핀란드의 물리교육과정

DOI: 10.3938/PhiT.23.028

유 준 희

Physics Education in the Finnish National Curriculum

Junehee YOO

The physics in the Finnish National Curriculum is introduced and compared with that in the Korean National Curriculum. The number of concepts is smaller in the Finnish Curriculum than in the Korean Curriculum, but the scientific skills are definitely described in more details in the Finnish Curriculum. The content in the Finnish National Curriculum reflects the nature and environment of Finland, and the specialized programs for upper secondary school students seem to focus on teaching physics in the ways of doing physics.

서 론

미래사회가 요구하는 창의·융합 인재를 양성하기 위해 문·이과 통합을 강조하고 행복한 학습을 구현한다는 비전과 국사를 필수화하는 방침 아래 2015 문·이과 통합형 교육과정 개정 작업이 진행되고 있다. 우리나라 교육과정은 2013년에는 과학 등 교과목의 필수 이수 단위를 15단위에서 10단위로 축소시키는 시수 조정, 2009년에는 집중 이수제와 STEAM 내용의 도입 등의 내용으로 수시로 개편되어 왔다. 2015 교육과정 개정작업의 초반인 현 시점에서 과학과 관련된 논의의 초점은 과학 교과의 시수, 문·이과 통합 과학의 구성과 내용, 그리고 수능 및 대입제도 개편 안에서 과학의 위치이다. 과학계는 국가경쟁력 강화를 위해 고등학교에서 과학교과의 필수 이수 단위를 사회교과군+한국사와 동일하게 요청하고 있으나, 제2외국어(8단위), 기술·가

정(10단위), 환경(6단위), 안전(2단위), 소프트웨어(4단위) 등의 필수이수단위 지정 요구도 쇄도하고 있다. 과학계의 필수 이수 단위 확대 요청은 2014년 대수능에서 모든 과학 II 과목의 선택율이 1-7%로 2013년의 3-12%보다 급감된 현실을 배경으로 한다. 특히 물리는 물리 I의 선택율도 9% 이하로 일부 대학에서는 고등학교에서 물리를 이수하지 않은 이공계 학과의 학생을 대상으로 여름학기에 고등학교 물리 강좌를 제공하고 있기도 하다. 2015 교육과정 개정안의 향후 추진과제로 “고등학교 교육과정과 대학 교육과정의 연계성에 대한 체계적 분석을 통해 고등학교에서 가르쳐야 할 학습내용의 적절한 수준(수학·과학 등)을 확인하며, 선수과목 지정 등의 방안을 통해 선택과목 운영의 정상화를 유도하고 고등학교 교육과 대학 교육의 연계성을 유지하기 위한 방안을 모색할 필요가 있음”이 제시되었다. 이 과제는 총론팀보다는 물리교육을 담당하는 사람들의 과제이기도 하다. 다른 한편 일반 국민, 특히 인문사회계 배경의 교육과정 연구자들은 여전히 그렇게 어려운 과학을 왜 배워야 하는가와 초·중·고등학교에서 배운 과학이 이후 삶을 살아가는데 도움이 되지 않는다는 자신의 경험에 근거하여 과학시수의 확대에 긍정적이지 않다. 즉 진로 심화 선택 과목으로서 물리뿐만 아니라 공통 기초 소양 함양을 위한 과목으로서 물리의 내용과 성취 목표에 대한 실증적 연구와 작업이 필요하다고 할 수 있다.

이러한 시점에서 핀란드의 과학교육과정을 되짚어보는 것은 핀란드가 PISA 2009의 과학소양 평가에서 서구 국가에서는 보기 드물게 상위권인 2-3위를 차지하여 전 세계의 이목을 집중시켰다는 이유뿐만이 아니다. 핀란드가 비록 PISA 2012의 과학소양 평가에서는 4-6위로 내려앉았고 한국과는 사회 체제가 다르다는 점을 인정하더라도 인구 500만과 척박한 자연환경을 가진 국가로서 교육과정의 목표에서 평등을 강조하면서도 교육 정책의 산출물로 높은 학업성취도를 유지하고 있으며 과학기술 기반의 성공적인 국가 운영을 한다는 점이 많은 관심을 갖게 한다.

핀란드 교육과정의 개요

현재 시행되고 있는 핀란드의 교육과정은 2003년 8월에 고

저자약력

유준희 교수는 서울대학교 대학원에서 1997년 과학교육학(물리교육)으로 박사학위를 받고, 미국 노던일리노이주립대학교에서 2005년에 응용물리학으로 박사학위를 받았다. 1998년부터 2002년까지 한국교육과정 평가원에서 근무하였다. 2002년부터 현재까지 서울대학교 물리교육과에서 근무하고 있다. (yoo@snu.ac.kr)

표 1. 핀란드의 각급 학교별 교육목표.

	초등학교와 중학교	고등학교
학교 교육 목표	<ul style="list-style-type: none"> -학생들이 다양하게 성장하고 학습하며, 건전한 자기존중 의식 계발 -삶에 필요한 지식과 기술을 습득하고 더욱 심화된 학습을 할 것 -시민의 일원으로 민주 사회를 발전시키는 데 참여할 수 있도록 할 것 -학생의 언어와 문화 정체성, 모국어를 발전시킬 수 있도록 할 것 -평생교육에 대한 욕구를 불러일으킬 것 -새로운 문화를 창조하고, 사고와 행동에 활력을 불어넣으며, 학생의 비판적 평가능력을 계발할 것 	<ul style="list-style-type: none"> -인권, 평등, 다양성, 민주주의, 자연적 다양성, 자생적 환경의 보존, 다문화성의 지지에 대해 이해할 것 -핀란드 문화가 원주민, 노르딕, 유럽 문화와의 상호작용에서 형성됨을 지도하며, 자신의 고유한 문화적 정체성을 형성하는 데 도움을 주고 관용과 문화 간 이해를 돕도록 할 것 -지역적 균등함과 개인 간의 평등 의식을 갖는 데 도움이 되도록 할 것

시되고 2005년 8월부터 시행되고 있다. 핀란드도 2010년부터 교육과정 개정의 기초 작업을 시작하여 2014년도 말에 개정된 교육과정을 고시하고 2016학년도부터 시행하는 것을 예정하고 있다. 본고는 2003년에 고시된 교육과정을 근거로 하여 작성하였다.

1. 핀란드의 교육목표와 학제

핀란드의 학제는 초등교육, 중등교육, 고등교육으로 이루어져 있다. 7세부터 15세까지 9년이 의무교육기간이고 이후 중등교육에 속하는 상급 중등학교 또는 각종 직업전문학교에 진학한다. 상급 중등학교는 대학 진학을 목적으로 하는 보통교육을 실시하며 대개 3년제이고 종료 시 대학입학자격 취득시험을 치른다. 직업전문학교는 고등전문학교, 직업전문학교, 직업학교 등이 있으며 각각 5~6년, 3~5년, 2~3년제이다. 고등교육 기관에는 대학과 폴리테크닉이 있다. 대학은 종합대학과 전문대학이 있고, 폴리테크닉은 직업교육의 질 향상을 도모하는 것을 목적으로 한다.

핀란드의 교육과정에서 보통 교육에서 강조하는 가치는 인권, 평등, 민주주의, 자연의 다양성, 환경의 보전 및 다문화주의에 대한 지지 등이다. 또한 보통 교육은 학생들의 책임감, 지역사회에 대한 소속감 및 개인의 권리와 자유에 대한 존중을 증진시켜야 한다고 명시하였다. 이러한 가치를 중요시하는 가운데 교육과정의 구성 원칙은 다음과 같이 지역성과 다양성을 중시하는 것으로 나타났다.

- 지역 교육과정은 국가 교육과정과 조화를 이루도록 구성할 것
- 학교의 운영 여건, 지역에서 중시하는 가치, 학교 경쟁력을 고려하여 구성할 것(지역적 환경, 언어적 조건, 역사·경제·문화적인 삶을 고려하는)
- 교육 제공자는 필요한 경우 핀란드어, 스웨덴어, 새미어로 교육과정을 시행할 것
- 고등학교 교육과정은 학생이 자신의 선택대로 수학할 수 있도록 유연하게 구성할 것

- 성취도가 높은 집단의 학생들에게는 높은 수준의 교육기회를 제공할 것(교육 성취가 느린 학생을 대상으로 표준화된 성취목표에 도달할 수 있도록 학교에서 지원한다는 것을 포함)

위와 같은 보통교육의 가치를 구현하기 위한 각급 학교의 교육목표는 표 1에서 제시한 바와 같다. 표 1에 의하면 초등학교와 중학교의 교육목표는 보통교육이 중요시하는 가치를 보다 구체적으로 적시하였으며, 고등학교에서는 보통교육에서 중요시하는 가치를 그대로 적시하였다. 건국 이래로 한국 학교교육과정의 교육 목표는 홍익인간으로 제시되어 왔으나 홍익인간의 정의를 어떻게 구체화할 것인지, 2015 개정 교육과정에서 요구하는 창의·융합형 인재상과의 관계를 어떻게 할 것인지에 대한 논의가 필요하다.

