

정책 이슈페이퍼 14-09

국공립 학교 건물 Retrofit 방안 연구

박기현

목 차

- I. 연구 필요성 및 목적 / 1
- II. 연구 내용 및 결과 / 4
- III. 정책 제언 / 13
- <참고자료> / 15

I. 연구 필요성 및 목적

1. 연구 필요성

- 지속적인 에너지수요의 증가로 에너지수급 위기 초래 및 지구온난화 야기
 - 원자력 발전소 수용의 문제, 밀양 송전탑 문제, 신재생에너지의 확대 불확실성 등으로 국가의 안정적인 에너지 수급이 어려운 실정
 - 특히 우리나라의 경우 건물에너지 소비량이 국내 총 에너지소비의 약 21%를 차지하고 있으며 향후 계속해서 증가가 예상되므로 이에 대한 대책 수립이 필요
 - 학교건물의 에너지 절감을 위해서는 신축건물의 설계기준 강화와 더불어 기존건물에 대한 국가차원의 프로그램 실시가 필요
 - 전국 1만1천여 개 학교 가운데 과반수 정도의 학교가 30~40년 이상 된 노후 건물로 에너지 효율성 개선이 필요
 - 기존건물의 경우는 에너지소비 증명제 등 자발적 참여정책에 집중되어 있어 실질적인 에너지절감정책이 필요
- 전력 중심의 학교건물 시설개선에 따라 전기소비의 증가에 따른 학교의 에너지 비용 부담 증가
 - 2007~2012년 5년간의 교육용 전기 요금이 연간 평균 8%씩 증가
 - 교육과정의 다양화로 전기사용량 증가는 에너지 비용의 증가로 이어짐.
 - 그린스쿨 사업을 실시하고 있으나 연간 지원 대상 학교는 전체 학교의 0.5%도 혜택을 받지 못하고 있음

- 학교건물부문의 에너지 절감 및 효율성 개선을 위해 학교건물의 Retrofit이 필요
 - 무상급식이 적용된 후 급식시설의 운영으로 인해 학교건물의 취사와 급탕의 비중이 높아지고 있음.
 - 에너지사용량과 패턴의 변화에 맞춰 신재생 에너지의 도입을 통한 에너지 사용을 통해 에너지 효율성 증대를 기대할 수 있음.
- 그러나 학교건물부문 Retrofit정책 추진에 따른 다양한 장애요인 극복 필요
 - 기존학교건물의 에너지성능 개선을 위한 태양광 설치 등 신재생에너지 적용에 따른 초기공사비용의 지원이 필요
 - 신재생에너지 시설을 설치함으로써 학생들의 신재생에너지에 대한 인식 확대

2. 연구 목적

- 학교건물부문 에너지 효율개선을 위한 전략 및 방안을 제시
 - 학교건물 중 과반수이상의 학교가 30~40년 이상 된 노후한 건물로 에너지 효율개선을 위한 국내외 정책 현황 파악 및 시사점 도출
 - 학교건물의 에너지 절약 기술 적용에 따른 에너지 절감효과를 모형을 이용하여 추정 및 분석
- 비용·편익 분석을 통한 사업효과 분석 및 학교건물부문의 에너지효율 개선을 위한 방안 및 전략을 제시
 - 초·중등학교는 공립의 비중이 높아 정부주도의 에너지 Retrofit을 추진하기에 적합

□ 참고: 건물유형별 에너지사용현황

<표 1> 건물유형별 에너지사용현황

(단위: 최종에너지/ 천toe)

연도	상용	공공	아파트	호텔	병원	학교	백화점	기타	계
2000	142	50	597	163	125	130	119	127	1,453
2010	295	107	462	236	254	296	293	238	2,181
2011	294	111	432	241	259	293	291	234	2,155
2012	321	111	429	242	269	304	309	250	2,235

주: 건물부문 에너지소비량 중 증기, 온수 등을 제외한 값임
출처: 에너지관리공단(2014), 에너지통계 핸드북

II. 연구 내용 및 결과

□ 우리나라 학교건물 현황

- 우리나라 건물에너지 사용량 중 13.6%(2012년 기준)를 학교에서 사용함.
 - 2013년 초중등학교 수는 약 1만1천개로 설립된 지 30~40년 이상 된 학교 건물이 과반수이상을 차지
- 2012~2013년 총 에너지사용량은 778,628.5TOE에서 847,002.0TOE로 약 8.7%가 증가

