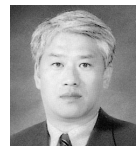


## 친환경 학교시설에 관한 국내 연구 동향

### Domestic Research Trend for Sustainable School



조민관 / 강남대학교 건축공학과 교수  
Cho, Min-Kwan / Professor, Kangnam University  
msw0120@knue.ac.kr

### 1. 서론

지구온난화 및 에너지 문제는 세계적으로 중요한 사회적 이슈가 되었으며, 환경 문제에 대한 인류의 대응은 점점 더 중요하게 인식되고 있다. 1992년 기후 변화에 대한 대응으로 리우 환경회의를 시작으로 1997년 교토의정서를 통한 온실 가스 감축 목표에 따른 구체적 행동 진행으로 우리나라에서도 저탄소 녹색성장이 국정 목표가 되어 지속가능한 사회와 경제 성장을 위해 사회 전반적으로 많은 변화가 일어났다. 건축분야는 에너지 사용량 절감 및 이산화탄소 배출량 감소를 실현할 수 있는 핵심 분야로 친환경 건축물 보급 등과 함께 타 분야에 비해 가시적인 성과를 많이 얻을 수 있었다.

국토해양부(현재, 국토교통부)는 2002년부터 친환경 건축물 인증제도를 시행하여, 2005년부터는 그 대상에 학교 시설도 포함이 되었다. 특히 BTL 사업에 의해 학교의 신축이 늘어나면서, 2007년 이후에는 친환경 인증을 받은 학교의 수도 급증하였다.

학교시설은 신축 건물보다 기존 건물의 수가 월등히 많기 때문에 에너지 효율이라는 측면에서 미흡한 점이 많다. 또한, 다수의 학생이 사용하는 학교 시설은 교육 환경 개선과 함께 학교 건물의 쾌적하고 위생적인 실내환경 조성을 위한 제반 성능이 확보되어야 한다. 이러한 성능이 확보되기 위해서는 열, 공기, 빛, 음 등의 건축환경의 세부요소가 상호 보완적으로 적절히 조화가 이루어져야 하며, 에너지 사용의 효율성 및 에너지 부하량의 저감 등 건축설비 시스템에 대한 개선 및 성능 향상이 요구된다.

본 글에서는 쾌적 실내환경 및 에너지 효율을 통해 실

현 가능한 친환경 학교 시설과 관련된 국내의 연구 동향을 정리하였다.

### 2. 연구동향

국내에서는 친환경 학교시설의 구현을 위해 다양한 형태의 연구가 진행되고 있다. 본 장에서는 건축환경적 관점, 건축물 에너지 제어적 관점 그리고 건축물 친환경 인증에 대한 관점으로 나누어 국내 대표적 연구에 관한 동향을 살펴본다.

#### 2.1 건축환경적 관점

국내의 친환경 학교시설에 관한 연구를 건축환경적 측면에서 보면, 빛 환경, 열 환경 및 공기 환경을 중심으로 연구가 진행되고 있다.

학생들의 쾌적한 학습권 확보를 위한 교실 내의 빛 환경 제어를 위한 연구는 가장 기본적이며, 다양한 패턴으로 이루어지고 있다. (표 1) 특히 교실 내 차연 채광의 도입은 에너지 절약 효과뿐만 아니라, 재실자의 신체 건강 증진 효과, 학습 능력 향상, 스트레스 해소 등에 큰 영향을 주는 것으로 나타났다. 송규동(2010)은 그림 1과 같이 수평형 광덕트 시스템을 실의 깊이가 깊은 교실에 적용한 경우, 조도, 균제도, 주광률의 개선으로 쾌적한 교실 환경을 조성할 수 있을 것으로 평가하였다. 이언구(2006)는 교실의 빛 환경 성능 향상을 위해 고정식 광선반을 이용하여 기존 학교 건축물의 빛 환경을 평가하였고, 컴퓨터 시뮬레이션 기법을 이용하여 적용 가능한 광선반의 형태와 적정위치, 크기에 대해 검토하였다. (그림 2)