2. 편제와 시간 배당

(1) 초·중학교

핀란드 초·중학교의 편제와 시간 배당은 표 2에 제시하였다. 초등학교의 교과목은 국어·문학, A-외국어(주로 영어), 수학, 환경·자연, 생물·지리*, 물리·화학, 역사·사회, 종교·철학, 음악, 미술, 수예, 체육, 선택과목(주로 제2 외국어)으로 구성되어 있다. 영어교육은 3학년부터 시작되며, 5학년부터 환경·자연 과목이 없어지고 물리·화학 및 생물·지리 과목으로 바뀐다. 또한 5학년부터 역사·사회 교과목이 시작되어 6학년까지 통합형태로 이수된다. 중학교부터는 생물, 지리, 물리, 화학, 역사, 사회 등 교과목이 분리되어 따로 시간이 배정된다. 또한 중학교부터는 종교(기독교)와 철학 중 하나를 선택하여 이수할 수 있다. 가정, 수예, 음악, 미술 교과목은 중학교 1학년 때 필수로 이수하며, 중학교 2, 3학년 동안은 선택과목으로 원하면 이수할 수 있다. 초·중학교의 학년별 주당 수업 시수는 다음과 같다.

- 초1~초2: 주당 평균 최소 19.3시간

*영문 명칭은 Biology and Geography로, 내용은 자연지리와 지구과학 내용 중 일부를 포함한다.

표 2. 핀란드 초·중학교의 편제와 시수(단위). [1단위: 주당 1 수업 시간×38주]

과목	초등학교						중학교			전체
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	
국어·문학	14		14			14			42	
A.외국어(주로 영어)	8						8			16
B.외국어							6			6
수학	6		12			14			32	
환경과 자연	9									31
생물·지리					3		7			
물리·화학					2		7			
건강 정보					3					
종교 철학	6					5				11
역사·사회					3		7			10
음악	4 이상 4 이상 4 이상 8 이상		계 26		3 이상 4 이상 7 이상 10 이상			계 30		누계 56
미술										
공예										
체육										
가정 경제							3			3
직업교육							2			2
선택과목							(13)			13
최소 이수시간	19	19	23	23	24	24	30	30	30	222
자발적 선택에 의한 외국어*				(6)			(6)			(12)

*4학년부턴 영어 아닌 제2외국어를 선택해서 배울 수 있음.

- 초3~초4: 주당 평균 최소 23.5시간
- 초5~초6: 주당 평균 최소 24시간
- 중학교 1~3학년: 주당 평균 최소 30시간

(2) 고등학교

일반적인 고등학교 체제와는 다르게 일 년 동안 5~6학기로 나누어 학사 일정이 진행된다. 고등학교의 교육과정은 필수과정과 심화선택과정으로 구성되며 학생들에게 선택의 여지를 제공한다. 이때 학생의 진로에 따라 심화(선택)과정을 추가로 수강할 수 있다. 제2외국어 과목을 제외하고 모든 과목을 필수로 이수해야 한다. 각 과목마다 심화과정이 추가 단원으로 구성되어 있으며 학생의 진로방향에 따라 선택이 가능하다. 심화 과정은 최소한 10시간 이상 이수하도록 되어있다.

과학과 교과목의 개요

1. 과학과 교과목의 구성과 시수

핀란드 교육과정에서 과학과 교과목의 구성과 시수를 표 4

표 3. 핀란드 고등학교 편제와 시수(1단위). [1단위: 주당 1 수업 시간×38주]

과목	필수(단위)	심화(단위)
핀란드어	6	3
A언어(1-6학년시작)	6	2
B언어(7-9학년 시작)	5	2
이 외의 외국어들		16
단기 수학	6	2
장기 수학	10	3
생물	2	3
지리	2	2
물리	1	7
화학	1	4
종교/삶의 철학	3	2
철학	1	3
심리학	1	4
역사	4	2
사회	2	2
체육	2	3
음악	1~2	3
미술	1~2	3
건강 정보	1	2
학업 지도	1	1
필수 코스	47~51	
최소 심화 코스		10
총합 최소 코스	75	

표 4. 과학과목의 구성과 시수.

학교급	초등학교		중학교	고등학교	
학년	1-4	5-6	1-3	1-3 (실제 학년 구분 없음)	
선택/필수여부	필수	필수	필수	필수	심화 선택
과목명 (시수)	환경과 자연 (9)	생물·지리(3) 물리·화학(2)	생물·지리(7) 물리·화학(7)	생물(2) 지리(2) 물리(1) 화학(1)	생물(3) 지리(2) 물리(7) 화학(4)

에 제시하였다. 핀란드의 초등학교 1학년부터 4학년까지는 「환경과 자연」 과목을 4년 동안 9단위를 이수한다. 학년별로 이수하는 단위는 학교에 따라 다르다.

초등학교 5학년과 6학년에서는 「생물·지리」 3단위와 「물리·화학」 2단위를 이수하며 중학교 1-3학년에서는 「생물·지리」와 「물리·화학」을 각각 7단위씩 이수한다. 「물리·화학」 교과과는 5-6학년용과 7-9학년용이 각각 단권으로 발행된다. 교과과의 분량은 7-9학년용 「물리·화학」의 경우 약 300여 쪽이

표 5. 핀란드의 학교급별 물리 관련 과목의 성격과 목표.

	5-6학년 물리·화학	7-9학년 물리·화학	고등학교 물리
성격	<ul style="list-style-type: none"> -물리·화학에서 교수학습의 출발점은 자연현상, 물체 및 물질에 대한 관찰과 탐구뿐 아니라 학생의 선지식, 기술 및 경험이다. 이로부터 물리와 화학의 기본 개념과 원리를 습득하도록 학습의 진전이 이루어져야 한다. -교수학습 방법은 학생이 과학을 공부하도록 자극해야 하고, -학생들이 좋고 안전한 자연의 중요성을 인식하는데 도움을 주어야 하며 환경을 보호하고 책임지는 행동을 하도록 가르쳐야 한다. -건강 교육은 안전과 건강의 관점으로부터 학생의 활동이 검토되어야 하는 건강 교육이 교수학습적으로 통합되어야 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> -7-9학년 물리의 핵심적인 목표는 학생들의 물리에 대한 지식, 물리의 본성에 대한 개념을 확장하고 정보를 실험적으로 획득하는 기술을 강화하는 것이다. -물리·화학에서 교수학습의 출발점은 학생의 선지식, 기술 및 경험, 그리고 자연현상, 물체 및 물질에 대한 관찰과 탐구다. 이로부터 물리의 기본 원리와 법칙을 습득하도록 학습의 진전이 이루어져야 한다. -실험의 목적은 학생들이 과학의 본성을 인식하고 새로운 과학적 개념, 원리와 모형을 학습하는데 도움을 주며, 실험 작업과 협동에 필요한 기술을 발달시키고, 물리에 대한 흥미를 고무시키는데 있다. -교수학습 방법은 학생이 과학의 특징적인 방식으로 사고하고, 지식을 습득하고 사용하며, 여러 가지 일상생활의 상황에서 지식의 신뢰성과 중요성을 평가하도록 한다. 교수학습방법은 학생들로 하여금 질문과 현상에 대해 물리와 기술의 영역에서 적절한 개념을 사용하여 토론하고 글쓰는 능력을 함양해야 한다. -교수학습방법은 학생들이 일상생활, 생활환경 그리고 사회에서 물리와 기술의 중요성을 이해하는데 도움을 주어야 한다. -학생들이 좋고 안전한 자연의 중요성을 인식하는데 도움을 주어야 하며 환경을 보호하고 책임지는 행동을 하도록 가르쳐야 한다. -건강 교육은 안전과 건강의 관점으로부터 학생의 활동이 검토되어야 하는 건강 교육이 교수학습적으로 통합되어야 한다. -물리 공부는 학생들이 자신의 인성을 개발하고 현대적인 세계관을 형성하는 것을 지원해야 한다. 또한 일상생활 상황(특히 환경보존과 관련된 문제와 에너지원의 사용)의 문제에서 선택할 수 있는 능력을 키워주어야 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> -물리는 실증적인 자연과학으로 실험적 방법으로 자연으로부터 획득한 정보를 사용하여 자연의 기본적인 구조와 현상을 설명하고 이해하는 것을 목적으로 한다. 또한 범용적으로 적용할 수 있는 자연의 법칙을 발견하고 이러한 법칙을 수학적 모형으로 표현하는 것을 목적으로 한다. -물리의 실험적 본성은 주제, 교수학습의 단계와 방법에 따라 달라질 수 있으며 학생 자신의 독자적인 연구, 교사의 시범, 견학, 영상자료 또는 강의를 통해 구현된다. 실험은 학생들이 새로운 과학적 개념, 원리와 모형을 학습할 때 학생들을 지원하는데 사용할 수 있다. 물리 학습은 학생들의 실험 능력과 협동 능력을 발달시켜야 한다. 실험은 학생들이 자연과학의 본성을 인식하고 자신의 과학적 사고를 발달시키는 것을 지원해야 한다. -학생들은 자연의 구조와 현상을 자신이 기존에 가지고 있던 지식과 생각에 비추어 검증하는 방법을 배울 것이다. 학생들은 자신의 선개념을 인식하고 이에 대한 질문을 던지는 것을 배울 것이다. 새로이 학습한 지식에 근거하여 자신의 세계관을 명료화할 것이다. 학생들은 소집단으로 실험을 계획하고 실험을 통해 획득한 정보와 물질에 대해 토론할 것이며, 그 처리과정과 모형 및 신뢰도를 평가하는 방법을 배울 것이다. 소집단의 구성원은 새로 얻은 정보를 공유하는 방법을 배울 것이다. -자연과학의 학습은 실험적 방법, 다양한 정보원, 다양한 정보처리 방법을 차용한다. 물리적 정보의 일차적 원천은 자연에 있다. 학교에서는 부가적인 정보원으로 교과서, 매체, 디지털화된 정보 및 해당 분야에서의 전문가 등을 활용할 수 있다. <p>교수학습의 목표</p> <ul style="list-style-type: none"> -인간이 자연의 일부라는 것을 인식하고 자연현상에 대한 모형을 구성하는데 있어서 물리의 중요성을 이해한다. -자연과학의 지식을 형성하는데 실험과 이론적 추측의 중요성을 이해한다. -과학, 예술, 기술, 의사소통 및 일상생활 환경과 경제적 생활에서 물리의 중요성을 인식한다. -안전하고 건강한 환경을 만드는데 능동적이고 책임감을 가지고 기여한다. -물리의 개념과 원리를 사용하여 자연 현상과 조각에 대한 자신의 이해를 구조화한다. -물리의 법칙과 개념을 창조적으로 사용하여 자연 과학과 기술에 대한 문제를 해결할 수 있다. -전문가 집단과 동일한 방법으로 다른 학생과 정보를 획득하고 처리할 수 있다. -간단한 측정을 계획하고 실행할 수 있으며 그 결과를 해석하고 평가하고 응용할 수 있다. -정보를 획득하는 다양한 원천을 사용할 수 있고 기술적 도구를 사용하여 다양한 방법으로 정보를 제시하고 발표할 수 있다. -물리 정보의 응용자로서 개인과 사회에게 물리의 중요성을 검토한다. 제품을 생산하거나 일상생활의 편리성을 추구하는데 있어서 숙련되고 윤리적이고 통제 방법으로 물리를 응용하는데 친숙해진다. 또한 기술적 응용의 효과를 이해하는 능력을 획득한다.