<표 2> 전국 초·중·고 에너지사용량

구분		2012	2013
자료 수(건)		7,589	7,638
총에너지사용량(TOE)		778,628.5	847,002.0
총에너지사용량(kWh)		3,385,502,423	3,682,781,634
총 연면적(m ²)		69,651,851	70,078,602
총 학생수(명)		5,902,586	5,605,036
평균 총에너지 사용량(TOE)	평균	102.6	110.9
	최대	303.2	303.2
	최소	33.3	33.3
평균 총에너지 사용량(kWh)	평균	446,106.5	482,165.7
	최대	1,318,140.4	1,318,344.1
	최소	144,980.7	144,993
면적당 에너지소비량(kWh/m ²)	평균	49.9	53.8
	최대	271.5	293.7
	최소	12.9	13.1
학생수당 에너지소비량(kWh/명)	평균	788.3	899.9
	최대	28,735.7	46,935.0
	최소	124.5	149.6

출처: 교육부(2013), 교육기본통계 재구성

- 설립연도가 오래될수록(특히 1979년 이전) 면적당 에너지소비량이 높은 경향을 보이고 있음.

- 1979년 우리나라에 단열기준이 도입되어 오래된 학교일수록 무단열에 설비가 노후화되어 에너지 효율이 떨어짐.
- 학교의 설립유형에 따라 사립학교의 면적당 에너지 소비량은 62.8kWh로 가장 높음.
- 이는 공립이나 국립학교에 비해 자체적으로 운영되어 에너지사용이 비교적 자유로움.
- 초·중·고등학교 중 고등학교가 가장 높은 에너지소비량을 나타냄.
- 고등학교는 수업시간이 길고 야간자율학습 등으로 늦은 시간까지 에너지를 사용하기 때문

□ 국내 정책 현황

- 그린 스쿨(Green School)
- 2009년부터 실시한 사업으로 2012년까지 약 8천억 원을 투자하여 자연친화적인 학교로의 전반적인 개선을 목표로 실시함.
- 투자항목은 에너지, 자재 및 기타 친환경, 생태 환경, 실내 환경으로 구분

<표 3> 2009~2010년 그린스쿨 분야별 평균 비용과 투자 비율

분야	학교당 평균비용(원)	투자 금액 비율(%)
에너지	1,326,173,344	27.32
자재 및 기타 친환경	1,079,565,019	22.24
생태환경	660,059,326	13.60
실내환경	144,384,376	2.97
기타 ¹⁾	1,643,406,305	33.86

출처: 교육환경평가원 자료 및 교육부 자료

1) 엘리베이터설치, 연결통로 공사, 내진성능평가 용역, 내진보강공사, 친환경인증 수수료, 그린스쿨기본계획 연구 용역, 폐기물 처리 등이 포함됨.

- 서울시 제로에너지 스쿨과 교육환경개선사업
 - 2008년부터 서울시는 건물에너지효율화사업(BRP)를 실시
 - 에너지진단을 통한 에너지 사용실태를 파악하여 에너지 절감 및 이용 효율화를 위한 단열, 신재생에너지 적용 등의 시설개선 사업
 - 2014년에는 학생들의 에너지 절약정신 함양과 에너지 자립기반 조성을 위해 제로 에너지 에코스쿨 시범사업을 실시할 계획

<표 4> 단위사업 및 세부사업내역

단위사업	세부사업내역
화장실 개선	부분보수, 전면보수
전기시설개선	조명기구, 수배전시설(변압기 포함)
냉난방개선	GHP, EHP, 개별난방기
창호교체	외부창호, 내부창호, 교실출입문
외벽보수	치장벽돌, 외단열마감
소방시설개선	소화설비, 자동탐지 설비
방수공사	옥상, 베란다, 지하실
바닥보수	목재후로링, 테라조타일
도장공사	외부도장
외부환경개선	배수로, 축대·담장, 포장
기타사업	기타 공사

출처: 2014 교육환경개선사업 추진 계획(안)

□ 해외 정책 현황

- 학교건물부문의 에너지 효율 개선을 위한 다양한 정책들이 시행되고 있음
 - 대표적으로 미국의 에너지스마트 스쿨, 초등학교 에너지 Retrofit 가이드 (AERGs), EU의 ECBCS Annex 36, 일본의 에코스쿨과 환경 중심의 개선 모델이 있음.
 - 각 국가들은 학교건물부문의 직접적인 재원 지원과 함께 Retrofit 진행 절

차와 의사 결정 방법등 가이드라인을 제공하여 학교 건물 Retrofit 시행에 따른 에너지효율을 유도함.