표 1. 건축환경적 관점에서의 연구동향

연구자	년도	연구내용
송규동 외	2010	자연채광 시스템을 이용한 학교교실의 시환경 개선 방안
이연구 외	2006	학교 교실의 빛환경 평가 및 개선방안
김준태	2009	학교시설의 빛환경 현황과 자연채광 기법을 이용한 빛환경 개선방법
임재한 외	2008	학교 건물에서 외부 차양 장치 유형에 따른 일반 교실 내 빛 환경 특성
김준태 외	2002	초등학교 교실의 빛환경 실측에 관한 연구
윤종호 외	2006	학교 건물 자연 채광용 광선반 시스템의 성능 평가
안상수	2002	학교 건물의 지붕 형태별 열성능 평가
조성우외	2007	학교교실의 실내 열환경과 에너지 소비 예측에 관한 연구
조성우 외	2006	천정형 유닛을 설치한 교실 내의 인체 주변 온열환경에 관한 실측
박진철 외	2007	초등학교 교실의 실내환경 실태조사
나수연 외	2007	제주지역 초등학교시설의 실내 환경성능 평가
김태우 외	2006	학교 건축물의 실내공기질 측정 및 평가
주 방	2010	충주지역 학교 교실의 실내공기질 측정 및 평가
정지원	2006	초등학교 교실의 실내 공기질 개선방안

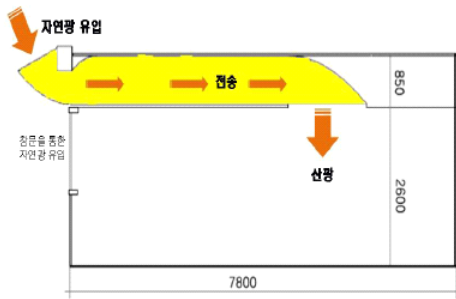


그림 1. 수평형 광덕트 시스템 개념도

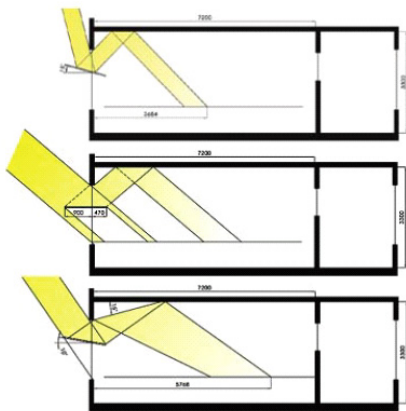


그림 2. 광선반에 의한 빛의 분포

열환경적 측면에서는 건축설비 시스템의 이용에 따른 온열환경 평가나 단열 등의 방법이 학교 건물의 에너지 소비량에 미치는 영향에 대해 많은 연구가 진행되고 있다. 조성우(2006, 2007)는 학교 건축물에 설치된 천장형 유닛 설비 시스템의 취출 공기가 인체에 미치는 영향을 확인하

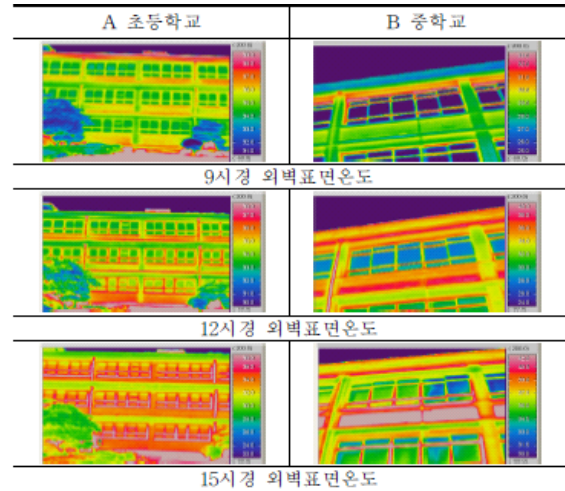


그림 3. 하계 학교 건물 외벽 표면 온도 측정

기 위해 온열감을 측정하여, 학생들의 쾌적성 확보 방안이 검토되었다. 또한 실측과 컴퓨터 시뮬레이션 기법을 이용하여 학교 건물의 지붕을 대상으로 교실환경의 쾌적성 및 에너지 소비량을 예측하였다. 열화상 장비를 이용하여 동 하계 학교 건물 외벽 표면온도를 측정하여 창호 등 개구부의 열 취약성을 확인하였다. (그림 3)