다. 고등학교에서는 「생물」, 「지리」, 「물리」, 「화학」으로 분리된 과목을 모든 학생을 필수로 이수한다. 모든 학생은 「생물」과 「지리」를 각각 2단위씩, 「물리」와 「화학」은 각각 1단위씩 이수한다. 핀란드의 선택교육과정에서 이과와 문과의 명시적인

구분은 없으며 학생들의 필요에 따라 「생물」, 「지리」, 「물리」, 「화학」에서 자신이 진학할 분야의 심화된 내용을 배울 수 있다. 심화 선택 과목에서 「생물」 3단위, 「지리」 2단위, 「물리」 7단위, 「화학」 4단위를 선택하여 이수할 수 있다. 고등학교의

표 5. 계속.

	5-6학년 물리·화학	7-9학년 물리·화학	고등학교 물리	
			고등학교 물리(필수)	고등학교 물리(선택)
목표	<ul style="list-style-type: none"> -주어진 안내 지침에 따라 자신과 환경을 보고하면서 안전하게 일하고 이동하는 방법 -관찰과 측정하기, 해당 과목에 대한 정보를 찾고 찾은 정보의 신뢰성을 평가하기 -자신의 관찰과 측정에 대한 결론 내리기, 주어진 자연환경과 객체의 성질과 관련된 인과적 관계를 인식하기 -현상, 유기체, 및 물질 및 물체의 특성과 상관관계를 명료화하는 간단한 과학적 실험을 수행하기 -과학적 지식을 사용하여 물리 영역에서 배우는 개념을 기술하고, 비교하고 명료화하기 -약물의 남용에 대해 이해하기 	<ul style="list-style-type: none"> -자연환경에 대한 일과 연구를 다른 사람들과 안전하게 하기 -과학적 질문을 형성하고 문제를 인식하는 것과 같은 과학적 기술 -관찰, 측정 및 결과를 만들고 비교하고 분류하기, 가설을 설정하고 검증하기, 결과를 만들고 제시하고 해석하기, 정보와 통신기술을 잘 사용하기 -영향을 주는 변인이 고정되거나 변화하는 자연 현상에 대한 과학적 탐구를 계획하고 수행하기, 변인들 사이의 인과관계를 찾기 -간단한 모형을 형성하고, 모형을 사용하여 현상을 설명하기, 일반화하기, 탐구 과정과 결과의 신뢰성을 평가하기 -적절한 개념, 수량화와 단위를 사용하여 물리적 현상과 기술적 질문을 서술하기 -다양한 정보원으로부터 얻은 정보의 신뢰성을 평가하기 -다양한 그래프와 수치 모형을 사용하여 자연현상을 설명하고 예측하고 문제를 해결하기 -자연현상과 과정, 그리고 그 속에서 일어나는 에너지 전환, 다양한 자연적 구조물에 대한 알기, 그 구조물을 이루는 구성 요소간 상호작용, 현상 사이의 인과관계에 대한 이해 	<ul style="list-style-type: none"> -지식과 이해에 대한 학생의 요구를 충족시키고 물리에 대한 학생들의 관심을 고양하고 강화시키는데 영향을 받는다. -물질의 구조와 우주와 관련된 기본 개념과 친숙해지고 물리의 개념과 원리를 사용하여 자연의 현상과 이해에 필요한 기본 조각을 구조화할 수 있다. -자연과학에서 지식이 실험과 관련 모형 구성을 통해 어떻게 구축되는지 이해할 수 있다. -간단한 과학적 실험을 계획하고 시행할 수 있으며 그 실증적 결과를 해석하고 평가할 수 있으며 이를 다른 사람에게 제시할 수 있다. -실험 작업의 결과를 해석하고 그래프의 형태로 모형을 구성할 수 있다. -자신의 연구를 지지하는데 필요한 정보와 통신기술을 사용할 수 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> -자연과학과 자연과학의 적용이 필요한 분야에서 공부하는데 필요한 능력을 획득하기 -자연과학의 현상과 모형을 검토하고 이를 수학적, 그래픽 방법을 사용하여 표현하기 -물리적 모형을 구성하고 이를 이용하여 예측하기 -정보와 통신 기술을 사용하여 모형 검토하고 도해로 나타내기 -고전 물리학의 여러 분야와 현대물리학의 기초에 익숙해지기 -물리의 여러 분야에서 필요로 하는 기술과 익숙해지기 -사회의 여러 분야에서 물리의 중요성에 익숙해지기 -물리의 적용 및 안전 관련 사항에 대해 익숙해지기

심화 선택과목의 경우 과목이 따로 개설이 된 것이 아니라 동일한 교과서 내에 추가로 편성된 단원이 있어서 그 내용을 배우게 된다. 고등학교의 경우 학년제가 아닌 1년당 5~6학기제로 구성되어 유동성 있는 수업시간 배분이 가능하다.

핀란드 과학 교과목의 구성을 보면, 저학년에서는 가능한 환경, 건강, 안전 등 핀란드의 척박한 자연환경에서 안전하게 생존하는데 필요한 교육을 통합적으로 배우고 고학년으로 성장함에 따라 각자 진로에 맞는 교과 내용을 분화하여 집중적으로 이수하는 것을 알 수 있다. 특히 심화선택 과정에서 물리의 이수단위가 다른 단위보다 많이 나타나는 것을 눈여겨 볼만하다.

2. 과학과 교과목의 성격과 목표

핀란드 교육과정에서 과학과 과목의 성격과 학습 목표를 표 5에 제시하였다. 참고로 한국 교육과정의 과학과 과목의 성격과 학습 목표를 표 6에 제시하였다. 표 6에 의하면 한국의 교육과정에서 과학 과목의 성격은 학교급에서 제공되는 과목마다 다르게 표현되어 있으나, 학습 목표는 대동소이하게 개념 이해, 탐구, 흥미와 호기심, 및 과학-기술-사회의 관계 이해로 표현된 것을 알 수 있다.

핀란드는 척박한 자연 환경, 특히 춥고 어두운 겨울에 얼어붙은 강과 호수가 많은 지역에서 건강하고 안전한 삶을 유지하는 것이 무엇보다도 중요하기 때문에 초등학교 5-6학년 「물리·화학」의 성격에서는 과학을 공부할 수 있도록 학생의 호기심을 자극하는 것뿐만 아니라 안전한 환경의 중요성 인식, 환경 보호, 책임 있는 행동을 강조하며 안전과 건강 관점에서 학생의 삶이 유지되도록 하는 건강교육의 내용을 교육과정에 포함하고 있다.

이후 중학교 1-3학년 「물리·화학」 과목에서 초등학교의 과목 성격과 연계하여 일상생활, 생존 환경 및 사회에서 물리와 기술의 중요성 이해, 인성의 발달과 현대적 세계관의 형성, 일상생활, 특히 환경 보호와 에너지 자원 활동 등에 관련된 문제들에 있어서 최선의 선택 능력 함양을 과목의 성격에서 명시하고 있다. 또한 학생들이 성숙했기 때문에 이에 더하여 보다 과학적인 지식과 능력을 함양할 수 있도록 교수학습의 특징에 다음을 포함하고 있다.

- 학생의 물리 지식 및 물리의 기본 개념을 넓히고 실험을 통해 정보를 얻는 능력을 강화시킬 것
- 실험 교육은 학생들이 과학의 본질을 인식하고, 새로운 과

표 6. 한국의 학교급별 물리 관련 과목의 성격과 목표.

