

**7.- ja 8.-luokkalaisten fysiikan osaamisen ja asenteiden
vertailua (TIMSS 1999 –tutkimuksen aineistosta)**

Comparison of 7th and 8th Graders' Knowledge and Attitudes in Physics

(Based on TIMSS 1999 Data)

Tiina Lampinen

Pro gradu –tutkielma

Fysiikan laitos, Jyväskylän yliopisto

2005

Tiivistelmä

Tässä Pro gradu –tutkielmassa on tarkoitus tutkia tiedollisten ja affektiivisten oppimistulosten eroja fysiikassa perusopetuksen 7. ja 8. luokalla. Eroja tutkittiin myös sukupuolten välillä, koska haluttiin selvittää kasvavatko tyttöjen ja poikien tiedolliset ja affektiiviset erot 7. luokalta 8. luokalle.

Tutkimuksessa selvitettiin menestyivätkö suomalaiset 8.-luokkalaiset 7.-luokkalaisia paremmin TIMSS 1999 –tutkimuksen 39 fysiikan tehtävässä. Fysiikan tehtävät ristiintaulukoitiin Mantel-Haenszel –menetelmällä luokka-asteiden erojen selvittämiseksi. Tällöin 11 tehtävässä havaittiin tilastollisesti merkitseviä eroja luokka-asteiden välillä. Tehtäviä, joissa 8.-luokkalaiset menestyivät tilastollisesti merkitsevästi paremmin kuin 7.-luokkalaiset, oli kymmenen. Kun taas tehtäviä, joissa 7.-luokkalaiset olivat tilastollisesti merkitsevästi parempia, oli yksi.

TIMSS 1999 –tutkimuksessa selvisi, että suomalaisista 7.-luokkalaisista vain 11 % asennoitui myönteisesti fysiikkaan. Myönteisesti asennoituvista 7.-luokkalaisista oppilaista oli tilastollisesti merkitsevästi enemmän poikia (18 %) kuin tyttöjä (4 %). Nyt selvitettiin muuttuuko myönteinen asennoituminen ja itseluottamus fysiikkaa oppiaineena kohtaan 7. luokalta 8. luokalle tutkimalla TIMSS 1999 –tutkimuksen taustakyselyistä PATS-P (Positive Attitude Towards Science-Physics) ja SCS-P (Students' self-Concept in the Sciences -Physics) –indeksit 8. luokan aineistosta.

Tutkimuksen tulokseksi saatiin, että 8.-luokkalaiset menestyivät 7.-luokkalaisia tilastollisesti merkitsevästi paremmin nyt tutkituista kahdeksasta fysiikan aihe-alueesta neljässä. Oppikirja-analyysin perusteella luokkien väliset erot saattavat johtua siitä, että tutkimukseen liittyviä asioita on opetettu vasta 8. luokalla. Tutkimuksessa selvisi, että oppilaiden ja varsinkin tyttöjen myönteinen asennoituminen fysiikkaa kohtaan ja itseluottamus omiin kykyihinsä fysiikassa vähenee 7. luokalta 8. luokalle. Tutkimuksen tärkeä tulos on myös se, että vaikka sukupuolten tiedolliset erot eivät kasvaneet 7. luokalta 8. luokalle, sukupuolten väliset affektiiviset erot kasvoivat.

Maamme 7.- ja 8.-luokkalaisten tyttöjen ja poikien tulokset TIMSS 1999 –tutkimuksessa olivat kansainvälistä keskitasoa parempia fysiikassa.

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	4
2	TIMSS 1999 –TUTKIMUS	5
	2.1 ARVIOINTIKEHYS TIMSS 1999 –TUTKIMUKSESSA	5
3	TUTKIMUSKYSYMYKSET.....	7
4	TUTKIMUKSESSA KÄYTETYT MENETELMÄT	8
	4.1 MANTEL-HAENSZEL –MENETELMÄ.....	9
5	TUTKIMUSAINEISTO	11
	5.1 TIMSS 1999 –TUTKIMUKSEN OTANTA JA TIEDONKERUU.....	11
	5.2 TIMMS 1999 –AINEISTO	13
6	TIEDOLLISET OPPIMISTULOKSET.....	16
	6.1 LUOKKA-ASTEITA EROTTTELEVAT TEHTÄVÄT	16
	6.1.1 7. luokka parempi.....	19
	6.1.2 8. luokka parempi.....	20
	6.2 LUOKKA-ASTEET YHTÄ HYVIÄ	21
7	KASVAVATKO SUKUPUOLIEROT 7. JA 8. LUOKAN VÄLILLÄ?	22
	7.1 SUKUPUOLIEROT ERI LUOKKA-ASTEILLA	22
	7.1.1 Erot 7. luokalla.....	23
	7.1.2 Erot 8. luokalla.....	23
	7.2 SUKUPUOLIEROT LUOKKA-ASTEIDEN VÄLILLÄ	27
8	AFFEKTIIVISET OPPIMISTULOKSET	30
	8.1 TAUSTA.....	30
	8.2 LUOTTAMUS OMIIN TAITOIHINSA FYSIIKAN OPPIJANA	32
	8.2.1 7. ja 8. luokalla.....	32
	8.2.2 Tyttöillä ja pojilla eri luokka-asteilla	34
	8.3 MYÖNTEINEN ASENNOITUMINEN FYSIIKKA KOHTAAN	35
	8.3.1 7. ja 8. luokalla.....	36
	8.3.2 Tyttöillä ja pojilla eri luokka-asteilla	37
9	KANSAINVÄLINEN NÄKÖKULMA.....	38

10 YHTEENVETO.....	40
LÄHTEET.....	44
LIITTEET	48

1 Johdanto

Suomella on pitkät perinteet osallistumisessa International Association for the Evaluation of Educational Achievement –järjestön (IEA) organisoimiin kansainvälisiin luonnontieteiden osaamista käsitteleviin tutkimuksiin. Suomi oli mukana vuonna 1970 ensimmäisessä tutkimuksessa (First International Science Study, FISS), vuonna 1983–1984 toisessa (The Second International Science Study, SISS) ja vuonna 1999 järjestetyssä kolmannessa kansainvälisessä matematiikka- ja luonnontiedetutkimuksessa (The Third International Mathematics and Science Study, TIMSS 1999). Tämä tutkimus perustuu kolmannen kansainvälisen tutkimuksen aineistoon, jossa tutkimuksen kohteena olivat maamme 159 koulun 3060 7.-luokkalaista oppilasta. Lisäksi tutkimukseen osallistui kansallinen lisäotos, joka kohdistui 663 8.-luokkalaiseen oppilaaseen 40 koulusta. Näiden avulla haluttiin tutkia ensinnäkin sitä, millaisia vaikutuksia yhden kouluvuoden lisäopiskelulla on matematiikan ja luonnontieteiden osaamiseen. Toiseksi kansainvälinen otos perustui TIMSS:issä oppilaiden ikään. Muissa tutkimukseen osallistuneissa maissa koulunkäynti aloitetaan vuotta, jopa kahta aikaisemmin kuin Suomessa. Tässä suhteessa haluttiin paremmin vertailukelpoista aineistoa muiden maiden kanssa. Tämän lisäksi TIMSS 1999 -tutkimuksessa pyrittiin saamaan kansallista vertailukelpoista materiaalia SISS-tutkimukseen, jossa tutkimuskohteena olivat 8.-luokkalaisten.

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan suomalaisten 7.- ja 8.-luokkalaisten oppilaiden tuloksia TIMSS 1999 -tutkimuksen fysiikan tehtävistä sekä selvitetään, minkä fysiikan aihealueiden tehtävien tuloksissa on eroja luokka-asteiden välillä ja mistä erot johtuvat. Tutkimuksessa selvitetään myös 7.- ja 8.-luokkalaisten tyttöjen ja poikien eroja fysiikan tehtävien osaamisessa. Tällöin keskeisen mielenkiinnon kohteena on se, ovatko tyttöjen ja poikien tiedolliset erot kasvaneet 7. luokalta 8. luokalle.

TIMSS 1999 –tutkimuksessa selvisi, että suomalaisista 7.-luokkalaista vain 11 % asennoitui myönteisesti fysiikkaa kohtaan ja kielteisesti asennoituvia oli yli kolmannes. Tässä tutkimuksessa selvitetään yhden kouluvuoden vaikutusta fysiikan asenteisiin. Asennoituvatko 8.-luokkalaisten myönteisemmin fysiikkaan? Onko 8.-luokkalaisten itseluottamus fysiikan oppijana korkeampi kuin 7.-luokkalaisten?

TIMSS 1999 –tutkimukseen osallistuneen 38 maan (Liite 1) vertailussa 7.-luokkalaisten suomalaisoppilaiden matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen oli varsin hyvätasoista.

Maamme tulokset olivat selvästi kansainvälistä keskitasoa parempia ja luonnontieteissä vain neljä maata oli Suomea tilastollisesti merkitsevästi parempia. Suomalaisten oppilaiden osaaminen luonnontieteissä oli myös hyvää OECD-maiden keskitasoa (14 OECD-maata)¹. Olisiko suomi pärjännyt vielä paremmin kansainvälisesti ja myös muihin OECD maihin verrattuna, jos Suomesta olisi käytetty kansainvälisessä vertailussa 8. luokan tuloksia 7. luokan tulosten sijaan? Vastausta näihin kysymyksiin etsitään vertaamalla suomalaisten 8.-luokkalaisten tuloksia kansainväliseen keskiarvoon.

2 TIMSS 1999 –tutkimus

2.1 Arviointikehys TIMSS 1999 –tutkimuksessa

TIMSS 1999:n kaltaisissa arviointitutkimuksissa keskeisenä pyrkimyksenä on arvioida oppimistulosten tasoa ja laatua sekä selvittää samalla oppimistilanteita ja –ympäristöjä. Tutkimuksen tarkoituksena on löytää sellaisia tekijöitä, joilla on yhteyttä oppilaiden oppimiseen, joihin voidaan vaikuttaa opetussuunnitelma- ja resurssiratkaisuilla sekä kehittämällä opetuskäytäntöjä. Jotta eri maiden kesken voidaan tehdä luotettavia vertailuja, tarvitaan yhteinen arviointikehys, joka huomioi koulujärjestelmien kannalta olennaiset tekijät.²

TIMSS 1999 –tutkimuksessa arviointikehys pohjautuu kolmitasoiseen opetussuunnitelmaan³:

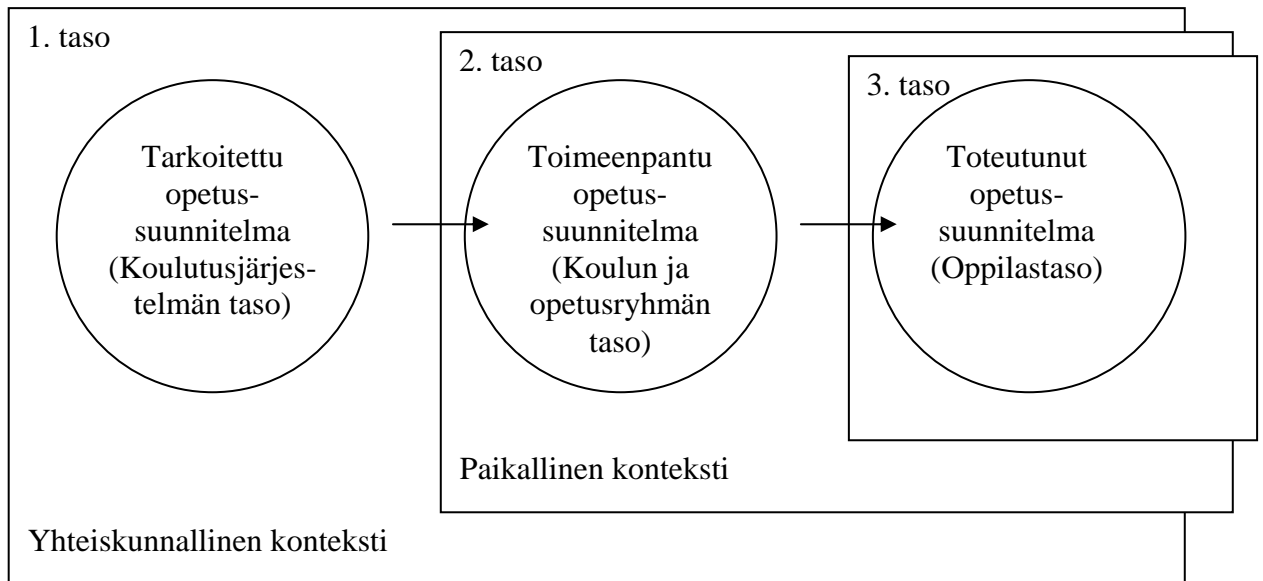
- mitä yhteiskunta odottaa opetettavan (tarkoitettu opetussuunnitelma)
- mitä koulussa todellisuudessa opetetaan (toimeenpantu opetussuunnitelma)
- mitä oppilaat oppivat (toteutunut opetussuunnitelma)

Arviointikehysten rakennetta pyritään selvittämään kuvassa 1. Opetussuunnitelman tasot ovat osittain sisäkkäisiä ja vuorovaikutuksessa toistensa kanssa.

¹ Kolmas kansainvälinen matematiikka- ja luonnontiedetutkimus – uusintavaihe (TIMSS 1999) (<http://www.jyu.fi/ktl/tutkimus/kollaa/timss-r.htm>)

² Kupari P., Reinikainen P., Nevanpää T. ja Törnroos J. 2001. Miten matematiikkaa ja luonnontieteitä osataan suomalaisessa peruskoulussa? Kolmas kansainvälinen matematiikka- ja luonnontiedetutkimus TIMSS 1999 Suomessa. Koulutuksen tutkimuslaitos, Jyväskylän yliopistopaino. s. 21.

³ Robitaille, D.F. (toim.) 1993. Curriculum frameworks for mathematics and science study. TIMSS monograph no. 1. University of British Columbia, Faculty of Education. Vancouver: Pacific Educational Press.



Kuva 1 TIMSS 1999 -tutkimuksen arviointikehys

Tarkoitettu opetussuunnitelma koskee koulutusjärjestelmän tasoa. Siitä käy ilmi esimerkiksi, minkälaisia oppisisältöjä katsotaan tarpeelliseksi opettaa ja miten koulutusta resursoidaan. Tarkoitettun opetussuunnitelman tarkoitus on antaa kuva siitä, minkälainen sivistystaso koulutusjärjestelmän läpikäyneellä kansalaisella tulisi olla. Suomessa opetushallituksen laatimat opetussuunnitelman perusteet sekä kriteeristö keskimmäläiselle arvosanalle edustavat tätä tasoa.⁴

Toimeenpantun opetussuunnitelman muodostaa kouluyhteisön sisällä tapahtuva toiminta. Siinä on kyseessä opetuksen suunnittelusta ja käytännön toteutuksesta, jolloin opettajat tekevät kullekin opetusryhmälle oman opetussuunnitelman. opetussuunnitelmassa esille nousevat kysymykset asenteista, yhteistyöstä sekä opetuksen tavoitteista ja sisällöistä. Nykyisin koulut ja kunnat laativat itse omat opetussuunnitelmat, joten niissä on mahdollista kuvata oman koulun vahvuuksia ja sisällöllisiä painotuksia, resursseja, toimintatapoja ja kehittämissuunnitelmia. Suomessa toimeenpantu opetussuunnitelma voi saada hyvinkin toisistaan poikkeavia muotoja, koska kouluilla on erilaisia omia ratkaisuja. Monet koulut erikoistuvat tiettyihin linjoihin, esimerkiksi luonnontieteisiin.

Toteutunut opetussuunnitelma liittyy olennaisesti oppilaiden oppimistuloksiin eli tietoihin, taitoihin ja asenteisiin. Myös oppilaiden kotitausta, harrastuneisuus, asennoituminen ja kyvykkyys vaikuttavat oppimistuloksiin.

⁴ Opetushallitus 1994, Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994, Helsinki: Painatuskeskus.

Tässä tutkimuksessa perehdytään toteutuneeseen opetussuunnitelmaan tarkastelemalla oppilaan sekä tiedollisia että ns. affektiivisiä oppimistuloksia. Affektiiviset oppimistulokset ovat tärkeitä, sillä fysiikan yksi keskeinen opetuksen tavoite on saada oppilaat ja eritoten tytöt innostumaan fysiikan opiskelusta. Erittäin mielenkiintoinen asia tässä tutkimuksessa on se, että Suomessa alettiin vielä vuonna 1999 opettaa fysiikkaa erillisenä oppiaineena 7. luokan alussa. Tutkimuksessa selvitetään sitä onko vuoden lisäopiskelulla vaikutuksia oppilaiden asennoitumiseen fysiikkaa kohtaan.

3 Tutkimuskysymykset

TIMSS 1999 –tutkimuksen otannan ja tiedonkeruun yhteydessä otettiin huomioon joitakin kansallisesti mielenkiintoisia tutkimuskysymyksiä. Perusopetuksen kahdeksatta luokkaa koskevan aineiston avulla voidaan esimerkiksi selvittää millaisia vaikutuksia yhden kouluvuoden lisäopiskelulla on fysiikan osaamiseen. Tässä tutkimuksessa tutkitaan löytyykö fysiikkaa koskevissa koetehtävissä 7.- ja 8.-luokkalaisten osaamisprosentista tilastollisesti merkitseviä eroja ja jos löytyy, niin kumman luokka-asteen eduksi ne ovat. Lisäksi selvitetään niitä aihealueita missä erot löytyvät. Luokka-asteiden ja sukupuolten välisiä eroja selittäviä tieteellisiä tekijöitä etsitään TIMSS 1999 –tutkimuksen taustakyselyistä ja oppikirja-analyysistä.

Nykyään suurena huolenaiheena opetuksessa on sukupuolten väliset erot fysiikan kiinnostamisessa ja osaamisessa. Tämän tutkimuksen yhtenä ongelmana on selvittää kasvavatko sukupuolten väliset erot fysiikan osaamisessa 8. luokalla suuremmiksi 7. luokkaan verrattuna. Tässä tutkimuksessa tutkitaan 8.-luokkalaisten tyttöjen ja poikien tulosten eroja ja verrataan niitä eroja aikaisemmin tutkittuihin 7.-luokkalaisiin.

TIMSS 1999 –tutkimuksessa saatiin tulokseksi, että suomalaisista 7.-luokkalaisista vain 11 % asennoitui myönteisesti fysiikkaan. Myönteisesti asennoituneista oli tilastollisesti merkitsevästi enemmän poikia kuin tyttöjä (tyttöjä 4 %, poikia 18 %). Tässä tutkimuksessa selvitetään ovatko 7.- ja 8.-luokkalaisten tyttöjen ja poikien asenteet ja itseluottamus fysiikkaa kohtaan erilaiset hyödyntämällä TIMSS 1999 –tutkimuksen taustakyselyistä saatuja aineistoja. Tutkimuksen kohteena ovat koekäytössä olevat PATS-P (Positive Attitude Towards Sciences-Physics) ja SCP (Students' self-Concept in the Sciences-Physics) -indeksit. PATS-P määrittää

oppilaan fysiikkaan asennoitumisen tason ja SCS-P määrittää sen tason, jolla oppilas uskoo omiin kykyihinsä fysiikassa.

TIMSS 1999 –tutkimuksessa otantakriteerinä luokka-asteelle oli "ylempi niistä luokka-asteista, joilla pääosa 13-vuotiaista tiedonkeruuhetkellä (keväällä) opiskelee". Siitä johtuen kansainvälisissä vertailuissa TIMSS 1999 –tutkimuksen tuloksina Suomesta käytettiin 7.-luokkalaisten tuloksia, vaikka useimmissa maissa tutkimus kohdistui 8.-luokkalaisiin. Suomi sijoittui tuloksissa silti selvästi kansainvälisen keskiarvon yläpuolelle. Tämä tutkimus pyrkii myös osaltaan vastaamaan kysymykseen: olisiko Suomi pärjännyt kansainvälisesti vielä paremmin fysiikkaan liittyvissä tehtävissä, jos Suomesta olisi käytetty 8. luokan tuloksia 7. luokan tulosten sijaan?

4 Tutkimuksessa käytetyt menetelmät

Aluksi kaikki oppilaiden vastaukset fysiikan 39 tehtävään koodattiin dikotomisesti, joko oikeiksi (1), vääriksi (0) tai puuttuviksi (8). Tämän jälkeen data ristiintaulukoitiin SPSS-ohjelmalla käyttäen Cochranin/Mantel-Haenszel –statistiikkaa siten, että 7. ja 8. luokka toimivat referenssi- ja koeryhmänä kunkin tehtävän kohdalla. 8. luokalla tyttöjen ja poikien tulosten tarkastelussa tehtävät ristiintaulukoitiin siten, että referenssiryhmänä olivat tytöt ja koeryhmänä pojat.

Kun tehtävässä havaitaan tilastollisesti merkitsevä ero ($p < 0,05$) voidaan sanoa DIF:ia esiintyvän paremmin menestyneen ryhmän eduksi. Parhaimmaksi menetelmäksi havaita tehtävistä DIF:ia (Differential Item Functioning) osoittautui Mantel-Haenszel –menetelmä, joka on paljon käytetty menetelmä havaita DIF:ia kahden ryhmän välillä dikotomisesti koodatusta materiaalista.

Muita usein käytettyjä menetelmiä ovat t-testi ja prosenttilukutesti. Molempien lähtökohtana ovat jatkuvat muuttujat. Tässä tutkimuksessa muuttujat ovat dikotomisesti koodattuja eli eivät ole jatkuvia, joten MH-menetelmä sopii hyvin. Tässä tutkimuksessa DIF₇₋₈ liittyy 7. ja 8. luokan tehtävien tuloksissa havaittuihin merkitseviin eroihin ja DIF_{♀-♂} tyttöjen ja poikien eroihin. Jatkossa käytetään kyseisiä lyhenteitä.

Taustakyselyissä olleet PATS-P ja SCS-P -indeksien kysymysten vastaukset 7.- ja 8.-luokkalaisilta koodattiin uudelleen, joko tasoon (1), tasoon (2), tasoon (3) tai puuttuviksi (8), oppilaan vastausten perusteella. Näistä otettiin tilastolliset jakaumat sekä luokka-asteittain että tytöille ja pojille kummallakin luokalla.

Muita vertailuja varten laskettiin SPSS-ohjelmalla tehtävien vastausprosentit 7. ja 8. luokalle sekä näiden luokkien tytöille ja pojille erikseen. Näistä tuloksista esitettiin jakaumat.