학교 건물의 재실자인 학생의 건강과 직결되는 공기 환경의 경우, 실제 건물 내 실내공기질 평가 등 다양한 실측에 의해 많은 연구들이 진행되고 있다. 박진철(2007)은 초등학교 건물을 중심으로 환기 성능 및 실내공기질을 실측하였으며, 기준에 미치지 못하는 시설이 많은 것으로 나타났다. 이와 함께, 소음 및 조도에 관한 연구결과를 보고하고 있다. 주방(2010)은 지역 학교 시설의 실내공기질을 실측하였으며, 특히 신축되어 5년 미만인 학교 시설물의 경우, 포름알데히드 등 실내 화학물질에 의한 공기질 저하가 우려되는 것으로 나타났다.

## 2.2 건축물 에너지 제어적 관점

국내의 친환경 학교시설을 대상으로 에너지 제어적 관점에서의 연구는 다양하게 이루어지고 있다. 냉난방 설비 시스템의 적용에 따른 에너지 소비 특성과 대안 그리고 이에 따른 경제성 평가가 이루어졌으며, 친환경 학교 시설을 위한 신재생에너지 적용과 그에 대한 예측이 컴퓨터 시뮬레이션 기법을 이용하여 수행되어졌다. (표 2)

김수민(2011)은 서울 시내의 종합 대학교의 냉난방 에너지 소비량을 조사하였고, (그림 4, 5) 향후의 대학교 시설의 에너지 정책 결정을 위한 기초 자료를 제시하였다. 윤종호(2010, 2011)는 초등학교, 고등학교 등을 대상으로 단위 면

표 2. 건축물 에너지 제어적 관점에서의 연구동향

연구자	년도	연구내용
김길태 외	2007	교육시설에서의 히트 펌프 냉난방 시스템 실사용을 통한 경제성 분석
신주안	2012	교육시설의 냉난방설비시스템별 에너지 소비구조 및 에너지 소비
주재욱 외	2007	교육용 시설 태양광 발전 설비의 전력 생산량 평가
석호태 외	2008	벽면 및 옥상녹화에 따른 학교 건물의 에너지 성능 평가
정재웅	2009	사례분석을 통한 대학건물의 에너지 성능개선 방안
김수민 외	2011	건축물 냉·난방 시스템에 따른 에너지 소비 특성
박효순 외	2010	학교 건물의 신재생에너지 적용을 위한 수요/공급 분석 및 평가
홍원화 외	2010	교육 시설기준 변화에 따른 학교건축물의 에너지 원 변화
윤종호 외	2011	고등학교 시설의 에너지 소비량특성에 관한 사례 분석
윤종호 외	2010	전국 초등학교 교육시설의 단위면적당 에너지 사용실태 분석
김형근 외	2011	친환경 학교에서 최적의 신재생에너지 적용을 위한 LCC 분석
안광호 외	2011	에너지 시뮬레이션을 통한 친환경학교의 에너지절약 계획방안
이상춘 외	2012	노후 초등학교 건물에너지 절감을 위한 요소기술의 성능 비교
윤종호 외	2010	고등학교의 Zero Energy School 구현을 위한 기술 요소별 에너지 시뮬레이션 평가

