui myöhemmin kaupungin kaikki seitsemänsien luokkien oppilaat kattavaksi. Näin saatiin *lähtökohtatietoa paikallisen matemaattis-luonnontieteellisten aineiden opetuksen toimenpideohjelman toteuttamiseen* sekä mahdollistettiin *ohjelman tuloksellisuuden evaluointi* jatkossa ala-asteiden osalta.

Matematiikan osaamisen lähtötasomittausten yhteydessä toteutettiin oppilaskysely heidän suhteestaan matematiikkaan koulussa ja vapaa-ajan toiminnoissa. Tässä yhteydessä tiedusteltiin samalla oppilaiden suhtautumista eräisiin valtakunnallisen LUMA-ohjelman sisältämistä kehittämisohjelmista mm. oppilaiden halukkuutta laajentaa matematiikan roolia vapaa-ajan harrastuksissaan, mikäli tähän tarjottaisiin mahdollisuuksia. Mittaukset suoritettiin Kaja-

nissa samaan aikaan kuin pilotti- ja vertailukunnissa. Kaikki mittauspäivinä kaupungin kouluissa paikallaolleet seitsemäsluokkalaiset osallistuivat mittauksiin. Osassa luokista mittausajankohtana poissaolleet oppilaat suorittivat kokeet ja/tai vastasivat kyselyihin jälkikäteen. Koulujen opettajat valvoivat kokeen suorittamistilanteet.

Valtakunnallisen LUMA-ohjelman pilotti- ja vertailukuntien aineiston tilastollinen käsittely toteutettiin Jyväskylän yliopiston Koulutuksen tutkimuslaitoksella (ent. Kasvatustieteiden tutkimuslaitos) opetushallituksen toimeksiannosta. Kajaanin aineiston tilastolliset analyysit suoritettiin Kajaanin opettajankoulutuslaitoksella. Tilastollinen aineiston käsittely tapahtui vertailuaineistojen kanssa yhdenmukaisesti. Kajaanin aineistoa on siis mahdollista verrata muuhun kotimaiseen aineistoon sekä kansainväliseen aineistoon. Olen aiemmin raportoinut tutkimuksen tuloksia opetushallitukselle (Kallonen-Rönkkö 1997) sekä paikallista toimenpideohjelmaa suunnittelevalle työryhmälle, jonka toimintaan olen muutenkin osallistunut. Toimenpideohjelma (Tavoitetila 2002 1997) esiteltiin Kajaanin sivistyslautakunnalle 11. helmikuuta 1997. Lisäksi tutkija tiedotti tammikuussa kouluille niiden oppilaiden henkilökohtaiset pistemäärät sekä koko aineiston ja kautumatiedot.

Tässä raportissa esitetään Kajaanin aineiston osalta kokonaisuudessaan

tulokset matematiikan koulusaavutuskokeesta ja matematiikkaan suhtautumista kartoittaneesta kyselystä. Luonnontieteiden osalta vastaavat tiedot pyritään koostamaan erilliseksi raportiksi. Tulosten julkistamistavasta siten, että yksittäisiä luokkia ja ala- tai yläasteitakaan ei mainita nimeltä raportissa, on sovittu kaupungin sivistystoimen kanssa. Jotta kaupunki voisi halutessaan jatkaa matematiikan opetuksen kehittämishankkeen seurantaan myös osaryhmien tasolla, tutkija on luovuttanut kaupungin sivistystoimelle koodiluettelon, jonka avulla koulut ja niiden luokat ovat tunnistettavissa raportista.

Pilotti- ja vertailukuntien tuloksia ei raporttia kirjoitettaessa ollut julkaistu. Niiden osalta raportissa käytettäväksi saadut tulokset ovat aineistoa analysoivilta tutkijoilta saatuja tietoja. Vertailua kansainväliseen aineistoon on suoritettu siltä osin kuin vertailutietoja on ollut raporttia kirjoitettaessa käytettävissä. Tutkimuksen taustaosaan on koostettu empiirisen aineiston tarkastelun ja johtopäätösten viitekehyyksi katsaus matematiikan opetukseen ja sen kehittämissälinjoihin sekä matematiikan oppimistuloksista ja oppimisasenteista tehtyihin selvityksiin. Matematiikan opetus peruskoulussa on toteutunut varsin yhdenmukaisesti valtakunnallisesti. Opetuksen kehittämistyön lähtökohdaksi voidaan ottaa se, että nykytilanteessa kohdattavat ongelmat ja opetuksen kehittämistarpeet esiintyvät varsin identtisinä paikkakunnasta riippumatta.

2. MATEMATIIKAN OPETUKSESTA JA SEN MUUTOKSISTA

Seuraavassa on luotu aluksi lyhyt katsaus niihin tavoite- ja oppiainepainotuksiin, jotka lähimenneisyydessä ja nykyisellään ovat vaikuttaneet matematiikan opetukseen. Painotukset Suomessa ovat mukailleet kansainvälistä kehitystä. Nykyisessä opetussuunnitelmassa esiintyvät samantyyppiset tavoite- ja oppiainepainotukset, jotka ilmenevät myös IEA:n viimeisessä koulusaavutuskokeessa. Kunakin ajankohtana opetuskäytäntöä ovat omalta osaltaan olleet muovaamassa vallitsevat näkemykset siitä, millaista matematiikan osaaminen on ja miten tärkeitä osaamisen eri alueet suhteessa toisiinsa ovat. Erilaiset näkemykset ovat seuranneet toisiaan aaltomaisesti. Syntysijoiltaan ne ovat saapuneet meille asti jonkinasteisella aikaviiveellä.

Vaikka opetussuunnitelmassa ym. peruskoulun opetusta ohjaavissa dokumenteissa ilmenevät tavoite- ja oppiainepainotukset muuttuvat, koulun opetuskäytäntöihin ei kovin helposti vaikuteta ei meillä eikä muualla kuten usein on todettu. Koulun opetuskäytäntö näyttää hyvinkin samankaltaiselta, mikä aalto sitten kulloinkin on menossa. IEA:n kolmas koulusaavutustutkimus "löysi" tutkimistaan runsaansa 40 maasta useimmista varsin

yhdenmukaisen tavan opettaa matematiikkaa. Tuntityöskentely koostui tilanteista, jossa opettaja opetti koko luokkaa samanaikaisesti tai oppilaat laskivat yksilöllisesti harjoitustehtäviään. Suomi ei ollut mukana tutkimuksessa eikä meidän opetuskäytäntömme luonne näin ollen tullut tässä yhteydessä kartoitetuksi. Mm. Kuparin (1993a) selvitys matematiikan opetuksen luonteesta Suomessa samoin kuin peruskoulun uusimman opetussuunnitelman täytäntöönpanoa opetushallituksen toimeksiannosta arvioineen englantilaisen tutkijaryhmän raportti (Norris, Aspland, MacDonald, Schostak & Zamarski 1996) antavat aihetta olettaa, että IEA:n havainnot pätevät myös meillä.

2.1 Taustaa nykytilanteelle

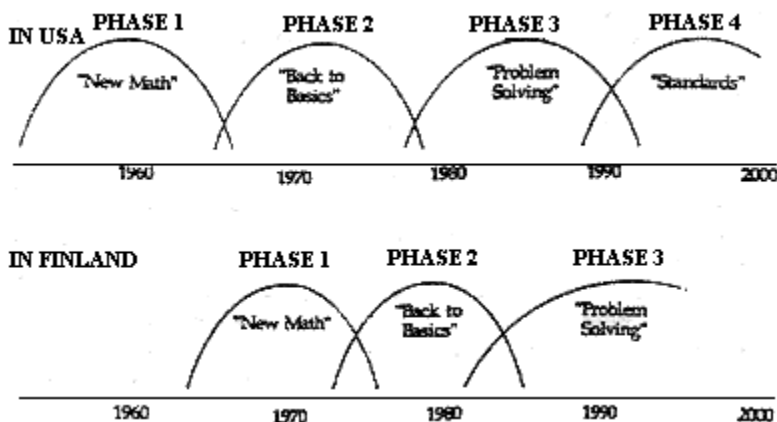
Viimeisten vuosikymmenten aikana matematiikan opetuksessa on pyritty toteuttamaan useita muutoksia. Pääsonen ajoittaa muutosten alkuvaiheen Suomessa 1960-luvulle ns. uuden matematiikan läpimurtoon, jossa koko matematiikan opetusta pyrittiin rakentamaan formaalisen joukkoopin pohjalle. Uudistus tapahtui samanaikaisesti useissa eri maissa, joista ehkä voimakkaimmin Ranskas-

sa. (Paasonen 1993). Kupari (1994) vertaili Suomen matematiikan opetuksen muutoksen vaiheita USA:n muutoksen vaiheisiin. Kuten kuvio 1) osoittaa USA:ssa uuden matematiikan vaihe alkoi Suomea aikaisemmin ja päättyi pian kyseisen painotuksen saavutettua Suomen. Kupari sijoittaa uuden matematiikan voimakkaimman vaiheen Suomessa vuoteen 1970.

Vastareaktion joukko-opille syntyi 1960-luvulla useissa maissa back to basics -liike, joka ehti meille seuraavalla vuosikymmenellä. Tämä suuntaus painotti mekaanista laskemista. Sujuva ja virheetön laskutaito nousi jälleen arvoonsa. Soveltamistaidon ja ymmärryksen katsottiin tulevan automaattisesti riittävän taitoharjoittelun

seurauksena. (Paasonen 1993). Vaikka seuraava, matematiikan luonnetta ongelmanratkaisuna painottava suuntaus alkoi jo saada jalansijaa Suomessa 1980-luvun alkupuoliskolla (Kupari 1994), back to basics -tyyppisten painotusten voima ilmeni vielä selvästi vuoden 1985 peruskoulun opetussuunnitelmassa ja myöhemminkin.

Vuoden 1985 opetussuunnitelmasta (Kouluhallitus 1985) välittyvä silloinen näkemys siitä, mitä matematiikan osaaminen on. "Varma laskutaito matematiikan opetuksen keskeisenä tavoitteena" sekä "peruslaskutoimitusten sujuva osaaminen päässä laskuna" antavat selvät viitteet siitä, miten opetus tulee järjestää ja miten oppimistuloksia arvioida. Opetussuunni-



Kuvio 1. Matematiikan opetuksen kehittämissivaiheet ja niiden ajoitus USA:ssa ja Suomessa (Kupari 1994, 58)

telmassa esitetään kiintoisa - joskin tieteellistä relevanssia kaipaava - oletus päässälaskutaidon positiivisesta transferista mm. ongelmanratkaisun ja loogisen ajattelun taitoihin.

Siirtymä vuoden 1976 ns. ydinopetussuunnitelmasta ongelmanratkaisun ja soveltamisen suuntaan ilmenee vuoden 1985 opetussuunnitelmassa jonkinasteisena varman laskutaidon tavoittelun liitännäisenä. Ongelmanratkaisun ja soveltamisen kehittyminen nostetaan tavoitteeksi, mutta mekaanisen laskutaidon varman hallinnan suhteen ei tehdä mitään kompromisseja. Samanaikaisesti yläasteen matematiikan viikkotuntimäärää vähennettiin 10:stä tunnista 9:ään. Vuosi 1985 toi merkittäviä muutoksia myös matematiikan opetuksen järjestelyihin. Yläasteen tasokurssit poistettiin ja vastapainoksi oppilasryhmiä pienennettiin tuntikehysjärjestelmällä.

Nykyistä edeltäneen runsaan vuosikymmenen aikana matematiikan opetuksessa tapahtunutta tai tapahtumatta jäänyttä muutosta voidaan useilla alueilla kartoittaa verraten toisiinsa Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen vuosina 1979 ja 1990 keräämiä aineistoja. Aineistot kerättiin kyselylomakkein opettajilta ja oppilailta. Molempina vuosina tarkastelun kohteena olivat 4., 6. ja 9. luokat. Aineistojen vertailusta raportoinut Kupari (1993a) olettaa, että aineistot edustavat oppilaiden perusjoukkoja. Hyvin selkeä muutos, joka tarkastellun, runsaan kymmenen vuoden jaksolla oli

tapahtunut, oli muutos opetettavissa ryhmissä. Kun vielä vuonna 1979 maaseutu- ja kaupunkioppilaiden osuudet olivat 60 % ja 40 %, kymmenessä vuodessa tilanne oli kääntynyt päinvastaiseksi.

Väestön muuttoliike maaseudulta kaupunkeihin kuvastui aineistossa myös siten, että ala-asteen ryhmäkoot kasvoivat. Kun vuonna 1979 alle 10 oppilaan ryhmiä oli 60 % ala-asteen luokista, niin vuonna 1990 tällaisia oli enää muutama prosentti. Vastaavasti yli 20 oppilaan opetusryhmien osuus kasvoi lähes 80 prosenttiin. Yläasteella vuoden 1985 ratkaisut sallivat perusopetusryhmien puolittamisen. Näin ollen ryhmäkoot siellä pienenevät selvästi. Tavallisin ryhmäkoko oli 15-18 oppilasta. (Mts. 84-86, 90-91.) Muut muutokset olivatkin siten vähemmän dramaattisia. Molempina ajankohtina ala-asteen opettajien muodollinen pätevyys oli erittäin korkea. Matematiikkaan erikoistuneita luokanopettajia oli tosin vähän (vajaat 10 %).

IEA:n kolmannen koulusaavutustutkimuksen mukaan opettajien pätevyysvariaatiolla koulutuksen ja opetuskokemuksen alueella ei ollut havaittavaa merkitystä oppilaiden oppimistuloksiin. Opettajilta vaadittiin useissa maissa yliopistotason opintoja, osassa opintoja opettajankoulutuslaitoksessa ja osassa molempia. Koulutus keskiasteen jälkeen kesti kahdesta kuuteen vuoteen. Yleisimmin koulutuksen kesto oli neljä vuotta. Opetuskokemuksen pituudella ei ollut mitään

selväpiirteistä yhteyttä oppilaiden suoritustasoon. Useissa maissa kahdeksasluokkalaisia opettivat opettajat, joiden oppitunneista yli 75 % oli matematiikan opetusta. Sillä, opettiko opettaja pelkästään tai lähes pelkästään matematiikkaa vai opettiko hän muutakin, oli hyvin vähän tai ei ollenkaan merkitystä oppilaiden oppimistuloksissa. Joissakin maissa eroja ilmeni, mutta tutkijat selittävät tätä sillä, että erot kytkeytyvät tasoryhmäjärjestelmään, jossa erikoistuneet opettajat opettavat ylimpiä tasoryhmiä. (Beaton, Mullis, Martin, Gonzales, Kelly & Smith 1996.)

Kolmannessa, IEA:n kansainvälisessä koulusaavutustutkimuksessa selvitettiin myös matematiikan kokeiden pidon useutta yli 40 maassa. Joissakin maissa kokeita pidettiin harvoin, joissakin usein. Runsaasti kokeita pitäviä maita oli kolmannessa koulusaavutustutkimuksessa kaikentasoisesti menestyneiden maiden joukossa. Oppilaiden arvioinnissa kokeiden ohella merkitystä oli kotitehtävien tekemisellä, projektitöillä, oppilaiden vastauksilla oppitunnilla sekä havainnoilla, joita opettaja teki oppilaistaan oppituntien aikana. Eri maissa oppilasarvioinnissa kokeille, kotityöskentelylle ja tuntiosaamiselle annetut painotukset vaihtelivat. (Beaton, Mullis, Martin, Gonzales, Kelly & Smith 1996.) Ehkä myös Suomessa on Kuparin (1993a) selvityksessä havaitun, kokeiden määrän vähentymisen myötä otettu tilalle muita tapoja, joilla oppilaille ja vanhemmille voidaan tarjota palautetta oppimisen etenemisestä.

Vuoden 1995 peruskoulun matematiikan opetuksen arviointitutkimus antaa aiheita olettaa, että tämänsuuntaista muutosta on tapahtumassa (Pehkonen 1997).

Suomessa seuranta-ajanjaksolla oli tapahtunut hienoista muutosta opettajien työn jakautumisessa. Opetustuntien määrässä oli tapahtunut hivenen kasvua ja vastaavasti opetuksen valmisteluajassa vähenemistä. Esimerkiksi luokanopettajat käyttivät ilmoituksensa mukaan vuonna 1979 matematiikan tuntien valmisteluun neljä tuntia viikossa ja vuonna 1990 enää 2.5-3 tuntia. Opettajien tunti työskentelyssä ei ollut tapahtunut muutoksia. Sekä opettajien että oppilaiden yksimielisen käsityksen mukaan opetusta hallitsevat työmuodot molempina ajankohtina olivat opettajan opetus ja oppilaiden työskentely tehtävien itsekseen laskemisen parissa. (Kupari 1993a, 88-92.)

Molempina ajankohtina opetuksen suunnittelua ja toteutusta hallitsi vanhasti oppikirja ja siihen liittyvä opettajan opas. Niitä käytti säännöllisesti 94-98 % opettajista kaikilla luokka-asteilla. Tekniset apuvälineet eivät vuosikymmenen aikana olleet vahvistaneet asemaansa ala-asteen opetuksessa. Vajaa 10 % oppilaista ilmoitti opetuksessa käytetyn laskimia. Sen sijaan 9. luokalla runsas 60 % oppilaista oli saanut käyttää laskimia säännöllisesti. Kansainväliseen tilanteeseen verrattuna Suomi vaikuttaa edustavan laskinten käytössä konservatiivista suuntausta. Laskinten

puutteella niiden vähäistä käyttöä ei voida perustella. Tietokoneiden käyttö oli tätäkin harvinaisempaa. Kaikista luokista vain 10 prosentissa niitä oli käytetty matematiikan opetuksessa. (Mts. 88-92.)

IEA:n kansainvälisen koulusaavutus-tutkimuksen mukaan tilanne muissa maissa on samanlainen. Opetustavat eri maissa olivat hyvin yhdenmukaisia. Opettaja opetti koko luokkaa yhtenä ryhmänä ja ohjasi sitten oppilaiden yksilöllistä tehtävien tekoa. Pienryhmien opetusta esiintyi vähän. Oppilaiden pari- ja ryhmätyöskentelyn määrässä oli kuitenkin vaihtelua. Muutamissa maissa oppilaiden yhteistyöskentelyä käytettiin runsaastikin. Oppikirjat olivat keskeinen opetusmateriaali, joskin opettajat yleensä ilmoittivat tukeutuvansa enemmän opetussuunnitelmiin kuin oppikirjoihin tai tutkintovaatimukseen päättyessään opetuksen sisällöistä. Liki kaikissa maissa liki kaikki oppilaat käyttivät työskentelyssään matematiikan oppikirjaa oppimateriaalina.

Laskukonetta käytettiin IEA:n selviytyksen mukaan yleisesti rutiinilaskutoimenpiteissä ja vastausten tarkastuksessa. Valtaosa oppilaista ilmoitti laskukonetta käytetyn "liki päivittäin" oppitunneilla, mikä oppituntien viikottaisen määrän huomioonottaen tarkoittaisi jokseenkin jokaista oppituntia. Kokeissa laskukoneen käyttöluupa vaihteli maittain, joskin käyttö oli monasti vähäisempää kuin oppitunneilla. Paria poikkeusmaata lukuunottamatta liki kaikilla kahdeksaluokkalai-

silla oli myös kotonaan käytössä laskukone. Tietokone oli harvemmillä. Sekä opettajien että oppilaiden ilmoituksen mukaan tietokoneita ei juuri koskaan käytetty matematiikan oppitunneilla. Vähäistä tietokoneiden käyttöä matematiikan opetuksessa Suomessa ei voida pitää kansainvälisesti tarkasteltuna vähäisenä vaan pikemminkin päinvastoin. Kuitenkin kaikissa vastaajamaissa oli muutama prosentti oppilaita, jotka käyttivät opiskelusaan oppitunneilla tietokonetta melko säännöllisesti. (Beaton, Mullis, Martin, Gonzales, Kelly & Smith 1996).

Suomessa oppiaineiden tavoite- ja sisältöpainotuksissa näyttäisi tapahtuneen hienoista muutosta opettajien ilmoituksen perusteella arvioiden. Laskutaitojen harjoittelua ilmoitettiin vähennetyt ja enemmän painoa annetun ajattelun taidoille. Kupari toteasi, että oppimateriaaleissa soveltamis- ja ongelmanratkaisutehtävien osuutta oli lisätty. Tämä kuvastui suoraan oppilaiden tunti- ja kotityöskentelyssä, joihin oppimateriaali tarjosi tehtävät. Kotitehtäviä oppilaat saivat molempina ajankohtina suunnilleen saman verran, mutta vuonna 1990 he käyttivät niiden tekemiseen vähemmän aikaa kuin vuonna 1979. Oppilaiden kannalta mieluinen muutos oli se, että vuonna 1990 he saivat matematiikasta todistuksiinsa parempia arvosanoja kuin vuonna 1979. Heikkojen ja tyydyttävien arvosanojen määrä oli vähentynyt ja vastaavasti hyvien ja kiitettävien määrä kasvanut. (Kupari 1993a, 86, 92-96.)

Vuoden 1990 kartoituksessa opettajilta pyydettiin ehdotuksia opetuksen parantamiseksi. Ilmeni, että suuret luokkakoot ja oppilasaineksen heterogeenisuus olivat opettajien mielestä opetusta eniten vaikeuttavia seikkoja. Vallitsevissa olosuhteissa opettajat näkivät sekä hyvien että heikkojen oppilaiden kärsivän tilanteesta. Parannusta toivottiinkin oppilaiden ryhmittelymahdollisuuksiin ja samoin toivottiin ryhmäkokoja pienemmiksi. Yleisesti toivottiin myös oppimateriaalien kehittämistä nykyisestä. Kolmasosa yläasteen opettajista ja muutama kuudennen luokan opettajista toivoi lisää matematiikan tunteja. Kupari tiivistä tilanteen siten, että *opettajat liittivät matematiikan opetuksen ongelmat ja parannusehdotukset lähes pelkästään järjestelmään ja kehystekijöihin* (tuntimäärä, opetusryhmän koko, oppikirjat yms.). *Itse opetuksen ja opiskelun muodoissa ei nähty juurikaan olevan muutoksen tarvetta tai mahdollisuuksia.* (Kupari 1993a, 96-103.)

Kuitenkin eri yhteyksissä (mm. Kupari 1993a; 1993b) on ilmennyt, että opettajien voimakkaasti korostamalla ryhmäkoolla ei ole selvää yhteyttä oppimistuloksiin. Kupari totesi tarkasteluajanjaksolla 1979-1990 4. luokkien oppimistulosten parantuneen ryhmäkokojen kasvusta huolimatta. Vastavasti yhdeksänsien luokkien oppimistulokset eivät parantuneet, vaikka ryhmäkoot pienenivät. Kolmannessa, IEA:n kansainvälisessä koulusaavutustutkimuksessa selvitettiin erilaisen opetusjärjestelyjen yhteyttä oppi-

mistuloksiin. Aineistosta on tähän mennessä raportoitu se osa tuloksista, joka koskee 13-vuotiaiden ikäryhmää. Tarkastelun kohteena olivat mm. juuri oppilasryhmän koko ja matematiikan opetukseen viikottain käytetty tuntimäärä.

Luokkakoot vaihtelivat huomattavasti tutkimukseen osallistuneissa yli 40 maassa. Kuitenkin vajaassa puolessa osallistujamaista oppilaista 90 % tai enemmänkin opiskeli luokissa, joissa oppilasmäärä oli korkeintaan 30. Tätä suuremmissa luokissa opiskeltiin maissa, joista osassa kouluosaavutustutkimuksessa menestyminen jäi alle kansainvälisen keskitason, mutta myös maissa, joissa suoriutuminen edusti kansainvälistä huipputasoa mm. neljässä parhaiten menestyneistä maista. Luokkakoolla ei ollut yhteyttä oppimistuloksiin. Useimpien oppilaiden matematiikan opetukseen käytettiin useimmissa maissa aikaa viikottain 2-3.5 tuntia. Kolmanneksessa maista puolet tai enemmänkin kahdeksanluokkalaisista kuitenkin käytti opiskeluun 3.5-5 viikkotuntia. Yli puolessa maista muutama prosentti oppilaista sai matematiikan opetusta viikossa 5 tuntia tai enemmän. Oppituntien määrän ja oppimistulosten tason välillä ei ollut yhteyttä. (Beaton, Mullis, Martin, Gonzales, Kelly & Smith 1996.)

Tutkijat arvelevat, että oppituntien määrän merkitys saattaa peittyä eräiden väliintulevien muuttujien vaikutuksiin. Esim. eri maissa oppilaiden työskentely saattaa jakautua eri ta-

voin oppituntityöskentelyyn ja kotona opiskeluun. Vääritysmää saattaa aiheuttaa erityisesti se, että heikoiten menestyville järjestetään usein lisäopetusta tai erityisopetusta tavanomaisten oppituntien lisäksi. (Mts. 144.) Suomea ajatellen merkillepantavaa on, että kahdeksasluokkalaisten matematiikan opiskeluun käyttämien oppituntien määrässä oli maiden sisäistä, oppilasryhmäkohtaista vaihtelua valtaosassa osallistujamaista. Kuitenkin erityisesti Itävallassa, Hollannissa ja Ruotsissa oli oppituntien määrässä ilmeisen vähän vaihtelua; oppilaat sijoittuvat liki kaikki ryhmään, joka saa opetusta 2-3.5 tuntia viikottain. Noin puolessa maista kahdeksasluokkalaisten matematiikan viikkotuntien määrä vaihteli alle kahdesta viikkotunnista viiteen tai useampaan viikkotuntiin, muissa vaihtelualaue on hieman kapeampi. Ilmeisesti osallistujamaissa *mukautetaan matematiikan opetuksen viikkotuntimääriä oppilaan lahjakkuuden ja/tai suuntautuneisuuden suhteen 13-vuotiaiden ikäryhmässä jo varsin voimakkaastikin.*

Kupari (1993a) tiivisti vuosien 1990 ja 1979 aineistojen vertailun toteamukseen, että vertailusta löytyy osin rohkaisevia seikkoja, osin kehitys vaikuttaa pysähtyneeltä. Esim. ryhmäkojojen pienentäminen yläasteilla viritti hänen mukaansa runsaastikin opetuksen kehittämishankkeita kouluisa. Matematiikan opetuksen pysähtyneisyyttä Kuparin mukaan kuvasi "sitkeys, jolla vanha oppimis- ja opetus-traditio - samankaltaisen tuntiohjel-

man toistuminen, oppikirjan mukainen hiljainen laskeminen, tehtävien määrän korostuminen, symbolien käytön painottaminen - on juurtunut kouluun". (Mts. 103.)

2.2 Matematiikan opetuksesta nykytilanteessa

Matematiikan opetuksen kehittämissuuryöryhmä (Kouluhallitus 1991) korosti vuoden 1985 opetussuunnitelmassa ilmenevään ajattelutapaan välimatkaa ottaen raportissaan, että tiedon hankkiminen ongelmanratkaisun kautta edellyttää, että oppilas hallitsee riittävän määrän matemaattista käsitteistöä. Oppikirjat tarjosivat kylläkin valtavan määrän tehtäviä laskutaidon harjoitteluun, mutta ne suosivat työryhmän mielestä lähes yksinomaan rutiinityöskentelyä. Ajattelutoiminta ja rutiinityöskentely eivät olleet järkevissä suhteissa toisiinsa. Toiminnallisuutta ja yleensäkin opetuksen monipuolisuutta haluttiin lisätä.

Traditionaalisesta opettajajohtoisesta, oppikirjasidoksisesta opetuksesta haluttiin siirtyä opetuksen eriyttämiseen ja yksilöllisiin tehtäviin. Opetussuunnitelmissa oli työryhmän mielestä kyettävä tarjoamaan myös laadullisesti hyvinkin poikkeavia vaihtoehtoisia ja vapaavalintaisia oppisisältöjä eri tasoisten tai eri tavalla suuntautuneiden oppilaiden tarpeisiin. Tarvittavan oppimateriaalin tuotannon käynnistäminen nähtiin tarpeelliseksi.

Työryhmä koosti keskeiset kehittä-

mislinjauksensa joukoksi periaatteita, joissa tiivistyi se käsitys matematiikan opettamisesta ja oppimisesta, johon myös vuoden 1994 opetussuunnitelma perustuu:

Matematiikka tulee nähdä laajempina kuin vain laskutaitojen oppimisena. ... Ongelmanratkaisun on oltava matemaattis-loogisten vaatimusten ohella opetuksen keskeinen periaate. ... Opetukselle asetettujen sisältöpainotteisten tavoitteiden asemasta korostetaan oppimisen prosessitavoitteita. ... On voitava jättää pois sellaista tietoa, joka ei ole matematiikan rakenteen ymmärtämisen kannalta ehdottoman välttämätöntä. ... Kun arvioinnin painopistettä siirretään oppimisprosesseihin, joudutaan kehittämään uusiakin mittaus- ja arviointitapoja sekä palautteen antamista oppilaille. ... Opetussuunnitelman perusteiden tulee tarjota valinnaisuuden mahdollisuuksia kunnille ja kouluille. Kunnan ja koulun opetussuunnitelman puolestaan tulee tarjota myös oppilaalle riittävästi valinnaisuutta." (Mts. 17-20.)

Matematiikan luonnetta soveltavana ja ongelmanratkaisukeskeisenä oppiaineena painottava suuntaus ilmenee selvästi nykyisin voimassaolevassa vuoden 1994 opetussuunnitelmassa (Opetushallitus 1994). "Matematiikan opiskelu antaa mahdollisuuksia kehittää keksimiskykyä ja luovaa ajattelua. Lisäksi matematiikka tarjoaa keinon välittää informaatiota täsmällisesti, koska se käyttää abstraktista symbolikieltä." Edelleen opetussuunnitelmassa todetaan varovaisen optimistisesti: "Matematiikan kauneudesta nauttiminen ja älyllisen ponnistelun tuoma mielihyvä voivat tuottaa tyydytystä matematiikan parissa työskenneltäessä."

Vuoden 1994 opetussuunnitelmassa korostuu kautta linjan tavoite matemaattisten käsitteiden ja tietorakenteiden ymmärtävästä oppimisesta,

jolloin mekaanisen laskennan osuutta voidaan vähentää kaikilla tasoilla. "Laskimia ja tietokoneita olisi käytettävä järkevästi luonnollisina apuvälineinä ala-asteelta alkaen." Oppilaan edellytetään kylläkin edelleen oppivan laskemaan peruslaskut pääsääntöisesti. Suunnitelman toteuttaminen edellyttäisi merkittävää teknisten apuvälineiden käytön lisäystä ala-asteella (vrt. Kupari 1993a). Konstruktivistinen oppimiskäsitys on ilmennyt voimakkaana matematiikan opetuksen kehittämiseen, kuten yleensäkin koulun opetuskäytännön kehittämiseen hahmotetuissa linjauksissa. Käsitys matematiikan oppimisesta on muuttumassa, kuten yleensäkin käsitys oppimisesta. Peruskoulun vuoden 1994 opetussuunnitelmauudistuksessa pyrittiin oppiaineesta riippumatta aikaisempaa yksilöllisempään ja oppimisen laatua korostavaan opetukseen.

Englantilaisen East Anglian yliopiston tutkimuslaitoksen tutkijaryhmä arvioi opetushallituksen tilauksesta uudistuksen etenemistä käytännössä. Tutkijaryhmän käsityksen mukaan vuoden 1994 opetussuunnitelma ns. "vihreä kirja" sisälsi *peruskoulun toiminnan perustaksi uuden koulutusfilosofian, joka realisoituessaan koulun oppimisympäristöissä tulisi muuttamaan ratkaisevasti oppimista koulussa*. "Opetussuunnitelma rakentuu kokonaan tietylle oppimisteorialle. Se perustuu ajatukseen oppijasta aktiivisena toimijana ja opetusteoriaan, jossa opettaja on oppimisen ohjaaja ja avustaja eikä tiedon lähde tai informaation välittäjä." (Norris, Aspland,

MacDonald, Schostak & Zamarski 1996.)

Vaikka sekä opetussuunnitelman että matematiikan kehitysvaiheiden erittelyn (kuvio 1) mukaan matematiikan luonne oli vuonna 1994 muuttunut, edeltävän vaiheen vaikutusten voidaan nähdä esiintyvän vielä tänäkin päivänä oppimateriaaleissa ja opetuskäytännöissä. Monien mielestä koulun opetuskäytännöt ovat säilyneet entisellään eikä 1980-luvulla maahamme saapunut kehittämissaalo ole saanut havaittavaa muutosta aikaan koululuokissa. Koulun ns. traditionaalinen opetuskäytäntö on antanut aihetta lukuisiin kriittisiin kirjoituksiin ja puheenvuoroihin. Traditionaalisen, mekaanista laskutaitoa ja valmiiden ratkaisumallien sujuvaa käyttöä painottavan opetuksen on nähty johtavan ulkoaopiskeluun ja mielekkyykokemusten puutteeseen.

Sorvali (1994) ilmaisi suorasukaisesti käsityksensä tavasta, jolla matematiikkaa kouluissa opetettiin opetussuunnitelmista huolimatta. Hän kritisoi koulumatematiikkaa siitä, että se on surkastunut lähinnä behavioristiin oppimiskäsityksiin perustuvaksi "ilmoitusmatematiikaksi". *"Tottumuksen voimasta opetamme yhä matematiikkaa ikään kuin laskimia ja tietokoneita ei olisi keksittykään"* (mts. 73). Sorvali toi hyvin painokkaasti esiin todistamisen merkityksen matematiikan oppimisessa. Oppija oppii matematiikkaa ainoastaan konstruomalla omaa sisäistä matematiikkaansa. "Jättämällä todistukset pois me

helpotamme ulkolukua, mutta vaikeutamme todellista oppimista" (mts. 72). Sorvali totesikin, että matematiikkaa ei voi oppia ulkolukuna. Laskuja opitaan kyllä suorittamaan mekaanisesti, mutta tällaisen taidon merkitys vähenee vähenemistään laskinten ja tietokoneiden myötä. Tarpeen olisi kehittää näkemystä, oivaltamista ja ymmärtämistä.

Kuudesluokkalainen oli murtolukuihin kohdistuvissa ala-asteen opinnoissaan päätyntyn spiraalin huipulle. Muutaman sivun päässä oppikirjassa odotteli murtoluvun jakaminen murtoluvulla. Mutta sitä ennen kerrettiin taas kerran murtoluvun käsite ja muut peruslaskutoimitukset niillä mm. sekalukujen yhteenlasku. Niinpä oppilas jo aukeaman toiselle sivulle päästyään edelleen muunsi sekalukuja murtoluvuiksi, muunsi ne samannimisiksi laventamalla, laski lavennetut murtoluvut yhteen, supisti saadun murtoluvun ja muunsi sen sekaluvuksi. Tässä vaiheessa mitta alkoi olla täysi. "Tämänhän on ihan kivikautista. Tehdäänkö tällaista enää muualla kuin koulussa?" - oppilaan ilmausta lainataksemme. Mitä lapselle olisi suotavaa vastata – vuonna 1997?

East Anglian yliopiston tutkimuslaitoksen tutkijaryhmän arviointiraportista (Norris, Aspland, MacDonald, Schostak & Zamarski 1996) ilmenee, että tavoitteeksi asetettu oppimisympäristöjen uudistuminen on vasta aluillaan. "Olemme kulkeneet koulusta toiseen ja nähneet lähes identtisiä oppitunteja, opettajat olisi voinut vaihtaa keskenään, eivätkä oppilaat olisi huomanneet mitään eroa", tutkijaryhmä totesi (mts. 28). Jotakin on kuitenkin tapahtumassa: perinteisen opetuskäytännön ohella East Anglian yliopiston tutkijaryhmäkin tapasi myös uudistunutta opetuskäytäntöä ja opettajia, jotka olivat käynnistäneet siirtymävaiheen ja etsivät keinoja edistymiseen. *Merkkejä kou-*

lun oppimisympäristöjen uudistumisesta on havaittavissa, vaikka vallitsevan opetuskäytännön muutoksista ei ole aihetta puhua.

Vastaavia merkkejä voidaan matematiikan opetuksen kehittymisen suhteen nähdä haluttaessa laajemminkin. IEA:n kolmannen kansainvälisen tutkimuksen mukaan opettajat osallistujamaissa ainakin ilmoituksensa perusteella mielsivät matematiikan osaamisen luonteen samaan tapaan kuin mihin kouluopetuksessa on yleinen pyrkimys. Useimpien opettajien mielestä matematiikassa on tärkeää ajatella luovasti, ymmärtää matematiikan käyttötapoja reaali maailmassa ja kyetä perustelemaan omia ratkaisuja. Kaavojen ja menetelmien muistaminen koettiin vähemmän tärkeäksi. (Beaton, Mullis, Martin, Gonzales, Kelly & Smith 1996.) Vaikka osaamisen luonne hahmotettiin laaja-alaiseksi matemaattiseksi ajatteluksi, opetuksessa pysyteltiin pääosin tutussa ja turvallisessa opetuskäytännössä.