4.1 Mantel-Haenszel –menetelmä⁵

MH-menetelmän kehittivät Mantel ja Haenszel vuonna 1959. MH-menetelmä vertaa kahden tutkittavan ryhmän suorituksia, joista toinen ryhmä on referenssiryhmä ja toinen tutkittava ryhmä. Jokainen tehtävä käydään läpi yksi kerrallaan ryhmien välillä. Tutkittava ryhmä tulee valita siten, että se on epäsuotuisammassa asemassa referenssiryhmään verrattuna. Tässä tutkimuksessa referenssiryhmänä ovat 7.-luokkalaiset ja tutkittavana ryhmänä 8.-luokkalaiset sekä 8. luokan sukupuoltenvälisessä analyysissä referenssiryhmänä pojat ja tutkittavana ryhmänä tytöt. Tulosten kannalta ei ole merkitystä kumpi ryhmä on referenssiryhmä ja kumpi tutkittava ryhmä. MH-menetelmän avulla saadaan ristiintaulukoimalla 2×2 taulukko, missä muuttujina ovat saatu tulos tutkittavassa tehtävässä ja eri ryhmät.

Taulukko 1 Mantel-Haenszel $s \times 2 \times 2$ satunnaistaulukko

Ryhmä	Saatu tulos tutkittavassa tehtävässä		
	1	0	Yhteensä
Referenssiryhmä	A_j	B_j	n_{Rj}
Kohderyhmä	C_j	D_j	n_{Fj}
Yhteensä	m_{1j}	m_{0j}	T_j

Taulukossa 1 A_j on esimerkiksi niiden 7.-luokkalaisten oppilaiden lukumäärä, jotka ovat vastanneet kyseiseen tehtävään oikein. B_j on vastaavasti niiden oppilaiden lukumäärä, joiden vastaus on ollut väärä 7. luokalla. n_{Rj} on kaikkien vastanneiden 7.-luokkalaisten oppilaiden

⁵ Millsap, Roger E; Everson, Howard T; Methodology Review: Statistical Approaches for Assessing Measurement Bias (Applied Psychological Measurement, Vol. 17, No. 4, December 1993)

lukumäärä. Vastaavasti C_j , D_j ja n_{Fj} kuvaavat samoja lukuja 8.-luokkalaisille. m_{1j} on niiden oppilaiden lukumäärä kummaltakin luokalta, jotka ovat vastanneet tehtävään oikein. m_{0j} on väärin vastanneiden oppilaiden lukumäärä molemmilta luokilta. Kaikkien tehtävään vastanneiden oppilaiden lukumäärä on T_j .

Esimerkiksi taulukossa 2 on tehtävän 1 Mantel-Haenszel –taulukko, kun referenssiryhmänä on 7. luokka ja kohderyhmänä 8. luokka. Oikea vastaus kuvataan merkillä 1 ja väärä vastaus merkillä 0.

Taulukko 2 Tehtävän 1 Mantel-Haenszel –taulukko, kun referenssiryhmänä on 7. luokka ja kohderyhmänä 8. luokka.

Ryhmä	Saatu tulos tutkittavassa tehtävässä		
	1	0	Yhteensä
7. luokka	673	769	1442
8. luokka	192	148	340
Yhteensä	865	917	1782

Kun tehtävän p-arvo on alle 0.05, tehtävässä on havaittu tilastollisesti merkitsevä ero ryhmien välillä. Tällöin MH-analyysin α -arvo kertoo, kumpi ryhmistä on menestynyt paremmin. MH-analyysin α -arvo on normaalijakauman suhdeluku tietylle tehtävälle. Nollahypoteesina on $\alpha = 1.0$, tällöin tehtävässä ei esiinny tilastollisesti merkitseviä eroja kummankaan tutkittavan ryhmän välillä eli tehtävässä ei esiinny DIF:ia. Arvon ollessa alle 1.0, on tehtävä helpompi referenssiryhmälle ja vastaavasti arvon ollessa suurempi kuin 1.0, tehtävä on helpompi kohderyhmälle.

5 Tutkimusaineisto^{6,7}

TIMSS 1999 tarjosi Suomelle ja lukuisille muille maille tilaisuuden luonnontieteiden ja matematiikan oppimisen ja opetuksen monipuoliseen vertailuun kansainvälisessä viitekehyksessä.

TIMSS 1999 –tutkimuksessa oli mukana lähes 200 000 oppilasta ja yli 25 000 opettajaa kaikkiaan 38 maasta Suomi mukaan lukien. TIMSS 1999 –tutkimuksessa luonnontieteisiin on sisällytetty neljä oppiainetta: fysiikka, kemia, biologia ja maantieto (ns. science -alue). Tutkimukseen osallistuneiden maiden lista löytyy liitteestä 1.

Tutkimuksen keskeisimmät tavoitteet voidaan esittää seuraavasti:

- tuottaa tietoa oppilaiden matematiikan ja luonnontieteiden oppimistuloksista peruskoulussa,
- tarjota mahdollisuus oppimistulosten luotettavaan kansainväliseen vertailuun,
- tuottaa tietoa matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen ja opiskelun taustatekijöistä ja laajaa kansainvälistä kontekstia hyödyntäen etsiä sellaisia tekijöitä, jotka ovat yhteydessä oppimistuloksiin ja
- tarkastella omia kansallisia käytänteitä, arvostuksia ja teorioita laajemmassa kehyksessä.

TIMSS 1999 -tutkimus oli Opetusministeriön/Opetushallituksen rahoittama. Sen kansallisesta toteutuksesta vastasi Jyväskylän yliopiston Koulutuksen tutkimuslaitos (KTL). Tutkimuksen kansainvälinen keskus sijaitsi Boston Collegessa Yhdysvalloissa.

5.1 TIMSS 1999 –tutkimuksen otanta ja tiedonkeruu⁸

TIMSS 1999 –tutkimuksen kohdejoukoksi oli kansainvälisesti määriteltä "ylempi niistä luokka-asteista, joilla pääosa 13-vuotiaista tiedonkeruuhetkellä (kevällä) opiskelee". Suomessa tutkimus kohdistui siten peruskoulun 7. luokan oppilaisiin (useimmissa maissa kahdeksaluokkalaisiin).

⁶ Kolmas kansainvälinen matematiikka- ja luonnontiedetutkimus – uusintavaihe (TIMSS 1999) (<http://www.jyu.fi/ktl/tutkimus/kollaa/timss-r.htm>)

⁷ Martin, Mullis, Gonzalez, Gregory, Smith, Chrostowski, Garden and O'Connor: TIMSS 1999 International Science Report (International Association for the Evaluation of Educational Achievement, 2000) s. 13-22

⁸ Kolmas kansainvälinen matematiikka- ja luonnontiedetutkimus – uusintavaihe (TIMSS 1999) (<http://www.jyu.fi/ktl/tutkimus/kollaa/timss-r.htm>)

Tutkimuksen otanta suoritettiin käyttäen kaksivaiheista ryväotantaa, jossa oppilasotoksen otantayksikkönä käytettiin matematiikan opetusryhmää. Otokseen poimittiin 160 yläasteen koulua, ja näistä kustakin valittiin satunnaisesti mukaan yksi matematiikan opetusryhmä. Ainoastaan yhdessä koulussa, jossa ei käytetty opetusryhmäjakoa, tutkimukseen osallistuvat oppilaat poimittiin suoraan. Ruotsinkielisistä kouluista otettiin vielä 12 koulun lisäotos, jotta saataisiin luotettavampi kuva ruotsinkielisten koulujen tilanteesta. Koska kansallisesti selvitettiin myös sitä, millaisia vaikutuksia yhden kouluvuoden lisäopiskelulla on matematiikan ja luonnontieteiden osaamiselle, valittiin kansalliseksi lisäotoksi myös 8.-luokkalaisia.

Tutkimuksen tiedonkeruu toteutettiin Suomessa kahden viikon aikana huhtikuussa 1999 (12.–23.4.). Mukana olleita kouluja oli 159, kun yksi koulu kieltäytyi tutkimukseen osallistumisesta aivan kenttävaiheen kynnyksellä. Kussakin otoskoulussa yhdysopettaja vastasi koulutason toteutuksesta yhdessä kokeenvalvojen kanssa. Lähes kaikissa kouluissa yhdysopettajat ja kokeenvalvojat olivat matematiikan ja luonnontieteiden opettajia. Lähtökohtana pidettiin kuitenkin sitä, että kokeenvalvojana ei toimisi kyseistä opetusryhmää opettava opettaja, mutta monissa tapauksissa tämä ei ollut mahdollista.

Oppilaita koskevan tiedon keruuseen käytettiin aikaa kaikkiaan kolme tuntia. Kahden ensimmäisen koetilaisuuden aikana oppilaat vastasivat luonnontieteiden ja matematiikan koetehtäviin ja kolmannessa koetilaisuudessa oppilaat täyttivät oppilas kyselyn. Taulukossa 3 on esitetty lukumäärätietoja tutkimuksen kenttävaiheen toteutuksesta. Tässä tutkimuksessa ei puututa ruotsinkielisten koulujen oppilaiden tuloksiin.

Taulukko 3 TIMSS 1999 -tutkimuksen tiedonkeruuseen osallistuneiden koulujen ja oppilaiden määrät Suomessa

Kouluja	Oppilaita
Peruskoulun 7. luokan virallinen otos	
159	3060
Ruotsinkielisten koulujen lisäotos	
12	230
Peruskoulun 8. luokan kansallinen otos	
40	763

5.2 TIMMS 1999 –aineisto

TIMSS 1999 –tutkimuksen tarkoituksena oli arvioida matematiikan ja luonnontieteiden oppimisen ja opetuksen tilaa peruskouluasteella mahdollisimman luotettavasti ja kattavasti. Tätä varten kouluista kerättiin monipuolista tietoa kognitiivisilla kokeilla ja taustakyselyillä. Fysiikan koetehtävät ja kysymykset oli kehitetty fysiikan asiantuntijoiden kansainvälisenä yhteistyönä ja niiden soveltuvuus ja toimivuus oli testattu moneen kertaan. Viimeisin testaus tapahtui tutkimuksen esikokeessa, jonka tarkoituksena oli oppimisen arvioinnissa käytettävien tehtävien toimivuuden, oheiskyselyjen soveltuvuuden ja koko tiedonkeruuprosessin läpiviennin testaaminen ja joka toteutettiin varsinaista tutkimusta vuotta aikaisemmin.⁹

Fysiikan sisältöalueet ja niiden lukumäärät valittiin siten, että ne vastaisivat mahdollisimman hyvin osallistujamaiden koulutusjärjestelmiä ja opetussuunnitelmia. Valittujen sisältöalueiden tuli mahdollistaa oppisisältöjen tarkastelu siten, että alueiden keskeiset asiat tulivat esille. Valinnoissa yritettiin myös varmistaa se, että ne olisivat käyttökelpoisia vielä 10 vuoden aikajänteellä, jolloin opetussuunnitelmaa ja oppimista voidaan nykytilan lisäksi tarkastella tulevaisuuden muuttuneissa olosuhteissa.

Tehtävien yhteensopivuutta osallistujamaisen opetussuunnitelmiin selvitettiin ns. TCM-analyysin (Test-Curriculum Matching Analysis) avulla. Suurin osa tutkimuksen fysiikan tehtävistä (69 %) oli TCM-analyysin mukaan sellaisia, joiden vastaamiseen 7. luokan oppilaamme eivät olleet saaneet opetusta. Esimerkiksi tutkimuksen valo-opin asiat, energialajien muutokset, hukkalämpö, tehon laskeminen ja mekaniikka käsitellään Suomessa 8. tai 9. luokan fysiikan opetuksessa. Tästä huolimatta suomalaiset 7. luokan oppilaat osasivat vastata melko hyvin sellaisiinkin kysymyksiin, joiden sisältöaluetta heille ei vielä ollut koulussa opetettu.

Päätutkimuksen koevihkot sisälsivät kaikkiaan 298 tehtävää. Näistä oli matematiikan tehtäviä 155 ja luonnontieteiden tehtäviä 143. Tehtävistä 70 % oli monivalintatehtäviä ja loput 30 % olivat avoimia tehtäviä. Fysiikkaan liittyviä tehtäviä oli 39, näistä monivalintatehtäviä oli 28 ja avoimia 11.¹⁰

⁹ Kolmas kansainvälinen matematiikka- ja luonnontiedetutkimus – uusintavaihe (TIMSS 1999) (<http://www.jyu.fi/ktl/tutkimus/kollaa/timss-r.htm>)

¹⁰ Kupari P., Reinikainen P., Nevanpää T. ja Törnroos J. 2001. Miten matematiikkaa ja luonnontieteitä osataan suomalaisessa peruskoulussa? Kolmas kansainvälinen matematiikka- ja luonnontiedetutkimus TIMSS 1999 Suomessa. Koulutuksen tutkimuslaitos. Jyväskylän yliopistopaino. s. 25.

TIMSS 1999 –tutkimuksen 39 fysiikan tehtävästä suuri osa oli valo-opin tehtäviä (11 kpl). Ne käsittelivät mm. valon etenemistä linssien läpi sekä sen heijastumista erilaisista ja erivärisistä pinoista. Energiasta oli seitsemän tehtävää, jotka käsittelivät eri energia tyyppisiä, - lähteitä ja - muunnoksia. Voimasta ja liikkeestä oli kuusi tehtävää, jotka käsittelivät mm. tasapainoa, painovoimaa, nopeutta ja kiihtyvyyttä. Aineen erilaisista ominaisuuksista oli myös kuusi tehtävää, jotka käsittelivät mm. massaa, tiheyttä, magneettisuutta ja olomuotoja. Lämpöön, aaltoliikkeeseen ja ääneen liittyviä tehtäviä oli kaksi. Sähköstä ja magnetismista oli neljä tehtävää. Atomin rakenteesta oli yksi tehtävä¹¹.

Taulukossa 4 on esitelty TIMSS 1999 –tutkimuksen kaikki 39 fysiikan tehtävää¹². Vapautetut tehtävät esitellään kokonaisuudessaan liitteessä 9 ja salaisiksi luokitellut tehtävät liitteessä 10 (vain tarkastajien käyttöön). Puolet TIMSS tutkimuksen tehtävistä luokiteltiin salaisiksi. Tehtävän salaus perustuu siihen, että kyseisiä tehtäviä käytetään ns. linkkitehtävinä myöhemmissä TIMSS tutkimuksissa.

Taulukko 4 TIMSS 1999 -tutkimuksen 39 fysiikan tehtävää aihealueittain järjestettynä

#	Tehtävän aihe	Aihealue
1	Greatest density from mass/volume table	aineen ominaisuus
2	Magnetic substances	aineen ominaisuus
3	Evaporation rate by surface area	aineen ominaisuus
4	Alcohol/glass expansion in thermometer	aineen ominaisuus
5	Mass of freezing water	aineen ominaisuus
6	Heat expansion of balloons	aineen ominaisuus
7	Particles in nucleus of atom	moderni fysiikka
8	Stored energy in two springs	energia
9	Energy released from car engine	energia
10	Substance NOT a fossil fuel	energia
11	Sequence of energy changes	energia
12	Energy stored in food	energia
13	Efficiency of machines	energia
14	Conversation of electrical/light energy	energia

¹¹ Kupari P., Reinikainen P., Nevanpää T. ja Törnroos J. 2001. Miten matematiikkaa ja luonnontieteitä osataan suomalaisessa peruskoulussa? Kolmas kansainvälinen matematiikka- ja luonnontiedetutkimus TIMSS 1999 Suomessa. Koulutuksen tutkimuslaitos. Jyväskylän yliopistopaino. s. 80-81.

¹² TIMSS-R, Science Items Sorted by Content Grouping, Main Survey, TIMSS International Study Center, 1999

#	Tehtävän aihe	Aihealue
15	Heat conductivity experiment	lämpö-oppi
16	Temperature of boiling water	lämpö-oppi
17	Transmission of sound on the moon	aaltoliike
18	Sunscreen to protect against radiation	aaltoliike
19	Seeing person in a dark room	valo-oppi
20	Color reflecting most light	valo-oppi
21	Candle position reflected on grid	valo-oppi
22	Light rays through magnifying glass	valo-oppi
23	Shadow size from distance diagram	valo-oppi
24	Why light-colored clothes are cooler	valo-oppi
25	Angle of reflected light ray	valo-oppi
26	Brush reflected in mirror at angle	valo-oppi
27	Flashlights with white/black reflectors	valo-oppi
28	Amount of light on wall and ceiling	valo-oppi
29	Appearance of red dress in green light	valo-oppi
30	Diagram of batteries in a flashlight	sähkö ja magnetismi
31	Current/voltage table	sähkö ja magnetismi
32	Poles on cut magnet	sähkö ja magnetismi
33	Complete circuits	sähkö ja magnetismi
34	Gravity acting on rocket	voima ja liike
35	Rotating forces on wheel	voima ja liike
36	Path of ball released from orbit	voima ja liike
37	Balancing 10 and 5 liter buckets	voima ja liike
38	Determination of speed from graph	voima ja liike
39	Water level in U-tube	voima ja liike

6 Tiedolliset oppimistulokset

Suomalaiset 7. ja 8. luokan oppilaat menestyivät TIMSS 1999 –tutkimuksen fysiikan tehtävissä hyvin ollen 38 osallistuneen maan joukossa selvästi kansainvälisen keskiarvon yläpuolella. Suomalaisten 7.-luokkalaisten ratkaisuprosenttien keskiarvo TIMSS 1999 -tutkimuksen 39 fysiikan tehtävästä oli 60,1 % ja 8.-luokkalaisten 63,3 %. Kansainvälinen ratkaisuprosentti fysiikan tehtävistä oli 52,2 %.

Seuraavassa kappaleessa tarkastellaan 7. ja 8. luokan TIMSS 1999 –tutkimuksen fysiikan tehtävien tulosten eroja tarkemmin. Tutkimuksessa on selvitetty MH-menetelmän avulla, missä fysiikan tehtävissä havaittiin tilastollisesti merkitseviä eroja luokka-asteiden välillä. Jos esimerkiksi kahdeksas luokka menestyi paremmin, niin tehtävässä havaittiin DIF_{7-8} :ia 8. luokan eduksi. Erityisen mielenkiinnon kohteena on se, missä fysiikan aihealueissa merkitseviä eroja luokkien välillä esiintyy. Tutkimuksen tulokset tehtävien ratkaisuprosenteista luokittain ja kansainvälisesti esitellään liitteessä 2. Kaikkien fysiikan tehtävät ovat kokonaisuudessaan liitteissä 9 ja 10.

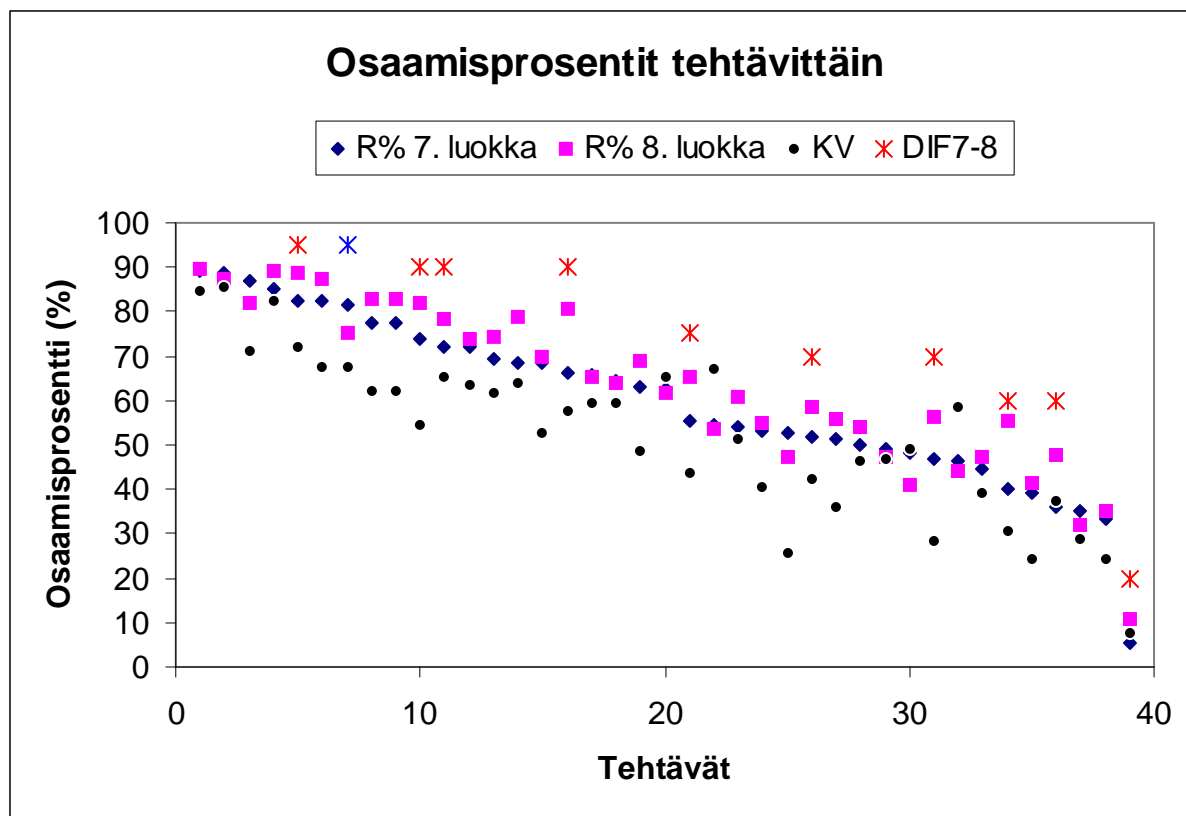
Tarkastellaan ensin tehtäviä, jotka erottelivat 7.- ja 8.-luokkalaiset toisistaan, tutkimalla missä tehtävissä 7. luokka oli parempi ja missä 8. luokka. Sitten tarkastellaan tehtäviä, missä luokka-asteet menestyivät yhtä hyvin, koska halutaan selvittää ne aihealueet, joita luokka-asteet osasivat yhtä hyvin.

6.1 Luokka-asteita erottelevat tehtävät

TIMSS-kokeen 39 fysiikan tehtävästä Mantel-Haenszel –menetelmällä havaittiin 11 tehtävässä toisen luokan menestyneen tilastollisesti merkitsevästi paremmin, eli havaittiin DIF_{7-8} :a toisen luokka-asteen hyväksi. Näistä yhdestätoista tehtävästä kymmenen osattiin paremmin 8. luokalla ja yksi 7. luokalla.

