

에너지 성능 향상을 위한 학교건물 개보수 정책 추진체계 개선방안 연구*

김민경** · 신동홍***

A Study on Improvements of Policy System on School Building Retrofits for Energy Efficiency*

Min Kyeong Kim** · Dong Hong Shin***

요약 : 본 연구에서는 현재의 학교 건물 개보수 정책 및 사업의 문제점 분석을 통해 지속적인 에너지관리와 학교 건물의 에너지 성능 향상을 위한 효율적인 정책 추진체계를 제안하고자 한다. 국내외 건물 개보수 정책 추진사례 분석 결과, 국내의 정책들은 시설물 설치 위주의 사업으로써 외국의 정책과 비교하여 건물 에너지 관련 정보 제공에 취약점을 보이고 있다. 현재와 같은 정책 및 사업의 시행구조로는 건물 에너지 성능의 체계적인 관리와 건물 에너지 데이터의 축적이 어렵고, 건물 에너지 성능의 진단과 평가에 대한 신뢰도가 낮아질 수밖에 없으며 적절한 사후관리 역시 기대하기 힘들다. 효과적인 건물 에너지 성능 향상을 위해서는 건물 에너지 관련 정보의 관리와 홍보, 건축물의 성능 인증 그리고 정책의 수립 및 사업의 시행에 있어 구심점 역할을 수행할 수 있는 건물 에너지 종합관리시스템의 구축이 필요하다. 또한 건물 에너지 정보 제공 서비스를 통해 건물 에너지와 개보수에 대한 종합적인 정보를 제공함으로써 지속적인 건물 에너지의 절감을 가능하게 할 수 있을 것이다.

주제어 : 건물 개보수, 학교, 에너지성능, 건물 에너지 종합관리시스템

ABSTRACT : This study proposes an effective policy system for continual building energy management and improvement of energy efficiency of school building through analyzing problems of present school building retrofit programs. The policy case study on domestic and foreign building retrofit programs shows that the domestic policies are relatively vulnerable to providing information regarding building energy, which focus exclusively on installation of facilities. The current policies and programs not only yield difficulties in a systematic management and a data collection for building energy efficiency, but also decrease reliability of diagnosis and evaluation of building energy performance, it is therefore difficult to expect a proper follow-up management. In order to improve building energy efficiency, it is in need of a total management system that manages and promotes building energy data, certificates building energy performance, and establishes energy policies and building retrofit programs. It will also contribute to continual reduction in building energy by providing the extensive information service on building energy and retrofit.

Key Words : building retrofits, school, energy performance, total energy management system

* 본 논문은 서울연구원 연구보고서 '빌딩리트로핏을 위한 에너지성능평가 및 활용방안'(2011-BR-01)의 내용 중 일부를 보완하여 작성된 것입니다.

** 서울연구원 안전환경연구실 부연구위원(Associate Research Fellow, Dept. of Safety and Environment Research, The Seoul Institute)

*** 건국대학교 연구처 전임연구원(Research Fellow, Konkuk University), 교신저자(E-mail: dhshin1215@hotmail.com, Tel: 02-444-3441)

I. 서론

세계적인 이슈인 온실가스 배출 및 에너지 사용을 저감하고자 하는 노력은 세계 각국에서 다양한 방식으로 나타나고 있다. 건축분야에서도 건축물 에너지 사용 저감을 위한 각종 규제와 함께 저에너지·친환경 건축의 실현을 위한 연구와 기술개발에 힘쓰고 있다. 그러나 각국의 온실가스 배출 감축과 에너지사용량 저감 노력에도 불구하고 미래의 환경에 대한 예측은 매우 부정적이다.

2009년 코펜하겐에서 개최한 제15차 유엔기후변화협약(UNFCCC) 총회에서 채택된 보고서에서는 선진국과 개발도상국의 온실가스 감축 약속이 실현되더라도 향후 10년간 지구의 기온은 산업화 이전에 비해 3°C 높아져 지속가능하지 않은 영역(unsustainable pathway)으로 들어설 것으로 예측한 바 있다. 현재 가속화되고 있는 온난화 현상을 막기 위해서는 평균기온의 상승을 2°C 이내로 유지하여야 하지만, 실제로 이러한 목표 달성을 위해서는 단·중기에 걸쳐 현재 에너지 사용량 대비 약 52%의 에너지 절감이 불가피하다(IEA, 2009). 그러나 유엔기후변화협약 총회에서는 현재 각 부문의 에너지 소비 추세를 볼 때, 이러한 목표의 달성은 매우 어려울 것으로 예측하고 있으며 선진국들에게 온실가스 배출 및 에너지 저감 목표의 상향조정을 요구하고 있다.

에너지 소비 저감을 위해서는 전체 에너지 소비량의 큰 비중을 차지하고 있는 건물에너지 소비량을 줄이는 것은 매우 중요한 문제이다. 국제에너지기구(International Energy Agency, IEA)의 추산에 따르면 건물에너지 소비량은 전체 에너지 소비량의 40% 이상을 차지하고 있으며, 이는 전 소비부문 중 가장 큰 비중이다(Laustsen, 2008).

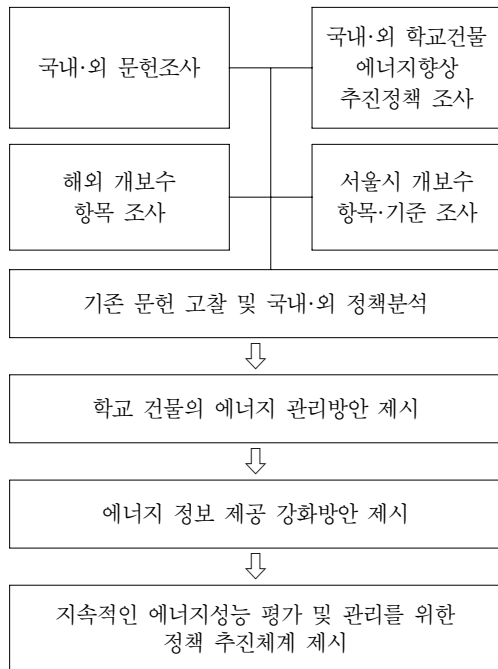
서울시의 경우에도 건물에너지 소비량은 최근 7년간(2003~2009년) 평균 전체 에너지 소비량 중 약 56%를 차지하고 있으며, 건축물 부문의 에너지소비량 감축은 무엇보다 우선적으로 해결해야 할 중요한 문제로 대두되고 있다(에너지경제연구원, 2009).

현재 사용되고 있는 에너지 절약 기술의 적용으로 기존 건축물 에너지소비량은 약 70%의 절감이 가능하다(Eschenfelder and Etzkorn, 2005). 그러나 우리나라의 경우 이러한 에너지 절감의 잠재성이 큰 건축부문에서 에너지 해석 및 평가를 위한 기반기술의 부족, 준공 후 사후관리 체계의 취약 그리고 총괄적 에너지관리방안의 부재 등으로 인해 효과적인 에너지의 절감이 이루어지지 않고 있다. 또한 기존 건물의 개보수 시, 개보수 항목은 장기적인 에너지모니터링에 따른 소비특성 분석에 의해 설정되지 않고 있다. 현재 개보수 항목은 경제성·시공의 용이성을 우선순위로 하고 있으며, 건물 개보수 후에도 건물 운영기간의 총괄적인 시설개선 상황의 관리가 어렵다.