Ristiriitainen tilanne herättää kysymyksiä. Onko niin, että opettajat pysyvät entisissä opetuskäytännöissään, koska heidän käsityksensä mukaan matematiikan osaamisen tasoa ei pystyittäisi kuitenkaan kohottamaan opetusta muuttamalla? Esim. IEA:n tutkimuksessa useimmissa maissa 80 % tai enemmänkin opettajista uskoi, että matemaattinen kyvykyys on synnynnäistä (Beaton, Mullis, Martin, Gonzales, Kelly & Smith 1996.) Kuparin selvitys (1993a) ker-

too Suomen osalta selvästi sen, että matematiikkaa opettavat eivät nähneet työtapojen kehittämisellä olevan roolia matematiikan osaamisen ja opetuksen ongelmien ratkaisemisessa. Ratkaisuksi nähtiin lisäykset opetukseen resurssoinnissa.

Toinen mahdollinen selitys on se, että vaikka opetussuunnitelmissa ja didaktisessa "liturgiassa" oppimiskäsitteet ja matematiikan osaamisen kuvaukset muuttuvat, opettajat ovat oppineet sietämään ns. käytännön ja teorian juopaa työssään. Tarvitaan konkreettisia opetukseen kohdistuvia muutosvaatimuksia ja sysäyksiä ennenkuin sitoutuminen opetussuunnitelmissa ilmaistuihin kehittämislinjauksiin syvenisi. Oppimistulosten arvioinnin kautta vaikuttaminen saattaa olla yksi tällainen konkreettinen sysäys. Jos matematiikan oppikirjojen mukana tulevissa kokeissa, koulusaavutuskokeissa ja mm. valtakunnallisissa kokeissa hyvä suoriutuminen edellyttää numeerisen sujuvuuden, päässä-laskun nopeuden ja virheettömyyden ts. mekaanisten laskutaitojen pitkälle vietyä hallintaa, on selvä, että *niihin panostetaan opetuksessa ja ne määrittävät matematiikan osaamisen sisällön - mitä sitten opetussuunnitelmien tavoitteisiin kirjoitetaankin.*

Tarvitsisimme oppimistulosten mitaamiseen ja kokeiden laadinnan malleiksi sentyyppisiä kokeita kuin mitä IEA:n kolmannessa, kansainvälisessä koulusaavutustutkimuksessa (TIMSS) käytettiin (IEA 1997). Koulu-saavutuskokeen osioissa painotus on

selvästi käsitteiden ja niiden välisten suhteiden ymmärtämisessä ja oivaltamisessa kuten meilläkin opetussuunnitelmatasolla esitetään. Opettajien tulisi myös voida luottaa siihen, että matematiikan osaamista jatkosakin arvioidaan samankaltaisilla mittareilla - Suomessa myös opetushallituksen tulevan koepankin kokeissa.

Mikäli IEA:n tutkimuksessa onnistuttiin tavoittamaan kattava ja edustava kuva osallistujamaiden matematiikan opetuskäytännöstä, on pääteltävissä, että mitään mullistavia didaktisia metodeja matematiikan opetuksen laadun kehittämiseen ja oppimistulosten tason kohottamiseen ei ole odotettavissa koulujen taholta. Niissä maissa, joissa poikkeamia perinteisestä opetuskäytännöstä (erityisesti sosiaalisen konstruktivismiin suosima oppilaiden yhteistyöskentely pareittain tai pienryhmissä) havaittiin, ei oltu päästy perinteistä opetusta parempiin oppimistuloksiin.

IEA:n tutkimusraportista on vaikea, jollei mahdotontakin, löytää osallistujamaiden opetuskäytäntöjen eroavuuksista luotettavia selityksiä mittaviin eroihin niiden koululaisten matematiikan oppimistuloksissa. Aineistosta löytyy vain vähäisiä vihjeitä siitä, miten tulisi menetellä matematiikan oppimistulosten kehittämiseksi. Suoranaisilla organisatorisilla ja resurssitekijöillä (mm. ryhmäkoko, ohjatun opetuksen määrä, opettajien koulutus) ei näytä olevan mitään sellaisia vaikutuksia oppimistulosten tasoon, jotka pätsivät eri maiden koulujärjes-

telmissä. Tutkijat päätyivät raportissaan toteamaan, että opetuksen ja matematiikassa menestymisen välisiä selkeitä yhteyksiä aineistosta ei ilmene. Lukijan kannalta johtopäätösten tekoa vaikeuttaa se, että tutkimusraportissa ei ole esitetty yhteyksien selvittämisessä käytettyjä analyysejä eikä niiden tuloksia. Raporttiin sisällytetyistä, osallistujamaiden jakautumataulukoista on hankala ja osin mahdotontakin hahmottaa opetuskäytännön ja oppimistulosten yhteyksiä tai niiden puutetta.

Kuitenkin kotitaustan ja matematiikassa menestymisen väliset yhteydet olivat koko aineistossa selkeät. Ehkä on niin, että opetusmuuttujien alueelta on vielä löytymättä sellainen useita osatekijöitä integroiva, selitysvoimainen luokitteleva muuttuja kuin vanhempien koulutus on kotitaustamuuttujien puolella. Vai onko niin, että opetusmuuttujissa ei esiinny samalla tavoin matematiikan oppimistulosten kannalta relevanttia variaatiota kuin kotitaustassa? Tai kenties on niin, että esim. työtapojen variaation kartoittamisessa ja kuvaamisessa käytetyt luokitukset olivat liian karkeita ja/tai epärelevantteja tavoittaakseen sen variaation, joka on oppimisen tulosten kannalta olennaista. Kenties opettajankin toiminnan vaikutuksissa oppilaan oppimisessa jokin muu olisi oleellisempaa kuin esim. se, puhuuko opettaja koko luokalle, oppilasryhmälle vai yksittäiselle oppilaalle ja kuinka suuren osan oppitunnista hän kullekin kohteelleen puhuu (vrt. Beaton & al. 1996).

Opetusalueen muuttujien merkitystä tarkasteltaessa niiden mahdolliset merkitykset aineistossa joka tapauksessa joko häipyvät lukuisten väliintulevien muuttujien peittoon tai sitten oppimistulosten kannalta relevanttia variaatiota ei niissä esiintynyt tai pysytty mittaamaan. IEA:n tutkimus antaa kuitenkin viitteitä siitä, että sellaisilla tekijöillä kuin *oppiaineksen laajuus ja monipuolisuus, korkea vaatimustaso opetuksessa ja opetustuntien määrän variointi eri oppilasryhmille eli opetuksen eriyttäminen* ovat seikkoja, joihin kannattaa panostaa kansainvälistä menestystä ja huippuosaamista tavoiteltaessa. Opetusmuuttujien merkityksen jääminen vähäiseksi oppimistulosten tasoa selitettäessä ei ole ominaista vain IEA:n tutkimukselle. Samat kysymykset, jotka edellä esitettiin IEA:n tutkimuksen tulosten tulkintaa koskevasti on tarpeen esittää yleisemminkin.

Matematiikan opetusta Suomessa on yritetty kehittää hyvinkin vaihteleviin suuntiin viimeisten vuosikymmenien aikana. Soveltamis- ja ongelmapainotteisuuden leviäminen opetukseen on ollut kaikesta päätellen varovaista ja tapahtunut hitaanlaisesti. Kuitenkin opetus on ollut siinä määrin oppikirjasidonnaista, että kun näitä painotuksia on otettu huomioon oppimateriaalin tehtävissä, ne ovat tuntuneet ainakin siinä, millaisia laskuja oppilaat laskevat. Opetushallituksen LUMA-

hankkeessa tuetaan soveltamis- ja ongelmapainotteisuuden edelleenjuurruttamista opetukseen. Kehittämissuunnitelmassa kuvastuu lisäksi voimakas opetuksen mukauttamistarve suhteessa oppilaan oppimisedellytyksiin sekä oppimistulosten ja niihin keskittyvän arvioinnin painotus, joka heijastellee kuviossa 1 ilmenevän, kehittämispainotusten aikavievellä Suomeen saapumistrendin e-linvoimaisuutta.

LUMA-hankkeessa oppimistulosten paranemistoiveet kytkeytyvät selvästi opetuksen ja oppimisen työtapojen muutosodotuksiin. Matematiikan opetuksen ja oppimisen työtapojen nykyisen luonteen ja kehityksen tarkastelu niin meillä kuin muualla ilmaisee, että tällaisten muutosten käynnistäminen on hankala tehtävä. Muutoksiin tähdätään kehittämissuunnitelmassa erityisesti opettajien täydennyskoulutuksen avulla. Tutkimuksissa opettajien koulutustasossa esiintyvä variaatio ei juuri ole selittänyt oppilaiden oppimistuloksia, mutta jotain tukeakin oletuksille mahdollisista yhteyksistä on saatu. Esim. IEA:n ensimmäisessä matematiikan koulusaavutustutkimuksessa opettajan koulutusvuosien määrällä oli lievä positiivinen korrelaatio oppilaiden oppimistuloksiin (Kuusinen 1967.) Myöskään opettajien täydennyskoulutuksen merkitys muutosten aikaansaamisessa ei ole osoittautunut yksiselitteisen lupaavaksi.

3. OPPIMISTULOKSET MATEMATIIKASSA

Tässä luvussa tarkastellaan matematiikan oppimistuloksia ja niiden muutoksia Suomessa suhteessa muihin maihin. Kuten matematiikan opetuksen ja sen muutospyrkimysten tarkastelun yhteydessä edellä havaittiin, opetuksen luonteen ja oppimistulosten välisiä yhteyksiä on pystytty tunnistamaan vähänlaisesti. Kuitenkin oppimistuloksissa mahdollisesti ilmevät muutokset antavat jonkinlaista karkeaa palautetta kehittämistoimenpiteiden tuloksellisuudesta.

Kansainvälisten vertailujen ohella kiinnostava kotimainen selvitys, joka tarjoaa tietoa matematiikan oppimistulosten kehityksestä on Kuparin (1993b) tutkimus, jossa hän vertaili matematiikan oppimistuloksia vuosina 1990 ja 1979. IEA on tehnyt runsaat 15 kansainvälistä koulusaavutustutkimusta eri oppiaineissa. Ensimmäinen matematiikan koulusaavutustutkimus, First International Mathematics Study (FIMS) tehtiin vuonna 1964. Seuraava, Second International Mathematics Study (SIMS) tehtiin 80-luvun taitteessa vuosina 1980-1982. Kolmannessa IEA:n 1990-luvun tutkimuksessa, Third International Mathematics and Science Study (TIMSS) on yhdistetty matematiikan ja luonnontieteiden koulusaavutus-

mittaukset siten, että ne suoritettiin samanaikaisesti ja samoissa kohde-ryhmissä. Tätä tutkimusta ei suoritettu Suomessa. Suomesta on kuitenkin IEA:n mittauksia kotimaisilla täydentäen saatavissa 1960-luvulta alkaen jokaiselta vuosikymmeneltä laajoja matematiikan koulusaavutustutkimuksia, joiden pohjalta voidaan muodostaa käsitystä osaamisen laadun kehityksestä.

LUMA-hankkeessa tavoitteeksi asetettiin mm. se, että koululaistemme oppimistulokset edustaisivat OECD-maiden parasta neljänneistä vuoteen 2002 tultaessa. LUMA-hanke kytkeytyy kansainväliseen viitekehukseen monin tavoin sekä lähtökohdiltaan, tavoitteiltaan sekä odotetuilta vaikutuksiltaan. Mm. tästä syystä oppimistulosten tarkasteluun on tässä luvussa valittu kansainvälisen vertailun näkökulma. Valinta on samalla myös rajaus, sillä tarkasteltaessa matematiikan oppimistulosten tason määräytymistä käytetään lähdeaineistona lähinnä vain kansainväliseen vertailuun keskittyneitä tutkimuksia asennetekijöiden merkityksen erittelyä (luku 4) lukuunottamatta.

Edellisessä luvussa tarkasteltujen selvitysten perusteella syntyi vaiku-

telma, että maamme matematiikan opetuksessa ei opetuksen ja oppimisen työtavoissa ollut ilmeisesti tapahtunut merkittävää muutosta ajanjaksolla vv. 1979-1990. Olkoonkin, että opetuksen tavoitteenasettelussa oli tapahtunut muutosta ja, että opetuksen resurssitekijöissä oli tapahtunut muutoksia. Erityisen silmiinpistävä oli opetusryhmien koon kasvu ala-asteella seurantajakson aikana. Verrattaessa oppilaiden matematiikan tietoja ja taitoja vuonna 1990 vuoden 1979 tuloksiin Kuparin selvityksessä (1993b) havaittiin, että osaaminen oli kokonaisuutena tarkastellen parantunut tai säilynyt samantasoisena, mutta löytyi myös alueita, joilla suoritukset olivat heikentyneet. Kuudes- ja yhdeksäsluokkalaisten tuloksissa taso oli keskimäärin suunnilleen sama, neljäsluokkalaiset paransivat selvästi suorituksiaan.

Parantuneita osa-alueita neljäsluokkalaisilla olivat lukukäsité, yhteen- ja vähennyslasku, sekä soveltava matematiikka. Kuudesluokkalaiset paransivat jonkin verran suorituksiaan yhteen- ja vähennyslaskussa, geometriassa, sekä soveltavassa matematiikassa. Yhdeksäsluokkalaiset paransivat tuloksiaan geometriassa, soveltavassa matematiikassa ja peruslaskutaitojen alueella, mutta tulokset huononivat selvästi lineaarisia funktioita käsittelevissä tehtävissä. Oppimistulokset eri puolilla maata olivat melko yhdenmukaisia.

Opetusta kehitettäessä joudutaan kehittämistyön monipuolisten hanka-

luuksien johdosta tervehtimään ilolla tilannetta, jossa muutosprosessissa kohdattavat, ennalta aavistamattomat tekijät eivät aiheuta jossain kohdin taantumaa kehittämisen lähtökohtatilanteessa vallitsevaan asiantilaan. Matematiikan osaamisen kohdalla osittaista heikentymistä näyttäisi tapahtuneen yläasteella, jonne kuitenkin tuntikehysresurssia suunnattiin. Sen sijaan ala-asteen osalta tilanne oli myönteinen. Varsinkin neljännen luokan kohdalla edistymistä oli tapahtunut. Entä sitten kansainvälinen viitekehys, miten Suomen muutostrendit asettuvat muiden maiden kehityskulkujen joukkoon?

3.1 Kansainvälinen koulusaavutusvertailu 1960-luvuilla

Suomi osallistui jo ensimmäiseen IEA:n koulusaavutustutkimukseen 1960-luvulla. Mittausvuonna 1964 rinnakkaiskoulujärjestelmä oli vielä toiminnassa. Koulusaavutusten taso on tulostettu mittauksista erikseen kansakoulun ja oppikoulun oppilasryhmille. Koulusaavutusvertailun tuloksista on raportoinut Kuusinen (1967).

Ensimmäisen koulusaavutustutkimuksen (FIMS) aineisto kerättiin vuoden 1964 keväällä. Tutkimukseen osallistui kymmenkunta muuta maata (Australia, Belgia, Englanti, Hollanti, Israel, Japani, Ranska, Ruotsi, Saksan liittotasavalta, Skotlanti ja Yhdysvallat). Parhaiten luokkatasolla, jolla 13-vuotiaat olivat enemmistönä, me-

nestyivät Japani, Israel ja Belgia. Suomi ja Ruotsi olivat hännänhuippuina, joskaan välimatka kolmanneksi heikoimpaan eli Yhdysvaltoihin ei muodostunut pitkäksi. Tilanne oli muuten täysin sama 13-vuotiaiden ikäryhmässä paitsi, että Israelin osalta tietoja ei ole käytettävissä. Erot heikoimmin ja parhaiten menestyvien maiden keskiarvoissa olivat mittavat, sillä erot olivat noin yhden, kaikkien suoritus-ten hajonnan suuruisia. Koetehtävät ($f=70$) olivat vaikeat, sillä parhaimmillaankin maiden keskiarvot ilmaisevat vajaan puolen tehtävistä tultua ratkaistuksi. Maiden keskiarvo oli 13-vuotiaiden ryhmässä 19.5 tehtävää oikein ja 13-vuotiaiden enemmistön luokkatasolla 22.7 tehtävää oikein. Kaikissa monivalintatehtävissä suoritettiin arvauskorjaus. (Mts. 9.)

13-vuotiaiden ryhmässä Suomen keskiarvoksi tuli 15.4 ja luokkatason, jolla 13-vuotiaat olivat enemmistönä (kansakoulun 7. luokka ja oppikoulun 3. luokka) keskiarvoksi tuli 16.1. Eri alueiden tehtävistä Suomen koululaiset menestyivät suhteellisesti parhaiten alemmissä henkisissä toiminnoissa, uuden matematiikan mekaanisissa sovelluksissa, perus- ja korkeammassa aritmetiikassa ja heikoimmin geometrian ja algebran tehtävissä sekä ylemmissä henkisissä toiminnoissa ja numeerisissa tehtävissä. (Kuusinen 1967, 9-11.)

Kaikilla alueilla keskiarvoerot oppikoululaisten (3. luokka) ja kansakoululaisten (7. luokka) välillä olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä oppikou-

lulaisten eduksi. Oppikoululaisten keskiarvoksi kaikissa tehtävissä ilmoitettiin 33.1 ja kansakoululaisten 18.0. Kuusisen ilmoittamia osaryhmien keskiarvoja ei voi verrata edellä, kansainvälisessä vertailussa käytettyihin keskiarvoihin, sillä oppikoululaisia ja kansakoululaisia verrattaessa pistemääriin ei tehty arvauskorjauksia. (Kuusinen 1967, 22.)

Tutkimukseen osallistui myös lukiolaisia, jotka menestyivät paremmin kuin 13-vuotiaiden ryhmä. Laajemman matematiikan kurssin lukijoiden taso jäi hieman alle kaikkien maiden keskiarvon ja suppeamman matematiikan kurssin lukijoiden taso oli jopa hieman kaikkien maiden keskiarvoa parempi. Tilannetta kuitenkin huonontaa se, että Suomessa ikäluokasta vain 14 % oli lukion eli yliopistoihin ja korkeakouluihin johtavan koulutuksen ylimmällä luokalla, kun taas heikoiten menestyneessä USA:ssa prosenttiosuudeksi ilmoitettiin jopa 70 %. Japani puolestaan menestyi menestyi vertailussa hyvin, vaikka maassa 57 % ikäluokasta kävi lukion ylintä luokkaa.

Yhteenvetona *ensimmäisestä IEA:n kansainvälisestä matematiikan koulusaavutustutkimuksesta on todettava, että se antoi Suomen tilanteesta huolestuttavan kuvan.* Peruskoulua vastaavassa ikäryhmässä menestymisen edusti heikointa, vertailussa tavoitettua osaamisen tasoa. Vaikka lukion kohdalla tilanne ei ollut osaamisen tason suhteen yhtä synkkä, lukio-opintoihin ohjautui vain pieni osa ikä-

luokasta.

IEA:n 1960-luvun tutkimuksessa kuten myöhemmissäkin tutkimuksissa pyrittiin oppimistulosten tason selvittämisen ohella saamaan käsitystä myös oppimistulosten vaihtelua selittävästä tekijöistä. 1960-luvun tutkimuksessa poikien suoritukset matematiikassa olivat kauttaaltaan tyttöjen suorituksia parempia. 13-vuotiaiden ryhmässä kaikissa maissa oppilaan sosio-ekonominen tausta (mm. vanhempien koulutuksen määrä) oli yhteydessä matematiikan saavutuksiin. Sen sijaan maaseutu- ja kaupunkikoulujen suoritustasoissa ei ollut eroja. Kuitenkin suuremmissa kouluissa saavutettiin paremmat tulokset kuin pienissä. Opettajien koulutusvuosien määrä korreloi positiivisesti, joskin heikosti oppilaiden suorituksiin. (Kuusinen 1967,15-17.)

3.2 Kansainvälinen koulusaavutusvertailu 1980-luvulla

IEA teki toisen matematiikan kansainvälisen koulusaavutustutkimuksen (SIMS) vuosina 1980-1982. Siihen osallistui yli 125 000 oppilasta 20 koulutusjärjestelmästä. Maita oli hieman vähemmän, sillä joistakin maista osallistui yhtä useampia, eri kieliryhmien tai osa-alueiden koulutusjärjestelmiä. Osallistujat olivat seuraavat: Belgia (erikseen flaaminkielinen ja ranskankielinen), Kanada (erikseen brittiläinen ja Ontario), Englanti ja Wales, Suomi, Ranska, Hong Kong, Unkari, Israel, Japani, Luxembourg,

Alankomaat, Nigeria, Uusi Seelanti, Skotlanti, Swazimaa, Ruotsi, Thaimaa ja USA. Ensimmäiseen vertailuun osallistuneista 12 maasta 11 osallistui myös toiseen vertailuun. Näistä Australian tuloksia ei ole esitelty raportissa (Robitaille & Garden 1989) koska se toteutti mittaukset vain rajoitetusti. Tutkimuksen kohteena oli kaksi oppilasryhmää. Ensimmäiseen kuului luokkataso, jonka oppilaiden enemmistön ikä kouluvuoden puolivälissä oli välillä 13 vuotta - 13 vuotta 11 kk. Toiseen ryhmään kuuluivat keskiasteen (secondary education) viimeisen vuosikurssin oppilaita ne, joiden opintoihin sisältyi laajasti matematiikkaa.

Suomessa ensimmäisessä ryhmässä tulokset osoittivat, että *osaamisen taso oli jokseenkin kansainvälistä keskitasoa kaikilla matematiikan viidellä osa-alueella*. Kun kaikkien maiden suorituspistemäärät muunnettiin z-arvoiksi vertailun mahdollistamiseksi paitsi maittain myös matematiikan osa-alueittain, ilmeni, että Suomi menestyi osa-alueista heikoiten aritmetiikassa ja parhaiten deskriptiivisessä tilastotieteessä, mutta erot eri osa-alueilla menestymisessä olivat varsin pieniä. Opetussuunnitelmittain tarkastellen painopistealueita ikäryhmän opetuksessa olivat aritmetiikka, geometria ja algebra. Joissakin maissa, erityisesti Pohjois-Amerikassa aritmetiikka oli selvästi vallitseva alue, muita alueita oli opetuksessa edustettuna vain hitunen. Esimerkiksi laajempaa algebran opetusta tarjottiin pienelle vähemmistölle oppilaita.

Ylemmässä ikäryhmässä Suomi menestyi eri osa-alueilla keskitasoa paremmin, joskaan ei aivan huipputasoisesti. Tarkasteltavasta alueesta riippuen 2-5 maata oli menestynyt Suomea paremmin (Robitaille & Garden 1989, 126-142.)

Oppilaiden enemmistö kaikissa maissa uskoi, että matematiikka on tärkeää ja halusi menestyä hyvin siinä. He myöskin uskoivat tarvitsevansa matematiikkaa tulevassa työssään. Sen sijaan, vaikkei koululaisten mielipidettä voi luonnehtia suorastaan negatiiviseksi, he eivät liioin olleet innostuneitaakaan matematiikan opiskelusta. Eriytyisesti tutkijat kiinnittivät huomioita tilanteeseen Japanissa, jossa koululaiset menestyivät koulusaavutusvertailussa erinomaisesti, mutta jossa koululaiset muita voimakkaammin pitivät matematiikkaa vaikeana ja epämieluisana. (Robitaille & Garden 1989.)

Tutkimuksesta on kansallisen aineiston osalta raportoinut Kangasniemi (1988; 1989). Seuraava selvitys perustuu näihin julkaisuihin. Vertailuun osallistuivat meiltä peruskoulun 7. luokan oppilaat sekä lukiossa 3. luokalla pitkää matematiikan oppimäärää opiskelevat. Tiedonkeruu tapahtui kevätlukukauden lopulla 1981 peruskoulussa ja lukioissa saman vuoden joulukuussa. Tällöin peruskoulussa opetettiin matematiikkaa kolmen opinto-ohjelman mukaan. Niiden edustuksellisuus huomioitiin otannassa. Koulusaavutuskokeen osiot 13-vuotiaiden kokeessa koostuivat viidestä osa-alueesta: aritmetiikka,

algebra, geometria, tilastotiede ja mittaaminen. IEA:n mittari osoittautui melko vaikeaksi, sillä keskimääräinen tehtäväkohtainen ratkaisuprosentti oli 49. Kuitenkin koe oli helpompi kuin ensimmäisessä kansainvälisessä vertailussa käytetty.

Matematiikan suppeamman ja laajemman tasokurssin oppilaiden suorituksissa oli kaikilla osa-alueilla selvät erot, vaikka kokeen opetussuunnitelmaan kuulumattomat osiot poistettiin. Sen sijaan laajemman kurssin ja tasokurssittomasti opiskelleiden suorituksissa ei ollut merkittäviä eroja. Molemmat ryhmät olivat ratkaisseet eri alueiden tehtävistä vähintään puolet oikein. Suppeamman kurssin koululaisilla suoritustaso oli muihin kahteen ryhmään verrattuna selvästi alhaisempi eri osa-alueilla.

Tehtävät luokiteltiin osa-aluejaon ohella niiden vaatiman matemaattisen ajattelun tason mukaan neljään luokkaan: laskutaitoa, ymmärtämistä, soveltamista ja analysoimista vaativiin tehtäviin. Näistä kaksi viimeksi mainittua yhdistettiin luokaksi "korkeampi matemaattinen ajattelu". Lähes kaikissa ryhmissä ja kaikilla osa-alueilla menestyminen oli heikointa korkeammassa matemaattisessa ajattelussa. Parasta menestyminen oli yleisimmin laskutaitoa mittaaviksi luokitelluissa tehtävissä. Myös matemaattisen tason mukaan ryhmiä verrattaessa menestyminen tasokurssittomassa opetuksessa ja laajemmalla kurssilla oli lähes identtistä ja kaikilla osa-alueilla ja kaikilla matemaattisen

ajattelun tasoilla selvästi parempaa kuin suppeamman kurssin suorittajilla.

Jonkin verran suoritusten hajonnasta selitti myös oppilaiden sukupuoli. Seitsemäsluokkalaisista tytöt menestyivät poikia paremmin niissä kohdin missä eroja ilmeni. Erot olivat selvimmillään laskutaitoa mittaavissa tehtävissä, korkeampaa matemaattista ajattelua vaativissa tehtävissä eroja ei ilmennyt. Lukion oppilasryhmässä erot tyttöjen ja poikien suorituksissa olivat toisensuuntaisia. Lukiossa pojat menestyivät tyttöjä paremmin kaikilla osa-alueilla sekä kaikilla matemaattisen ajattelun tasoilla laskutaito mukaanlukien.

Koska 1960-luvun koulusaavutustutkimuksessa oli joukko samoja tehtäviä kuin tässä 1980-luvun tutkimuksessa, oli mahdollista niiden osalta eritellä oppimistuloksissa tapahtunutta kehitystä. Yhteisiä tehtäviä 7. luokkalaisten aineistossa oli 41. *Muutosta oppimistuloksissa oli tapahtunut molempiin suuntiin.* Aritmetiikassa ja tilastotieteessä oppimistulokset olivat vähän heikenneet, muilla osa-alueilla ne olivat parantuneet. Parantuminen oli hyvin selvää algebrassa ja geometriassa, joita kansakouluryhmälle 1960-luvun aineistossa oli opetettu erittäin vähän. Kun muutoksia tarkastellaan jaotellen osiot matemaattisen ajattelun tasoille, kaikki tapahtunut muutos oli muutosta positiiviseen suuntaan, joskaan muutokset tässä vertailussa eivät yleensä ole suuria. Tässä yhteydessä erotettiin vertailta-

vaksi viisi matemaattisen ajattelun tasoa. Eniten muutosta positiiviseen suuntaan oli tapahtunut analysoimisen osa-alueella. Lukiolaisten ryhmässä kaikki muutokset olivat tapahtuneet positiiviseen suuntaan sekä oppiainesalueittain että matemaattisen ajattelun tasoittain tarkastellen.

3.3 Kansainvälinen koulusaavutusvertailu 1990-luvulla

IEA:n kolmannen kansainvälisen koulusaavutustutkimuksen (TIMSS) mittaukset tehtiin useimmissa osallistujamaista ($f=45$) touko-kesäkuussa 1995. Maissa, joissa lukuvuosi päättyy vuodenvaihteeseen, mittauksia suoritettiin vuoden 1994 lopulla. Koululaisia mittauksiin osallistui runsas puoli miljoonaa yli 15 000 koulusta. Suomi ei osallistunut tutkimukseen. Koulusaavutusmittaukset tehtiin kolmessa ikäryhmässä. Tätä raporttia kirjoitettaessa IEA on julkistanut tulokset keskimmäisen ikäryhmän osalta (Beaton, Mullis, Martin, Gonzales, Kelly & Smith 1996). Raportissa on tiedot 41 maan koululaisten suorituksista. Neljä muuta osallistujamaata jäi erilaisista syistä raportin ulkopuolelle. Seuraavassa esitetyt tiedot on koostettu kaikki mainitusta raportista.

Keskimäinen ikäryhmä muodostettiin maittain kahdesta perättäisestä luokkatasosta, joilla testausajankohdana oli suurin osa maan 13-vuotiaista koululaisista. Tulokset on raportoitu erikseen luokkatasoittain. Ryhmiä nimitetään 7. ja 8. luokiksi. Useimmis-

sa maissa kohdeluokkina olivat 7. ja 8. luokka, mutta luokat saattoivat olla muitakin koulunkäynnin aloitusiästä riippuen. Näiden ryhmien tulostaso muodostaa vertailutason pilotti- ja vertailukuntien, ja tässä tutkimuksessa Kajaanin seitsemäsluokkalaisten tulostasolle. Seuraavassa kansainvälisestä aineistosta on käytetty pääosin 7. luokan aineistoa matematiikan oppimistuloksia tarkasteltaessa. Tällä luokkatasolla eri maiden oppilaiden keski-ikä vaihteli alueella 12.6 - 14.5 vuotta. Valtaosassa maista ikäryhmän keski-ikä oli likimain 13 vuotta. Joissakin kohdin on käytetty 8. luokkataso aineistoa, koska vastaavia tietoja 7. luokan osalta ei ole.

Matematiikan koulusaavutuksia tutkittaessa käytettyä TIMSS-mittaria (IEA 1997) kuvataan myöhemmin luvussa 5. LUMA-lähtötasomittari muodostettiin TIMSS-mittarin osioista. Koelomakkeen ohella oppilaat vastasivat kyselylomakkeisiin, joissa kerrotettiin heidän kokemuksiaan matematiikan opiskelusta. Myös opettajilta ja kouluviranomaisilta kerättiin tietoja kyselylomakkein.

Matematiikan koulusaavutuskokeessa parhaiten menestyivät Aasian maat Singapore, Korea, Japani ja Hong Kong. Euroopan maista huomattavan hyvin menestyivät entisen sosialistisen ryhmän maat Tšekki ja Slovakia, mutta myös Unkari ja Venäjä sijoittuivat parhaiden 11 maan joukkoon. Länsi-Euroopan maista parhaiten eli viidenneksi sijoittui flaaminkielinen Belgia. Myös Sveitsi ja

Ranska sijoittuivat 10-15 parhaan maan joukkoon. Englanti sijoittui kaikkien maiden keskitason tuntumaan. Itävallassa, Hollannissa ja Saksassa tulokset olivat kaikkien maiden keskiarvoa vastaavia tai vähän korkeampia, mutta niistä tutkimukseen osallistuneet oppilasryhmät eivät vastanneet kaikin osin IEA:n asettamia kriteereitä. Ruotsi, joka oli 1960-luvulla jakamassa Suomen ja USA:n kanssa heikoimpia sijoituksia, sijoittui nyt 7. luokkalaisten osalta hieman maiden keskitason alapuolelle ja 8. luokkalaisten osalta hieman maiden keskitason yläpuolelle. Muut osallistuneet Pohjoismaat jäivät kansainvälisten keskiarvojen alapuolelle. Heikoimmin puolestaan menestyivät Kolumbia, Etelä-Afrikka ja Iran.

Mikäli koululaisten matematiikan osaamisen taso on siihen tapaan sidoksissa maan taloudelliseen ja teknologiseen kehitykseen ja kansainvälisen kilpailukykyyn kehitykseen tulevaisuudessa kuten mm. LUMA-ohjelmassa tai IEA:n ennusteissa oletetaan, *tilanne ei Pohjoismaiden tai yleensä Euroopan maiden kohdalla ole valoisa*. Aasian maiden ja entisten sosialististen maiden koululaisten oppimistulokset edustavat kansainvälistä kärkeä esim. OECD-maiden sijasta. LUMA-hankkeen tavoitteet koululaistemme matematiikan osaamisen suhteen sidottiin OECD-maiden parhaan neljänneksen tavoittamiseen. Tavoitteita määriteltäessä IEA:n kolmannen koulusaavutustutkimuksen tuloksia ei ollut vielä saatavilla.

Verrattaessa parhaiten ja heikoiten sijoittuneiden maiden koululaisia toisiinsa erot ovat todella voimakkaita. Parhaiten menestyneiden maiden heikoimmin menestyneet koululaiset saivat suunnilleen samantasoisia tai parempia tuloksia kuin heikoimmin menestyneiden maiden parhaat oppilaat. Kolumbiassa ja Etelä-Afrikassa yli 95 % oppilaista jäi kansainvälisen keskiarvon alapuolelle. Kun maiden keskiarvo kokeessa oli seitsemännellä luokalla 484 ja kahdeksannella luokalla 513, keskiarvojen erotus 29 pistettä kuvastaa tavallaan sitä, miten paljon keskimäärin vuodessa opitaan. Kun sekä seitsemänsillä että kahdeksansilla luokilla parhaiten ja heikoiten menestyneiden maiden keskiarvojen erotus ylitti 250 pistettä ja kahdeksansilla luokilla kasvoi lähelle 300 pistettä, parhaiten ja heikoiten menestyneiden maiden tasoeron laajuutta voidaan havainnollistaa myös toteamalla, että erot vastaavat usean vuoden kouluopintoja.

Samansuuruisia ja isompiakin eroja löytyi eri maiden sisäisissä suoritus-tasoeroissa. Raportissa on ilmoitettu pistemäärien vaihtelualue persentileittäin (mts. 22, 26), siten että kuviosta on nähtävissä pistemäärät, jotka vastaavat 5., 25., 75. ja 95. persentiliä. Esimerkiksi Singaporen kahdeksaluokkalaisista liki 95 % ylitti kansainvälisen keskiarvon kahdeksannella luokalla, mutta kuitenkin alinta ja ylintä ilmoitettua persentiliä vastanneissa pistemäärissä oli eroa noin 300 pistettä. Yleensäkin *parhaiten menestyneissä maissa paitsi suo-*

ritusten keskiarvo on korkea myös oppilaiden välinen suoritusten hajonta on mittava. Lisäksi parhaaseen kvartiiliin sijoittuvan oppilasryhmän suoritukset sijoittuivat pistemäärä-alueelle, jonne juuri kukaan kansainvälisen keskiarvon tuntumaan tai sen alle jäävien maiden oppilaista ei sijoittunut. Pääsääntöisesti kansainvälisen keskiarvon yläpuolelle sijoittuvissa maissa oppilaiden suoritusten hajonta oli laajaa. Näyttää siltä, että parhaiten menestyneissä maissa paitsi vaatimustaso opetuksessa on yleensä muita korkeampi, lahjakaimman oppilasaineuksen mahdollisuuksiin edistyä edellytyksiään vastaavasti kiinnitetään enemmän huomiota kuin heikommin menestyvissä maissa. Tämä ei vaikeuttanut heikoimmin menestyvän oppilasaineuksen oppimista, sillä myös he saavuttivat tasoonsa nähden hyviä oppimistuloksia.

IEA:n kolmannessa tutkimuksessa oppilaan sukupuolella ei useimmissa maissa ollut tilastollista merkitsevyyttä oppilaiden välisten suoritustasoerojen selittämisessä. Sekä 7. että 8.-luokkalaisten aineistoissa pojat menestyivät hieman tyttöjä paremmin, mutta erotukset olivat alle 10 pisteen suuruusluokkaa. Eri maissa tyttöjen ja poikien väliset erot molemmilla luokkatasoilla olivat valtaosassa tapauksia poikien eduksi, mutta alemmalla luokka-asteella erot olivat tilastollisesti merkitseviä tasolla .05 vain kahdeksassa maassa ja ylemmällä luokka-asteella kuudessa maassa. (Mts. 34-35.) Oppilaan su-

kupuolella ei siis koko aineistossa-kaan ollut sanottavaa merkitystä matematiikassa menestymiseen, joskin tilanne suosi lievästi poikia.

Koululaisten menestys erotetuilla, kuudella oppiainosalueella eri maissa vaihteli ilmeisestikin opetussuunnitelman painotuksia mukailevasti, sillä havaittavissa oli yhdenmukaisuutta seitsemäs- ja kahdeksasluokkalaisten menestyksessä maittain. Kuitenkin monivaiheiset ongelmanratkaisuja ja sovellustehtävät tuottivat vaikeuksia useimpien maiden koululaisille. Algebra ja geometria olivat alueita, joissa eri maissa suoritustaso vaihteli selvimmin. Niissä menestyivät erityisesti jo muutenkin hyvin menestyneet Aasian ja entisen sosialististen maiden ryhmän maat. Säännöstä oli kuitenkin poikkeuksia. Geometria oli yleensäkin alue, jolla eri maiden opetussuunnitelmat vaihtelivat voimakkaammin kuin millään muulla kuudesta sisältöalueesta. Algebra puolestaan oli alue, jossa jopa osalla kahdeksasluokkalaisista oli vaikeuksia lukuunottamatta aivan yksinkertaisia osioita.