	5-9학년 과학	고등학교 과학	고등학교 물리	고등학교 물리 II
성격	<ul style="list-style-type: none"> -과학의 기본 개념을 이해하고 과학 탐구능력과 과학적 태도를 함양하여 창의적이고 합리적으로 문제를 해결하는 데 필요한 과학적 소양을 기르기 위한 교과이다. -과학을 기술, 공학, 예술, 수학 등 다른 교과와 관련지어 통합적이고 창의적으로 사고할 수 있는 능력을 신장시키도록 한다. -‘과학’에서는 학생 수준에 따라 관찰, 실험, 조사, 토론 등 다양한 탐구 활동 중심의 학습이 이루어지도록 한다. 개별 활동뿐만 아니라 모둠 활동을 통해 비판성, 개방성, 정직성, 객관성, 협동성 등 과학적 태도와 의사소통 능력을 기르도록 한다. -‘과학’의 기본 개념을 학습자의 경험과 친근한 상황 속에서 지도하고, 학습한 지식과 탐구 방법으로 과학적 문제나 사회 문제를 적극적으로 해결하려는 태도를 길러 과학이 기술의 발달과 우리 사회에 영향을 미치며 이들이 상호 관련되어 있음을 인식할 수 있도록 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> -민주주의 사회의 구성원으로서 갖추어야 할 최소한의 과학적 소양을 함양하기 위한 과목이다. -제1부는 우주의 탄생에서부터 태양계의 형성 및 생명체의 출현에 이르는 과정에 관한 주요 과학개념의 이해를 바탕으로, 이 과정을 밝혀내기 위하여 과학자들이 가졌던 의문과 해결 방안을 탐색하게 함으로써 과학의 본성을 이해하게 한다. -제2부는 첨단 과학기술을 기반으로 하는 현대사회에 대한 과학의 기여를 이해하고, 정보통신과 신소재, 인류의 건강과 과학기술, 에너지와 환경 등에 관련된 기초적인 과학 개념을 학습함으로써 올바른 의사소통과 판단능력을 갖추도록 한다. -‘과학’에서는 물리, 화학, 생명과학, 지구과학의 기본 개념들이 적절하게 균형을 이루면서 자연스럽게 융합되도록 구성한다. -학생들이 과학에 대한 흥미를 느끼고 자연을 통합적으로 이해하는데 필요하다면 어려운 과학개념일 지라도 적절한 수준에서 소개한다. -‘과학’을 통하여 학생들이 심화된 물리, 화학, 생명과학, 지구과학을 학습할 수 있는 의욕을 갖도록 한다. -관찰, 실험, 조사, 토론 등 다양한 활동을 통하여 과학적 탐구방법과 과정을 이해하게 하여, 이를 바탕으로 창의적 문제해결 능력과 시민 사회에서 합리적인 의사결정을 위한 과학적 사고력을 기르도록 구성한다. 	<ul style="list-style-type: none"> -민주사회의 시민으로서 갖추어야 할 물리학에 대한 소양을 함양하기 위한 과목이다. -미래 사회에 적합한 과학적 소양인 양성을 위해 현대 물리학의 내용을 포괄적으로 도입한다. -실생활 관련 주제와 현대물리학의 내용을 논의하고 체험하며 탐구할 수 있는 방법으로 도입한다. -‘물리학 이론의 개념적 구조뿐 아니라, 학생의 선행 개념과 지적 수준, 학생의 경험과 흥미, 인지적 학습과정에서 밝혀진 연구 결과 등을 반영하여 제시한다. 또 내용의 이해를 돕기 위해 다양한 학습전략과 활동들을 포함하여 능동적 학습이 이루어질 수 있도록 구성한다. -탐구 활동은 과학의 본성에 맞도록 구성하며, 탐구 문제의 발견으로부터 결론 도출에 이르기까지의 다양한 탐구기능을 균형 있게 다루도록 한다. 또한 실험탐구뿐 아니라 사고중심의 탐구 활동, 조사와 토론 등 다양한 활동유형들을 다루고, 탐구 활동 과정에서 자연스럽게 창의적 사고가 활용되고 발전되도록 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> -과학기술과 관련된 분야를 전공하고자 하는 학생을 대상으로, 심화된 물리 개념과 다양한 탐구 방법을 적용하여 물리 현상과 관련된 기본적인 문제를 해결하는 능력을 기르기 위한 과목이다. -기본 개념들을 체계적으로 다루어, 이러한 개념들이 첨단 과학기술의 탐구와 발전에 어떻게 활용되는지 알게 한다. -‘물리II’의 학습에서는 물리학의 기본 개념들을 구조화된 체계로서 이해하게 하고, 기초적인 정량적 계산 능력도 기르게 하는데 중점을 둔다. -최근 연구 결과나 연구 동향과 관련된 물리 현상을 이용하여 학생의 흥미를 유발하고, 자기 주도적 활동을 강조하여 학생의 과학적 태도 및 창의적인 문제 해결력을 기르며, 물리적인 시각으로 자연 현상과 주변 사물을 탐구하도록 지도한다.
목표	<ul style="list-style-type: none"> 자연 현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 과학의 기본 개념을 이해하고, 과학적 사고력과 창의적 문제 해결력을 길러 일상생활의 문제를 해결할 줄 아는 과학적 소양을 기른다. 가. 자연 현상을 탐구하여 과학의 기본 개념을 이해한다. 나. 자연 현상을 과학적으로 탐구하는 능력을 기른다. 다. 자연 현상에 대한 흥미와 호기심을 가지고, 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다. 라. 과학, 기술, 사회의 관계를 인식한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 가. 우주와 생명, 그리고 현대 문명과 사회를 이해하는데 필요한 과학 개념을 통합적으로 이해한다. 나. 자연을 과학적으로 탐구하는 능력을 기르고, 과학지식과 기술이 형성되고 발전하는 과정을 이해한다. 다. 자연 현상과 과학 학습에 대한 흥미와 호기심을 기르고, 일상생활의 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 함양한다. 라. 과학기술·사회의 상호작용을 이해하고, 과학 지식과 탐구 방법을 활용한 합리적 의사결정 능력을 기른다. 	<ul style="list-style-type: none"> 자연현상에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 물리학의 기본 개념을 이해하고, 과학적 사고력과 창의적 문제 해결력을 길러 자연 현상에 대한 이해와 문제 해결에 필요한 과학적 소양을 기른다. 가. 물리학의 기본개념을 이해하고, 자연현상의 탐구와 일상생활의 문제 해결에 이를 적용한다. 나. 과학의 본성에 맞추어 자연을 탐구하는 능력을 기르고, 일상생활의 문제 해결에 이를 활용한다. 다. 자연 현상에 흥미와 호기심을 가지고, 자연현상과 관련된 문제를 창의적으로 해결하려는 태도를 기른다. 라. 과학기술·사회의 상호 관계를 인식한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 자연현상에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여, 과학기술과 관련된 전공 분야로 진출하는 데 필요한 물리학의 전공 기초 소양을 기른다. 가. 물리학의 개념을 체계적으로 이해하고, 자연현상의 탐구와 문제 해결에 이를 적용한다. 나. 물리학의 탐구방법을 익히고, 자연 현상 및 첨단기술과 관련된 문제 해결에 이를 활용한다. 다. 자연현상과 물리학 학습에 흥미와 호기심을 가지고, 자연 현상 및 첨단기술과 관련된 문제를 창의적으로 해결하려는 태도를 기른다. 라. 과학기술·사회의 상호 관계를 인식한다.

표 7. 5-6학년 과학교육과정 중 물리 내용.