Suomalaiset 8.-luokkalaiset oppilaat menestyivät 7.-luokkalaisia paremmin siis kymmenessä fysiikan tehtävässä, jotka on merkattu kuvaan 2 punaisella tähdellä. Sininen tähti kuvaa 7.-luokkalaisten parempaa osaamista. Kuvassa kolme nähdään tehtävittäin 7. ja 8. luokan osaamisprosenttien erot ja vaihtelut sekä kansainvälinen keskiarvo jokaisen tehtävän kohdalla. Kuvassa 2 tehtävät on järjestetty 7. luokan osaamisprosentin suhteen kasvavasti kuvaajan selkeyttämiseksi eli tehtävänumerot eivät vastaa edellä mainittuja tehtävänantoja. Kuvan 2

tarkoitus on selvittää tehtävissä havaittuja eroja erityisesti niissä tehtävissä, joissa havaittiin DIF_{7-8} :a. Kuvasta näkee myös hyvin kuinka osaamisprosentit vaihtelivat tehtävissä alle 10 %:sta aina 90 %:iin asti eli tehtävät olivat hyvin eritasoisia.



Kuva 2 Suomalaisen 7.- ja 8.-luokkalaisten oppilaiden menestyminen TIMSS 1999 –tutkimuksen fysiikan tehtävissä kansainväliseen keskiarvoon verrattuna sekä DIF_{7-8} -tehtävät

Tehtävät, joissa havaittiin DIF_{7-8} :a, käsittelivät fysiikan aihealueista aineen ominaisuuksia, energiaa, valo-oppia sekä voimaa ja liikettä. Aaltoliikkeen, modernin fysiikan, lämpö-opin sekä sähkö- ja magnetismin aihealueita sisältävien tehtävien osaaminen ei erotellut 7.-luokkalaisten 8.-luokkalaisten. Yhteenveto tehtävien aihealueista ja luokka-asteiden osaamisen eroista löytyy taulukosta 5. Taulukossa ovat eri aihe-alueiden tehtävien lukumäärät sekä niiden tehtävien lukumäärät, joissa joko 7. luokka tai 8. luokka oli parempi. Taulukossa on myös ne tehtävät, joissa luokkien välillä ei ollut eroja.

Taulukko 5 TIMSS 1999 -tutkimuksen fysiikan tehtävien aihealueet ja tehtävien DIF₇₋₈ jakauma.

	Aalto- liike	Aineen ominaisuus	Energia	Lämpö- oppi	Moderni fysiikka	Sähkö ja magnetismi	Valo- oppi	Voima ja liike
kaikki tehtävät	2	6	7	2	1	4	11	6
7. luokka parempi	-	-	-	-	-	-	1	-
8. luokka parempi	-	2	3	-	-	-	3	2
Luokkien välillä ei eroa	2	4	4	2	1	4	7	4

Taulukon 5 perusteella havaitaan, että niissä aihealueissa, joista oli useampi kuin neljä tehtävää, luokkien välillä oli eroavaisuuksia. Jos aihealueesta oli alle 4 tehtävää, merkitseviä eroja ei luokkien välillä ollut. Eniten eroja luokkien välillä oli energiaan ja valo-oppiin liittyvissä tehtävissä ja niistä aihealueista oli eniten tehtäviäkin. Tehtäviä oli kaiken kaikkiaan 39, joten suuri osa tehtävistä osattiin ilman merkitseviä tilastollisia eroja eli niissä luokka-asteet olivat yhtä hyviä.

Tehtävien aihealueista 7.- ja 8.-luokkalaisille tutuimpia ovat aineen ominaisuudet, energia, valo-oppi ja voima & liike, koska niitä opetetaan 7. ja 8. luokalla. Aihealueita, kuten lämpöoppi, sähkö ja magnetismi sekä moderni fysiikka, opetetaan vasta 9. luokalla (Liite 11), joten niissä oppilailla hyvin samantasoisen tietämystaso.

Alla olevassa taulukossa (6) on esitetty ne 11 tehtävää, joissa havaittiin DIF₇₋₈:a jommankumman luokka-asteen hyväksi. Taulukkoon on kerätty tehtävän numero ja aihe, aihealue, ratkaisuprosentit luokittain, kansainvälinen ratkaisuprosentti sekä MH-analyysin α -arvo jokaisesta tehtävästä. Tarkemmat tehtävienannot löytyvät liitteistä 9 ja 10. MH-analyysin α -arvo kertoi sen, että kumpi ryhmä osasi paremmin. Jos $\alpha > 1.0$, kahdeksas luokka oli parempi ja jos se on alle 1.0, silloin 7. luokka oli parempi. Jokaisen tehtävän kohdalla tehtävän p-arvon tuli olla alle 0.05, jolloin tehtävässä oli tilastollisesti merkitsevä ero ryhmien välillä.

Taulukko 6 TIMSS-kokeen fysiikan tehtävät, joissa havaittiin DIF_{7,8}:ia.

#	Tehtävän aihe	Aihealue	R% 7. luokka	R% 8. luokka	KV (%)	α_{MH}	DIF ₇₋₈
1	Greatest density from mass/volume table	aineen ominaisuus	46,7	56,5	28,3	1,482	8. luokka
2	Magnetic substances	aineen ominaisuus	82,6	88,6	71,9	1,76	8. luokka
9	Energy released from car engine	energia	66,4	80,6	57,5	2,102	8. luokka
13	Efficiency of machines	energia	40,1	55,6	30,7	1,919	8. luokka
14	Conversation of electrical/light energy	energia	5,2	10,8	7,5	2,188	8. luokka
21	Candle position reflected on grid	valo-oppi	81,5	75,3	67,6	0,714	7. luokka
22	Light rays through magnifying glass	valo-oppi	51,8	58,6	42,4	1,332	8. luokka
24	Why light-colored clothes are cooler	valo-oppi	72,1	78,2	65,4	1,436	8. luokka
29	Appearance of red dress in green light	valo-oppi	36	47,7	37,3	1,656	8. luokka
38	Determination of speed from graph	voima ja liike	73,7	81,8	54,3	2,136	8. luokka
39	Water level in U-tube	voima ja liike	55,6	65,1	43,9	1,594	8. luokka

Tuloksista havaitaan, että molemmat luokat osasivat huomattavasti kansainvälistä keskiarvoa paremmin useimmissa tehtävissä, vaikka nämä tehtävät erottelivatkin suomalaiset 7.- ja 8.-luokkalaiset toisistaan.

6.1.1 7. luokka parempi

7.-luokkalaiset menestyivät TIMSS 1999 –tutkimuksessa ainoastaan yhdessä aaltoliikkeen tehtävässä (21) tilastollisesti merkitsevästi paremmin. Kyseinen tehtävä käsitteli kynttilän heijastumista tasopeilistä. Oppikirja-analyysin perusteella (Liite 11) valo-oppi käsitellään fysiikassa 7. luokalla, joten sen perusteella voisi olettaa, että tehtävän aihealue olisi käsitelty 7. luokalla ja olevan näin 7.-luokkalaisilla tuoreessa muistissa.

6.1.2 8. luokka parempi

Seitsemästä energiaa käsittelevästä tehtävästä kolmen (numeroiltaan 9, 13 ja 14) ratkaisuprosenteissa oli havaittavissa tilastollisesti merkitsevä ero 8. luokan eduksi. Näistä tehtävä 9 käsitteli kemiallisen energian muuttumista auton moottorissa. Tehtävä osattiin hyvin kummallakin luokalla muihin energiaa käsitteleviin tehtäviin nähden (osaamisprosentti 7 lk 66,4 % ja 8 lk 80,6 %). Tehtävässä 13 kysyttiin koneiden tehokkuutta muuttaa energia työksi. Tehtävä 14 käsitteli puolestaan sähköenergian muuttumista valoksi hehkulampussa. Kyseinen tehtävä osoittautui erittäin vaikeaksi kummallekin luokalle (7 lk 5,2 % ja 8 lk 10,8 %).

Kuusi tehtävää käsitteli aineen ominaisuuksia. Näistä 8.-luokkalaiset ratkaisivat tehtävät 1 ja 2 paremmin. Kyseiset tehtävät olivat tiheydestä ja magneettisuudesta. Magneettisuutta käsittelevä tehtävä osoittautui molemmilla luokilla paljon paremmin osatuksi kuin tehtävä kappaleiden tiheyksistä.

Valo-opin tehtäviä oli fysiikan tehtävistä eniten, kaikkiaan 11 tehtävää. Tehtävissä 22, 24 ja 29 havaittiin DIF:ia 8. luokan eduksi. Tehtävä 22 käsitteli valon kulkemisesta suurentavan lasin läpi. Tehtävät 24 ja 29 käsittelivät puolestaan valon heijastumista erivärisistä vaatteista. Yleensä ottaen valo-opin tehtävät osattiin hyvin kummallakin luokalla, lukuun ottamatta tehtävää 28, mikä käsitteli valon määrää katossa ja seinällä.

Voiman ja liikkeen aihe-alueelta oli kuusi tehtävää. Tehtävä 38 käsitteli nopeuden tulkitsemista graafista. Tämä tehtävä oli helppo kummallekin luokalle, tosin 8. luokan ratkaisuprosentti oli melkein 10 prosenttiyksikköä suurempi kuin 7. luokan. Myös tehtävässä 39, joka käsitteli veden korkeutta U-putkessa, havaittiin DIF₇₋₈:a 8. luokan eduksi.

Selityksiä 8. luokan paremmalle osaamiselle TIMSS 1999 –tutkimuksessa etsitään muualta TIMSS-aineistosta luvuissa 7 ja 8 sekä oppikirja-analyysin avulla liitteessä 11. Luvussa seitsemän tutkitaan vaikuttavatko sukupuolten erot tehtävissä siihen, että 8.-luokkalaiset menestyivät paremmin. Luvussa kahdeksan tutkitaan affektiivisten oppimistulosten muuttumista luokkien sekä sukupuolten välillä sekä pohditaan niiden vaikutuksia luokkien erilaiseen menestymiseen. Oppikirja-analyysissä selvitetään mitä aihealueita opetetaan 7. luokalla ja mitä 8. luokalla.

6.2 Luokka-asteet yhtä hyviä

Aaltoliikettä, lämpö-oppia, modernia fysiikkaa sekä sähköä ja magnetismia käsittelevissä tehtävissä ei yhdessäkään havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja luokkien välillä. Näissä aihealueissa oli alle neljä tehtävää, modernista fysiikasta ainoastaan yksi tehtävä. TIMSS 1999 – tutkimuksen 39 fysiikan tehtävässä esiintyi vain yhdessätoista tehtävässä DIF₇₋₈:a, joten 28 tehtävää osattiin yhtä hyvin molemmilla luokilla. Tämä johtunee siitä, että perusopetuksen seitsemännellä luokalla käsitellään hyvin todennäköisesti aaltoliikettä. Sähkö & magnetismi, lämpö-oppi ja moderni fysiikka ovat puolestaan vasta yhdeksännellä luokalla käsiteltäviä aihealueita. (Liite 11 Kirja-analyysi ylä-asteella opetetusta fysiikan aihealueista). Näin ollen luokkien tasoerot olivat yhtä suuret kyseisiä aihealueita sisältävissä tehtävissä.

Fysiikan tehtävistä aaltoliikettä käsitelivät tehtävät 17 ja 18. Kummassakaan tehtävässä toinen luokka-aste ei menestynyt tilastollisesti merkitsevästi paremmin. Nämä kaksi tehtävää osattiin hyvin kummallakin luokalla, ratkaisuprosentit olivat 77 - 87 % välillä, 8.-luokkalaisilla tosin hieman suuremmat kuin 7.-luokkalaisilla.

Aineen ominaisuuksia käsittelevistä tehtävistä neljä osattiin kummallakin luokalla siten, että tilastollisia eroja ei ollut. Nämä neljä tehtävää käsitelivät massaa, lämpölaajenemista ja haihtumista.

Modernin fysiikan aihealueesta oli tehtävä 7, joka käsitteli atomin nukleonin osia. Ratkaisuprosentit olivat molemmille luokka-asteilla noin 50 %. Ydinfysiikan ja modernin fysiikan aihealueita käsitellään oppikirja-analyysin perusteella yleensä vasta 9. luokalla.

Lämpö-opista oli kaksi tehtävää (15 ja 16), jotka käsitelivät kiehuvan veden lämpötilaa ja lämmönjohtumista. Tehtävät osattiin ilman tilastollisia eroja.

Neljä tehtävää käsitteli sähköä ja magnetismia. Tehtävässä 30 piti valita oikea kuva pattereiden järjestyksestä taskulampussa, mikä osoittautui helpoksi kummallakin luokalla. Tehtävä 31 käsitteli virran ja jännitteen määrää virtapiirissä. Tehtävät 32 ja 33 käsitelivät magneetteja ja sähköä johtavuutta.

7 Kasvatko sukupuolierot 7. ja 8. luokan välillä?

Sukupuolten välinen tasa-arvo on yksi suomalaisen koulutuksen ja opetuksen keskeinen tavoite. Koulutus on määritetty tasa-arvoiseksi tasa-arvolaissa¹³. Koulunkäynnin ei tulisi suosia tyttöjä eikä poikia vaan antaa kummallekin sukupuolelle yhtäläiset mahdollisuudet kouluttaa itsensä haluamaansa ammattiin. Tämän vuoksi tyttöjen ja poikien välisiä eroja on tutkittu paljon monella eri tieteenalalla (kts. lähteet). Luonnontieteiden oppiainekohtaiset sukupuolierot olivat TIMSS 1999 –tutkimuksessa Suomessa varsin pieniä, sillä ainoastaan fysiikassa poikien suorituspistemäärät olivat tilastollisesti merkitsevästi korkeampia kuin tyttöjen¹⁴.

Liitteessä 3 havainnollistetaan TIMSS 1999 –tutkimuksen 7.-luokkalaisten tyttöjen ja poikien suorituspistemäärien keskiarvoja fysiikassa verrattuna muihin tutkimukseen osallistuneisiin maihin.

Seuraavaksi pohditaan sukupuolieroja luokka-asteilla erikseen ja kappaleessa 7.2 verrataan luokkien välisiä sukupuolieroja toisiinsa, jotta nähdään, että ovatko tyttöjen ja poikien osaamisen erot muuttuneet.

7.1 Sukupuolierot eri luokka-asteilla

TIMSS 1999 –tutkimuksen aineistosta on aikaisemmin tutkittu¹⁵ suomalaisten 7.-luokkalaisten tyttöjen ja poikien vastausprosenttien eroja fysiikan tehtävissä. Tässä tutkimuksessa selvitettiin kasvatko sukupuolten väliset erot suuremmiksi 8. luokalle siirryttäessä. Asiaa selvitettiin vertaamalla aikaisemman tutkimuksen tuloksia sukupuolieroista nyt saatuihin 8.-luokkalaisten tuloksiin. Molemmissa tutkimuksissa käytettiin MH-analyysia, jonka avulla saatiin selville ne tehtävät, joiden vastausprosentissa on tilastollisesti merkitsevä ero jommankumman sukupuolen eduksi.

¹³ Laki naisten ja miesten välisestä tasa-arvosta (8.8.1986/609): 5 § Tasa-arvon toteuttaminen koulutuksessa ja opetuksessa (17.2.1995/206)

¹⁴ Kupari P., Reinikainen P., Nevanpää T. ja Törnroos J. 2001. Miten matematiikkaa ja luonnontieteitä osataan suomalaisessa peruskoulussa? Kolmas kansainvälinen matematiikka- ja luonnontiedetutkimus TIMSS 1999 Suomessa. Koulutuksen tutkimuslaitos, Jyväskylän yliopistopaino. s. 114-119.

¹⁵ Pekkanen, Tuomo: pro gradu; tyttöjen ja poikien erot fysiikan tehtävien osaamisessa; Fysiikan laitos, Jyväskylän yliopisto, 2003

7.1.1 Erot 7. luokalla¹⁶

Tuomo Pekkasen vuonna 2003 tehdyssä tutkimuksessa tyttöjen ja poikien välisistä eroista fysiikassa havaittiin, että kaikkiaan 22 tehtävässä havaittiin tilastollisesti merkitseviä eroja tyttöjen ja poikien vastauksissa. Tutkimuksessa tehtäviä oli mukana fysiikan tehtävien lisäksi luonnontieteellisen tiedonhankinnan menetelmistä, jolloin tarkasteltavia tehtäviä oli yhteensä 50. Tutkimuksessa tarkasteltiin 22 oppilaita erottelevaa tehtävää lisäksi eritasoisten oppilaiden ryhmittelyjen avulla, jolloin jäljelle jäi 12 tehtävää, joiden ratkaisuisissa havaittiin selvät erot 7.-luokkalaisten tyttöjen ja poikien välillä. Näistä 12 tehtävästä pojat olivat tyttöjä parempia 11:sta tehtävässä ja tytöt vain yhdessä.

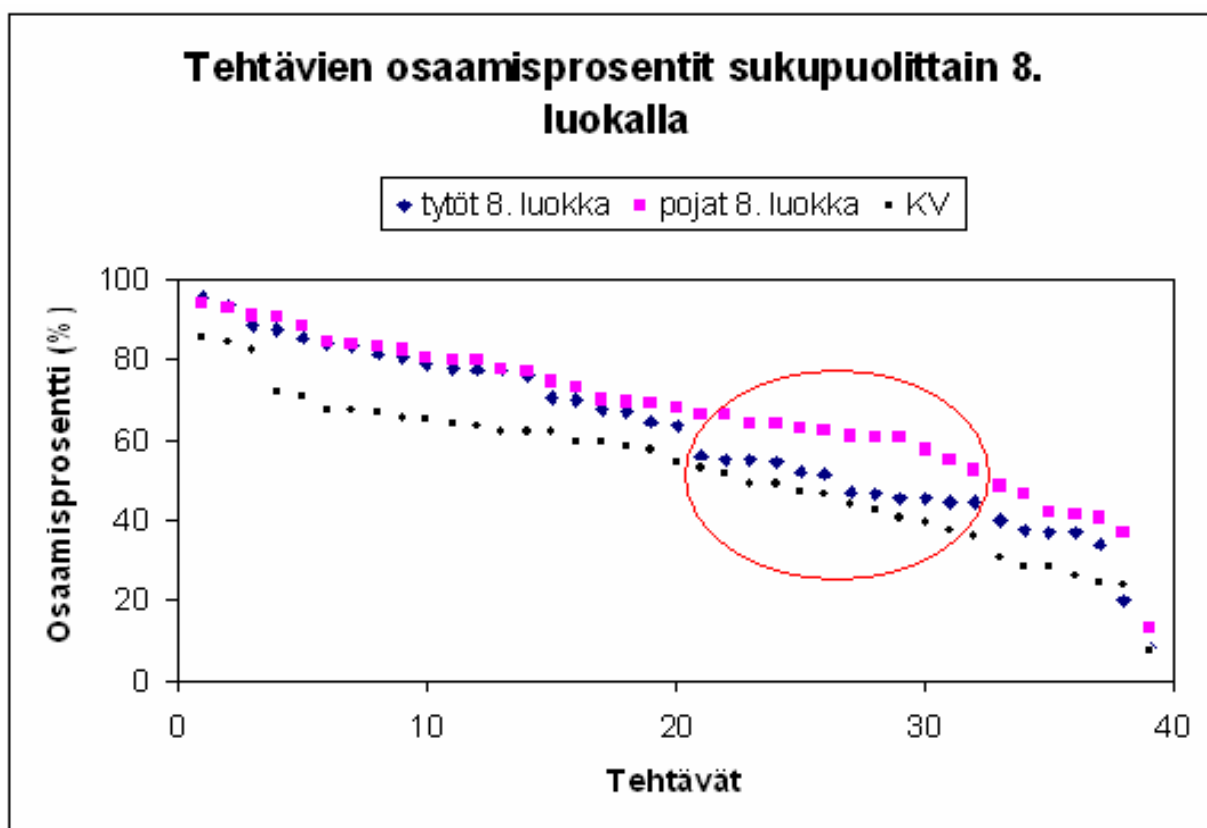
7.1.2 Erot 8. luokalla

MH-analyysin avulla selvitettiin ne tehtävät, joissa tyttöjen ja poikien osaamisprosentteissa oli kahdeksannella luokalla tilastollisesti merkitseviä eroja. Näissä tehtävissä havaittua tilastollisesti merkitsevää eroa sukupuolten välillä merkitään $DIF_{\text{♀-♂}}$. Vertaamalla näitä tehtäviä niihin tehtäviin, joissa havaittiin DIF_{7-8} :ia (Luku 6) saatetaan havaita saman tehtävän sisältävän molempia DIF :jä. Näin ollen kyseisessä tehtävässä 7. ja 8 luokkien välisiä eroja voidaan yrittää selittää sukupuolten välillä esiintyvien erojen avulla. Esimerkiksi siten, että jos tehtävässä havaittiin merkitsevä ero 7. ja 8. luokan välillä ja 8. luokalla myös tyttöjen ja poikien välillä, niin kyseisen tehtävän luokkien välinen ero voidaan selittää esim. 8. luokan poikien hyvällä suorituksella. Tutkimuksen tulokset tehtävien MH-analyysistä 8. luokalle löytyvät liitteestä 4.

Kuvassa 3 on esitetty 8. luokan tyttöjen ja poikien osaamisprosentit sekä kansainvälinen osaaminen. Osaamisprosentit on järjestetty nousevasti eikä tehtävänumeron mukaan kuvaajan selkeyttämiseksi. Kuvasta havaitaan, että tehtävät, joiden osaamisprosentti vaihteli 40 – 60 %, erottelivat 8. luokan tytöt ja pojat toisistaan hyvin (ympyröity). Tyttöjen osaaminen näissä tehtävissä oli kansainvälistä keskitasoa hieman parempaa, kun taas poikien osaaminen oli paljon parempaa. Helppoista tehtävistä (ratkaisuprosentti 60–90 %) maamme tytöt ja pojat vastasivat oikein suunnilleen samantasoisesti. Merkille pantavaa oli kuitenkin se, että suomalaiset, sekä tytöt että pojat, pärjäsivät hyvin verrattuna kansainväliseen tasoon.

¹⁶ Pekkanen, Tuomo: pro gradu; tyttöjen ja poikien erot fysiikan tehtävien osaamisessa; Fysiikan laitos, Jyväskylän yliopisto, 2003

Ainoastaan kahdessa kaikkein vaikeimmassa tehtävässä, kahdeksannen luokan tytöt menestyivät kansainvälistä keskitasoa heikommin.



