빌딩에너지효율 향상을 위한
시장혁신 프로젝트

World Business Council for Sustainable Development

지속가능발전기업협의회
Korea Business Council for Sustainable Development

LAFARGE

Contents

WBCSD 소개

세계지속가능발전기업협의회(World Business Council for Sustainable Development, 이하 WBCSD)는 경제성장, 환경보전, 사회발전이라는 3대 축인 지속가능발전을 모색하기 위해 다각적인 노력을 펼치고 있는 협의체로, 현재 200여 개 글로벌 기업들이 회원으로 활동하고 있다. WBCSD 회원은 전 세계 36개국 이상, 22개 주요 산업업종을 대표하며, 60개 국가 및 지역의 경제단체 및 협력기관으로 구성된 탄탄한 글로벌 네트워크를 갖추고 있다.

WBCSD의 설립 목표는 지속가능발전 조성을 위한 촉매제 역할을 할 수 있도록 기업의 비즈니스 리더십을 구현하고, 날로 중요성이 커지고 있는 지속가능발전에 기여하는 방향으로 기업의 사업운영, 혁신 및 성장을 지원하는 것이다.

KBCSD 소개

지속가능발전기업협의회(Korea Business Council for Sustainable Development, 이하 KBCSD)는 경제, 환경, 사회의 조화로운 발전을 추구하는 국내 대기업 및 외국계기업 최고경영자의 협의체로써 2002년 3월 설립되었다. WBCSD의 한국측 협력기구이기도 한 KBCSD는 환경 및 녹색성장분야에 대한 산업계 입장대변, 지속가능발전 이슈별 연구활동, 기업의 사회적책임 촉진, 국제협력 네트워크를 통한 선진 모범사례 확산 등 국내 지속가능발전 및 녹색경제 구현을 선도하고 있다.

빌딩부문의 에너지효율 제고 필요성

빌딩부문은 전 세계 에너지소비량 및 CO_2 배출량의 40% 이상을 차지하며, 이는 수송부문이 차지하는 비중보다 훨씬 크다. 반면, 타 부문보다 에너지소비 및 CO_2 배출량 저감에 있어 최소 비용으로 최대의 효과(lower cost, higher returns)를 거둘 수 있는 분야가 바로 빌딩부문이다. IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change, 기후변화에 관한 정부간 패널)가 권고한 기후 안정화 수준을 달성하기 위해 IEA(International Energy Agency, 국제에너지기구)는 2050년까지 현재 CO_2 배출량의 77% 감축이라는 야심 찬 목표를 설정하였는데, 빌딩부문에서의 감축이 동 감축목표 실현을 위해 무엇보다 중요해 지고 있다.

동시에, 이와 같은 목표를 달성하기 위해서는 상당한 투자가 전제되어야 한다. 에너지 관련 건축법(code), 투자보조금, 라벨링·보고체제, 인력양성·교육훈련, 에너지효율 설계·기술 진보 등 본 연구보고서가 권장하는 실천방안들이 조합적으로 이루어져야 한다. 이러한 실천방안들은 범지구적으로 에너지효율에 대한 인식을 제고하는 한편 소비자와 투자자의 행동 및 선택에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대된다.

본고가 제시하는 실천 로드맵은 WBCSD가 14개 다국적기업 회원사들의 후원하에 4년간 미화 1천5백만 달러를 투자한 연구프로젝트인 빌딩에너지효율(Energy Efficiency in Buildings, 이하 EEB)의 결과물이다. 본 연구 권고사항들은 세계 GDP의 70%를 차지하는 6개 주요 경제국, 즉 브라질, 중국, 유럽, 인도, 일본 및 미국 내의 건축물 데이터 축적에 입각하여 도출된 것으로써, 대상 건축물들은 주거 및 상업용, 기존 및 신규 빌딩 등으로 유형화하였다. EEB 연구프로젝트는 또한 다양한 시나리오 별 비용 및 편익을 나타내기 위해, 에너지효율 기술 대비 경제지향형 행동(financially-driven behavior)을 모델링 하였다. 이러한 수준의 데이터 및 정교성은 빌딩 에너지효율성 분야에서 전대미문의 과업이라 해도 과언이 아니다.

동 연구의 경제적 분석 및 추가비용 분석에 따르면, 현재의 에너지 비용으로 다수의 에너지효율 개선 프로젝트들이 실행가능한 것으로 밝혀졌다. 배럴당 미화 60달러의 유가에 상응하는 에너지가격하에서, 본 연구대상인 6개 EEB 국가들의 빌딩에너지효율 총 투자액이 연간 미화 1천5백억 달러에 이를 경우 소유주의 할인 투자회수기간(discounted paybacks) 5년 내에 40%의 에너지 사용 및 CO_2 배출 저감효과를 거둘 수 있다. 1천억 달러의 추가 투자 및 투자회수기간을 5~10년으로 정할 경우 12%를 추가 감축하여 결과적으로 50% 이상의 저감효과를 달성할 수 있다. 다만, IEA 감축목표 실현을 위해 투자액을 이 보다 더 추가하는 것은 현재 에너지 가격하에서는 경제적 수익(economic return)상 타산성이 없으므로 동 EEB 보고서에서 제시하는 추가적 조치들이 필요하다.

EEB 모델링은 에너지 혹은 탄소 가격을 인상할 경우 빌딩에 대한 에너지효율성 제고 실행수준에 단지 소폭의 상승만을 보여준다. 예를 들어, 오늘날의 에너지 가격하에서 증분 탄소가격(incremental carbon cost)이 톤당 40달러일 경우 탄소 저감율은 52%에서 55%로 소폭 증가하는 것으로 분석되었다.

인간의 생명안전에 대한 가치관은 실로 대단하며, 이는 지난 100년 간 건축물의 생명안전규정 및 안전점검 메커니즘을 정착시키는 주요 동력이었다. 실로 미국 사례를 살펴보면 안전규정으로 인한 빌딩 추가비용은 5%에 달한다. 생명안전에 대한 중요성과 더불어, 이제 우리는 전 세계적으로 빌딩에너지규정 및 관련 체제 도입 필요성에 대해 진지하게 고려해야 한다. 현재 빌딩에너지규정 혹은 관련 메커니즘이 전무한 것이 사실이다. 효율성 투자로 인한 에너지 절약효과를 감안, IEA 감축목표 달성을 위한 순 추가비용은 전 세계 빌딩 총비용의 7% 정도라고 동 EEB 연구는 판단하고 있다. 빌딩에너지규정은 정부와 빌딩부문의 협조가 필수적이며, 특히 정부는 패시브 디자인을 위한 규제관리, 시행 및 재정지원, 민간부문이 필요로 하는 액티브 기술 및 규율 등을 제공해야 한다.

빌딩에너지효율에 대한 장애요인을 해결하는 것 또한 중요하다. 장애요인들을 해소하면 전체적인 기후정책 비용을 줄일 수 있으며, 특히 소비자에 대한 영향을 완화시키는 데 긴요하다.