	핀란드 5-6학년 물리·화학	한국 5-6학년 과학
역학	<ul style="list-style-type: none"> -지구의 중력과 마찰력, 힘에 의한 운동과 평형 현상 -안전하게 이동하기, 사고를 방지하기 -지구와 달의 운동, 그에 의한 결과적 현상, 태양계의 구조, 밤하늘 	<ul style="list-style-type: none"> -물체의 빠르기를 다룬다. 빠르기는 물체의 운동을 표현하는 기본 개념으로 운동을 관찰하고 정량적으로 나타내는 데 필요하다. 물체의 운동을 시간에 따른 위치 변화로 나타낼 수 있으며 빠르기를 객관적이고 과학적으로 표현하는 것이 중요하다. -이 영역에서 물체의 운동을 위치의 변화로 이해하게 한 후, 여러 가지 방법으로 물체의 빠르기를 비교하는 방법을 습득하게 한다. 스포츠, 교통수단, 바람의 빠르기 등 일상생활의 예를 들어 물체의 빠르기를 구하고, 안전한 생활을 위해 물체의 빠르기를 적절하게 조절해야 함을 알게 한다. -태양과 행성, 별과 별자리를 다룬다. 태양계의 특징을 알고 행성들의 상대적 크기와 거리를 비교하게 한다. 별이 무엇인지 알고 별들을 연결하여 별자리가 됨을 이해하고 북쪽 하늘의 별자리와 북극성을 찾는 활동을 하게 한다. 이런 활동을 통해 인류가 우주를 탐사하는 이유를 생각해보고, 우주에 대한 호기심과 탐구심을 갖도록 한다. -지구의 자전과 공전, 달의 공전에 대해 다룬다. 낮과 밤, 달과 별의 움직임, 달의 모양 변화는 흔히 볼 수 있는 천문 현상이며 우리 생활과 밀접하게 연관되어 있다. -낮과 밤, 하루 동안의 달과 별의 위치 변화는 지구의 자전으로, 계절에 따라 달라지는 별자리는 지구의 공전으로 설명할 수 있게 한다. 또한 여러 날 동안 관찰한 달의 모양 변화는 달의 공전으로 이해하게 한다.
전자기	<ul style="list-style-type: none"> -전기를 이용하여 열, 빛, 운동 만들기, 전기 안전 -다양한 방법으로 전기와 열 만들기, 에너지원 	<ul style="list-style-type: none"> -전기회로와 전자석을 다룬다. 가정이나 학교에서 여러 가지 전기 제품을 사용하고 있고 매년 새로운 상품들이 발명되고 생산되고 있어 전기에 관련된 현상은 학생들에게 매우 친숙하다. 이 영역은 전기에 대해 처음으로 다루는 내용으로 간단한 전기 회로를 만들어 전구의 밝기를 비교하고 전자석을 만들어 보는 활동을 하게 한다. -전기회로에서 전구에 불이 켜지는 조건을 알게 하고, 전구의 연결 방법에 따른 밝기를 비교하면서 전류를 이해하게 하고, 전기를 절약하고 안전하게 사용하는 방법을 익히게 한다. 또한 전선 주변에 놓은 나침반의 움직임을 관찰하여 전선은 자석과 같은 성질을 나타냄을 알고 이를 이용하여 전자석을 만들어 생활에서 전자석이 사용되는 예를 찾고 새로운 쓰임새를 고안하게 한다.
열		<ul style="list-style-type: none"> -온도와 열의 이동에 대해 다룬다. 물체를 가열하거나 냉각시키면 시간에 따라 물체의 온도가 달라지며 온도의 변화를 관찰하여 열의 이동을 추리할 수 있다. 온도는 물체가 주위와의 열적 상호작용을 통해 변화하는 값임을 이해하는 것이 중요하다. -물체의 차고 따뜻한 정도를 구별함으로써 온도를 알게 하고, 온도계를 사용하는 방법을 알게 한다. 열이 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동하여 두 곳의 온도가 같아짐을 알게 하고 두 물체가 접촉했을 때 두 물체의 온도 변화를 측정하여 열의 이동을 추리하게 한다.
파동		<ul style="list-style-type: none"> -여러 가지 렌즈에서 나타나는 현상을 다룬다. 일상생활에서 많이 쓰이는 렌즈는 빛의 굴절 현상을 일으켜 빛을 모으거나 물체를 확대하여 볼 수 있는 도구로 학생들에게 흥미와 호기심을 일으킨다. -돋보기나 근시 안경 등의 렌즈에 의한 빛의 굴절을 중심으로 다룬다. 렌즈를 통해 물체의 모습이 확대되거나 축소되어 보임을 관찰하게 하고 돋보기로 햇빛을 한 점으로 모을 수 있음을 알게 한다. 또 렌즈가 이용되는 일상생활의 예를 찾고 그 기능을 설명하게 한다.

학 개념, 원리, 모델 등을 배울 수 있도록 돕는 것뿐만 아니라, 실험 작업과 협동의 능력을 키우고 물리를 공부하도록 자극하는 것

- 과학적으로 사고하고, 지식을 획득하고 사용하며, 다양한 상황에서 지식의 신뢰도와 중요성을 평가할 수 있도록 도울 것
- 학생들이 적절한 개념을 사용하여 물리 및 기술 영역 내의 여러 문제와 현상들에 대해 토론하고 글을 쓸 수 있도록 할 것

고등학교에서 「물리」 과목의 성격은 보다 물리학의 특성에 기초하여 서술되었다. 즉, 「물리」는 실험을 통해 자연에서 얻은 정보를 활용함으로써 자연의 기본 구조와 현상을 이해하고 설명하고자 하는 실험적인 자연과학이라고 규정하고 실험과 수학적 모형의 구성, 평가 및 예측을 강조하였다. 이러한 모형의 강조는 2012년에 미국에서 고지된 A Framework for K-12 Science Education에서 모형구성을 강조하는 바와 맥을 같이한다. 모든 학생들에게 필수인 「물리」는 “자연과학으로서 물리학”으로 물리 교과서의 앞부분에 제공되며 그 목표는 다음과 같다.

- 지식과 이해에 대한 학생의 요구를 충족시키고 물리에 대한 학생들의 관심을 고양하고 강화시키는데 영향을 받는다.
- 물질의 구조와 우주와 관련된 기본 개념과 친숙해지고 물리의 개념과 원리를 사용하여 자연의 현상과 이해에 필요한 기초적인 이해의 조각을 구조화할 수 있다.
- 자연과학에서 지식이 실험과 관련 모형 구성을 통해 어떻게 구축되는지 이해할 수 있다.
- 간단한 과학적 실험을 계획하고 시행할 수 있으며 그 실험적 결과를 해석하고 평가할 수 있으며 이를 다른 사람에게 제시할 수 있다.
- 실험 작업의 결과를 해석하고 그래픽의 형태로 모형을 구성할 수 있다.
- 자신의 연구를 지지하는데 필요한 정보와 통신기술을 사용할 수 있다.

이렇게 모든 학생들에게 필수인 물리 내용의 교육목표를 개념의 이해가 아닌 학생의 성취 능력으로 구체적으로 정의한 것은 '09 개정 교육과정에서 구체적이고 조작적 정의에 대한 논의 없이 물리 I의 목표로 “물리 소양”을 제시한 것과 대비된

표 8. 중학교 교육과정 중 물리 내용.