서울시는 건축물 에너지소비 절감을 위해 신축 건물과 기존 건물의 에너지성능 강화정책을 시행하고 있다. 신축 건물의 경우, 건축인허가 시 에너지성능 규제를 위해 '서울특별시 건축위원회 심의기준'과 '건축물 에너지소비총량제'를 시행하고 있다. 이에 따라 일정수준의 에너지성능을 만족하지 못하는 건축물은 신축 자체가 불가능하다. 기존 건물의 경우에는 에너지성능 향상을 위한 지원정책으로 '건물에너지 합리화사업(Building Retrofit Program, 이하 BRP)'이 시행되고 있다. 그러나 BRP가 현재까지 초기 단계이기 때문에 사업성과에 대한 정확한 평가가 어렵다. 또한 사업 시행기간이 짧아 장기간의 건물에너지 소비특성에 대한

분석과정이 수행되기 어려운 구조이며, 제한된 예산으로 인해 개보수 사업 시행 건물 수에 한계가 있을 수밖에 없다.¹⁾

이 연구에서는 기존 건물을 대상으로 한 건물 개보수 사업의 체계화와 활성화를 위해 다양한 건물 중 학교건물을 대상으로 하여 국내외 정책의 비교·분석을 통해 건축물의 에너지 절감이 지속적으로 이루어질 수 있도록 에너지관리 및 종합적인 건물 에너지 정보의 활용을 위한 정책 추진체계를 제안하고자 한다.



〈그림 1〉 연구의 방법

II. 연구방법

이 연구는 향후 기존 건물의 개보수 사업 효과

를 높이기 위한 기초연구로서, 학교건물을 대상으로 효과적이고 지속적인 에너지 관리와 학교건물의 에너지효율 향상 정책·사업 시행을 위한 효율적 정책추진체계를 제안하는 것을 목적으로 한다. 이에 따른 연구의 내용 및 방법은 〈그림 1〉과 같다.

이 연구는 기존 건물에너지 효율 향상과 관련된 국내·외 문헌조사와 국내·외 학교건물의 에너지성능 향상 추진정책 조사를 통해 국내·외 학교건물의 개보수 항목과 기준을 분석하였으며 우리나라의 건물에너지 관련 정보의 제공 방식과 국외의 경우를 비교하여 문제점을 도출하였다. 이를 통해 학교건물의 에너지성능 관리방안과 기존의 지원·규제에서 탈피한 정보 제공 강화방안을 제시하고 지속적인 에너지성능 평가 및 관리를 위한 정책 추진체계를 제안하고자 한다.

III. 국내외 정책 추진사례 분석

1. 국내 학교건물 개보수 정책

1) 정부의 그린스쿨 (교육과학기술부)

그린스쿨 사업은 정부의 『녹색 New Deal』 사업의 핵심 프로젝트의 일환으로, 현재 학교건물 에너지효율 향상 정책 사업 중 규모가 가장 크며 활발하게 진행되는 사업이다. 즉 친환경 기법이 적용되어 있지 않은 노후화된 기존 학교를 선정하여 학교 단위로 노후 시설을 지역과 학교 특성에 맞게 전면 개보수하고 있다.

그린스쿨 조성목적에 따른 학교유형은 총 5가지이며 이 중 에너지 절감형 학교유형에 포함되는

1) 2009년 첫 시행 이후 2010년 4월까지 공공부문 총 76동, 민간부문 총 57동의 개보수가 진행되었으나 정확한 에너지 절감효과는 밝혀진 바 없다.

세부사업에는 신재생에너지 이용(태양광 옥외가로등, 지열 및 태양열 냉·난방 및 급탕설비), 고효율 기기(LED 조명설치, 고효율 조명기구 설치), 단열성능 강화(에너지 절약형 창호), 기타(빗물 이용시설, 심야전력 도입시설, 원격 자동제어 시스템 도입) 등이 해당한다(〈표 1〉 참조).

〈표 1〉 그린스쿨 세부사업 내용

조성목적 1 : 지역과 학교특성에 맞도록 다양한 유형의 그린스쿨 조성	
생태학교, 자연친화형 학교	<ul style="list-style-type: none"> • 수목 조성 • 학교육상 정원화 • 생태연못 조성 • 친환경 포장재 개선 • 자전거 주차장 및 자전거 길 조성 등 자연 체험형 학교 조성
에너지 절약형 학교	<ul style="list-style-type: none"> • 태양광 옥외 가로등 설치 • 지열 및 태양열 에너지를 이용한 냉·난방 및 급탕설비 • 빗물이용시설 • LED 조명 설치(고효율 조명기구 설치) • 에너지 절약형 창호 교체 • 심야전력 도입시설 설치 • 원격 자동제어 시스템 도입 등
친환경 소재형 학교	<ul style="list-style-type: none"> • 친환경 외장재, 천연형 벽지·바닥재·내장재 • 친환경형 도색 • 석면함유 텍스 교체 등
조성목적 2 : 건강하고 안전한 학교 조성	
건강하고 안전한 학교	<ul style="list-style-type: none"> • 유해성분 배출을 위한 교실 내 환기 시스템 설치(공기정화), 화장실 개선 등
조성목적 3 : 편안하고 즐거운 학교 조성	
학생 및 교직원 편의시설 교과교실제 운영학교	<ul style="list-style-type: none"> • 라커룸, 탈의실, 샤워실, 상담실, 학생 및 교직원 휴게실, 교과교실제 운영(중·고)에 대비한 공간 조정 등

출처: 초·중등 그린스쿨(Green School) 사업 추진계획(안)

그린스쿨 사업 실적을 보면 2009년 전국 52개소 중 서울시 관내 8개소, 2010년 전국 56개소 중 서울시 관내 3개소가 시행되었으며, 2011년부터 2012년까지 전국 총 100개소가 추가 시행될 것으로 계획되어 있다(〈표 2〉 참조).

〈표 2〉 그린스쿨 사업 시행 실적 및 계획

(단위: 동, 억원)

구분		2009	2010	2011	2012
서울	학교수	52	56	50	50
	금액	1,966	1,371	2,000	2,000
	학교수	8	3	-	-
	금액	346	120	-	-

출처: 교육과학기술부

주: 2009~2010년은 추진현황 자료를 반영한 사업 시행 실적, 2011~2012년은 추진계획(안)의 사업 시행 계획

서울시의 학교당 사업비용을 고려하였을 때 평균 42억원의 예산이 소요되고 있으나, 에너지 측면에서 보면 그린스쿨 사업은 막대한 예산에 비해 효과가 떨어지는 방식으로 진행되고 있다. 이 사업의 가장 큰 문제는 대상 학교 선정 방식이다. 학교 선정은 에너지 진단이나 시뮬레이션 없이 노후도를 기준으로 이루어지며, 단열 기준이 없거나 현재 기준과 달랐던 노후 교사를 개보수하기 때문에 단열성능은 당연히 향상되지만, 에너지효율 향상 효과가 큰 학교를 선정하기 위한 기준이나 방법이 마련되어 있지 않다. 그린스쿨 사업에는 4년간의 시행기간 동안 총 1조원이 투입되며 2010년 기준 학교별로 평균 20억원 이상, 서울의 경우 40억원 이상의 예산이 투입되기 때문에 더욱 세심하고 정밀한 선정기준을 마련할 필요가 있다.