□ 국내외 시사점

- 미국과 유럽의 경우는 학교 Retrofit에 대한 체계적인 가이드라인이 이미 구축되어 있음.
- 국내에서도 학교 건물 노후화 개선과 교육환경 개선을 목표로 학교건물에 너지 Retrofit정책을 시행하고 있음.
- 하지만 국내에서 현재 가장 큰 규모이자 유일한 그린스쿨 사업이 앞선 사업의 결과 및 평가가 적절히 이루어지지 않아 정책의 실효성에 대한 정보가 미흡함.

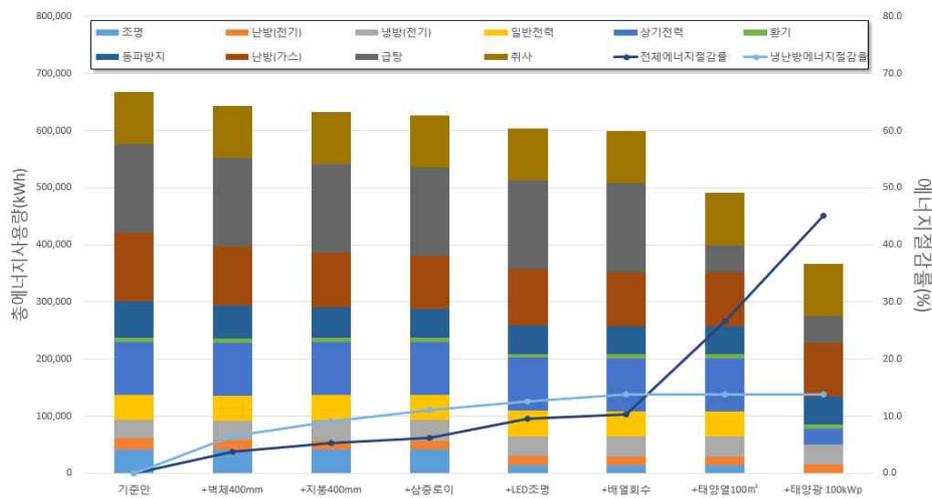
□ 학교 건물에너지 절감효과 분석

- 에너지사용량 조사를 통해 평균에 가장 근사한 학교를 선정하여 Energy Plus 프로그램을 활용한 시뮬레이션 분석을 실시
- 에너지 사용량이 평균에 근사한 학교를 선정하여 에너지 Retrofit을 위한 대상학교의 기준을 제시
- 분석대상학교의 연간 총 에너지사용량은 단위면적당 72.2kWh/m²이며 취사에서 사용되는 가스에너지와 전력사용량 비중이 가장 높음.
- 시뮬레이션 결과 에너지 총 소비량은 668,140.1kWh/yr로 나타났으며 급탕 에너지의 비중이 23.2%로 가장 크게 나타남.
- 전체 에너지절감 요소기술 중 냉·난방 설정온도, 고효율설비, 배열회수 등의 기술 적용 시 비용 대비 최대의 에너지 절감효과를 얻을 수 있음.
- 가장 많은 에너지사용량을 나타내는 급탕사용량을 절감하기 위해 태양열

급탕시스템과 태양광 시스템의 적용이 우선적으로 검토되어야 함.

- 모든 요소기술을 최대로 통합 적용할 경우 기존 대비 약 45.1%가량의 에너지 절감이 가능한 것으로 분석됨.