WBCSD는 회원사들에게 빌딩에너지효율에 관한 매니페스토(manifesto)를 채택할 것을 적극 권장하는 한편, 본 연구보고서의 결과물에 대한 기업차원의 실질적인 행동조치가 취해짐으로써 회원사들의 역내 시장에 에너지효율빌딩에 대한 수요가 형성될 수 있도록 할 계획이다. 정부 및 기타 이해관계자들 또한 동 연구보고서의 분석 및 결과들을 더 발전시키고 제시된 권고사항 및 로드맵 이행에 착수해야 한다. 정부는 특히 산업계와 협력하여 연구 및 제품개발을 위한 재정지원을 지속함으로써, 빌딩에너지효율 투자 회수기간을 단축할 필요가 있다.

물론, 불안한 대내외 경제변수들로 인해 경제상황이 호락호락하지 않은 현 시점에서 비용추가를 고려하는 것은 쉽지 않은 과제다. 그러나 한편으로, 빌딩부문에서의 에너지효율 프로젝트 다수가 상당한 비용대비 수익을 보장하고 있는 것 역시 증명된 사실이다. 아울러 필요한 행동조치를 미루는 것은 기후안정화에 필요한 CO_2 감축비용을 상승시킬 뿐이다. 우리는 현재 기후변화 해결을 위해 빌딩에너지효율이 무엇보다 필수적인 시대에 살고 있으며, 따라서 본 연구보고서의 권장방안들과 실천 로드맵은 전 세계 정책결정자 및 이해관계자들에게 빌딩에너지효율 필요성에 대한 경종을 울리는 데 기여할 것으로 기대된다.

George David
Chairman, UTC

Bruno Lafont
Chairman and CEO, LAFARGE

Björn Stigson
President, WBCSD

Gérard Mestrallet
Chairman and CEO, GDF SUEZ

Rudy Provoost
Member of the Board, Royal Philips Electronics, CEO Philips Lighting, B.V.

Pierre Gadonneix
Chairman and CEO, EDF

Charles O. Holliday, Jr.
Chairman and CEO, DuPont

Masataka Shimizu
President and CEO, TEPCO

Shosuke Mori
President and Director, Kansai

Álvaro Portela
CEO, Sonae Sierra

Lorenzo H. Zambrano
Chairman and CEO, CEMEX

Lakshmi Mittal
President and Chief Executive Officer, ArcelorMittal

Achille A. Colombo
Managing Director Falck Group

Peter J. Marks
President and CEO Robert Bosch North America Corporation

Johan Karlström
President and CEO, Skanska AB

자문그룹(Assurance Group) 의장성명

기후변화와 경제불황의 두 가지 위협에 대응하기 위해 기업의 역할이 점점 중요해지는 시점에서, 빌딩에너지효율과 관련된 심도 있고 시장에 기반을 둔 산업계 의견이 제시된 것을 매우 환영하는 바이다. 본 EEB 연구는 상향식 접근방법(bottom-up approach)을 채택했다는 점에서 동 분야 기존 연구들과 차별화된다. 더불어 에너지효율 개선을 통한 빌딩부문의 시장혁신을 목표로 삼은 EEB 연구프로젝트의 대담함을 치하하고자 한다. 동 프로젝트가 지향하는 목표와 같이, 분명 근본적인 변혁이 필요한 것은 자명하다.

사실 에너지소비 및 온실가스 배출을 저감하는데 있어 빌딩부문의 중요성은 그동안 과소평가 되어왔다. 동 연구보고서는 이러한 기존 인식에 변화를 불러올 것으로 기대된다. 동 보고서는 시장 하나만으로는 필요한 목표를 달성할 수 없으며, 저에너지 빌딩을 구현하고 관련 시장을 활성화시키기 위해서는 정책 및 행동의 변화 역시 전제되어야 함을 강조하고 있다.

아무쪼록 동 보고서가 다양한 시범과정 및 해결책 모색을 촉진하기를 희망한다. 서로 다른 국가 및 문화의 다양성을 고려하였을 때 자국에 맞는 방식을 모색하는 것이 더 바람직한 경우가 있으므로, EEB 프로젝트는 범지구적 해결책을 강요할 의도가 전혀 없다.

EEB 프로젝트의 자문그룹 의장으로써 본 연구 경과에 대한 독자적이고 외부적인 검토를 제공할 수 있었던 점을 기쁘게 생각한다. 동 보고서 및 이전 연구들에 대해 검토할 계기가 다수 있었는데, 특히 제네바, 도쿄, 슈투트가르트에서의 회의들이 이에 해당된다.

2009년 12월 개최되는 코펜하겐 유엔기후변화협약 당사국총회에서 절정을 이룰 에너지 관련 논의시 동 연구보고서가 중요한 기여를 할 것이라는 점에서 그 업적을 높이 평가하는 바이다.

Prof. Dr. Klaus Töpfer
Assurance EEB 자문그룹 의장
2009. 6월

빌딩에너지효율(EEB) 프로젝트

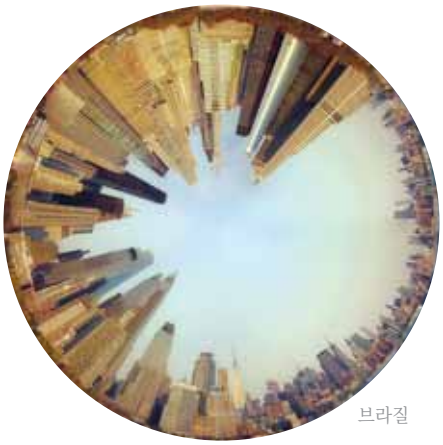
본서는 지난 4년에 걸친 EEB 프로젝트의 최종보고서이다.(보고서 전문 및 빌딩 유형별 분석, 사례연구, EEB 모델 개요 등은 www.wbcsd.org/web/eeb.htm에서 다운로드 가능)

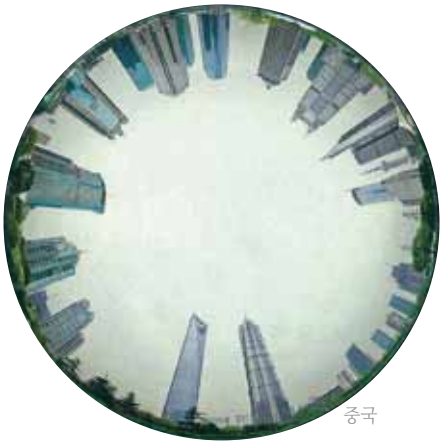
EEB 프로젝트는 전 세계 국내총생산(GDP)의 과반수를 차지하며 전 세계 1차 에너지의 3분의 2를 생산하고 있는 6개국 즉, 브라질, 중국, 유럽, 인도, 일본, 미국을 대상으로 2단계에 걸쳐 4년간 진행된 연구사업이다. 프로젝트의 첫 단계로 이들 6개국의 빌딩 관련 시장과 현안에 대해 분석하였는데, 이는 건축분야 전문가들의 자문을 토대로 빌딩의 에너지효율 개선책을 모색하기 위해 실시한 최초의 포괄적 글로벌 시장조사 연구로 평가 받고 있다. 이 조사 결과는 2007년 *빌딩에너지효율: 현 주소와 비즈니스 기회(Energy Efficiency in Buildings: Business realities and opportunities)* 보고서로 발표되었다.