Läntisissä maissa suoriutuminen oli suhteessa niiden muuhun tasoon parasta aritmetiikassa (Fractions and number sense). Alue sisälsi kokonais-, murto-, desimaali- ja prosenttilukulaskuja sekä arviointia ja lukujen pyöristyksiä. Tutkimuksessa selvitettiin myös osaamisen lisääntymistä vertaamalla seitsemännen ja kahdeksannen luokan aineistoja oppiainosalueittain. Yleensä erot olivat suurim-

millaan geometrian ja algebran alueella kuvastaen näiden alueiden oppiaineuksen aseman voimistumista opetuksessa ylemmällä luokkatasolla. (Mts. 46-49.)

Liki jokaisessa maassa matematiikasta pitäminen oli sidoksissa siinä menestymiseen. Useimmissa maissa oppilaiden enemmän tai vähemmän selvän enemmistön asenteet matematiikkaa kohtaan olivat kahdeksasluokkalaisilla positiivisia (mts.126, 128). Kuitenkin hyvinkin menestyneiden maiden joukossa oli sellaisia, joissa runsas kolmasosa, jopa lähemmäs puolet oppilaista ei pitänyt matematiikasta. Monessa maassa matematiikka oli pojille mieluisempaa kuin tytöille. *Kotitausta oli vahvasti sidoksissa matematiikassa menestymiseen kaikissa osallistujamaissa.* Merkitystä menestymiseen oli vanhempien koulutuksella ja erällä resurssiteijöillä mm. kodin kirjojen määrällä useimmissa maissa ja tietokoneen käyttömahdollisuudella. Liki kaikissa maissa lähes kaikki oppilaat ilmoittivat käytössään olevan kotikirjaston. (Kirjastoksi katsottiin jo pienehkökin kirjamäärä.) Länsimaissa kotitietokoneet olivat varsin yleisiä. Niissä paria poikkeusta lukuunottamatta enemmistö kahdeksasluokkalaisista, jopa liki 90 %, ilmoitti käytössään olevan tietokoneen. Aasian maissa ja entisissä sosialistisissa maissa kotitietokoneita oli selvästi vähemmän. Japanin tiedot puuttuvat. (Mts.99-102.)

Monissa maissa koululaiset katselivat päivittäin televisiota 2-3 tuntia. Useis-

sa maissa matematiikassa hyvin menestyvät katselivat televisiota 1-2 tuntia päivässä. Enempi kuin 3 tunnin päivittäinen television katselu korreloi osassa maista negatiivisesti matematiikassa menestymiseen, mutta vasta yli viiden tunnin ylittävä television katselu oli kaikissa maissa yhteydessä heikkoihin tuloksiin matematiikassa. Myös alle tunnin päivittäin televisiota katselevilla oppilailla tulokset olivat muita heikompia. Tutkijat eivät usko sopivassa määrin tapahtuvan television katselun suosivan koulussa menestymistä vaan olettavat hyvin vähäisen television katselun selittyvän taloudellis-sosiaalisilla tekijöillä mm. sillä, että kotona ei ole televisiota. (Mts. 115.) *Useimmissa maissa koululaiset käyttivät päivittäisen vapaa-aikansa jokseenkin puoliksi opiskeluun liittyviin ja liittymättömiin toimintoihin.* Television katselu, liikunta ja kavereiden tapaaminen olivat yleisiä vapaa-ajan käyttötapoja.

Huomiota herättävää koululaisten vapaa-ajan käytössä on runsas kotitehtävien tekeminen. Puolessa osallistujamaista 8. luokkalaiset käyttivät kotitehtäviin keskimäärin 2-3 tuntia päivässä. Näistä karkeasti tunti meni matematiikan tehtäviin. *Matematiikan kotitehtäviin käytetty aika vaihteli puolesta tunnista kahteen tuntiin päivittäin ja kotitöihin kaikenkaikkiaan käytetty kahdesta viiteen tuntiin.* Kotitehtäviin käytetty aika ja matematiikassa menestymisen taso eivät olleet sidoksissa toisiinsa suoraviivaisesti.

Vaikuttaisi siltä, että suhde on jollain

tapaa käyräviivainen useissa maissa. Korkein oli suoritustaso niillä oppilaila, jotka käyttivät kotitehtäviin "koh-tuullisesti" aikaa, mikä tutkimuksen mukaan tarkoittaa 1-3 tuntia päivittäin. Heikosti menestyvät tekivät joko tätä vähemmän kotitehtäviä ehkä laiminlyöden ne tai sitten kotitehtävät veivät heiltä enemmän aikaa kuin hyvin menestyviltä. Menestymisen ja kotitehtäviin käytetyn ajan yhteyksissä oli kuitenkin eroja eri maissa. Suomalaisesta lukijasta kotityöskentelyn tuntimäärät tuntuvat ällistyttävän korkeilta.

Kuparin (1993a) selvityksen mukaan koululaisemme käyttivät selvästi vähemmän aikaa kotitehtäviinsä. Vuodesta 1979 vuoteen 1990 kotitehtäviin käytetty aika oli kaikilla luokilla vähentynyt. Yläasteen oppilaat, joista edustettuina olivat vain 9. luokkalaiset, käyttivät kaikkiin kotitehtäviinsä aikaa päivittäin 50 minuuttia. Ala-asteen opintojen kertausta painottavalla seitsemännellä luokalla kotitehtäviin käytetty aika ei todennäköisesti tästä poikkea ainakaan ylöspäin. (Mts. 87.) Matematiikan kotitehtäviin puolestaan yhdeksäsluokkalaiset käyttivät 17.9 minuuttia (hajonta 13.6). Ala-asteella kotitehtäviin käytetyt ajat olivat hieman pitempiä. (Mts. 96.)

Kuparin selvityksessä matematiikan kotitehtäviin käytetyllä ajalla ja oppilaan oppimistuloksilla oli nurinkurinen suhde toisiinsa: matematiikassa paremmin menestyvät oppilaat käyttivät vähemmän aikaa kotitehtäviin kuin heikkommin menestyvät. Tähän esi-

tettiin syyksi oppimateriaalit, joissa matematiikan opetuksen eteneminen on säädelty sellaiseksi, että suurin osa koululaisista pystyy omaksumaan käsiteltävät asiat oppituntien aikana ja kotitehtävät näinollen merkitsevät enemmänkin tuntitehtävien vaivatonta toistoa kuin haastetta tavoittaa syventävä taso opittuun asiaan. Toinen selitys siihen, että parhaiten menestyvät tekevät vähiten tehtäviä kotona näyttää olevan siinä, että he ehtivät tekemään jo oppituntien aikana myös kotitehtävät. Kansainvälisen vertailun valossa tarkasteltuna on ilmeistä, että *Suomessa oppilaiden kotona tapahtuva matematiikan opiskelu ja kotitehtävien luonne on syytä ottaa tarkastelun kohteeksi matematiikan opetusta kehitettäessä.*

3.4 Koontaa oppimistulosten kehityksestä

Vaikka Suomen koululaisten matematiikan osaamisesta on laajoja aineistoja käytettävissä alkaen 1960-luvulta ja ulottuen 1990-luvun taitteeseen, aineistosta on eri syistä aika vaikea hahmottaa oppimistuloksissa tapahtunutta kehitystä. Jos verrataan keskenään IEA:n kahta ensimmäistä mittausta, oppimistulokset ovat peruskoulua edustavan ikäluokan osalta parantuneet suhteessa muihin maihin. Ensimmäisessä mittauksessa Suomi edusti heikointa suoritustasoa ja toisessa keskitasoa vertailtavien maiden joukossa.

Tosin myös vertailussa mukana olleiden maiden ryhmäkin oli muuttunut. Tästä syystä on paikallaan verrata Suomen tilannetta 1980-luvulla tilanteeseen niissä maissa, joiden kanssa Suomi sijoittui samoihin asemiin 1960-luvulla. Suomi oli saanut 1980-luvulle tullessa aikaan välimatkaa Ruotsiin ja useimmilla osa-alueilla myös USA:aan. Näiden maiden kanssa Suomi jakoi heikoimmin menestyneen maan aseman ensimmäisessä kansainvälisessä vertailussa, mutta oli jättänyt ne taakseen toisessa mittauksessa. Myös lukion osalta tilanne oli positiivinen. Sijainti vertailussa oli hieman kohonnut, vaikka lukio-opiskelu oli selvästi yleistynyt 1960-lukuun verrattuna. Oppimistulosten taso Suomessa muihin maihin verrattuna siis parani edettäessä 1960-luvulta 1980-luvulle, mikäli johtopäätösten kriteerinä käytetään IEA:n kansainvälisiä koulusaavutusvertailuja.

Emme voi tietää, miten Suomi olisi menestynyt IEA:n 1990-luvun tutkimuksessa. Ruotsin osalta sijoitus nousi selvästi. USA oli myös verrattain lähellä maiden keskiarvoa, joskin kuitenkin sen alapuolella. Ovatko nämä maat kuroneet umpeen välimatkan, jonka Suomi sai muodostetuksi ensimmäisen ja toisen koulusaavutusmittauksen välissä? Vai ovatko matematiikan oppimistulokset Suomessa kukaties jatkaneet kehittymistään positiiviseen suuntaan kansainvälisessä vertailussa? LUMA-hankkeen lähtötasomittausten ja Kajaanissa tehtyjen mittausten perus-

teella voidaan jonkinlaisia karkeita johtopäätöksiä tehdä Suomen osalta matematiikan oppimistulosten kehityksestä suhteessa muihin maihin. Johtopäätöksiin sisältyy kuitenkin erehlymisriski, koska mittauksiin osallistuneen oppilasjoukon koostumus ei vastaa IEA:n kriteereitä.

Kuparin (1993b) selvityksen perusteella oppimistulokset ala-asteella paranivat vv. 1979-1990. Yläasteen yhdeksännellä luokalla suunta oli positiivinen, joskin myös negatiivista kehitystä oli havaittavissa. Jos tämä tieto yhdistetään IEA:n kahden ensimmäisen tutkimuksen tuloksiin, vaikuttaa todennäköiseltä, että oppimistulokset peruskoulun ala- ja yläasteiden taitevaiheessa eli seitsemännellä luokalla olisivat 1990-luvulle tullessa yhtä hyvät tai paremmat kuin aikaisemmin. Hyvin epätodennäköistä olisi tulosten heikkeneminen olettaen, että mittareilla ei ole mitattu jokseenkin eri alueita matematiikan osaamisesta.

Matematiikan oppimistulokset sekä Suomen asema koululaisten kansainvälisessä matematiikan oppimistulosten rankkauksessa näyttävät kehittyneen positiiviseen suuntaan vii-

me vuosikymmeninä. Tosin 1960-luvun tilanne kansainvälisessä vertailussa oli sellainen, että itseasiassa juuri muuta muutoksen suuntaa ei ollut käytettävissä. Vaikka opetuskäytännön kehityksen "paikalleenjämytyneisyys" on antanut aiheita runsaaseen kritiikkiin, oppimistulosten taso ei ole heikennyt vaan päinvastoin. Taso on vähintäänkin kohtalainen.

Opetusmuuttujien ja oppimistulosten tasoa on osoittautunut vaikeaksi kytkeä toisiinsa. On mahdotonta sanoa, missä määrin opetusmuuttujissa tapahtunut kehitys ja missä määrin muissa tekijöissä, kuten vanhempien koulutustasossa ja yleisemminkin koululaisten elinympäristössä tapahtuneet muutokset selittävät oppimistulosten myönteistä kehitystä. Kuten Kuparinkin tutkimus kertoi, viime vuosikymmeninä ala-asteen oppilaat ovat siirtyneet entistä suurempiin kouluihin ja entistä suurempiin luokkiin. Elinympäristö on kaupungistunut ja teknistynyt ja tämän myötä myös matematiikan rooli lapsen elämässä muuttunut. Ajatellaanpa esimerkiksi vaikkapa vain sitä vilkasta irtokarkki-kauppaa, mitä taajamien kioskit käyvät ala-asteikäisten ja jo sitä nuorempien kanssa.

4. MATEMATIIKAN KIINNOSTAVUUS OPPIAINEENA – KOULULAISTEN ASENEKARTOITUKSIA

Oppilaiden suhtautuminen eri oppiaineisiin on ollut huomion kohteena useissakin selvityksissä. Oppilaiden suhtautumisesta matematiikkaan on olemassa tuoreita kartoituksia. Salosen (1995) selvityksessä, jossa analysoitiin yläasteen yhdeksäsluokkalaisten ($f=1422$) käsityksiä koulusta, oppilaita pyydettiin nimeämään kaksi kiinnostavinta, ikävintä, tärkeintä ja turhinta koulun oppiaineista. Matematiikan tärkeyden suhteen oppilaat olivat varsin yksimielisiä. Matematiikka arvioitiin koulun tärkeimmäksi oppiaineeksi. Tärkeyspisteitäkin se sai liki kaksi kertaa niin paljon kuin toiseksi tärkeimmäksi koettu äidinkieli. Muiden aineiden tärkeyspistemäärät jäivät selvästi pienemmiksi. Turhuudessa matematiikka ei sijoittunut kymmenen eniten pisteitä saaneen joukkoon. Osin tilannetta selittää sekin, että oppilaat nimesivät kysymyksissä kaikkiaan 36 oppiainetta, joista vain osa oli kaikille yhteisiä. (Mts. 35.)

Matematiikan kiinnostavuuden suhteen oppilaat eivät olleet enää yhtä yksimielisiä. Kiinnostavimpien oppiaineiden valinnat jakautuivat tasaisesti kaikille 36 oppiaineelle kuin tärkeimpiä oppiaineita nimettäessä. Kiinnostavin aine oli liikunta, mutta se ei saanut kiinnostavuuspistemääräk-

seen edes puolta siitä, minkä matematiikka sai tärkeysistemääräkseen. Toisen ja kolmannen sijan kiinnostavuudessa saivat kotitalous ja kuvaamataito. Matematiikan tilanne oli varsin kaksijakoinen. Matematiikka sai neljännen sijan sekä kiinnostavuudessa että ikävyydessä. Ikävyyssistemäärä oli kuitenkin kolmasosaa kiinnostavuuspistemäärää suurempi. Ikävyydessä johtavaksi oppiaineeksi nimettiin Ruotsi. Kolme seuraavaksi tullutta (fysiikka, uskonto ja matematiikka) saivat jokseenkin samankokoiset ikävyyssistemäärät. Niiden pistemäärät olivat kaksin-kolminkertaisia verrattuna ikävyyssjärjestyksessä seuraavina tuleviin oppiaineisiin. (Mts. 35.)

Jos Suomen koululaisten asenteita matematiikan opiskelua ja matematiikkaa kohtaan verrataan edellä esitettyihin IEA:n kansainvälisten tutkimusten aineistoihin, havaitaan, että koululaistemme asenteet matematiikkaa kohtaan ovat samanlaisia kuin koululaisten asenteet muissa maissa. Matematiikka koetaan tärkeäksi, mutta vähemmän mieluisaksi tai kiinnostavaksi. Maiden välistä vaihtelua matematiikan kiinnostavaksi kokevien määrässä oli havaittavissa. Karkeasti ottaen noin puolessa koululaisista

matematiikka ei herätä kiinnostuneisuutta tai se herättää suoranaista vastenmielisyyttä. *Oppilaiden asenteet ovat melkoinen ongelma matematiikan oppimistulosten edistämässä.* Olisi tarpeen selvittää huolellisesti kielteisten asenteiden syntymistä ja syitä. Mikä matematiikan opiskelussa saa sen tuntumaan tylsältä? Mitä tilanteelle oppilaiden mielestä olisi tehtävissä?

Asenteiden tiedetään entuudestaan olevan sidoksissa mm. oppilaan menestymiseen matematiikassa ja oppilaan kouluvuosien määrään/ikään. Keranto (1983) selvitti matematiikan opiskeluasenteiden yhteyttä matematiikan opintomenestykseen. Tutkimuksen tuloksena todettiin, että matematiikan opiskelun miellyttäväksi kokeminen oli selvimmin yhteydessä matematiikan opintomenestykseen. Ne, jotka kokevat opiskelun miellyttäväksi, menestyvät ja päinvastoin (emt. 83). Samaan tulokseen päädyttiin vuoden 1995 peruskoulun matematiikan opetuksen arviointitutkimuksessa (Pehkonen 1997). Kuten IEA:n tutkimuksessa edellä todettiin, tämä oppilastasolla havaittu sääntö ei enää pätenyt verrattaessa maita toisiinsa. Mm. erittäin hyvin menestyneiden Japanin koululaisten asenteet matematiikan opiskeluun olivat poikkeuksellisen kielteiset.

Myös Kupari (1993a; 1993b) selvitti, millaista on peruskoululaisten asennoituminen matematiikkaa kohtaan. Neljäs- ja kuudesluokkalaisilla matematiikka kuului viiden miellyttävimpä-

nä pidetyn oppiaineen joukkoon. Neljännellä luokalla matematiikkaa pidettiin jopa mieliaineena, kun vertailukohteina olivat biologia, englanti, liikunta ja maantieto. Neljännän luokan oppilaista 40 % oli sitä mieltä, että "matematiikka on jotain sellaista, josta pidän hyvin paljon". 47 %:n mielestä matematiikka oli mielenkiintoinen oppiaine ja 41 %:n mielestä "on mukavaa päästä laskemaan taululle". Ainoastaan 10 %:n mielestä matematiikka oli vastenmielinen oppiaine.

Kuudesluokkalaisista noin kolmannes piti matematiikasta hyvin paljon, mutta noin puolet heistä oli jo vastakaista mieltä. Vaikka puolet 6.-luokkalaisista oli sitä mieltä, että matematiikka ei ollut vastenmielistä, kuitenkin 4. luokkaan verrattuna matematiikan vastenmieliseksi kokevien osuus oli jo kaksinkertainen. Enää vain neljännes oppilaista piti taululla laskemista mukavana. Yhdeksäsluokkalaiset muistuttivat asenteiltaan kuudesluokkalaisia. Kolmannes oppilaista ilmoitti pitävänsä matematiikasta hyvin paljon ja lähes sama määrä piti taululla laskemista mukavana. 47 % oppilaisista piti matematiikkaa mielenkiintoisena. Vastenmielisenä matematiikkaa piti 27 % oppilaista.

Kuparin selvityksen mukaan suurelle osalle oppilaista matematiikka ei ollut vaikeaa. Tosin matematiikan vaikeana pitäminen lisääntyi peruskoulun kuluessa. Valtaosa (lähes 2/3) neljäs- luokkalaisista ei pitänyt matematiikkaa vaikeana. Vielä kuudennella luokalla niukasti yli puolet oppilaista oli

sitä mieltä, että matematiikka ei ole vaikeaa. Yhdeksännellä luokalla matematiikkaa helppona pitävät oppilaat olivat jääneet vähemmistöksi (44%). Sellaisten oppilaiden osuus, jotka eivät uskoneet selviytyvänsä matematiikasta kovin hyvin, kasvoi tasaisesti siirryttäessä neljänneltä luokalta yhdeksännelle luokalle. Matematiikan opiskelu koettiin kuitenkin tärkeäksi. Matematiikkaa pidettiin englannin jälkeen toiseksi tärkeimpänä oppiaineena. Vaikka matematiikka koettiin tärkeäksi, yhdeksännen luokan oppilasta vain noin viidennes oli sitä mieltä, että he valitsevat alan, jolla tarvitaan paljon matematiikkaa.

Koposen (1994) tutkimuksen tulokset ovat osittain yhdenmukaisia edellä kuvattujen kanssa. Koposen selvityksen mukaan 1.-3. -luokilla 74 % oppilasta piti matematiikkaa hauskana, mutta 4.-7.-luokilla vain 40 %. Kuitenkin vaikeana matematiikan opiskelua piti alemmilla luokilla vain 7 % ja ylemmillä luokilla 4 % oppilasta.

Uusikylän ja Kansasen (1988) selvitys kohdistui mm. oppilaiden asenteisiin eri oppiaineita kohtaan ala-asteen aikana. Kun oppilaat arvioivat tyytyväisyyttään matematiikkaan asteikolla 1 - 5 ensimmäisen luokan 4.2 keskiarvosta päädyttiin kuudennen luokan, jo keskiarvotasolla liki neutraaliin 3.2 arvosanaan. Ensimmäisellä luokalla vain liikunta sai paremman arvosanan (4.3), kuvaamataito ja käsityö jakoivat matematiikan kanssa toisen sijan. Kuudennella luokalla oppiaineiden tyytyväisyysjärjestyksessä

matematiikka jäi vähän keskitason alapuolelle arvosanallaan 3.2. Alinna oli uskonto arvosanalla 2.8. Pojat olivat ala-asteella vähän tyytyväisempiä matematiikkaan (3.9) kuin tytöt (3.7). Tyytyväisyys oli lievästi yhteydessä todistuksen keskiarvoon. Heikoiten menestyneet (todistuksen keskiarvo 7.0 tai vähemmän) olivat muita tyytymättömiä matematiikkaan.

Vuoden 1995 peruskoulun matematiikan opetuksen arviointitutkimuksessa yhdeksäsluokkalaiset pojat pitivät matematiikkaa mielenkiintoisempina kuin tytöt. Tytöt myöskin kokivat matematiikan vaikeammaksi kuin pojat ja menestyivätkin valtakunnallisessa kokeessa poikia huonommin. Tyttöillä oli matematiikassa paremmat arvostukset kuin pojilla, jotka pitivät matematiikkaa "vähemmän kauheana" kuin tytöt. Pojat myöskin luottivat tyttöjä enemmän itseensä matematiikan oppijoina kuin tytöt. Huolimatta paremmasta menestyksestään peruskoulun matematiikassa, tytöt valitsivatkin lukiossa poikia vähemmän laajaa matematiikkaa. (Pehkonen 1997.)

Eri tutkimukset antavat samankaltaisen kuvan oppilaiden ja matematiikan välisen suhteen kehityksestä peruskouluvuosina. Suhde alkaa valtaosalla oppilasta hyvin myönteisissä merkeissä, mutta viilenee vuosi vuodelta. Varsinkin Salosen tutkimus tuo selvästi esiin sen, että oppilaiden asenteissa tapahtuu vuosien myötä polarisoitumista. Osalle oppilasta kehittyy suoranainen vastenmielisyys matematiikkaa kohtaan. Osalle oppi-

laista matematiikan opiskelu on kiinnostavaa vielä yhdeksännellä luokallakin. Oppilaiden enemmistö sijoittuu näiden jakautuman ääripääryhmien välimaastoon.

Asenteiden kehityssuunta peruskouluvuosien aikana antaa huonon ennusteen peruskoulun jälkeisiin, koulutusten pakolliset opinnot ylittäviin opintoihin hakeutumiseen. Esim. valtakunnallisen LUMA-ohjelman tavoitteena on, että ylioppilastutkinnossa vaativamman matematiikan kokeen suorittaa vuonna 2002 yli 16000 opiskelijaa. Tänä keväänä näitä opiskelijoita oli 12583. Näistäkin 5875 sijoitti kokeen ylimääräisten aineiden joukkoon. (Liiten 1997, D 8).

Yläasteilla puolestaan matematiikkaa on ollut vaikea järjestää valinnaisina opintoina, koska oppilaat eivät valitse ainetta siinä määrin, että opetus voitaisiin järjestää. Esim. Kajaanin normaalikoulusta syksyllä 1996 yläasteelle siirtyneiden luokkien oppilaat ovat näillä näkymin vaarassa jäädä koko yläasteen ajaksi pelkän pakollisen matematiikan opetuksen varaan, sillä kyseiseltä yläasteelta ei ainakaan yksinään, ilman yhteisjärjestelyjä toisen yläasteen kanssa tunnu löytyvän riittävästi halukkaita oppilaita matematiikan valinnaisten opintojen järjestämiseen. Yläasteilla vallitsevaan tilanteeseen nähden pitkän matematiikan valitseminen lukiossa on nykyisin yllättävänkin yleistä. Ilmeisesti lukiovaiheessa lukion jälkeisten opintojen vaatimukset alkavat olla valinnoissa tärkeämpiä tekijöitä kuin op-

piaineen mukavuus tai helppotöisyys mm. kotitehtävien vähäisyys.

Vaikka Suomessa matematiikan opetuksen *kaikille yhteiset, pakolliset tuntimäärät koulussa edustavat kansainvälistä tasoa, puutteena on se, että mahdollisuuksia pakollista oppimäärää laajemman opetuksen saamiseen ei ole turvattu.* Kuten IEA:n kolmannesta tutkimuksesta ilmeni vain muutamassa maassa seitsemäsluokkalaisten matematiikan tuntimäärä oli hyvin vakioinen koko ikäryhmälle. Tuntimäärien variointi mahdollistaisi meilläkin nykyistä laajemman matematiikan oppimäärän opiskelun yläasteen aikana, jolloin mm. lukiovaihe vastaavasti kevenisi. Tosin jo nykyistenkin oppituntien aikana eriyttämistä on mahdollista tehostaa. Näin opetuksen vaativuustaso saataisiin paremmin vastaamaan oppilaiden osaamisen tasoa ja oppimisedellytyksiä ja ehkä myös lisättyä kiinnostusta oppiainesta kohtaan.

Oppilaiden asenteet matematiikkaa kohtaan tulevat ilmeisestikin saamaan merkittävän ellei suorastaan keskeisen aseman oppimistulosten parantamiseen tähtäävässä kehittämistyössä. Vaikuttaa siltä, että haluttaessa lisätä matematiikan opiskelua ja aineeseen pakollisia oppimääriä laaja-alaisemmin paneutuneiden osuutta väestössä isompi ongelma kuin itse opiskelu ja oppiminen on oppilaiden asenteet matematiikan opiskelua kohtaan. On vaikea välttyä ajatukselta, että oppilaiden kiinnostuksen puute tai suoranainen vasten-

mielisyys matematiikkaa kohtaan on syynä siihen, että matematiikkaa ei haluta opiskella. Koululaisten osaamisen tasoa ei voida nykyisellään pitää heikkona ja valtaosa oppilaista ei koe oppiainesta matematiikassa vaikeaksi – kognitiivisia oppimisedellytyksiä nykyistä suuremmalla oppilasryhmällä tuntuisi riittävän pakollista oppimäärää laajempaan matematiikan

opiskeluun. Tästä nykytilanteen problematiikan hahmotustavasta johdettujen tutkimuksen empiirisessä osassa on selvitetty paitsi ala-asteen opetuksella saavutettua matematiikan osaamisen tasoa myös oppilaiden suhtautumista matematiikkaan ja sen opetukseen ja opiskeluun sekä erityisesti heidän toiveitaan niiden kehityksen suhteen.

5. MATEMATIIKAN OSAAMISEN JA SIIHEN KOHDISTUVIEN ASETEIDEN KARTOITUS KAJAANISSA

5.1 Kartoituksen tarkoitus

Matematiikan koulusaavutusmittauksen ja asennemittauksen tarkoitus oli kaksitahoinen. Yhtäältä niiden avulla haluttiin *saada tietoa vallitsevasta tilanteesta näiden aineiden opetuksen kehittämisohjelman lähtökohdaksi*. Tämä tarve aiheutti sen, että tutkija suoritti mittaustulosten analyysin niin tiivissä aikataulussa kuin mahdollista. Keskeisin osin tulokset saatiinkin sekä normaalikoulun että kaupungin kehittämisohjelman laadintaan mukaan. Toinen mittausten tehtävä oli *mahdollistaa* aineiden opetuksen paikalliseen *kehittämisohjelmaan sisällytetyjen toimenpiteiden vaikutusten arviointi oppimistulosten tason kohottamisessa*. Tästä näkökulmasta tarkastellen mittaukset muodostavat kehittämisohjelman alkumittaukset.

Kartoituksen suoritustapa haluttiin järjestää siten, että mittaustulokset olisi mahdollista suhteuttaa kohderyhmän ulkopuolisiin viiteryhmiin sen ohella, että kohderyhmän osaryhmiä olisi mahdollista verrata keskenään. Käyttöön saadun LUMA-hankkeen lähtötasomittarin avulla saavutettiin mahdollisimman monipuoliset vertailumahdollisuudet kansallisten ja kansainvälisten viiteryhmiin suhteen.

Edellä esitettyihin näkökulmiin kytkeytyvästi tutkimuksessa asetetaan seuraavat kolme tutkimusongelmaa alaongelmineen:

Tutkimusongelma 1. Minkätasoiset ovat Kajaanin ala-asteiden matematiikan opetuksen tuottamat oppimistulokset?

Alaongelma 1.1. Onko ala-asteiden välillä eroja saavutetuissa oppimistuloksissa?

Alaongelma 1.2. Onko ala-asteiden luokkien välillä eroja saavutetuissa oppimistuloksissa?

Tutkimusongelma 2. Minkätasoisia ovat Kajaanin ala-asteiden matematiikan opetuksen tuottamat oppimistulokset verrattuna pilottikuntien ja niiden vertailukuntien ala-asteiden oppimistuloksiin?

Tutkimusongelma 3. Minkätasoisia ovat Kajaanin ala-asteiden matematiikan opetuksen tuottamat oppimistulokset verrattuna IEA:n kansainvälisen koulusaavutustutkimuksen aineiston tuloksiin?

Selvitettäessä oppilaiden suhtautumista matematiikkaan tarkastelun kohteena oli matematiikka kouluopetuksessa ja sen ulkopuolella vapaa-

ajan harrastuksissa. Kouluopetukseen suhtautumista kartoitettaessa huomion kohteena olivat keskeisesti oppilaan kokemukset matematiikan opetuksesta ja sen kehittämistarpeista. Lisäksi sekä kouluopetuksen että vapaa-ajan harrastusten osalta kartoitettiin oppilaiden suhtautumista eräisiin valtakunnallisessa LUMA-ohjelmassa esitettyihin toimepide-ehdotuksiin. Näiltä alueilta esitettiin seuraavat tutkimusongelmat alaongelmineen.

Tutkimusongelma 4. Millaiseksi oppilaat kokevat matematiikan opetuksen laadun Kajaanissa ja miten he haluavat kehittää opetusta?

Alaongelma 4.1. Onko ala-asteiden välillä eroja oppilaiden kokemuksissa?

Alaongelma 4.2. Onko ala-asteiden luokkien välillä eroja oppilaiden kokemuksissa?

Tutkimusongelma 5. Mikä osuus matematiikalla on oppilaiden vapaaajassa?

Alaongelma 5.1. Miten yleisesti oppilailla on harrastuksia, joissa matematiikan osaamisella on merkitystä?

Alaongelma 5.2. Miten yleisesti oppilaat olisivat valmiita sisällyttämään vapaa-aikaansa ohjattua matematiikan harrastamista?

5.2 Käytetyt mittarit

Tutkimuksessa oli käytössä kaksi mittaria. Matematiikan osaamisen selvittämisessä käytettiin IEA:n TIMSS-koulusaavutuskokeen osioita. Suo-

nessa opetushallituksen edustajat poimivat TIMSS-osioista ($f=151$) 30 osiota. Näistä osioista muodostui Suomessa LUMA-ohjelman lähtötasomittauksissa peruskoulun seitsemänsillä luokilla pilottikunnissa ja niiden vertailukunnissa sekä tässä tutkimuksessa käytetty matematiikan osaamisen mittari. TIMSS-koulusaavutuskoetta ja siitä Suomessa käytetyn osan koostumusta on selostettu seuraavassa luvussa (5.2.1).

Oppilaiden matematiikan oppimisasenteiden kartoituksessa käytetty mittari oli tutkijan tätä kartoitusta varten muodostama. Asennemittaria laadittaessa tutkijalla ei ollut vielä käytävissä IEA:n koulusaavutusmittareista LUMA lähtötasomittareihin valittuja osioita lukuunottamatta muita TIMSS-tutkimuksen mittareita. Tämä on sikäli harmillista, että olisi ollut kiinnostavaa verrata Kajaanin koululaisia muiden maiden koululaisiin myös muuten kuin oppimistulosten suhteen. Vaikka TIMSS-tutkimuksessa ja tässä kysyttiin koululaisilta kokemuksia ja mielipiteitä suurelta osin samoista asioista, kysymysten erilainen muotoilu aiheuttaa sen, että vastauksia ei pystytä aivan suoraa vertaamaan toisiinsa. Tässä tutkimuksessa käytetyn mittarin koostumus on selostettu luvussa 5.2.2. Mittari on osioineen nähtävissä liitteessä 1.

5.2.1 Matematiikan osaaminen

TIMSS-koulusaavutuskokeiden koostaminen ja kokeiden suorittaminen on

ollut mittava prosessi, joka on kuvattu tarkasti kahdessa IEA:n julkaisuista (Martin & Kelly 1996; Martin & Mullis 1996). Kokeita oli laatimassa kansainvälinen asiantuntijaryhmä, joka edusti oppiaineen ja sen didaktiikan sekä koulusaavutuskokeiden laadinnan asiantuntemusta.

Koulusaavutusmittaria kehitettäessä huolehdittiin ensinnäkin siitä, että se edusti nykyistä ajattelua ja painotuksia matematiikan opetuksen tavoitteiden suhteen. Osiot muodostettiin siten, että oppiaineen eri alueet sekä osaamisen tasot tulivat edustetuiksi. Osioita muodostettaessa huolehdittiin samoin siitä, että mittari oli tasa-puolinen koulusaavutustutkimukseen osallistuvien maiden opetussuunnitelmia ajatellen eikä koostumuksellaan suosinut tai väheksynyt jotain osallistujamaista. Osioiden kehittämisessä suoritettiin esitestauksia 43 maassa. Koulusaavutustutkimuksessa käytetyt 151 osiota olivat näiden kaikkien osallistujamaiden hyväksymiä. Osiot olivat kehittämisvaiheessa englanninkielisiä ja ne käännettiin lisäksi 30 muulle kielelle. Käännöstyön onnistumisesta olivat vastuussa kansalliset tutkimuslaitokset, jotka huolehtivat mittauksen toteuttamisesta omissa maissaan.

Useimmat osioista olivat monivalintaosioita. Noin neljäsosa osioista oli avointa tyyppiä. Niihin oppilaat miettivät itse vastauksen ja kirjoittivat sen. Osassa näistä vastaus oli lyhyt, osassa pitempi. Avoimen tyyppisten tehtävien suunniteltiin kattavan noin kol-

manneksen ajasta, jonka oppilas käytti kokeeseen vastaamiseen. Osioista ($f=151$) muodostettiin yhdessä luonnontieteen osioiden kanssa 26 erilaista klusteria (A,...,Z). Näistä puolestaan valmistettiin kahdeksan erilaista tehtävälomaketta. Jokainen kokeeseen osallistuva oppilas vastasi vain yhteen lomakkeeseen ja sai käyttää tähän aikaa 90 minuuttia. Menettelytavalla saatiin kussakin maassa kartoitettua laaja matemaattisen ja luonnontieteellisen osaamisen alue, mutta yksittäisten oppilaiden kohdalla mittauksiin vaadittu aika ei muodostunut liian pitkäksi.

IEA on kansainvälisten koulusaavutuskokeiden julkistamisen kanssa samanaikaisesti julkistanut TIMSS-tutkimuksen 151 osiosta 102. Julkaise-matta jätetyt 49 osiota on varattu mahdollista tulevaa käyttöä varten. Suomessa LUMA-lähtötasomittareihin valituista osioista 17 oli julkistettujen osioiden joukossa, joten niiden osalta on mahdollista suorittaa vertailu kansainväliseen aineistoon. IEA:lle on esitetty pyyntö saada suoriutumistiedot muistakin niistä osioista, jotka sisältyivät Suomessa käytettyyn mittariin. Tätä raporttia kirjoitettaessa muita suoriutumistietoja ei ole käytettävissä.

Seuraavassa taulukossa on esitetty TIMSS osioiden koostumus ja jakautuminen eri osa-alueille. Taulukossa osioiden määrän jälkeen sulkeissa esitetyt määrät tarkoittavat julkistettujen osioiden määrää, ilman sulkeita esitetyt määrät ilmaisevat kyseisen

tyypin osioiden määrän kokonaisuudessaan. (IEA 1997.)

Taulukossa on esitetty luokittelu oppiaineksen osa-alueisiin (Content Category) ja luokittelu sen suhteen, mikä tyyppistä osaamista tehtävän ratkaisun oletetaan vaativan oppilaalta (Performance Expectation). IEA:n julkaisussa (1997) muistutetaan, että osaamisen tyypejä ei ole syytä mieltää hierarkisina. Taulukkoon on liitetty %-jakautuma osioiden jakautumisesta eri osa-alueille.

Kuten taulukko 1 osoittaa tehtävien oletetaan vaativan hieman yli puolessa osioista oppilailta enemmän kuin tietämistä tai laskurutiinien hallintaa. Suurin on osioryhmä, jonka katsotaan vaativan ongelmanratkaisun tai-

tamista. Oppiainesaluettain tarkastellen osioita on eniten aritmetiikan alueelta (fractions and number sense). Sen jälkeen voimakkaimmin edustettuina ovat algebra ja geometria.