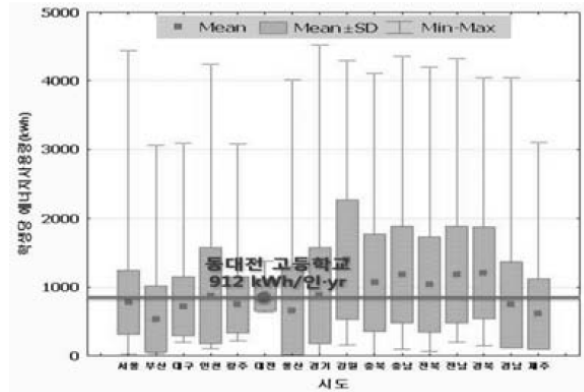


그림 6. 전국고등학교의 에너지 사용량 분석

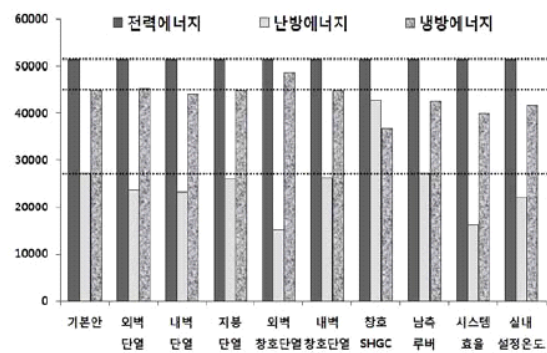


그림 7. 친환경 요소 기술 적용 시 에너지 소비량

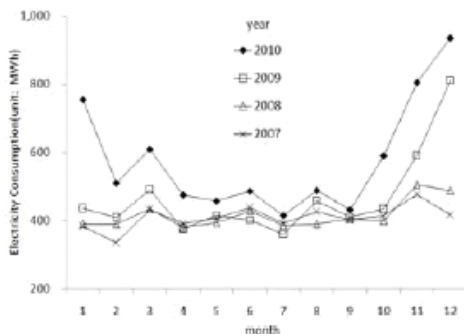


그림 4. 대학 건물의 연간 전력소비량 예

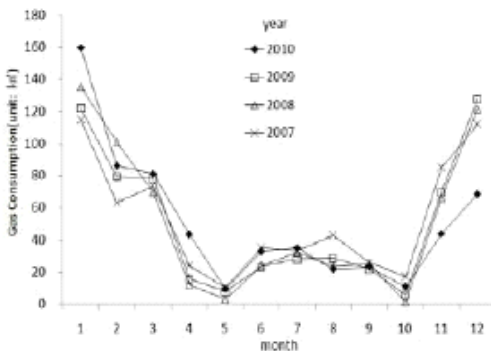


그림 5. 대학 건물의 연간 가스소비량 예

적당 에너지 사용 실태 및 에너지 소비량 특성을 분석하였으며,(그림 6) 향후 에너지 절감 목표 설정의 참고 자료

를 제시하였다. 또한 제로에너지 스쿨의 구현을 위한 친환경 요소 기술을 에너지 시뮬레이션을 이용하여 평가하였고, 특히 창호 설계 및 시공에서 학교 건물의 특성 파악 없이, 고가의 고단열 창호를 도입하는 것은 초기 투자비는 물론 에너지 비용 측면에도 불리할 수 있음을 시사하였다. 홍원화(2010, 2012)는 학교 건물의 교육과정 변화에 따른 냉난방 시스템의 변화로 인한 교육과정별 에너지 소비량을 분석하였다. 그 결과, 학교건축물에서 전력에너지 소비저감 방안으로 냉난방의 열량부하에 적합한 에너지를 공급하는 것이며 조명 및 전기기기의 용도에 따라 신재생에너지의 도입으로 분산 형태의 에너지 소비구조를 취하는 것이 학교 건물에서 에너지 저감을 실행 할 수 있을 것으로 제시하였다. 이상춘(2012)은 리모델링을 위해 기존의 노후 초등학교에서의 건물에너지 소비량을 분석하였고, 그림 7과 같이 리모델링 적용 시, 우선되어야 할 에너지저감 기술을 분석하였다.