[그림 1] 적용기술에 따른 에너지 절감량 분석



□ 학교 건물 Retrofit 방안

○ 학교 Retrofit을 위한 선정 기술

- 태양열, 태양광, 건물에너지성능분야로 구분- 기존학교의 에너지사용비용을 토대로 적용기술에 따른 투입 비용과 LCC기법을 활용한 투자회수 기간을 산정, 경제적 Retrofit을 위한 기술의 분석 결과를 제시

○ 분석대상학교의 에너지 비용 분석

- 분석대상학교의 에너지 비용을 에너지 사용량 대비로 비용 분석을 시행
- 총 에너지 사용량 중 44.6%가 전력에서 소요되는 반면 에너지 요금은 전

체 에너지 요금 중 전력이 60%를 차지해 실제 에너지 요금은 가스에 비해 전력이 높게 나타남.

- 에너지 요금에서 가스의 기본요금은 전체의 0.1%, 사용요금은 36.6%로 전력은 순간적으로 발생하는 피크부하를 줄이는 방안이 없는 경우 전기 사용량을 줄이는 것보다 가스 사용량을 줄이는 것이 더 경제적임.

○ 적용기술요소에 대한 비용 분석

- 적용기술 요소에 대한 분석을 위해 각 요소에 들어가는 비용을 산정하여 초기투자비 대비 발생하는 에너지 절약 비용을 비교분석함.
- 리모델링을 위해 필요한 공사비용을 기준으로 경제성 평가를 실시
 - 건축요소별 부하절감 기술(벽체의 단열, 지붕의 단열, 삼중 로이유리, LED 조명과 배열회수 시스템)
 - 신재생에너지 적용(태양광 발전시스템과 태양열 급탕시스템)에 따른 공사 비용은 태양광 발전시스템의 경우 2,386,861원/kWp, 태양열 급탕시스템의 경우 1,268,490원/m²으로 나타남.

○ 투자비 대비 경제성 분석

- 시스템 초기투자비용 대비 연간 에너지 절감량에 대한 대략적 규모에 대한 정보는 전체적인 적용에 큰 도움을 줄 수 있음.
 - 요소기술에 대한 적용 비용 산정을 위해 분석대상학교의 초기투자비를 산정
 - 태양광 발전 시스템이 238,683천원으로 가장 많은 초기투자비용을 차지했고 LED조명은 가장 적은 비용이 소요됨.
- LCC기법을 통해 적용 기술에 대한 Retrofit을 작성하여 경제성 평가를 실시한 결과 투자회수 기간이 가장 빠른 기술은 태양열 급탕시스템으로 확인되었음.

- 에너지 요금의 기본요금과 사용요금 중 사용요금이 대부분을 차지하는 가스요금의 경우 사용량이 줄어들면 이에 따른 요금 절감이 그대로 반영됨.
- 가스사용량을 줄이는 기술을 우선적으로 적용하는 것이 바람직함.
- 창호, 외벽 등 부하 절감 기술을 적용하는 경우 투자회수 기간이 현저히 적으므로 에너지 절감을 위해서는 신재생에너지설비를 우선적으로 적용하는 것이 가장 경제적임.

<표 5> 분석대상학교의 부하절감 요소 기술추정 공사비

적용 공사	단위면적당 공사비(원/㎡)	공사면적(㎡)	추정공사비(원)
외벽단열	60,292	2,640	159,170,880
천정단열	53,468	1,428	76,352,304
창호단열	213,343	887	189,235,241
LED 조명	22,486	2,174	48,884,564
환기시스템	26,087	5,846	152,504,602

<표 6> 분석대상학교의 신재생에너지 기술추정 공사비

시스템 구분	설치용량	용량당 공사비	총공사비
태양광 발전 시스템	100kWp	2,386,831원/kWp	238,683,106
태양열 급탕시스템	100㎡	1,268,490원/㎡	126,849,035

○ 학교건물 Retrofit 재원 지원

- 30~40년의 노후화된 기존 학교건물의 에너지 성능을 개선시키고 효율성을 높이기 위해 필요
- 국공립 초등학교의 경우 학교건물 Retrofit정책을 적용하기 위해서는 높은 초기공사비에 대한 부담을 줄여주는 것이 중요함.