Kuva 3 Suomalaisen 8.-luokkalaisten tyttöjen ja poikien menestyminen TIMSS 1999 – tutkimuksen fysiikan tehtävissä

MH-analyysin avulla selvitettiin TIMSS 1999 –tutkimuksen fysiikan tehtävistä ne tehtävät, joissa esiintyi tilastollisesti merkitseviä eroja 8. luokan tyttöjen ja poikien osaamisprosenttien välillä. Yhteensä yhdessätoista fysiikan tehtävässä havaittiin $DIF_{\varphi-\delta}$:ia toisen sukupuolen eduksi, joista kahdessa tyttöjen ja yhdeksässä poikien hyväksi. Taulukkoon 7 on koottu kaikkien tehtävien osaamisprosentti ja $DIF_{\varphi-\delta}$ tehtävien jakauma.

Verrattaessa tuloksia edelliseen tutkimukseen 7.-luokkalaisten tyttöjen ja poikien tehtävien osaamisen eroihin, havaitaan, että 7. luokalla $DIF_{\varphi-\delta}$ tehtäviä oli yhteensä 12 ja 8. luokalla 11. Seitsemännellä luokalla oli pojat parempia 11 tehtävässä ja tytöt vain yhdessä, kun vastaavasti 8. luokalla pojat olivat parempia yhdeksässä ja tytöt kahdessa tehtävässä. Tuloksia verrattaessa tulee muistaa se, että 7. luokalla tutkittiin 50 ja 8. luokalla 39 tehtävää.

Taulukko 7 Ratkaisuprosentit ja tehtävien, joissa havaittiin $DIF_{♀-♂}$:ia jommankumman sukupuolen eduksi 8. luokalla, lukumäärä TIMSS 1999 -tutkimuksen fysiikan tehtävissä

	Tytöt (8lk)	Pojat (8lk)
Ratkaisuprosentti (%)	61,1	67,0
Tehtävien, joissa havaittiin $DIF_{♀-♂}$:ia, lukumäärä	2	9

Tehtävät, joissa havaittiin $DIF_{♀-♂}$:ia, käsittelivät kaikkia muita kokeessa esiintyneitä aihealueita paitsi modernia fysiikkaa ja voimaa & liikettä, tosin näiltä aihealueilta oli vain yksi ja kaksi tehtävää. Taulukossa 8 on esitetty tehtävät, joissa havaittiin $DIF_{♀-♂}$:ia sukupuolten eduksi kahdeksannella luokalla, tehtävien aihealueet, ratkaisuprosentit sukupuolittain ja MH-analyysin α -arvot.

Taulukko 8 Tehtävät, joissa havaittiin $DIF_{♀-♂}$:ia TIMSS-kokeen fysiikan tehtävissä tyttöjen tai poikien eduksi 8. luokalla

#	Tehtävän aihe	Aihealue	Ratkaisu% 8. luokka/tytöt	Ratkaisu% 8. luokka/pojat	α_{MH}	$DIF_{♀-♂}$
5	Mass of freezing water	aineen ominaisuus	20	42,2	2,923	pojat
8	Stored energy in two springs	energia	78,8	69,9	0,624	tytöt
11	Sequence of energy changes	energia	37	52,6	1,895	pojat
13	Efficiency of machines	energia	40	69,4	3,4	pojat
16	Temperature of boiling water	lämpö-oppi	46,8	63,9	2,008	pojat
18	Sunscreen to protect against radiation	aaltoliike	76,1	90,5	2,986	pojat
20	Color reflecting most light	valo-oppi	93,6	84,6	0,378	tytöt
21	Candle position reflected on grid	valo-oppi	70	82,6	2,041	pojat
22	Light rays through magnifying glass	valo-oppi	45,3	72,9	3,25	pojat
30	Diagram of batteries in a flaslight	sähkö ja magnetismi	84,2	94,1	2,965	pojat
31	Current/voltage table	sähkö ja magnetismi	37,5	60,5	2,549	pojat

Aaltoliikkeen alueeseen kuuluvassa tehtävässä, jossa käsiteltiin suojautumista säteilyltä aurinkovoiteen avulla, olivat 8. luokan pojat huomattavasti tyttöjä parempia. Tehtävä oli varsin helppo kummallekin sukupuolelle. Siinä tyttöjen osaamisprosentti oli 76,1 % ja poikien 90,5 %.

Tehtävässä 5 kysyttiin jäätyneen veden massaa. Tämä tehtävä osoittautui vaikeaksi sekä tytöille että pojille, mutta silti poikien osaamisprosentti oli kaksinkertainen tyttöihin nähden. Tehtävässä 16 kysyttiin kiehuvan veden lämpötilaa. Se oli kummallekin sukupuolelle helpompi kuin veden massaan liittyvä tehtävä. Tehtävässä havaittiin $DIF_{\text{♀-♂}}$:ia poikien eduksi. Kumpikin tehtävä liittyy veden olomuodon muutoksiin sekä muuttuneen olomuodon ominaisuuksiin.

Energiaan liittyvässä tehtävässä (8) 8. luokan tyttöjen vastausprosentti oli tilastollisesti merkitsevästi parempi kuin 8. luokan poikien, eli tehtävässä havaittiin $DIF_{\text{♀-♂}}$:ia tyttöjen eduksi. Tehtävässä kysyttiin jousiin varastoitunutta energiaa. $DIF_{\text{♀-♂}}$:ia havaittiin vielä kahdessa muussa energiaan liittyvässä tehtävässä 8. luokan poikien eduksi. Nämä käsitelivät energian muuttumista kemiallisesta energiasta mekaaniseksi sekä koneiden tehokkuutta muuttaa energia työkseksi.

Sähköön ja magnetismiin liittyvistä tehtävistä kahdessa tehtävässä pojat osasivat tyttöjä merkitsevästi paremmin. Näistä ensimmäinen (30) käsitteli pattereiden järjestystä taskulampussa. Tämän tehtävän pojat osasivat fysiikan tehtävistä parhaiten (94,1 %). Tyttöjenkin tulos oli niin ikään hyvä (84,2 %). Tehtävä 31 käsitteli virtaa ja jännitettä virtapiirissä ja tehtävässä havaittiin $DIF_{\text{♀-♂}}$:ia poikien hyväksi. Poikien osaamisprosentti oli melkein kaksinkertainen tyttöjen osaamisprosenttiin verrattuna.

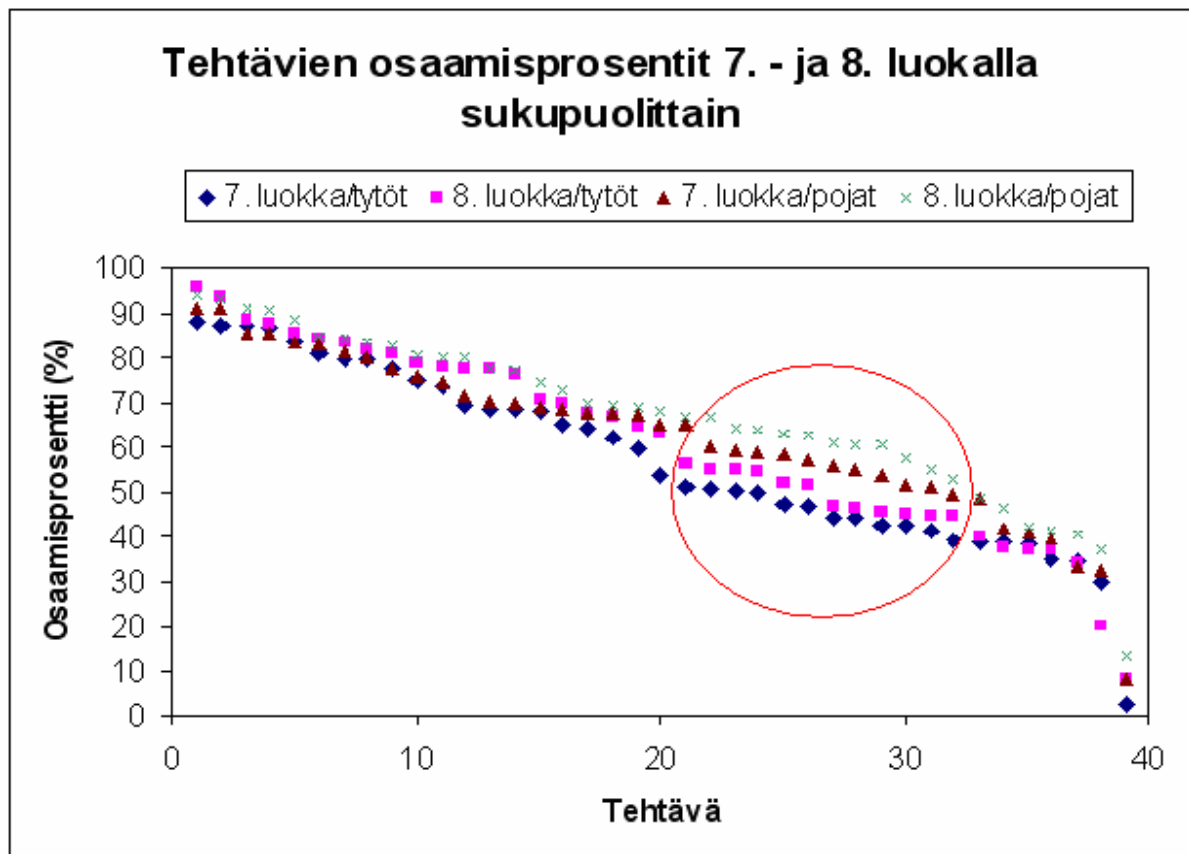
Tehtävässä 20 kysyttiin mikä väri heijastaa eniten valoa ja tehtävässä tyttöjen osaamisprosentti oli merkitsevästi poikien osaamisprosenttia parempi. Tehtävissä 21 ja 22 havaittiin $DIF_{\text{♀-♂}}$:ia vastaavasti poikien eduksi. Tehtävä 22, jossa valo kulki suurentavan lasin läpi, oli vaikea tytöille (45,3 %).

7.2 Sukupuolierot luokka-asteiden välillä

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan, johtuvatko 7. ja 8. luokkien osaamiserot fysiikan tehtävissä sukupuolten kasvaneista eroista. Molempien luokkien tyttöjen ja poikien osaamisprosentit kaikissa fysiikan tehtävissä löytyvät liitteestä 5. Tutkittaessa tyttöjen ja poikien osaamisprosenttien eroja päähuomio kohdistuu yhteentoista tehtävään, joissa havaittiin $DIF_{7-8:a}$ (Luku 6.1). Eroista voidaan päätellä johtuvatko luokkien väliset erot, ja varsinkin 8. luokan parempi osaaminen, tyttöjen ja poikien tehtävien osaamisen kasvaneista eroista.

Kaikkien TIMSS 1999 –tutkimuksen fysiikan tehtävien vastausprosenttien keskiarvo 7. luokan tytöillä oli 57,6 % ja pojilla 62,7 % sekä 8. luokan tytöillä 61,1 % ja pojilla oli 67 %. Tytöt menestyivät poikia vain hieman heikommin kummallakin luokalla. 7. luokalla tyttöjen ja poikien osaamisprosenttien keskiarvojen ero oli 5,1 % ja 8. luokalla 5,9 %, joten osaamisprosenttien keskiarvojen erot ovat kasvaneet vain hieman 8. luokalla. Tästä voidaan päätellä, että erot eivät ole kasvaneet paljon luokalta toiselle.

Kuvassa 4 on tehtävien osaamisprosentit 7. ja 8. luokalla tytöille ja pojille. Osaamisprosentit on järjestetty kaikilla pienimmästä suurempaan, joten tehtävien numeroinnit eivät vastaa tässä kuvassa aikaisemmin mainittuja tehtävänantoja. Kuvan tarkoituksena on selventää tyttöjen ja poikien prosentuaalista osaamista fysiikan tehtävissä ja osoittaa, että osaamisprosentit olivat pojilla korkeampia kuin tytöillä tietyssä prosenttialueessa (Osaamisprosentti 40 – 60 %, ympyröity). Jos tehtävän osaamisprosentti oli suurempi kuin 40 %, tytöt ja pojat osasivat suunnilleen yhtä hyvin ja jos osaamisprosentti oli alle 30 %, tehtävissä ei myöskään havaittu eroja.



Kuva 4 Suomalaisen 7.- ja 8.-luokkalaisten tyttöjen ja poikien menestyminen TIMSS 1999 – tutkimuksen fysiikan tehtävissä

Taulukkoon 9 on koottu ne tehtävät, joissa havaittiin DIF_{7-8} :ia (Luku 6.1) sekä 7. ja 8. luokan tyttöjen ja poikien osaamisprosentit näissä tehtävissä. Taulukossa $\% \Delta_{tp} 7. lk$ tarkoittaa 7. luokan tyttöjen ja poikien osaamisprosenttien erotusta ja vastaavasti $\% \Delta_{tp} 8. lk$ tarkoittaa erotusta 8. luokalla. Muutoksen suunnalla pyritään kuvaamaan sitä, että onko osaamisprosenttien erotus laskenut vai noussut 7. luokalta 8. luokalle. Näin pyritään saamaan selville, että onko tehtävissä, joissa 8.-luokkalaisten olivat merkittävästi parempia, selkeä ero tyttöjen ja poikien tuloksilla.

Taulukko 9 TIMSS-kokeen DIF_{7,8}:ia sisältävien fysiikan tehtävien osaamisprosentit 7. ja 8. luokalla sukupuolittain

#	Tehtävän aihe	R%		% Δ tp	R%		% Δ tp	muutos
		7.lk/tytöt	7.lk/pojat	7. lk	8.lk/tytöt	8.lk/pojat	8. lk	
1	Greatest density from mass/volume table	42,4	51,1	8,7	52	60,9	8,9	↑
2	Magnetic substances	79,6	85,6	6	85,5	93,2	7,7	↑
9	Energy released from car engine	65,3	67,6	2,3	80,7	80,5	0,2	↓
13	Efficiency of machines	38,6	41,7	3,1	40	69,4	29,4	↑
14	Conversation of electrical/light energy	2,5	7,9	5,4	8,2	13,2	5	↓
21	Candle position reflected on grid	79,7	83,2	3,5	70	82,6	12,6	↑
22	Light rays through magnifying glass	38,4	65,2	26,8	45,3	72,9	27,6	↑
24	Why light-colored clothes are cooler	68,6	75,6	7	77,5	80	2,5	↓
29	Appearance of red dress in green light	38,6	33,3	5,3	56,1	41,3	14,8	↑
38	Determination of speed from graph	77,4	69,8	7,6	87,5	84,1	3,4	↓
39	Water level in U-tube	46,8	65,1	18,3	70,7	62,8	7,9	↓

Näissä 11 tehtävässä, joissa havaittiin DIF_{7,8}, osaamisprosentit vaihtelivat kummallakin luokalla tyttöjen ja poikien suhteen aika paljon. Taulukon tietojen perusteella voidaan päätellä, että DIF_{7,8}:t 8. luokan eduksi joissain tehtävissä johtuisivat nimenomaan siitä, että pojat olivat parantaneet huomattavasti suorituksiaan 7. luokalta 8. luokalle mentäessä. Sitä vastoin 8. luokan tytöt menestyivät monissa tehtävissä jopa 7. luokan poikia heikommin.

Muutoksista noin puolet ovat alaspäin eli sukupuolten erot ovat laskeneet 7. luokalta 8. luokalle ja puolet ylöspäin eli sukupuolierot olisivat nousseet. Tästä johtuen ei voi suoraan todeta 7. ja 8. luokan erojen johtuvan pelkästään sukupuolten kasvavista eroista. Tuloksista nähdään, että kumpikin sukupuoli on parantanut suorituksiaan luokalta toiselle. Tulosten nojalla voidaan sanoa, että sukupuolten välillä on eroja 7. ja 8. luokalla, mutta erot eivät ole kasvaneet.

Energian muuttumista auton moottorissa käsittelevässä tehtävässä (9) oli selkeä ero osaamisprosentteissa 8. luokan hyväksi. Kyseisen tehtävän olivat kummankin luokan tytöt ja pojat osanneet yhtä hyvin. Myös tehtävässä 38, joka käsitteli nopeuden tulkitsemista graafista, havaittiin suuri ero 8.-luokkalaisten hyväksi, mutta vain pienet erot samojen luokkien tyttöjen ja poikien välillä. Tulosten perusteella voidaan olettaa kyseisen asian olevan opetettu 8. luokalla.

Tehtävä 1 käsitteli aineen tiheyttä. Tehtävässä osaamisprosentit 7. luokan tytöillä ja pojilla sekä 8. luokan tytöillä olivat samaa luokkaa, mutta 8. luokan pojilla on selkeästi parempi osaamisprosentti. Näin on myös tehtävissä 13 ja 22. Näissä tehtävissä $DIF_{7,8}$:in esiintyminen 8. luokan eduksi selittyy nimenomaan poikien hyvästä menestymisestä.

Tehtävän 21, joka käsitteli kynttilän heijastumista tasopeilistä, on heikoiten osanneet 8. luokan tytöt. Kyseinen tehtävä oli myös ainoa, missä 7.-luokkalaisten vastausprosentit olivat tilastollisesti merkitsevästi suurempia kuin 8.-luokkalaisten eli tehtävässä havaittiin $DIF_{7,8}$:ia 7. luokan hyväksi.

Verrattaessa tehtäviä, joissa havaittiin luokkien välillä eroja niihin tehtäviin, joissa oli 8. luokalla sukupuolten välillä eroja, havaitaan yhteisiä tehtäviä olevan kolme. Näin ollen tehtävissä 13, 21 ja 22 8. luokan parempaa osaamista voidaan selittää 8. luokan poikien erinomaisella osaamisella.

Nyt saadut tulokset tyttöjen ja poikien eroista 8. luokalla ovat samoilla linjoilla aikaisempien tutkimusten kanssa. Luvussa 7.1.1 todettiin 7.-luokkalaisten keskuudessa 12 tehtävän sisältävän merkitseviä eroja tyttöjen ja poikien tulosten välillä ja nyt saaduissa tuloksissa 11 tehtävää erotteli 8.-luokkalaiset tytöt ja pojat. Saatujen tulosten nojalla voidaan todeta, että sukupuolierot eivät ole kasvaneet 7. luokalta 8. luokalle vaan pysyneet samana.

8 Affektiiviset oppimistulokset

8.1 Tausta

Oppilaiden asennoitumista koulunkäyntiin ja eri oppiaineiden opiskeluun pidetään tärkeänä tekijänä koulumenestyksessä. Oppilaalla saattaa olla käsitys, ettei hän usko voivansa oppia fysiikkaa. Näin ajattelevalla oppilaalla ei ole luottamusta omiin kykyihinsä fysiikassa eikä hän

ole kiinnostunut fysiikan opiskelusta, saati jatkamaan fysiikan tai teknillisten alojen opiskelua myöhemmin. TIMSS 1999 –tutkimuksen tulosten¹⁷ mukaan vahva itseluottamus ja myönteinen asennoituminen ovat tärkeitä fysiikan oppimisessa. Oppisisällöillä, opetuksen lähestymistavoilla ja muilla ratkaisuilla voidaan merkittävästi vaikuttaa siihen, miten oppilaat asennoituvat fysiikkaan ja missä määrin he saavat luottamusta omaan kykyihinsä menestyä. Sillä, kuinka mielekkäänä oppilaat fysiikan opiskelun kokevat, on TIMSS 1999 –tutkimuksen mukaan suora yhteys heidän asennoitumiseensa.

Matematiikan ja luonnontieteiden oppimistuloksiin yhteydessä olevia tekijöitä selvitettiin TIMSS 1999 –tutkimuksessa taustakyselyillä. Oppilaskysely käsitteli mm. oppilaan taustaa kuvaavia tekijöitä (ikä, sukupuoli, asuinympäristö, vanhempien koulutus), asenteita matematiikkaa ja luonnontieteitä kohtaan, luokkahuoneen toimintoja ja koulun ulkopuolisia aktiviteetteja. Kysymyksillä pyritään kuvaamaan oppilaiden asenteita, kiinnostusta ja harrastuneisuutta fysiikan opiskelua kohtaan sekä uravalintoja. Tutkimuksessa asennoitumista ja itseluottamusta mitattiin useilla kysymyksillä, jotta pystyttiin takaamaan mahdollisimman hyvä tulos. Tulosten avulla pyritään kuvaamaan sellaisia oppimistuloksia ja oppimateriaaleja, joiden on havaittu olevan yhteydessä oppilaiden mielenkiintoon ja myönteiseen asennoitumiseen fysiikkaa kohtaan.

Seuraavaksi käsitellään tarkemmin TIMSS 1999 –tutkimuksen aineiston pohjalta oppilaiden prosentuaalista jakautumista SCS-P ja PATS-P indeksien eri tasoihin. Vertaillaan eri luokka-asteiden itseluottamusta ja positiivista asennoitumista fysiikkaan sekä tarkastellaan tarkemmin tyttöjen ja poikien eroja eri luokka-asteilla. Tarkoituksena indeksien tarkastelulla on se, että pystytään vertaamaan itseluottamuksen fysiikan oppimista kohtaan ja fysiikkaan liittyviä myönteisten asenteiden yhteyttä fysiikan osaamiseen. Tarkastelemalla luokka-asteiden välisiä asennoitumisen eroja, voidaan selvittää sekä asenteiden muuttumista luokalta toiselle että niiden yhteyttä luokkien menestymiseen TIMSS 1999 –tutkimuksen fysiikan tehtävissä. Sukupuolten väliset erot asennoitumisessa fysiikkaa kohtaan antavat lisäinformaatiota asennoitumisen suunnasta ja siitä, että kasvaako sukupuolten välinen ero.

¹⁷ Kolmas kansainvälinen matematiikka- ja luonnontiedetutkimus – uusintavaihe (TIMSS 1999) (<http://www.jyu.fi/ktl/tutkimus/kollaa/yhtvet0712.htm>)

8.2 Luottamus omiin taitoihinsa fysiikan oppijana

TIMSS 1999 –tutkimuksessa selvitettiin oppilaan itseluottamusta luonnontieteisiin liittyen sekä kunkin oppiaineen kohdalla erikseen. Itseluottamuksella tässä yhteydessä tarkoitetaan oppilaan uskoa itseensä kyseisen oppiaineen oppijana ja sitä että oppilas tietää osaavansa sekä pärjäävänsä hyvin oppiaineessa. Oppilaiden itseluottamusta omiin kykyihinsä fysiikassa testattiin TIMSS 1999 –tutkimuksessa neljällä väittämällä:

- Pitäisin fysiikasta paljon enemmän, jos se ei olisi niin vaikeaa.
- Vaikka teen parhaani, fysiikka on vaikeampaa minulle kuin monille luokkatovereilleni.
- Kukaan ei voi olla hyvä kaikissa aineissa, ja minä en ole fysiikassa lahjakas.
- Fysiikka ei kuulu vahvuuksiini.