### 2.3 건축물 친환경 인증에 대한 관점

국내의 건축물 친환경 인증에 대한 관점에서의 연구는 학교 건축물을 대상으로 현재의 친환경 건축물 인증제도에 관한 개선 방안 제시를 중심으로 이루어지고 있으며,

표 3. 건축물 친환경 인증에 대한 관점에서의 연구동향

연구자	년도	연구내용
최창호	2010	건축 친환경 인증 평가 항목(수자원, 환경오염, 재료, 실내환경, 에너지 등)
최정민 외	2011	친환경 인증 학교 건축물의 에너지 배점 분포
양금석	2010	학교 시설의 생태환경 실태에 관한 사례
김창범 외	2009	생태적 학교 환경 구축 방안
공성훈 외	2007	친환경 학교 건축의 설계 기준 적용
한동윤	2009	학교 건물의 친환경성 향상을 위한 건축 계획
은소진	2009	학교 건축의 친환경 인증사례를 통한 실내환경 계획
이선영	2008	환경교육의 장으로서의 환경친화형 초등학교
하인철 외	2009	BTL 신축학교 친환경 인증 실태 분석
송병준 외	2008	친환경 건축물 인증 학교의 생태환경 요소에 대한 실태 조사
곽문근	2008	학교시설의 친환경 건축물 인증사례를 통한 평가항목 분석 및 개선 방안
이길규	2009	학교시설 친환경 건축물 인증 기준 개선 방향
이용환	2009	친환경 학교건축물 인증사례를 통한 실내환경 평가 항목에 대한 분석
박상동 외	2010	친환경학교시설의 유지관리 조사를 통한 친환경건축물인증제도의 개선방안에 관한 연구

표 4 에너지 평가항목의 득점 예

	Items	Max.	Ave.	Score ratio	
건축부분	1. Heat transmission(kcal/m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C) of an external. Ue(W/m <sup>2</sup> ) (Window and door)	27	25.7	95%	
	2. Heat transmission(kcal/m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C) of an roof. Ur(W/m <sup>2</sup> )	7	4.9	71%	
	3. Heat transmission(kcal/m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C) of a lowermost living room floor. Uf(W/m <sup>2</sup> )	7	5.5	79%	
	4. External insulation.	6	6	100%	
	5. Installation of airtight windows and doors. (m <sup>2</sup> /hm <sup>2</sup> )	6	4.8	79%	
	6. Fronts window of openable main livingroom.	1	0.8	80%	
	Total		54	47.8	88%
기계부분	1. Boiler. (efficiency, %)	8	1.6	20%	
	2. Refrigerator machine. (efficiency, %)	3	0	0%	
	3. Ventilator. (efficiency, %)	3	0	0%	
	4. Pump efficiency of circulation of cold and hot water. (%)	2	1.8	90%	
	5. Open air-conditioned system	1	0	0%	
	6. Heat recovery ventilator.	1	0.1	13%	
	7. Appliances, plumbing and duct insulation.	2	0.4	20%	
	8. Multi-operating in hear source equipment.	2	0	0%	
	9. Energy controlling in air-conditioning machine.	1	0	0%	
	10. Heat recovery equipment in boiler or refrigerator.	1	0	0%	
	12. Cooling system using storage type electricity or gas. (efficiency, %)	1	0	0%	
	13. Hot water supply using late-night electricity system.	1	0	0%	
	14. Hot water supply using solar system.	1	0.3	30%	
	15. Energy controlling in air-conditioning or water circulate pump.	2	0.4	20%	
	16. Energy controlling in water supply pump.	1	1	100%	
	18. Automatic remote control system using computer.	1	0.7	70%	
	20.	1. Compensation point for local heating system unable item 1, 8, 10	11	0	0%
		2. Compensation point for individual heating system unable item 8, 10, 15	5	4.1	81%
Total		31	10.3	33%	
전기부분	1. High efficiency induction motor. (%)	1	0.7	70%	
	2. Drop of electric pressure of trunk line. (%)	2	1.8	90%	
	3. Electric transformer control.	2	0		
	4. Less than 25kV of direct pressure type	2	2	100%	
	5. Maximum demand control of electric power.	2	1.3	67%	
	6. Automatic control equipment by a circuit in inner lighting.	1	0.2	20%	
	7. Automatic control equipment in power distribution.	1	0.9	90%	
	8. HID lamp at outdoor and automatic on&off system.	1	0.7	70%	
	9. Energy saving control in elevator motor.	1	0.9	90%	
	11. power factor automatic control device.	1	0.1	10%	
	13. Distribute control system for data exchange and concentration control.	1	0		
	15. High efficiency lighting system ratio to total. (%)	1	0.1	10%	
	Total		16	8.7	55%