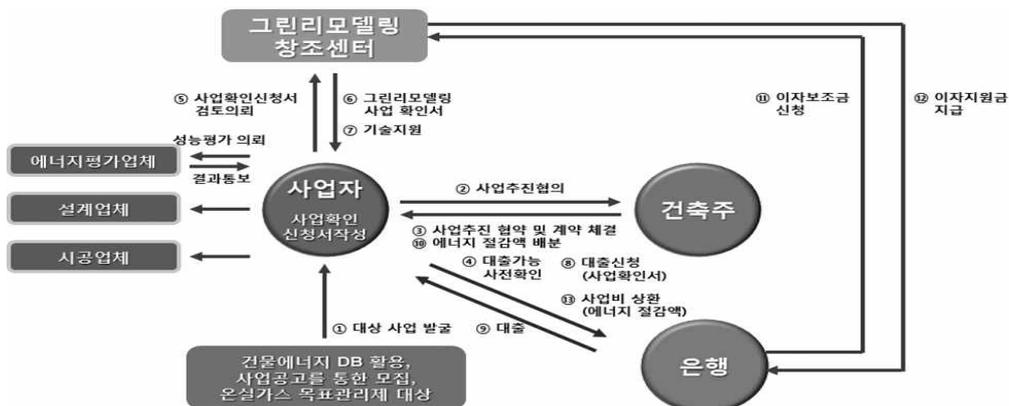
○ 주요사업내용

- 2014년 초부터 정부는 기존건물의 효율향상을 위해 그린리모델링 창조센터를 설립·운영하고 있음.
- 그린리모델링 창조센터는 건축주가 건물에너지 성능을 향상시키고 공사(외피단열 성능 향상, 에너지관리장치, 신재생에너지, 고효율 냉난방 장치 등)에 민간금융을 이용할 경우 이자를 지원하는 사업을 수행함.
 - 대출한도: 학교건물의 경우 건물 한 동당 2천만~30억원
 - 이자지원 한도: 건물 한 동당 연간 200만원까지 가능
 - 사업비 상환기간: 5년 이내 분할상환(거치기간 20개월 포함)
 - 이자지원율: 에너지 성능 개선율에 따라 2%~4%
 - 사업비 상환기간: 5년 이내 분할상환(거치기간 20개월 포함)

○ 그린리모델링 창조센터 추진체계

- 학교측(건축주)은 사업자와 사업추진 계약을 체결하고 사업자는 은행에 대출을 신청, 대출 약정에 따라 은행에 사업비를 상환함.

[그림 2] 그린리모델링 창조센터 비즈니스 모델



출처: 그린리모델링 창조센터(2014), 그린리모델링 이자 지원 사업

- 초기투자비 또는 사업비는 매년 발생하는 에너지절감액으로 상환함.
- 사업자는 Retrofit의 기획, 설계, 시공을 담당하고 에너지 컨설팅을 실시하여 종합적이고 복합적인 리모델링을 수행함.
- 그린리모델링 창조센터(정부)는 민간금융을 활용하되 이차보전을 지원하여 저리용자로 초기투자비를 조달함.
- 하지만 상환기간 5년이 지나면 이차보전 지원이 사라지게 되며 그 부담은 건축주가 지게 되는 현재체계에서는 사업의 한계를 가지고 있음.
- 상환기간을 최소한의 비용회수 기간이상인 최소 10년 이상으로 연장하는 이차 지원 사업을 설계하는 것이 필요
- 에너지절감액으로 초기투자비 또는 사업비를 상환하는 메커니즘이 핵심, 사업대상 확대를 위해 정부는 현실적인 비용회수기간 산정 및 적정 상환기간(해외의 경우 20~25년 장기저리용자가 일반적)을 보장할 필요가 있음.

<표 7> 사업주체별 역할

주 체	역 할
그린 리모델링 창조센터	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사업자가 의뢰한 사업계획서를 검토하고, 기술 지원 ○ 이차보전을 통하여 시중보다 낮은 금리로 사업을 지원
사업자	<ul style="list-style-type: none"> ○ 에너지 성능 진단(에너지평가사 활용) 후 사업계획서 작성 * 리모델링 대상선정 및 에너지 성능진단·평가 전문가 ○ 건축주를 대신하여 사업자가 자금을 조달 ○ 에너지 성능보증에 대한 보험가입(시범사업은 센터에서 가입)
민간 금융	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사업비를 저리로 대출하고 에너지 절감비용으로 회수 ○ 그린 리모델링 시행자에 대한 대출, 예금금리 우대 상품 지원 ○ 보험사는 에너지 성능을 담보하는 보험 상품 개발
건축주	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사업계획서 검토 후 계약 및 민간금융으로부터 사업비 조달 * 리모델링 후 무분별한 에너지 사용제한을 위해 사용량 정보 제공 ○ 에너지 절감 비용으로 사업비를 분할 납부