	핀란드 7-9학년 물리·화학 중 물리 내용	한국 7-9학년 과학 중 물리 내용
역학	<ul style="list-style-type: none"> -상호작용과 관련되는 힘, 상호작용으로 발생하는 운동과 평형 현상, 자연에서 발생하는 운동과 평형 현상 -운동, 등가속도운동 모형, 일정하지 않은 가속도운동 모형 -힘에 의한 일, 역학적 에너지와 일률 	<ul style="list-style-type: none"> -힘과 운동 및 이들의 관계를 다룬다. 힘과 운동을 다양한 상황에서 과학적으로 설명하고 힘과 운동에서의 과학 용어가 일상생활에서 사용되는 용어의 쓰임새와 차이를 아는 것이 중요하다. -물체의 직선운동에서 속력이 일정한 운동과 속력이 일정하게 증가하거나 감소하는 운동을 다룬다. 이 영역의 학습을 통하여 힘은 두 물체 사이의 상호작용임을 알게 하고 상호작용에는 접촉에 의한 상호작용과 멀리 떨어져 있는 물체 사이의 상호작용이 있음을 알게 한다. 또한 중력, 탄성력, 마찰력, 전기력, 자기력 등을 다루며 각각의 특징에 대하여 알고 이러한 힘들이 물질, 생명, 지구와 우주에서 일어나는 많은 현상에 작용하고 있음을 알게 한다. 두 힘의 합력을 구할 수 있으며 물체에 작용하는 알짜 힘과 운동의 관계를 이해하게 한다. -일과 에너지의 전환을 다루며 에너지는 한 형태에서 다른 형태로 전환되는 것으로 새롭게 생겨나거나 없어지지 않는 물리량이다. 에너지는 물리 현상뿐만 아니라 생명현상, 우주의 탄생과 기원 등 많은 분야와 관련된 개념이며 일은 에너지와 밀접하게 관련이 있는 개념이다. -일과 에너지의 정의를 알고 둘 사이의 관계를 이해하며 일률과 일의 원리를 도구 사용 사례에 적용할 수 있다. 운동에너지와 위치에너지를 알고 역학적 에너지 보존법칙을 이해하게 한다. 에너지는 다른 형태로 전환되지만 총량은 변하지 않음을 알게 한다. 빛에너지, 열에너지, 전기에너지, 소리에너지, 신재생에너지 등 여러 종류의 에너지를 알고 그 특징을 이해하게 한다. 또한 에너지는 인류의 미래와 밀접한 관련이 있음을 알게 한다.
전자기	<ul style="list-style-type: none"> -물체 사이에 작용하는 전기력과 자기력 -직류회로, 전기회로의 기본적인 현상, 일상 생활과 기술적 상황의 현상에서 안전한 이용 -전자기적 유도과 에너지 전환, 가정에서 전기의 사용 	<ul style="list-style-type: none"> -전기와 자기와 관련된 현상을 다룬다. 초기의 과학자들은 전기와 자기 현상을 서로 관련이 없는 별개의 것으로 이해하였지만 실험을 통하여 전류가 흐르는 전선 주변에 자기장이 생긴다는 것을 확인함으로써 이들이 서로 밀접한 관련이 있음을 알게 되었다. 전기와 자기 현상에 대한 이해를 통해 일상생활과 밀접하게 관계가 있는 전자 기기들의 작동원리를 알 수 있다. -전하에는 양전하와 음전하가 있음을 알고 물체가 대전되는 과정을 이해하게 한다. 전하를 띤 두 물체 사이에는 전하의 종류에 따라 서로 끌어당기거나 미는 전기력이 작용하며 이는 원자와 분자 구조에 중요한 역할을 함을 알게 한다. -저항의 직렬연결과 병렬연결회로에 옴의 법칙을 적용하여 저항, 전류, 전압 사이의 관계를 알고 가정에서 사용하는 전기 에너지가 다른 에너지로 전환됨을 알게 한다. -또한 전류가 흐르는 도선 주위에 생기는 자기장의 특성을 이해하고 도선 주위의 자기장이 변하면 도선에 전류가 발생하며 탐구를 통하여 자기장 속의 도선에 전류가 흐르면 도선에 힘이 작용함을 정성적으로 이해하게 한다.
물질의 구조와 입자	<ul style="list-style-type: none"> -자연적 구조와 특성 -구조적 구성요소를 보존하는 상호작용, 구조적 구성요소 사이에 일어나는 과정에서 방출 혹은 흡수되는 에너지 -방사능 붕괴, 핵분열과 융합, 이온화 방사선과 동물계에 미치는 효과, 방사선으로부터 보호 	
열	<ul style="list-style-type: none"> -물체와 물질의 가열과 냉각에 관련된 현상, 적절한 개념과 법칙으로 그러한 현상을 서술하기, 열현상의 중요성과 응용 -에너지의 보존과 질적 저하. 에너지로서의 열 	<ul style="list-style-type: none"> -온도와 열을 다룬다. 온도는 질량, 시간, 길이와 같은 기본적인 물리량이다. 또 열은 온도와 관련되어 체온 유지, 실내의 냉난방, 폐열의 이용, 지구 온난화 등 우리 주변의 여러 가지 열 현상을 이해하는데 필수적인 개념으로 과학에서 중요하게 다루고 있다. -분자의 운동 모형을 통하여 온도가 물체의 차갑고 뜨거운 정도를 나타내는 물리량이며 두 물체의 온도가 같으면 열의 이동이 없는 열평형 상태에 있음을 알게 한다. 열의 이동방법에는 전도, 대류, 복사가 있고 일상생활에서 열의 이동이 어떻게 이용되는지 알게 한다. 또한 물질마다 비열과 열팽창 정도가 다르음을 알게 하고 이를 일상생활에 적용하게 한다.
파동	<ul style="list-style-type: none"> -다양한 진동 및 파동 운동, 파동 운동의 발생, 감지, 관찰, 반사와 굴절, 특성, 수량화 및 법칙 -소리와 빛의 중요성과 응용 -광학장치의 작동원리 	<ul style="list-style-type: none"> -빛과 파동을 다룬다. 사람은 눈과 귀를 통하여 빛과 소리의 다양한 정보를 받아들임으로 빛과 파동에 대한 이해는 중요하다. 특히 이 영역은 영상기술, 미술, 음악 등 다른 교과와 밀접한 관계가 있다. -물체를 보는 원리를 알고 빛의 삼원색과 색의 합성을 통하여 백색광의 구성을 알고 여러 가지 색의 빛이 합성되는 원리를 학습하여 컴퓨터 모니터나 텔레비전 화면의 다양한 색깔 표현 방식을 이해하게 한다. -빛의 진행에 대한 이해를 바탕으로 거울에 물체가 비치는 현상에 빛의 반사법칙을 적용하고 렌즈에 의해 상이 생기는 원리를 빛의 굴절법칙을 적용하여 이해하게 한다. -또한 매질에 대한 이해를 바탕으로 파동의 발생과 전파 과정을 알고 파동의 여러 가지 물리적 특징을 이해하게 한다. 이를 바탕으로 소리가 들리는 과정과 여러 가지 악기가 내는 소리의 특성을 알게 한다.
자연과학으로서의 물리학		<ul style="list-style-type: none"> -과학의 도입 단원으로서 학생들이 과학에 흥미를 갖게 한다. 과학이 우리 생활과 밀접한 관련이 있음을 알게 하고, 미래의 직업 선택에 유용한 정보를 제공한다. -과학이 우리 생활과 밀접하게 관련이 있는 문제를 해결해온 사례를 통하여 과학에 대한 관심과 흥미를 높이고 유용성을 이해하게 한다. 과학 관련 직업의 종류를 조사하고 과학이 직업 선택과 우리 생활에 미치는 영향을 알게 한다. -수많은 첨단기술과 기기가 과학 원리를 응용한 것이며 인류에 지대한 영향을 끼쳐온 과학이 다른 분야와도 밀접하게 관련되어 발전되어 왔음을 다룬다. 과학이 인류 문명에 미치는 영향과 첨단기술에 응용됨을 아는 것과 과학 관련 사회적 쟁점에 대해 과학적인 방법으로 의견을 제시하는 것은 과학의 성격과 유용성, 과학적 방법을 이해하는데 중요하다. -이 영역에서는 주로 조사와 토론의 방법으로 위의 내용을 다룬다. 원리보다는 활용의 측면에서 첨단과학기술의 사례를 자유롭게 조사하여 과학이 일상생활에 미치는 영향을 알게 하고 미래생활에 영향을 줄 기술이 무엇인지 근거로 제시하여 예측하게 한다. 또 과학의 개념과 원리가 기술, 공학, 예술이나 수학 등 과학 외의 교과와 관련 있음을 사례를 통하여 알게 한다. 인류가 당면한 에너지나 환경문제와 같은 과학 관련 사회적 쟁점이 있음을 알고 이에 대한 자신의 의견을 과학적으로 제시한다.

다. 모든 학생을 위해서 기본 개념에 대한 이해를 성취 목표로 내세우지 않고 물리 관련 지식의 구조화 등과 같은 보다 사고력 중심의 성취 목표와 실험과 관련된 성취 목표로 내세운 방침은 교수학습방법에서 물리 과목을 보다 실험적, 실증적으로 가르치는 것을 강조하는 것으로 구현된다고 할 수 있다.

심화선택 물리 과목에서는 졸업 이후 이공계로 진학할 학생을 위해 그 학습 목표를 물리학적으로 서술한 것을 볼 수 있다. 학습 목표에서도 개념의 이해와 적용을 강조하기보다는 핵심 능력을 위주로 서술하였다.

- 자연과학과 자연과학의 적용이 필요한 분야에서 공부하는데 필요한 능력을 획득하기
- 자연과학의 현상과 모형을 검토하고 이를 수학적, 그래픽적 방법을 사용하여 표현하기
- 물리적 모형을 구성하고 이를 이용하여 예측하기
- 정보와 통신 기술을 사용하여 모형을 검토하고 도해로 나타내기
- 고전물리학의 여러 분야와 현대물리학의 기초에 익숙해지기
- 물리의 여러 분야에서 필요로 하는 기술과 익숙해지기
- 사회의 여러 분야에서 물리의 중요성에 익숙해지기
- 물리의 적용 및 안전 관련 사항에 대해 익숙해지기

이러한 목표의 서술과 부합하게 평가에 있어서도 물리적 기술, 응용 기술, 수학적 모형의 사용에 대한 성취에 대한 평가에 중점을 둔다. 또한 학생의 정보 처리 능력, 실험 기술, 물리적 문제 해결과정을 분석하는 능력 등과 같은 학습을 지원하는 다른 기술의 발달도 평가의 목표에 포함한다.

학교 급별 물리 내용의 구성

핀란드와 한국 과학 교육과정 중 각급 학교에서 제공되는 물리 내용을 역학, 전자기, 물질과 방사선, 열, 파동으로 구분하여 비교하였다. 내용 영역의 구분은 핀란드 고등학교 물리(심화선택)의 단원 구분에 따른 것이다.

1. 초등학교 5-6학년 물리 내용

표 6에서 제시하는 바와 같이 한국과 다르게 핀란드의 초등학교에서 다루는 내용은 역학과 전자기 영역으로 제한되었으며, 개념의 분량도 한국보다 적음을 알 수 있다. 핀란드 교육과정의 내용 진술은 주로 다루어야 할 개념과 그 개념을 가르쳐야 할 맥락을 부수적으로 간략하게 기술하고 있다. 반면 한국의 교육과정의 내용진술은 해당 개념을 왜, 어떠한 맥락과 결론에서 가르쳐야 하는지를 상세하게 진술하고 있다. 이러한 진술 방식이 다루어야 할 개념의 수준과 범위를 지정하는 역

할도 하지만, 지나치게 교수의 방법과 맥락을 지정함으로써 교과서의 저자나 학교 교사에게 해당 개념의 교수학습의 상황을 1개의 정답만이 있는 것처럼 제시하게 될 수 있다. 교육과정에 다루어야 할 상황을 얼마나 상세하게 진술해야 하는가는 계속적으로 검토해야 할 사항으로 판단된다.

핀란드의 초등학생을 대상으로 하는 물리 내용은 역학과 전기 영역으로 강과 호수가 많은 핀란드에서 춥고 어두운 겨울에서 생존할 수 있도록 교통안전, 계절, 밤과 낮, 그리고 에너지를 위주로 다루고 있다.

2. 중학교 물리 내용

핀란드의 중학교에서 다루는 물리 영역에 대한 내용을 표 8에 제시하였다. 여러 물리영역 중 역학, 전자기, 열, 파동 등을 한국과 유사한 내용으로 다루며, 한국과 다르게 물질의 구조와 입자 등 현대물리의 기초적인 내용을 중학교부터 도입한다. 물질의 구조와 입자는 체르노빌 원전 사고의 영향을 받은 것으로 회자되며 방사선피폭과 보호 등, 보다 실제적인 내용으로 도입된다.