학교 건축물의 설계 및 계획에 관한 기초 자료를 제시하고 있다. (표 3)

최창호(2010) 등은 건축물 친환경 인증의 학교 건축물 적용에 따라 인증 항목 전체에 대한 문제점 분석 및 개선방안에 대해 조사를 하였다. 크게 실내 환경, 에너지, 토지 이용 및 교통평가 그리고 수자원 및 환경오염으로 분류하여 친환경 인증에 대한 전체적 고찰을 하였다. 40여 개의 학교를 대상으로 평가하여 일반화했을 때, 실내 환경 항목에서는 실내 오염물질 관련 항목, 자연 환기, 실내 온열환경 항목에 관한 평가에 관해 좋은 평가를 얻을 수 있을 것으로 나타났다. 반면, 소음관련 항목에서는 비용의 고가 등으로 인해서 다소 불리하게 평가될 것으로 예상되었다. 에너지 평가항목의 득점 예는 표 4와 같다. 에너지 평가항목에서는 에너지 소비량 부문에서 미흡한 점수 획득이 나타나, 향후 설계 수준의 향상이 요구되었다. 또한 신재생에너지 적용에 있어서도 경제성을 고려할 때, 정부 지원 없이 시스템의 적용이 어려울 것으로 예상되었다. 토지 이용 및 교통 항목에서는 친환경 인증을 위해서 기존 대지의 생태학적 가치 부문과 대중 교통의 근접성 부문에 관심을 가져야 할 것으로 나타났다. 수자원 및 환경 오염 평가 항목에서 중수도의 설치항목을 개선하기 위해서는 중수도 설치에 대한 적극적인 권유와 함께 국가적인 지원이 필요하다는 판단이고, 이산화탄소 배출 저감 항목의 경우는 인증 항목과 학교시설이 갖는 지리적 여건과의 연관성을 더 분석하여 인증기준에 대한 다른 해석이 필요한 것으로 나타났다.

### 3. 결론

학교시설은 다수의 학생, 교사 등이 사용하고, 학습 능력 및 효율 향상이라는 측면에서 볼 때, 교육 환경 개선과 함께 학교 건물의 쾌적하고 위생적인 실내환경 조성을 위한 제반 성능을 확보하는 것이 중요하다. 따라서, 열, 공기, 빛, 음 등의 건축환경의 세부요소가 상호 보완적으로 적절히 조화가 이루어져야 하며, 에너지 사용의 효율성 및 에너지 부하량의 저감 등 건축설비 시스템에 대한 개선 및 성능 향상이 요구된다.

본 글에서는 쾌적 실내환경 및 에너지 효율을 통해 실현 가능한 친환경 학교 시설과 관련된 국내의 연구 동향을 정리하였다. 건축환경적 관점, 건축물 에너지 제어적 관점 그리고 건축물 친환경 인증에 대한 관점으로 많은 연구가 수행되고 있다. 친환경 학교시설의 보급을 위해서

는 환경, 에너지, 토지 이용 및 교통평가 그리고 수자원 및 환경오염 분야의 미흡한 사항에 대한 개선이 요구되며, 개선책 제시를 위한 심화 연구도 지속되어야 할 것으로 생각된다.