2) 서울시의 에코스쿨

서울시는 2009년 5월 서울시 교육청과 '에코스쿨 조성을 위한 협약서'를 체결하였다. 에코스쿨 사업은 건물에너지 합리화사업(BRP)의 일환으로 2010~2015년 내 약 1,250개소의 학교를 대상으로 에너지 합리화 사업을 실시하는 것을 목표로 한다.

이 사업이 일반 BRP사업과 다른 사항은 학교

건물의 에너지성능을 강화하고 동시에 학생들을 대상으로 에너지 교육프로그램 개발과 보급, 정기적 교육을 통해 교육적인 효과를 도모한다는 것이다. 에코스쿨 조성을 위한 협약을 통해 서울시는 학교 건물에너지 합리화 사업을 지원하고, 서울시 교육청은 에코스쿨 지정 및 에너지교육 프로그램 개발, 보급, 정기적 교육을 담당하도록 되어 있다.

에코스쿨 조성의 세부 시설사업에는 에너지 절감을 위한 단열, 냉·난방 고효율 시설, 조명시설 개선, 옥상녹화, 학교녹화, 색채디자인, 운동장 잔디구장화, 태양광 발전 및 지열냉난방시설 도입이 포함되어 있다(김운수·조항문, 2009).

서울시는 2009년에 초등학교 19개교, 중·고교 12개교 등 31개 학교에 총 62억원의 에코스쿨 조성비용을 지원할 것으로 밝혔으나, 협약 체결 이후 사업의 성과와 지속적 추진여부 등이 공식적으로 밝혀진 바 없어 정확한 사업내용 및 추진현황을 알 수 없다.

3) 경기도의 에코그린스쿨

에코그린스쿨은 탄소 등 온실가스의 배출 감소와 탄소 흡수를 위한 여건을 조성하고 실천적 교육프로그램을 운영하며, 학교 공간의 그린화를 통해 저탄소 녹색성장에 선도적으로 기여하고 있는 학교를 말한다. 에코그린스쿨 사업의 목적은 어려서부터 저탄소 녹색성장에 대한 이해 및 학교·가정에서의 탄소 배출 감소·상쇄 실천을 통한 지속가능한 국가발전을 지원하는 것이다. 따라서 에코그린스쿨의 프로그램은 직접적인 시설 개보수보다 교육과 홍보에 중점을 두고 진행된다.

에코그린스쿨은 다음의 세 가지 추진전략 프로그램으로 시행된다. 첫째는 탄소 흡수원을 조성하는 에코-그린 탄소 상쇄 프로그램이다. 이 프로그

램은 학교 내 유휴 공간을 온실가스 흡수원 및 자연 생태 체험 학습장 등으로 활용하기 위해 다양한 형태의 녹색공간 조성을 지원한다.

둘째는 탄소배출 줄이기 실천을 통한 탄소 중립 프로그램이다. 이 프로그램은 학교 시설뿐만 아니라 가정에서 온실가스 발생을 최소화하기 위하여 탄소배출 절감을 위한 실천사항을 수행하며,

〈표 3〉 에코그린스쿨 사업 지원내용과 시행실적

구 분		역할 및 지원내용		
선도교	역할	• 해당·인근 학교 학생 대상의 체험적 교육·프로그램 운영·홍보(체험학습장 활성화) • 자연생태체험학습장으로 활용 가능하도록 부지 내 녹지공간 조성(기술·프로그램 인근 학교 전파·확산)		
	지원	• 최소경비(학교당 10,000천원) 지원 • 에코그린캠퍼스 조성·운영에 필요한 기술 및 자료 제공 • 선도교 담당교사에 대한 기술연수 실시		
	시행실적 (개소)			
	2009	2010	합계	
	25	16	41	
기술지원교	역할	• 선도교, 교육 연구시범학교 대상 담당 분야에 대한 식물 재배, 학교 내 실내·외 조경, 탄소 흡수원 조성기술 연수(지원교별 6~8시간)		
	지원	• 연수 최소경비(학교당 2,000천원) 지원 • 에코그린스쿨 체험학습장으로 조성·운영		
	시행실적 (개소)			
	2009	2010	합계	
	3	4	7	
연구시범학교	역할	• 저탄소 녹색성장 관련 시책내용에 대한 시범학교별 운영내용 차별화를 통한 다양한 일반화 방안 연구 • 녹색성장 관련 연구·시범학교의 합동 발표·보고회 개최		
	지원	최소경비(학교당 10,000천원) 지원		
	시행실적 (개소)			
	2009	2010	합계	
	15	24	39	

출처: 2009년도 에코그린스쿨(친환경 녹색학교) 선도교 담당자 협의회(경기도교육청), 녹색성장 교육 연구시범학교 담당자 워크숍 자료(경기도교육청)

가정통신문 발송, 학부모 연수 등 홍보를 통해 가정에서도 준수하도록 유도한다.

셋째는 저탄소 생활 마인드 제고를 위해 경제 교육 및 홍보로 학생들의 미래지향적 친환경 저탄소 녹색성장에 대한 이해와 마인드를 높이는 저탄소 생활교육 및 홍보 프로그램이다. 이 프로그램은 학교 교육과정에 기후변화 대응 관련 내용 반영, 교과서 보완 지도 자료의 활용, 학교별 실천 프로그램 운영, 학부모 대상 홍보 등 저탄소 사회 실현을 위한 체험적 교육 및 홍보를 추진한다.

에코그린스쿨 프로그램은 2008년까지 시행된 학교 자연학습장 조성·운영 사업을 통합하여, 2009년 본격적으로 추진되었다. 지정된 학교는 참여 성격에 따라 선도교와 기술지원교, 연구시범학교의 형태로 분류되며, 그 역할 및 지원, 시행실적은 <표 3>과 같다.

2. 국외 학교건물 개보수 정책

1) 미국의 학교건물 에너지정책

미국 EnergySmart Schools는 총 600억 달러를 투입하여 전국 학교건물의 에너지 성능을 높이기 위한 사업이다. EnergySmart Schools 사업은 중앙정부 부처에서 운영하고 있으나 우리나라의 그린스쿨 사업과 방식이 다르다. 사업의 주관 부처인 에너지부는 기존의 주정부, 지방정부, 민간의 사업을 통합하고, 필요한 경우에 해당 기관이나 단체를 직·간접적으로 지원해주는 역할을 한다. 전미교육위원회(National School Boards Association), 미국 건축사협회와 그린빌딩협회 등 설계·건축 관련 단체, 환경부 등 중앙부처, 각 주의 에너지효율 관련 기관 등 다양한 분야의 20여개 기관이 이 사업에 참여하고 있다.

따라서 사업 진행을 위한 예산에서도 차이가 있다. 그린스쿨 사업은 운영 세부 사항을 교육청 및 교육과학기술부 등 정부에서 결정하며, 별도의 예산이 편성되어 있다. 그러나 Energy Smart Schools를 위한 별도의 예산이 없으며, 개보수를 위한 예산은 중앙정부와 주정부, 지방정부의 지원 프로그램은 물론 민간이나 비영리조직(NPO) 등 다양한 재원을 활용하도록 되어 있다.