Suomessa näistä 151 osiosta valittiin 30 LUMA-lähtötasomittariin. Valitut osiot olivat kaikki monivalintatehtäviä. Tässä suhteessa mittari poikkesi IEA:n mittarista, jossa oppilaiden tehtävien ratkaisujasta noin kolmanneksen arvioitiin kuluneen avoimien tehtävätyyppien parissa. LUMA-lähtötasomittarin osioista 17 kuuluu osioihin, jotka on tässä vaiheessa julkaistettu. Näiden osalta voidaan selvittää, mitä osaamisen aluetta ja tasoa niillä on ilmoitettu mitatun IEA:n kokeessa. LUMA-osioiden jakautuminen eri osa-alueille on esitetty myöhemmin taulu-

Taulukko 1. IEA:n kolmannen kansainvälisen matematiikan koulusaavutuskokeen osioiden tyypit (IEA 1997, iv)

<u>Content Category:</u>	items f		items %
1. Fractions and number sense	51	(37)	34
2. Algebra	27	(18)	18
3. Measurement	18	(12)	12
4. Geometry	23	(17)	15
5. Data representation, analysis and probability	21	(12)	14
6. Proportionality	11	(6)	7
Total	151	(102)	100
<u>Performance Expectation:</u>			
1. Knowing	33	(16)	22
2. Performing routine procedures	38	(30)	25
3. Using complex procedures	32	(19)	21
4. Solving problems	48	(38)	32
Total	151	(102)	100

kossa 14. Koska 13 osion osalta alkuperäistä osa-aluekategoriatusta ei ole käytettävissä, LUMA-lähtötasomittarin osioiden osa-aluejakautuman vastaavuutta IEA-mittarin suhteen ei pystytä arvioimaan kokonaisuudessaan.

Käytettävissä olevien tietojen perusteella on todettavissa, että osioita on valittu kaikilta alkuperäisen mittarin osa-alueilta. Matematiikan osa-alueista myös LUMA-mittarissa painottuu aritmetiikan alue. Selvimmin ali-edustettuna on algebran osa-alue. Tarkasteltaessa IEA:n julkistamia 102 osiota (IEA 1997) on todettavissa, että LUMA-mittarin ulkopuolelle on jäänyt sen tyyppisiä algebran tehtäviä, joita meillä ei vielä ollut sisällyttänyt seitsemäsluokkalaisten opetussuunnitelmaan. Sama pätee myös osaan geometrian tehtävistä.

Jos taas verrataan karkeasti LUMA-mittariin valittujen osioiden mittamaa osaamisen tyyppiä IEA:n alkuperäiseen mittariin, on havaittavissa, että ongelman ratkaisua ja eri laskutekniikkojen yhdistämistä ts. monimutkaisia menettelytapoja vaativiksi oletettuja tehtäviä on LUMA-mittarissa ilmeisesti jopa enemmän kuin alkuperäisessä. Näitä tehtävätyyppejä edustaa IEA:n mittarissa yhteensä 53 % osioista, LUMA-mittarin 17 osiosta niitä on suurempi osa. LUMA-mittarin 17 osiosta vain yksi kuuluu pelkkää tietämistä mittaaviin osioihin. Osaamisen tyyppijä ei voida mieltää vaatimustasoltaan hierarkiseksi, mutta kognitiivisten taksonomioiden perusteella arvioituna LUMA-mittari on vaa-

tinut oppilailta taksonomioiden ylätasojen osaamista eliä tästä näkökulmasta arvioituna mittari ei ollut helppo. Tämä ehkä osittain tasoittanee sitä, että valittaessa osioita oppiaineksen osa-alueilta on nähtävästi hieman helpotettu Suomessa käytetyn mittarin koostumusta alkuperäiseen verrattuna. Kotimaisia aineistoja kansainväliseen aineistoon verrattaessa luotettavin tulos saadaan verrattaessa suorituksia osioittain, tällöin mahdollisesti toisistaan vaatavuudeltaan poikkeavat mittarit eivät johda erheellisiin johtopäätöksiin.

5.2.2 Matematiikan oppimisasenteet

Asennekyselyn (liite 1) osioista osiot 1-6 sekä 10 kohdistuivat matematiikan opiskeluun koulussa ja osiot 7-9 matematiikan osuuteen oppilaan vapaa-ajan toiminnoissa. Näiden lisäksi kyselyn alussa on kysytty tarpeelliset tiedot oppilaan ja hänen ala-asteensa ja sen luokan ja samoin hänen yläasteensa ja sen luokan identifioimiseksi. Identifiointitietojen yhteydessä kysyttiin myös oppilaan todistusarvosana viimeisessä todistuksessa eliä ala-asteen kuudennen luokan kevätlukukauden todistuksessa.

Oppilaan suhtautumista matematiikan opiskeluun koulussa selvitetiin kolmella osa-alueella. Ensinnäkin oppilaat arvioivat matematiikan opetuksen kiinnostavuutta ala- ja yläasteilla. Arvioinnissa käytettiin kahta osiotyyppiä. Oppilaat arvioivat opetusta astei-

kolla 4-10. Osiossa 6.1 Oppilaiden piti neljästä vastausvaihtoehdosta valita se, joka parhaiten vastasi heidän omia tuntemuksiaan matematiikan opiskelua kohtaan. Toisena osaluueena oppilaat arvioivat matematiikan asemaa tulevissa oppiainevalinnoissaan ja tulevassa ammatissaan. Oppiainevalinnoista kysyttiin oppilaan aikeita opiskella matematiikkaa pakollisia oppimääriä enemmän yläasteella ja yläasteen jälkeen. Kolmantena tarkastelualueena olivat oppilaiden näkemykset ja ehdotukset siitä, miten matematiikan opetusta olisi tarpeen kehittää.

Osioissa 6.2 ja 6.3 kartoitettiin oppilaiden kokemia tarpeita opetuksen eriyttämisen suhteen. Toisessa osiosta tiedusteltiin eriyttämistarvetta niillä, jotka kokivat oppimisen helpoksi ja toisessa niillä, joilla oli vaikeuksia ymmärtää matematiikassa opetetut asiat. Molemmat osiot kohdistuivat nykyiseen koulunkäynnin vaiheeseen ts. yläasteen opetukseen. Ala-asteen opetuksen osalta kehittämistoiveista esitettiin avoin kysymys, jotta toiveiden koko kirjo saataisiin esiin. Oppilaita pyydettiin esittämään, miten ala-asteen matematiikan opetuksesta saisi oppilaan kokemaan kiinnostavamman.

Vapaa-ajan osalta oppilailta tiedusteltiin ensinnäkin (osio 7), oliko heillä harrastuksia, joissa he tarvitsivat matematiikan osaamistaan. Mikäli vastaus oli myönteinen, oppilasta pyydettiin nimeämään harrastuksensa. Tällä kysymyksellä haluttiin, paitsi

saada selville asia, jota kysyttiin, myös saada käsitystä siitä, millaiseksi oppilaat näkevät matematiikan osaamisen luonteen ja hyödynnettävyyden kouluopetuksen ulkopuolella nykyisessä elämäntilanteessaan. Kahdessa muussa osiossa tiedusteltiin oppilaan suhtautumista valtakunnallisessa LUMA-ohjelmassa perustettaviksi esitettyihin kerhoihin ja valmennusryhmiin. Näiden tarkoituksena olisi tukea oppilaiden harrastuneisuutta sekä tarjota edistymistä mahdollistavaa ohjausta koulun ulkopuolella mm. erilaisiin kilpailuihin osallistumishalukkaille oppilaille.

5.3 Mittausten suorittaminen

Mittaukset Kajaanissa suoritettiin samanaikaisesti marraskuun 1996 alku-puoliskolla kuin mittaukset pilotti- ja vertailukunnissa. Mittaukset suoritettiin yhteistyössä kaupungin koulutoimen kanssa. Aikataulu oli verrattain kireä, sillä sen jälkeen kun tutkija oli saanut yhden kappaleen LUMA-lähtötasomittareista, mittarit ja mittareihin liittyvät instruktio- ja mukautettavat tilanteeseen, jossa oppilaat eivät vastanneet optisille lomakkeille kuten pilotti- ja vertailukunnissa vaan itse tehtävämoneistisiin. Mukauttaminen tapahtui siten, että valtakunnallisen LUMA-lähtötasokokeen suoritusajasta poistettiin aika, joka kokeen suoritusohjeessa esitettiin käytettäväksi optisen lomakkeen täytön ohjaukseen ja instruktio korjattiin muiltakin osin vastaamaan mittausten suoritus-tapaa. Instruktioihin lisättiin myös se-

litys siitä, mitkä mittaukset olivat kyseessä ja miksi ne tehtiin oppilaan koulussa. Käytetyt instruktio on esitetty liitteessä 2. Koelomakkeisiin lisättiin sivut (liite 3), joihin oppilaat kirjoittivat nimensä sekä muut identifiointitietonsa, jotta oli mahdollista yhdistää oppilastasolla oppimistuloksista ja asenteista saadut aineistot. Valtakunnallisessa LUMA-ohjelmassa oppilaat vastasivat nimettömästi.

Yläasteilta oli valittu yhdyshenkilöt, joiden välityksellä mittausten suorittaminen kouluilla ohjattiin. Lisäksi yhdyshenkilöiden kanssa pidetyssä ohjaustilaisuudessa sovittiin eri yläasteilla ja niiden luokissa noudatettavista yhteisistä käytännöistä. Sekä matematiikan että luonnontieteiden koulusaavutusmittauksille päätettiin yhteinen pitopäivä, jota toivottiin koulujen noudattavan. Yhteisistä asennekyselyn tekopäivistä ei päätetty. Asennekysely teetettiin luokissa koulusaavutusmittauksen tultua tehdyksi.

Kaupungin sivistyspalvelutoimisto huolehti mittarien monistuksesta ja jakelusta yläasteille, joissa opettajat valvoivat lomakkeiden tekotilanteet. Mittausten tultua suoritetuiksi koulut toimittivat lomakkeet suoraan tutkijalle.

5.4 Kohderyhmä

Kajaanin kaupungissa on neljä yläastetta, joiden kaikissa luokissa mittaukset suoritettiin. Koska mittaukset jakautuivat luokittain enimmillään nel-

jälle päivälle, oppilaiden määrä mittausten eri osissa vaihteli. Matematiikan koulusaavutuskokeeseen osallistui 548 oppilasta. Asennekyselyyn osallistui 544 oppilasta.

Seuraavassa taulukossa (taulukko 2) seitsemäsluokkalaisten määrässä Kajaanin yläasteilla ovat mukana oppilaat, jotka ovat osallistuneet matematiikan koulusaavutuskokeeseen ja/tai asennekyselyyn. Aivan tarkkaa tietoa seitsemäsluokkalaisten määrästä kohderyhmässä ei ole käytettävissä, sillä kouluista saatuja oppilasluetteloja ei ollut tarkistettu mittaajankohdalla vastaaviksi. Katoa aiheutui mittauspäivinä poissaolleista oppilaista. Osalle oppilaista mittaukset kuitenkin järjestettiin heidän tultuaan kouluun poissaolon jälkeen.

Taulukko 2. Kohderyhmän jakautuminen kaupungin yläasteille

yläaste	f	%
1	150	26.8
2	145	26.1
3	91	16.3
4	172	30.8
Total	559	100.0

Oppilaat tulivat yläasteille kaupungin 13 ala-asteelta. Muualta tulleita oli vain viisi oppilasta. Ala-asteella oppilaat olivat olleet jakautuneena 25 eri luokkaan, joista yläasteen 26 luokkaa oli muodostettu. Osa ala-asteen luokista oli yhdysluokkia, joissa kuudesluokkalaisten osuus oli ollut 5 - 10 op-

pilasta. Seitsemässä luokista oppilasmäärä oli ollut 30 oppilasta tai enemmän. Suurin oppilasmäärä oli 33. Keskimäärin luokkaa kohden oli 22.4 kuudesluokkalaista. Todellisuudessa keskimääräinen luokkakoko oli vähän suurempi, koska muutamat luokista olivat yhdysluokkia. Numeeriset tiedot on laskettu tutkitusta ryhmästä saadun tiedon perusteella, eikä niissä ole huomioituna oppilaita, jotka ovat muuttaneet kaupungista ennen siirtymistään yläasteelle tai olleet pois molemmista mittauksista.

Luokkakoot olivat yläasteella selvästi ala-astetta homogeenisempia. Yleisimmin luokkakoot vaihtelivat 20 oppilaan molemmin puolin. Neljä luokista oli muodostettu siten, että perusryhmän koko oli suunnilleen 30 oppilasta. Oppilaiden sukupuolijakautuma oli hieman poikavoittainen. Poikia oli 53 % (291) ja tyttöjä 47 % (255).

5.5. Aineiston analyysi ja tulosten luotettavuus

Aineiston analysointi tapahtui tutkijan toimesta Kajaanin opettajankoulutuslaitoksella SPSS ohjelmiston avulla. Aineiston syöttövaiheeseen osallistuivat myös tutkimusavustaja sekä kaksi samaa aineistoa kasvatustieteen syventäviin opintoihin kuuluvassa tutkielmassaan käyttävää opiskelijaa. Tulosten esittely perustuu pitkälti suoriin jakautumiin. Ryhmien välisten erojen testauksessa on käytetty muuttujien luonteesta riippuen joko jakautumien vertailuja, ryhmäkeskiar-

vojen vertailuja tai varianssianalyysiä.

Tulosten luotettavuuden arviointia varten selvitettiin käytetyn koulusaavutusmittarin puolitusreliabiliteetti, joka oli .80. Reliabiliteettia voidaan pitää melko hyvänä tämän tyyppisessä mittarissa, jossa osioiden vaikeustaso vaihtelee voimakkaastikin ja mittarin puolikkaassa on vain 15 osiota. Cronbachin Alphan laskeminen tuotti puolitusreliabiliteettikertoimen kanssa yhdenmukaisen .82 reliabiliteettikertoimen. Mittarin reliabiliteetti on lyhentämisestä huolimatta heikennyt vain vähän alkuperäisen IEA:n mittarin reliabiliteetista (Cronbachin Alpha .86). (Beaton & al. 1996, A-26). On huomattava, että IEA:n koulusaavutus-tutkimuksissaan käyttämien mittarien valmistelu on erittäin huolellista esitestauksineen ja osioanalyysineen (Martin & Kelly 1996; Martin & Mullis 1996).

Suomessa osioiden valinta mittariin ja mittarin käännytyö suoritettiin tiiviissä aikataulussa, mikä ei kuitenkaan kostautunut mittarin reliabiliteetin alenemisena. Koetilanteita valvoineet opettajat eivät ilmoittaneet oppilailla esiintyneen vaikeuksia mittarin osioiden ymmärtämisessä. Oppilaat eivät olleet kirjoitelleet lomakkeisiinsa kysymysmerkkejä tai muita kommentteja, jotka herättäisivät epäilyjä osioiden ymmärrettävyyden suhteen.

Mittausten validiteetin suhteen tilanne ei ole yhtä valoisa. Tässä työssä pyritään yhtäältä saamaan tietoa sii-

tä, minkätasoiisiin oppimistuloksiin oppilaat ovat ala-asteen oppimäärän suoritettuaan päässeet, toisaalta halutaan tietoa siitä, millainen tämä taso on vertailuryhmien tasoon suhteutettuna. Näihin pyrkimykseen kytkeytyvät, validiteetia heikentävät tekijät poikkeavat osittain toisistaan.

Ensimmäisen pyrkimyksen kohdalla virhemahdollisuus piilee siinä, että mittarin osiot saattavat edustaa heikosti ala-asteen opetussuunnitelmaa ja sen tavoitteita. Suomen edustajat eivät osallistuneet alkuperäisen mittarin osioiden laadintaan ja hyväksymiseen. Kuitenkin LUMA-ohjelman lähtötasomittauksia valmistellut kotimainen, opetushallituksen nimeämä työryhmä valitsi mittarin osiot laajasta TIMSS-osiopaketista. Kyseessä oli oloihimme soveltuvien osioiden valinta, ei siis otanta alkuperäisen mittarin osioista. Näin mm. vaativimmat algebran ja geometrian osiot jätettiin pois mittarista.

Suomessa matematiikan opetussuunnitelma on väljä ja sallii koulukohtaista vaihtelua – joskin opetuksen oppikirjasidonnaisuus vakioi oppimisessa etenemistä. Koska eri luokissa ja eri kouluissa voidaan painottaa oppiaineen sisältöjä eri tavoin, mittari ei ehkä kohtele oppilaita tasapuolisesti. Kuten aiemmin todettiin, mittarin osioissa on painotettu ns. oppimisen ylempiä tasoja alempien tasojen ts. mekaanisen laskutaidon sijasta. Painotus vastaa nykyisen matematiikan opetussuunnitelman painotuksia (Opetushallitus 1994). Jos jos-

sain osaryhmässä painotukset ovat olleet erilaisia (esim. kertotauludrillaus), tämä on saattanut kostautua mittauksissa. Tällöin edustavuusongelma olisi periaatteessa sama kuin ensimmäisessä tapauksessa, mutta nyt se koskisi osaryhmiä kaikkien seitsemäsluokkalaisten sijasta.

Voidaan olettaa, että mittari vastaa kohtuullisesti opetuksen tavoitteita ja sisältöjä kohderyhmän matematiikan opetuksessa. Mittarin koostamisessa käytetty menettelytapa on todennäköisimmin johtanut siihen, että meillä käytetty koe vastaa koostumukseltaan Suomen opetussuunnitelmaa alkuperäistä mittaria paremmin. Osioiden harkinnanvaraiseen valintaan liittyy puolestaan edustavuusongelmia, jotka on otettava huomioon, kun Suomen koululaisten suoriutumista mittauksissa verrataan koululaisten suoriutumiseen muissa maissa. Verrattaessa seitsemäsluokkalaistemme osaamista muiden maiden aineistoihin, vertailu on tarpeen suorittaa mittarin osioittain. Pyrittäessä tekemään johtopäätöksiä suoritusten yleistasosta yksittäisiä osioita kattavammin, on syytä ottaa huomioon edustavuusproblematiikka.

Verrattaessa Suomen seitsemäsluokkalaisten tuloksia muiden maiden koululaisten tuloksiin on lisäksi olemassa tulkinnanvaraisuutta vertailussa käytettävän IEA:n osaryhmän suhteen. IEA:n mittauksiin haluttiin osallistuvan kustakin maasta ne kaksi luokkatasoa, joilla opiskeli suurin osan maan 13-vuotiaista koululaisista. Kos-

ka Suomessa koulunkäynti alkaa myöhäisessä vaiheessa, periaatteessa kyseeseen tulisivat 6. ja 7. luokat. Osallistuneissa Pohjoismaissa olikin osallistujiksi valittu nämä luokatasot. Tällöin alimmalla luokkatasolla oppilaiden keski-ikä jäi alle 13 vuoden. Useimmissa osallistujamaista keski-ikä oli kuitenkin yli 13 vuotta, Iranissa jopa 13.6 vuotta. Kouluvuosi, jonka päättyessä koululaiset osallistuivat mittauksiin, oli yleisimmin seitsemäs, mutta se voi kuudennen ohella olla myös kahdeksas.

Kahdessa aikaisemmassa IEA:n koulusaavutustutkimuksessa Suomesta ovat 13-vuotiaita edustaneet seitsemänsien (oppikoulusta kolmansien) luokkien oppilaat. Nyt mittaukset Suomessa toteutettiin noin kolmen kuukauden kuluttua lukuvuoden alkamisesta, mutta muissa maissa lukuvuoden lopulla. Vertailu IEA:n kahdeksasluokkalaisten suoritustasoon olisi Suomen seitsemäsluokkalaisille kohtuuton, koska heillä olisi vielä runsas puoli lukuvuotta opiskeluaikaa, ennenkuin heillä olisi takanaan edes sama määrä kouluvuosia kuin niissä harvoissa maissa, joissa koulunkäynti alkaa yhtä myöhäisessä vaiheessa kuin meillä. IEA:n kahdeksasluokkalaisilla oli mittausajankohtana useimmilla lopullaan 8. luokka, osalla jo 9. luokka. Tässä työssä seitsemäsluokkalaisten vertailuryhmänä käytetään keskeisesti IEA:n seitsemäsluokkalaisten ryhmän tuloksia. Seitsemäsluokkalaisillamme on kuitenkin kolmisen kuukautta enemmän koulun-

käyntiä takanaan kuin muiden Pohjoismaiden koululaisilla, mutta runsas lukukausi vähemmän kouluvuosia kuin useimpien muiden maiden seitsemäsluokkalaisilla IEA:n aineistossa. Myös iältään seitsemäsluokkalaisemme, jotka täyttivät vuoden 1996 aikana 13 vuotta, vastaavat paremmin IEA:n "seitsemäsluokkalaisia" kuin "kahdeksasluokkalaisia".

Oppimisasenteiden mittaukseen laadittu lomake tehtiin tarkoituksellisesti mahdollisimman lyhyeksi, koska luokissa jouduttiin lyhyen ajan sisällä toteuttamaan kaksi koulusaavutusmittausta ja kaksi asennemittausta. Oppilaiden suhdetta matematiikkaan ja sen oppimiseen selvitetiin kysymyksiin ja muutamalla monivalintatyypillisellä osiolla. Oppilaiden vastaukset on käsitelty ja raportoitu osioittain.

Useat osioista kartoittivat oppilaiden suunnitelmia tulevissa tai mahdollisesti tarjoutuviissa valintatilanteissa. Aika näyttää, missä määrin validisti oppilaat pystyivät ennakoimaan tulevia valintojaan yläasteen alkuvaiheissa. IEA:n kolmannen koulusaavutustutkimuksen tuloksiin tutustumisen jälkeen harmilliselta tuntuu se, että asennekyselyni painottui niin voimakkaasti matematiikan opiskeluun koulussa lukuunottamatta harrastusluonteista matematiikan hyödyntämistä ja opiskelua vapaa-aikana. Tärkeää olisi ollut saada tarkempaa tietoa koulupöytäkirjan ohella kotityöskentelystä ja kodin resursseista tukea oppilaan matematiikan oppimista.

6. MATEMATIIKAN OSAAMINEN SEITSEMÄNSILLÄ LUOKILLA KAJAANISSA

Tulosten tarkastelu aloitetaan seuraavassa matematiikan koulusaavutusmittausten tuloksista. Aluksi esitetään koko kohderyhmän osaamisen tasoa koskevat tiedot. Sen jälkeen on tarkasteltu osaamisen tasoa osaryhmittäin. Luvun loppuosassa Kajaanin aineistoa on verrattu pilotti- ja vertailukuntien aineistoon sekä kansainväliseen aineistoon. Nämä vertailut on tehty koko kohderyhmää koskevinä.

6.1 Osaamisen yleistaso

Matematiikan koulusaavutuskoe koostui 30 osiosta. Seuraavaan taulukkoon on koottu osiokohtaiset suoriutumisprosentit.

Ryhmässä oli 552 oppilasta. Ratkaisuprosentit tehtävissä olivat yleensä korkeita. Peräti kahdeksassa tehtävässä ratkaisuprosentti ylittää 80 %. Kangasniemi piti tätä IEA:n toisen matematiikan koulusaavutuskokeen kansallista aineistoa analysoidessaan oppiainesalueen hallitsemisen kriteerinä. (Kangasniemi 1989).

Osiosta vain seitsemän on sellaisia, että ne ovat jääneet ratkaisematta yli puolelta koululaisista. Vaikein on ollut osio 9, jonka on ratkaissut neljäsosa koululaisista. Kyseessä on prosenttilasku, jossa on arvioitava tai laskettava tuotteen hinnan nousu prosentteihin.

Taulukko 3. *Oppilaiden menestyminen matematiikan koulusaavutusmittauksen eri osioissa*

osio	oikein	osio	oikein	osio	oikein
1	93.8	11	75.2	21	62.1
2	64.8	12	81.9	22	84.2
3	78.6	13	83.3	23	71.0
4	57.2	14	63.8	24	76.4
5	48.0	15	66.7	25	39.7
6	72.1	16	88.2	26	73.4
7	48.4	17	87.9	27	61.4
8	51.6	18	86.8	28	65.4
9	25.4	19	39.0	29	76.4
10	91.8	20	49.3	30	38.9

na, kun tunnetaan entinen hinta ja uusi hinta. Muissa heikoiden onnistuneista osioista on kyseessä mittaaminen ja tuntemattoman ratkaiseminen sanallisesti ilmaistussa yhtälössä.

Verrattaessa tämän koulusaavutusmittauksen tulostasoa kahteen aikaisempaan, koululaisten osaamisesta nyt saatava kuva on selvästi parempi. Mm. aikaisemmissa mittauksissa ei osaaminen noussut ns. hallinnan tasolle yhdenkään osion ratkaisemisessa. Toisessa koulusaavutuskokeessa peruskoulun 7. luokan oppilaat osasivat heille esitetyistä matematiikan tehtävistä keskimäärin 49 %. Ensimmäisessä koulusaavutustutkimuksessa tulostaso oli selvästi toista heikompi. (Kangasniemi 1989; Kuusinen 1967.)

LUMA-lähtötasomittauksissa kuten tässäkin tutkimuksessa käytettäessä samaa mittaria koululaisten osaamisen taso tulee tutkituksi vain osassa IEA:n mittarin osioista. Näin ollen koululaisten suoritustasoa yksittäisiä osioita kattavammin kuvaamaan pyrkivät, mittarin osioista laskettu keskimääräinen ratkaisuprosentti ja pistemäärien jakautumat saattavat antaa erheellisen kuvan osaamisen tasosta. Niiden tarjoama kuva koululaisten osaamisen tasosta kahteen aikaisempaan koulusaavutustutkimukseen verrattuna antaa hyvin yhdenmukaisen kuvan kuin mittarin yksittäisissä osioissa suoriutumisen tarjoama kuva (taulukko 4).

Kajaanin koululaisten kokonaispiste-

määrät koulusaavutuskokeessa vaihtelivat alueella 6 - 30. Pistemäärät kertovat suoraa sen, kuinka monta tehtävää mittarin 30 osioista oppilaat kykenivät ratkaisemaan. Aineiston keskiarvo oli 20,1 pistettä ja mediaani 20,5 pistettä. Keskihajonta oli 5.3. Kajaanin seitsenluokkalaiset ratkaisi-

Taulukko 4. *Oppilaiden menestymisen matematiikan koulusaavutusmittauksessa (f=548)*

pisteet	f	%	kum. %
6	2	.4	.4
7	1	.2	.5
8	5	.9	1.5
9	4	.7	2.2
10	8	1.5	3.6
11	6	1.1	4.7
12	17	3.1	7.8
13	31	5.7	13.5
14	18	3.3	16.8
15	25	4.6	21.4
16	32	5.8	27.2
17	30	5.5	32.7
18	31	5.7	38.3
19	36	6.6	44.9
20	28	5.1	50.0
21	35	6.4	56.4
22	36	6.6	63.0
23	41	7.5	70.4
24	38	6.9	77.4
25	27	4.9	82.3
26	34	6.2	88.5
27	18	3.3	91.8
28	26	4.7	96.5
29	14	2.6	99.1
30	5	.9	100.0

vat siis tässä mittauksessa tehtävistä keskimäärin 67 %. Erotus toisen kouluosaavutusvertailun vastaavaan luokkaan (49 %) on huomattava.

Lukujen osoittama osaamisen tason paraneminen voi paitsi olla todellista johtua myös siitä, että IEA:n mittarin osiot kolmannessa kouluosaavutusmittauksessa ovat olleet aikaisempia mittauksia helpompia. Näiden tulkin-tavaihtoehtojen arvioimiseen palataan luvun lopulla verrattaessa Kajaanin koululaisten tuloksia kansainväliseen aineistoon.

6.1.1 Erot ala-asteiden ja niiden luokkien välillä

Verrattaessa eri ala-asteilta ja niiden eri luokilta yläasteille siirtyneiden oppilaiden kouluosaavutuskokeen pistemääriä keskenään saadaan estimaatti ala-asteen aikana saavutetun osaamisen tason mahdollisesta vaihtelusta verrattavissa osaryhmissä. Tarkastelua varten aineistosta poistettiin kaupungin ulkopuolisilta ala-asteilta yläasteille siirtyneet oppilaat. Tarkastelussa on mukana 542 oppilasta.

Kuten seuraava taulukko (taulukko 5) osoittaa, ala-asteissa on mukana oppilasmääriltään hyvin pieniä yksiköitä. Vähimmillään koulusta on siirtynyt viisi oppilasta yläasteelle. Näin pienissä ryhmissä vuosittaisissa keskiarvoissa voi esiintyä suurtakin vaihtelua. Vuosikurssi, jossa on pari lahjakasta oppilasta ja, josta hännänhui-

put sattuvat puuttumaan, saa ilman erityisiä ponnistuksia keskitasoa paremman keskiarvon. Vastakkaisessa tapauksessa keskiarvo saattaa painua alas ponnistuksista huolimatta. Useimmissa ala-asteista oppilasryhmät ovat kohtuullisen kokoisia vertailua ajatellen.

Parhaimman ala-asteen keskiarvo oli 22.2 pistettä ja heikoimman 18.1. Kumpikaan ala-asteista ei kuulu oppilasmääriltään pienimpien joukkoon. Parhaiten menestynyt ala-aste on Lehtikankaan ala-aste, jonka opetuksessa on painotettu matemaattisluonnontieteellistä oppiainesta.

Taulukko 5. Matematiikan oppimistulokset eri ala-asteilta tulleilla oppilailla

Ala-aste	f	keskiarvo	hajonta
Ala-aste 1	10	18.7	5.9
Ala-aste 2	46	21.0	5.5
Ala-aste 3	90	20.2	5.0
Ala-aste 4	27	18.1	5.2
Ala-aste 5	47	19.9	5.5
Ala-aste 6	83	22.2	5.0
Ala-aste 7	82	18.4	5.1
Ala-aste 8	43	20.0	5.0
Ala-aste 9	6	21.7	5.0
Ala-aste10	5	21.0	5.5
Ala-aste11	59	20.4	5.0
Ala-aste12	28	19.7	4.9
Ala-aste13	16	19.1	5.9
kaikkiaan	542	20.1	5.2

Kun yläasteelle, muualta kuin kaupungin ala-asteilta siirtyneet oppilaat jätetään analyysin ulkopuolelle, suoritusten keskihajonta koko aineistossa oli 5.2. Parhaiten ja heikoiten menestyneiden ala-asteiden keskiarvojen erotus (4.1 pistettä) on 78.4 % hajonnanmitasta. Erotus on selkeä. Jos eri ala-asteilta tulevien oppilaiden osaamisen erojen merkittävyyttä halutaan arvioida tilastollisen testausten avulla, tehtävään soveltuva menetelmä on yksisuuntainen varianssi-analyysi. Vaikka mukana on muutamia oppilasmäärältään pieniä ryhmiä, ryhmien koko täyttää kuitenkin varianssianalyysin käytön kriteerit (Tähtinen 1993, 74).

Varianssianalyysin tulosten perusteella ($F(12, 529)=2.529, p=.003$) päätellen ainakaan tutkitussa vuosikurssissa *oppilaan osaamisen kannalta ei ole yhdentekevää se, millä ala-asteella hän on matematiikkaa opiskellut* (taulukko 6). Oppilasmääriltään pienten yksittäisten ala-astei-

den tuottamissa oppimistuloksissa ilmeni ehkä selvääkin vaihtelua, mikäli niistä olisi käytettävissä vastaavia koulusaavutusmittauksia muiltakin vuosilta. Kuitenkin ryhmäkeskiarvojen erot ovat siinä määrin voimakkaat – vain 2/1000 jää puuttumaan tilastollisesti erittäin merkittävistä eroista – että tilanteeseen on tarpeen kiinnittää huomiota matematiikan opetuksen kehittämisohjelmaa toteutettaessa.

Oli verrattain yllättävää, että koulujen välillä oli näinkin selviä eroja keskiarvojen tasolla. Sen sijaan oli paremmin oletettavissa se, että luokkien suorituksissa esiintyy eroja (taulukko 7). Pienimpien ala-asteiden kohdalla ala-asteen ja luokan tilanne on sama ts. kaikki oppilaat olivat samassa luokassa. Samat varaukset, jotka edellä tehtiin oppilasmääriltään pienten ala-asteiden keskiarvojen todennäköisen vuosivaihtelun johdosta, tehdään seuraavassa oppilasmääriltään pienten luokkien suhteen. Luokkakohtaises-

Taulukko 6. Ala-asteen yhteys oppilaan suoriutumiseen koulusaavutusmittauksissa

Vaihtelulähde	Df	SS	MS	F	p
Ryhmien välinen	12	804.67	67.06	2.529	.003
Ryhmien sisäinen	529	14028.54	26.52		
Kokonaisvaihtelu	541	14833.21			

Lyhenteet: Df = vapausasteet, SS = neliösumma, MS = keskineliösumma, F = F-suhde, p = p-arvo

Taulukko 7. Ala-asteen luokkien yhteys oppilaan suoriutumiseen koulusaavutusmittauksissa

Vaihtelulähde	Df	SS	MS	F	p
Ryhmien välinen	24	1463.33	60.97	2.36	.000
Ryhmien sisäinen	517	13369.87	25.86		
Kokonaisvaihtelu	541	14833.21			

sa tarkastelussa pienten osaryhmien osuus kohderyhmästä kasvaa hieman, koska ala-asteen luokissa on ollut muutamia yhdysluokkia.

Kuten taulukko 7 osoittaa, luokkien väliset erot ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä ($F(24, 517)=2.36, p=.000$). Oppilaan matematiikan oppimisen näkökulmasta ei vaikuta olevan lainkaan samantekevää se, mille ala-asteelle ja mihin luokkaan hän joutuu. Yläasteille oppilaat tulivat ala-asteiden 25 luokalta. Tarkastelun ulkopuolelle on jätetty oppilaat, jotka eivät ala-asteen aikana olleet kaupungin kouluissa.

Seuraavasta taulukosta (taulukko 8) on nähtävissä luokkien keskiarvot. Parhaiten menestynyt luokka on ylittänyt 23.5 pisteen keskiarvoon ja heikoin on saanut keskiarvokseen 17.4. Erotuksen (6.1 pistettä) kokoa havainnollistaa jälleen sen vertailu keskihajontaan. Erotus on tässä yhteydessä suurempi kuin yksi hajonnanmitta. Kuten varianssianalyysi jo edellä osoitti, *luokkien väliset erot ala-asteen oppimistuloksissa ovat mittavia kohderyhmässä.*

Parhaan tuloksen saanut luokka on osa yhdysluokasta, joten sen oppilasmäärä on pieni ja näin ollen yksittäiset keskitasosta suuntaan tai toiseen poikkeavat oppilaat voivat näkyä voimakkaasti keskiarvossa. Kyseisessä luokassa alin saatu pistemäärä on 17 pistettä, joten oppilasryhmässä ei ole heikointa suoritustasoa lainkaan edustettuna. Kyseinen luokka on yksi Kajaanin normaalikoulun luokista. Aineiston toiseksi parhaiten menestynyt luokka (luokka 14) ylsi hyvin lähelle parhaiten menestynyttä luokkaa. Kyseisen luokkaa oli oppilasmäärältään suurehko. Luokan opetuksessa on painotettu matemaattis-luonnon-tieteellisen oppiaineen opiskelua. Kyseessä oli yksi Lehtikankaan ala-asteen luokista.

Aineiston heikoimmat oppilaskohtaiset pistemäärät löytyivät luokista, joissa myös luokan keskiarvo oli luokkien keskitasoa heikompi. Vastavasti parhaat suoritukset (30 pistettä) löytyivät kaikki luokista, joissa ei heikoimpia suorituksia esiintynyt lainkaan. Alin pistemäärä kyseisissä luokissa oli 12 pistettä. Myös luokkien jakautumia vertaillen päädytään toteamaan luokkien suoritustasovaihtelu,

jonka varianssianalyysi osoitti tilastollisesti erittäin merkitseväksi. Ala-asteiden luokkien suoritustasoerot muistuttavat luonteeltaan niitä eroja, joita tuli esiin verrattaessa eri maiden suoritustasoeroja IEA:n aineistossa.

Taulukko 8. Ala-asteen luokan yhteys oppilaan suoriutumiseen koulu-saavutusmittauksissa

Luokka	f	keski-arvo	hajonta
Luokka 1	10	18.6	5.9
Luokka 2	10	19.9	5.8
Luokka 3	8	18.9	5.2
Luokka 4	8	23.5	4.7
Luokka 5	20	21.6	5.7
Luokka 6	31	19.7	4.7
Luokka 7	31	18.3	4.8
Luokka 8	28	22.8	4.7
Luokka 9	16	19.1	5.9
Luokka10	27	18.1	5.2
Luokka11	22	21.3	5.7
Luokka12	25	18.7	5.0
Luokka13	30	21.7	4.4
Luokka14	27	23.1	5.4
Luokka15	26	21.7	5.2
Luokka16	26	17.4	4.9
Luokka17	28	18.0	4.9
Luokka18	28	19.8	5.3
Luokka19	32	20.8	4.9
Luokka20	11	18.0	5.0
Luokka21	6	21.7	5.0
Luokka22	5	21.0	5.5
Luokka23	28	21.1	5.2
Luokka24	31	20.2	4.9
Luokka25	8	19.7	4.9
Kaikkiaan	542	20.1	5.2

6.1.2 Erot ylä-asteiden ja niiden luokkien välillä

Koska kaupungin neljästä yläasteesta kolme saa oppilaansa yhtä useammalta ala-asteelta, oli odotettavissa, että ala-asteeseen sidoksissa olevat osaamisen tasoerot tasoittautuisivat yläasteelle siirryttäessä. Todellisuudessa tilanne ei ollutkaan tämä, vaan myös yläasteiden välillä oli eroja.