### 참고문헌

1. 이종영, 정명순, 송규동, 자연채광 시스템을 이용한 학교교실의 시환경 개선 방안, 한국건축친환경설비학회 춘계학술발표대회, 231-234, 2010
2. 김옥, 이연구, 학교 교실의 빛환경 평가 및 개선방안에 관한 연구, 한국태양에너지학회 춘계학술발표회 논문집, 231-236, 2006
3. 김준태, 학교시설의 빛환경 현황과 자연채광 기법을 이용한 빛환경 개선방법, 한국교육시설학회지, 16(1), 4-7, 2009
4. 임재한, 정진주, 이지영, 학교 건물에서 외부 차양 장치 유형에 따른 일반교실 내 빛 환경 특성에 관한 연구, 한국교육시설학회지, 15(2), 4-15, 2008
5. 박경은, 김준태, 초등학교 교실의 빛 환경 실측에 관한 연구, 한국교육시설학회지, 9(2), 13-21, 2002
6. 윤중호, 진경일, 이시웅, 박재성, 김태형, 학교건물 자연채광용 광선반 시스템의 성능평가 연구, 대한건축학회지회연합회 논문집, 8(1), 67-74, 2006
7. 안상수, 학교건물의 지붕형태별 열성능 평가에 관한 연구, 부산대학교 석사논문, 2003
8. 조성우, 최정민, 이경희, 학교교실의 실내열환경과 에너지 소비 예측에 관한 연구, 대한건축학회논문집 계획계, 23(2), 181-188
9. 조성우, 임영빈, 이경희, 천장형 유닛을 설치한 교실 내의 인체 주변 온열환경에 관한 실측연구, 설비공학논문집, 18(3), 240-246, 2006
10. 정민희, 김순주, 나수연, 박진철, 초등학교 교실의 실내환경 실태조사연구, 한국건축친환경설비학회 추계학술발표대회, 109-112, 2007
11. 나수연, 박진철, 제주지역 초등 학교시설의 실내 환경성능 평가에 관한 연구, 대한건축학회논문집 계획계, 23(7), 295-302, 2007
12. 김태우, 김현태, 홍원화, 학교 건축물의 실내공기질 측정 및 평가에 관한 연구, 대한건축학회논문집 계획계, 22(4), 301-308, 2006
13. 주방, 충주지역 학교 교실의 실내공기질 측정 및 평가에 관한 연구, 충주대학교 석사논문, 2010
14. 정지원, 초등학교 교실 내의 실내공기질 개선 방안에 관한 연구, 인천대학교 석사논문, 2007
15. 김길태, 정성일, 주호영, 안영철, 이재근, 교육 시설에서의