3. 고등학교 물리내용(필수)

핀란드 고등학교 물리 중 모든 학생에게 필수인 내용을 표 9에 제시하였다. 전체 고등학생이 필수로 38시간 동안 학습하는 내용으로 역학, 물질의 구조와 방사선, 그리고 물리학의 방법이 포함된다. 한국의 모든 고등학생은 고등학교에서 과학 교과를 10단위(2013년까지는 15단위)를 학습하는데 학교마다 다르기는 하지만 대부분의 고등학교에서 “과학” 과목은 8단위, 즉 272시간 동안 이수한다. 수업 시수가 8배인 만큼 한국의 “과학” 내용 중 물리 영역은 핀란드의 필수인 물리 영역보다 그 내용이 방대하게 많다. 또한 교육과정 구성시 기본 방침 중의 하나가 한국에서는 고등학생들이 물리를 더 이상 이수하지 않는 것에 대비한다는 의미로 모든 학생들이 이수할 것으로 예상되는 “과학”과 물리I 과목에서 아주 다양한 개념을 포함시켰다. 예를 들어 “과학”에서는 선스펙트럼, 기본 입자, 케플러의 법칙, 디스플레이, 반도체 등이, 물리I에서는 뉴턴의 운동법칙, 역학적 에너지의 보존 법칙, 상대성 이론, 에너지 띠 이론, 광전효과와 광센서, 핵융합과 태양에너지, 힘의 전달과 돌림힘, 유체의 법칙, 열역학의 법칙 등이 제시되고 있다. 학생들이 소양을 함양한다는 의도로 다양한 개념들이 용어 수준으로 도입되기 때문에 한국의 고등학생들이 융합과 학이나 물리I을 이수하고도 물리의 사고방식과 문제해결 능력을 함양하고 평가받기보다는 용어의 기억을 위주로 평가받는 사례가 등장하고 있다.

표 9. 고등학교에서 모든 학생들을 위한 물리 내용.

	핀란드 고등학교 물리(필수)	한국 고등학교 과학 중 물리 내용	한국 고등학교 물리 I
역학	-운동을 변화시키는 동인으로서의 힘 -운동을 기술하고 운동을 그래프로 표시하는데 필요한 기본개념	-태양계 형성 과정, 태양 에너지, 지구형 행성, 목성형 행성 -케플러의 법칙, 뉴턴의 운동법칙, 행성의 운동 -지구와 달의 운동, 자전, 공전 -탈출속도, 행성 대기의 차이, 분자 구조와 성질	-시간의 측정과 표준, 길이의 측정과 표준, 뉴턴 운동법칙, 운동량과 충격량, 역학적 에너지보존법칙 -중력의 발견, 상대성 이론, 블랙홀과 중력렌즈, 우주 모형, 4가지 상호작용과 기본입자 -힘의 전달과 돌림힘, 힘의 평형과 안정성, 유체의 법칙
전자기		-지구의 진화, 지구계, 지구의 원소 분포, 지자기	-전기장과 전기력선, 정전기 유도와 유전 분극, 자기장과 자기력선, 유도전류와 패러데이 법칙 -전자기파의 스펙트럼, 안테나와 무선통신, 광케이블, 교류와 신호조절, 정보저장장치 -가전력, 전기 에너지, 발전기 -여러 가지 발전 -전기에너지 이용
물질의 구조와 입자	-물질, 우주의 구조, 기본적인 상호작용 -에너지의 흡수와 방출, 특별히 자연 방사선과 인공적인 과정의 방사선	-우주의 팽창, 허블의 법칙, 선스펙트럼, 우주의 나이 -기본입자, 양성자, 중성자, 원자핵의 형성 -수소와 헬륨 원자, 우주배경복사 -별의 탄생과 진화, 무거운 원소의 합성, 은하의 구조, -성간 화합물, 공유 결합, 반응속도 -반도체 특성, 반도체 소자, 고분자 소재 -첨단 영상 진단	-핵발전, 핵융합과 태양에너지, 태양전지 -에너지 준위와 빛의 방출, 에너지띠 이론, 반도체, 신소재
열		-에너지의 종류·보존·전환, 에너지보존법칙, 에너지 효율, 화석 연료 -지구 에너지의 균형, 온실 효과와 기후 변화, 탄소 순환 -광합성과 이산화탄소의 환원 -에너지 자원의 생성과 고갈, 신재생 에너지, 핵 에너지, 지속가능 발전과 에너지	-열역학 법칙과 열기관, 열전달, 상태변화와 기상현상
파동		-정보의 발생, 센서, 디지털 정보처리 -저장 매체, 디스플레이, 정보 처리의 응용	-음파와 초음파, 화음과 소음, 마이크와 전기신호, 광전효과와 광센서, 색채 인식과 영상장치
자연과학으로서의 물리학	-오늘날 및 역사의 각 단계에서 물리의 중요성 -물리학의 지식을 구축하는데 기본이 되는 실험과 모형 구성, 측정, 결과의 제시 및 그 신뢰도에 대한 평가		

4. 고등학교 물리내용(심화선택)

핀란드 고등학교의 심화선택 물리 내용을 표 10에 제시하였다. 심화선택 물리 내용은 이공계로 진학할 학생을 위한 내용으로 역학, 전기, 전자기, 물질의 구조와 방사선, 열, 파동 등 고전물리의 여러 영역과 현대물리의 기본적인 영역을 포함하고 있다. 이것은 모두 7단위의 분량이다. 한국의 물리Ⅱ는 대부분의 학교에서 6단위의 분량으로 제공되고 있다. 핀란드의 물리 교육과정과 한국의 교육과정을 비교해 보면, 대부분의 단원에서는 일부 개념의 추가나 누락 정도의 차이를 볼 수 있다. 중단원 정도의 차이가 나는 부분은 역학 단원과 현대물리 단원으로 핀란드 교육과정은 역학단원에서 회전운동, 한국 교육과정은 현대물리 단원에서 양자역학의 내용을 포함하고 있는 것이 다르다. 한국의 경우 시수에 비해 다루는 내용이 많다고 판단된다.

한국의 교육과정에서는 ‘...을 안다’와 ‘...을 이해한다’로 기술되어 있으며, 각각의 물리 내용을 어떤 방식으로 설명할지에 대해 구체적으로 제시하고 있다. 이러한 제시 방법은 물리Ⅱ의 교육 목표에서 “개념의 체계적 이해”를 강조하는 것과 일치한다고 판단된다. 그러나 또 다른 교육과정의 목표인 “기본적인 문제해결력”에 대해서는 교육과정의 내용 중 일치되는 진술문을 찾아보기 힘들다. 즉 실제로 문제를 해결하는 것이 사고 과정을 거쳐야 하는지에 대해서는 제시하지 않고 있다.

핀란드의 교육과정에서는 가르쳐야 할 개념을 나열하기는 하지만 각 개념에 대한 구체적인 설명 방식을 제시하고 있지 않다. 그보다는 교육 목표에서 자료를 비롯한 정보의 획득, 처리, 분석 및 평가와 분석한 결과를 물리화적인 방식으로 표현하기, 모형을 구성하여 설명하고 예측하기, 의사소통, 안전 및 각종 정보통신을 다루는 기능에 익숙해지기 등 구체적인 능력을 기

표 10. 이공계 진학 예정 학생을 위한 고등학교 물리 내용.