EEB 프로젝트의 두 번째 단계는 미화 1천5백만 달러를 투자하여 빌딩에너지 시뮬레이션을 개발하는 것으로, 그 기회에 있어 시장중심의 상향식 접근방식을 채택하였으며 건물부문의 현재 에너지 수요에 대한 심도 있고 구체적인 시각을 토대로 진행되었다. 동 빌딩에너지 시뮬레이션이란, 빌딩 유형별 에너지 관련 특정 정책 결정이 빌딩에너지효율에 미치는 영향을 예측할 수 있는 컴퓨터 모델로써, 다양한 정책수단 조합 중 최적의 설계와 건축 옵션을 규명해주는 역할을 한다*(제2장 참조)*.


미국


일본


브라질


중국


유럽

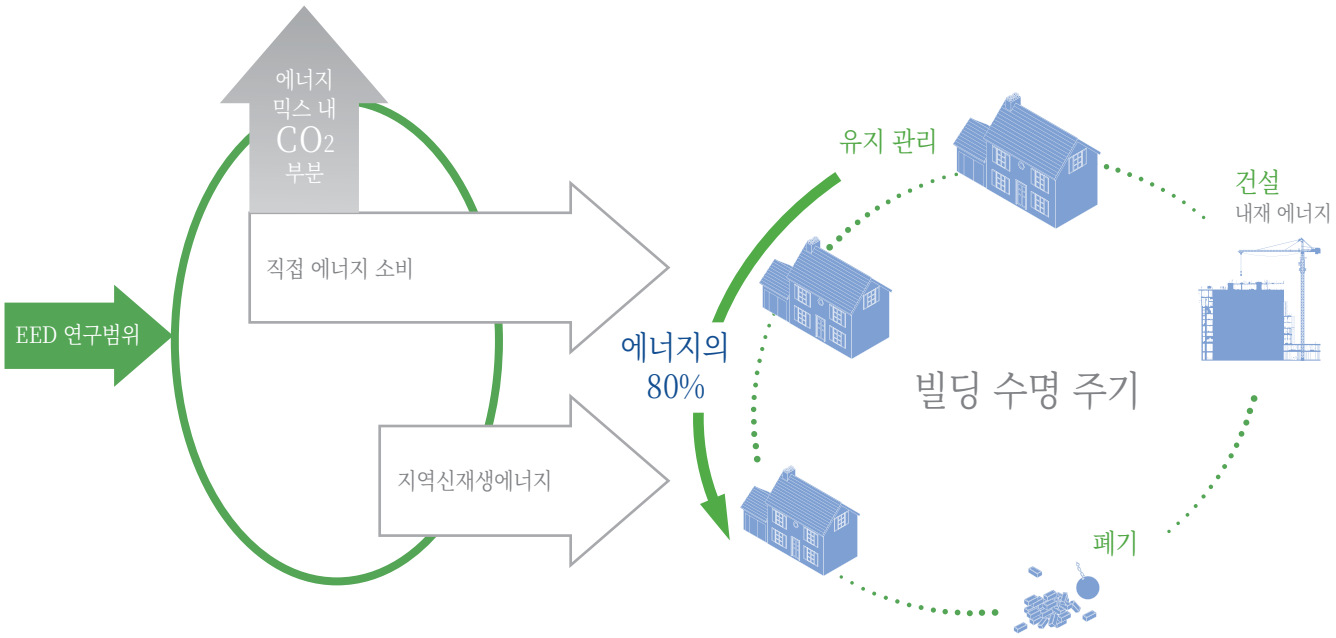

인도

기업 지도자, 정부 관료, 비정부기구 등 건물 업종의 다양한 이해관계자들이 참여한 것은 본 프로젝트의 주요 특징 중 하나이다. 베이징, 브뤼셀, 델리, 상파울루 4곳에서 EEB 관련 주요 행사가 이루어졌고 이와 더불어 특정 주제에 관한 워크샵 및 포럼도 수 차례 진행되었다. 또한 암스테르담, 바르셀로나, 베이징, 본, 보스턴, 브뤼셀, 부카레스트, 아인트호벤, 제네바, 글래스고, 하트포드, 홍콩, 류블랴나, 런던, 마드리드, 멜버른, 모스크바, 뉴델리, 뉴욕, 오슬로, 파리, 포르투, 포즈난, 리우데자네이루, 상하이, 샌프란시스코, 상파울루, 싱가포르, 스톡홀름, 도쿄, 워싱턴, 윌밍턴, 취리히 등 세계 각지에서 개최된 행사에서도 EEB 프로젝트가 소개되었다.

건물 에너지는 수송 및 도시 계획을 포함한 복잡한 시스템의 일부이며, 기후변화에 큰 영향을 주는 것은 물론 중대한 사회적 문제를 야기하기도 한다. 에너지믹스(energy mix) 또한 이산화탄소 배출에 결정적인 요인이 될 수 있으나, 본 프로젝트에서는 건물 내에서 사용되는 에너지에 중점을 두었다.

EEB는 세계지속가능발전기업협의회(World Business Council for Sustainable Development, 이하 WBCSD라고 지칭)에서 기획한 프로젝트로, Lafarge와 UTC(United Technologies Corporation)가 공동 의장을 맡았으며 이 밖에도 12개 회원사가 참여하였다 (참여한 전체 회원사 리스트는 본서 마지막 페이지인 '감사의 글' 참조). 동 프로젝트의 전반적인 감수와 조언을 책임진 자문그룹(Assurance Group)은 클라우스 토퍼(Klaus Topfer, 前 UNEP 의장)를 의장으로 하여, 에일린 클로슨(Hon. Eileen Claussen) 퓨지구기후변화센터(Pew Center on Global Climate Change) 대표(미국), 토마스 B 요한슨 (Thomas B Johansson), 룬드 대학교(University of Lund) 에너지 시스템 분석 교수 겸 IIIEE 이사(스웨덴), 비비안 엘렌 로프트니스(Vivian Ellen Loftness) 카네기멜론 대학 건축학부 학장(미국), 신이치 다나베(Shin-ichi Tanabe) 와세다 대학 건축과 교수(일본), 지앙 이(Jiang Yi), 칭화 대학 건축학부 부학장(중국)으로 구성되었다.

그림 1
EEB는 빌딩 유지관리 단계에서의 에너지사용에 주안점을 둠



보고서

EEB 프로젝트는 에너지 사용 측면에 중점을 두고 있기 때문에 지속가능한 빌딩이 갖추어야 할 다른 여러 측면은 다루지 않았다는 점을 먼저 밝혀 둔다. 수송부문, 물 사용, 음식의 선택과 관련된 에너지 사용은 빌딩 내 직접적인 에너지 절약만큼이나 중요하긴 하지만 본 프로젝트 범위를 벗어나는 문제들이다.