(1) 뉴욕시

뉴욕시는 PlaNYC 2030의 뉴욕시 지속가능성장기계획에 따라 교육부와 미국 에너지부(DOE), 그리고 에너지 관리과(Department of Citywide Administrative Services Division of Energy Management, DCAS DEM)가 협력해 기존 학교 건물의 에너지 성능을 향상시키기 위한 프로그램을 운영하고 있다. 뉴욕시 학교건물 에너지 정책의 특징은 통합적인 건물에너지 정보 관리와 수준 높은 정보 제공 서비스로 요약할 수 있다.

뉴욕시 교육부는 환경보호청(Environmental Protection Agency, EPA)의 ESPM(Energy Star Portfolio Manager)을 통해 파악한 건물에너지 소비량 자료를 이용하여 건물 에너지 사용에 관한 인식 개선에 힘쓰고 있다. ESPM은 비주거용 건물의 사용자가 건물에 관한 정보를 입력하여 해당 건물의 에너지 사용량과 표준치를 비교할 수 있게 하는 도구이다. 이는 정밀한 평가도구는 아니지만 손쉽게 건물에너지 사용수준을 판단하고 건물의 에너지 사용에 대한 이해를 도울 수 있다는 장점이 있다. 뉴욕시 교육부는 학생, 학부모, 교직원에게 해당 학교의 에너지 사용 데이터베이스에 쉽게 접근할 수 있도록 돕고 있다. 에너지 사용 데이터베이스는 타 건물과의 비교를 통한 에너지 사용 수

준에 대한 정보를 제공함과 동시에 에너지 모니터링의 역할을 수행한다.

뉴욕시 에너지관리과는 에너지 벤치마킹 데이터를 사용하여 각 학교의 에너지 감사를 실시하고 에너지성능 향상이 필요한 학교 및 건물을 파악·선정하는 작업을 통해 뉴욕시 전체적으로 에너지 절감을 최대화하면서 비용은 최소화할 방법을 모색한다. 이러한 사례는 이미 구축한 데이터베이스를 이용해 에너지성능 개선 대상 건물을 선정하는 방법론을 보여주며, 정부 정책을 지자체 수준에서 효율적으로 활용하고 있는 사례로 파악할 수 있다.

또한 뉴욕시 교육부는 10개의 학교를 대상으로 장기 유지관리 시범사업을 시행하고 있다. 이 시범사업의 범위는 향후 전 지역으로 확대될 예정이며, 사업의 목표는 건물사용자들을 대상으로 에너지 절약방안을 교육하는 것이다.

뉴욕시 교육부는 뉴욕전력 최고부하량 관리프로그램(PLM)에 참여하여 전력시스템의 과부하를 차단함으로써 전력부족으로 인한 정전을 방지한다. 현재 23개의 학교건물이 이 프로그램에 참여, 불필요한 조명 및 엘리베이터 서비스를 줄여 절전하고 있으며, 하절기에는 실내온도를 가능한 높게 설정·유지하고 있다.

태양에너지시설 프로그램 운영방식 역시 직접적인 비용 지원보다는 정보의 제공과 설치 후 관리에 포커스가 맞추어져 있다. 태양에너지 시설이 설치되어 있는 학교에서는 교내 태양에너지 생산량을 확인할 수 있는 모니터링을 통해 에너지 생산·소비에 대한 정보를 제공하고 있다.

(2) 시카고

시카고의 환경행동계획(Environmental Action

Plan)은 시카고 공립학교(CPS)가 2009년 발표한 친환경적인 학교 운영전략이다. 이 계획은 학교건물이 환경에 미치는 부정적 영향을 최소화하기 위하여 학생들을 교육시키는 것을 목표로 하며, 교통 및 공기질, 에너지, 폐기물, 토지, 물, 참여 부문으로 구성되어 있으며, 이 중 에너지 부문과 참여 부문의 내용은 <표 4>와 같다.

<표 4> 환경행동계획의 부문별 목표와 전략

항 목	환경 목표	전 략
에너지 (Energy)	에너지 절감	<ul style="list-style-type: none"> • 컴퓨터의 자동 종료를 위한 시스템 업데이트 • 모든 사이트에 에너지 전략 플랜 시행 및 자금 지원, 학교를 위한 재정 인센티브 수립 • EnergyStar 시설을 소유한 공립학교 벤치마킹. 2012년까지 80%의 시설을 EnergyStar화시킴 • 새 장비는 모두 EnergyStar 장비가 요구됨
	재생 에너지 사용 증가	<ul style="list-style-type: none"> • 20% 이상의 재생에너지 구매, 2009년부터 2012년까지 연간 재생에너지 사용률 5%씩 증가, 2012년부터 2016년까지 연간 2.5%씩 증가시킴 • 학교버스에 대체에너지 적용
참여 (Engagement)	시카고 공립학교 담당자 참여 증진	<ul style="list-style-type: none"> • 시카고 공립학교 그린팀 구성 및 관리
	학생 부모 커뮤니티 참여 증진	<ul style="list-style-type: none"> • 그린팀 및 클럽 구성 증진 • 도시 기후행동계획(Climate Action Plan)을 전파하기 위한 캠페인 지원 • 환경프로그램, 그린스쿨 순위 등의 데이터 열람이 가능한 웹사이트 개발 • 그린 위시리스트를 만들어 비즈니스 단체 및 개인을 위한 스폰서십 기회 제공 • 환경교육 및 녹지, 수질, 에너지 등과 관련한 커리큘럼 계획

시카고의 환경행동계획은 특정 학교를 전면적으로 리모델링하는 등의 전략보다 다수의 학교에 에너지성능 향상을 위한 장치나 시설을 점진적으로 보급하는 전략을 취하고 있으며, 정보 제공과

참여를 중요한 요소로 포함한다.

시카고는 앞에서 서술한 환경행동계획 외에도 학교의 에너지성능 향상을 유도하기 위한 다양한 재정지원 정책을 펴고 있다. 재정지원 정책은 일리노이 청정에너지 커뮤니티 재단, 일리노이주 통상경제기획국(Illinois Department of Commerce and Economic Opportunity, ILCEO), 일리노이 금융위원회(Illinois Finance Authority, IFA)의 프로그램 등이다.

일리노이 청정에너지 커뮤니티 재단은 건물에너지 효율 향상과 신재생에너지 보급 사업을 지원한다. 특히 학교건물에 집중적인 지원이 이루어지고 있으며, 지난 10년간 시카고를 포함한 일리노이주의 초중고교 건물 2,000여 동, 대학교 건물 약 400동의 조명시설 교체와 신재생에너지 시설 설치를 지원하였다. 또한 기존 건물과 신축 건물에 그린빌딩 설계 도입을 지원하고 있다. 지난 2000년부터 2009년까지 30여 건물이 지원사업의 도움으로 LEED 인증을 받았다.

일리노이주는 학교 에너지효율 지원금(Illinois State Board of Education Grants, ISBE)을 최대 25만 달러까지 지원한다. 지원 항목은 단열 강화, 창호·조명시설 교체, 에너지 절감 등의 에너지효율화 부문이다. 일리노이주는 에너지 효율성, 재생에너지, 재생연료 분야의 재정보조 또한 일리노이 지속가능한 교육 프로젝트(Illinois Sustainable Education Project, ISTEP)를 통해 교육자원을 제공한다.²⁾

일리노이 금융위원회의 재정지원은 세금감면과 융자지원제도의 형태로 운영되며, 일리노이주 권한하에 지원된다. 주요 지원 대상은 프리스쿨부터

대학원 이후 과정의 학교건물에 대한 저비용의 리노베이션 및 재정비 사업이며, 학교구역의 유지관리 비용 감축을 돕는다.³⁾

2) 일본의 에코플로우

일본의 에코플로우(Eco-Flow) 사업은 일본 환경부가 진행하는 '학교 에코 리노베이션 및 환경 교육 프로그램'의 사업명으로, 학교시설을 더욱 환경친화적으로 개선하고자 하는 '에코스쿨 시범모델 프로그램(Eco-School Pilot Model Program)'의 일부이다. 2003년 환경부의 지원하에 시행된 '환경정책 추천(Environmental Policy Recommendation)'의 최고사업으로 선정되어 2005년부터 본격적으로 시행되었다.