	핀란드 고등학교 물리(선택)	한국 고등학교 물리 II
역학	<p>운동의 법칙</p> <ul style="list-style-type: none"> -운동과 관련된 현상을 이해하고 이를 설명하는 모델을 처리하기 -접촉하지 않고 작용하는 힘과 접촉하여 작용하는 힘, 특히 저항력, 부력 -운동량의 보존과 충격 -운동에너지, 위치에너지 및 일의 원리 -진동 에너지 <p>회전과 중력</p> <ul style="list-style-type: none"> -운동량과 회전 평형 -회전, 등속도, 등가속도 회전운동에 대한 모형 -회전 운동방정식 - 각운동량의 보존 -회전운동에너지 - 원운동과 가속도 -중력과 중력에 의한 운동 - 포사체와 행성의 운동 -위성과 그 이용 	<p>힘과 운동</p> <ul style="list-style-type: none"> -위치, 속도, 가속도를 벡터로 표현할 수 있다. -물체에 작용하는 힘이 주어졌을 때 운동변화를 정량적으로 이해한다. -지표면 근처에서 일어나는 포물선 운동과 원운동을 분석할 수 있다. -2차원에서 운동량 보존 개념을 이용하여 충돌현상을 설명할 수 있다. -가속좌표계 안에서 관성력을 도입하여 가속좌표계 안에서의 물체의 운동을 설명할 수 있다. -단진동의 의미와 진자의 주기에 영향을 주는 변인을 이해한다.
전자기	<p>전기</p> <ul style="list-style-type: none"> -전지, 금속 도체에서 전류의 흐름 -전위차 및 전류의 측정 -옴의 법칙 -줄의 법칙 -저항, 저항 소자 및 키르히호프의 법칙 -축전기 연결과 에너지 -다이오드와 같은 반도체에서 전자의 흐름 <p>전자기</p> <ul style="list-style-type: none"> -자기력, 자기장과 자기장 내 물질 -균일한 전기장 또는 자기장 내에 있는 대전 입자 -전자기의 유도의 법칙과 렌츠의 법칙 -전자기 유도 현상, 에디 전류, 발전기, 자기 유도 -전류에 의한 에너지 전달 -유효전압 및 전류의 측정과 임피던스의 주파수 의존성 -발전기 회로, 안테나, 전자기 통신 -전기 관련 안전 -에너지 산업 	<p>전하와 전기장</p> <ul style="list-style-type: none"> -전기장, 전기력선, 전위의 관계를 이해하고 전기쌍극자의 의미를 안다. -평행판 축전기의 전기장과 전기용량의 관계를 이해한다. -평행판 축전기의 전기용량을 변화시키기 위한 유전체의 역할을 이해한다. -평행판 축전기의 직렬연결과 병렬연결을 이해하고 저장된 에너지를 안다. <p>전류와 자기장</p> <ul style="list-style-type: none"> -전류에 의해 자기장이 생성됨을 알고, 직선 전류와 원형 전류 주위의 자기장을 안다. -전류가 흐르는 도체에 작용하는 자기력이나 평행한 도선 사이에 작용하는 힘을 이해한다. -패러데이의 법칙을 이용하여 자기선속이 시간에 따라 변화할 때 회로에 유도되는 기전력을 구할 수 있다. -자기장 속에서 운동하는 전하가 받는 로렌츠 힘을 안다. -원형전류에 의한 자기쌍극자 모형을 이해하고 이를 통해 자석의 원리를 설명할 수 있다. -코일에 흐르는 전류가 변할 때 자체유도와 상호유도를 이해하고 변압기의 원리를 안다. -엑스선, 감마선, 마이크로파와 같은 여러 전자기파가 실생활에서 사용되는 예를 들 수 있다.
물질과 입자	<ul style="list-style-type: none"> -전자기적 복사 -X-선 -흑체 복사 -광전효과 -전자기파의 입자적 본성, 입자의 파동적 본성 -원자모형, 보어의 모형 -수량화, 선스펙트럼, 원자의 에너지 상태 및 에너지 수준 다이어그램 -원자의 구조 -방사선과 방사선 관련 안전 -에너지와 질량의 등가 -핵 반응과 핵에너지 -물질을 이루는 가장 작은 입자와 그 분류 	<p>물질의 이중성</p> <ul style="list-style-type: none"> -흑체복사에 대하여 빈의 법칙, 슈테판-볼츠만의 법칙 등이 만족됨을 알고 플랑크의 양자성을 이해한다. -광전효과와 콤프턴 산란을 통하여 빛의 입자성을 이해한다. -드브로이의 물질파 이론과 데이비슨-저머 실험을 통하여 입자의 파동성을 이해한다. -전자의 속도에 따른 물질파의 파장을 구하고 전자현미경의 분해성능을 이해한다. <p>양자역학</p> <ul style="list-style-type: none"> -불확정성의 원리에 따르면 미시세계의 현상은 고전역학적으로 설명될 수 없음을 이해한다. -슈뢰딩거 방정식을 알고 그 해인 파동함수와 에너지 준위의 의미를 정성적으로 이해한다. -원자에서 전자의 파동함수에 따른 확률 분포를 이해한다. -양자터널 효과와 STM에 대해 정성적으로 이해한다.
열	<ul style="list-style-type: none"> -기체의 상변화와 열적 팽창 -압력, 유체정압 -물체의 가열과 냉각, 상전이와 열에너지 -역학적 에너지, 일, 일률 및 효율 -주요 열역학 법칙, 내부에너지 -에너지원 	<ul style="list-style-type: none"> -절대온도, 섭씨온도와 화씨온도의 차이를 이해한다. -기체의 내부에너지와 온도, 압력 등을 분자운동의 개념으로 이해한다. -이상기체의 의미와 상태방정식을 이해한다. -열과 일의 출입에 따른 여러 가지 열역학 과정을 이해한다. -엔트로피의 의미와 열역학 제2법칙을 이해한다.
파동	<ul style="list-style-type: none"> -조화주기적 힘과 진동 -파동의 발생과 전파 -파동의 간섭, 회절 및 편극 -반사, 굴절 및 전반사 -빛, 거울과 거울 -소리, 소음이 건강에 미치는 영향, 소음으로부터의 보호 	<ul style="list-style-type: none"> -파동을 진폭, 파장, 진동수, 파동속도의 함수로 표현할 수 있다. -중첩의 원리와 하위헌스의 원리에 따라 파동이 진행되는 현상을 이해한다. -정상파와 공명, 굴절과 반사, 회절과 간섭 등 파동의 성질에 대해 이해한다. -도플러 효과를 이해하고 충격파가 발생하는 이유를 안다. -거울과 렌즈에 의해 상이 맺히는 원리를 이해하고 광학기기의 구조와 원리를 안다. -레이저의 원리와 종류를 이해한다. -편광의 원리와 응용에 대해 이해한다.

술하고 있다. 따라서 각 개념을 가르쳐야 할 상황은 교과서 집필자나 교사가 지역과 학교 상황에 맞게 구성할 수 있다. 교실 상황에서 행해지는 물리(선택) 수업은 많은 경우 10여 명의 학생들이 강의와 실험, 그리고 조별 활동을 함께 할 수 있는 공간에서 실험실습과 토론, 그리고 강의를 통해서 학습하고 있는 것을 관찰할 수 있다. 교사의 특성에 따라 구성주의 수업과 주입식 수업의 성향은 조금씩 다르게 드러나지만, 어떤 경우이든지 실험실습이 매시간 수업에서 많은 부분을 차지하고 있다고 판단된다.

결론

핀란드 국가 교육과정 물리 영역의 특징을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 핀란드 교육과정에서 중요시하는 가치는 **인권, 평등, 민주주의, 다양성, 환경의 보전 및 다문화주의에 대한 지지**이다. 특히 평등의 가치가 중요시되며 이러한 가치는 학생들에게 제공되는 교육의 기회에도 적용된다. 즉, 일정한 성취에 도달하도록 학생 개개인에 필요한 교육 지원과 기회를 제공하는 것이다.

둘째, 교육 목표의 진술이 과학 또는 물리 영역에 특정적으로 도달해야 하는 **능력 혹은 역량 중심으로 기술**되어 있다. 즉, 자료를 비롯한 정보의 획득, 처리, 분석 및 평가와 분석한 결과를 물리학적인 방식으로 표현하기, 모형을 구성하여 설명하고 예측하기, 의사소통, 안전 및 각종 정보통신을 다루는 기능에 익숙해지기 등 구체적인 능력 혹은 역량을 기술하고 있다.

셋째, 교육과정에 포함된 **개념의 수가 한국보다 적다**. 또한 교육과정 문서의 내용에서 각 학교급마다 다루어야 할 개념을 나열하되, 각 개념을 어떻게 어떤 방식으로 가르칠지에 대한 구체적인 서술은 없다. 그보다는 전체적으로 물리적인 모형을 구성하여 문제를 해결하고 예측하는 능력의 함양을 강조하고 있다. 따라서 이러한 교육 목표의 우산 아래 각 개념을 가르쳐야 할 상황이나 설명 방식은 교과서 집필자나 교사가 지역과 학교 여건에 맞게 구성할 수 있다. 초등학교 고학년에서는 역학과 전자기 영역의 물리 내용 위주로 교육과정이 편성되어 있으며 다루는 내용은 한국 교육과정보다 적다. 중학교의 물리 내용과 수준은 한국과 유사하다. 초·중학교에서는 국어(42), 수

학(32), 과학(31)뿐 아니라 음악, 미술, 공예 및 체육 활동(65)이 많다. 공예와 체육 시수가 많은 것 역시 긴 겨울을 건강하게 나는 것과 관련이 있다. 한국보다 다루는 개념의 수는 적지만 교육 목표가 능력 혹은 역량 중심으로 서술되어 있기 때문에 실제 학교에서의 수업 역시 실험과 실습 그리고 모형 구성을 통한 설명과 문제 해결을 강조하여 이루어진다.

넷째, **교육 내용이 핀란드의 자연 환경과 역사적인 경험을 반영한다**. 초등학교 저학년에서는 환경과 자연 과목에서 주변의 환경을 이해하고 안전하고 건강한 생활을 영위하도록 하는데 주안점을 두고 이에 필요한 물리 내용을 통합하여 가르친다. 이는 핀란드 국민들이 춥고 어두운 겨울과 같은 그 나라의 자연환경에 적응하면서 살아온 오랜 전통과 관련이 있는 것으로 판단된다. 중학교에서 한국과 다르게 물질의 구조와 방사선이 포함된 것도 체르노빌 원전 사고 등과 같은 국가적 자연재해의 경험에서 비롯된 것으로 판단된다. 이렇기 때문에 학교에서 가르치는 과학이나 물리의 내용이 피상적이기보다는 핀란드 학생의 실생활에 보다 밀접하게 관련된 내용을 실천적으로 배우게 된다.

다섯째, 고등학교의 **심화선택 과정에서는 학생의 진로 및 진학에 필요한 내용과 능력을 물리학답게** 가르친다. 심화선택 과정의 물리 이수단위는 7단위로 다른 어떤 과목보다 높다. 필요한 학생들에게 물리를 물리학답게 가르친다는 의도가 잘 반영된다고 할 수 있다.

이상 핀란드의 교육과정 중 물리 영역을 한국과 비교하여 소개하였다. 한국과 핀란드의 사회 구조는 다르다. 그러나 모든 사람에게 필요한 물리를 개념 중심으로 가르칠 것인가, 능력 혹은 역량 중심으로 가르칠 것인가는 깊게 되새겨볼 만한 시사점이다.

REFERENCES

- [1] Ministry of Education, Science and Technology, The 2009 Revised National Curriculum 2011-361, MEST, Seoul (2012).
- [2] G. H. Hwang, Directions and Main Matters of the General of 2015 Liberal Arts • Science Integrated Curriculum, Presentation Material for the Public Hearing: 2014.9.12. (2014).
- [3] Finnish National Board of Education, National Core Curriculum for Basic Education, Vammalan Kirjapaino Oy Vammala (2004).
- [4] Finnish National Board of Education, National Core Curriculum for Upper Secondary Schools 2003, Vammalan Kirjapaino Oy Vammala (2004).