또한 본 프로젝트에서는 에너지 방정식의 공급 측면이 아닌 수요 측면에 초점을 두었다. 지역냉난방을 포함한 에너지원과 에너지믹스 또한 본 연구 범위를 벗어나는 주제이다 (현재 WBCSD에서 에너지 공급에 관한 별도의 프로젝트를 진행 중에 있다). 물론, 태양 에너지나 풍력과 같은 비화석 연료를 기반으로 하는 그리드 전력을 더욱 많이 사용하는 것이 기후변화 완화에 도움이 된다는 것은 잘 알려진 사실이다. 그러나 여기서 더욱 중요한 과제는 에너지 소비량 자체를 줄이는 것이다. 이 방법이야말로 유한자원의 고갈을 막고 기업과 소비자의 분담 비용을 줄일 수 있으며 특히, 상대적으로 빠른 시일 안에 실천할 수 있는 사항이라고 판단되기 때문이다. 여기에 비탄소 연료가 몇 십 년 안에 고갈될 것이라는 우려 섞인 전망도 에너지 소비량 감축의 필요성을 더해주고 있다.

이 보고서와 프로젝트는 유지 관리 단계에서의 빌딩 내 에너지 사용에 초점을 두고 진행되었다. 건설, 폐기 및 자재가 가지는 체화 에너지와 더불어 에너지 서비스의 수준에 따라 이러한 유지 관리 단계에서의 에너지 사용량은 빌딩 전체 에너지 사용량의 최대 80%를 차지한다*(그림 1)*. 본 조사에서는 빌딩 지붕을 이용한 태양열에너지 등의 지역신재생에너지가 CO_2 배출 감소에 기여한다는 점을 고려하였지만, 그리드 에너지 생성으로 인한 배출 감소는 본 프로젝트의 범위를 벗어나는 부분임을 밝혀 둔다(다만, EEB 모델은 그리드 및 지역 내에서 생성된 에너지를 통해 배출된 CO_2 양도 배출량 예측 시에 감안하였다).

향후 전망

EEB 시나리오 개발 과정에서 실무그룹은 효과적인 빌딩에너지사용을 위한 세 가지 대안을 도출했다(제1장 내용 참조). 그러나 EEB 시뮬레이션(가상 실험)에 영향을 주는 기술, 사회 구조, 사회 가치 및 태도에 대한 변화를 예측하려는 시도는 하지 않았다. 이러한 변수들은 시간에 따라 변화할 것이고 본 프로젝트에서 내리는 최종적인 견해는 이러한 변화에 대한 독자 개인의 예측과 더불어 이해되어야 한다. 여기에서 제시하는 권장방안은 현 시점에서 적용 가능한 조치에 대한 내용이므로 현재 상황과 관련이 있다.

한편 EEB 시뮬레이션을 진행하면서 에너지와 탄소에 대한 가격 신호의 영향을 가상으로 예측해 보았으나, 탄소 가격에 대한 광범위한 이슈에 대해서는 다루지 않았다. 다만, 포스트교토협약(post-Kyoto agreement)이 가격 신호를 형성하는 조세 혹은 배출권거래 메커니즘에 어떠한 형태로든 영향을 미칠 것으로 예측했다.

본 프로젝트는 전 세계 경제가 호황을 이루고 있던 2006년에 시작되었다. 그러나 프로젝트 결과 보고서를 발표하는 지금은 당시 경제 상황과 매우 다르다. 본 프로젝트는 2050 년까지의 상황을 내다보고 있으므로 이전과 같은 경제 호황기가 이 기간 내 언젠가는 다시 돌아올 것이라고 판단되므로 현재 상황은 반복되는 글로벌 경제 상황의 일부로 생각하면 되겠다. 본 프로젝트의 분석과 권장 방안은 이러한 관점과 더불어 '일반적인' 경제 성장의 흐름이 이어진다는 대전제하에 수행되었다. 물론 탄소배출을 줄이고 기후 안정화를 꾀하려면 이보다 훨씬 강력하고 굵직한 방안들이 필요할 것이다. 장기수익을 창출하는 투자를 통해 시장을 활성화해야 한다는 압력이 거세지고 있는 가운데, 이러한 대규모 투자는 장기적인 에너지 안보를 실현하고 CO_2 이익을 창출하는 촉매제 역할을 할 수 있을 것으로 판단된다.

요약문

전 세계적으로 에너지효율을 높이려면 정부, 기업 그리고 개개인 모두가 다각적인 조치와 노력을 통해 빌딩부문에 대한 현재 인식과 태도를 반드시 변혁시켜야 한다. 여기에는 전 세계적으로 증가하는 에너지의 중요성과 심각성에 대한 인식 변화도 큰 몫을 한다. 오늘날 빌딩 내에서 사용되는 에너지는 전 세계 에너지 사용량의 40%에 육박한다. 즉, 빌딩에서 발생하는 탄소배출량은 수송부문에서 발생되는 탄소배출량보다 훨씬 많다는 이야기가 된다. 필요 이상의 에너지를 사용하게 될 새 빌딩들이 매일같이 생겨나고 있고, 셀 수 없이 많은 오늘날의 비효율적인 빌딩들이 2050년에도 여전히 건재할 것이다. 에너지 관련 탄소배출량을 2050년까지 77% 즉, 48기가톤 감축하여 IPCC에서 요구하는 CO_2 수준을 안정화하기 위해서는 이러한 신축 빌딩과 기존 빌딩의 에너지사용량을 획기적으로 줄여야 한다.

지난 4년간 실시한 종합적인 조사를 바탕으로 EEB 프로젝트는 빌딩부문의 혁신을 꾀하기 위한 권장방안과 실천 로드맵을 개발했다(로드맵은 동 보고서에 부착된 CD Rom 혹은 www.wbcsd.org/web/eeb-roadmap.htm 참조). 이를 위해 먼저 기존 및 신규 빌딩 현황에 대한 광범위한 조사를 실시했고 이에 대한 소비자 선호 및 행동, 설계 및 기술, 에너지 소비 관련 정책에 대한 영향을 모델링했다. 본 프로젝트에서는 세계 에너지사용량의 3분의 2를 차지하는 6개 주요국(브라질, 중국, 유럽, 인도, 일본, 미국)을 조사 대상 시장으로 선정했다. 이제까지 데이터와 모델에 대한 이러한 수준의 심층 분석 조사가 시행된 적은 단 한번도 없었다.

이러한 심층 분석을 통해 2050년까지의 탄소배출량 감축 목표치를 달성하기 위한 방안이 존재한다는 점, 그리고 빌딩 내 에너지 절약량이 현재 수송부문의 에너지 소비량과 동일한 수준이 될 수 있다는 점을 제시하였다. 물론 정부, 기업 그리고 개개인 모두가 에너지 절약 방안을 적극적으로 채택할 수 있도록 하려면 먼저 기존의 인식을 변화시키고 경제적, 기술적 난관을 극복하는 것이 시급하다. 이러한 방안 채택을 미룰 경우, 결국 감축해야 할 CO_2 배출량 및 기후 안정화를 위해 필요한 관련 비용만 늘어날 것이라는 것 또한 자명하다.

본 연구와 분석에서는 빌딩 관련 기후변화 대응을 다음 세 가지 시나리오로 구분하였다.