Taulukko 9. Yläasteiden väliset erot koulusaavutusmittauksissa

Yläaste	f	keski-arvo	hajonta
Yläaste 1	144	21.4	5.1
Yläaste 2	144	19.5	5.3
Yläaste 3	91	20.3	5.1
Yläaste 4	169	19.4	5.2
Kaikkiaan	548	20.1	5.3

Parhaiten ja heikoiten menestyneen yläasteen keskiarvoero oli 2.0 pistettä, mikä vastaa vajaata puolta hajonnanmittaa. Keskiarvoero oli pienempi kuin ala-asteiden vastaava ero. Keskihajonnat eri yläasteilla olivat verrattain yhdenmukaisia. Yläasteiden alimmat pistemäärät olivat välillä 6-8 pistettä ja parhaimmat 29-30 pistettä. Vaikka yläasteiden erot eivät pistemäärissä tarkasteltuna olleet yhtä suuria kuin erot ala-asteiden välillä, myös tässä tapauksessa erojen tilastollinen merkitsevyys lähenee erittäin merkitsevää tasoa ($F(3, 544)=4.628$, $p=.003$) (taulukko10). Ryhmäkoot

Taulukko 10. Yläasteiden erot koulusaavutusmittauksissa

Vaihtelu- lähde	Df	SS	MS	F	p
Ryhmien välinen	3	375.89	125.30	4.628	,003
Ryhmien sisäinen	544	14727.55	27.07		
Kokonaisvaihtelul	547	15103.44			

ovat ala-asteiden ryhmäkokoja suurempia (vrt. Manninen 1975, 231-233).

Ala-asteella oppilaat olivat 25 luokassa ja ylä-asteella 26 luokassa. Ala-asteelta yläasteelle siirryttäessä yhdistellään luokkaryhmiksi ala-asteella eri luokissa olleita oppilaita, joskin joissakin tapauksissa luokan koostumus säilyi jokseenkin samana molemmilla asteilla. Kuten taulukko 11 osoittaa, *luokkien väliset erot eivät ole pienentyneet ala-asteelta yläasteelle siirryttäessä*. Parhaan ja heikoimman luokakeskiarvon erotus oli yläasteella 5.9 pistettä, mikä oli hieman enemmän kuin yksi hajonnanmitta. Taulukkoa tarkasteltaessa huomio kiinnittyy siihen, että yläasteen luokkien keskihajonnat poikkeavat selvästi enemmän toisistaan kuin ala-asteen. Suurimmillaan hajonta on luokassa 26 ($s=6.5$), kun taas pienimmillään hajonta on vain 3.8 (luokka 5). Varianssianalyysi toi esiin tilastollisesti erittäin merkitsevää tasoa lähestyviä eroja yläasteen luokkien matematiikan koulusaavutusmittauksen keskiarvoissa. ($F(25, 522)=2.044$, $p=.002$)

Taulukko 11. Yläasteen luokkien väliset erot koulusaavutusmittauksissa

Luokka	f	keski- arvo	hajon- ta
Luokka 1	19	19.9	5.7
Luokka 2	19	20.4	6.1
Luokka 3	22	22.0	5.1
Luokka 4	19	22.7	5.1
Luokka 5	20	22.0	3.8
Luokka 6	15	23.5	5.4
Luokka 7	31	20.0	4.5
Luokka 8	20	20.1	5.0
Luokka 9	19	18.1	5.3
Luokka10	20	17.9	4.6
Luokka11	21	18.0	5.6
Luokka12	21	21.7	5.0
Luokka13	21	19.6	5.5
Luokka14	21	21.4	5.5
Luokka15	31	19.8	4.7
Luokka16	32	18.6	5.0
Luokka17	28	22.8	4.7
Luokka18	18	19.0	5.6
Luokka19	17	20.9	5.8
Luokka20	20	19.1	5.2
Luokka21	21	20.7	4.7
Luokka22	19	19.7	5.3
Luokka23	20	19.4	4.8
Luokka24	18	18.1	5.7
Luokka25	19	19.7	3.9
Luokka26	17	17.6	6.5
Kaikkiaan	548	20.1	5.3

Todistusarvosanansa kuudennen luokan kevättodistuksessa oppilaat muistivat seuraavasti (taulukko 12). Pieni osa oppilaista jätti vastaamatta todistusarvosanaa koskevaan kysymykseen. Arvosanojen keskiarvo oli 8.0 ($s=1.2$). Arvosanat 8 ja 9 olivat likimain yhtä yleisiä. Kiitettäviä on arvosanoista runsas kolmannes. Vaikka arvosanajakautuma ehkä muuttuisi, jos arvosanat tarkastettaisiin todistuksista, muutokset tuskin olisivat voimakkaita. Oppilaiden muistinvaraisesti ilmoittamien arvosanojen jakautuma vastaa luonteeltaan Kuparin (1993a) selvityksessä todettua.

Taulukko 12. Matematiikan todistusarvosanat ala-asteen viimeisessä todistuksessa

arvosana	f	%	kum. %
4	1	.2	.2
5	9	1.7	1.9
6	47	8.9	10.8
7	116	21.9	32.6
8	162	30.6	63.2
9	158	29.8	93.0
10	37	7.0	100.0
Kaikkiaan	530	100.0	100.0

Todistusarvosanojen ja matematiikan koulusaavutusmittauksen välinen tulomomenttikorrelaatiokerroin oli .66 ($p=.000$). Järjestyskorrelaatiokerroin laskien päädytään jokseenkin samaan tulokseen .68 ($p=.000$). Muuttujien yhteisvariaatio kattaa hieman alle puolet niiden variaatiosta. Epäilyksittä koulusaavutuskokeen tulos ja

matematiikan arvosana ilmaisevat pitkälti samaa asiaa kertoessaan oppilaan matematiikan osaamisen tasosta, mutta mitenkään identtistä kuvaa tasosta ne eivät anna. Käytetty matematiikan koulusaavutusmittari on erityyppinen kuin tavanomaiset koulukokeet. Tämä on yksi todennäköisistä syistä todistusarvosanojen ja koulusaavutusmittarin tulosten erillisvaihteluun.

Eri ala-asteilta tulleiden oppilaiden matematiikan arvosanoissa ei ilmennyt vaihtelua ($F(12, 513)=1.45, p=.14$). Myöskään ala-asteiden eri luokilla annetuissa matematiikan arvosanoissa ei ilmennyt tilastollisesti merkittävää vaihtelua ($F(24, 501)=1.31, p=.15$). Myöskään eri yläasteiden oppilaiden ala-asteen kuudennen luokan matematiikan arvosanoissa ei ole eroja ($F(3, 526)=.36, p=.79$). Sen sijaan jonkinasteista matematiikan arvosanan tai siihen korreloivien tekijöiden huomioonottamista yläasteen luokkia muodostettaessa oli esiintynyt, sillä verrattaessa keskenään yläasteen luokkia tilastollisesti merkitseviä eroja esiintyi ($F(25, 504)=1.80, p=.01$). Arvosanojen keskiarvo oli 8.0, mutta paras luokkakeskisarvo oli 8.5 ja heikoin 7.3. Erotusta kertyi siis runsaan numeron verran.

Oppilaan sukupuolella ei ollut minäkäänlaista merkitystä todistusarvosanan määräytymisessä. Sekä tytöillä että pojilla matematiikan todistusarvosanojen keskiarvo oli täsmälleen sama kuin koko ryhmän keskiarvo eli 8.0. Sama päti myös koulusaavutus-

mittauksessa menestymisen suhteen. Poikien keskiarvo oli 20.2 pistettä ja tyttöjen 20.1.

6.2 Kajaanin aineiston vertailua muihin aineistoihin

Kajaanin seitsemäsluokkalaisten matemaattisten suoritusten tasoa verrattiin luvun alussa kahteen aikaisempaan, IEA:n kansainvälisissä koulu-saavutustutkimuksissa Suomesta kerättyyn aineistoon. Oppilaiden tulokset Kajaanissa olivat syksyllä 1996 parempitasoisia kuin Suomen koulu-laisten tulokset kahdessa aikaisemmassa kansainvälisessä mittauksessa. Joko nyt käytetty mittari oli helpompitasoinen kuin aikaisemmat ja/ tai sitten oppilaiden tulokset todellakin olivat nyt parempia kuin 1960- ja 1980-luvuilla Suomessa.

Seuraavat vertailut yhtäältä pilotti- ja vertailukunnista kerättyyn kotimaiseen aineistoon sekä toisaalta IEA:n julkistamaan kansainväliseen aineistoon antavat lisää välineitä päätelmien tekoon.

6.2.1 LUMA-pilottikuntien ja vertailukuntien aineisto

Valtakunnallisen LUMA-ohjelman lähtötasomittaukset tehtiin pilottikuntien kouluissa sekä vertailukouluissa. Seuraavassa esitettävät lähtötasomittausten tulokset on saatu tässä tutkimuksessa käytettäväksi Jyväskylän yliopiston Koulutuksen tutkimus-

laitokselta ennen niiden julkaisemista opetushallituksen suostumuksella.

Seitsemäsluokkalaisia osallistui pilottikouluista mittauksiin 786 ja vertailukouluista 469. Oppilasmäärät eivät nousseet tätä suuremmiksi, koska kussakin pilottikoulussa mittaukset toteutettiin vain yhdessä 7. luokassa, joka opetushallituksen antamissa ohjeissa pyydettiin arvottavaksi koulun kaikkien seitsemänsien luokkien joukosta. Näin ollen yksittäisen pilottikunnan tai pilottikoulunkin osalta saatu tieto oppimistulosten tasosta kehittämisohjelman vaikutusten evaluointia ajatellen jää epävarmaksi, mutta valtakunnallisesti tarkastellen saatiin verrattain vähäisin mittauksin tietoa oppimistulosten tasosta eri puolilla maata.

Taulukossa 13 on esitetty koulusaa-vutusmittauksen ratkaisuprosentit osiittain pilottikoulujen, niiden vertailukoulujen sekä Kajaanin aineistoissa. Vaikka yksittäisten osioiden kohdalla aineistoissa esiintyykin eroja ratkaisuprosenteissa, erot tasoittavat toisensa koko mittarissa, sillä aineistojen keskiarvot ovat samantasoiset. Keskimäärin oppilaat ovat ratkaisseet 20 osiota oikein mittarista kaikissa kolmessa aineistossa. Ryhmien pistemäärien keskiarvot mahtuvat välille 20.1-20.7 pistettä. Hajontojen kohdalla ryhmien erot ovat tätäkin pienempiä. Vertailu osoittaa, että *Kajaanin seitsemäsluokkalaisten matemaatiikan osaaminen on täsmälleen valtakunnallisen aineiston keskiarvoa vastaavaa.*

Taulukko 13. *Oppilaiden menestymisen matematiikan koulusaavutusmittauksen eri osioissa pilottikouluissa (f=786), niiden vertailukouluissa (f=469) ja Kajaanissa (f=552)*

osiot	pilottikoulut	vertailukoulut	Kajaani
1	94.9	94.4	93.8
2	70.3	71.4	64.8
3	79.9	78.5	78.6
4	64.7	66.2	57.2
5	51.6	58.5	48.0
6	70.8	72.2	72.1
7	51.0	51.3	48.4
8	58.6	58.7	51.6
9	31.1	27.2	25.4
10	90.1	93.2	91.8
11	76.8	75.6	75.2
12	81.0	81.8	81.9
13	78.4	83.3	83.3
14	54.1	61.2	63.8
15	71.9	74.0	66.7
16	90.5	89.6	88.2
17	90.3	90.6	87.9
18	91.5	94.9	86.8
19	42.9	48.0	39.0
20	49.2	52.6	49.3
21	63.2	64.3	62.1
22	90.1	87.6	84.2
23	70.9	68.1	71.0
24	75.5	74.7	76.4
25	39.4	39.9	39.7
26	75.8	75.5	73.4
27	67.1	69.9	61.4
28	53.5	55.5	65.4
29	82.3	84.4	76.4
30	36.8	38.7	38.9
pistemäärät:			
ka	20.2	20.7	20.1
s	5.3	5.1	5.3

6.2.2 IEA:n kolmas kansainvälinen koulusaavutustutkimus

Julkistaessaan kolmannessa kansainvälisessä koulusaavutustutkimuksessa käytetyt osiot IEA jätti julkistamatta osan niistä voidakseen käyttää niitä tulevissa koulusaavutusvertailuissa pitkäikäisyydenomaisesti. Nyt käytetyistä 151 osiosta julkistettiin suoriutumistietoineen 102 (78 %) (IEA 1997). Kaikki tehtävät, joissa oppilaat kirjoittivat itse vastauksensa olivat julkistettujen joukossa. LUMAlähtötasomittauksiin näitä ei tullut valituksi lainkaan. Lähtötasomittauksen 30 osiosta 17 (77 %) oli julkistettujen osioiden joukossa.

Seuraavassa taulukossa (taulukko 14) on verrattu IEA:n julkistamien osioiden osalta Kajaanin seitsemäsluokkalaisten suoriutumista kansainvälisen aineiston keskiarvoihin. Mittauksissa oli mukana kustakin maasta ne kaksi luokkatasoa, joissa oli enemmistö maan 13-vuotiaista. Taulukossa ryhmiä on nimitetty seitsemänsiksi (IEA-7.) ja kahdeksansiksi (IEA-8.) luokiksi. Useimmissa maissa kyseessä olivat seitsemäs- ja kahdeksaluokkalaiset, mutteivat kaikissa. Taulukkoon on merkitty IEA:n käyttämät osioiden tunnukset sekä niiden ryhmittely kohtaan sisältöalueet. Sisältöalueet on jaoteltu kahdella tavoin. Luokittelu oppiaineen osa-alueisiin on esitetty sarakkeessa CC (Content Category) ja luokittelu sen suhteen, minkä laatuista osaamista tehtävän ratkaisun oletetaan vaativan oppilaalta, on esitetty sarakkeessa PE (Per-

formance Expectation).

Oppiaineuksen perusteella osiot jaetaan kuuteen kategoriaan:

1. Fractions and number sense
2. Algebra
3. Measurement
4. Geometry
5. Data representation, analysis and probability
6. Proportionality.

Vaaditun osaamisen laadun perusteella osiot jakautuvat neljään tyyppiin:

1. Knowing
2. Performing routine procedures
3. Using complex procedures
4. Solving problems.

Taulukon viimeisenä sarakkeena on IDI eli International Difficulty Index. Vaikeusindeksi on laskettu ottaen huomioon sekä seitsemäs- että kahdeksasluokkalaisten suoritustasot. Mitä korkeampi indeksin arvo on, sitä vaikeampi tehtävä on oppilaille ollut. Osioiden vaikeusindeksien jakautumasta tai keskiarvosta ei osioita julkaistaessa (IEA 1997) annettu tietoja, joten osioiden vaikeusindeksien pohjalta voidaan tehdä vain yleisluonteisia havaintoja LUMA-lähtötasomittariin poimituista TIMSS-osioista. Yleisvaikutelmaksi muodostuu, että LUMA-lähtötasomittariin poimitut osiot ovat pikemmin helpohko kuin vaikea kooste TIMSS-osioista.

Verrattaessa Kajaanin seitsemäsluokkalaisten tulosta kansainvälisten aineistojen keskimääräiseen suoritustasoon tulos on Kajaanin kannalta

edullinen. Kajaanin seitsenluokkalaisten suoritustaso ylittää viidessätoista osiossa seitsemästätoista IEA:n seitsemäsluokkalaisten keskitason ja 12 osiossa seitsemästätoista kahdeksasluokkalaisten suoritustason. Osioissa, joissa tulos jäi alle kansainvälisen tason, erotus ei ollut mittava. Sen sijaan joukossa on osioita, joissa paikallisten koululaisten suoritustaso on selvästikin yli kansainvälisen keskitason. Suomen seitsemäsluokkalaisten tason suhteuttamista kansainväliseen aineistoon hankaloittaa mm. se, että meillä mitaukset sijoittuivat eri vaiheeseen lukuvuotta kuin muissa maissa. Sekä kouluvuosiensa määrän että ikänsä suhteen Suomen seitsemäsluokkalaisten vastaavat lähinnä IEA:n luokkatoista seitsemäsluokkalaista.

Kansainvälisestä aineistosta on muutamaa esimerkkiosiota lukuunottamatta julkistettu vain keskimääräiset osioiden ratkaisuprosentit, joten pelkästään erotuksien suuruuksia vertaillen ei ole mahdollista suhteuttaa paikallisten oppilaiden suoritustasoa tarkemmin kansainväliseen tasoon. Käytetyn matematiikan koulusaavutusmittarin osioista kansainväliset vertailutiedot puuttuvat vielä ainakin toistaiseksi 13 osion osalta. Kyseessä ovat osiot 2, 6, 12, 13, 14, 15, 17, 20, 21, 23, 25, 26 ja 27. Kun tarkastellaan näiden osioiden ratkaisuprosentteja kansallisissa aineistoissa (taulukko 13), havaitaan, että lukuunottamatta osiota 25 ratkaisuprosentit osioissa ovat vähintäänkin kohtuullisia. On ennakoitavissa, että vaikka

Taulukko 14. Kajaanin seitsemäsluokkalaisten suoriutuminen IEA:n matematiikan koulusaavutuskokeeseen osioissa TIMSS aineistoon verrattuna

Sisältöalueet		Osiot		Suoriutumisprosentit			
CC	PE	LUMA	IEA	IEA-8	IEA-7	Kajaani	IDI
1	4	1	N-11	82 %	79 %	94 %	392
1	4	3	P-14	76	72	79	422
4	2	4	N-12	66	61	57	489
1	4	5	N-16	47	43	48	580
1	3	7	K-6	44	36	48	604
1	3	8	Q-8	44	38	52	587
1	2	9	Q-2	28	23	25	680
3	4	10	L-12	74	69	92	448
1	3	11	J-17	66	62	75	484
2	1	16	L-13	90	87	88	326
5	3	18	Q-4	83	81	87	376
2	4	19	R-11	47	43	39	584
5	4	22	M-3	76	73	84	433
6	4	24	Q-5	65	62	76	487
4	3	28	R-10	52	47	65	551
4	3	29	K-3	67	63	76	478
3	4	30	J-10	45	38	39	596

myöhemmin saataisiin IEA:lta tiedot kansainvälisestä aineistosta mittarin 30 osiosta nykyisen 17 osion sijasta, tulkinta Kajaanin ja muiden kansallisten aineistojen seitsemäsluokkalaisten hyväntasoisesta kansainvälisestä suoriutumisesta ei tule muuttumaan.

Sen sijaan nyt kerättyjen kotimaisten aineistojen perusteella ei voida varauksitta luottaa siihen, että Suomi olisi menestynyt yhtä hyvin IEA:n kolmannessa kansainvälisessä koulu-saavutustutkimuksessa, jos se olisi siihen osallistunut. Mikäli mittaukset olisi muiden Pohjoismaiden tavoin

suoritettu kuudennen kouluvuoden päättyessä, on oletettavissa, että tulokset eivät olisi aivan samantasoisia kuin nyt. Tosin 7. luokan opetus keskittyy varsinkin syyslukukaudella pitkälti kertaamaan ala-asteella jo opettua oppiainesta. Vaikka kaikki kolme kotimaista aineistoa antoivat yllättävänkin yhdenmukaisen kuvan koululaisten matematiikan osaamisesta, saattaa olla, että mittauksiin osallistuneet koululaiset eivät edusta ikäryhmäänsä koko maassa. Vaikka Suomen koululaiset menestyivät hyvin LUMA-lähtötasomittareihin valituissa osioissa, emme voi varmuudella sa-

noa, olisiko menestys ollut yhtä hyvä mittarin ulkopuolelle jätetyissä osioissa. Kuten jo aiemmin todettiin, erityisesti algebran ja geometrian alueella IEA:n mittariin sisältyi osioita, joissa edellytettiin oppilaiden osaavan ainesta, jota meillä ei opeteta vielä tässä vaiheessa. Tosin samat osiot tuottivat vaikeuksia myös monen muun maan koululaisille.

Vuoden 1995 peruskoulun matematiikan opetuksen arviointitutkimuksessa todettiin oppilaiden osaamiseen geometriassa ja prosenttilaskuissa tarvittavan kohennusta (Pehkonen 1997). Ilmeisesti meillä olisi tarpeen panostaa geometrian ja algebran opetukseen, mikäli IEA:n mittarien koostumuksessa näkyvät painotukset matematiikan opetuksessa säilyvät entisellään ja LUMA-ohjelman tavoitteiden saavuttamisen todennäköisyys halutaan varmistaa koululaisten

osaamisen suhteen. Tavoitteena on sijoittua OECD-maiden parhaaseen neljännekseen vuonna 2002.

Vaikka tässä vaiheessa käytettävissä olevien tietojen perusteella arvioiden seitsemäsluokkalaisten matematiikan oppimistulosten taso näyttää kansainvälisessä vertailussa valoisalta, on syytä varoa luottamasta liikaa nyt käytettävissä oleviin tietoihin. *Käytettävissä olevien aineistojen pohjalta arvioiden Suomessa ala-asteen aikana saavutettu matematiikan osaamisen taso olisi parantunut vuosikymmenessä kansainvälisessä rankkauksessa selvästi.* Joka tapauksessa tilannetta opetuksen kehittämissuunnan alkaessa voidaan pitää siinä määrin rohkaisevana, että vaatavienkaan, kansainvälisten tulostavoitteiden asettaminen ei vaikuta utopistiselta.

7. OPPILAIKEN ASETEET MATEMATIIKKA KOHTAAN SEITSEMÄNSILLÄ LUOKILLA KAJAANISSA

Matematiikan oppimistulosten tason ohella kiinnostuksen kohteena tutkimuksessa oli oppilaiden suhtautuminen matematiikkaan ja sen opetukseen. Asenteilla oppiainetta kohtaan on aina oma merkityksensä oppimisessä. Ala-asteen jälkeen oppilaalla on lisäksi oma vaikutusvalta sen suhteen, mitä hän sisällyttää ns. valinnaisiin opintoihinsa, joilla eri oppiaineita on tarjonnan rajoissa mahdollista opiskella pakollisia oppimääriä laajemmin. Näin asenteilla on tärkeä merkitys myös siinä, kuinka laajasti oppilas oppiainetta opiskelee.

Tässä tutkimuksessa haluttiin erityisesti saada tietoa siitä, millaisia ongelmia oppilaat ovat kohdanneet matematiikan opetuksessa ja opiskelussa koulussa ja miten he haluaisivat parantaa nykytilannetta. Aikaisempien tutkimusten perusteella oli jo olemassa verrattain täsmällinen kuva siitä, miten kiinnostavaksi, arvokkaaksi, hauskaksi ymv. oppilaat kokevat matematiikan oppiaineena, vaikka näitä seikkoja myös tämän tutkimuksen kohderyhmältä kysyttiin. Sen lisäksi, että selvitettiin oppilaiden suhtautumista matematiikkaan koulussa, muutamalla kysymyksellä selvitettiin myös oppilaan suhdetta matematiikkaan oppituntien ulkopuolella.

7.1 Matematiikan opetus ja opiskelu koulussa

Oppilailta tiedusteltiin, mitä he antaisivat asteikolla 4-10 arvosanaksi koulun matematiikan opetuksen kiinnostavuudesta. Arvosanat kysyttiin erikseen ala-asteen ja yläasteen osalta. Ala-asteen osalta arvosanojen jakautuma on esitetty taulukossa 15. Keskiarvoksi tuli 7.5 ($s=1.4$). Yleisin arvosana oli 8. Viidennes oppilaista antoi arvosanaksi kiitettävän. Lähes yhtä monilla arvosana oli alueella 4-6. Oppilaat siis antoivat opetuksen kiinnostavuudelle heikommat arvosanat kuin mitä opettajat puolestaan olivat antaneet heille todistusarvosanoiksi matematiikan osaamisesta.

Oppilaiden kokemukset yläasteen opetuksesta rajautuivat pariin kuukauteen, eivätkä ne voi olla samalla tavoin kattavia kuin ala-asteen koko kuuden vuoden matematiikan opiskeluun perustuvat kiinnostavuusarviot. Keskiarvo yläasteella oli 7,5 ($s=1.3$). Arvosanakeskiarvot ovat täsmälleen samat sekä ala- että yläasteella. *Oppilaat eivät ole ryhmätasolla tarkastellen kokeneet siirtymisen luokanopettajalta aineopettajan opetukseen tuntuneen mitenkään opetuksen kiinnostavuudessa* (taulukko 16).

Taulukko 15. *Oppilaiden arvosanat ala-asteen matematiikan opetuksen kiinnostavuudelle*

arvosana	f	%	kum. %
4	17	3.1	3.1
5	25	4.6	7.7
6	58	10.7	18.4
7	146	26.8	45.2
8	181	33.3	78.5
9	79	14.5	93.0
10	38	7.0	100.0
Kaikkiaan	544	100.0	100.0

Taulukko 16. *Oppilaiden arvosanat ylä-asteen matematiikan opetuksen kiinnostavuudelle*

arvosana	f	%	kum. %
4	14	2.6	2.6
5	31	5.7	8.3
6	68	12.5	20.8
7	141	26.0	46.8
8	178	32.8	79.6
9	89	16.4	95.9
10	22	4.1	100.0
Kaikkiaan	543	100.0	100.0

Oppilaiden antamat arvosanat ala- ja yläasteiden matematiikan opetuksen kiinnostavuudesta korreloivat voimakkaasti keskenään ($r=.72$, $p=.000$). Sekä ala-asteen että yläasteen matematiikan opetuksen kiinnostavuuden kokemus on jossain määrin yhteydessä siihen, miten hyvin oppilas me-

nestyi matematiikassa. Ala-asteen 6. luokan todistusarvosana korreloi ala-asteen opetuksen kiinnostavuudesta annettuun arvosanaan ($r=.42$, $p=.000$) ja yläasteen opetuksen kiinnostavuudesta annettuun arvosanaan ($r=.33$, $p=.000$). Samoin kiinnostavuudesta annetut arvosanat korreloivat matematiikan koulusaavutusmittauksessa menestymiseen, mutta korrelaatiot olivat hieman alhaisempia kuin korrelaatiot todistusarvosanan kanssa. Koulusaavutusmittauksessa menestymisen korrelaatio ala-asteen opetuksen kiinnostavuudesta annettuun arvosanaan oli $.30$ ($p=.000$) ja yläasteen opetuksesta annettuun arvosanaan $.21$ ($p=.000$).

Yläasteen edetessä oppilaat saavat vaikutusmahdollisia sen suhteen, mitä oppiaineita ja missä laajuudessa he opiskelevat. Valinnoissa kuvastuu oppilaiden suhtautuminen eri oppiaineisiin sekä senhetkinen arvo maailma yleisemminkin. Matematiikan ottamisesta valinnaisaineeksi yläasteen aikana oppilaat ajattelivat syyslukukaudella kuten seuraava taulukko (taulukko 17) osoittaa.

Oppilaat olivat jo tässä vaiheessa melkoisen varmoja valinnoistaan, sillä vain parikymmentä heistä jätti vastaamatta kysymykseen. Kysymykseen vastanneista oppilaista 80.4 % ei halunnut opiskella matematiikkaa yli pakollisen oppimäärän yläasteen aikana. LUMA-hankkeen tavoitteiden toteuttamismahdollisuuksia ajatellen tilanne ei Kajaanissakaan ole lupaava tässä suhteessa. Valinnaisainei-

Taulukko 17. Halukkuus matematiikan opiskeluun valinnaisaineena yläasteella

halukkuus	f	%
ei ole	419	80.4
on	102	19.6
Kaikkiaan	521	100.0

den valitsemiseen liittyvä opinto-ohjaus oli kuitenkin ilmeisesti vielä edes-säpäin, joten täysin mahdotonta ei halukkaiden määrän kasvukaan ollut.

Vaikka valinnaisopintoihin halukkaiden oppilaiden määrä oli vähäinen, tilanteessa on positiivinenkin puolensa. Marraskuussa 1996 joka tapauksessa 102 seitsemäsluokkalaista eli 19.6 % kysymykseen vastanneista aikoi opiskella matematiikkaa yläasteella valinnaisena aineena. Mikäli nämä oppilaat jakautuisivat suhteellisen tasaisesti kaupungin neljälle yläasteelle, olisi mahdollista tarjota koko vuosiluokalle tilaisuus opiskella valinnaiskursseja matematiikassa yläasteella. Mikäli halukkaiden määrä vähenisi ilmoitetusta tai ei jakautuisi suhteellisen tasaisesti eri kouluihin, kaikille halukkaille ei voitane oppilasryhmien pienuuden takia tarjota mahdollisuutta matematiikan opiskeluun valinnaisaineena, jollei opetusta järjestetä eri koulujen oppilaista yhdistetyille oppilasryhmille.

Oppilailta kysyttiin heidän suunnitelmiaan myös hieman kaukaisemmas-ta tulevaisuudesta eli ajasta yläas-

teen jälkeen. Koululaisten vastaukset kysymykseen suunnitelmista opiskella matematiikkaa yläasteen jälkeen jakautuivat taulukon 18 mukaisesti. Ehdoton enemmistö tässäkin halusi opiskella matematiikkaa vain pakollisen oppimäärän verran. Kuitenkin pakollista oppimäärää laajempia opintoja suunnittelevien osuus oli vähän suurempi kuin yläasteen valinnaisia opintoja suunnittelevien osuus.

Seitsemäsluokkalaisten ammattisuunnitelmat saattavat olla vielä selkiytymättömiä ja muuttua useaan kertaan, mutta tutkija piti kuitenkin kiinnostavana tietoa siitä, millaiseksi oppilaat kyselyhetkellä näkivät matematiikan arvon siinä ammatissa, jota he pitivät tulevana ammattinaan. Noin joka kymmenes koululaisista ei osannut vastata kysymykseen, mutta muilta osin jakautuma on tietyssä ristiriidassa matematiikan opiskelukiellei-syyden kanssa. Kysymykseen vastanneista koululaisista 71 % tiedosti tarvitsevansa työssään matematiikkaa. Loput 29 % arveli tulevansa toimeen ammatissaan ilman matematiikan osaamista. Tilanne vastaa täysin

Taulukko 18. Halukkuus opiskella matematiikkaa yläasteen jälkeen yli pakollisen oppimäärän

halukkuus	f	%
ei ole	407	76.8
on	123	23.2
Kaikkiaan	530	100.0

aikaisempien asennekartoitusten tuloksia. *Matematiikkaa arvostetaan ja pidetään tarpeellisena, mutta se ei kiinnosta vastaavassa määrin opiskeltavana oppiaineksena.*

Seitsemäsluokkalaisissa oli kuitenkin melko vähän niitä, joille matematiikka oli pelkkää vastenmielistä puurtamista. Vielä vähemmän oli niitä, joille matematiikka oli mukavinta koulun oppitunneista. Puolelle vastanneista oppiaine oli koko lailla samantekevä oppimisen kohde, ei inhottava, muttei liioin mieluisa. Enemmistön kokemus painottui neutraaliin tai negatiiviseen suuntaan, mutta erotus matematiikan positiivisesti kokeviin ei ollut suuri. (Taulukko 19.) Kysymyksessä käytetyn väitteen vastausvaihtoehtojen painottuminen positiiviselle alueelle saattoi hieman vinouttaa oppilaiden asenteista saatua kuvaa todellista myönteisemmäksi.

7.1.1 Erot ala-asteiden ja niiden luokkien välillä

Edellä on esitetty koko aineistoa kattavasti tietoja siitä, millaiseksi oppi-

laat kokevat matematiikan opiskelun koulussa. Koko ryhmää tarkastellen *kokemus oli runsaalla puolella väritynyt samantekeväksi tai vastenmieliseksi.* Onko sillä, mitä ala-astetta oppilas on käynyt tai millä luokalla hän on ollut ennen yläasteelle siirtymistään jotain merkitystä kokemuksen suunnassa tai intensiteetissä?

Oppilaat antoivat ala-asteen matematiikan opetuksen kiinnostavuudeksi arvosanan 7.5. Eri ala-asteiden oppilaiden mielipiteet asiasta eivät sannottavasti poikenneet toisistaan. Kahta ala-astetta lukuunottamatta ala-asteiden keskiarvot olivat välillä 7.2 - 8.0. Mainitut kaksi ala-astetta muodostivat selvähkön poikkeuksen, toinen positiiviseen ja toinen negatiiviseen suuntaan. Positiiviseen suuntaan poikkosi aikaisemmissa taulukoissa ala-aste 13 tunnuksella nimetty ala-aste. Sen oppilaat antoivat matematiikan opetuksen kiinnostavuudelle arvosanan 8.3. Kielteinen poikkeus oli ala-aste 10. Sen oppilaiden antama arvosana oli 6.3. Huolimatta näistä poikkeuksista ala-asteisiin liittyvät erot matematiikan opetuksen kiinnostavaksi kokemisessa jäivät ti-

Taulukko 19. *Suhde matematiikan opiskeluun koulussa*

väite1. Matematiikan opiskelu koulussa on minulle	%
a. todellakin "pakkomatematiikkaa" - pelkkää vastenmielistä puurtamista.	9.6
b. kokolailla samantekevää - ei inhottavaa, mutta ei mieluistakaan	48.1
c. enemmän myönteinen kuin kielteinen kokemus	36.6
d. yleensä mukavinta koulupäivän oppitunneista	5.7

lastolliselta merkitsevyydeltään vähäisiksi ($F(12, 527)=1.6, p=.08$).

Myös ala-asteen luokkiin liittyvät erot matematiikan opetuksen kiinnostavaksi kokemisessa jäivät vähäisiksi, joskin ne nousivat jo lähelle tilastollisesti merkitsevää tasoa ($F(24, 515)=1.6, p=.04$). Jakautuman molemmissa ääripäissä oli kaksi luokkaa. Negatiivisessa ääripäässä oli jo edellä esiintyneen yhden kuudesluokan ala-asteen lisäksi toinen luokka keskiarvolla 6.9. Positiivisessa ääripäässä oli samoin jo edellä esiintyneen yhden kuudesluokan ala-asteen lisäksi toinen luokka keskiarvolla 8.2. Muut luokkien keskiarvot jäivät välille 7.1 - 8.0. Ala-asteen matematiikan opetuksen kiinnostavaksi kokeminen näyttää olevan matematiikassa saavutettua osaamisen tasoa vähäisemmässä määrin sidoksissa siihen, millä ala-asteella ja millä luokalla oppilas on opiskellut.

Kuten aiemmin tuli esille, kohderyhmä ei ryhmätasolla tarkastellen ollut havainnut ala-asteen ja yläasteen matematiikan opetuksen kiinnostavuudessa mitään eroa. Sillä, millä ala-asteella oppilas oli opiskellut, oli kuitenkin hienoista merkitystä siihen, kuinka kiinnostavaksi oppilas yläasteen opetuksen koki ($F(12, 526)=1.86, p=.03$). Myönteisimmin yläasteen opetuksen olivat kokeneet kahdelta pieneltä ala-asteelta tulleet oppilaat. Ala-aste 9:n oppilaiden keskiarvo oli 8.0 ja ala-aste 10:n 8.3. Vaikka yläasteen ja ala-asteen opetuksen kiinnostavuudesta annettujen arvo-

sanojen keskiarvot eivät poikenneet toisistaan, yläasteen keskiarvoista puuttuivat kielteisimmät arvioinnit. Alin keskiarvoista oli 7.0.

Yläasteen opetuksen kiinnostavaksi kokemisessa se, millä ala-asteen luokalla oppilas oli opiskellut, osoittautui tilastollisesti erittäin merkittäväksi ($F(24, 514)=2.76, p=.000$). Korkeimmat keskiarvot (8.39 ja 8.25) yläasteen opetuksen kiinnostavuus sai ala-asteen luokasta 8 ja luokasta 22 tulleilta oppilailta. Toinen kouluista oli keskustan koulu ja toinen pieni ala-aste, jolta oli siirtynyt vain pieni määrä oppilaita yläasteelle. Heikoimmat keskiarvot taas jäivät alle seitsemän. Tämäntasoisia keskiarvoja antoivat kuudelta ala-asteen luokalta tulleet oppilaat. Luokat olivat keskustassa tai sen välittömässä läheisyydessä olevien ala-asteiden luokkia. Yhteenvedoksi ala-asteiden ja niiden luokkien välisistä eroista opetuksen kiinnostavaksi kokemisessa voidaan todeta, että eroja ala-asteen opetuksen kiinnostavuuskokemuksessa on, mutta erot ovat tilastolliselta merkitsevyydeltään pienempiä kuin yläasteen opetuksen kokemisessa ilmenevät erot.