- 히트 펌프 냉난방 시스템 실사용을 통한 경제성 분석, 설비공학논문집, 19(6), 470-476, 2007
16. 신주안, 교육시설의 냉난방설비시스템별 에너지 소비구조 및 에너지소비에 관한 연구, 경북대학교 석사논문, 2012
  17. 주재욱, 김한수, 김경환, 임형철, 최정민, 교육용 시설 태양광발전 설비의 전력생산량 평가에 관한 연구, 대한건축학회지회연합회 학술발표대회, 854-858, 2007
  18. 정재웅, 석호태, 벽면 및 옥상녹화에 따른 학교건물의 에너지성능 평가에 관한 연구, 한국건축친환경설비학회 춘계학술발표대회, 189-193, 2008
  19. 정재웅, 사례분석을 통한 대학건물의 에너지 성능개선 방안에 관한 연구, 영남대학교 석사논문, 2010
  20. 박강현, 차정훈, 김수민, 건축물 냉·난방 시스템에 따른 에너지 소비 특성 -서울 소재 A 대학교 건축물을 중심으로-, 한국태양에너지학회 추계학술발표대회 논문집, 2011
  21. 남현진, 박은미, 배민호, 김재민, 박효순, 학교 건물의 신재생에너지 적용을 위한 수요/공급 분석 및 평가에 관한 연구, 설비공학논문집 22(4), 197-204, 2010
  22. 김태우, 이강국, 홍원화, 교육 시설기준 변화에 따른 학교 건축물의 에너지원 변화에 관한 연구, 한국생태환경건축학회 논문집, 10(6), 73-80, 2010
  23. 김강식, 박재완, 윤종호, 신우철, 고등학교 시설의 에너지 소비량특성에 관한 사례분석, 한국태양에너지학회 논문집, 31(5), 99-104, 2011
  24. 김호중, 윤종호, 신우철, 조진일, 최형주, 전국 초등학교 교육시설의 단위면적당 에너지 사용실태 분석 연구, 한국태양에너지학회 춘계학술발표회, 55-61, 2010
  25. 김형근, 안광호, 최용석, 친환경 학교에서 최적의 신재생에너지 적용을 위한 LCC 분석, 대한건축학회논문집 계획계, 27(11), 83-91, 2011
  26. 안광호, 김형근, 최용석, 에너지 시뮬레이션을 통한 친환경 학교의 에너지절약 계획방안에 관한 연구, 대한건축학회 논문집 계획계, 27(12), 19-27, 2011
  27. 이상준, 최영준, 김현기, 최을, 노후 초등학교 건물에너지 절감을 위한 요소기술의 성능 비교, 한국생태환경건축학회 논문집, 12(2), 111-117, 2012
  28. 박재완, 이철성, 윤종호, 신우철, 고등학교의 Zero Energy School 구현을 위한 기술 요소별 에너지 시뮬레이션 평가에 관한 연구, 한국태양에너지학회 추계학술발표회, 260-265, 2010
  29. 권영철, 광문근, 최창호, 학교시설 친환경인증 사례를 통한 에너지 평가항목에 대한 연구, 설비공학논문집 21(12), 688-694, 2009
  30. 신유진, 광문근, 최창호, 학교시설 친환경인증 사례를 통한 실내 환경 평가항목 분석, 설비공학논문집 22(9), 579-588, 2010
  31. 권영철, 최창호, 학교시설 친환경인증 사례를 통한 생태환경 평가항목에 대한 연구, 설비공학논문집 22(2), 112-121, 2010
  32. 권영철, 광문근, 최창호, 학교시설 친환경인증 사례를 통한 토지이용 및 교통 평가항목 분석, 설비공학논문집 22(9), 589-598, 2010
  33. 광문근, 최창호, 학교시설 친환경인증 사례를 통한 수자우너 및 환경오염 평가항목 연구, 설비공학논문집 21(12), 678-687, 2009
  34. 박효석, 이경희, 조성우, 최정민, 경남 친환경인증 학교 건축물의 에너지 배점 분포에 대한 고찰, 한국건축친환경설비학회 추계학술발표대회, 81-84, 2011
  35. 양금석, 경남지역 고등학교시설의 생태환경 실태에 관한 사례 연구, 한국농촌건축학회 논문집, 12(1), 57-65, 2010
  36. 공성훈, 이종국, 은소진, 박현장, 친환경 학교 건축의 설계기준적용에 관한 연구, 한국건축친환경설비학회 논문집, 1(2), 34-40, 2007
  37. 한동윤, 학교건물의 친환경성 향상을 위한 건축계획에 관한 연구, 한양대학교 석사논문, 2009
  38. 은소진, 학교건축의 친환경 인증사례를 통한 실내환경 계획에 관한 연구, 계명대학교 석사논문, 2010
  39. 이선영, 환경교육의 장으로서의 환경친화형 초등학교, 대학건축학회지, 52(5), 46-50, 2008
  40. 하인철, 강병근, BTL 신축학교 친환경 인증 실태 분석, 한국생태환경건축학회 학술발표대회 논문집, 213-216, 2009
  41. 광문근, 학교시설의 친환경건축물 인증사례를 통한 평가항목 분석 및 개선방안, 광운대학교 박사논문, 2009
  42. 이길규, 학교시설 친환경건축물 인증기준 개선방향에 관한 연구, 한국교원대학교, 석사논문, 2009
  43. 이용환, 친환경 학교건축물 인증사례를 통한 실내환경 평가항목에 대한 분석 연구, 한국생태환경건축학회 논문집, 9(1), 3-10, 2009
  44. 정지나, 태춘섭, 양정훈, 박상동, 친환경학교시설의 유지관리 조사를 통한 친환경건축물인증제도의 개선방안에 관한 연구, 대한건축학회논문집 계획계, 26(6), 349-357, 2010