- 안일함(complacency)과 무대응(inaction)으로 기후변화 대처에 실패
- 부적절한 대응(inadequate action)으로 점진적인 에너지효율 개선만 이끌 뿐 기후변화로 인한 주요 문제를 해결하는 데에는 실패
- 강력한 공동대처(coordinated, intensive action)를 통해 빌딩부문의 혁신(transformation)을 이루고 기후변화문제 해결에 상당히 기여

우리에게 요구되는 에너지와 탄소배출량 저감 목표를 달성하려면 이 중 세 번째 시나리오가 유일한 방법이다. 기후변화문제를 극복하는 완벽한 솔루션을 제시하려면 전 세계에 에너지의 중요성과 심각성에 대한 올바른 인식을 심는 것을 비롯하여 특정 지역적 조건과 유형별 빌딩 특성을 모두 고려한 다각적인 평가 방안을 채택하는 것이 필수적이다. 이 밖에도 에너지 관련 건축법, 라벨링·보고체제, 적절한 에너지 가격 및 탄소 비용, 투자 보조금 지원, 전문인력 양성, 패시브/액티브 설계※를 병행하여 계속적으로 진화하는 친환경 설계 및 기술 등을 활용하여 기후변화문제에 보다 적극적으로 대처할 수 있겠다.

이러한 다양한 방안을 적절히 병행하여 실천하면 빌딩 내 에너지소비량을 줄이기 위해 어떠한 변화가 필요한지 파악할 수 있고 에너지에 대한 전 세계의 인식을 바로잡을 수 있을 뿐 아니라 나아가 소비자와 투자자의 행동의 변화와 선택에 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것이다. 그러나 시장력(market forces)만으로는 절대로 이러한 변화를 이끌 수 없다.

※ 패시브 설계(passive design)란, 자연 환기, 일광 활용, 빌딩 형태 및 향(向), 열질량, 태양열 획득, 차양 등을 고려하여 빌딩 에너지 사용량을 줄여주는 설계 방법이다.

참고

- 최종에너지소비 중 빌딩이 차지하는 비율: 30-40%
- 빌딩 내 에너지 사용으로 인한 전세계 CO_2 배출량(2005): 9기가톤
- 2050년까지 6개 EEB 조사 대상국의 예상 성장률: 76%
- 2050까지 전세계 인구 증가율: 약 27억 명 (42%)

상당수의 에너지효율 개선 프로젝트가 오늘날의 에너지 비용으로 실행 가능하다. 배럴당 미화 60달러의 유가에 상응하는 에너지가격하에서, 본 연구대상인 6개 EEB 국가들의 빌딩 에너지효율 총 투자액이 연간 미화 1천5백억 달러에 이를 경우 소유주의 할인 투자회수기간(discounted paybacks) 5년 내에 관련 에너지 사용량과 탄소배출량을 40%까지 줄일 수 있을 것으로 전망된다. 이후 할인회수기간 5년~10년 사이에도 1,500억 달러를 더 투자할 경우 12%를 추가 감축하여 결과적으로 50% 이상의 저감효과를 달성할 수 있다. 다만, 77% 감축 목표 실현을 위해 투자액을 이보다 더 추가하는 것은 현재 에너지 가격하에서는 경제적 수익상 타산성이 없으므로 동 EEB 보고서에서 제시하는 추가적인 조치들을 수행할 필요가 있다.

EEB 모델링은 에너지 또는 탄소 가격을 인상할 경우 빌딩에 대한 에너지효율 개선 옵션의 채택 가능성을 오직 소폭 높여줄 뿐이라는 점을 보여준다. 예를 들어, 오늘날의 에너지가격하에서 증분 탄소가격(incremental carbon cost)이 톤당 40달러일 경우 탄소 저감율은 52%에서 55%로 소폭 증가하는 것으로 분석되었다.

변화를 위한 실천방안

EEB 프로젝트의 로드맵에서도 알 수 있듯이 빌딩부문의 혁신을 위해서는 개발업체에서부터 빌딩주, 정부, 정책입안자에 이르기까지 건축 산업의 모든 관련 당사자의 협력과 노력을 요하는 통합 실천 방안이 필요하다. 여기에 명시된 여러 권장 실천방안들은 에너지소비량을 대폭적으로 줄여 결과적으로 탄소배출량까지 감소시키기 위해 수행해야 할 필수 단계들을 제시한다.

건축법 및 라벨링을 강화하여 투명성 확보

정책결정자와 정부는 현재의 건축법에 현지 기후 조건을 감안한 엄격한 에너지효율규정을 추가하고, 이러한 법규를 시행하며 더욱 강화하기 위해 끊임없이 노력해야 한다. 또한 건축업종과 정부는 에너지 측정 및 라벨링 메커니즘을 개발하여 비주거용 빌딩 소유주가 에너지효율등급을 표시하도록 해야 한다.

빌딩의 에너지효율을 측정하고, 개선 기회를 파악하며 효율 평가기준에 대한 우선순위를 정할 수 있도록 빌딩에너지 점검 및 검증을 도입하는 것도 반드시 필요하다. 다가구주택의 경우, 세입자가 각 설비에 대한 에너지를 자율적으로 제어할 수 있도록 하고 이에 따라 사용 요금을 개별적으로 부과해야 한다. 상업용 빌딩의 경우, 기존에 실시하고 있는 화재, 보건 및 안전 점검에 이와 같은 에너지 점검을 별도로 추가하여 적용해야 한다.

에너지효율 투자에 인센티브 부여

정부는 회수기간이 상대적으로 긴 에너지효율 관련 투자에 대한 세제혜택과 보조금을 지원해야 한다. 에너지 소비를 낮추고 신재생에너지의 현장 생성을 촉진하는 과금체계 도입 또한 필요하다. 이 밖에도 적절한 시장행동 촉진 수단들의 적용을 통해 연간 3천억 달러 규모의 투자를 이끌어낸다면 IPCC에서 제시한 2050 감축 목표의 52%까지 달성할 수 있을 것이다. 현재 에너지 가격으로 미루어 볼 때 10년이라는 긴 할인회수기간 동안 투자자들의 지속적이고 적극적인 투자를 이끌어내려면 이를 현실화하는 또 다른 형태의 인센티브 역시 필요하다. 끝으로, 기업과 개인이 협력하여 획기적인 비즈니스 모델을 개발함으로써 에너지효율에 대한 초기 비용 장벽을 극복해야 할 것이다.

통합 설계와 혁신에 대한 적극적인 장려

부동산 개발업자가 설계자, 도급자, 유틸리티, 실사용자 모두를 초기 단계에서부터 하나의 팀으로 구성하여 해당 사업에 적극 참여할 수 있도록 비즈니스 및 계약 구조를 재조정할 수 있는 분위기를 마련해 주어야 한다. 정부는 에너지 효율적인빌딩 계계획을 제시하는 개발업체에는 따로 인센티브를 부여하는 제도를 도입해야 한다. 또한 국내 에너지 개선에 대한 지원금과 인센티브를 통합적인 접근 방식과 연계하여 전반적인 빌딩에너지효율 개선을 이끌어 내도록 해야 한다.

에너지절약 보편화를 위한 첨단 기술개발 및 활용

IPCC의 77% 탄소배출 감축목표 달성을 위해 필요한 투자 가운데 3분의 1만이 10년 이하의 할인회수기간을 만족하고 있는데, 회수기간은 빌딩 내 에너지효율 기술 개선안을 평가하는 기준이 되고 있다. 이에 정부 당국은 효과적인 빌딩 내 에너지절약 기술의 연구 개발에 적극적으로 지원 및 투자하여 이러한 에너지혁신을 보다 널리 실질적으로 달성 가능하도록 해야 할 것이다.