Entä, oliko ala-asteella tai sen luokalla merkitystä siinä, millaiseksi oppilas ylipäätään koki suhteensa matematiikan opetukseen ja opiskeluun koulussa. Tästä saadaan viitteitä vertailemalla sitä, miten oppilaat vastasivat tilanteessa, jossa heille esitettiin seuraava väite ja seuraavat vastausvaihtoehdot:

Matematiikan opiskelu koulussa on minulle

- a. todellakin "pakkomatematiikkaa" - pelkkää vastenmielistä puurtamista.
- b. kokolailla samantekevää - ei inhoitavaa, mutta ei mieluistakaan
- c. enemmän myönteinen kuin kielteinen kokemus
- d. yleensä mukavinta koulupäivän oppitunneista

Eri ala-asteiden oppilaiden vastaus-ten jakautumat on esitetty taulukossa 20. Koska eri ala-asteita on vaikea verrata keskenään oppilasmäärien vaihtelun johdosta, jakautumat on tässä kuten muissakin vastaavissa taulukossa esitetty %-jakautumien muodossa. Kuten taulukko osoittaa, useissa ala-asteista tilanne on varsin samankaltainen ja poikkeamat koko kohderyhmän jakautumasta ovat vähäisiä. Kuitenkin joukossa on poikkeuksiakin. Pahimmillaan viidesosa kaikista ko. ala-asteella opiskelleista oppilaista koki matematiikan opiskelun pelkäsi vastenmieliseksi puurtamiseksi. Neljältä ala-asteelta tulleista taas ei löytynyt lainkaan matematiikan opiskelun pelkästään vastenmieliseksi kokeneita. Enimmillään liki joka kymmenes koulun oppilaista koki matematiikan oppitunnit yleensä mukavimmiksi koulupäivän oppitunneista. Viimeksimainittujen joukkoon kuuluvat ala-asteet 2 ja 6 ovat samat ala-asteet, joista löytyivät myös kaupungin parhaiten menestyneet luokat koulusaavutuskokeessa.

Tarkasteltaessa aineistoa ala-asteen luokittain ryhmien väliset erot voimis-

Taulukko 20. Eri ala-asteiden oppilaiden suhde matematiikan opiskeluun koulussa

Ala-aste	vastausvaihtoehdot			
	a	b	c	d
Ala-aste 1	20%	50%	30%	-%
Ala-aste 2	11	44	36	9
Ala-aste 3	17	47	29	8
Ala-aste 4	4	50	39	7
Ala-aste 5	15	42	44	-
Ala-aste 6	6	48	38	9
Ala-aste 7	15	55	28	2
Ala-aste 8	7	47	40	7
Ala-aste 9	-	33	67	-
Ala-aste10	-	-	100	-
Ala-aste11	4	47	42	7
Ala-aste12	-	57	39	4
Ala-aste13	-	50	44	6
kaikkiaan	10	48	37	6

tuvat (taulukko 21). Aineistosta löytyy neljä luokkaa, joissa matematiikka ei merkinnyt kenellekään vastenmielistä puurtamista, mutta pahimmillaan näin oli asianlaita neljäsosalla luokan oppilaista. Koulupäivässä matematiikan oppitunnit yleensä mukavimmiksi koekuvia oppilaita on yhdestä neljään luokkaa kohden 17 luokassa. Kahdeksasta luokasta tällaiset oppilaat puuttuvat kokonaan. Aineistossa oli muutamia luokkia, joissa oppilaiden enemmistön opiskelukokemukset olivat positiivisia, mutta vastaavasti luokkia, joissa valtaosasta oppilaista opiskelu tuntui vastenmieliseltä tai samantekevältä.

Taulukko 21. *Ala-asteiden eri luokkien oppilaiden suhde matematiikan opiskeluun koulussa*

Luokka	vastausvaihtoehdot			
	a	b	c	d
Luokka 1	20%	50%	30%	-%
Luokka 2	10	50	30	10
Luokka 3	14	43	43	-
Luokka 4	13	38	38	13
Luokka 5	10	45	35	10
Luokka 6	23	48	16	13
Luokka 7	23	42	29	7
Luokka 8	4	50	43	4
Luokka 9	-	50	44	6
Luokka10	4	50	39	7
Luokka11	23	46	32	-
Luokka12	8	39	54	-
Luokka13	3	41	45	10
Luokka14	11	48	33	7
Luokka15	4	52	33	11
Luokka16	12	56	28	4
Luokka17	25	46	25	4
Luokka18	7	62	31	-
Luokka19	3	45	42	10
Luokka20	17	50	33	-
Luokka21	-	33	67	-
Luokka22	-	-	100	-
Luokka23	4	46	42	8
Luokka24	3	50	43	3
Luokka25	-	57	39	4
kaikkiaan	10	48	37	6

Taulukot kertovat sen, että *ala-aste ja ala-asteen luokka säätelevät niitä kokemuksia, joiden varassa oppilaan suhde matematiikan opiskeluun muodostuu.* Aineisto ei kerro muusta kuin siitä, että ryhmien välillä on eroja.

Avoimeksi jää se, mistä erot johtuvat. Nykytilanteessa tarvittaisiin kovasti tutkimuksia, joissa pyrittäisiin tunnistamaan ne seikat, jotka opetuksessa säätelevät sitä, millaiseksi oppilaiden suhde matematiikkaan kehittyi. Tässä raportissa kysymykseen palataan luvussa 7.1.4.

Viimeisenä osa-alueena matematiikan oppimisasenteiden kartoituksessa olivat oppilaiden tulevaisuuden suunnitelmat sen suhteen, miten paljon he aikoivat opiskella matematiikkaa ja näkivätkö he matematiikan tarpeelliseksi tulevassa ammatissaan. Taulukkoon 22 on koostettu ala-asteittain oppilaiden vastaukset heille näistä kohdealueista esitettyihin kysymyksiin. Osiossa 3 oppilas vastasi kysymykseen, ottaako hän matematiikkaa valinnaiseksi aineeksi tai kurssiksi yläasteella, jos sitä tarjotaan. Osiossa 4 kysyttiin, arveliko oppilas opiskelevansa yläasteen jälkeen matematiikkaa enemmän kuin pakollisen oppimäärän vai sen verran kuin on pakko. Osiossa 5 oppilas vastasi kysymykseen, arveliko hän tarvitsevänsä matematiikkaa tulevassa ammatissaan. Taulukossa on kunkin osion kohdalla ilmoitettu prosenteissa niiden oppilaiden osuus, jotka vastasivat kysymyksiin myönteisesti.

Kaikissa osioissa oli eroja, jotka olivat sidoksissa siihen, millä ala-asteella oppilas oli opiskellut. Yläasteen valinnaisen matematiikan opintoja suunnittelevien osuus vaihteli välillä 0 - 33 %. Useimmat ala-asteista olivat kuitenkin aineiston keskiarvon tuntu-

massa. Myös yläasteen jälkeisissä matematiikan opinnoissa pakollista oppimäärää laajempia opintoja suunnittelevien osuus vaihteli ala-asteittain (12-50 %). Kaikilla ala-asteilla valtaosa oppilaista arveli tarvitsevan sa matematiikkaa tulevassa ammatissaan. Näin olettavien osuus vaihteli ala-asteittain alueella 57-100 %.

Kun eroja tarkastellaan ala-asteen luokittain (taulukko 23), erot voimistuvat edellä kuvatusta. Osiossa 3 vaihteluväli kasvaa alueelle 0 - 48 %. Missä lienee selitys sille, että kahden luokan oppilaista kukaan ei suunnittele yläasteen valinnaisia opintoja, mutta yhdessä luokassa (luokka 12)

Taulukko 22. Eri ala-asteiden oppilaiden suunnitelmat matematiikan opiskelun suhteen

Ala-aste	osio 3 %	osio 4 %	osio 5 %
Ala-aste 1	11	20	70
Ala-aste 2	19	17	90
Ala-aste 3	22	28	57
Ala-aste 4	20	27	60
Ala-aste 5	33	23	71
Ala-aste 6	18	21	77
Ala-aste 7	17	12	72
Ala-aste 8	17	26	61
Ala-aste 9	-	50	83
Ala-aste10	-	50	100
Ala-aste11	17	26	76
Ala-aste12	26	33	75
Ala-aste13	20	31	79
kaikkiaan	20	23	71

liki puolet oppilaista suunnittelee? Kuudessa luokassa vähintään neljännes vastasi myönteisesti osiossa 3. Muissa luokissa myönteisesti vastanneiden osuus jäi lähemmäksi kohderyhmän keskiarvoa. Yläasteen jälkeisten matematiikan opintojen suunnittelussa vaihtelualue oli kutakuinkin sama tarkasteltaessa eroja luokkien välillä kuin tarkasteltaessa eroja ala-asteiden välillä. Jokseenkin sama on tilanne tarkasteltaessa oletettua matematiikan osaamisen tarvetta tulevassa ammatissa.

Taulukoista 22 ja 23 on selvästi havaittavissa, että *ala-asteen aikaiset kokemukset tuntuvat siinä, millaisena oppilaat näkevät suhteensa matematiikkaan tulevissa opinnoissaan ja tulevassa ammatissaan*. Suuri osa ala-asteista ja niiden luokista antoi oppilaille suunnilleen samanlaiset lähtökohdat. Niillä opiskelleet oppilaat vastasivat koko kohderyhmän keskiarvon mukaisesti. Opetuksen kehittämistä ajatellen mielenkiintoisimmat tapaukset ovat ne ala-asteet ja luokat, joissa opiskelleiden oppilaiden vastaukset poikkeasivat selvästi kohderyhmän keskiarvosta joko myönteiseen tai kielteiseen suuntaan. Miten näiden poikkeavien yksiköiden opetuskäytännöt eroavat toisistaan?

7.1.2 Erot ylä-asteiden ja niiden luokkien välillä

Onko yläasteella ja sen luokalla puolestaan merkitystä siihen, miten kiinnostavaksi oppilas arvioi ala-asteen

Taulukko 23. Ala-asteiden eri luokkien oppilaiden suunnitelmat matematiikan opiskelun suhteen

Luokka	osio 3 %	osio 4 %	osio 5 %
Luokka 1	11	20	70
Luokka 2	11	10	80
Luokka 3	33	14	100
Luokka 4	14	14	71
Luokka 5	20	22	100
Luokka 6	17	19	67
Luokka 7	21	33	47
Luokka 8	30	33	58
Luokka 9	20	31	79
Luokka10	20	27	60
Luokka11	14	23	68
Luokka12	48	23	74
Luokka13	23	10	79
Luokka14	19	37	71
Luokka15	15	19	79
Luokka16	12	12	68
Luokka17	11	11	69
Luokka18	27	14	78
Luokka19	13	19	60
Luokka20	25	42	64
Luokka21	-	50	83
Luokka22	-	50	100
Luokka23	13	32	87
Luokka24	17	23	70
Luokka25	26	33	75
kaikkiaan	20	23	71

matematiikan opetuksen? Vastaus on myönteinen. Yläasteen opetus näyttää antaneen oppilaille uuden kiinnkohdan, josta käsin arvioida ala-asteen opetusta. Kun tarkastel-

laan ala-asteen opetuksen kiinnostavuuskokemuksia eri yläasteiden oppilailla, erot jäivät vielä vähäisiksi ($F(3, 540)=2.65, p=.05$). Kun kiinnostavuuskokemusten erojen tarkastelussa siirrytään yläasteen luokkien vertailuun, erot nousevat selkeästi esiin ($F(25, 518)=2.80, p=.000$). Luokkien antamien arvosanojen keskiarvojen vaihtelualue ala-asteen opetuksen kiinnostavuudessa on todella mittava 6.6 - 8.5.

Kun ala-asteen opetuksen kiinnostavuutta tarkasteltiin verraten ala-asteiden eri luokilla olleiden arviointeja, ryhmien erot jäivät selvästi pienemmiksi. Onkin ilmeistä, että ala-asteen opetuksen kiinnostavuudelle annettu arvosana kertoo paitsi siitä, millaista opetus ala-asteella on oppilaan mielestä ollut, myös siitä, millaiseksi hän on kokenut ala-asteen opetuksen tason suhteessa yläasteella kokemaansa.

Kun puolestaan yläasteen opetuksen kiinnostavuuskokemusten erot suhteutetaan siihen, millä yläasteella ja millä yläasteen luokalla oppilas opiskelee, kohdataan jälleen tilastollisesti merkitseviä eroja osaryhmien välillä. Jo verrattaessa yläasteita keskenään, kohdataan yllättävän suuria eroja ($F(3, 539)=3.08, p=.03$). Yläasteiden keskiarvot ilmenevät taulukosta 24.

Yläasteen opetuksen kiinnostavuuskokemus oli erittäin voimakkaasti sidoksissa siihen, millä yläasteen luokalla oppilas oli ($F(25, 517)=3.72,$

$p=.000$). Alin luokkakohtainen matematiikan opetuksen kiinnostavuusarvoientien keskiarvo 6.4 oli yläasteen luokassa 10 ja ylin 8.4 luokassa 17. Lähelle alinta keskiarvoa sijoittuvia luokkia, yksi tai useampia, löytyi kolmelta yläasteelta. Vastaavasti lähelle ylintä keskiarvoa sijoittuvia luokkia, yksi tai useampia löytyi kolmelta yläasteista. Edellisessä taulukossa ilmenevä, yläaste 2:n oppilaiden muita kielteisempi kokemus matematiikan opetuksen kiinnostavuudesta kuvastuu myös luokkatason tarkastelussa. Tällä yläasteella ei ole yhdelläkään luokista luokkien ylimpiä keskiarvoja lähenteleviä keskiarvoja ja lisäksi sillä on muita yläasteita runsaammin luokkia, jotka ovat kokeneet opetuksen kiinnostavuuden vähäiseksi.

Entä ilmeneekö osaryhmien välisiä eroja, jos eri yläasteiden oppilaita verrataan toisiinsa sen suhteen, kuinka myönteinen kokemus matematiikan opiskelu heille oli. Oppilaille esitetty väite vastausvaihtoehtoon on edellä esitetty mm. taulukoiden 19 ja

Taulukko 24. *Matematiikan opetuksen kiinnostavuus yläasteella (asteikolla 4-10)*

yläaste	oppilasmäärä	keskiarvo
yläaste 1	142	7.62
yläaste 2	142	7.18
yläaste 3	90	7.60
yläaste 4	169	7.47
kaikkiaan	543	7.46

20 yhteydessä. Taulukosta 25 käy ilmi eri yläasteiden oppilaiden vastausten jakautumat opiskelun myönteiseksi/kielteiseksi kokemisen suhteen. Eri yläasteiden jakautumat ovat melko yhdenmukaiset, erot ilmenevät selvimmin opetuksen kaikkein kielteisimmän kokevan ryhmän osuuksissa oppilaista.

Taulukko 25. *Eri yläasteiden oppilaiden suhde matematiikan opiskeluun koulussa*

Yläaste	vastausvaihtoehdot			
	a	b	c	d
Yläaste 1	5%	49%	39%	8%
Yläaste 2	12	48	36	4
Yläaste 3	17	45	31	8
Yläaste 4	7	49	39	4
kaikkiaan	10	48	37	6

Taulukkoon 26 on koostettu tiedot oppilaiden matematiikalle suunnitelmasta roolista tulevissa opinnoissaan ja ammateissaan. Eri yläasteiden oppilaiden vastausten jakautumisessa on pieniä eroja, mutta erot ovat ala-asteeseen verrattuna vähäisempiä. Sen sijaan tulevaisuuden suunnitelmissa ilmenevät erot yläasteen luokittain tarkasteltuna ovat erittäin voimakkaat kuten taulukko 27 osoittaa. Vaikka ala-asteeseen ja sen luokkaan sitoutuvilla kokemuksilla oli selvästi merkitystä oppilaiden tulevaisuuden suunnitelmiin matematiikan

Taulukko 26. Eri yläasteiden oppilaiden suunnitelmat matematiikan opiskelun suhteen

Yläaste	osio 3 %	osio 4 %	osio 5 %
Yläaste 1	17	24	76
Yläaste 2	15	17	78
Yläaste 3	23	28	58
Yläaste 4	24	26	68
kaikkiaan	20	23	71

suhteen, yläasteen matematiikan opetuksessa saaduilla kokemuksilla on kuitenkin oma selvä vaikutuksensa oppilaiden suunnitelmissa.

Yläasteella matematiikan valinnaisaineeksi haluvien osuus vaihtelee luokittain välillä 0 - 82 %. Erot oppilaiden suunnitelmissa olivat luokkien välillä suuremmat yläasteella kuin ala-asteella. Tässä on todella variaatio, jonka syiden tunnistaminen olisi LUMA-hankkeen tavoitteisiin pyrittäessä tarpeen. Myös yläasteen suorittamisen jälkeen, pakolliset oppimäärät ylittäviin opintojen valitsemishalukkuudessa luokkien väliset erot olivat suuria. Osassa luokista opiskeluhaluus on 0-2 oppilaan varassa. Tällöin ollaan aika kaukana niistä tavoitteista, joita LUMA-hanke asettaa oppilaiden suuntautumiselle esim. matematiikan vaativamman kokeen suorittajien määrälle ylioppilastutkinnossa vuonna 2002. Osassa luokista taas tavoitteen saavuttaminen ei näillä näkymin

Taulukko 27. Yläasteiden eri luokkien oppilaiden suunnitelmat matematiikan opiskelun suhteen

Luokka	osio 3 %	osio 4 %	osio 5 %
Luokka 1	10	25	90
Luokka 2	11	6	50
Luokka 3	11	44	87
Luokka 4	6	35	87
Luokka 5	6	6	83
Luokka 6	82	41	87
Luokka 7	7	13	61
Luokka 8	37	21	85
Luokka 9	-	-	60
Luokka10	11	15	67
Luokka11	14	14	75
Luokka12	19	26	90
Luokka13	12	28	94
Luokka14	11	15	75
Luokka15	20	19	67
Luokka16	20	32	48
Luokka17	30	33	58
Luokka18	44	17	63
Luokka19	17	11	72
Luokka20	26	37	80
Luokka21	33	33	71
Luokka22	16	32	63
Luokka23	22	21	56
Luokka24	6	11	63
Luokka25	30	32	77
Luokka26	19	38	63
kaikkiaan	20	23	71

tule tuottamaan vaikeuksia. Tässä tilanteessa joudutaan jälleen – kuten ala-asteenkin luokkien vertailussa – toteamaan, että erot luokkien välillä ovat voimakkaita, mutta tutkimukses-

sa käytetyin tiedonkeruumenetelmin niiden syitä ei pystytä tunnistamaan. Oppilaiden kokemukset parin kuu-kauden opiskelusta yläasteella ovat omalta osaltaan olleet lisäämässä luokkien välisiä eroja.

7.1.3 Oppilaiden asenteet opetuksen eriyttämistä kohtaan

Oppilaista 25 % (f=136) rastitti pitää paikkansa vaihtoehdon, kun harkittavaksi esitettiin väite "Haluaisin, että minun ei tarvitsisi edetä matematiikan opiskelussa yhtä hitaasti kuin luokkani etenee, vaan voisin edetä opiskelussani yläasteella niin pitkälle kuin kykenisin (ehkä jopa edetä lukion oppimäärän puolelle yläasteen oppimäärän suorittuani)". Oppilaista 2 % (11) oli lisännyt lomakkeeseen ehkä vaihtoehdon ja rastittanut sen. Väite esitettiin todella vaativassa sävyssä kyselylomakkeessa, jotta oppilaiden kokemasta eriyttämistarpeesta ei saataisi liioiteltua käsitystä. Rintamaopetuksessa useimmat oppilaat joutunevat ajoittain odottelemaan hitaampia. Siksi väitteessä korostettiin sitä, että tarkoitettiin *todella voimakasta eroa luokan etenemisvauhdissa ja oppilaan käsityksessä omista edellytyksistään*.

Niiltä, jotka rastittivat vastausvaihtoehdon "pitää paikkansa" tiedusteltiin edelleen, olisivatko he halukkaita toteuttamaan tällaista ratkaisua käytännössä, jos siihen tarjottaisiin mahdollisuus. Täsmennyksessä kysyttiin itseasiassa samaa asiaa kuin alkupe-

räisessä väitteessä, mutta pyrkien edelleen karsimaan eriyttämisratkaisusta mahdollisesti vain periaatteellisella tasolla kiinnostuneita oppilaita. Täsmennys karsikin nopeuseriyttämiseen halukasta ryhmää. Eriyttämisratkaisua toteuttamaan halukkaita oppilaita oli 88 ja näiden lisäksi 12 lisäsi lomakkeeseen ehkä-vastausvaihtoehdon ja rastitti sen. Oppilaan haluama ratkaisu lähteä kokeilemaan omia voimavarojaan ja irrottautuminen muun luokan rintamaopetukselta, on oppilaan näkökulmasta vaativa. Se, että näin suuri osa seitsemäsluokkalaisista ilmoittautui ratkaisuun halukkaiksi, on *vahva näyttö siitä, että nopeuseriyttämistä opetuksessa todella tarvitaan*.

Liian hitaasta etenemisnopeudesta kärsivien osuus kaupungin seitsemäsluokkalaisista oli suurempi kuin liian nopeasta etenemisestä kärsivien. Oppilaiden näkemystä eriyttämisen tarpeellisuudesta opetuksen helpottamiseksi selvitettiin esittämällä heidän harkittavakseen väite "Tarvitsisin muutakin apua opiskeluuni kuin opettajan luokkaopetusta, jotta ymmärtäisin opiskeltavat asiat". Väitteessä rastitti "pitää paikkansa" -vaihtoehdon 74 oppilasta (14 %). Lisäksi 1 % eli seitsemän oppilasta lisäsi ehkä-vastausvaihtoehdon. Apua tarvitsevilta kysyttiin myös avoimella kysymyksellä, millaista apua he haluaisivat. Oppilaiden vastaukset tässä kysymyksessä olivat yllättäviä.

Tutkija oletti, varsinkin koska tukiope-
tusta on voimakkaasti vähennetty,

että oppilaat toivoisivat ennenkaikkea tukiopetusta ja mahdollisesti erityisopetusta avuksi oppimisvaikeuksissaan. Yllättävää olikin, että *koko kaupungin seitsemäsluokkalaisista vain yhdeksän ilmoitti tarvitsevansa tukiopetusta tai erityisopetusta avuksi ongelmiinsa*. Sama määrä oppilaista oli saanut tarvitsemansa avun vanhemmiltaan ja näiden lisäksi kolme oli turvautunut kavereiden apuun. Muut, jotka vastasivat kysymykseen nimeämällä tahon, jolta halusivat apua ongelmiinsa, kohdistivat toiveensa matematiikan opettajaan ja tämän opetukseen oppituntien aikana. Muutammat oppilaat luonnehtivat tarvitsemaansa apua mainiten matematiikan sisältöalueita tai asioita, jotka tuntuivat vaikeilta esim. murtoluvut tai laskujen ymmärtäminen.

Selvästi opettajaan kohdisti toiveensa runsas 20 koululaista. Nämä ilmaisivat eri tavoin opetukseen kohdistuvat toiveensa. "Apua tarvitsevat voisi mennä toiselle puolelle luokkaa jossa ope auttaisi suurimman osan tunnistaa", "selvästi opettamista ja jos en ymmärrä niin selvemmin", "asioiden kertausta. jos en osaa, voin kysyä silloin". "Jos ei osaisi jotain laskua, voisi opettaja tulla neuvomaan eikä selostaisi asiaa uudelleen ylinopeudella." Oppilaiden toiveissa toistuivat riittävän hidas eteneminen oppiaineksessa ja selkeä opetus sekä kärsivällinen neuvominen silloin, kun asiaa ei ymmärrä.

7.1.4 Oppilaiden näkemyksiä oppiaineen kiinnostavuuden lisäämiskeinoista

Oppilailta tiedusteltiin avoimella kysymyksellä heidän mielipiteitään siitä, millä keinoin ala-asteen matematiikan opiskelusta tulisi nykyistä kiinnostavampaa. Kysymys osoitettiin niille koululaisille, jotka eivät olleet antaneet ala-asteen matematiikan kiinnostavuudelle jo nykyisellään arvosanaa 10. Tällaisia koululaisia oli 506 eli 93 % vastanneista. Koululaisista 7 % antoi opetuksen kiinnostavuudesta arvosanan 10 ja kaikkiaan viidesosa jommankumman kiitettävistä arvosanoista. Vaikka kysymys kohdistui nimenomaan ala-asteen opetukseen, osassa vastauksista ilmenee enemmän tai vähemmän selvästi myös suhtautuminen yläasteella koettuun.

Oppilaista 281 (56 %) vastasi kysymykseen ottamalla jotain kantaa opetuksen kehittämiseen. Vastaamiseksi ei laskettu tapausta, jossa oppilas vain ilmoitti, että ei osaa vastata kysymykseen. Seuraavassa oppilaiden näkemysten esittelyssä on hyödynnetty oppilaiden omia ilmaisuja. Eri-laisten näkemysten yleisyyttä kuvaavat prosenttiluvut ilmaisevat ko. näkemysten esittäneiden koululaisten osuutta matematiikan opetuksen kehittämiseen kantaa ottaneiden ryhmästä ($f=281$).

Neljänneksellä vastanneista oli jyrkän kielteinen käsitys matematiikan opiskelun kiinnostavuuden lisäämismah-

dollisuuksista. Heidän näkemyksensä oli, että *matematiikan opiskelusta ei saa kiinnostavaa millään konstilla* tai se, että oppiainetta on vaihdettava, jos tunneista halutaan nykyistä kiinnostavampia. Tämä kanta oli 70 oppilaalla eli 25 %:lla vastanneista. Suuri osa muista oppilaista vastasi kysymykseen kuvaillen kielteisiä kokemuksiaan matematiikan opiskelusta. Nämä oppilaat valittivat sitä, *miten tylsiä, alati samana toistuvia ja yksitoikkoisia oppitunnit olivat*. Osa oppilaista kuitenkin myös esitti ideoita siitä, miten matematiikan opiskeluun saataisiin lisää kiinnostavuutta. Ideat on koottu ja ryhmitelty seuraavaassa.

Opettajan keskeisyys matematiikan opetuskäytännössä kuvastui myös oppilaiden vastauksissa. Muutamat ($f=31$ eli 11 %) koululaisista näkivät matematiikan kiinnostavuuden olevan suoraa sidoksissa opettajan persoonallisuuteen. *Opettajan haluttaisiin olevan mukava ja kärsivällinen* - ei "tiukkapipoinen". "Huutavia opettajia pelätään". "Opettaja voisi olla sellainen, joka ei hauku." Kiva opettaja osaa kertoa tarvittaessa vitsinkin hieinan tunnelmaa piristämään. Osa oppilaista (7 %) kiinnitti huomionsa opettajan tapaan opettaa pikemmin kuin hänen persoonallisuuteensa. *Opettajan toivottiin opettavan "selkeästi ja kunnolla"*. "Oppiaineesta saisi kiinnostavamman ja oppisin paremmin jos opettaja kiinnittäisi enemmän huomiota oppilaisiin eikä pölisisi itseksensä taululla. jotain havaintovälineitäkin olisi hyvä olla." "Opettajat selittäisivät asiat silleen, että ne olisivat

kokeessa ilman liikalukemista päässä." "Asioita voisi opettaa kiinnostavammin eikä vain tylsästi jankkaamalla kirjasta." "Vois tietysti jotain erilaisia opetustyyplejä, jotenkin vapaammiemmin tms."

Matematiikan opiskelu on oppilaiden mielestä monotoonista luonteeltaan. Kuten edellä ilmeni, osa oppilaista odotti opettajan omalla mukavuudellaan tasoittavan oppiaineen kuivuutta. Osa oppilaista etsii kiinnostavuuden lisäämiseen mahdollisuuksia *harjoitustehtävien laskemisvaiheesta* oppitunneilla. Oppikirjan tehtävien laskemiseen toivoisivat oppilaat yleisimmin vaihtelua tietokoneavusteisesta opetuksesta. 23 oppilasta (8 %) toivoi tietokoneen käyttöä matematiikan opetuksessa. Näiden lisäksi pelien käytön mainitsi kymmenkunta oppilasta ja sama määrä myös opetusvideot. Myös laskimen käyttöä haluttiin. Oppilaiden ($f=14$) mielestä vähempikin määrä tehtäväesimerkkejä riittäisi, asian voisi omaksua muutenkin.

Työtapoihin toivottiin vaihtelua sitä tarkemmin yksilöimättä tai mainiten esimerkkejä ($f=43$). "Se ei saisi olla samaa puurtamista jotain sävähdyttävää voisi olla välillä." "Se on väsyttävää puurtamista. Pari tuntia vain viikossa ja ne eivät olisi kaksoistunteja." "Opetettais oppilaille mieluisia asioita joskus." "Ei tarvitsisi koko ajan olla naama kirjaan päin eli laskea koko ajan. saisi olla vapaammin." "Sit olis ryhmiä ja tehtäs sellanen rata, jossa on monta eri pistettä (ympäri luokkaa) ja jokaisessa olisi aina joku tehtävä."

Toivottiin myös, että saisi välillä laskea laskuja parin tai ryhmän kanssa tai laskuja saisi laskea enemmän/vähemmän taululle tai vihkoon. Muutama oppilas toivoi, ettei aina olisi lyhyitä laskuja vaan myös projektityyppistä työskentelyä. Eräs oppilaista toivoi, että tällaista työskentelyä olisi edes kerran kuukaudessa. *Valinnanvapauskkin toisi vaihtelua.* Toivottiin esim., että oppilas saisi valita laskuja laskettavakseen opiskeltavan aineksen alueelta tai saisi päättää, millä nopeudella laskee laskuja kirjasta. *Vastauksista saa sen käsityksen, että kaikkalainen rutiinin rikkova vaihtelu olisi tervetullutta* - oli sillä sitten matematiikan oppimisen kanssa jotain yhteyttä tai ei. "Keskellä tuntia voitaisiin nauttia pullaa ja limsaa."

Opetuksen tai oppiaineksen vaativuustason sopimattomuuden toi esille koko joukko oppilaita. Vaikeustasoa oli joko liikaa ($f=24$) tai liian vähän ($f=30$). Tehtävien vaikeuden tai vaikeudet ymmärtää oppiainesta toivat esiin mainitut 24 oppilasta. Oppilaat toivoivat asioita opetettavan hitaammin ja havainnollistaen. "Hitaasti opetettas, käytettäs vaikka jotain apuvälinettä, että käsittäis paremmin, asteittain laskut opetella jne". Oppilaat, joilla oli vaikeuksia, toivoivat nimenomaan hidasta etenemistä ja selkeää opetusta sekä neuvoja opettajalta, kun tehtävissä oli vaikeuksia. Muutama oppilas koki kokeet pituudessaan ja vaikeudessaan hankaliksi, suorastaan ahdistaviksikin.

Opetuksen vaativuustasoa haluttiin

nostaa ($f=30$) esim. vähentämällä mekaanisten tai samantyyppisten tehtävien määrää ja lisäämällä ongelmanratkaisutehtäviä. *Yläasteella haluttaisiin siirtyä uuteen asiaan ja lopettaa ala-asteen ja kuudennen luokan asioiden kertaus.* "Jos asia on ennestään tuttu niin ei viittis koko tuntia ne opet sössöttää sitä!" "matematiikan opiskelun tulis olla semmoista, että oppis jotain!" "Vois olla jotain uutta, ettei tarvihe laskee kutosella laskettuja laskuja." "Ei semmosta hirveitä tehtävien vääntämistä asioista jotka jo osaa." "Saisi edetä niin pitkälle kun voi." "mieluiten muutama vaikea tehtävä kuin sata helppoa". "Olisi hitaammille eri ryhmät kuin nopeammille, jotta ei tarvis koko ajan odottaa hitaita." Oppilasryhmän monin tavoin ilmaisemat toiveet voi tiivistää erään oppilaan ilmaisua lainaten toivomukseen "Saisi edetä omaa vauhtia eikä tarvitsisi kuunnella niitä asioita enää uudelleen jotka jo osaa."

Oppiaineksen suhteen oppilailla ei ollut juuri muita parannusesityksiä kuin se, jo edellä esille tullut ehdotus, että opetuksessa tulisi enemmän uutta asiaa. *Koko oppilasmäärästä vain 12 (4 %) esitti jotain toiveita oppiaineksen sisällöstä.* Näistäkin useimmat olivat aika kapea-alaisia esim. murtolukuja tai desimaalilukuja tai geometriaa toivottiin enemmän tai vähemmän. Neljän oppilaan näkemykset olivat laajempialaisia. Kolme toivoi matematiikkaan käytännöllisyyttä. Oppilaat halusivat "käytännön asioita esim. kauppojen hintoja yms." ja "matematiikan erilaisia sovelluksia nyky-

elämässä“. Yksi oppilaista toi esille esim. oppimateriaalin valintaa ajatellen varsin antoisan näkemyksen matematiikan oppiaineuksen luonteesta. “Vähennettäisiin mekaanisia laskutoimituksia samoin “kikka-kepponen“-tehtäviä. Käytettäisiin soveltavaa matematiikkaa, sillä matematiikka on muutakin kuin lukujen pyörittelyä – sitä on kaikkialla luonnossa. Esim. molukkiravun silmän linssin rakenteen on todettu olevan matemaattisesti täydellinen.“

Myöskään käytössä olleen oppimateriaalin laadusta oppilailla ei ollut paljon sanottavaa. Oppimateriaaliin eliä siis oppikirjaan suunnatut arviot (4) kohdistuivat yhtä lukuunottamatta kaikki yläasteen oppikirjaan. Oppikirjojen toivottaisiin olevan kiinnostavampia. Yläasteen kirjaansa oppilaat kuvailivat mm. kummalliseksi, vaikeaksi ja tylsäksi.

Vaikka kansainvälisesti tarkastellen Suomen koululaiset käyttävät vähän aikaa kotiläksyihin, muutamat oppilaat ($f=20$) kokivat matematiikan kotitehtävien määrän liialliseksi. Tyytymättömyyttä lisäsi se, että tunnilla oli kuunneltava opetusta ja seurattava taululle laskemista, vaikka oppilaan mielestä kyseessä ei ollutkaan tilanne, jossa hän olisi oppinut jotain uutta. Seurauksena taas puolestaan oli se, että kotitehtäviä ei saanut laskeutuksi tunnilla. “Koko aika meni opetukseen ja tehtävät jäi kotiin se ei ollut hauskaa.“ “Ei tulis niin kamalasti läksyjä.“ “Ei läksyjä, koska ei tuu aina tehtyä ja sitten ei pysy mukana. teh-

tävät pitäisi tehdä tunnilla.“

Kun verrataan oppilaiden näkökulmaa ala-asteen (ja osin yläasteenkin) matematiikan opetuksen kehittämislinoista opettajien näkökulmaan, on havaittavissa, että *osapuolet eivät hahmota tilannetta yhdenmukaisesti*. Opettajat kokevat ongelmaksi suuret oppilasryhmät. Oppilaista itse asiassa vain yksi kiinnitti huomiota suoraa ryhmäkokoon: “Tunnilla olis vain ehkä kolme neljä tai viisi oppilasta ryhmässä opettajan lisäksi. eikä tarvitsisi viitata saisi puhua melkein miten lystää.“ Oppilaiden heterogeenisuus on opettajan näkökulmasta ongelma kuten oppilaankin. Oppilaista kuitenkin vain yksi esitti, että hitaammin oppiville järjestettäisiin omia tasoeryhmiään. *Oppilaat halusivat eriyttämisen ja yksilöinnin tapahtuvan opetuksellisin keinoin luokan oppilasryhmässä oppitunnin aikana*. Organisaatorisen tai ryhmätason eriyttämisen tarvetta ei em. yhden oppilaan lisäksi esittänyt kukaan muu.

Oppilaiden vastausten lukeminen ja ryhmittely oli havahduttava kokemus. *Onko matematiikan opiskelu olemukseltaan todella näin onnetonta oppilaiden mielestä kuin mitä he kirjoittavat?* Ja jos näin on, onko näin oltava? Toki oli entuudestaan tiedossa, että matematiikan suosio vähenee kouluvuosien aikana ja vastenmielisyys ainetta kohtaan kasvaa, vaikka oppilaat mieltävät aineen koulun tärkeimmäksi oppiaineeksi. Oli asiaa kysymättäkin selviö, että tavassa, jolla opetus toteutetaan, täytyi oppilaiden

mielestä olla kritisoitavaa ja parannettavaa.

Matematiikan opetuksen kehittämisessä on tarpeen paneutua asiakaskunnan eli oppilaiden näkemyksiin siitä, miten opetuksen ja oppimisen laatua voitaisiin parantaa nykyisestäään. Tässä tutkimuksessa koostetun aineiston perusteella ilmaistuna oppilaiden näkökulmasta matematiikan kiinnostamattomuus on *ongelma, joka kytkeytyy keskeisesti opetusmenetelmiin ja tapaan, jolla oppilaat pannaan oppimaan matematiikkaa*. Niistä kyselyyn vastanneista oppilaisista, jotka näkivät matematiikan kiinnostavuudessa olevan jotain parantamisen varaa, jätti vastaamatta kysymykseen opetuksen kehittämiskeinoista peräti 44 %. Suuri osa näistä kirjoitti vastaukseksi kysymykseen en tiedä tms. Oletettavasti vastaamatta jättänyt oppilasryhmä koostui pitkälti niistä, jotka eivät todellakaan keksineet mitään keinoa kiinnostavuuden lisäämiseksi tai pitivät kiinnostavuuden lisäämistä mahdottomana, sillä oppilaat vastasivat muihin kysymyksiin tunnollisesti.