출처: 2013 건축물 에너지 수요절감을 위한 그린 리모델링 활성화 방안

Ⅲ. 정책 제언

- 학교건물 온실가스 감축과 에너지 효율 증대를 위해 고려해야 할 사항
 - 학교건물의 에너지 Retrofit 정책의 적용 전 건물에너지 진단과 건물에너지 성능평가가 우선되어야 함.
 - 각 학교별로 에너지진단이 이루어지고 상황에 맞게 Retrofit 계획 수립
 - 학교를 포함하는 Retrofit사업은 건축주나 수요자가 요구하는 사항을 면밀히 파악하여 실제 수요자가 모든 Retrofit 정보에 쉽게 접근할 수 있도록 체계를 마련하는 것이 필요
 - Energy Plus프로그램을 활용하여 전국 학교 건물의 에너지 Retrofit 적용을 위한 가이드라인의 제시
 - 학교건물의 에너지 사용량 중 가장 높은 비율을 차지하는 급탕에너지의 효율성을 높이기 위해서는 신재생에너지의 검토가 우선적으로 이루어져야 함.
 - 급식을 실시하는 학교의 경우에는 특히 태양열 급탕시스템의 검토가 우선적으로 검토되어야 함.
 - 학교의 사용전력은 건폐율과 용적률이 매우 낮으므로 태양광 발전에 저해가 되는 음영에 대한 간섭을 최소화할 수 있으므로 태양광시스템의 도입이 이루어져야 함.
 - 국공립 초중등학교의 학교 건물 Retrofit사업을 위해서는 재원 마련이 시급
 - 전력산업기반기금과 같은 공공부문에서 사용할 수 있는 기금을 활용, 필요한 경우 기금 이용을 위해 법 또는 시행령을 수정·보완할 필요가 있음.
 - 에너지 절약 및 효율적인 이용을 위해 마련된 에너지이용합리화자금에서도

학교건물의 Retrofit사업을 추진할 수 있음.

- 학교 옥상을 외부에 임대하여 임대료 수익을 학교의 재정에 편입시켜 학교 예산을 확보할 수 있음.
 - 다만, 학교는 공공성과 교육적 목적이 있으므로 임대 발전 사업을 하는 사업자는 학교 건물 사업을 시행하는 경우 교육적 목적으로 활용될 수 있도록 모니터링실을 별도로 설치하는 것을 권고
- 기존 학교건물의 에너지 효율성 증대를 위해 가장 경제적인 기술을 적용하는 것이 필요
- 도입 가능한 건축 및 에너지부문의 기술요소에 대한 경제성 분석 결과, 투자회수 기간은 태양열 급탕 시스템은 7.7년, 태양광 발전 시스템은 13년으로 나타남.
 - 하지만 창호교체나 단열강화의 경우에는 투자회수 기간이 현저히 낮으므로 에너지 절감을 위해서는 신재생에너지 설비가 우선적으로 적용되어야 함.
 - 국가적 차원의 신재생 에너지 보급 확대가 필요

< 참고자료 >

1. 참고문헌

건설교통부·환경건설교통기술평가원(2004), “건축물의 LCA를 위한 원단위 작성 및 프로그램 개발 연구”

교육부(2013), 간추린 교육통계

교육부(2013), 교육기본통계

교육과학기술부, 학교보건법 시행규칙(교육과학기술부령 제12호 일부개정), 환기·채광·조명·온습도의 조절기준(제3조 제1항 제1호 관련)

그린리모델링 창조센터(2014), 그린리모델링 이자 지원사업

그린리모델링 창조센터(2013), 2013 건축물 에너지 수요절감을 위한 그린 리모델링 활성화 방안

김덕우, 박철수(2009), “외피 친환경 성능평가 II : 광선반, Retrolux, 한국태양에너지학회, 춘계학술발표대회 논문집”, 2009-04. 83-90.

김동균 외(2011). EnergyPlus의 시뮬레이션 결과와 실제 냉방에너지 사용량의 비교 분석 및 GHP와 EHP의 에너지 성능비교에 관한 연구, 대한건축학회지, 27(5). 237-244

김영구(2007). 초,중등 교육시설의 유지관리비 분석 -인천광역시 초,중등학교를 중심으로-, 한국교원대학교. 석사학위논문.