Näistä neljästä väittämästä muodostettiin kansainvälinen ”Students’ self-Concept in the Sciences – Physics” –indeksi eli ”Luottamus omiin fysiikan kykyihinsä” –indeksi tai lyhyemmin SCS-P -indeksi. Oppilaat vastasivat kysymyksiin käyttäen neljäportaista asteikkoa, jossa vastausvaihtoehtoina olivat joko täysin samaa mieltä, samaa mieltä, eri mieltä tai täysin eri mieltä. Tällöin oppilaat, jotka vastasivat erimieltä tai täysin erimieltä kaikkiin neljään väittämään, olivat itseluottamukseltaan vahvoja (3). Oppilaat jotka vastasivat samaa mieltä tai täysin samaa mieltä kaikkiin neljään väittämään, omaavat itseluottamuksen matalan tason (1). Lopuilla oppilaista oli keskitasoinen itseluottamus (2) fysiikkaan.

8.2.1 7. ja 8. luokalla

Niiden 15 maan joukossa, jossa fysiikkaa opetetaan erillisenä oppiaineena, 32 prosentilla oppilaista oli vahva itseluottamus fysiikan oppimiseen. TIMSS 1999 –tutkimuksen perusteella suomalaisista 7.-luokkalaisista kolmanneksella oppilaista oli vahva itseluottamus fysiikassa ja lähes yhtä usealla (29 %) fysiikan itseluottamus oli heikko (Kuva 5). Tutkimuksessa havaittiin myös, että Suomessa poikien osuus vahvan itseluottamuksen omaavista oppilaista oli tyttöjen osuutta tilastollisesti merkitsevästi suurempi fysiikassa (pojat 46 % ja tytöt 17 %) (Liite 6).

	High SCS		Medium SCS		Low SCS	
	Percent of Students	Average Achievement	Percent of Students	Average Achievement	Percent of Students	Average Achievement
Physics (SCS-P)						
Russian Federation	63 (1.1)	548 (6.5)	24 (0.8)	520 (7.0)	13 (0.8)	490 (10.0)
Netherlands ^c	44 (2.4)	563 (8.2)	45 (1.8)	533 (6.9)	11 (1.2)	526 (8.4)
Bulgaria	35 (1.8)	546 (6.3)	41 (0.9)	520 (7.1)	24 (1.6)	491 (5.1)
Slovenia	35 (1.2)	557 (4.1)	49 (1.1)	532 (4.1)	16 (0.8)	494 (4.8)
Hungary	34 (1.4)	579 (5.8)	46 (1.1)	549 (4.0)	20 (0.9)	519 (5.5)
Macedonia, Rep. of	33 (1.3)	498 (4.6)	44 (1.0)	461 (5.4)	22 (1.0)	419 (7.6)
Belgium (Flemish)	33 (1.8)	561 (6.9)	49 (1.5)	539 (5.9)	18 (1.1)	530 (7.5)
Czech Republic	33 (1.6)	564 (5.2)	47 (1.1)	534 (4.6)	20 (1.3)	512 (5.6)
Finland	31 (1.2)	559 (5.2)	40 (1.2)	534 (5.2)	29 (1.1)	504 (3.4)
Moldova	28 (1.3)	488 (5.2)	54 (1.4)	457 (4.9)	18 (1.1)	440 (7.6)
Slovak Republic	27 (1.3)	568 (6.0)	48 (1.1)	536 (3.2)	25 (1.0)	502 (4.4)
Latvia (LSS)	24 (1.4)	526 (5.3)	49 (1.1)	505 (5.4)	26 (1.3)	480 (6.2)
Morocco ^r	22 (1.0)	372 (7.3)	56 (0.8)	324 (3.8)	22 (0.9)	299 (8.3)
Lithuania [†]	22 (1.2)	526 (6.5)	55 (1.1)	488 (4.3)	23 (1.2)	458 (4.9)
Romania	13 (0.9)	496 (10.2)	47 (1.2)	483 (6.8)	40 (1.2)	462 (5.5)
International Avg.	32 (0.4)	530 (1.6)	46 (0.3)	501 (1.5)	22 (0.3)	475 (2.0)

SOURCE: IEA Third International Mathematics and Science Study (TIMSS), 1998-1999.

kuva 5 TIMSS 1999 –tutkimuksen SCS-P –indeksi

Verrattaessa Suomen tuloksia korkean itsetunnon omaavien oppilaiden kansainväliseen keskiarvoon kuvan 5 perusteella, havaitaan, että kansainvälinen keskiarvo on suurin piirtein samaa luokkaa. Matalan itsetunnon omaavia oppilaita on Suomessa enemmän (29 %) kuin kansainvälinen keskiarvo (22 %) osoittaa. Esimerkiksi naapurimaassa Venäjällä jopa 63 % oppilaista omaa vahvan itsetunnon ja vain 13 % heikon itsetunnon fysiikkaa kohtaan.

TIMSS 1999 –tutkimuksessa selvisi, että Suomessa erot eritasoisen itseluottamuksen omaavien oppilaiden suorituksissa olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä: oppilaat, joilla oli vahva itseluottamus fysiikkaa kohtaan, myös menestyivät selvästi muita paremmin fysiikassa. Fysiikassa itseluottamuksella oli voimakkaampi yhteys poikien kuin tyttöjen suorituksiin.¹⁸

Verrattaessa suomalaisten 7.- ja 8.-luokkalaisten ”Luottamus omiin fysiikan kykyihinsä” eli SCS-P –indeksin tuloksia TIMSS 1999 –tutkimuksen aineistosta havaitaan, että 8.-luokkalaiset omaavat vielä heikomman itseluottamuksen fysiikkaa kohtaan kuin 7.-luokkalaiset. Taulukkoon 10 on koottu tulokset itseluottamuksesta omiin kykyihinsä fysiikassa kummallakin luokalla.

¹⁸ Kupari P., Reinikainen P., Nevanpää T. ja Törnroos J. 2001. Miten matematiikkaa ja luonnontieteitä osataan suomalaisessa peruskoulussa? Kolmas kansainvälinen matematiikka- ja luonnontiedetutkimus TIMSS 1999 Suomessa. Koulutuksen tutkimuslaitos. Jyväskylän yliopistopaino. s. 127 - 129.

Taulukko 10 Suomalaisten 7. ja 8. luokkalaisten oppilaiden jakautuminen ”Luottamus omiin fysiikan kykyihinsä” –indeksin mukaisiin tasoihin.

	Vahva (3) (%)	Keskitasoinen (2) (%)	Heikko (1) (%)
7. luokka	28,8	40,1	31,1
8. luokka	26,2	36,2	37,6

Tuloksista nähdään, että heikon itseluottamuksen fysiikkaa kohtaan omaavien oppilaiden osuus kasvaa 31,1 prosentista 37,6 prosenttiin. 8.-luokkalaisista oppilaista melkein 40 % tuntee oman itsetuntonsa fysiikan oppimisessa olevan heikko. Vahvan itseluottamuksen omaavien oppilaiden prosentuaalinen osuus pienenee 28,8 %:sta 26,2 %:iin. Tulosten perusteella havaitaan, että oppilaiden oma itseluottamus fysiikkaan heikkenee, kun fysiikkaa on opiskeltu vuosi enemmän. Prosentuaaliset muutokset eivät ole suuria luokkien välillä, mutta niissä on havaittavissa selkeä suunta: heikon itseluottamuksen omaavien oppilaiden määrä kasvaa ja vahvan itseluottamuksen omaavien oppilaiden määrä pienenee kohti keskitasoa.

8.2.2 Tyttöillä ja pojilla eri luokka-asteilla

Verrattaessa tyttöjen ja poikien itseluottamuksen eroja fysiikassa 7. ja 8. luokalla, havaitaan tulosten perusteella, että tyttöillä on selvästi heikompi itseluottamus omiin kykyihin fysiikassa kuin samanikäisillä pojilla. Taulukkoon 11 on koottu tyttöjen ja poikien tulokset eri luokka-asteilta.

Taulukko 11 Suomalaisten 7. ja 8. luokkalaisten tyttöjen ja poikien jakautuminen ”Luottamus omiin fysiikan kykyihinsä” –indeksin mukaisiin tasoihin.

Luokka-aste	Sukupuoli	Vahva (3) (%)	Keskitasoinen (2) (%)	Heikko (1) (%)
7. luokka	tytöt	17,5	44,3	38,2
	pojat	46,7	35,8	17,5
8. luokka	tytöt	15,5	38,1	46,4
	pojat	36,9	34,3	28,8

Tuloksista havaitaan, että tyttöillä yhden vuoden lisäopiskelu fysiikkaa kasvattaa heikon itseluottamuksen määrää 38,2 prosentista 46,4 prosenttiin. Tämä tarkoittaa sitä, että melkein puolet 8.-luokkalaisista tytöistä ja kolmannes pojista tuntee, että ei usko omiin kykyihinsä fysiikassa. Tulosten perusteella noin puolella 7.-luokkalaisista pojista on vahva itsetunto fysiikkaa kohtaan ja 8.-luokallakin 40 % pojista on vahva itsetunto. Tyttöjen vahva itsetunto

tippuu 17,5 prosentista 15,5 prosenttiin. Tulosten perusteella havaitaan selkeä trendi: tyttöjen ja poikien vahva itsetunto tippuu heikommaksi luokalta toiselle, mutta pojilla vahvan itsetunnon omaavia oppilaita on selvästi tyttöjä enemmän.

Se, että fysiikkaa on opiskeltu yksi lisävuosi, tiputtaa oppilaiden itseluottamusta itseensä fysiikan oppijana, on fysiikan opetuksen ja jatko-opiskelujen kannalta huonoa. Olisi hyvä, jos fysiikan opiskelu olisi oppilaista mielenkiintoista ja he innostuisivat enemmän sen opiskelusta, koska se vaikuttaisi positiivisesti myös oman itsetunnon kasvuun fysiikan oppijana ja sitä kautta innostaisi fysiikan oppimiseen.

8.3 Myönteinen asennoituminen fysiikkaa kohtaan

Oppilaiden tiedollisten taitojen kehittämisen ohella yksi keskeinen tehtävä fysiikan opettamisessa on muokata oppilaiden asennoitumista fysiikkaa kohtaan entistä myönteisemmäksi. Oppilaiden positiivista asennoitumista fysiikkaan testattiin TIMSS 1999 – tutkimuksessa viidellä väittämällä:

- Pidän fysiikasta.
- Nautin fysiikan oppimisesta.
- Fysiikka on tylsää.
- Fysiikka on tärkeää jokaisen elämässä.
- Haluaisin työhön, jossa tarvitaan fysiikan tietoja.

Näistä viidestä väittämästä muodostettiin kansainvälinen ”Positive Attitudes Towards the Sciences-Physics” –indeksi eli ”Positiivinen asenne fysiikkaa kohtaan” –indeksi tai lyhyemmin PATS-P -indeksi. Oppilaat vastasivat edellisiin kysymyksiin käyttäen neljäportaista asteikkoa, jossa vastausvaihtoehtoina olivat joko täysin samaa mieltä, samaa mieltä, eri mieltä tai täysin eri mieltä. Tällöin oppilaat, jotka vastasivat erimieltä tai täysin erimieltä kaikkiin neljään väittämään, omasivat vahvan myönteisen asennoitumisen fysiikkaan (3). Oppilaat jotka vastasivat samaa mieltä tai täysin samaa mieltä kaikkiin neljään väittämään, omaavat myönteisen asennoitumisen matalan tason (1). Lopuilla oppilaista oli keskitasoinen asenne (2) fysiikkaan.

8.3.1 7. ja 8. luokalla

TIMSS 1999 –tutkimuksen perusteella suomalaisista 7.-luokkalaisista vain 11 % omasi vahvan myönteisen asenteen fysiikkaan, mutta kielteisesti asennoituvia oli yli kolmannes (34 %) (Kuva 6). Suomessa fysiikkaan neutraalisti asennoituvia tyttöjä oli 52 % ja poikia 58 % sekä myönteisesti asennoituvista oppilaista oli tilastollisesti merkitsevästi enemmän poikia kuin tyttöjä (tyttöjä 4 %, poikia 18 %) (Liite 7).

	High PATS		Medium PATS		Low PATS	
	Percent of Students	Average Achievement	Percent of Students	Average Achievement	Percent of Students	Average Achievement
Physics (PATS-P)						
Macedonia, Rep. of	45 (1.5)	461 (6.1)	47 (1.2)	468 (5.4)	9 (0.8)	481 (8.4)
Bulgaria	35 (2.0)	527 (6.8)	53 (1.9)	515 (5.6)	12 (1.3)	509 (13.1)
Russian Federation	31 (1.4)	551 (8.0)	63 (1.3)	526 (6.7)	6 (0.6)	516 (9.3)
Moldova	24 (1.1)	461 (5.0)	72 (1.0)	463 (4.4)	4 (0.4)	462 (13.4)
Latvia (LSS)	18 (1.1)	511 (6.8)	68 (1.1)	502 (4.8)	14 (1.1)	500 (7.9)
Lithuania [†]	17 (1.0)	509 (6.6)	65 (1.2)	486 (4.7)	18 (1.2)	481 (4.7)
Romania	17 (1.2)	479 (9.0)	64 (1.0)	474 (5.6)	18 (1.3)	480 (7.6)
Czech Republic	15 (1.3)	565 (9.2)	59 (1.5)	539 (4.6)	26 (1.8)	533 (4.5)
Slovak Republic	14 (0.8)	559 (7.5)	64 (1.1)	531 (3.4)	22 (1.2)	539 (3.8)
Slovenia	12 (0.7)	558 (7.4)	60 (1.2)	532 (4.1)	28 (1.3)	530 (4.0)
Belgium (Flemish)	11 (0.9)	564 (7.9)	58 (1.5)	548 (5.1)	31 (1.9)	533 (6.8)
Hungary	11 (0.7)	580 (8.1)	62 (1.1)	548 (4.2)	27 (1.2)	557 (4.7)
Finland	11 (0.8)	563 (9.5)	55 (1.2)	536 (4.0)	34 (1.4)	518 (4.8)
Netherlands ^c	11 (0.8)	564 (12.8)	59 (1.7)	550 (7.9)	30 (2.0)	532 (7.2)
Morocco	x x	x x	x x	x x	x x	x x
International Avg.	19 (0.3)	532 (2.2)	61 (0.3)	516 (1.3)	20 (0.4)	512 (2.3)

SOURCE: IEA Third International Mathematics and Science Study (TIMSS), 1998-1999.

kuva 6 TIMSS 1999 –tutkimuksen PATS-P –indeksi

Suomalaiset 7.-luokkalaiset asennoituvat fysiikkaa kohtaan kansainvälistä negatiivisemmin. Vahvan myönteisen asennoitumisen omaa 11 % maamme 7.-luokkalaisista, sen sijaan kansainvälisen keskiarvon mukaan 19 % oppilaista asennoituu positiivisesti fysiikkaan. Suomessa on eniten heikon myönteisen asenteen omaavia oppilaita kuin missään muussa 15 maassa, jossa opetetaan fysiikkaa erillisenä oppiaineena (Kuva 6).

TIMSS 1999 –tutkimuksessa havaittiin, että erot eri tavalla asennoituvien oppilaiden suorituksissa olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä: oppilaat, joilla oli myönteinen asenne, menestyivät muita paremmin fysiikan tehtävissä. Fysiikassa asennoitumisella oli

voimakkaampi yhteys poikien kuin tyttöjen suorituksiin kuten oli myös itsetunnolla kyseisessä oppiaineessa.¹⁹

Verrattaessa suomalaisten 7.- ja 8.-luokkalaisten positiivisen asennoitumisen eroja fysiikkaan, saadaan taulukon 12 mukaiset tulokset.

Taulukko 12 Suomalaisten 7. ja 8. luokkalaisten oppilaiden jakautuminen ”Positiivinen asenne fysiikkaa kohtaan” –indeksin mukaisiin tasoihin.

	Vahva (3) (%)	Keskitasoinen (2) (%)	Heikko (1) (%)
7. luokka	10,8	56,2	33,0
8. luokka	5,8	51,7	42,5

Taulukosta 12 nähdään, että fysiikkaa kohtaan negatiivisesti asennoituvien oppilaiden määrä on noussut melkein kymmenellä prosenttiyksiköllä 33,0 prosentista 42,5 prosenttiin. Tämä tarkoittaa sitä, että melkein puolet kahdeksaluokkalaisista asennoituu negatiivisesti fysiikkaa kohtaan. Niiden oppilaiden, joilla on vahva positiivinen asenne fysiikkaan, määrä on laskenut alhaisesta 10,8 prosentista jopa 5,8 prosenttiin. Tulosten perusteella voidaan kuitenkin sanoa, että puolet 7.- ja 8.-luokkalaisista asennoituu keskitasoisesti fysiikkaan.

8.3.2 Tyttöillä ja pojilla eri luokka-asteilla

Verrattaessa tyttöjen ja poikien myönteisen asennoitumisen eroja fysiikkaa kohtaan vuoden lisäopiskelun jälkeen, havaitaan taulukon 13 perusteella, että poikien asennoituminen fysiikkaan on positiivisempaa kuin tyttöjen, mutta silti kummankin sukupuolen positiivinen asennoituminen vähenee 8. luokalla.

¹⁹ Kupari P., Reinikainen P., Nevanpää T. ja Törnroos J. 2001. Miten matematiikkaa ja luonnontieteitä osataan suomalaisessa peruskoulussa? Kolmas kansainvälinen matematiikka- ja luonnontiedetutkimus TIMSS 1999 Suomessa. Koulutuksen tutkimuslaitos. Jyväskylän yliopistopaino. s. 127 - 129.

Taulukko 13 Suomalaisten 7. ja 8. luokkalaisten tyttöjen ja poikien jakautuminen ”Positiivinen asenne fysiikkaa kohtaan” –indeksin mukaisiin tasoihin.

Luokka-aste	Sukupuoli	Vahva (3) (%)	Keskitasoinen (2) (%)	Heikko (1) (%)
7. luokka	tytöt	4,6	53,3	42,1
	pojat	17,1	59,2	23,7
8. luokka	tytöt	2,2	47,1	50,7
	pojat	8,9	55,7	35,4

Tuloksista havaitaan, että vain muutama prosentti tytöistä omaa vahvan positiivisen asenteen fysiikkaa kohtaan 7. ja 8. luokilla. 8. luokalla on tytöistä puolet heikosti asennoituvia oppilaita ja pojistakin 35,4 %. Tulokset kertovat kuitenkin, että noin puolet tytöistä ja pojista molemmilla luokilla asennoituu keskitasoisesti fysiikkaan.

9 Kansainvälinen näkökulma

Tutkimukseen osallistuneen 38 maan vertailussa suomalaisoppilaiden ja nimenomaan 7.-luokkalaisten luonnontieteiden osaaminen osoittautui varsin hyvätasoiseksi. Maamme tulokset olivat selvästi kansainvälistä keskitasoa korkeampia: luonnontieteissä vain neljä maata (Taiwan, Singapore, Unkari ja Japani) oli Suomea tilastollisesti merkitsevästi parempia. Neljästätoista tutkimukseen osallistuneesta OECD-maasta Unkari ja Japani olivat Suomea parempia. Etelä-Korea, Alankomaat, Australia, Tshekki, Englanti, Belgia ja Kanada olivat Suomen kanssa samalla suoritustasolla. Sen sijaan Suomea heikommin luonnontieteitä osattiin Yhdysvalloissa, Uudessa-Seelannissa, Italiassa sekä Turkissa.

Fysiikan tehtävissä suomalaiset 7.-luokkalaisten oppilaat menestyivät kansainvälistä keskiarvoa paremmin. Fysiikkaa osattiin tilastollisesti merkitsevästi paremmin vain Singaporessa, Taiwanissa, Etelä-Koreassa, Japanissa ja Unkarissa. 7.-luokkalaisten oppilaidemme fysiikan osaaminen ei poikennut 14 maan, mm. Alankomaiden, Australian, Belgian, Bulgarian, Uuden-Seelannin ja Yhdysvaltojen, osaamisesta. Sitä vastoin suomalaisia 7.-luokkalaisten oppilaita merkitsevästi huonommin menestyivät mm. latvialaiset, malesialaiset ja israelilaiset oppilaat²⁰.

²⁰ Kupari P., Reinikainen P., Nevanpää T. ja Törnroos J. 2001. Miten matematiikkaa ja luonnontieteitä osataan suomalaisessa peruskoulussa? Kolmas kansainvälinen matematiikka- ja luonnontiedetutkimus TIMSS 1999 Suomessa. Koulutuksen tutkimuslaitos. Jyväskylän yliopistopaino. s. 80.

Suomen menestymistä TIMSS 1999 -tutkimukseen osallistuneiden OECD-maiden joukossa kuvaa taulukko 14. Maamme oppilaat sijoittuivat fysiikan osaamisessa vähän OECD-maiden keskiarvon yläpuolelle²¹. Kuitenkin OECD-maista vain Etelä-Korea, Japani ja Unkari olivat Suomea tilastollisesti merkitsevästi parempia. Sen sijaan fysiikan osaamisessa esimerkiksi Alankomaihin, Englantiin, Belgiaan, Englantiin ja Kanadaan verrattuna ei ollut merkitseviä eroja. Suomea merkitsevästi heikommin fysiikkaa osattiin Italiassa ja Turkissa. Liitteestä 8 löytyy TIMSS 1999 –tutkimuksen luonnontieteiden suorituspistemäärien keskiarvot fysiikassa.

Taulukko 14 TIMSS 1999 -tutkimukseen osallistuneiden OECD-maiden fysiikan osaaminen Suomeen verrattuna

Suoritustaso Suomeen verrattuna		
Parempi	Yhtä hyvä	Heikompi
Japani Etelä-Korea Unkari	Alankomaat Australia Belgia Englanti Tšekki Kanada Uusi-Seelanti Yhdysvallat	Italia Turkki

Suomalaiset 8.-luokkalaiset pärjäsivät TIMSS 1999 –tutkimuksessa 7.-luokkalaisia tilastollisesti merkitsevästi paremmin kymmenessä fysiikan tehtävässä, sitä vastoin 7. luokka oli tilastollisesti merkitsevästi parempi vain yhdessä tehtävässä. Näin ollen 8.-luokkalaiset menestyivät kansainvälisesti vielä paremmin kuin suomalaiset 7.-luokkalaiset, mutta koska kansainvälisessä vertailussa käytettiin suomen aineistona 7. luokan tuloksia, tässä tutkimuksessa ei verrata 8. luokan tuloksia sen enempää kansainvälisesti.