Matematiikan opetuksen toteuttamistapa jakaa oppilaiden mielipiteet todella voimakkaasti. Opetuksen kiinnostavuudessa puutteita näkevien ohella on olemassa myös opetuksen kiinnostavuuden kiitettävän tasoiseksi kokeva oppilasryhmä – tässä kyselyssä viidesosa oppilaista. Ryhmän, jolle toteutettu matematiikan opetustapa sopii, olemassaolo sokeuttaa helposti näkemästä, että suurelle

osalle oppilaista sama opetustapa ei sovi. Lasten LOGO-tietokonekielen kehittämistyön johtaja Seymour Papert (1985) analysoi havahduttavasti matematiikan opetusta matematiikkafobian synnyttäjänä. Analysoimassani seitsemäsluokkalaisten aineistossa matematiikkafobiaan viittaavia ilmaisuja ei juurikaan ilmennyt, sen sijaan oppilaat kuvasivat opetuksen kiinnostavuuden puutteita samoilla opetuksen ominaisuuksilla, joita Papert kytki matematiikkafobian syntyn. Opetuksen synnyttämät reaktionsa oppilaat mielsivät kyllästyneisyudeksi ja opiskeluhaluttomuudeksi. Merkityksellisyyden kokemus oppimisessä oli kadonnut runsaalta puolelta oppilaista.

7.2 Matematiikka vapaa-aikana

Oppilaiden suhteesta matematiikkaan koulutyön ulkopuolella esitettiin kysymyksiä kahdesta näkökulmasta käsin. Ensinnäkin tiedusteltiin matematiikan asemaa oppilaiden harrastuksissa. Toiseksi selvitettiin oppilaiden halukkuutta osallistua vapaa-aikanaan ohjattuun matematiikan harrastustoimintaan. Oppilailta tiedusteltiin heidän halukkuuttaan osallistua matematiikkakerhoihin ja valmennusryhmiin. Oppilaiden vastaukset näistä teemoista tehtyihin kysymyksiin esitellään seuraavassa koko kohderyhmää koskevasti. Matematiikan osuus oppilaiden vapaa-ajassa oli yleisesti ottaen vähäinen, eikä tässä ollut saattavia eroja osaryhmien välillä.

7.2.1 Matematiikka harrastuksissa

Seitsemäsluokkalaisista 12 % ilmoitti omaavansa jonkin harrastuksen, jossa tarvitsee matematiikan osaamista. Tällaisen harrastuksen omaavia koululaisia pyydettiin myös ilmoittamaan, mikä harrastus oli kyseessä. Oppilaiden vastauksissa oli kaksi yleistä matematiikan hyödyntämistapaa. Ensinnäkin mainittiin erilaiset pelit, joissa laskettiin pisteitä yhteenlaskemalla. Tällaisia pelejä mainittiin mm. sähly, pesäpallo, tikanheitto, monopoli, tietokonepelit, jalkapallo ja jääkiekko. Toinen, yhtä yleinen matematiikan käyttötapa oli ajan mittaaminen lukuja luettelemalla. Soitettaessa, baletissa, aerobicissa ja uintiteknikkaharjoituksissa lukujen luettelua käytettiin rytmien ja kestojen mittamisessa. Mittaamiseen matematiikkaa tarvittiin myös esim. kokkikerhossa.

Oppilaille matemaattinen osaaminen oli tämän perusteella arvioituna mieltynyt verrattain kapea-alaiseksi, sanottaisiinko mekaaniseksi toiminnaksi. Voidaan tietenkin väittää asiantilaa olevan niinkin, että oppilaat eivät tarvitse harrastuksissaan muunta-osoista matematiikan osaamista. Kun oppilaat mainitsivat matematiikan hyödyntämismahdollisuuksia harrastuksissaan, he mielsivät liki poikkeuksetta matematiikan pelkästään mekaanisena laskujen laskemisena. Vain hyvin harvat oppilaat mainitsivat harrastuksia, joissa matematiikkaa sovellettiin tätä monipuolisemmin ja vaativammin. Tällaisia, lähes yksinomaan yksittäisten oppilaiden mainit-

semia harrastuksia, joissa voi olettaa olevan kyseessä matematiikan osaamisen ja ajattelutavan hyödyntämisen päässä laskutyypistä tai lukujen luettelemista laajemmalla alueella, olivat šakki, elektroniikka-askartelu, arkkitehtipiirustusten tekeminen, lennokkien rakentelu ja lennättäminen. Osassa tapauksista oppilaiden vastaukset ovat siinä määrin yleisluonteisia, että matematiikan käytön luonnetta harrastuksissa on mahdoton päätellä. Usean oppilaan mainitsema harrastus oli tietokoneet. Osa oppilaista täsmensi käytön alueeksi tietokonepelien pelaamisen, mutta matematiikan hyödyntäminen tietokoneharrastuksissa voi olla muunkinlaista.

Koululaisten harrastuskartoitusten (koonta Metsämuuronen 1995) perusteella matemaattista osaamista hyödyntävät harrastukset ovat yleisempiä kuin mitä seitsemäsluokkalaiset ilmoittivat tässä kyselyssä. Oppilaista ei kukaan - arkkitehtipiirustuksia tekevää oppilasta lukuunottamatta - tullut mieltäneeksi, että esim. piirtämisessä ja maalaamisessa tarvitaan matematiikkaa mittasuhteita hahmottaessa. Kuitenkin aiemmissa kartoituksissa piirtämistä ja maalaamista on ilmoittanut harrastavansa pojista 30-40 % ja tytöistä jopa 50 % (mts. 26).

Oppilaiden vastauksissa kuvastuu matematiikan opiskelun myötä syntynyt käsitys siitä, mitä matematiikan osaaminen on. Osaamisen alue on, kuten edellä todettiin, mieltynyt oppilaille liki poikkeuksetta sangen sup-

peaksi. Matematiikan kehityshistoriaan suhteutettuna oppilaiden käsitys matematiikan osaamisesta ja käyttömahdollisuuksista samaistuu oppiaineen varhaisimpiin tietorakenteisiin. Harvassa ovat oppilaat, jotka näkevät matematiikkaa molukkiravun silmissä tai oppilaat, jotka yhden kyselyyn vastanneen oppilaan tavoin toteaisivat "miltei kaikessahan tarvitaan hieman matematiikkaa".

7.2.2 Halukkuus ohjattuun toimintaan

Kuten edellä ilmeni noin joka kymmenes koululaisista ilmoitti omaavansa jonkin matematiikkaan liittyvän harrastuksen. Matematiikkakerhoihin kuten myös valmennusryhmiin osallistumishalukkuus oli varsin vaatimatonta luokkaa. Oppilaista 4 % (f=21) piti varmana osallistumistaan matematiikkakerhoon, jos tällainen kerho järjestettäisiin. Lisäksi mahdollisena osallistumistaan piti 2.4 % (f=13) oppilaista. Muilla ratkaisu oli selvän kielteinen. Mikäli tällaisia kerhoja todella järjestettäisiin, koko kaupungin seitsemäsluokkalaisista saataisiin kokoon 2-3 kerhoryhmää.

Niiltä, jotka halusivat osallistua, tiedusteltiin myös, mitä he odottaisivat kerhon toiminnalta. Oppilaista 23 kirjoitti paperille toivomuksiaan. Useimmat kerhoon halukkaat odottivat oppivansa kerhossa uusia asioita matematiikasta ja sellaista, mitä koulussa ei opiskella tai sitten ylempien luokkien laskuja. Esim. "Jotain erilaisia las-

kuja kuin kirjoissa on, projektitöitä" tai "tutustuttaisiin joihinkin vanhoihin laskutapoihin" "Kivoja sanallisia mysteereitä yms." Jokunen oppilas toivoi kerhon olevan mukava ja mielenkiintoinen ja, että siihen osallistuvat oppilaat olisivat innokkaita opiskelemaan matematiikkaa. Kuten arvata saattoi *matematiikkakerholla tavoitettaisiin matematiikan opiskeluun innostuneita koululaisia, jotka olivat halukkaita oppimaan uutta ja haasteellista*. Joukossa oli kuitenkin myös koululaisia, jotka kaipasivat mahdollisuutta syventyä niihin asioihin, joita koulussa opiskeltiin ja, jotka tuntuivat vaikeilta. Yksi oppilas toivoi, että kerhossa saisi tehdä myös kotitehtäviä ja saisi opastusta vaikeisiin tehtäviin.

Ohjattua vapaa-aikatoimintaa haluvista oppilaista suuri osa oli halukas osallistumaan sekä valmennusryhmään että kerhoon. Koululaisten halukkuus osallistua ryhmiin, joissa saisi valmennusta koululaisten matematiikkakilpailuihin, oli hieman runsaampaa kuin matematiikkakerhoihin osallistumishalukkuus. Valmennusryhmiin osallistumishalukkaita oli 7 % (f=39) oppilaista. Tässäkin kohdin muutama oppilas (3 % eli f=15) piti osallistumistaan mahdollisena. Seitsemäsluokkalaisista saisi näin ollen kokoon ehkä 4-5 valmennusryhmää ryhmän koosta riippuen.

Koska vapaa-ajan ohjattuun toimintaan halukas oppilasryhmä on pieni, ryhmän ohjatun toiminnan organisoinnissa olisi tarpeen paikallinen yhteistyö koulujen kesken. Kuten ha-

vaittiin suuntautuminen matematiikkaan vapaaehtoisesti niin vapaa-ajana kuin valinnaisissa opinnoissakin yläasteella on niin vähäistä, että likimainkaan kaikilla matematiikan harrastamisesta kiinnostuneilla ei ole

luokassaan ketään kohtalotoveria. Motivaation ylläpitämisessä ja harrastuksen syvenemisessä tilaisuus tavata samoista asioista kiinnostuneita koululaisia ja asianharrastajia on tärkeä tekijä.

8. LOPUKSI - KOONTAA JA JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Tämän tutkimuksen tehtävänä oli antaa perusta aloitettavan kehittämisohjelman evaluoinnille ja näinollen tutkimuksen mittarit koostettiin tästä tehtävästä käsin. Tutkimuksen voidaan sanoa täyttäneen tehtävänsä. Tutkimustuloksia voidaan muissa yhteyksissä saatuihin tuloksiin vertailun ja mittarireliabiliteetin perusteella pitää luotettavina. Seurantamittausten tulosvertailujen mahdollistamiseksi raportissa on esitetty tulokset mittarien osioittain koko kohderyhmässä ja osaryhmissä yksityiskohtaisesti taulukoituna, vaikka lukijan kannalta hieman epätarkempi sanallinen ja/tai graafinen esitys olisi voinut olla havainnollisempi ja helppolukuisempi esitystapa. Koulusaavutusmittarin osioita en ole voinut esitellä toteutettua yksityiskohtaisemmin, koska kansallinen mittariversio halutaan säilyttää julkistamatta uudellenkäyttöä varten.

Tutkimuksen antama kuva ala-asteen opetuksessa saavutetusta matematiikan osaamisen yleistasosta Kajaanissa verrattuna muualla Suomessa saavutettuun vastaa ennako-odotuksia. *Seitsemäsluokkalaisten matematiikan koulusaavutusmittauksen tulosten keskiarvo ja hajonta vastavat kansallisia vertailuaineistoja.* Suomen koululaisten osaamisen taso

LUMA-kehittämisohjelman lähtötasomittauksissa verrattuna kansainväliseen aineistoon sen sijaan oli yllättävän positiivinen.

Esim. LUMA-kehittämisohjelman perusteluosasta ilmenee, että matematiikan ja luonnontieteiden osaamisen tasoa Suomen koululaisilla pidetään kansainväliseltä kilpailukyvyltään riittämättömänä, ellei suorastaan heikonpuoleisena. Tulokset vuoden 1996 kansallisista selvityksistä antavat vahvoja perusteita olettaa koululaisten ala-asteen aikana saavuttamien matematiikan oppimistulosten parantuneen selvästi 1980-luvun kansainvälisestä vertailusta, jossa oppimistulokset Suomen peruskoululaisilla edustivat osallistuneiden maiden keskitasoa. Erehtymisriskittä tätä johtopäätöstä ei voida nyt suoritettujen selvitysten perusteella kuitenkaan tehdä kuten vertailujen yhteydessä aiemmin todettiin.

Peruskoulun elinaikana olemme totuneet siihen, että oppilaiden oppimistulokset ovat varsin samantasoisia asuinpaikasta riippumatta. Esimerkiksi kansainvälisessä lukutaitotutkimuksessa koulujen väliset tasot erot olivat Suomessa aineiston pienimmät. Selviä koulukohtaisia eroja

löytyi vuosikymmenen vaihteen tutkimuksessa yläasteella ruotsin kielen-tuntemuksessa, englannin puhumisessa, kemiassa ja fysiikassa. Ala-asteella ainoat selvät erot ilmenivät kuudensien luokkien matematiikan oppimistuloksissa. Valtaosan oppilaiden koulusaavutuseroista onkin voitu katsoa johtuvan muista kuin koulu-opetukseen liittyvistä tekijöistä. (Malin ja Salmela 1993.) Vuoden 1995 peruskoulun matematiikan opetuksen arviointitutkimuksessa koulusaavutuksissa ilmeni alueellisia eroja siten, että tulokset pääkaupunkiseudulla olivat parempia kuin muualla ja maaseutukouluissa puolestaan jonkin verran parempia kuin muissa kaupungeissa (Pehkonen 1997).

Kajaanin koulut – valtaosin ala-asteella ja yläasteella kaikki – sijaitsevat suhteellisen samantapaisessa ympäristössä pienkaupungin taajama-alueella. Koko maan mittakaavassa tarkasteltuna ne mieltyvät suhteellisen homogeenisiksi yksiköiksi lukuunottamatta pienimpiä ala-asteita kaupungin haja-asutusalueella. *Kajaanin aineistossa yllättäviä olivatkin koulujen ja varsinkin luokkien väliset mittavat tasoerot osaamisessa.*

Mm. IEA:n viimeisessä kansainvälisessä tutkimuksessa pyrittiin selvittämään opetus- ja kouluorganisaatiomuuttujien yhteyttä koululaisten matematiikan oppimistuloksiin. Kuten tulosten tarkastelun yhteydessä todettiin, tulokset jäivät laihoiksi. Jos osassa maista jokin yhteys näyttikin löytyvän, osassa sitä ei ollut havaittavissa.

Tuntuu siltä, että Kajaanin koulut olisivat hyvä kohderyhmä selvitetessä kouluorganisaatio- ja opetusmuuttujien yhteyksiä matematiikan oppimistuloksiin. Oppimistulosten variaatio ja erot luokkia verrattaessa ovat voimakkaita, mutta alueellisen homogeenisuuden johdosta koko joukko väliintulevia muuttujia saadaan variaatioiltaan suppeiksi. Vaikka on ilmeistä, että havaitut erot ilmentävät vallitsevien opetus- ja opiskelukäytäntöjen eroja, tässä selvityksessä käytetyillä tutkimusmenetelmillä ei kyetä tunnistamaan oppimistuloksia sääteleviä tekijöitä luokissa. Tutkimuksessa on tosin myös vältetty raportoimasta eräitä seikkoja, jotka saattaisivat olla yhdistettävissä yksittäisiin luokkiin, koska esiin tulleita asioita ja niiden synnyttämiä oletuksia ei ole voitu tarkistaa.

Oppilaiden oppimisasenteissa ei ollut paljonkaan suoranaisesti yllätyksellistä. Oppilaiden asenteista matematiikkaa kohtaan on olemassa tuoreita selvityksiä, jotka ovat antaneet varsin yhdenmukaisen kuvan tilanteesta eri puolilla maata. Näin esim. oppilaiden antamat arvosanat matematiikan opetuksen kiinnostavuudelle tai opetuksen yksinomaan kielteisesti tai muulla tavoin kokevien osuudet eivät tuottaneet missään suhteessa odottamatonta tietoa. Kuva, joka oppilaiden suhtautumisesta matematiikkaan saatiin, oli samoin yhdenmukainen aikaisemman, paikallisen kartoituksen kanssa (Hurttia 1996). Kiinnostavin tulos tällä alueella koski alaja yläasteen taitetta. *Olisin odottanut,*

että ala-asteelta yläasteelle siirtymiseen olisi liittynyt jonkinasteista muutosta opetuksen kiinnostavaksi kokemisessa. Tähän vaiheeseenhan liittyy pääsääntöisesti siirtyminen luokanopettajan opetuksesta aineenopettajan opetukseen matematiikassa. Jonkin verran kaupungissa on esiintynyt ala- ja yläasteen välistä yhteistyötä, jossa aineenopettaja on opettanut ala-asteella matematiikkaa. Koska yhdessä kasvatustieteen syventäviin opintoihin kuuluvassa tutkielmassa keskitytään juuri ala- ja yläasteen rajan poistumisen vaikutuksiin koulutyössä, en ole tässä työssä tarkastellut ko. kokeilutoiminnan merkitystä.

Se, että oppilaiden kokemassa opetuksen kiinnostavuudessa ala-asteelta yläasteelle siirryttäessä ei ollut tapahtunut mitään muutosta ryhmätasolla tarkastellen, oli monella tapaa kiintoisa seikka. Toki yksilö- ja luokkatasollakin oli tapahtunut asenteiden sekä myönteistymistä että kielteistymistä, mutta koska ne ryhmätasolla kumosivat toisensa, ainakaan tässä aineistossa opettajan oppiaineen hallinnan taso ei ole yhteydessä oppilaiden asenteisiin. Kiintoisaksi tuloksen tekee mm. se, että eri maissa haluttaessa parantaa oppimistuloksia LUMA-aineissa opettajien oppiaineen hallinnan tason kohottamiseen on kohdistettu vaatimuksia ja kohottamisella on odotettu saavutettavan vastaavasti kohoamista oppilaiden oppimistuloksissa.

Appleton (1995) koosti selvitykseenä eri maissa tehtyjä tutkimuksia, jois-

sa ala-asteen opettajien aineenhallinta luonnontieteiden eri alueilla oli todettu kohtuuttoman heikoksi opetukselle asetettuihin tavoitteisiin nähden. Opettajat myöskin tiedostivat tietojensa vajavuuden eivätkä luottaneet opetustaitoihinsa. Tällaiset havainnot johtivat mm. Australiassa vaatimukseen luonnontieteen opintojen lisäämisestä opettajankoulutuksessa.

Kuitenkin on esitetty myös kriittisiä ajatuksia ja kokemuksia opintojen lisäyksestä saatavan hyödyn suhteen. Appleton löysi muutamia tutkimuksia, joissa oli todettu, että laajennettu luonnontieteiden opetus ei johtanutkaan opettajia parempaan ilmiöiden ymmärtämiseen tai luottamukseen omia opetustaitoja kohtaan. Myöskään oppilaiden oppimistuloksissa ei ilmennyt eroja sen mukaan, miten laajat opettajan luonnontieteiden opinnot olivat. IEA:n kolmas kansainvälinen koulusaavutustutkimus totesi saman matematiikan oppimistulosten osalta. *Kajaanin aineiston perusteella se, miten kiinnostavaksi oppilaat kokevat matematiikan opetuksen ei ollut sidoksissa opettajan matematiikan opintojen laajuuteen.*

Tulokset herättävät koko joukon kysymyksiä. Voiko olla niin, että opettajan oppiaineen hallinnan tasolla ei ole merkitystä siinä, miten hän onnistuu opetustehtävässään? Onko esim. niin, että peruskoulussa varsinkin ala-asteella tarkasteltu matematiikan oppiainesalue on niin suppea, että kaikki opettajat hallitsevat oppineksen riittävässä määrin varsinkin oppikirjasi-

donnaisesti edettäessä ja tällöin oppilaiden oppimistulokset selittyvät muilla opetustyön aineksilla? Entäpä, jos oppilaat etenisivätkin oppimisessaan omaa vauhtiaan, jolloin lahjakaimpien kohdalla ohjauksen toteuttaminen vaatisi opettajalta rintamaopetuksessa vaadittua laajempialaista oppiaineen hallintaa? Entäpä, jos oppikirja aukeamineen ei enää rytmittäisikään oppilaiden oppimisprosessia vaan opettajan osuus yksittäisten oppilaiden oppimisen suunnittelussa, tehtävämateriaalin laadun ja määrän valinnoissa voimistuisi, lisääntyisikö opettajan oppiaineen hallinnan merkitys nykyisestään oppimistulosten tason selittämisessä?

Appleton (1995) päätyi esittämään kompromissinomaisesti vaatimuksia opettajakoulutuksesta, jossa pedagoginen puoli kytketään oppiaineen hallintaan tähtäävään opetukseen. Hänen oli vaikea uskoa siihen, että opettajan oppiaineen hallinnan kohottamisella ei olisi merkitystä oppilaiden oppimiseen, mutta toisaalta oli nähtävissä, että ainakaan pelkästään aineenhallintaa painottavalla koulutuksella oppilaiden oppimistulosten edistymistä ei saavuteta. Myös kotimaisessa LUMA-ohjelmassa ja ohjelman toimenpiteissä opettajan oppiaineen hallinnan kohottaminen on nähty tärkeäksi välineeksi oppilaiden osaamisen parantamisessa. Tässä on tosin korostettava sitä, että opettajien täydennyskoulutuksessa didaktisen näkökulman on haluttu olevan voimakkaasti edustettuna. Opetushallituksen LUMA-kehittämisohjel-

man aloitusseminaarissa Espoossa 9.-10.5.1996 ehdotettiin opettajien täydennyskoulutuksessa karkeaksi jakosuhteeksi noin puolet oppiainesta ja puolet didaktiikkaa.

Oppilaiden mielipiteistä tässä tutkimuksessa kävi selvästi esiin se, että he näkivät *opettajalla ja opettajan työskentelytavalla olevan voimakasta vaikutusta siihen, miten kiinnostavaksi he kokivat matematiikan*, mutta yksikään oppilaista ei maininnut, että opettaja ei olisi hallinnut riittävästi opettamaansa asiaa esim. olisi tehnyt virheitä laskuissa, joutunut korjaamaan jotain opettamaansa. *Oppilaat näkivät ongelmien olevan siinä, millä tavoin opettaja pani heidät opiskelemaan opettamaansa asiaa*. Etenkin oppilaat, joilla oli vaikeuksia oppiaineen omaksumisessa esittivät kritiikkiä opettajansa opetustaitoja kohtaan. On ehkä syytä toistaa, että kyse on oppilaiden kokemuksesta ja siitä, mitä tekijöitä opetuksessa he tulkitisivat omaan kiinnostukseensa kytkeytyviksi. Tietenkin voidaan väittää niinkin, että tämäntyyppisellä, subjektiivisella aineistolla ei voida todistaa sen enempää esim. opettajan oppiaineen hallinnan tason ja oppimistulosten välisen yhteyden olemassaoloa kuin sen puuttumistakaan.

Kuten varsinkin matematiikan kansainvälisten koulusaavutustutkimusten tuloksista on todettavissa, oppimistuloksia ja oppimisasenteita säätelevät tekijät opetuksessa ovat kaikkea muuta kuin helposti tunnistettavissa. Relevantin variaation tunnistava-

mista kouluorganisaatio- ja opetusmuuttujissa vaikeuttaa se, että yksittäisten muuttujien vaikutukset toteutuvat muuttujien erilaisten kombinaatioiden yhteisvaikutuksina, joista yksittäisten tekijöiden erillisvaikutuksia on vaikea erottaa. Ns. objektiivisin menetelmin rakennetun tutkimustiedon pohjalta on vaikea esittää opetuksen kehittämiseen toimenpiteitä, joiden voidaan varauksetta ennakoida johtavan halutun suuntaiseen muutokseen oppimisessa esim. matematiikan opiskeluun orientoituneen oppilasryhmän kasvuun. Tässä tilanteessa oppilaiden subjektiiviset tulkinnat osaamisen luonteesta ja oppimiseen vaikuttavista tekijöistä ovat vähintäänkin yhtä varteenotettava lähtökohta kehittämistyölle.

Seuraavaan olen koostanut pääkoh- tia Kajaanin seitsemäsluokkalaisten tulkinnoista ja liittänyt niihin tuloksia muutamista opetuskokeiluista, joissa toteutettu opetuksen kehittämissuunta vastaa heidän näkemyksiään. Koululaisten tulkinnat matematiikan osaamisen, oppimisen ja opetuksen luonteista eivät juuri muistuta nykyisessä opetussuunnitelmassa esitettyjä. Koululaisten kritiikki kohdistui voimakkaimmin vaihtelemattomiin, oppitunnista toiseen samoina toistuviin työskentelytapoihin. Oppilaiden hahmottama opetuskäytännön luonne vastaa niitä tuloksia, joita Kupari (1993a; 1993b) raportoi aiemmin tehdyssä tutkimuksessaan.

Sen sijaan oppilaiden hahmottama opetuskäytännön luonne on vastak-

kainen tavalle, jolla matemaattisia aineita opettavat opettajat Kajaanissa kuvaavat opetustaan. Hurttian (1996) kyselyssä opettajat ilmoittivat käyttävänsä monipuolisesti eri opetusmenetelmiä matemaattis-luonnontieteellisten aineiden opetuksessa. Huomattavan paljon he ilmoittivat käyttävänsä demonstraatioita, ryhmätöitä ja projektityöskentelyä. Mm. tietokoneita ilmoitettiin käytetyn runsaasti. Lähes jokainen opettaja ilmoitti eriyttävänsä lahjakkaiden oppilaiden opetusta, muutamat jopa erilliseen "luku-suunnitelmaan" asti. Oppimisvaikeuksiset oppilaat olivat opettajien mukaan saaneet liki poikkeuksetta tukiopetusta ja/tai muuta erityisohjausta.

Miksi opettajien ja oppilaiden kokemukset opetuskäytännöstä poikkeavat näin jyrkästi toisistaan? Onko syytä esim. epäillä opettajia todellisuuden kaunistelusta ja/tai oppilaita sen mustamaalaamisesta. Todettakoon, että opettajien kyselylomakkeessa ei kysytty vastaajan nimeä, mutta oppilaat kirjoittivat asennekyselyyn oman nimensä. Mikäli asennekysely toteutettiin matematiikan tunnilla, oppilas joutui lisäksi jättämään lomakkeensa suoraa matematiikan opettajalleen. Mikäli tarvetta koetun "kaunisteleminen" on ilmennyt, sitä luulisi esiintyneen pikemminkin oppilaiden ryhmässä. Voisiko olla niin, että oppilaiden ja opettajien viitekehukset, josta käsin havainnot ja tulkinnat opetuksen laadusta määräytyvät, ovat todella niin erilaiset, että molempien osapuolten kuvaukset opetuskäytännöstä sisältävät kyseisen osapuolen vää-

ristymättömän näkemyksen tilanteesta? Onko niin, että esim. opettajan erottelukynnys havaita työtavoissa vaihtelua on huomattavasti alhaisempi kuin oppilaan.

Kuparin seurantatutkimus (1993a; 1993b) osoitti, että matematiikkaa opettavat eivät tuoneet esiin tarpeita opetuksen laadun kehittämiseen. Joko he pitivät opetusta jo nykyisellään riittävän laadukkaana tai sitten he eivät uskoneet opetuksen laadun kehittämisellä saatavan aikaan oppimistulosten paranemista. Sensijaan opettajat näkivät opetuksen kehittämisessä keskeiseksi resurssien lisäämisen mm. ryhmäkokojen pienentämiseksi. Kun toteutettu opetuskäytäntö sopii osalle oppilasta, mieltyykö muiden kiinnostuneisuuden puute opettajan mielessä pikemmin seuraukseksi oppilasaineksen heterogeenisuudesta tai muista oppilaskohtaisista ominaisuuksista kuin osoitukseksi opetuksen laadun kehittämistarpeesta?

Aikaisemmat tutkimukseni opetuksen eriyttämistarpeiden parissa (mm. Kallonen-Rönkkö 1993; 1995 ja 1996) ja samoin LUMA-ohjelman ja nykyisen opetussuunnitelman ehdotukset opetuksen laadun kohottamisesta kehittämällä opetusta avoimen opetuksen suuntaan aiheuttivat sen, että sisällytin asennekyselyyn pari kysymystä oppilaiden toivomuksista opetuksen eriyttämisen suhteen. Kuten Hurttian (1996) selvitys kertoo, opettajien ilmoituksen mukaan eriyttäminen toteutuu kaupungin kouluissa niin laa-

jassa mitassa, että eriyttämistarpeita oppilailla ei juuri luulisi olevan.

Asennekyselyyn sisällytetyt kysymykset tuottivat mielenkiintoisia vastauksia. Ensinnäkin huomioimisen arvoista on se, että *jopa neljännes oppilasta kaipasi mahdollisuutta nopeampaan etenemiseen oppimisessaan* kuin mitä luokan rintamaopetus heille tarjosi ja uskoi mahdollisuuksiinsa suoritua nopeutetusta opiskelusta. Toiseksi suhteutettuna siihen, miten paljon opettajat ovat kaivanneet resurssileikkauksissa menetettyjä tukiopetustunteja takaisin, *oppilaiden tukiopetustunteja kohtaan osoittama kaipuu oli hämmästyttävän vähäistä*. Oppilaat toivoivat, että heidän opettajansa selviytyisi oppiaineksen opettamisesta siten, että he voivat omaksua sen lukujärjestykseen sisältyvien matematiikan oppituntien aikana. Oppilaat eivät tuoneet esiin toiveita tasoryhmäeriyttämisen tai muun vastaavan organisatorisen ratkaisumallin suhteen vaan *he haluaisivat vapauttaa tuntiopetuksen sellaiseksi, että se sallisi oppimisen kunkin edellytyksiä vastaavassa tahdissa*.

Toivotun tyyppiset didaktiset ratkaisut ovat olleet niin meillä kuin muualla harvinaisia kouluopetuksessa. Jo tarjolla oleva oppimateriaali eli oppikirjat on rakennettu sen idean varaan, että uusi aines opetetaan opettajajohtoisesti kaikille oppilaille yhtä aikaa. Uuden asian esittelyyn siten, että oppilas voisi itse tutustua siihen oppimateriaalin varassa, ei ole panostettu. Oppimateriaaliin sisäänrakennettu

eriyttäminen, mikä ala-asteen oppikirjoissa usein näkyy eriväristen tehtäväsivujen kirjona, tarkoittaa sitä, että eritasoisille oppilaille tarjotaan samasta oppiaineksen kohdasta eri määrä laskuja laskettavaksi. Tämän tyyppiset oppimateriaaliin sisällytetyt didaktiset ratkaisut (Kallonen-Rönkö, painossa) ylläpitävät tehokkaasti rintamaopetusta ja aiheuttavat sen, että jos opettaja päättää lähteä poikkeamaan tästä käytännöstä oppilaiden toiveiden viitoittamaan suuntaan, häneltä ei tule puuttumaan työtä oppimateriaalin valmistamisen parissa.

Mutta näitäkin uskalikkoja on löytynyt. Karhu ja Pihanen (1997) evaluoivat Savonlinnassa yhdellä ala-asteella yksittäisen opettajan aloitteesta vuosia jatkunutta matematiikan opiskelun eriyttämiskokeilua. Kokeilussa oppikirjaa käytettiin eri oppilailla eri tavoin oppimisen oheismateriaalina, huomattava osa oppimateriaalista oli opettajan itsensä koostamaa, mutta ennenkaikkea opettaja panosti oppilaidensa oppimisreittien yksilöllisyyteen. Tehtävien määrä ja laatu olivat sidoksissa oppilaan edistymiseen. Opettajan nykyisin opettaman ala-asteen neljännen luokan oppimistulokset olivat yleensä vertailuluokkia parempitasoisia ja laaja-alaisempia.

Karhu ja Pihanen tutkivat myös samassa kokeilussa ala-asteen aikana mukana ollutta luokkaa, joka oli tutkimusajankohtana edennyt jo yläasteen yhdeksänneksi asti. Tulokset olivat kiinnostavia. Oppilaista 95 % ilmoitti suunnitelmissaan olevan lukio-

opiskelun peruskoulun jälkeen. *Luki-on laajan matematiikan ilmoitti valitsevansa 82 % luokan oppilaista.* Oppilaiden esittämissä valintojensa perusteluissa kuvastuivat ammatin ja jatko-opintojen vaatimukset, kiinnostus matematiikan opiskeluun sekä luottamus omiin kykyihin onnistua laajan oppimäärän opiskelussa. Samalta yläasteelta olleen vertailuluokan oppilaista laajan matematiikan oppimäärän ilmoitti valitsevansa 29 % oppilaista. Lukio-opintoja heistä suunnitteli 62 %. Syyt laajan matematiikan valintaan olivat samoja, joita kokeiluluokan oppilaat esittivät. Laajan matematiikan valitsematta jättämistä vertailuluokassa perusteltiin sillä, että opiskelu olisi itselle liian vaativaa tai, että kiinnostusta matematiikkaa kohtaan ei ole. Kokeiluluokan matematiikan todistusarvosanojen keskiarvo oli 8.9. Seitsemän (32 %) oppilaista oli saanut arvosanan 10 ja alin arvosana luokassa oli 7. Vertailuluokan keskiarvo oli 8.0. Kahdella (10 %) luokan oppilaista oli todistuksessaan arvosana 10 matematiikasta ja alin arvosana oli 5.

Kärkkäinen ja Lauriala (1986) ja Lauriala (1988) raportoivat tuloksia rintamaopetuksen osuuden minimoivaan montessoripedagogiikkaan tukeutuneesta opetuskokeilusta, joka toteutettiin Oulussa yhdessä peruskoulun ensimmäisessä luokassa. Kaupungin kouluissa pidettiin kevätlukukauden lopulla matematiikan koe, jossa kokeiluluokka sai keskiarvon 9.5. Tähän on lisättävä, että oppilaiden oppimisedellytyksiä vastaavassa mate-

matiikan opiskelussa esim. montessorimetodia käytettäessä oppilas voi edetä opiskelussaan huomattavasti pitemmälle kuin mitä tavanomaisessa rintamaopetuksessa on mahdollista. Näin esim. ensimmäisen luokan oppimäärän omaksumista arvioiva koe ei kata sitä oppiainosaluetta, jolle oppilaiden oppimistulokset sijoittuvat. Matematiikan oppimistulosten parantamista on havaittu muissakin montessoripedagogiikan pohjalta virinneissä opetuskokeiluissa (koonta Kallonen-Rönkkö 1995; Leppisaari & Mikkonen 1997). Todettakoon, että Kajaanissa käynnistynyt montessoripedagogiikan kokeilutoiminta ala-asteella on niin uutta, että siinä mukana olleita oppilaita ei ollut nyt suoritettussa koulu-saavutusmittauksessa vielä mukana.

Rintamaopetuksesta luopumista peruskoulussa esiintyi erityisesti vaihtoehtopedagogiikoista vaikutteita saaneissa kokeiluissa jo ennen kuin vuoden 1994 opetussuunnitelma ja sen valmisteluvaiheessa kiteytyneet pedagoginen ajattelu tulivat virikkeiden antajiksi. Valtioneuvoston vuonna 1991 hyväksymässä koulutuksen ja korkeakouluissa harjoitettavan tutkimuksen kehittämissuunnitelmassa (Opetusministeriö 1991; 1993) kiinnitettiin erityistä huomiota opetuksen eriyttämistarpeisiin. (Kursivoinnit alla ovat lähteen mukaiset).

Oppilaan opinto-ohjelmaan lisätään valinnaisuutta, joka mahdollistaa valinnat oppiaineiden välillä ja myös oppimäärän sisällöissä... selvitetään mahdollisuudet poiketa... vuosiluokkajaosta. (Mts. 7.) Oppilaiden erilaisuus otetaan huomioon kaikessa opetuksessa. *Lahjakkaiden lasten opetukseen kiinnitetään huomiota uudistamalla opetuksen sisältöä, lisäämällä va-*

linnaisuutta sekä valmistamalla vaativaa oppimateriaalia. (Mts. 7.)

Peruskoulun opetuksen kehittämis-ideologiassa nämä esitykset merkitsivät suunnanmuutosta aiempaan verrattuna. (mm. Komiteanmietintö 1970; Komiteanmietintö 1975; Kouluhallitus 1985). Tosin mm. vuoden 1985 peruskoulun opetussuunnitelman perusteissa (Kouluhallitus 1985) opetus kehoitettiin järjestämään oppilaiden ikäkauden ja edellytysten mukaisesti. Kehoituksen yhteydessä tekstissä kuitenkin puhuttiin eriyttämisestä vain hitaasti oppivien oppilaiden osalta. Lisäksi todettiin, että *“koulusaavutusten eroja on pyrittävä vähentämään”* (mts. 14). Erityisesti varoitettiin eriyttämisestä oppilaiden ryhmittelyssä: *“Rinnakkaisten opetusryhmien opetuksen keskeisten tavoitteiden tulee olla samat”* (mts. 15). Mahdollisuutta *“riittävän yksilölliseen opetukseen”* vaadittiin oppilaille (mts. 10), mutta vaatimus kytkettiin jälleen siihen, että kaikki oppilaat kykenivät saavuttamaan oppivelvollisuuskoululle välttämättöminä pidettävät *perustavoitteet*, jotka määriteltiin edeltäneellä vuosikymmenellä (Kouluhallitus 1976).

Eriyttämistarpeet laajemmin miellettyinä olivatkin arka aihe opetuksen kehittämistarpeista käydyssä keskustelussa lukuunottamatta tukiopetusta ja erityisopetusta, joka rajattiin kohdistumaan vammaisiin, kehityksensä viivästyneisiin, tunne-elämältään häiriintyneisiin sekä kouluun sopeutumattomiin (Kouluhallitus 1985). Oppilaan lahjakuus hyväksyttiin eriyttämistarvetta aiheuttavaksi tekijäksi

vain taideaineiden ja liikunnan opetuksessa. Muulla tavoin lahjakkaiden oppilaiden tarpeita esiintuovat puheenvuorot ja esitykset leimattiin yleisesti pyrkimykseksi elitismiin ja ns. eliittikouluihin.