이 사업의 목표는 지구온난화와 열섬현상의 감축을 위해 기존 학교 시설의 개보수를 지원하는 것이다. 또한 학생뿐만 아니라 거주자 및 건설 담당자를 포함한 모든 커뮤니티 구성원들의 환경친화적인 사회화를 위해 개보수 과정과 개보수 사업을 시행한 학교건물을 교육적 자료로 활용한다.

환경부는 환경교육 프로그램 진행을 위해 기관이나 단체가 에코플로우 사업에 참여할 것을 요구하고 환경문제 해결과 교육을 통합하기 위한 노력을 기울인다.

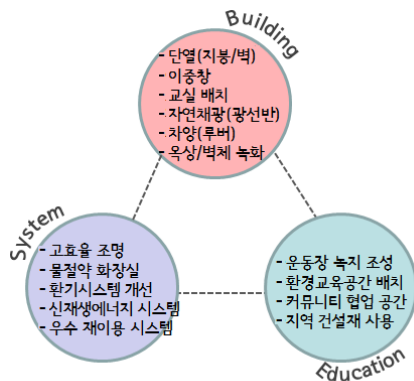
에코플로우(Eco-Flow) 사업의 세부 목표는 다음 <표 5>와 같으며 에코플로우의 에너지성능 개선을 위한 에코 리트로핏 항목은 다음의 <그림 2>와 같이 크게 3가지로 유형화할 수 있다. 괄목할 만한 점은 에너지성능 개선뿐만 아니라 커뮤니티 교육을 위한 항목들이 다수 포함된다는 것이다.

2) www.illinoisenergy.org

3) www.il-fa.com

〈표 5〉 에코플로우 사업의 세부목표

항 목	세부목표
환경 개선	• 학교시설 에코 리트로핏을 통해 건물의 효율성을 증가시키고, 학습환경의 에너지 부하 증가가 없도록 개선
LCCO ₂ 및 폐기물 감축	• 내진설계로 건물수명을 늘리고 현대 교육에 적합한 환경을 제공함으로써 탄소 배출량과 건설 폐기물량 감축
지역 건축가 교육	• 에코 리트로핏 사업의 과정 중 계획단계에서부터 지역 건설 관련 전문가들을 위한 교육적 자료 제공
환경 교육	• 에코 리트로핏 사업이 완료된 학교는 학생들을 위한 환경교육적 경험을 제공할 뿐만 아니라, 지역 주민들이 적은 에너지를 사용하면서도 안락한 생활을 보장받을 수 있는 시범 장소로 사용
환경 측정의 대중화	• 학생, 교사, 지역주민들에게 환경교육을 제공하고, 지역 전문가들의 기술을 증진시킴으로써 전체 커뮤니티의 에너지 보존 증진
에코마켓	• 에너지 소비를 제한하면서, 에코마켓을 활성화시키는 환경과 경제의 긍정적 순환 사회 생성



〈그림 2〉 에코플로우 사업의 개보수 항목

에코플로우 사업은 학교건물의 개보수를 전국적으로 시행하는 점이나 교육 부문을 염두에 둔다는 점에서 현재 국내에서 시행 중인 그린스쿨 사업과 유사한 점이 많다. 그러나 국내 그린스쿨 사업이 개보수가 완료된 학교건물이 해당 학교의 학

생들을 위한 실습자료가 되는 것에 초점을 둔 반면, 에코플로우 사업은 지역의 건설기술자 교육과 건물의 에너지성능 연구까지 고려하고 있다는 점에서 차이가 있다.

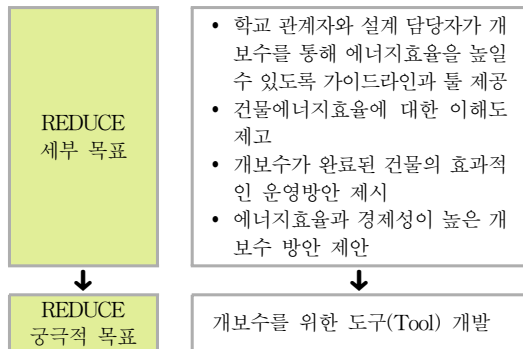
3) 국제에너지기구의 학교건물 개보수 프로그램

국제에너지기구의 학교건물 개보수 프로그램(Retrofitting of Educational Buildings, 이하 REDUCE)은 건물에너지효율 향상 프로젝트의 일환이다. 이 프로그램을 통해 학교건물의 에너지 사용을 분석하고 에너지효율 향상을 중점 사항으로 하는 사업을 진행하였다. REDUCE에서 주목할 점은 개보수 자체가 아니라 개보수를 위한 도구(Tool)의 개발이며, 세부 목표는 〈그림 3〉과 같다.

REDUCE에서 개발한 Tool인 웹기반의 Energy Concept Advisor는 건물에너지효율에 관한 일반적인 사항과 함께, 건물 소유자가 자신의 건물이 가진 세부적인 문제를 선택하면 해당 문제에 적절한 해결책을 제시해주고 있다.

정보의 수집을 위해서는 덴마크, 핀란드, 노르웨이, 독일, 영국, 프랑스, 이탈리아, 미국의 공공기관과 연구기관이 이 프로젝트에 참여하여 다양한 개보수 사례 자료를 제공하고 있다.

REDUCE의 Energy Concept Advisor는 현재 해당 서비스의 약점인 자료 구축 및 제공 방식의 연계성 강화를 통한 보완이 이루어진다면 향후 건물의 개보수 정책 및 사업에서 매우 중요한 역할을 수행할 것으로 예상된다. 또한 웹기반으로 서비스를 제공하고 있어 유지와 관리가 쉬우며 우수한 정보 접근성으로 인해 건물에너지 정보 제공 서비스의 방향을 제시하고 있다.



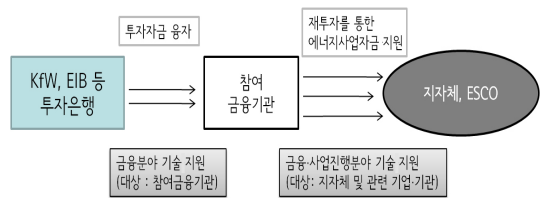
〈그림 3〉 REDUCE 프로그램의 목표

4) 유럽의 건물에너지 성능 향상 프로그램

미래학교(School of the Future) 프로젝트는 'EU 7차 프레임워크 프로그램(Framework Programme)'⁴⁾의 일환으로, 2011년 2월에 착수되었다. 이 프로젝트는 5년 동안 진행되며, 유럽 4개 지역 학교(독일 슈투트가르트, 이탈리아 체세나, 덴마크 발레룬, 노르웨이 드람멘)의 개보수를 통해 난방에너지의 최소 75% 이상, 기타 에너지 사용의 상당 부분을 절감하는 목표를 가진다. 이 프로젝트는 대상 학교의 개보수를 통해 에너지 사용을 줄인다는 목적 외에 향후 탄소 배출이 최소화된 학교를 만들기 위한 모델을 정립하겠다는 의도를 포함하고 있다.