김인호, 안동만(1999). 환경친화형 학교모형 개발 연구, 교육정책개발 연구과제, 교육부.

김인호(2007). 친환경 학교를 위한 학교숲 운동 개선방안 -행정주도의 학교숲

- 조성사업을 중심으로, 한국교육시설학회지, 14(1). 121-129.
- 남영숙(2007). 서울시 지속가능발전과 환경교육 활성화를 위한 환경교육 정책 개선 방안, 환경교육, 20(3). 125-133.
- 박재성(2008). 단지규모 태양광 및 태양열 시스템의 최적공급 방안 연구, 한밭대학교, 석사학위논문.
- 산업자원부(1999). 건물의 에너지원단위기준(안) 연구.
- 산업자원부(2000). 건물 에너지절약을 위한 제도 개선 연구.
- 산업자원부(2007). 신·재생에너지 RD&D 전략 2030 [태양광],
- 산업자원부·신재생에너지센터(2007). 신재생에너지자금·세제지원 안내.
- 산업통상자원부(2014), 제2차 에너지기본계획
- 에너지관리공단(2014), 에너지통계 핸드북
- 조진일 외 12인(2008). 제로에너지 모형개발연구(I), 한국교육개발원.
- 조진일 외 (2009). 제로에너지 모형개발연구(II), 한국교육개발원.
- 최돈형·노경임(2000). 현장체험중심의 환경교육 활성화방안 연구-독일의 환경교육이 주는 시사점을 중심으로-, 환경교육, 13(2). 51-62.
- 한국교육개발원(2009), “노후학교시설 개축 판별모델 개발”
- ASHRAE(1992). Active Solar Heating Systems Design Manual.
- DOE(2013a). Advanced Energy Retrofit Guide
- DOE(2003b). Rebuild America EnergySmart School program brief
- DOE(2003c). Financing an EnergySmart School
- Deutscher Taschenbuch Verlag(1990). dtv-Atlas zur Ökologie.

- DFEE(1999). The Outdoor Classroom. BUILDING BULLETIN 71 2ND EDITION.
- Duffie, J. A. and Bechman, W. A.(1991). Solar Engineering of Thermal Process, 2nd Edition", Jonh Wiley & Sons.
- Eneco Energie(2004). Renewable energy Projects.
- EPIA Report(2008). Solar Generation V-2008.
- European Commission(2014). Technical Guidance: Financing the Energy Renovation of Buildings with Cohesion Funding.
- Felex A Peuser, Karl-Heinz Remmers, Martin Schnauss(2002). Solar thermal system - Successful Planning and Construction. SOLARPRAXIS, Berlin.
- Felicitas Kraus(2005). Building Energy Conservation dena's activities, Kemco-dena Seminar on ESCO and Building Energy.
- German Solar Energy Society, Ecofys(2004). Planning and Installing, Solar
- Hans Herbert Ehm(1995). Waermeschutzverordnung '95, Der Weg zu Niedrigenergiehausern, Bauverlag.
- IEA/PVPS(2003). Trends in Photovoltaic Application" Survey reports of selected IEA countries between 1992 and 2002, TI-12:2003
- J.A. Duffie & W.A. Beckman(1991). Solar Engineering of Thermal Processes(2nd ed), Wiley, New York.
- Keep scotland beautiful(2003). Ecoschoos Scotland Handbook.
- Koichi Shinpo(2011), 일본 내 환경 친화적 학교 건축 발전 방안
- Vishal Garg, Kshitij Chandrasen, Development and performance evaluation

of a methodology, based on distributed computing, for speeding EnergyPlus simulation, Journal of Building Performance Simulation Vol. 4 No. 3 257p~270p

정책 이슈페이퍼 14-09

국공립 학교 건물 Retrofit 방안 연구

2015년 2월 23일 인쇄

2015년 2월 23일 발행

저 자 박 기 현

발행인 김 현 제

발행처 **에너지경제연구원**

681-300 울산광역시 중구 중가로 405-11

전화: (052)714-2114(代) 팩시밀리: (052)714-2028

등 록 1992년 12월 7일 제7호

인 쇄 크리커뮤니케이션 (02)2273-1775