LUMA-kehittämishajelmassa on kiinnitetty voimakasta huomiota oppilaiden lahjakkuuden merkitykseen opetuksen järjestämisessä ja oppimisessa. Osaamisen tason yleiseen parnemiseen kohdistettujen odotusten ohella erityisodotuksia kohdistetaan lahjakkaiden oppilaiden oppimistulosten tason kohoamiseen. Ohjelmassa tuodaan selväsanaisesti esiin se, että kouluopetuksessa tarvittavien muutosten ohella lahjakkaiden oppilaiden oppimisen edistäminen vaatii nykyoloissa muitakin toimenpiteitä. Matemaattisesti lahjakkaille ja aineen opiskelusta kiinnostuneille oppilaille halutaan antaa tukea edistymiseen mm. ohjatulla harrastustoiminnalla vapaa-aikana.

Nykyinen peruskoulun oppimisympäristöjen uudistumissuunta luo suotuisat puitteet myös matematiikan opetuksen uudistuksille. LUMA-kehittämishankkeessa matematiikan oppimistulokset ja oppimisasenteet on nyt nostettu selvästi riippuvan muuttujan asemaan kokeilussa. *Kokeilun toimenpiteiden evaluointi kohdistuu matematiikan oppimiseen.* Oppimistulosten tason nousu on tavoitteena niiden variaation koko alueella hitaasti oppivat oppilaat mukaanlukien. Opetuskäytännön lähihistoriaa ja nykytilannettakin tarkastellen on ennakoita-

vissa, että nopein edistyminen on saavutettavissa lahjakkuusjakautuman yläpäässä, jos oppilaille mahdollistetaan heidän oppimisedellytyksiään vastaava etenemisnopeus opiskelussa. Helpoin ja nopein tie lahjakkaiden opetuksen osalta on tukeutua eriyttämiskäytäntöihin, joissa matemaattisesti lahjakkaille oppilaille perustetaan omia matematiikkaluokkia. Tällöin opetus voi edelleen jatkua rintamaopetuksen periaattein.

Pitemmällä tähtäimellä toimittaessa ja, mikäli ala-asteen oppimisympäristöjen uudistumiselle asetettuja tavoitteita halutaan toteuttaa matematiikan opetuksessa, on tarpeen panostaa ratkaisuihin, joissa mahdollistuu oppimisen eriytyminen oppimisedellytyksiä vastaavaksi muillakin kuin lahjakkailta oppilailta ja työskentelytapojen monipuolistuminen *normaalissa luokkaopetuksessa.* Opetuskokeiluista on riittämiin esimerkkejä siitä, että opetus- ja opiskelukäytäntöjen muutos on mahdollinen ja tuloksellinen, mutta nykytilanteessa se on opettajalle erittäin työläs. Toivottavasti LUMA-hankkeen puitteissa saadaan resursoiduksi ja organisoiduksi rintamaopetuksen purkamisen mahdollistavien oppimateriaalien, oppimisen seurantamenetelmien ja muiden, avoimen tyyppisissä oppimisympäristöissä tarvittavien aineiden kehittämistä, jonka tulokset olisivat yleisesti kouluissa hyödynnettävissä. Rintamaopetuksen purkaminen oppilaskeskeisten työskentelytapojen suuntaan ei onnistu ilman resurssointia tarvittaviin työskentelyvälineisiin.

LÄHTEET

- Appleton, K. 1995. Student teachers' confidence to teach science: Is more science knowledge necessary to improve self-confidence. *International Journal of Science Education* 17 (3), 357-369.
- Beaton, A., Mullis, I., Martin, M., Gonzales, E., Kelly, D. & Smith, T. 1996. Mathematics achievement in the middle school years: IEA's third international mathematics and science study (TIMSS). USA: International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). TIMSS International Study Center. Boston College. (<http://wwwcsteep.bc.edu/timss>).
- Davis, R. 1984. *Learning mathematics*. Billing & Sons: Worcester.
- Hurtia, R. 1996. Peruskoulun matemaattis-luonnontieteellisen opetuksen tila Kajaanissa. Kajaani: Kajaanin sivistyspalvelukeskus.
- IEA. 1997. IEA's third international mathematics and science study. TIMSS Mathematics items: Released set for population 2 (seventh and eighth graders). USA: International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). TIMSS International Study Center. Boston College. (<http://wwwcsteep.bc.edu/timss>).
- Kallonen-Rönkkö, M. 1993. Tietokoneavusteinen opetus ala-asteen oppimisympäristöissä. Osa I. Tietokoneavusteisen opetuksen kehitys ja kokeilut. Oulun yliopiston Kajaanin opettajankoulutuslaitoksen julkaisu. Sarja A: Tutkimuksia 3.
- Kallonen-Rönkkö, M. 1995. Adaptiivisuus oppimisympäristön rakenteessa ja interaktioissa. Oulun yliopiston Kajaanin opettajankoulutuslaitoksen julkaisu. Sarja A: Tutkimuksia 9.
- Kallonen-Rönkkö, M. 1996. Mistä aika tulee? Avaruus- ja aikakäsitteiden oppimisympäristö ala-asteella. Osa I. Oppimisympäristön lähtökohdat ja toteutus. Kajaanin opettajankoulutuslaitoksen julkaisu. Sarja A: Tutkimuksia 13.
- Kallonen-Rönkkö, M. 1997. Oppilaiden LUMA-oppimistulokset ja oppimisasenteet Kajaanin normaalikoulun oppimäärän jälkeen. LUMA-lähtötasomittaukset yläasteen seitsemänsillä luokilla syksyllä 1997. Raportissa Kallonen-Rönkkö, M. & Blomberg, S. 1997. Matemaattis-luonnontieteellisten aineiden opetuksen kehittäminen Kajaanin normaalikoulussa vuonna 1996. Raportti pilottioppilaitoksena toimimisesta LUMA-kehittämisohjelmassa 23.1. 1997. Liitesivut 1-11.
- Kallonen-Rönkkö, M. Matematiikan oppiminen ala-asteen uusiutuviissa oppimisympäristöissä. Julkaisussa Kupari, P., Malinen, P. ja Räsänen, P. (toim.) *Matematiikka - näkökulmia opetukseen ja oppimiseen*. Jyväskylän yliopisto. (painossa)
- Kangasniemi, E. 1988. Opetussuunnitelman toimeenpanosta ja matematiikan koulusaavutuksista - IEA-tutkimuksen kansallisia tuloksia. Julkaisussa Kupa-

- ri, P. (toim.) Koulumatematiikka 1990-luvulle: Lähtökohtia ja mahdollisuuksia. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen julkaisusarja B: Teoriaa ja käytäntöä 27, 9-34.
- Kangasniemi, E. 1989. Opetussuunnitelma ja matematiikan koulusaavutukset. Toisen kansainvälisen (IEA) matematiikkatutkimuksen kansallisia tuloksia. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen julkaisusarja A. Tutkimuksia 28.
- Karhu, T. & Pihanen, L. 1997. Eriyttävä opetus ja matematiikan oppiminen. Kellarpellon ala-asteen opetuskokeilu Savonlinnassa. Oulun yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. Kajaanin opettajankoulutuslaitos. Julkaisematon kasvatustieteen syventäviin opintoihin kuuluva tutkielma.
- Keranto, T. 1983. Aritmeettiset prosessit ja strategiat: yhteydet matematiikan opintomenestykseen, opiskelumotivaatioon ja asenteisiin. Tampereen yliopisto. Hämeenlinnan opettajankoulutuslaitoksen julkaisuja 10.
- Komiteanmietintö 1970 : A 4. Peruskoulun opetussuunnitelmakomitean mietintö I. Opetussuunnitelman perusteet. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- Komiteanmietintö 1975: 109. Peruskoulun opetuksen eriyttämistoimikunnan mietintö. Keskiasteen koulunuudistus 1. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- Koponen, R. 1994. Asenteet matematiikkaa kohtaan. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia 77.
- Kouluhallitus. 1976. Matematiikka. Ehdotus perustavoitteiksi ja perusoppiainekseksi peruskoulussa. POPS-opas 6a. Kouluhallituksen kokeilu- ja tutkimustoimisto.
- Kouluhallitus. 1985. Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1985. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- Kouluhallitus. 1991. Matematiikan opetuksen kehittämisen suunnat. Matematiikan opetuksen kehittämistyöryhmän väliraportti 29.5.1991. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- Kupari, P. 1993a. Millä tavoin matematiikan opiskelu ja opetus on muuttunut? Julkaisussa Brunnell, V. & Kupari, P. (toim.) Peruskoulu oppimisympäristönä. Peruskoulun arviointi 90 -tutkimuksen tuloksia. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden tutkimuslaitos, 81-104.
- Kupari, P. 1993b. Laskutaidotko kadonneet. Peruskoululaiset matematiikan kokijoina ja taitajina. Teoksessa Linnakylä, P. & Saari, H. (toim.) Oppiiko oppilas peruskoulussa? Peruskoulun arviointi 90 -tutkimuksen tuloksia. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden tutkimuslaitos, 81-104.
- Kupari, P. 1994. Applied problem solving in Finnish school. Mathematics education in the 1980s. Results and experiences in the international context. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen julkaisusarja A: Tutkimuksia 58.
- Kuusinen, J. 1967. Kansainvälinen matematiikan koulusaavutustutkimus. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen julkaisuja 31.
- Kärkkäinen, R. 1988. Montessori-pedagogiikan soveltaminen peruskouluopetuksessa. Julkaisussa Lauriala, A. & Karonen, R. (toim.) Kokeileva koulu. Kohti eheää kasvua. Helsinki: Kirjayhtymä. 85-95.
- Kärkkäinen, R. & Lauriala, A. 1986. Montessoripainotteisen opetuksen kokeilu. Julkaisussa Montessoripedagogiikan

- kokeilu ala-asteella. Lukuvuosi 1984-1985. Kouluhallituksen kokeilut 5, 1-17.
- Leppisaari, H. & Mikkonen, T. 1997. Montessori-pedagogiikan soveltaminen esi- ja alkuopetukseen. Matematiikan opetuspaketti ja sen kokeilu Emoniemen ala-asteella. Oulun yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. Kajaanin opettajankoulutuslaitos. Julkaisematon kasvatustieteen syventäviin opintoihin kuuluva tutkielma.
- Liiten, M. 1997. Ylioppilaskirjoitukset 1997. Matematiikan kokeista yli puolet kirjoitettiin ylimääräisinä. Helsingin Sanomat 27.3.1997, D8.
- Malin, A. & Salmela, T. 1993. Millaisia saavutuseroja on koulujen välillä? Julkaisussa Brunnell, V. & Kupari, P. (toim.) Peruskoulu oppimisympäristönä. Peruskoulun arviointi 90-tutkimuksen tuloksia. Jyväskylän yliopisto. Kasvatustieteiden tutkimuslaitos, 169-182.
- Manninen, P. 1975. Tilastotiedettä yhteiskuntatieteilijöille. Helsinki: Gaudeamus.
- Manninen, S. 1994. Yliopistojen ja korkeakoulujen odotukset fysiikan kouluopetukselle. Dimensio. Matemaattis-luonnontieteellinen aikakauslehti 58 (5), 49-51.
- Martin, M. & Kelly, D. 1996. Third international mathematics and science study technical report, Volume I: Design and Development. TIMSS International Study Center. USA: Boston College. (<http://wwwwcsteep.bc.edu/timss>).
- Martin, M. & Mullis, I. 1996. Third international mathematics and science study: Quality assurance in data collection. USA: TIMSS International Study Center. Boston College. (<http://wwwwcsteep.bc.edu/timss>).
- Metsämuuronen, J. 1995. Harrastukset ja omaehtoinen oppiminen. Sitoutuminen, motivaatio ja coping. Teoreettinen tausta, rakenneanalyysi ja sitoutuminen. Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia 146.
- Norris, N., Aspland, R., MacDonald, B., Schostak, J. & Zamarski, I. 1996. Arviointiraportti peruskoulun opetussuunnitelmauudistuksesta. Arviointi 11/96. Helsinki: Opetushallitus.
- Opetushallitus. 1994. Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994. Helsinki: Painatuskeskus.
- Opetushallitus. 1995. Matematiikan ja luonnontieteiden kehittämisohjelma. (Päivätty 27.11.1995).
- Opetushallitus. 1997. Matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen kehittämisohjelma. LUMA-projekti. Toimintakertomus 1996. Toimintasuunnitelma 1997. Helsinki: Opetushallitus.
- Opetusministeriö. 1991. Valtioneuvoston 20.11.1991. hyväksymä koulutuksen ja korkeakouluissa harjoitettavan tutkimuksen kehittämissuunnitelma vuosille 1991-1996. Helsinki: Yliopistopaino.
- Opetusministeriö 1992. Matematiikan ja luonnontieteiden perus- ja jatkokoulutus Suomessa vuosina 1971-90. Luonnontieteiden koulutuksen arviointityöryhmän mietintö. Opetusministeriön julkaisuja 1992:37.
- Opetusministeriö. 1993. Valtioneuvoston 18.6.1993 hyväksymä koulutuksen ja korkeakouluissa harjoitettavan tutkimuksen kehittämissuunnitelma vuosille 1991-1996. Helsinki: Yliopistopaino.
- Opetusministeriö. 1996. Suomalaisten matematiikan ja luonnontieteiden osaaaminen vuonna 2002. Kansalliset kehittämistalkoot. Opetusministeriö O. Heinosen tiedote 23.4.1996.

- Paasonen, J. 1993. Matematiikan opetus perusteitaan etsimässä. *Kasvatus* 24 (2), 166-170.
- Papert, S. 1985. *Lapset, tietokoneet, ajatteleminen taito*. Helsinki: Kirjayhtymä.
- Pehkonen, E. 1997. Tutkimustuloksia peruskoulun matematiikanopetuksen arvioinnista 1995. *Matemaattis-luonnontieteellinen aikakauslehti Dimensio* 2 (61), 38-40.
- Robitaille, D. & Garden, R. 1989. *The IEA study of mathematics II: Contexts and outcomes of school mathematics*. International studies in educational achievement IEA. Oxford: Pergamon.
- Salonen, A. 1995. *Peruskoululaisten käsityksiä koulusta ja elämästä*. Helsinki: Valtion painatuskeskus. Opetushallituksen moniste 12.
- Sorvali, T. 1994. *Koulumatematiikan luonteesta ja merkityksestä*. *Matemaattis-luonnontieteellinen aikakauslehti* 58 (5), 52-53.
- Tavoitetila 2002. 1977. Kajaanin kaupungin matemaattis-luonnontieteellisen opetuksen kehittämisryhmän laatima ehdotus matemaattis-luonnontieteelliseksi osaamistasoksi kaupungin kouluissa vuonna 2002. Sivistysjohtaja Risto Brunon 7. syyskuuta 1997 asettaman työryhmän raportti. Kajaanin kaupungin sivistyspalvelukeskus.
- Tähtinen, J. 1993. Tilastollisen analyysin tulkinnan lähtökohtia. Turun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunta. *Julkaisusarja B:41*.
- Uusikylä, K. & Kansanen, P. 1988. *Opetussuunnitelman toteutuminen*. Oppilaiden tyytyväisyys oppiaineisiin, opetusmuotoihin ja kouluelämään peruskoulun ala-asteella. Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos. *Tutkimuksia* 77.

LIITE 1. Matematiikan oppimisasenteiden selvityksessä käytetty mittari**LUMA-kysely
Matematiikka**

Nimi _____

koulu _____

Luokkani on _____

Ala-asteen kuudennella luokalla kouluni oli _____

Ala-asteen kuudennella luokalla luokanopettajani nimi oli
_____ ja luokkani oli _____

Todistusarvosanani ala-asteen kuudennen luokan keväällä matematiikassa oli ____

Seuraavassa on kysymyksiä suhtautumisestasi matematiikkaan koulussa ja vapaa-aikana. Vastaa kirjoittamalla vastaus tai rastittamalla sopiva vastausvaihtoehto.

Kouluopiskelu

1. Jos ala-asteen kiinnostavin aine saisi arvosanan 10 ja vähiten kiinnostava 4, minkä arvosanan kiinnostavuudesta antaisit ala-asteen matematiikalle? _____

2. Jos ylä-asteen kiinnostavin aine saisi arvosanan 10 ja vähiten kiinnostava 4, minkä arvosanan kiinnostavuudesta antaisit matematiikalle? _____

3. Otatko matematiikkaa valinnaiseksi aineeksi tai kurssiksi yläasteella, jos sitä tarjotaan?
kyllä ()
en ()4. Arveletko opiskelevasi yläasteen jälkeen matematiikkaa?
sen verran kuin on pakko ()
enemmän kuin pakollisen oppimäärän ()5. Arveletko tarvitsevasi matematiikkaa tulevassa ammatissasi?
kyllä ()
en ()

6. Seuraavassa on kolme väitettä matematiikan opiskelusta koulussa. Rastita näissä kolmessa väitteessä vaihtoehtoista se, joka vastaa omia tuntemuksiasi.

- Väite 1. Matematiikan opiskelu koulussa on minulle
- a. todellakin "pakkomatematiikkaa" - pelkkää vastenmielistä puurtamista. ()
 - b. kokolailla samantekevää - ei inhottavaa, mutta ei mieluistakaan ()
 - c. enemmän myönteinen kuin kielteinen kokemus ()
 - d. yleensä mukavinta koulupäivän oppitunneista ()

LIITE 1. jatkuu

Väite 2. Haluaisin, että minun ei tarvitsisi edetä matematiikan opiskelussa yhtä hitaasti kuin luokkani etenee, vaan voisin edetä opiskelussani yläasteella niin pitkälle kuin kykenisin (ehkä jopa edetä lukion oppimäärän puolelle yläasteen oppimäärän suoritettua)

pitää paikkansa ()

ei pidä paikkaansa ()

jos rastiit vaihtoehdon "pitää paikkansa", olisitko halukas ryhtymään ratkaisun toteuttamiseen käytännössä, jos Sinulle tarjottaisiin siihen mahdollisuus

kyllä ()

ei ()

Väite 3. Tarvitsisin muutakin apua opiskeluuni kuin opettajan luokkaopetusta, jotta ymmärtäisin matematiikassa opiskeltavat asiat

pitää paikkansa ()

ei pidä paikkaansa ()

jos rastiit vaihtoehdon "pitää paikkansa", millaista apua haluaisit

Vapaa-aika

7. Onko Sinulla jokin harrastus, jossa tarvitset matematiikan osaamistasi?

kyllä ()

ei ()

jos on, mikä/mitä

8. Jos Sinulle tarjoutuisi mahdollisuus liittyä matematiikkakerhoon, lähtisitkö mukaan

kyllä ()

en ()

jos lähtisit mukaan kerhoon, mitä odottaisit kerhon toiminnalta?

9. Jos kaupungissa toimisi ryhmä tai ryhmiä, joissa saisi valmennusta koululaisten matematiikka-kilpailuihin (esim. erilaiset kotimaiset kilpailut, matematiikkaolympialaiset), lähtisitkö mukaan?

kyllä ()

en ()

10. Jos et antanut ala-asteen matematiikan arvosanaksi kiinnostavuudessa täyttä kymppiä, kerro, miten oppiaineesta saisi Sinua kiinnostavamman. (Kirjoita vastauksesi sivun kääntöpuolelle. **Kiitos vastauksistasi kyselyyn!**).

LIITE 2. Matematiikan koulusaavutus- ja asennemittausten suorittamisohjeet ja instruktiot opettajien käyttöön

MATEMATIIKAN KOULUSAAVUTUS- JA ASENNEMITTAUKSET PERUSKOULUN 7. LUOKALLA

Suomessa on menossa kevätlukukaudella 1996 käynnistetty valtakunnallinen matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen kehittämisprojekti (LUMA). Opetushallitus toteuttaa kaikissa kehittämisprojektin pilottikunnissa lähtötasomittaukset matematiikassa ja luonnontieteissä peruskoulun seitsemänsillä luokilla. Tänä syksynä selvitetään lähtötaso, ja samalla mittarilla tehdään väliarviointi vuonna 1998 sekä loppuarviointi vuosituhanen vaihteessa. Mittarista ei saa ottaa kopioita ja kaikki saadut, tyhjätkin lomakkeet ovat palautettava muiden lomakkeiden mukana.

Olemme saaneet opetushallitukselta käyttöömme Kajaaniin samat testit, jolloin mittaustuloksia voidaan verrata kotimaiseen ja kansainväliseen oppimistulostasoon. Kajaanin mittaus poikkeaa siltä osin pilottikuntien mittauksista, että opetushallitus ei osallistu mittausten kustannuksiin eikä aineiston käsittelyyn vaan nämä järjestetään paikallisin voimavaroin koulujen, sivistyspalvelukeskuksen ja opettajankoulutuslaitoksen yhteistoimin.

Opettajan ohjeet mittausten suorittamiseen

Pyrkimyksenä on se, että matematiikan osalta **mittaukset suoritetaan keskiviikkona 13.11.** Jos mittausten sijoittaminen ko. päivälle on mahdotonta, mittaukset tulee tehdä kuitenkin viimeistään viikon sisällä esitetyn mittauspäivän jälkeen Matematiikan mittaukset koostuvat **kahdesta osiosta. Osiot voidaan teettää oppilailla saman päivän aikana, mutta niiden tekeminen voidaan jakaa myös eri koulupäiville.**

Matematiikan lähtötasomittauksen osiot:

1. LUMA-testi: Matematiikan koulusaavutustesti (kesto n. 65 min. oppilaiden työskentelyyn tarvitaan 60 min.).

Matematiikan koulusaavutustestissa on 30 tehtävää. Testin ensimmäiseksi sivuksi on nidottu oppilaiden ohjesivu. Lisäksi opettaja antaa suullisesti tietoa mittauksen tarkoituksesta.

2. LUMA-kysely: Matematiikka (kesto 10-15 min.)

Luonnontieteiden koulusaavutus- eli lähtötasotestin ohella Kajaanissa oppilaat vastaavat pieneen kyselyyn, jossa selvitetään heidän asennoitumistaan matematiikkaan ja sen opiskeluun. LUMA-kysely on kaksisivuinen. Siihen annetaan täyttöohjeet suullisesti.

LIITE 2. jatkuu

Ennakovalmistelut LUMA-testiin

Ennen testitilaisuutta sitä valvovan opettajan on syytä tutustua sekä opettajan että oppilaiden ohjeisiin. Oppilaiden ohjeet ovat myös tämän opettajan ohjemonisteen mukana tutustumista varten. Valvova opettaja lukee ennen testin aloitusta oppilaille lyhyen selityksen siitä, miksi mittaus tehdään.

LUMA-testitilaisuus

1. Valvova opettaja kertoo, miksi koe tehdään esim. lukemalla seuraavan tekstin.

SUOMESSA ON MENOSSA MATEMATIIKAN JA LUONNONTIETEIDEN OPETUKSEN KEHITTÄMISOHJELMA. OPETUSHALLITUS SELVITTÄÄ OSANA OHJELMAA, MILLAISTA ON KOULULAISTEN OSAAMINEN MATEMATIIKASSA JA LUONNONTIETEISSÄ PERUSKOULUN SEITSEMÄNSILLÄ LUOKILLA NYKYISIN. KOULUMME OSALLISTUUTÄHÄNSELVI-
TYKSEEN. JAAN KOHTA TEILLE TEHTÄVÄMONISTEEN, JOKA ON SAATU OPETUS-
HALLITUKSESTA. SAMAT MITTAUKSET ON TEHTY AIKAISEMMIN 45 MAAN KOULUS-
SA. JOTEN SAAMME KÄSITYKSEN SIITÄ, MITEN KOULUMME OPPILAAT OSAAVAT
MATEMATIIKAN ASIOITA VERRATTUNA MUIHIN KAJAANIN KOULUIHIN, SUOMEN
KOULUIHIN TAI MUIDEN MAIDEN KOULUIHIN.

MATEMATIIKAN TEHTÄVÄMONISTEEN LISÄKSITULETTEMYÖHEMMIN VASTAAMAAN
(TAI OLETTE AIEMMIN VASTANNEET) KYSELYYN, JOSSA SELVITETÄÄN TEIDÄN
SUHTAUTUMISTANNE MATEMATIIKKAAN JA SEN OPISKELUUN.

JAAN TEILLE NYT MONISTEET TEKSTIPUOLI ALASPÄIN. MONISTEEN SAA KÄÄNTÄÄ
VASTA KUN ANNANSUUHEN LUVAN.

2. Koemonisteet jaetaan tekstipuoli alaspäin oppilaille. Papereita ei saa kääntää ennenkuin opettaja antaa siihen luvan.

3. Opettaja käskää kääntää paperin ja lukemaan ensimmäisen sivun ohjeet sekä varmistaa, että oppilailla ei ole kysyttävää.

4. Opettaja kehottaa oppilaita kirjoittamaan nimensä tehtävämonisteeseen ja aloittamaan tehtävien teon. Opettaja kertoo, että aikaa tehtävien tekoon on 45 min.

SAAT KÄÄNTÄÄ TEHTÄVÄMONISTEEN. KIRJOITA ENSIMMÄISEKSI NIMESI
MONISTEESEEN MAHDOLLISIMMAN SELKEÄLLÄ TEKSTILLÄ. ALOITA SEN JÄLKEEN
TEHTÄVIEN TEKO. AIKAA TEHTÄVIEN TEKEMISEEN SINULLA ON 60 MINUTTIA. KOE
PÄÄTTYY KELLO xx.xx.

5. Ennen tehtävämonisteiden keräämistä on hyvä kehottaa oppilaita vielä tarkistamaan, että monisteessa on oppilaan nimi.

LIITE 2. jatkuu

Testin jälkeen

Kunkin luokan tehtävämönisteiden mukaan liitetään luokan **oppilasluettelo** varmistamaan sitä, että oppilaan nimi tulee tunnistetuksi oikein tehtävämönisteesta.

Koulun oppilaiden tehtävämönisteet ja LUMA-kyselyt toimitetaan **koulun yhdyshenkilölle**.

Opetushallitus on tehnyt pilottikuntien testitulosten käsittelystä sopimuksen Jyväskylän yliopiston Koulutuksen tutkimuslaitoksen kanssa. Koulutuksen tutkimuslaitos lähettää myöhemmin palautteen kouluille. Kajaanin osalta lomakkeiden tietokoneanalyysit hoidetaan Kajaanin opettajankoulutuslaitoksella, josta toimitetaan myös palaute kouluille.

LUMA-kysely

Luma-kysely voidaan antaa oppilaiden täytettäväksi samana päivänä kuin LUMA-testi tai myöhemmin, kuitenkin saman viikon aikana. Kyselyyn vastaaminen vie arviolta 10-15 minuuttia.

Luma-kyselyyn ei ole erillistä, kirjallista ohjetta oppilaille. Kysymyksiin he vastaavat rastittamalla sopivimman valmiista vastausvaihtoehdoista tai kirjoittamalla vastauksensa. Ennen kyselyn aloittamista on syytä sanoa oppilaille, että kyseessä on osa matematiikan opetuksen kehittämisohjelmaa, johon myös lähtötasotesti kuuluu.

Toimita LUMA-kyselylomakkeet kyselyn suorittamisen jälkeen koulusi yhdyshenkilölle.

Mittauksia koskeviin kyselyihin vastaa opettajankoulutuslaitoksessa:

Marja Kallonen-Rönkkö

puh. 6324674,

e-mail mkallone@kokl.oulu.fi

fax 6324614

LIITE 3. Kirjalliset ohjeet matematiikan koulusaavutuskokeeseen vastaamisesta oppilaiden käyttöön

OPETUSHALLITUS
LUMA -PROJEKTI

PERUSKOULUN 7. LUOKAN MATEMATIIKAN TESTI

OPPILAAN NIMI _____

KOULU _____

OPPILAALLE

TESTIN VASTAUSOHJEET

Tässä testissä on 30 monivalintatehtävää, joiden suorittamiseen Sinulla on aikaa 60 minuuttia. Yritä vastata kaikkiin tehtäviin, mutta älä hukkaa kovin paljon aikaa yksittäiseen tehtävään. Jos jokin tehtävä tuntuu vaikealta ratkaista, jätä se väliin ja siirry seuraavaan. Päästyäsi testin loppuun palaa miettimään vastaamatta jääneitä tehtäviä.

Tehtävissä on neljä tai viisi vaihtoehtoa, joista yksi on oikea. Suorita tehtävä sen kohdalla olevaan tyhjään tilaan. Valitse sitten vastauksista se, joka parhaiten vastaa omaa ratkaisua, ja rengasta paperista oikea vaihtoehto. On hyvä, että vastaat, vaikka et olisikaan aivan varma ratkaisustasi. Älä kuitenkaan arvaa umpimähkäisesti, vaan vastaa harkiten.

ÄLÄ ALOITA, ENNEN KUIN OPETTAJASIANTAALUVAN!

OULUNYLIOPISTO
KAJAANIN OPETTAJANKOULUTUSLAITOS
PL 51
87101 KAJAANI
puh (08) 632 4611, fax (08) 632 4631

KAJAANIN OPETTAJANKOULUTUSLAITOKSEN JULKAISUJA. SARJAA:
TUTKIMUKSIA 1992-
PUBLICATIONS OF THE DEPARTMENT OF TEACHER EDUCATION KAJAANI. SERIES A:
RESEARCH REPORTS 1992-
Hintoihin lisätään 0 - 8 % ALV ja postikulut

		Hinta
1/1993	Marja Kallonen Rönkkö and Aino Tirola (eds.) Research Activities in the Department of Teacher Education Kajaani. (109 s.) ISBN 951-42-3692-1	42,-
2/1993	Raija Yrjönsuuri. Ammattiin opiskelevien matematiikan opiskeluorientaatiot. (109 s.) ISBN 951-42-3665-34	42,-
3/1993	Marja Kallonen-Rönkkö. Tietokoneavusteinen opetus ala-asteen oppimisympäristöissä. Osa I Tietokoneavusteisen opetuksen kehitys ja kokeilut (129 s.) ISBN 951-42-3760-9	49,-
4/1994	Juhani Suortti ja Aino Tirola. Comenius ja Didactica Magnan filosofia (98 s.) ISBN 951-42-3799-4	40,-
5/1994	Marja Kallonen-Rönkkö. Tietokoneavusteinen opetus peruskoulun ala-asteen oppimisympäristönä. Osa II Tietokoneavusteiset opetusohjelmat (176 s.) ISBN 951-42-3995-4	63,-
6/1994	Marjatta Hautala. Erik Ahlman opettajana ja rehtorina Jyväskylän kasvatusopillisessa korkeakoulussa. Muistikuvia ja koulupuheita. (70 s.) ISBN 951-42-4081-2	33,-
7/1995	Päivi Atjonen. Opetustapahtuman kuvaaminen didaktisessa prosessilaboratoriossa. Osa 1. Tutkimusyksikön toimintaperiaatteiden perusteita opettajankoulutuksen näkökulmasta. (247 s.) ISBN 951-42-4132-0	80,-
8/1995	Päivi Atjonen. Opetustapahtuman kuvaaminen didaktisessa prosessilaboratoriossa. Osa 2. Opettajan didaktisten ajattelu- ja toimintavalmiuksien kehittäminen. (279 s.) ISBN 951-42-4221-1	50,-
9/1995	Marja Kallonen-Rönkkö. Adaptiivisuus oppimisympäristön rakenteessa ja interaktioissa. (148 s.) ISBN 951-42-4318-8	35,-

10/1995	Juhani Suortti ja Aino Mutanen. Z. J. Cleve ja Koulujen kasvatusopin filosofia. (165 s.) ISBN 951-42-4317-x	45,-
11/1996	Matti Telemäki. Eurooppalainen nuorisopolitiikka. (75 s.) ISBN 951-42-4362-5	32,-
12/1996	Päivi Atjonen. Opetustapahtuman kuvaaminen didaktisessa prosessilaboratoriossa. Osa 3. Opetustapahtumaa koskevan didaktisen tietoisuuden ja omaehtoisen analysoinnin edistäminen opetusharjoittelussa. (144 s.) ISBN 951-42-4380-3	45,-
13/1996	Marja Kallonen-Rönkkö. Mistä aika tulee? Avaruus- ja aikakäsitteiden oppimisympäristö ala-asteella. Osa I. Oppimisympäristön lähtökohdat ja toteutus. (237 s.) ISBN 951-42-4446-X	45,-
14/1997	Marja Kallonen-Rönkkö. Seitsemäsluokkalaisten suhde matematiikkaan: Asenteet ja oppimistulokset. (96 s.) ISBN 951-42-4668-3	35,-
15/1997	Juhani Suortti ja Aino Mutanen. J. J. Rousseau ja Émilien filosofia. (200s.) ISBN 951-42-4720-5	55,-
16/1997	Sakari Lähteenmäki ja Ari Alamäki. Liikennekasvatus opettajankoulutuksessa. Opettajankouluttajien näkemyksiä liikennekasvatuksesta ja sen edistämisestä tietoverkkojen avulla. (79 s.) ISBN 951-42-4849-X	35,-
17/1998	Mirjami Korhonen. Koulusta kaupan kautta kotiin. Opiskelevan vanhemman arkielämää. (50 s.) ISBN 951-42-4867-8	31,-
18/1998	Sami Eskola ja Timo Ylikangas. Nuorten kestävyysurheilijoiden mentaalinen valmentautuminen. (73 s.) ISBN 951-42-5063-X	33,-

**SARJAB: OPETUSMONISTEITA JA SELOSTEITA 1992-
SERIESB: EDUCATIONAL MATERIALS AND REVIEWS 1992-**

1/1992	Marja Kallonen-Rönkkö ja Päivi Atjonen (toim) Näkökulmia koulun oppimisen laadun kehittämiseen 1990-luvulla (98 s.) ISBN 951-42-3530-4	38,-
2/1993	Päivi Atjonen ja Hilikka Koivisto (toim) Koulun opetus suunnitelman laadinta. Työprosessin teoreettisia perusteita ja Kajaanin normaali-koulun opettajien kokemuksia (66 s.) ISBN 951-42-3790-0	33,-
3/1994	Marjatta Hautala-Jyrki Hilpelä-Simo Skinnari-Juhani Suortti-Jarmo Toiskallio-Kari Väyrynen. Näkökulmia kasvatusfilosofiaan (98 s.) ISBN 951-42-3823-0	38,-
4/1994	Reijo Heikkinen. Kasvatus- ja kouluhistorian tiedonlähteitä (93 s.)	38,-

ISBN 951-42-4119-3

5/1994	Eija Korhonen. Musiikin historia I osa. Länsimaisen musiikin historiaa. (36 s.) ISBN 951-42-3941-5	28,-
6/1994	Matti Telemäki. Nuorisotyö Euroopassa. (163 s.) ISBN 951-42-4082-0	50,-
7/1995	Reijo Heikkinen (toim.) Kannunvalantaa koulutuksesta. Puheenvuoroja Kajaanin seminaarista ja Kajaanin opettajankoulutuslaitoksesta vuosien varrelta. (114 s.) ISBN 951-42-4119-3	41,-
8/1995	Maila Rättyä (toim.) Kajaanin normaalikoulun opetussuunnitelma (125 s.) ISBN 951-42-4174-6	48,-
9/1997	Esa Santakallio (toim.) Näkökulmia yrittäjyys- ja teknologiakasvatukseen kehittämiseen Suomessa. (92 s.) ISBN 951-42-4861-9	40,-
10/1998	Eeva-Liisa Sarlin-Heli Sarlin-Taru Lintunen-Jarmo Liukkonen-Anneli Pönkkö (toim.) Motivaatio ja minäkäsitys liikunnassa ja urheilussa. Vuokatin liikuntapsykologinen seminaari. (55 s.) ISBN 951-42-4866-X	26,-
11/1998	Matti Telemäki. Johdatus seikkailukasvatukseen teoriaan. (98 s.) ISBN 951-42-4931-3	38,-

SARJAC: VARHAISKASVATUS 1996-

SERIES C: EARLY CHILDHOOD EDUCATION 1996-

1/1996	Kaisa Tolonen. Lapsen esikielellisen kauden verbaalisen kehityksen taustaa. Tutkimus 0-18 kuukauden ikäisen lapsen orientaatiosta, jäljittelystä, vuorottelusta, kiintymyssuhteesta sekä merkityksen muodostamisesta toiminnan kontekstissa. (114 s.) ISBN 951-42-4363-3	38,-
2/1997	Eeva Hujala ja Timo Mauno (toim.) Varhaiskasvatuksen tila ja tulevaisuus yliopistossa. (66 s.) ISBN 951-42-4758-2	35,-
3/1997	Aili Helenius ja Pavel Razinow (toim.) Lapsi kieltä oppimassa (84 s.) ISBN 951-42-4836-8	35,-
4/1998	Anja Korhonen. Päiväkodin johtajan työn rasisustekijät ja burnout. (104 s.) ISBN 951-42-4924-0	38,-

**ELEKTRONISIA JULKAISUJA 1998-
ELECTRONIC JULKAISUJA 1998-**

**1998 Marja Kallonen-Rönkkö. Seitsemäsluokkalaisten suhde matematiikkaan:
Asenteet ja oppimistulokset. (237 s.)
ISBN 951-42-5115-6**

ISBN 951-42-5115-6