ELENA(European Local Energy Assistance) 사업은 유럽의 'Intelligent Energy'⁵⁾ 사업의 일환으로 지자체의 에너지효율 향상과 신재생에너지 보급, 그리고 기술적·재정적 지원을 목적으로 하고 있다. ELENA 사업은 건물에너지효율, 신재생에너지, 인프라 등 다양한 분야의 사업을 고루 지원하고

소규모 지자체를 지원하는 것에 중점을 둔다. 또한 이전에 성공했던 사례를 벤치마킹하여 대규모로 적용하는 사업을 적극 지원한다. 사업의 규모와 성격에 따라 유럽투자은행, KfW, CEB 등 투자은행 중 하나가 지자체와 ELENA 사업을 진행하게 된다(〈그림 4〉 참조).



〈그림 4〉 ELENA의 사업구조

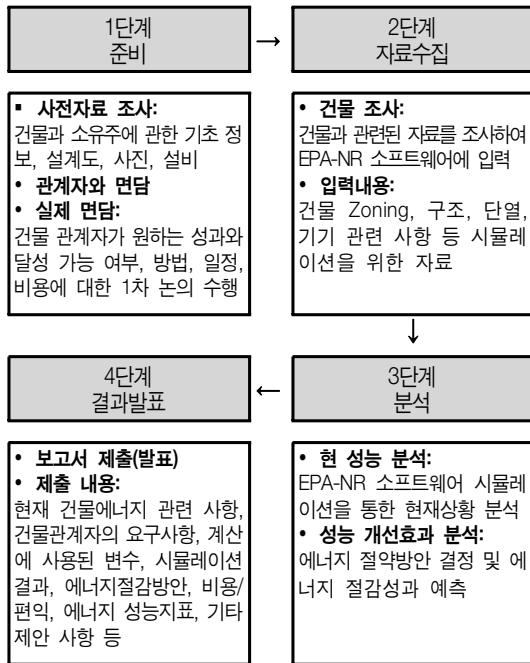
EPA-NR(Energy Performance Assessment for existing non-residential buildings)은 EU에서 2003년부터 시행한 EPBD(Energy Performance Buildings Directive)에 따라 기존 비주거 건물의 에너지성능을 평가하고 에너지성능 인증을 시행하기 위해 개발된 도구와 방식이다. EPA-NR은 기존 비주거 건물의 에너지성능 인증을 위한 건물 에너지 측정 절차를 확립하였으며, 주로 학교와 공공건물을 대상으로 시범사업을 실시한 점에서 공공건물 에너지효율 향상에 큰 기여를 했다. 또한 EPA-NR은 건물에너지 성능을 진단·개선하는 틀을 만들고 통일적인 방법을 제시한다는 점에서 건물에너지 성능 개선과 정책을 연계하는 데 있어 중요한 선례이다.

건물에너지 성능 평가 대상 건물은 에너지성능

4) 'EU 7차 프레임워크 프로그램(Framework Programme)'은 EU의 공동 연구개발 프로젝트로 EU 출범과 동시에 발의한 리스본 전략의 후속조치인 '신리스본전략(Renewed Lisbon Strategy, 2005)'을 실행하기 위한 방편이다. 프레임워크 프로그램의 중요성은 점차 증대되어 전체 예산이 175억 유로에서 505억 유로로 6차에 비해 대폭 증가했다(고동수, 2009).

5) 'Intelligent Energy'는 EU 2020년 에너지효율 향상과 온실가스 감축 목표를 달성·촉진하기 위한 장치로 에너지효율 향상과 신재생에너지 보급이 시의성에 비해 시장원리에 따라서는 원활하게 이루어지기 어렵다는 판단하에 발족했으며, 투자·지원사업과 각종 기술 및 노하우 보급·전파 사업을 통해 시장 확산이 가능하도록 원조 역할을 수행한다.

인증만을 받는 건물과 에너지 분석, 평가와 에너지 성능 개선 시나리오를 도출하는 건물로 나눌 수 있다. EPA-NR의 과정은 <그림 5>와 같다.



<그림 5> EPA-NR의 건물에너지 진단절차

EPA-NR은 유럽 전역에 걸친 정보구축 체계를 확립하기 위한 노력이기도 하다. 기본 UI와 시뮬레이션 엔진은 유럽 전역에서 공통으로 사용되지만 국가나 지역에 따른 결과를 구하기 위해 해당 지역에 맞는 몇 가지 라이브러리가 가변적으로 쓰인다. 따라서 서로 다른 기후조건과 환경을 지닌 지역의 자료를 통합적으로 관리할 수 있다.

IV. 문제점 및 개선방안

1. 개보수 정책의 문제점과 개선방안

국내의 학교건물 에너지성능 향상 추진사례를

정리하면 <표 6>, <표 7>과 같으며, 이들 추진사례 분석을 통해 정책의 경향 차이를 알 수 있다. 국내의 그린스쿨이나 에코스쿨 사업은 공립학교 중심으로 전폭적인 지원이 이루어진다. 그러나 학교는 사업을 직접 진행할 예산이나 집행권이 없으며 교육지원청 주도로 사업이 진행되기 때문에 건물의 운영 주체인 학교에서는 에너지성능에 대한 이해와 관심이 상대적으로 낮아 사용자 중심의 해결방안 및 실질적인 에너지성능 향상은 이끌어내지 못하고 있다. 또한 에코스쿨 사업은 시설물 설치 위주의 사업으로 현재 예산이 원활히 확보되지 못하고 있으며 구체적인 진척사항과 그 효과에 대한 현황 파악이 어려운 상황이다.

<표 6> 국내외 추진사례 정책유형

○ : 해당함, △ : 관련 있음, - : 관련 없음

구분		정책유형			
		지원	규제	정보	계획
국내	그린스쿨	○	-	-	○
	에코스쿨	○	-	-	-
	에코그린스쿨	-	-	△	-
EU	REDUCE	-	-	○	-
	Build-UP	-	-	○	○
	ELENA	○	-	-	-
	EPA-NR	-	-	○	○
미국	EnergySmart	-	-	○	-
	뉴욕시	-	-	○	-
	일리노이 학교지원	○	-	-	-
일본	Eco-Flow	-	-	○	○

학교뿐만 아니라 정책 실행 주체도 에너지성능에 대한 인식 부족을 드러내고 있다. 거액의 예산을 들이는 그린스쿨 사업에서 에너지에 대한 투명한 기준 없이 노후도와 관련자 협의에 의해 대상 학교를 선정하며, 개보수를 진행하는 과정에서도 에너지성능효과에 대한 분석이 수반되지 않는다

는 점은 매우 큰 문제점이다.

현재와 같은 정책과 사업의 시행구조로는 건물 에너지 성능의 체계적인 관리가 불가능하며 사업 시행에 관한 자료 축적 또한 기대할 수 없다. 이러한 상황에서 건물에너지 성능의 진단과 평가는 신뢰도가 낮을 수밖에 없으며 적절한 사후관리 역시 기대하기 어렵다.