Huomion arvoista on kuitenkin se että, maamme 7.-luokkalaiset menestyivät erinomaisesti, vaikka olivatkin noin vuotta nuorempia kuin muiden osallistujamaiden oppilaat. Koska suomalaiset 7.- ja 8.-luokkalaiset menestyivät suurin piirtein samantasoisesti, eivät 8.-luokkalaiset olisi välttämättä menestyneet kansainvälisesti yhtään paremmin.

²¹ <http://www.jyu.fi/ktl/tutkimus/kollaa/yhtvet0712.htm>

TIMSS 1999 –tutkimuksen kaikkien fysiikan tehtävien ratkaisuprosentti oli 7. luokalla 60,1 % ja 8. luokalla 63,3 %, kun kansainvälinen ratkaisuprosentti fysiikan tehtävistä oli 52,2 %. Suomalaisilla oppilailta oli melkein 10 prosenttiyksikön ero kansainväliseen tasoon, joten suomalaisten oppilaiden fysiikan osaamisen täytyy olla korkea, jotta näinkin suuri ero kansainvälisesti olisi mahdollista. Toisaalta noin 69 % tehtävistä katsottiin käsittelevän sellaisia aihealueita, jotka eivät kuuluneet vielä 7. luokan opetussuunnitelmaan. Suomalaisen perusopetuksen viidennellä ja kuudennella luokalla fysiikkaa opetetaan vuodesta 2004 erillisenä oppiaineena, aikaisemmin fysiikan sisältöjä on opetettu ympäristötiedossa.

10 Yhteenveto

Suomalaisten oppilaiden tulokset TIMSS 1999 –tutkimuksessa olivat selvästi kansainvälistä keskitasoa korkeampia ja OECD maiden keskitasoa fysiikan tehtävissä. Oppilaat menestyivät hyvin huolimatta siitä, että he olivat keskimäärin vuotta nuorempia kuin muut tutkimukseen osallistuneiden maiden oppilaat ja suomalaisten 7.-luokkalaisten luokka-aste saattoi olla jopa kaksi vuotta alempi kuin jossain tutkimukseen osallistuneissa maissa. Suomalaiset 8-luokkalaiset oppilaat menestyivät 7.-luokkalaisia vieläkin paremmin ja heidän menestyminen kansainvälisesti olisi ollut erinomaista, jos heidän tuloksia olisi verrattu kansainvälisellä tasolla.

Tässä tutkimuksessa tutkituista 39 fysiikan tehtävästä yhdessätoista havaittiin tilastollisesti merkitseviä eroja luokka-asteiden välillä. Toisin sanoen nämä tehtävät mittasivat eri luokka-asteiden suoritustasoa, eli niissä havaittiin $DIF_{7,8}$:ia. Huomion arvoista oli se, että kymmenessä tehtävässä 8. luokka menestyi 7. luokkaa tilastollisesti merkitsevästi paremmin ja vain yhdessä 7. luokka ylsi parempiin tuloksiin. Luokka-asteiden väliset erot olivat tutkituissa 39 fysiikan tehtävässä kuitenkin suhteellisen pieniä, koska vain yhdessätoista havaittiin tilastollisesti merkitseviä eroja. Tutkimus oli kuitenkin hyvin suuntaa antava, eli 8.-luokkalaiset osasivat paremmin kuin 7.-luokkalaiset fysiikkaa. Yhden vuoden lisäopetuksella on siis merkitystä oppimiseen. Tutkimuksen yksi tulos on siis se, että 8.-luokkalaisten menestyminen ei ollut heikompaa kuin 7.-luokkalaisten TIMSS 1999 –tutkimuksen fysiikan tehtävissä. Ainoastaan yhdessä tehtävässä 7.-luokkalaiset menestyivät tilastollisesti merkitsevästi paremmin kuin 8.-luokkalaiset, joka kertoo siitä, että oppimistaso on noussut 8. luokalla.

Eroja luokkien välillä löytyi aineen ominaisuuksia, energiaa, valo-oppia ja voimaa & liikettä käsittelevissä aihealueissa. Kun taas toisissa aihealueissa (sähkö, lämpö-oppi, modernifysiikka, aaltoliike) tilastollisesti merkitseviä eroja ei ollut. Aihealueiden, joita opiskellaan intensiivisemmin vasta 9. luokalla (esimerkiksi sähkö, lämpö-oppi ja moderni fysiikka) (Liite 11), osaamisessa ei löytynyt tilastollisesti merkitseviä eroja. 7. ja 8. luokalla opiskelluista aihealueista (esimerkiksi valo-oppi ja energia) löytyi tilastollisesti merkitseviä eroja oppilaiden suoritusten välillä. Tuloksissa havaittiin myös, että jos aihealueesta oli enemmän kuin neljä tehtävää, havaittiin siinä merkitseviä eroja luokkien välillä. Tutkimuksen tulokset antoivat kuvan siitä, missä 8.-luokkalaiset olivat parempia tilastollisesti ja missä osaaminen oli samantasoista luokka-asteiden välillä.

Tytöt menestyivät 8. luokalla poikia merkitsevästi heikommin yhdeksässä tehtävässä yhdestätoista. Tuloksista voidaan sanoa, että tytöt osaavat heikommin fysiikkaa kuin pojat sekä 7. että 8. luokalla, vaikka tyttöjenkin osaaminen on kansainvälisesti huipputasoista. Tästä voi juontaa juurensa esimerkiksi se, että tytöt eivät opiskele lukiossa fysiikan valinnaisia kursseja ja valitsevat mieluummin jatko-opiskelupaikan muualta kuin luonnontieteelliseltä alalta. Vaikka suomalaiset 7.-luokkalaiset tytöt pärjäsivät kansainvälisesti hyvin, heillä on silti heikko itseluottamus fysiikan oppijana ja vähän myönteistä asennetta fysiikkaa kohtaan.

Pojat menestyivät tyttöjä paremmin kummallakin luokalla, kaikkien fysiikan tehtävien vastausprosenttien keskiarvo 7. luokan tytöillä oli 57,6 % ja pojilla 62,7 % sekä 8. luokalla 61,1 % ja 67 %. Sukupuolten välinen ero siis kasvoi 8. luokalle 0,4 % eli ei juuri muuttunut. 8. luokalla 11 tehtävässä havaittiin $DIF_{\text{♀-♂}}$:ia toisen sukupuolen hyväksi, näistä tehtävistä yhdeksän oli poikien ja kaksi tyttöjen hyväksi. Tämänkin tutkimuksen tulosten perusteella on huolestuttavaa, kuinka suuria sukupuolten väliset erot fysiikassa ovat Suomessa, vaikka ne eivät ole suurentuneet 7. luokalta 8. luokalle. Toisaalta sukupuolten välisiä eroja voisi tutkia toisenlaisella lähestymistavalla ja esimerkiksi laadullisia arviointeja käyttäen, niin ehkä sukupuolten väliset erot pienenisivät.

TIMSS-tutkimuksen tehtävät olivat käyneet läpi useita esikokeita ja karsintoja, joissa selvitettiin niiden soveltuvuutta testiin. Näissä esikokeissa pyrittiin karsimaan sellaiset tehtävät, joissa ilmeni eri sukupuolten suosimista. Näin mahdollistettiin se, että tulokset kertovat sukupuolten oikeasta osaamisesta ja tulosten vertailu sukupuolten kesken on perusteltua. Joten

tässä tutkimuksessa on oletettu tehtävien olevan sukupuolineutraaleja eli ne eivät suosi toista sukupuolta enemmän kuin toista.

Nämä tulokset antavat tietoa siitä, että luokissa on suuriakin tasoeroja oppilaiden ja sukupuolten välillä fysiikan osaamisessa ja kiinnostamisessa. Tämä antaa ja lisää haastetta opetuksen eriyttämiselle eli siihen, että opetus olisi tasapuolista jokaiselle oppilaalle, eikä suosisi esimerkiksi hyviä ja motivoituneita oppilaita, jolloin heikot oppilaat jäävät jälkeen entistä enemmän. Tyttöjen mielenkiinnon lisääminen on yksi merkittävimmistä haasteista fysiikan opettamiselle.

Mielekkään opetuksen ja oppimisen kannalta oppilaiden itseluottamus fysiikan osaamiseen ja myönteinen asennoituminen on erittäin tärkeää. Kyseisten asioiden puuttuminen vaikuttaa oppilaiden työskentelymotivaatioon laskevasti. Tästä seuraa, että oppiminen sekä opettaminen vaikeutuvat ja oppilaiden innostuneisuus laskee edelleen.

Tämän tutkimuksen yksi tärkeimmistä tuloksista oli se, että oppilaiden itsetunto fysiikan osaamista kohtaan ja myönteinen asennoituminen fysiikkaan laskee 7. luokalta 8. luokalle. 7.-luokkalaisista 31,1 % ja 8.-luokkalaisista 37,6 % omaa matalan itsetunnon tason fysiikassa, eli itsetunto on laskenut 6,5 %, mikä on aika paljon yhden vuoden opiskelun aikana. Toisaalta 7.-luokan oppilaista 28,8 % ja 8. luokan oppilaista 26,2 % omaa korkean itsetunnon fysiikkaa kohtaan, eli se on pysynyt suurin piirtein samana. Huolestuttavaa on se, että laskenut itsetunto fysiikan oppimista kohtaan laskee fysiikan opiskelumotivaatiota entisestään ja vähentää näin fysiikan alan opiskelupaikkojen hakijoita.

Suomalaiset 7.- ja 8.-luokkalaiset asennoituvat fysiikkaan keskinkertaisesti. Kummallakin luokalla sekä tytöistä että pojista puolella positiivinen asennoituminen on keskitasoa. Tytöistä vain muutama prosentti omaa vahvan positiivisen asenteen. 40,2 % 7. luokalla ja 50,7 % 8. luokalla asennoituu negatiivisesti fysiikkaan eli omaa heikon positiivisen asennoitumisen tason. Pojilla vahvan positiivisen asenteen omaa useampi oppilas kuin tytöistä ja vastaavasti heikon positiivisen asenteen omaavia poikia on vähemmän.

Fysiikan opettamisen tulisikin muuttua oppilaille enemmän mielekkäämmäksi ja sen tulisi innostaa oppilaita fysiikan opiskeluun ja jopa hankkimaan jatko-opiskelupaikka fysiikan alalta.

Olisi erittäin hyvä, että oppilaiden ja nimenomaan tyttöjen itsetunnon ja asennoitumisen prosentit saataisiin nousuun ja oppilaat asennoituisivat positiivisemmin fysiikkaan.

Pohdittaessa oppilaiden asenteiden ja itsetunnon yhteyttä fysiikan osaamiseen, havaitaan tulosten perusteella, että osaaminen on parempaa 8. luokalla vaikka asenteet ja itseluottamus fysiikkaa kohtaan ovat heikompia ja negatiivisempia. Merkittävää on se, että fysiikan osaaminen suomalaisilla oppilailla on kansainvälistä huipputasoa 7. luokalla ja vielä parempaa 8. luokalla, mutta positiivinen asennoituminen ja itsetunto fysiikkaan laskevat 7. luokalta 8. luokalle ja ovat myös kansainvälisesti heikkoa. Tutkimuksen tärkeä tulos on myös se, että vaikka sukupuolierot eivät kasvaneet isommiksi 7. luokalta 8. luokalle, sukupuolten asennoitumiseen ja itsetuntoon tuli suuremmat erot luokalta toiselle. Toisin sanoen tyttöjen poikien tiedolliset erot fysiikassa pysyvät samana luokka-asteelta toiselle, mutta affektiiviset erot kasvavat.

Affektiivisten oppimistulosten merkitys on erittäin suuri laadullisen ja mielekkään oppimistilanteen kannalta, joten olisi erittäin mielenkiintoista tutkia kasvaako matalan itseluottamuksen fysiikan oppimista kohtaan omaavien oppilaiden prosentuaalinen osuus vielä 9. luokalla ja päinvastoin väheneekö korkean itseluottamuksen omaavien oppilaiden määrä 9. luokalla.

Lähteet

- Ahtee, Maija; Pehkonen, Erkki: Constructivist viewpoints for school teaching and learning in mathematics and science, Helsinki : University of Helsinki, 1994
- Aspholm, Hirvonen, Lavonen, Penttilä, Saari, Viiri, Hongisto: Aine ja energia: fysiikan tietokirja, WSOY, 2001
- Arvonen Arto ... [et al.]: Koulun fysiikka ja kemia 7, Otava, 1992
- Arvonen Arto ... [et al.]: Koulun fysiikka 9, Otava, 1992
- Bell, John F: Investigating Gender Differences in the Science Performance of 16-Year-Old Pupils in the UK. (International Journal of Science Education; v23 n5 p469-86, May 2001)
- Bertrand, Richard; Boiteau, Nancy: Comparing the Stability of IRT-Based and non IRT-Based DIF Methods in Different Cultural Contexts Using TIMSS Data. (143 Reports: Research, Canada; Quebec, 2003)
- DeBacker, Teresa K; Nelson, R Michael: Motivation to Learn Science: Differences Related to Gender, Class Type, and Ability. (Journal of Educational Research; v93 n4 p245-54, Mar-Apr 20009)
- Dodeen, Hamzeh; Johanson, George A: An Analysis of Sex-Related Differential Item Functioning in Attitude Assessment. (Assessment & Evaluation in Higher Education; v28 n2 p129-34, Apr 2003)
- Dresel, Markus; Ziegler, Albert; Broome, Patrick; Heller, Kurt A: Gender Differences in Science Education: The Double-edged Role of Prior Knowledge in Physics. (Roeper Review; v21 n2 p101-06 Dec 1998)
- Erinosho, S Yemisi: Gender Differences in Interests and Performance of High School Science Students: A Nigerian Example. (Studies in Educational Evaluation; v25 n2 p163-71, 1999)
- Fierros, Edward Garcia: Examining Gender Differences in Mathematics Achievement on the Third International Mathematics and Science Study (TIMSS). (Annual Meeting of the American Educational Research Association; Montreal, Canada, 1999.)
- Gadalla, Tahany: A Comparison of the Factor Structure of Boys' and Girls' Responses to the TIMSS Mathematics Attitude Questionnaire. (Annual Meeting of the American Educational Research Association; Montreal, Canada, 1999.)
- Graham, Megan: Increasing Participation of Female Students in Physical Science Class. (Master of Arts Action Research Project, St. Xavier University, U.S.; Illinois, Apr 2001)
- Greenfield, Teresa Arambula: Gender- and Grade-Level Differences in Science Interest and Participation. (Science Education; v81 n3 p259-75, Jun 1997)

- Hamilton, Laura S: Detecting Gender-Based Differential Item Functioning on a Constructed-Response Science Test. (Applied Measurement in Education; v12 n3 p211-35, 1999)
- Hamilton, Laura S: Gender Differences on High School Science Achievement Tests: Do Format and Content Matter? (Educational Evaluation and Policy Analysis; v20 n3 p179-95, Fall 1998)
- Hamilton, Laura S; Snow, Richard E: Exploring Differential Item Functioning on Science Achievement Tests. CSE Technical Report 483. (Report: CSE-TR-483. 44p., 1998.)
- Haussler, Peter; Hoffmann, Lore: An Intervention Study To Enhance Girls' Interest, Self-Concept, and Achievement in Physics Classes (Journal of Research in Science Teaching; v39 n9 p870-88, Nov 2002)
- Haussler, Peter; Hoffman, Lore; Langeheine, Rolf; Rost, Jurgen; Sievers, Knud: A Typology of Students' Interest in Physics and the Distribution of Gender and Age within Each Type. (International Journal of Science Education; v20 n2 p223-38, Feb 1998)
- Hoffman, L: Promoting Girls' Interest and Achievement in Physics Classes for Beginners. (Learning and Instruction; v12 n4 p447-65, Aug 2002)
- Holweger, Nancy; Taylor, Grace: Differential Item Functioning by Gender on a Large-Scale Science Performance Assessment: A Comparison across Grade Levels. (143 Reports: Research; 150 Speeches/Meeting Papers; U.S.; Colorado, 1998.)
- Häkkinen, Jonna ... [et al.]: Tytöt, pojat ja fysiikka : lukiolaisten käsityksiä fysiikasta oppiaineena, Oulun yliopisto, 1998
- Johanson, George A: Differential Item Functioning in Attitude Assessment. (Evaluation Practice; v18 n2 p127-35, 1997)
- Jones, M Gail; Howe, Ann; Rua, Melissa J: Gender Differences in Students' Experiences, Interests, and Attitudes toward Science and Scientists. (Science Education; v84 n2 p180-92, Mar 2000)
- Kolmas kansainvälinen matematiikka- ja luonnontiedetutkimus – uusintavaihe (TIMSS 1999) (<http://www.jyu.fi/ktl/tutkimus/kollaa/timss-r.htm>)
- Kotte, Dieter: Gender differences in science achievement in 10 countries; 1970/71 to 1983/84, Frankfurt am Main : Lang, 1992
- Kuosa, Osmo; Koski, Jouko; Vuola, Rauno: Fysiikan- ja kemiankirjani 7, Otava, 1990
- Kuosa, Osmo; Koski, Jouko; Vuola, Rauno: Fysiikan- ja kemiankirjani 8, Otava, 1990
- Kuosa, Osmo; Koski, Jouko; Vuola, Rauno: Fysiikankirjani 9, Otava, 1990

- Kupari P., Reinikainen P., Nevanpää T. ja Törnroos J, 2001, Miten matematiikkaa ja luonnontieteitä osataan suomalaisessa peruskoulussa? Kolmas kansainvälinen matematiikka- ja luonnontiedetutkimus TIMSS 1999 Suomessa, Koulutuksen tutkimuslaitos, Jyväskylän yliopistopaino. s. 21.
- Kärnä Pirkko ... [et al.]: Lumo: fysiikan ja kemian käsikirja, Helsinki: WSOY, 1997
- Levävaara Hannele ... [et al.]: Fysiikan ja kemian ydin 7, WSOY, 1991
- Levävaara Hannele ... [et al.]: Fysiikan ydin 9, 1991
- Mallow, Jeffry V; Hake, Richard R: Gender Issues in Physics/Science Education (GIPSE)-- Some Annotated References. (2002)
- Martin, Mullis, Gonzalez, Gregory, Smith, Chrostowski, Garden and O'Connor: TIMSS 1999 International Science Report (International Association for the Evaluation of Educational Achievement, 2000) s. 13-22
- Matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen peruskoulussa, Kolmas matematiikka- ja luonnontiedetutkimus Suomessa
(<http://www.jyu.fi/ktl/tutkimus/kollaa/yhtvet0712.htm>)
- Montgomery, Douglas C.: Design and analysis of experiments, 4th ed., New York, NY : John Wiley & Sons, cop. 1997
- Nakazawa, Chie; Takahira, Sayuri; Muramatsu, Yasuko; Kawano, Ginko; Fujiwara, Chika; Takahashi, Michiko; Ikegami, Toru: Gender Differences in Science Learning of Japanese Junior High School Students: A Two Year Study. (Annual Meeting of the American Educational Research Association; Seattle, WA, 12 Apr 2001)
- Opetushallitus 1994, Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994, Helsinki: Painatuskeskus
- Orpwood Graham, Garden Robert A., The Third International Mathematics and Science Study, TIMSS Monograph No. 4, Assessing Mathematics and Science Literacy, Pacific Educational Press, Vancouver Canada
- Pekkanen, Tuomo, pro gradu, Tyttöjen ja poikien erot fysiikan tehtävien osaamisessa, Jyväskylän yliopisto, fysiikan laitos, 2003
- Penner, Andrew M: International Gender X Item Difficulty Interactions in Mathematics and Science Achievement Tests. (Journal of Educational Psychology; v95 n3 p650-55 Sep 2003)
- Ramstedt, Kristian: Elektriska flickor och mekaniska pojkar : om gruppskillnader på prov - en metodutveckling och en studie av skillnader mellan flickor och pojkar på centrala prov i fysik, Umeå : Umeå Univ., 1996
- Reid, Norman; Skryabina, Elena: Gender and Physics. (International Journal of Science Education; v25 n4 p509-36, Apr 2003)

- Robitaille, D.F. (toim.) 1993. Curriculum frameworks for mathematics and science study. TIMSS monograph no. 1. University of British Columbia, Faculty of Education. Vancouver: Pacific Educational Press.
- She, Hsiao-Ching: Gender and Grade Level Differences in Taiwan Students' Stereotypes of Science and Scientists. (Research in Science and Technological Education; v16 n2 p125-35, Nov 1998)
- SPSS-manuaali, (<http://cc-stat.oulu.fi/spss/spss10Per/>)
- Stewart, Mary: Gender Issues in Physics Education. (Educational Research; v40 n3 p283-93, Win 1998)
- TIMSS 1999 User guide for the international database, IEA's Repeat of the Third International Mathematics and Science Study at the Eight Grade, Supplement Three
- TIMSS-R, Science Items Sorted by Content Grouping, Main Survey, TIMSS International Study Center, 1999
- Vuola, Rauno; Kuosa, Osmo: Fysiikan impulssi 1, peruskoulun fysiikka ja kemia, Otava, 1997
- Vuola, Rauno; Kuosa, Osmo: Fysiikan impulssi 3, peruskoulun fysiikka, Otava, 1997
- Wainer, Howard; Braun, Henry I. :Test validity, Hillsdale (N.J.) : Erlbaum, 1988
- Yandell, Brian S.: Practical data analysis for designed experiments, London : Chapman & Hall, 1997
- Ye, Renmin; Wells, Raymond R; Talkmitt, Susan; Ren, Hanxia: Student Attitudes toward Science Learning: A Cross-National Study of American and Chinese Secondary School Students. (Annual Meeting of the National Science Teachers Association; Las Vegas, NV, 1998.)
- Zewotir, Temesgen: Gender Differences in Science Career Choice. (Annual Meeting of the Australian Science Teachers Association; 48th, Adelaide, South Australia, Jul 1999)

Liitteet

Liite 1 Tutkimukseen osallistuvat seuraavat maat:

(Huom. Kursiivilla kirjoitetut maat ovat OECD-maita ja tähdellä * merkityt maat ovat ns. G8-maita)