신축 및 개보수 빌딩은 에너지 사용을 최소화하며 최적의 에너지로 빌딩을 유지 관리하는 등 보다 새로운 기술을 쉽게 반영할 수 있는 정보통신 기술을 사용하도록 설계되어야 한다. 이러한 기술은 이미 존재하고 있긴 하나 무수한 기존 구조에 맞게 얼마든지 향상 및 확대될 수 있을 것이다. 유틸리티의 경우 표준 사용 내역서에 에너지 사용 모범사례와의 편차를 적시하는 역할을 할 수 있을 것이다.

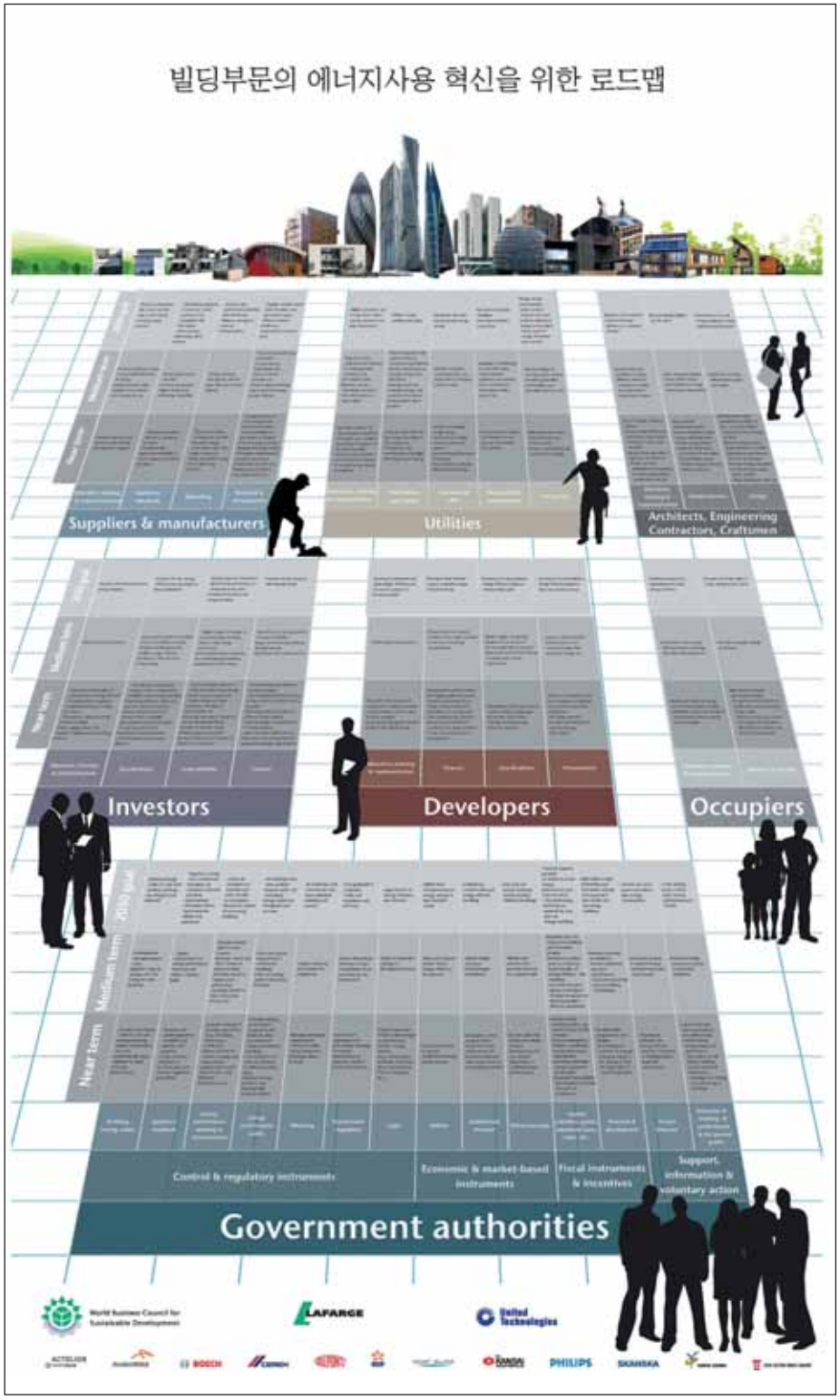
에너지절약 관련 전문 인력 발굴 및 양성

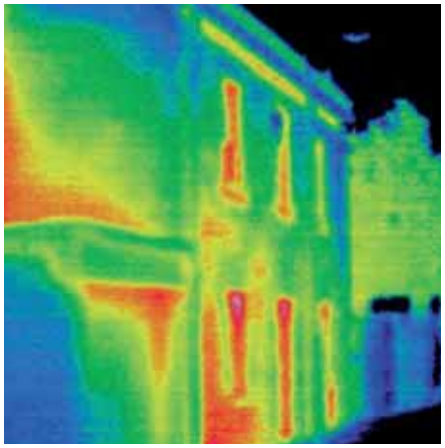
건축·건설 산업은 에너지효율 교육 프로그램을 개발하고 이를 모든 관련 부문에서 우선적으로 실시하도록 해야 하며, 특히 빌딩을 설계, 시공, 관리하는 사람들을 대상으로 철저한 직업 교육

프로그램을 개발 및 실시해야 한다. 주거용 빌딩의 개보수를 통해 에너지절약 기술을 채택할 수 있도록 돕는 '시스템 통합자' 역할을 하는 전문 인력의 개발 역시 매우 중요한 문제이다.

에너지에 대한 올바른 인식 확립

기업, 정부 당국, 그리고 개개인 모두가 지속적인 캠페인을 통해 빌딩 내 에너지 사용으로 인한 문제와 에너지절약에 대한 체계적인 홍보를 실시하여 에너지 관련 기존의 인식을 변화시켜야 한다. 이를 위해 각자의 빌딩 내 에너지절약 노력이 심각하고도 시급한 에너지 사용 및 기후변화 문제를 해결하는 데 얼마나 큰 기여를 하는 지 제대로 알려주는 것이 무엇보다도 중요하겠다.