〈표 7〉 국내외 추진사례 정책의 특징

구분		특징
국내	그린스쿨	저탄소 녹색성장 기초, 풍부한 예산지원(전액지원)
	에코스쿨	서울시 BRP 사업 분야의 다양화 일환
	에코그린스쿨	건물에너지 관련 정보 제공보다는 환경교육에 초점
EU	REDUCE	정보 제공 자체의 중요성을 인식하여 해당 분야에 전폭적인 노력
	Build-UP	실증을 통한 정보 제공
	ELENA	대규모 장기 저리 융자 프로그램으로 다양한 유형의 건물 지원
	EPA-NR	개보수 전 과정의 정보와 평가 방법론 제시
미국	EnergySmart	다양한 지원정책을 기반으로 가능
	뉴욕시	장기적인 자료 구축 및 모니터링 시스템 구축 필요
	일리노이 학교지원	직접시공은 물론 설계 부문에 대한 지원까지 포함
일본	Eco-Flow	실증을 통한 정보 제공

기존 건물의 개보수는 단기간의 단일 사업으로 이루어지기 힘들고, 현재의 정책·사업의 구조로는 효과적인 건물 에너지 절감을 이끌어낼 수 없다. 따라서 다음과 같은 구조적·방법적 개선을 필요로 하고 있다.

첫째, 기존 건물에 대한 상세한 자료 수집, 개보수의 중요성에 대한 공감대의 형성, 사업을 시행

할 수 있는 정부 조직체계의 구성 등이 필수적이며 구체적인 에너지 평가를 통해 에너지 성능 개선이 필요한 건물을 선별하고 지속적으로 에너지 성능을 관리하는 프로세스를 구축해야 한다.

둘째, 에너지성능 개선 사업의 대상 건물들은 지속적인 모니터링을 통해 에너지 소비 데이터를 축적하고 이를 바탕으로 신뢰할 수 있는 에너지 성능의 평가를 위한 기반을 마련하여야 한다. 또한 누적된 건물 에너지의 데이터는 이후 시행될 사업에 있어서 건물의 유형별 개보수를 위한 기본적인 가이드라인을 제시할 수 있을 것이다.

셋째, 현행 건물 에너지 인증 시스템의 개선이다. 현재의 인증 프로세스는 최소 3개월에서 6개월에 이르는 인증기간으로 인해 시간과 비용의 손실이 크고, 일부 대형 건물을 제외하고는 건물 에너지 성능의 체계적 평가와 관리가 어렵다. 이러한 문제점으로 인해 건물의 에너지 사용에 대한 자료의 축적이 이루어질 수 없고, 이는 건물 에너지 성능 진단과 인증의 신뢰도를 하락시키게 된다. 또한 사후관리 역시 어렵게 하는 주요 원인이 되고 있다.

체계적인 건물에너지 성능 평가와 관리 업무를 위해서는 건물에너지의 체계적 관리가 가능한 전담기관을 설치하여 이를 통한 컨설팅, 인허가, 사후관리까지의 일괄적인 사업추진 시스템의 구축이 필수적이다. 또한 이러한 건물에너지 전담기관이 관계 부서와의 협력을 통해 에너지 정책 및 사업을 수행할 수 있도록 하고 지속적으로 건물 에너지 소비량 모니터링을 통해 향후 건물에너지 정책·사업에 반영할 수 있도록 해야 한다.

2. 정보 제공 강화방안

공공 차원의 직접적인 노력에 더하여, 에너지 개보수에 대한 민간의 공감대 형성을 위한 정보 제공 확대노력도 시급하다. 개보수에 대한 구체적인 정보는 물론 에너지 벤치마킹 서비스 등을 통하면 학교의 교직원이나 학생의 건물에너지에 대한 이해를 높일 수 있다.

현재 정부와 서울시의 환경 및 에너지 관련 정보 제공 서비스는 매우 취약하다. 에너지 관련 기관 웹사이트는 건물에너지에 관한 정보가 부족하며 접근성 또한 떨어지고 있다. <표 8>은 현재 3개 기관이 제공하고 있는 건물에너지 정보 제공 서비스의 내용을 비교한 것이다. 이는 앞에서 살펴본 외국의 사례들이 각종 정책사업을 상세히 홍보하고 관련자들의 참여를 이끌어내며 건물에너지에 대한 다양한 정보를 제공하는 것과는 대조적이다.

<표 8> 주체별 건물에너지 관련 정보 제공 서비스 현황

구분	에너지 관리공단	서울시 맑은환경본부	서울시 주택국
정보 제공 형태	건물에너지 절약사업 소개	시민참여	에너지사용 총량제 시행 공지
개보수 관련 항목	단열정보	에너지절약	에너지성능 설계
내용	주택 단열시공방법, 단열 관련 법규·정책	건물에너지 저감에 관한 일반적 방안	관련 정책 문서 및 시뮬레이션 프로그램에 대한 설명서 파일
접근성	높음	낮음	낮음
사용자 특성 고려 정보 제공	안 함	안 함	안 함

정보 구축·활용·제공 서비스는 에너지성능 개선을 위한 민간 참여에서 중요한 역할을 한다.

따라서 각국의 에너지 관련 부처나 기관은 다양한 방식으로 정보 접근성을 높이기 위해 노력하고 있으며, 웹사이트를 통한 정보 제공과 홍보에 주력한다. 이에 반해 우리나라는 건물의 운영주체나 일반 국민이 건물에너지 절감 및 개보수에 필요한 정보를 공개적으로 제공받기 어렵다.

건물에너지 개보수에 관한 실질적인 정보 제공을 위해서는 실제 사례분석을 통해 에너지 진단과 개보수 과정, 그리고 항목별 에너지 절감의 효과를 쉽게 이해할 수 있도록 해야 한다. 또한 건물의 면적과 사용시간 등의 기본적인 정보만을 입력하고 유사한 표준건물과의 비교를 통해 건물 에너지 성능 수준을 대략적으로 판단할 수 있는 도구를 제공하여야 한다.

이러한 정보 제공 서비스를 위해서는 다양한 종류의 건물 상세 데이터를 확보하여 분석하고 지속적으로 축적하여야 한다. 또한 지역 기후와 주변 환경의 영향을 고려한 분석을 통해 지역적·환경적 특성에 맞는 에너지 절감 및 개보수 대안을 제시할 수 있는 종합적 시스템을 구축해야 한다(<표 9> 참조).

<표 9> 개보수 관련 정보 제공 개선방안

구분	개선방안
정보 제공 형태	웹 기반의 건물 에너지성능·건물 개보수 정보 제공
개보수 관련 항목	신축과 개보수 정보 단열정보
내용	주택 단열시공방법 단열 관련 법규·정책 건물에너지 정책(지원) 건물에너지 요소 사업진행 방안 디자인가이드 유지보수 교육 사례

V. 결론

서울시는 2009년부터 건물에너지 합리화(BRP) 사업을 통해 기존 건물의 에너지 개보수를 수행하고 있으며 점차 소형 건물로 적용대상을 확대하고 있다. 기존 건물은 준공 후 에너지부문의 사후관리 체계가 취약하고 개보수 수행은 장기적인 에너지 모니터링에 따른 소비특성 분석에 의해 결정되고 있지 않기 때문에 에너지성능 평가와 관리가 어렵다. 본 연구에서는 학교를 대상으로 현재 시행 중인 정책·사업의 문제점을 분석하고 효과적인 건물 개보수 시행을 위한 정책 추진과 정보 제공의 개선방안을 제시하였다.