<i>Alankomaat</i>	<i>Italia*</i>	Slovakia
<i>Australia</i>	<i>Japani*</i>	Slovenia
<i>Belgia (Flaami)</i>	Jordania	<i>Suomi</i>
Bulgaria	<i>Kanada*</i>	Taiwan
Chile	Kypros	Thaimaa
<i>Englanti*</i>	Latvia	<i>Tšekki</i>
Etelä-Afrikka	Liettua	Tunisia
<i>Etelä-Korea</i>	Makedonia	<i>Turkki</i>
Filippiinit	Malesia	<i>Unkari</i>
Hongkong	Marokko	<i>Uusi-Seelanti</i>
Indonesia	Moldova	Venäjä*
Iran	Romania	<i>Yhdysvallat*</i>
Israel	Singapore	

Liite 2 Tutkimuksen tulokset TIMSS 1999 –tutkimuksen fysiikan tehtävien MH-analysistä 7. ja 8. luokille

#	Tehtävän aihe	Aihealue	R% 7. luokka	R% 8. luokka	KV (%)	α_{MH}	DIF ₇₋₈
1	Greatest density from mass/volume table	aineen ominaisuus	46,7	56,5	28,3	1,482	8. luokka
2	Magnetic substances	aineen ominaisuus	82,6	88,6	71,9	1,76	8. luokka
3	Evaporation rate by surface area	aineen ominaisuus	89,3	89,8	84,5	1,052	
4	Alcohol/glass expansion in thermometer	aineen ominaisuus	68,4	69,8	52,8	1,097	
5	Mass of freezing water	aineen ominaisuus	35,1	31,8	28,7	0,859	
6	Heat expansion of balloons	aineen ominaisuus	52,7	47,1	25,8	0,97	
7	Particles in nucleus of atom	moderni fysiikka	49,8	54	46,4	1,214	
8	Stored energy in two springs	energia	72	73,9	63,7	1,136	
9	Energy released from car engine	energia	66,4	80,6	57,5	2,102	8. luokka
10	Substance NOT a fossil fuel	energia	65,7	65,4	59,4	0,999	
11	Sequence of energy changes	energia	46,2	44,3	58,7	0,938	
12	Energy stored in food	energia	39,2	41,3	24,5	1,098	
13	Efficiency of machines	energia	40,1	55,6	30,7	1,919	8. luokka
14	Conversation of electrical/light energy	energia	5,2	10,8	7,5	2,188	8. luokka
15	Heat conductivity experiment	lämpö-oppi	53,9	60,9	51,4	1,334	
16	Temperature of boiling water	lämpö-oppi	53,3	54,8	40,6	1,061	
17	Transmission of sound on the moon	aaltoliike	82,5	87,4	67,4	1,461	
18	Sunscreen to protect against radiation	aaltoliike	77,7	83	62	1,4	
19	Seeing person in a dark room	valo-oppi	54,4	53,8	67	0,996	
20	Color reflecting most light	valo-oppi	85,1	89,1	82,4	1,43	

#	Tehtävän aihe	Aihealue	R% 7. luokka	R% 8. luokka	KV (%)	α_{MH}	DIF ₇₋₈
21	Candle position reflected on grid	valo-oppi	81,5	75,3	67,6	0,714	7. luokka
22	Light rays through magnifying glass	valo-oppi	51,8	58,6	42,4	1,332	8. luokka
23	Shadow size from distance diagram	valo-oppi	64,2	63,9	59,6	1,095	
24	Why light-colored clothes are cooler	valo-oppi	72,1	78,2	65,4	1,436	8. luokka
25	Angle of reflected light ray	valo-oppi	62,6	61,9	65,2	0,97	
26	Brush reflected in mirror at angle	valo-oppi	63,1	68,7	48,8	1,334	
27	Flashlights with white/black reflectors	valo-oppi	44,8	47,2	39,4	1,101	
28	Amount of light on wall and ceiling	valo-oppi	33,2	35,2	24,1	1,098	
29	Appearance of red dress in green light	valo-oppi	36	47,7	37,3	1,656	8. luokka
30	Diagram of batteries in a flashlight	sähkö ja magnetismi	88,9	87,3	85,5	0,976	
31	Current/voltage table	sähkö ja magnetismi	49,1	47,1	46,8	1,011	
32	Poles on cut magnet	sähkö ja magnetismi	48	41,2	49,1	0,803	
33	Complete circuits	sähkö ja magnetismi	68,6	78,7	64,1	1,687	
34	Gravity acting on rocket	voima ja liike	51,2	55,7	36,1	1,195	
35	Rotating forces on wheel	voima ja liike	69,2	74,4	61,9	1,296	
36	Path of ball released from orbit	voima ja liike	77,7	83,1	62	1,418	
37	Balancing 10 and 5 liter buckets	voima ja liike	86,8	82	71	0,693	
38	Determination of speed from graph	voima ja liike	73,7	81,8	54,3	2,136	8. luokka
39	Water level in U-tube	voima ja liike	55,6	65,1	43,9	1,594	8. luokka

Liite 3 TIMSS 1999 –tutkimuksen 7.-luokkalaisten tyttöjen ja poikien suorituspistemäärien keskiarvot fysiikassa

Lähde: lähde: Martin, Mullis, Gonzalez, Gregory, Smith, Chrostowski, Garden and O'Connor: TIMSS 1999 International Science Report (International Association for the Evaluation of Educational Achievement, 2000), Exhibit 3.3: Average Achievement in Science Content by Gender - Physics, s. 108

	Average Scale Scores for Science Content Areas	
	Physics	
	Girls	Boys
Australia	519 (8.2)	542 (6.7)
Belgium (Flemish) †	521 (4.1)	539 (7.3)
Bulgaria	495 (6.8)	515 (6.9)
Canada	512 (4.3)	530 (4.9) ▲
Chile	416 (5.9)	439 (6.8) ▲
Chinese Taipei	542 (6.6)	563 (6.8)
Cyprus	451 (5.3)	468 (2.7)
Czech Republic	510 (6.2)	544 (6.8) ▲
England †	513 (5.8)	543 (5.3) ▲
Finland	508 (4.6)	532 (6.0) ▲
Hong Kong, SAR †	514 (5.8)	532 (6.0)
Hungary	529 (6.2)	556 (5.7)
Indonesia	440 (5.2)	465 (8.2)
Iran, Islamic Rep.	419 (6.5)	464 (8.2) ▲
Israel ²	475 (7.2)	493 (7.2)
Italy	469 (5.5)	490 (7.1)
Japan	537 (4.6)	552 (2.7)
Jordan	462 (4.8)	456 (6.2)
Korea, Rep. of	534 (6.5)	553 (5.7)
Latvia (LSS) ¹	481 (3.9)	510 (5.0) ▲
Lithuania ^{††}	496 (6.3)	525 (6.0)
Macedonia, Rep. of	455 (7.0)	471 (5.9) ▲
Malaysia	484 (4.6)	506 (7.5)
Moldova	446 (6.8)	470 (8.9)
Morocco	339 (6.3)	361 (5.2)
Netherlands †	524 (6.6)	550 (7.7) ▲
New Zealand	494 (4.9)	504 (6.4)
Philippines	389 (7.6)	397 (6.6)
Romania	460 (8.3)	469 (6.4)
Russian Federation	518 (7.3)	542 (7.5)
Singapore	557 (6.9)	581 (8.4)
Slovak Republic	505 (5.4)	530 (5.4) ▲
Slovenia	514 (4.5)	538 (7.3)
South Africa	291 (9.1)	328 (6.7) ▲
Thailand	470 (4.7)	480 (5.6)
Tunisia	412 (8.9)	438 (4.4) ▲
Turkey	438 (8.6)	444 (6.3)
United States	488 (6.7)	509 (6.8)
International Avg.	477 (1.0)	498 (1.1) ▲

▲ Significantly higher than other gender

Significance tests adjusted for multiple comparisons

Liite 4 Tutkimuksen tulokset TIMSS 1999 –tutkimuksen fysiikan tehtävien MH-analysistä 8. luokan tytöille ja pojille

#	Tehtävän aihe	Aihealue	Ratkaisu% 8. luokka/tytöt	Ratkaisu% 8. luokka/pojat	α_{MH}	DIF _{♀-♂}
1	Greatest density from mass/volume table	aineen ominaisuus	52	60,9	1,438	
2	Magnetic substances	aineen ominaisuus	85,5	93,2	2,335	
3	Evaporation rate by surface area	aineen ominaisuus	95,7	83,3	0,227	
4	Alcohol/glass expansion in thermometer	aineen ominaisuus	63,4	77,3	1,962	
5	Mass of freezing water	aineen ominaisuus	20	42,2	2,923	pojat
6	Heat expansion of balloons	aineen ominaisuus	44,7	62,5	2,063	
7	Particles in nucleus of atom	moderni fysiikka	54,3	54,9	1,027	
8	Stored energy in two springs	energia	78,8	69,9	0,624	tytöt
9	Energy released from car engine	energia	80,7	80,5	0,986	
10	Substance NOT a fossil fuel	energia	66,9	64,2	0,886	
11	Sequence of energy changes	energia	37	52,6	1,895	pojat
12	Energy stored in food	energia	37	46,4	1,477	
13	Efficiency of machines	energia	40	69,4	3,4	pojat
14	Conversation of electrical/light energy	energia	8,2	13,2	1,693	
15	Heat conductivity experiment	lämpö-oppi	54,8	66,7	1,652	
16	Temperature of boiling water	lämpö-oppi	46,8	63,9	2,008	pojat
17	Transmission of sound on the moon	aaltoliike, ääni	83,3	91,1	2,05	
18	Sunscreen to protect against radiation	aaltoliike	76,1	90,5	2,986	pojat
19	Seeing person in a dark room	valo-oppi	51,4	57,3	1,269	
20	Color reflecting most light	valo-oppi	93,6	84,6	0,378	tytöt

#	Tehtävän aihe	Aihealue	Ratkaisu% 8. luokka/tytöt	Ratkaisu% 8. luokka/pojat	α_{MH}	DIF _{♀-♂}
21	Candle position reflected on grid	valo-oppi	70	82,6	2,041	pojat
22	Light rays through magnifying glass	valo-oppi	45,3	72,9	3,25	pojat
23	Shadow size from distance diagram	valo-oppi	64,6	67,9	1,16	
24	Why light-colored clothes are cooler	valo-oppi	77,5	80	1,16	
25	Angle of reflected light ray	valo-oppi	55,1	68,8	1,793	
26	Brush reflected in mirror at angle	valo-oppi	77,3	60,5	0,451	
27	Flashlights with white/black reflectors	valo-oppi	46,3	48,6	1,096	
28	Amount of light on wall and ceiling	valo-oppi	34,1	37	1,131	
29	Appearance of red dress in green light	valo-oppi	56,1	41,3	0,551	
30	Diagram of batteries in a flashlight	sähkö ja magnetismi	84,2	94,1	2,965	pojat
31	Current/voltage table	sähkö ja magnetismi	37,5	60,5	2,549	pojat
32	Poles on cut magnet	sähkö ja magnetismi	44,7	40,4	0,84	
33	Complete circuits	sähkö ja magnetismi	81,5	74,3	0,657	
34	Gravity acting on rocket	voima ja liike	45,7	66,7	2,381	
35	Rotating forces on wheel	voima ja liike	67,5	80	1,926	
36	Path of ball released from orbit	voima ja liike	88,6	76,9	0,427	
37	Balancing 10 and 5 liter buckets	voima ja liike	77,8	88,6	2,214	
38	Determination of speed from graph	voima ja liike	87,5	84,1	0,755	
39	Water level in U-tube	voima ja liike	70,7	62,8	0,698	

Liite 5 Tutkimuksen tulokset TIMSS 1999 –tutkimuksen fysiikan tehtävien analyysistä 7. ja 8. luokkien tytöille ja pojille

#	Tehtävän aihe	Ratkaisu% 7. luokka/tytöt	Ratkaisu% 7. luokka/pojat	Ratkaisu% 8. luokka/tytöt	Ratkaisu% 8. luokka/pojat
1	Greatest density from mass/volume table	42,4	51,1	52	60,9
2	Magnetic substances	79,6	85,6	85,5	93,2
3	Evaporation rate by surface area	87,4	91	95,7	83,3
4	Alcohol/glass expansion in thermometer	69,4	67,8	63,4	77,3
5	Mass of freezing water	29,6	40,9	20	42,2
6	Heat expansion of balloons	44,4	60,2	44,7	62,5
7	Particles in nucleus of atom	50,2	49,3	54,3	54,9
8	Stored energy in two springs	73,8	70,1	78,8	69,9
9	Energy released from car engine	65,3	67,6	80,7	80,5
10	Substance NOT a fossil fuel	64,2	67,1	66,9	64,2
11	Sequence of energy changes	41,1	51,4	37	52,6
12	Energy stored in food	39	39,5	37	46,4
13	Efficiency of machines	38,6	41,7	40	69,4
14	Conversion of electrical/light energy	2,5	7,9	8,2	13,2
15	Heat conductivity experiment	50,8	57	54,8	66,7
16	Temperature of boiling water	50,9	55,9	46,8	63,9
17	Transmission of sound on the moon	83,9	81,2	83,3	91,1
18	Sunscreen to protect against radiation	75	80	76,1	90,5
19	Seeing person in a dark room	50	58,8	51,4	57,3

#	Tehtävän aihe	Ratkaisu% 7. luokka/tytöt	Ratkaisu% 7. luokka/pojat	Ratkaisu% 8. luokka/tytöt	Ratkaisu% 8. luokka/pojat
20	Color reflecting most light	87,2	83	93,6	84,6
21	Candle position reflected on grid	79,7	83,2	70	82,6
22	Light rays through magnifying glass	38,4	65,2	45,3	72,9
23	Shadow size from distance diagram	59,7	69	64,6	67,9
24	Why light-colored clothes are cooler	68,6	75,6	77,5	80
25	Angle of reflected light ray	53,6	71,6	55,1	68,8
26	Brush reflected in mirror at angle	68	58,4	77,3	60,5
27	Flashlights with white/black reflectors	34,3	54,8	46,3	48,6
28	Amount of light on wall and ceiling	34,7	32,2	34,1	37
29	Appearance of red dress in green light	38,6	33,3	56,1	41,3
30	Diagram of batteries in a flashlight	86,7	91	84,2	94,1
31	Current/voltage table	44,4	53,7	37,5	60,5
32	Poles on cut magnet	47,4	48,6	44,7	40,4
33	Complete circuits	68,5	68,6	81,5	74,3
34	Gravity acting on rocket	42,4	59,2	45,7	66,7
35	Rotating forces on wheel	62,2	77,6	67,5	80
36	Path of ball released from orbit	81	74,5	88,6	76,9
37	Balancing 10 and 5 liter buckets	88,1	85,6	77,8	88,6
38	Determination of speed from graph	77,4	69,8	87,5	84,1
39	Water level in U-tube	46,8	65,1	70,7	62,8

Liite 6 SCS-P indeksin tulokset TIMSS 1999 -tutkimuksessa

Lähde: Martin, Mullis, Gonzalez, Gregory, Smith, Chrostowski, Garden and O'Connor: TIMSS 1999 International Science Report (International Association for the Evaluation of Educational Achievement, 2000), Exhibit 4.9: Index of Students' self-Concept in the Sciences (SCS) by Gender – Physics, s. 139

	High SCS		Medium SCS		Low SCS	
	Percent of Students		Percent of Students		Percent of Students	
	Girls	Boys	Girls	Boys	Girls	Boys
Physics (SCS-P)						
Belgium (Flemish)	30 (2.5)	36 (2.2)	50 (2.0)	47 (1.9)	20 (1.9)	17 (1.0)
Bulgaria	34 (2.5)	36 (1.9)	41 (1.6)	42 (1.5)	25 (1.9)	22 (1.8)
Czech Republic	26 (1.8)	40 (1.8) ▲	51 (1.7) ▲	43 (1.4)	23 (1.4)	17 (1.8)
Finland	17 (1.3)	46 (1.6) ▲	45 (1.5) ▲	36 (1.5)	39 (1.7) ▲	18 (1.2)
Hungary	28 (1.7)	40 (1.7) ▲	50 (1.6) ▲	41 (1.3)	22 (1.2)	19 (1.1)
Latvia (LSS)	15 (1.3)	34 (2.0) ▲	52 (1.3)	47 (1.7)	33 (1.8) ▲	19 (1.3)
Lithuania †	17 (1.5)	27 (1.7) ▲	56 (1.6)	55 (1.6)	27 (1.8) ▲	18 (1.2)
Macedonia, Rep. of	35 (1.5)	32 (1.5)	44 (1.2)	45 (1.4)	21 (1.2)	24 (1.2)
Moldova	25 (1.5)	31 (1.6)	55 (1.6)	53 (1.7)	19 (1.3)	16 (1.4)
Morocco †	24 (1.7)	21 (1.0)	54 (1.4)	57 (1.1)	22 (1.3)	22 (1.0)
Netherlands †	35 (3.4)	53 (3.1) ▲	52 (2.4) ▲	38 (2.6)	13 (1.6)	9 (1.6)
Romania	11 (1.0)	15 (1.1) ▲	48 (1.4)	46 (1.6)	41 (1.7)	39 (1.5)
Russian Federation	62 (1.2)	64 (1.3)	25 (1.0)	24 (1.0)	14 (0.9)	13 (0.9)
Slovak Republic	21 (1.4)	34 (2.1) ▲	51 (1.5)	45 (1.8)	29 (1.5) ▲	21 (1.3)
Slovenia	30 (1.5)	40 (1.5) ▲	50 (1.3)	48 (1.4)	19 (1.3) ▲	12 (0.9)
International Avg.	27 (0.5)	36 (0.5) ▲	48 (0.4) ▲	44 (0.4)	25 (0.4) ▲	19 (0.3)

▲ Significantly higher than other gender

Significance tests adjusted for multiple comparisons

Liite 7 PATS-P indeksin tulokset TIMSS 1999 -tutkimuksessa

Lähde: Martin, Mullis, Gonzalez, Gregory, Smith, Chrostowski, Garden and O'Connor: TIMSS 1999 International Science Report (International Association for the Evaluation of Educational Achievement, 2000), Exhibit 4.11: Index of Positive Attitudes Towards Sciences (PATS) by Gender – Physics, s. 149

	High PATS		Medium PATS		Low PATS	
	Percent of Students		Percent of Students		Percent of Students	
	Girls	Boys	Girls	Boys	Girls	Boys
Physics (PATS-P)						
Belgium (Flemish)	9 (1.2)	13 (1.4)	57 (2.1)	59 (1.8)	34 (2.3)	28 (2.6)
Bulgaria	26 (2.3)	44 (1.9) ▲	59 (2.8) ▲	46 (1.9)	15 (1.6)	9 (1.6)
Czech Republic	8 (1.4)	22 (1.6) ▲	58 (1.8)	60 (1.9)	34 (2.2) ▲	18 (1.8)
Finland	4 (0.6)	18 (1.4) ▲	52 (1.7)	58 (1.6)	44 (1.7) ▲	24 (1.4)
Hungary	5 (0.7)	17 (1.2) ▲	62 (1.4)	62 (1.5)	33 (1.5) ▲	20 (1.4)
Latvia (LSS)	10 (0.9)	26 (1.8) ▲	71 (1.4)	66 (1.8)	20 (1.5) ▲	8 (1.0)
Lithuania †	11 (1.1)	24 (1.4) ▲	66 (1.5)	64 (1.6)	23 (1.6) ▲	12 (1.5)
Macedonia, Rep. of	39 (1.6)	50 (1.8) ▲	51 (1.5) ▲	43 (1.5)	10 (1.0) ▲	7 (0.8)
Moldova	23 (1.2)	26 (1.5)	73 (1.2)	71 (1.5)	4 (0.5)	3 (0.5)
Morocco	x x	x x	x x	x x	x x	x x
Netherlands †	5 (1.1)	17 (1.4) ▲	56 (2.4)	62 (1.7)	38 (2.6) ▲	21 (2.0)
Romania	13 (1.3)	21 (1.6) ▲	65 (1.3)	64 (1.5)	22 (1.6) ▲	15 (1.5)
Russian Federation	24 (1.7)	39 (1.6) ▲	68 (1.5) ▲	57 (1.6)	8 (0.9) ▲	4 (0.5)
Slovak Republic	6 (0.7)	22 (1.4) ▲	66 (1.5)	62 (1.3)	28 (1.6) ▲	16 (1.3)
Slovenia	6 (0.6)	18 (1.2) ▲	56 (1.7)	65 (1.5) ▲	37 (1.8) ▲	17 (1.2)
International Avg.	14 (0.3)	29 (0.4) ▲	61 (0.5) ▲	58 (0.4)	25 (0.5) ▲	14 (0.4)

▲ Significantly higher than other gender

Significance tests adjusted for multiple comparisons

Liite 8 TIMSS 1999 –tutkimuksen fysiikan pistemäärien keskiarvot suomalaisille 7.-luokkalaisille

lähde: Martin, Mullis, Gonzalez, Gregory, Smith, Chrostowski, Garden and O'Connor: TIMSS 1999 International Science Report (International Association for the Evaluation of Educational Achievement, 2000), Exhibit 3.1: Average Achievement in Science Content by Areas, s. 99



Liite 9 Vapautetut TIMSS 1999 –tutkimuksen fysiikan

tehtävät (lähde: <http://www.timss.org/timss1999.html>)

Tehtävä 1

Greatest density from mass/volume table		
Content Category	Performance Expectation	Item Key
Physics	Theorizing, Analyzing and Solving Problems	C

Which object listed in the table has the greatest density?

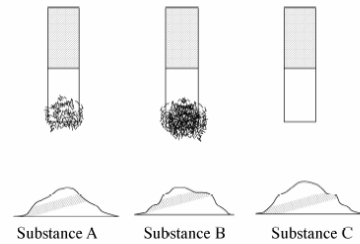
Object	Mass of Object	Volume of Object
W	11.0 grams	24 cubic centimeters
X	11.0 grams	12 cubic centimeters
Y	5.5 grams	4 cubic centimeters
Z	5.5 grams	11 cubic centimeters

- A. W
- B. X
- C. Y
- D. Z

Tehtävä 2

Magnetic substances		
Content Category	Performance Expectation	Item Key
Physics	Understanding Complex Information	C

Each of the three magnets shown has been dipped into the substance below it. Which of the substances could be coffee?