제1장. 절호의 기회

에너지 안보 및 기후변화 문제해결에 대한 범국가적 의지가 있다면 지금부터 당장 빌딩부문에서 에너지소비를 획기적으로 줄여야 한다. 일부 선진국의 경우 빌딩에너지 사용량을 BAU 대비 최소 80% 이상 대폭 감축해야 한다. 무서운 성장세를 보이는 중국, 인도와 같은 신흥 국가에서는 에너지효율 부문의 약진을 반드시 이루어내야 한다. 이러한 약진을 달성하기 위해 요구되는 다양한 노력과 투자는 경제 성장과 더불어 특히 건설 분야에서의 고용 창출에도 큰 기여를 할 것으로 예상된다. 에너지 절약이야말로 온실가스를 저감하는 가장 경제적인 방법이다.[1]

이러한 대폭적인 감축목표는 분명 실현 가능하다. 현재 잘못된 설계, 부적절한 기술 그리고 잘못된 습관으로 인해 빌딩 내에서 엄청난 에너지가 낭비되고 있기 때문이다. 기업은 전문 기술과 재정적인 지원을 통해 새로운 에너지 절약 방법을 개발하고 활성화하는 방법을 개발해야 한다. 그러나 중요한 것은 이러한 대대적인 개혁이 단지 시장의 노력만으로는 결코 달성할 수 없다는 사실이다. 건설 전문가, 건물주 그리고 사용자가 여전히 이러한 문제의 시급성을 깨닫지 못하고 있고 당연히 이를 개선하기 위한 노력을 보이지 않고 있기 때문이다. BAU에 대한 타성으로 인해 에너지 절약은 지지부진한 상태에 머물러 있고, 단기적인 재정 기준은 무수의 에너지 효율에 대한 투자를 배제시켰다. 따라서 이제는 빌딩 내 에너지 소비에 대한 투명성을 개선하고 비즈니스 모델의 일대 혁신을 촉진하여 기존·신축 빌딩과 상업·주거 빌딩을 막론한 건축부문 전체에서의 에너지 소비 감축을 하루빨리 끌어낼 수 있도록 무엇보다 정부의 적극적인 조치가 필요하다.

"빌딩 내 에너지 소비 절감이 얼마나 큰 기회인지 이해당사자들에게 제대로 이해시키는 것이 우리가 풀어야 할 과제이다."

EEB 재정 워크샵 참가자
2008년 10월

모든 건설·건축부문 이해관계자가 이러한 에너지 문제에 대한 시급성을 깨닫고 빌딩 에너지절약을 최우선시하는 새로운 사고방식을 가질 수 있도록 해야 한다. 기업은 혁신적인 기술과 비즈니스 모델을 채택하여 빌딩부문에서의 일대 혁신을 이루어야만 성공할 수 있다. 한편, 정책 결정자의 경우 강력한 규제 체계를 도입하여 이러한 시장개혁을 지원해야 한다.

빌딩 내 에너지 사용량이 대부분 국가에서의 최종 에너지 소비[2]와 이산화탄소 배출량의 30-40%를 차지하고 있는 현 상황에서 에너지소비를 줄이기 위한 다양한 조치와 규제는 기후변화에 대한 세계 대응의 일환이라는 점에서도 반드시 지켜져야 한다. 신재생에너지 사용 등 에너지원의 탄소 함유량을 감소시키는 방법을 통해서도 배출량을 줄일 수는 있겠지만, EEB 프로젝트에서는 다음과 같은 세 가지 방안에 집중하기로 한다.

1. 에너지 수요 감축(Cutting energy demend) - 보다 에너지 효율적인 설계, 자재 및 설비 사용 등
2. 지역에너지 생산 촉진(Producing energy locally) - 재생에너지 및 폐에너지 자원 활용 등
3. 스마트그리드 사용(Using Smart Grids) - 일부 빌딩 내에서 남은 에너지를 다른 배관망의 공급원으로 활용 등

저에너지 사회로의 안정적인 전환 단계에 동참한다는 것은 기업의 사업적인 측면에서도 매우 바람직한 일이다. 사회 및 경제가 안정적일 때 최고의 전성기를 누릴 수 있는 기업에게 에너지는 필수불가결한 요소이기 때문이다. 이러한 안정성은 에너지 불안정과 기후변화에 의해 큰 위협을 받고 있다. 에너지 공급 및 가격의 변동이 심각한 수준으로 치달을 경우 이는 사회의 큰 혼란으로 이어지게 될 것이고, 기후변화 문제는 사회와 경제 전반은 물론 개인과 환경에도 엄청난 폐해를 초래하게 된다. 저탄소에너지 및 신재생에너지 사용량을 늘리면 이러한 문제를 개선하는 데 어느 정도 도움이 되긴 하겠지만 현재 이러한 에너지원의 너무나도 느린 성장세를 감안한다면 에너지 소비 자체를 줄이고 지금 당장 획기적이고 강력한 방안을 마련해 시행하는 것이 무엇보다 중요하다.

효과적인 정량 분석

본 프로젝트에서 제시하는 결론과 권장 실천방안들은 포괄적인 빌딩 에너지 데이터베이스와 본 프로젝트에서 개발한 정교한 컴퓨터 모델을 활용하여 4년간 실시한

빌딩에너지 분석의 결과로 도출되었다. 이 모델은 빌딩 특성과 빌딩 유형별 에너지 사용에 관한 세부 데이터를 토대로 하여, 관련 정책, 규제 요소, 가격 신호, 소비행동 변화 등 다양한 변수들이 전 세계 빌딩의 에너지 사용에 어떠한 영향을 주는 지를 예측하는 세계 최초의 분석 모델이다.[3] 동 EEB프로젝트의 분석 결과*(제2장 참조)*를 통해 현재 우리가 직면한 난제가 얼마나 심각한지 그리고 그 규모는 어느 정도 되는지, 또한 현재와 같은 진행 속도로는 절대로 목표를 달성할 수 없음을 확실하게 알 수 있다.

따라서 현재와 같은 재정적, 정책적 조건하에서는 빌딩 관련 의사결정자들이 오랜 시간이 지난 후에는 투자수익을 반드시 얻어낼 수 있다는 것을 알고 있더라도 에너지효율 개선을 위한 충분한 투자를 하지 않을 것이라는 것이 우리의 결론이다. 평생에 걸쳐 투자수익을 볼 수 있는 이러한 에너지 절감 관련 투자를 장려하기에는 주거 및 상업용 빌딩 소유주가 고려하는 투자회수기간이 너무 짧다는 한계가 있다.

거대한 기회의 출현

짧은 투자회수기간이라는 한계 속에서도 필요한 투자를 끌어낼 수 있는 현명한 방법을 모색해야 한다. 이러한 방법을 통해 소비자, 국가, 기후 모두에 에너지문제라는 부담을 비용효과적으로 덜어줄 수 있는 새로운 제품과 서비스 개발을 위한 뛰어난 사업 기회를 기업들이 포착할 수 있게 된다. 이때 형성되는 시장 규모만 해도 약 9천 억에서 1조 3천 억 달러 사이로 엄청날 것으로 예상된다*(제3장 참조)*.

설계와 유지 관리 단계에서 패시브(passive) 기법과 액티브(active) 기법을 적절히 사용하면 신축 및 기존 빌딩 모두에서 에너지효율을 더욱 높일 수 있다. 신축 및 기존 빌딩에 최고의 설계와 기술 솔루션을 도입하면 빌딩 내에서 사용되는 소형 가전 및 설비의 성능 개선을 감안하지 않더라도 에너지 사용량의 최대 3분의 2까지 줄일 수 있다. 이미 많은 국가에서 매우 뛰어난 에너지효율을 자랑하는 주거 빌딩이 등장하고 있다. 이는 이러한 에너지 감축 목표가 실질적으로 달성 가능하다는 것을 입증해 준다. 그러나 이러한 사례는 전 세계적으로 볼 때 극히 낮은 비율을 차지하고 있다. 이제 저에너지 빌딩은 혁신 프로젝트로 다뤄지는 것이 아니라 일반화되어야 한다.

"비즈니스는 통상적으로 급진적이 아닌 점진적인 성향이 강하다. 그러나 이제 일대 혁신을 가져올 기술의 도입이 필요한 시점이다."