현재 건물 개보수는 건물 에너지 소비의 종합적·체계적 관리 주체의 부재, 정부·지자체의 정보 제공 및 홍보 체계의 미흡, 성능평가 인력의 전문성 부족 등의 여러 가지 문제점을 안고 있다.

이러한 문제점의 해결을 위해서는 신축 및 기존 건물 에너지의 종합적 관리를 위한 전담기관을 설치하고, 이 기관이 건물에너지 관련 정보의 관리와 홍보, 건축물의 인증, 그리고 정책의 수립 및 사업의 시행에 있어서 구심점 역할을 수행할 수 있도록 하는 건물 에너지 종합관리시스템을 구축하여야 한다.

건물 에너지 종합관리시스템은 에너지 수요관리의 종합적 수행, 규제 및 정책의 목표 설정에 따른 건물 개보수 우선순위의 객관적인 평가와 결정, 그리고 서울시의 건물에너지 합리화 사업 등과 연계한 중·장기적인 사업목표 설정의 기준 제시를 통해 효과적인 건물 에너지 절감을 가능하게 할 것이다. 또한 지속적인 건물 에너지 소비량 모니터링을 통해 시행 중인 정책·사업의 건물 에너지 절감 효과를 평가·검증함으로써 체계적인 건

물 에너지의 관리를 가능하게 할 것이다.

국내외 학교 건물 개보수 정책 추진사례 분석 결과, 국내 정책들은 시설물 설치 위주의 사업시행과 절차·예산상의 문제 등으로 인해 실질적인 사업성고를 이끌어내지 못하고 있으며 건물 에너지 정보 제공 서비스의 경우도 많은 취약점을 드러내고 있다. 국외의 다양한 추진정책들은 직접적인 건물 개보수 중심의 사업 시행이 아닌, 적극적인 홍보와 정보 제공을 통해 관련자들의 참여와 건물 에너지 절감에 대한 이해를 높임으로써 실질적인 에너지의 절감을 이끌어내고 있다. 또한 개보수 후 효율적인 건물운용의 방식과 사용단계에서의 합리적인 에너지 사용 교육을 통해 지속적인 에너지의 절감이 이루어질 수 있도록 하고 있다.

우리나라의 경우 정부와 서울시의 에너지 관련 홍보 및 정보 제공은 매우 취약하고 접근성이 떨어지고 있다. 이러한 정보 제공 서비스의 미흡함은 실제 학교건물 개보수 사업 시행과정에서도 운영 주체인 학교의 건물 에너지에 대한 인식 부족으로 이어지고 있으며, 개보수 사업의 시행 후에도 실질적인 건물 에너지 성능의 향상을 이끌어내지 못하고 있다.

효과적인 건물 에너지 성능 향상을 위해서는 건물 개보수에 관한 실질적이고 상세한 정보를 제공하는 서비스의 개발이 매우 중요하다. 이러한 서비스는 실제 사례의 분석을 통해 개보수의 과정과 효과 그리고 건물 에너지 성능 향상에 관련된 전반적인 정보를 제공하고 추가적으로 개별 개보수 항목에 대한 에너지 절감 효과와 에너지의 합리적 사용에 대한 정보를 제공하여야 한다.

건물 에너지 종합관리시스템의 구축과 정보 제공 서비스의 개발은 지속적인 건물 에너지의 관리를 가능하게 하고 개보수 당사자에게 건물에너지

관리를 위한 일반사항, 해당건물의 에너지 진단, 에너지성능 개선 설계, 에너지성능 유지방안, 지원정책, 사례 및 관련 기관의 상세내용 등 종합적인 정보를 제공함으로써 효과적인 건물 에너지의 절감을 가능하게 할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 경기도교육청, 2009, 『녹색성장 교육 연구시범학교 담당자 워크숍 자료』, 경기도교육청.
- 고동수, 2009, 『녹색성장 구현을 위한 지능형 전력망 (Smart Grid) 도입』, 산업연구원.
- 교육과학기술부, 2009, 『초·중등 그린스쿨(Green School) 사업 추진계획(안)』, 교육과학기술부.
- 김운수·조항문, 2009, 『서울시 저탄소 녹색성장 마스터플랜』, 서울시정개발연구원.
- 김민경, 2011, 『빌딩리트로핏을 위한 에너지성능평가 및 활용방안』, 서울시정개발연구원.
- 김민경·조항문·김묵한·이민희·김민영, 2011, 『신재생 에너지 보급 중장기 기본계획(2011~2015)』, 서울특별시.
- 김민경·조항문·진상현·이민희, 2010, 『서울시 건물에너지 소비자감사사업의 평가방안』, 서울시정개발연구원.
- 에너지경제연구원, 2004~2010, 『지역에너지통계연보 각 연호』, 지식경제부(산업자원부).
- 이성, 1999, “학교 건물의 에너지 절약 방안”, 『한국교육시설학회지』, 19(’99.9).
- Barton, R., 2007, *Retrofitting in Educational Buildings - Energy Concept Adviser for Technical Retrofit Measures*, IEA.
- Eschenfelder, D., Etzkorn, H.-W, 2005, *Altbausanierung mit moderner Haustechnik, Oldenbourg Industrie-verlag GmbH, München*.
- IEA, 2009, *International Energy Outlook 2009*, IEA.
- Kari, T. and Erhorn, H., 2005, *Bringing Retrofit Innovation to Application in Public Buildings (BRItA in Pubs) - D5 Socio-Economic Analysis on Barriers and Needs*, European Commissions.
- Kats, G., 2006, *Greening America's Schools: Costs and Benefits*, Capital E.
- Laustsen, J., 2008, *Energy Efficiency Requirements in Building Codes, Energy Efficiency Policies for New Buildings*, IEA.
- NYC Department of Education & NYC School Construction Authority, 2009, *NYC Green Schools Guide*, NYC.
- Uihlein, A. and Eder, P., 2008, *Towards Additional Policies to Improve the Environmental Performance of Buildings*, European Commissions Joint Research Centre.
- van den Ham, E., 2004, *Energy Performance Coefficient of office buildings related to the measured energy consumption*, Climate Design Consult Adviesbureau Voor Bouwfysica.
- Visier, J. (ed), 2006, *Commissioning Tools for Improved Energy Performance*, IEA.
- <http://env.seoul.go.kr> (서울시 맑은환경본부)
- <http://housing.seoul.go.kr> (서울시 주택본부)
- <http://pccs.kepco.co.kr> (아이스마트 서비스 홈페이지)
- <http://schools.nyc.gov> (뉴욕시 학교 에너지정책)
- <http://www.annex36.com> (Annex 36 프로젝트)
- <http://www.cps.edu> (시카고 학교 에너지정책)
- <http://www.ecoflow.go.jp> (일본 에코플로우 사업)
- <http://www.energystar.gov> (뉴욕시 학교 에너지정책)
- <http://www.greeningschools.org> (그리닝 일리노이 스쿨)
- <http://www.kemco.or.kr/building/v2> (에너지관리공단 건물에너지절약사업)

원 고 접 수 일 : 2012년 7월 19일
1차심사완료일 : 2012년 8월 3일
최종원고채택일 : 2012년 8월 9일