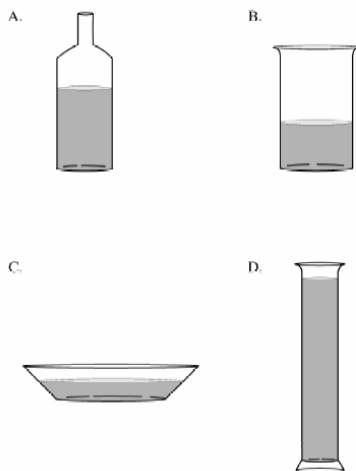


- A. A only
- B. B only
- C. C only
- D. A and B only

Tehtävä 3

Evaporation rate by surface area		
Content Category	Performance Expectation	Item Key
Physics	Understanding Complex Information	C

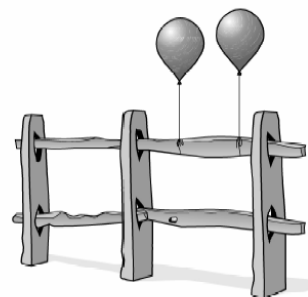
A student put 100 mL of water in each of the open containers and let them stand in the sun for one day. Which container would probably lose the most water due to evaporation?



Tehtävä 6

Heat expansion of balloons		
Content Category	Performance Expectation	Item Key
Physics	Theorizing, Analyzing and Solving Problems	

Balloons filled with helium gas are taken outside on a hot, sunny day and tied to a fence as shown in the diagram.



Over a period of a few hours, the balloons increase in size. Explain why.

Tehtävä 9

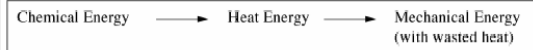
Energy released from car engine		
Content Category	Performance Expectation	Item Key
Physics	Understanding Simple Information	B

Most of the chemical energy released when gasoline burns in a car engine is not used to move the car, but is changed into

- A. electricity
- B. heat
- C. magnetism
- D. sound

Tehtävä 11

Sequence of energy changes		
Content Category	Performance Expectation	Item Key
Physics	Understanding Complex Information	C



The sequence of energy changes shown in the diagram explains which event?

- A. A flashlight is on.
- B. A candle burns.
- C. Gasoline burns to power a car.
- D. Electric current runs a refrigerator.

Tehtävä 12

Energy stored in food		
Content Category	Performance Expectation	Item Key
Physics	Understanding Simple Information	B

People get energy from the food they eat. Where does the energy stored in food come from?

- A. Fertilizers
- B. The Sun
- C. Vitamins
- D. The soil

Tehtävä 13

Efficiency of machines	
Content Category	Performance Expectation
Physics	Theorizing, Analyzing and Solving Problems

Machine A and Machine B are each used to pump water from a river. The table shows what volume of water each machine removed in one hour and how much gasoline each of them used.

	Volume of Water Removed in 1 Hour (liters)	Gasoline Used in 1 Hour (liters)
Machine A	1000	1.25
Machine B	500	0.5

a) Which machine is more efficient in converting the energy in gasoline to work?

Answer: _____

b) Explain your answer.

Tehtävä 14

Conversion of electrical/light energy	
Content Category	Performance Expectation
Physics	Theorizing, Analyzing and Solving Problems

Electrical energy is used to power a lamp. How does the amount of electrical energy used compare to amount of light energy produced?

a) The amount of electrical energy used is:
(Check one)

more than the amount of light energy produced.

less than the amount of light energy produced.

the same as the amount of light energy produced.

b) Give a reason to support your answer.

Tehtävä 18

Sunscreen to protect against radiation		
Content Category	Performance Expectation	Item Key
Physics	Understanding Simple Information	D

Sunscreen is used to protect the skin from exposure to which type of solar radiation?

A. Visible

B. X-rays

C. Infrared

D. Ultraviolet

E. Microwaves

Tehtävä 20

Color reflecting most light		
Content Category	Performance Expectation	Item Key
Physics	Understanding Simple Information	A

The walls of a building are to be painted to reflect as much light as possible. What color should they be painted?

A. White

B. Red

C. Black

D. Pink

Tehtävä 22

Light rays through magnifying glass		
Content Category	Performance Expectation	Item Key
Physics	Understanding Complex Information	B

Which diagram best shows what happens when light passes through a magnifying glass?

Tehtävä 24

Why light-colored clothes are cooler		
Content Category	Performance Expectation	Item Key
Physics	Understanding Complex Information	A

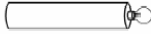
On a warm sunny day, you will feel cooler wearing light-colored clothes because they

- reflect more radiation
- prevent sweating
- are not as heavy as dark clothes
- let more air in

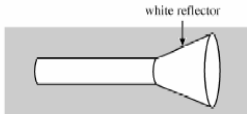
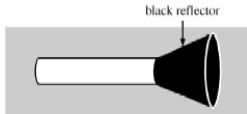
Tehtävä 27

Flashlights with white/black reflectors		
Content Category	Performance Expectation	Item Key
Physics	Theorizing, Analyzing and Solving Problems	

Roddy and Stephanie each make a flashlight using identical batteries and bulbs.



They then add cardboard reflectors to their flashlights as shown below. Roddy's reflector is made of white cardboard and Stephanie's reflector is made of black cardboard.

The flashlights are then switched on.

- Which flashlight shines more light on a wall two meters away? (check one)
 - Roddy's (white reflector)
 - Stephanie's (black reflector)
- Explain your answer.

Tehtävä 28

Amount of light on wall and ceiling	
Content Category	Performance Expectation
Physics	Theorizing, Analyzing and Solving Problems

James turns on a flashlight in his bedroom and shines it on his wall one meter away to produce a small circle of light. He then shines the flashlight on his ceiling two meters away to produce a larger circle of light.

- Does more light reach the ceiling than the wall? (Check one)
 - Yes
 - No
- Explain your answer.

Tehtävä 29

Appearance of red dress in green light		
Content Category	Performance Expectation	Item Key
Physics	Understanding Complex Information	C

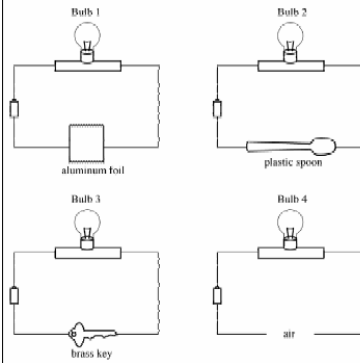
As a play begins, white stage lights shine on an actress wearing a red dress. Suddenly, the lights go off and a green light is shone on the actress. The dress looks black. Why does the dress look black?

- The dress reflects the green part of light.
- The dress absorbs the red part of light.
- The dress absorbs the green part of light.
- The dress reflects the black part of light.

Tehtävä 33

Complete circuits		
Content Category	Performance Expectation	Item Key
Physics	Understanding Complex Information	C

The following diagrams show a battery and a bulb connected by wires to various materials.



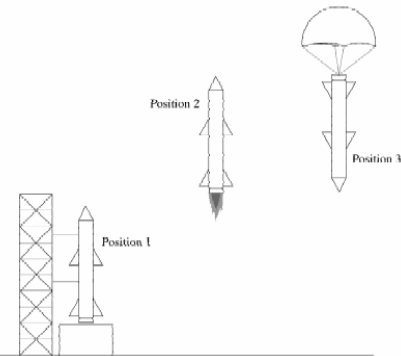
Which of the bulbs will light?

- A. 1 only
- B. 2 and 3 only
- C. 1 and 3 only
- D. 1, 3 and 4 only
- E. 1, 2 and 3 only

Tehtävä 34

Gravity acting on rocket		
Content Category	Performance Expectation	Item Key
Physics	Understanding Simple Information	D

The drawings show a rocket being launched from Earth and then returning.



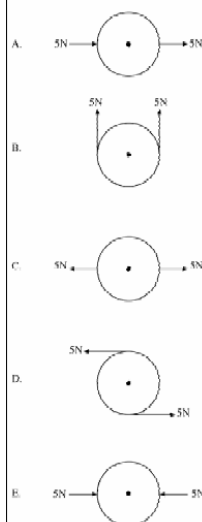
In which of the three positions does gravity act on the rocket?

- A. 3 only
- B. 1 and 2 only
- C. 2 and 3 only
- D. 1, 2 and 3

Tehtävä 35

Rotating forces on wheel		
Content Category	Performance Expectation	Item Key
Physics	Understanding Complex Information	D

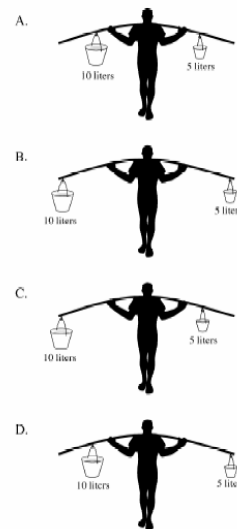
A uniform wheel is free to rotate on its axle at its center. It is acted on by two forces in the same plane. Each force has the same size, equal to 5N (Newtons). In which case will the wheel rotate?



Tehtävä 37

Balancing 10 and 5 liter buckets		
Content Category	Performance Expectation	Item Key
Physics	Theorizing, Analyzing and Solving Problems	D

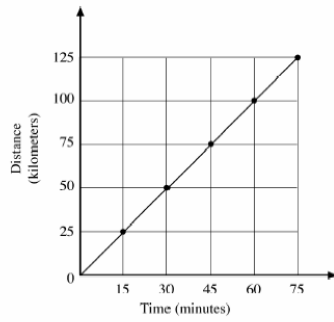
Which picture shows the best way for the man to balance a ten-liter bucket of water and a five-liter bucket of water?



Tehtävä 38

Determination of speed from graph		
Content Category	Performance Expectation	Item Key
Physics	Theorizing, Analyzing and Solving Problems	D

The graph shows the progress made by a car traveling along a straight road.



What is the speed of the car?

- A. 25 kilometers per hour
- B. 50 kilometers per hour
- C. 75 kilometers per hour
- D. 100 kilometers per hour

**Liite 10 Salatut TIMSS 1999 –tutkimuksen fysiikan tehtävät
(vain tarkastajien käyttöön)**

Liite 11 Kirja-analyysi ylä-asteella opetetuista fysiikan aihealueista

Suomalaisten 7. ja 8. luokan oppilaiden TIMSS-kokeen tulosten erot eri fysiikan aihealueissa johtuvat todennäköisesti siitä, että 8.-luokkalaisille oppilaille on jo opetettu niiden tehtävien aihealueita, joissa havaittiin luokkien välisiä eroja. Myös 7.-luokkalaisten 8.-luokkalaisia parempi menestyminen tehtävässä 6 saattaa johtua siitä, että kyseisen tehtävän aihealue on opetettu 7. luokalla. Seuraavassa tutkitaan mitä 7. ja 8. luokalla opetetaan fysiikassa ja onko niitä aihealueita, joissa 8.-luokkalaiset menestyivät paremmin, opetettu 8. luokalla. Tutkitaan myös opetetaanko niitä aihealueita, joissa 7.- ja 8.-luokkalaiset menestyivät yhtä hyvin, vasta 9. luokalla.

Fysiikan tehtävistä TIMSS 1999 –tutkimuksessa peräti 69 % katsottiin sellaisiksi, ettei niiden sisältämiä asioita käsitellä 7. luokan opetussuunnitelmassa. Koska 8. luokka oli vain lisäotos, siitä ei ole selvitetty kuinka suuri prosentuaalinen osa tehtävistä ei vastannut 8. luokan opetussuunnitelmaa.

Tutkimukseen osallistui 171 koulua, joista 12 oli ruotsinkielisiä. Kolme koulua ilmoitti, että niissä fysiikan opetus ei kuulu 7. luokan opetussuunnitelmaan ja 38 koulua ei antanut 7. luokalla käytetyistä kirjoista tietoja ollenkaan. Ruotsinkielisissä kouluissa käytetyistä kirjoista (2 kpl) ei tehty analyysiä. 8.luokan lisäotoksessa ei kysytty käytössä olevaa oppikirjaa, mutta yleensä saman fysiikan kirjasarjan käyttäminen jatkuu kouluissa 7. luokalta myös 8. ja 9. luokalle. Muutamassa kirjasarjassa fysiikan ja kemian asiat ovat samassa kirjassa, kuten esimerkiksi Otavan Koulun fysiikka ja kemia -kirjasarjassa. Kouluissa, joissa näitä kirjoja käytetään, on saatettu yhdistää fysiikan ja kemian opiskelu 7-9 luokilla.

Koulun fysiikka ja kemia –kirjasarjaan kuuluivat kirjat nimeltään Koulun fysiikka ja kemia 7, Koulun kemia 8 ja Koulun fysiikka 9. Sarjoihin Impulssi, Pisara ja Ydin kuuluivat kirjat Impulssi 1: Peruskoulun fysiikka ja kemia, Impulssi 2: Peruskoulun kemia ja Impulssi 3: Peruskoulun fysiikka; Pisara 7: Kemia ja fysiikka, Pisara 8: Kemia ja Pisara 9: Fysiikka sekä Fysiikan ja kemian ydin 7, Kemian ydin 8 ja Fysiikan ydin 9. Näitä kirjasarjoja käyttävissä kouluissa 7. luokan fysiikan ja kemian yhteinen kirja on ollut käytössä 7. luokalla, mutta se, mitä kirjaa 8. luokalla on käytetty, ei ole varmaa, joten kirja-analyysi hankaloituu 8. luokan

osalta. Saattaa olla, että joissain kouluissa on ollut 8. luokalla pelkästään kemiaa ja 9. luokalla fysiikkaa.

Yleisimmin käytössä oleva kirja oli Aine ja energia (51 koulussa). Kirjassa on 7-9 luokilla fysiikassa opiskeltavat asiat ja tässä tutkimuksessa oletetaan, että alkuosa on käyty läpi 7. luokalla, keskiosa 8. luokalla ja loppuosa 9. luokalla. Myös kirja Lumo: fysiikan ja kemian käsikirja sisältää 7-9 luokkien fysiikan ja kemian asiat. Toiseksi suosituin kirja 7. luokalla oli Impulssi 1 (26 koulussa) ja seuraavaksi suosituin oli Ydin 7 (21 koulussa). Taulukossa 15 on eritelty TIMSS 1999 –tutkimukseen osallistuneiden koulujen käyttämät kirjat ja niiden yleisyys.

Taulukko 15 TIMSS 1999 -tutkimukseen osallistuneissa kouluissa 7.luokalla käytetyt kirjat

Kirja	Koulujen lukumäärä
Fysiikkaa ei opeteta 7.luokalla	3
Aine ja energia (W+G)	51
Atomos (Söderströms)	7
Elementa (Schildts)	4
Impulssi 1 (Otava)	26
Ydin 7 (WSOY)	21
Muut	22
Ei ilmoittanut kirjaa	38

Muita kirjoja olivat Koulun fysiikka ja kemia 7 (Otava), Fysiikan- ja kemiankirjani 7 (Otava), Lumo: fysiikan ja kemian käsikirja (WSOY) ja Pisara 7 (W+G). Mukana oli myös yksi englanninkielinen kirja.

Taulukossa 16 on eritelty TIMSS 1999 –tutkimuksen aikana tutkimukseen osallistuneissa kouluissa 7. luokalla käytössä olevien kirjojen avulla fysiikan eri aihealueiden sisältyminen perusopetuksen 7. luokan opetussuunnitelmaan. Oppikirja-analyysiin on otettu yleisimmin käytössä olevat kirjat.

Taulukko 16 Opetettavia fysiikan aihealueita 7. luokalla

Kirja	Aalto- liike	Aineen ominaisuus	Energia	Lämpö- oppi	Sähkö ja magnetismi	Valo- oppi	Voima ja liike
Aine ja energia (W+G)	x	x					x
Fysiikan- ja kemiankirjani 7 (Otava)	x	x		x	x		x
Impulssi 1 (Otava)	x	x		x	x		x
Koulun fysiikka ja kemia 7 (Otava)	x	x		x	x		x
Lumo: fysiikan ja kemian käsikirja (WSOY)		x					x
Pisara 7 (W+G)	x	x	x	x	x		x
Ydin 7 (WSOY)	x	x		x	x		x

Kaikissa, paitsi yhdessä 7. luokan kirjassa, käsiteltiin aaltoliikettä, värähtelyliikettä, aallon syntymistä ja etenemisestä sekä ääntä. Lumo: fysiikan ja kemian käsikirja –kirjassa aaltoliike oli kirjan loppuosassa, joten jos kirjaa noudatetaan suoraan, aaltoliike käsitellään vasta 9. luokalla. Aineen ominaisuuksia käsiteltiin jokaisessa 7. luokalla käytössä olleessa kirjassa. Niissä käsiteltiin mm. aineen massaa, tiheyttä, olomuodon muutoksia, sähkön- ja lämmönjohtumista sekä hyvin yleisesti erilaisten aineiden ominaisuuksia.

7. luokan kirjoissa lämpöopissa käsiteltiin mittareita ja lämpötilaa sekä lämpötilan mittaamista. Lisäksi kirjoissa Pisara 7, Ydin 7 ja fysiikan- ja kemiankirjani käsiteltiin lämpöenergiaa. Sähköopissa keskityttiin sähkön syntyyn, mittaamiseen ja erilaisiin sähköilmiöihin. Kirjoissa käsiteltiin myös jännitettä, virtaa ja mittareita virtapiirissä, kytkentöjä (rinnan ja sarjaan) sekä johteita ja eristeitä. Magnetismia ja magneetteja käsiteltiin myös kaikissa kirjoissa. Kirjoissa, jotka sisälsivät koko 7-9 luokkien fysiikan, sähkö käsiteltiin kirjojen loppuosassa eli todennäköisesti vasta 9. luokalla.

Valo-oppia ei käsitelty yhdessäkään 7. luokan kirjassa ja myös Aine ja energia sekä Lumo – kirjoissa valo-oppi ei ollut kirjan alkuosassa. 7. luokalla kemiassa käsitellään palamista ja kynttilöitä ja ainoa tehtävä, jossa 7.-luokkalaiset menestyivät TIMSS-kokeessa 8.-luokkalaisia merkittävästi paremmin, oli valo-opin tehtävä, joka liittyi kynttilän palamiseen. 7. luokalla käsitellään voimasta ja liikkeestä perusasioita, kuten kitkaa, painetta ja kaltevia tasoja sekä tasaista ja kiihtyvää liikettä. Voima ja liike ovat niin yleisiä käsitteitä, että niitä käsitellään myös 8. ja 9. luokalla.

Yleisesti 7. luokalle suunnatuissa yhteisissä fysiikan ja kemian kirjoissa aihealueista käsiteltiin perusasioita, kuten mittaamista, mittareita ja työturvallisuutta. 9. luokan fysiikan kirjoissa käsiteltiin jo 7. luokalla esille tulleita aihealueita syvällisemmin. Seitsemännellä luokalla ei yleensä käsitellä valo-oppia eikä energiaa tarkemmin, vaan ne tulevat esille 8. tai 9. luokalla, riippuen koulujen omista opetussuunnitelmista. 8.-luokkalaiset menestyivät 7.-luokkalaisia paremmin juuri valo-opin ja energian tehtävissä sekä aineen ominaisuuksia käsittelevissä tehtävissä (tiheys ja magnetismi), vaikka näitäkin aineiden ominaisuuksia käsitellään 7. luokalla.

Taulukossa 17 on eritelty TIMSS 1999 –tutkimuksen aikana tutkimukseen osallistuneissa kouluissa 8. luokalla käytössä olevien kirjojen avulla fysiikan eri aihealueiden sisältyminen 8. luokan opetussuunnitelmaan.

Taulukko 17 Opetettavia aihealueita fysiikassa 8. luokalla

Kirja	Aalto- liike	Aineen ominaisuus	Energia	Lämpö- oppi	Sähkö ja magnetismi	Valo- oppi	Voima ja liike
Aine ja energia (W+G)	x		x			x	x
Fysiikan- ja kemiankirjani 8 (Otava)			x			x	x
Lumo: fysiikan ja kemian käsikirja (WSOY)		x					

Lumo-kirjassa keskimmäiset luvut (7-12) käsittelevät kemiaa, joten riippuu täysin koulujen omista opetussuunnitelmista, mitä fysiikan asioita tätä kirjaa käyttävissä kouluissa opetetaan 8.

luokalla. Aine ja energia –kirjassa keskimmäiset luvut käsittelivät aaltoliikettä, valoa ja energiaa. Fysiikan- ja kemiankirjani 8 –kirjassa, joka on suunnattu nimenomaan 8. luokan opetukseen, keskeisiä aihealueita olivat mekaniikka ja valo-oppi. Taulukossa 18 on eritelty TIMSS 1999 –tutkimuksen aikana tutkimukseen osallistuneissa kouluissa 9. luokalla käytössä olevien kirjojen avulla fysiikan eri aihealueiden sisältyminen 9. luokan opetukseen.

Taulukko 18 Opetettavia aihealueita fysiikassa 9. luokalla

Kirja	Aalto- liike	Aineen ominaisuus	Energia	Lämpö- oppi	Sähkö ja magnetismi	Valo- oppi	Voima ja liike
Aine ja energia (W+G)			x		x		
Fysiikankirjani 9 (Otava)			x	x	x	x	x
Impulssi 3 (Otava)			x	x	x	x	x
Koulun fysiikka 9 (Otava)		x	x	x	x	x	x
Lumo: fysiikan ja kemian käsikirja (WSOY)	x		x	x	x	x	x
Pisara 9 (W+G)		x	x	x	x	x	x
Ydin 9 (WSOY)			x	x	x	x	x

Aine ja energia –kirjassa kaksi viimeistä lukua käsittelivät sähköä sekä säteilyä ja ydinfysiikkaa. Lumo: fysiikan ja kemian käsikirja –kirjassa luvut 13-17 käsittelivät laajalti eri fysiikan osa-alueita. Myös täysin 9. luokalle suunnatuissa fysiikan kirjoissa keskeisinä asioina olivat energia, lämpöoppi, sähkö, valo-oppi ja voima.

Kaikissa 9. luokan kirjoissa käsitellään elektroniikkaa sekä säteilyä ja ydinfysiikkaa. Suomessa perusopetuksen 7-9 luokilla käytössä olevissa kirjoissa suomalaisen luonnontieteiden kehittämissuunnitelman 2002 esittämät vaatimukset on otettu huomioon mm. siten, että erityislahjakkaille tarjotaan virikerikas ja haasteellinen oppimisympäristö ja että tyttöjen kiinnostusta ja suoritustasoa pyritään nostamaan. Myös kurssien oppisisällöt perustuvat 1994 valtakunnalliseen opetussuunnitelman perusteisiin.