EEB 워크샵 참가자
2008년 8월

혁신적인 전환을 위한 세 가지 동인

첫 번째 보고서에서 우리는 적절한 정책 프레임워크를 기반으로 빌딩부문의 혁신적인 전환을 가져올 세 가지 비즈니스 동인(lever)을 도출해 냈다. 하기의 세 가지 동인은 이번 두 번째 보고서 연구의 기초가 되었다.

1 빌딩의 개발, 유지 관리 및 사용에 관여하는 모든 사람들이 에너지를 더욱 가치 있게 활용할 수 있도록 하고 에너지효율에 대한 투자를 촉진시켜주는 올바른 재정 체제

2 빌딩 가치사슬 내 수 많은 이해관계자 사이의 상호 독립성과 공동의 책임감을 북돋아주는 도시 단위부터 개별 빌딩까지 모두 고려하는 총체적인 설계 접근법. 이러한 설계 방식은 빌딩 내 개별 요소에 변화를 꾀하려는 국소적인 개념이 아니라 빌딩 전체의 변혁을 가져오는 보다 거시적인 통합 설계, 그리고 고급 기술을 에너지저감 통합 솔루션의 일부로 활용하는 것 등을 포함한다.

3 에너지효율 실천을 위한 건축·건설 전문가와 빌딩 실사용자의 행동 및 태도 변화. 동원 캠페인, 명확한 인센티브, 훈련 및 교육 등 다양한 방안을 통해 사람들의 관심과 적극적인 참여를 이끌어야 한다.

이러한 세 가지 동인은 구체적인 규제, 세금, 보조금, 교육·훈련 등의 정책 프레임워크로 뒷받침되어야 한다.

자만을 초래하는 그릇된 낙관론

급속한 성과를 추진할 경우 이러한 과정에서 몇 가지 극복해야 할 문제가 발생하기 마련이다. 이러한 문제로는 전문가의 부적절한 식견과 이해로 인한 시장과 정책 실패에서부터 빌딩 실사용자의 태도와 행동에 이르기까지 매우 다양하다.

일부 분석가들은 평생 투자 개념으로 볼 때 투자 비용이 매우 낮거나 오히려 이득을 보는 빌딩 단열과 같은 여러 유용한 에너지절감 방법들을 제시하고 있다.[4] 또한 설계와 기술 잠재력이 매우 탁월하기 때문에 탄소세나 온실가스 배출권거래제 등으로 인한 탄소 비용이 상대적으로 소폭 증가하더라도 결과적으로는 추가적 투자가 비용 측면에서 효과적이라는 의견을 제시하는 분석가들도 있다.

그러나 이러한 의견들은 다음과 같은 경제 및 구조적인 이유로 미루어 볼 경우 너무 낙관적인 것은 아닌가 하는 의문이 든다. 또한 이들은 빌딩에너지효율 문제를 매우 중요하고 시급한 사안으로 보고 있지만 빌딩 내 에너지효율에 대한 이러한 사고방식을 현실에서 찾아보기란 매우 힘들다.

첫째, 빌딩 유형과 현실적인 결정 기준을 바탕으로 수행한 본 프로젝트의 모델링 작업 결과, 큰 영향을 미치는 조치들은 정상적인 재정 투자 요건을 충족시키는 경우가 드물기 때문에 실효성이 없다는 사실을 발견했다. 또한 정상적인 재무 조건하에 실현 가능한 조치는 총 에너지 소비를 아주 경미한 수준으로만 줄여줄 것으로 예측되었다. 상업·주거용 빌딩에 대한 투자 결정은 보통 단기적인 투자 효과를 계산하여 이루어진다. 특히 주거용 빌딩에 대한 투자의 경우 '초기투자비용(first cost)'이 매우 중요하다.[5] 이러한 이유로 장기적인 측면에서 투자수익을 창출하더라도 에너지효율 투자는 일반적으로 이루어지지 않고 있는 실정이다.

둘째, 투자 가치가 보이는 매력적인 투자에 대해서도 사람들이 투자를 머뭇거리게 만드는 다음과 같은 몇 가지 구조적 장애요인들이 있다.

- 에너지 사용 및 비용에 관한 투명성 결여: 이는 에너지 비용에 대한 빌딩 가치사슬의 모든 이해당사자의 무관심을 야기시켜 실행가능한 투자 기회가 간과되고 큰 비용을 들여 도입한 기술조차 최적의 수준으로 활용되지 않는 결과 초래
- 에너지효율이 뛰어난 다양한 방안과 기술을 장려하지 못하거나 오히려 이를 사장시키는 공공 정책
- 전 세계 모든 국가에서, 관련 정책과 건축법을 적시에 시행하지 않고 있는 점
- 너무 복잡하고 단편적인 빌딩 가치사슬: 빌딩 설계 및 사용에 대한 총체적인 접근을 저해 (EEB 첫 번째 보고서 참조[6])
- 현재 에너지 문제를 극복하기 위한 적절한 해결책 부재(신축 또는 개보수 빌딩을 위한 경제적이고 탁월하며 지역 여건에 맞는 에너지 절약 솔루션 등)
- 빌딩 소유주와 사용자에 대한 인센티브 분할(split incentives): 에너지 절약으로 창출된 투자수익이 실제 투자자에게 돌아가지 않는다는 문제점 야기 *(제2장 참조)*
- 에너지효율에 대한 건축·건설 전문가의 충분한 이해 및 인식 부족: EEB 첫 번째 보고서에 게재된 연구 조사 결과를 통해 파악된 사항으로, 지속가능한 건축 활동에 활발하게 참여하지 않게 되고 에너지 관련 설비 시공 또한 제대로 수행하지 못하는 결과 초래[7]

이러한 장애요인들로 인해 결국 에너지효율 개선 작업의 진척이 느려지고 상당한 에너지 절감 효과를 거둘 수 없게 된다. 본 프로젝트의 가상 실험 결과를 한 예로 들면, 현재와 같은 정책으로는 프랑스의 단독주택과 중국의 공동주택의 에너지 사용량 증가를 막을 수 없는 것으로 나타났다. 이와는 달리 일본의 사무용 빌딩 내 에너지 사용량은 줄어들 것으로 나타났지만 그 폭 또한 크지는 않은 것으로 예측됐다.

빌딩부문 에너지 소비 관련 세 가지 시나리오

6페이지에서 언급했던 바와 같이, 본 연구와 분석에서는 기후변화 대응을 위한 향후 수십 년에 걸친 빌딩부문 에너지 시장의 변화에 대한 세 가지 시나리오(i. 현 정책 고수, ii. 미흡한 지원과 늦은 대응, iii. 시장혁신)를 개발했으며, 이 중 혁신적 접근 방식(transformative approach)의 필요성에 역점을 두고 있다*(그림 2)*. 시나리오는 예측이 아닌 미래에 대한 대안이므로 위협과 기회를 제대로 파악하고 예기치 못한 다양한 문제에 대한 계획을 할 수 있도록 도와주는 역할을 한다. 여기서 제시하는 미래 시나리오들은 본 프로젝트의 모델링에 사용된 구조와 개념의 바탕이 되었으며*(제2장 참조)* 빌딩부문의 에너지 낭비 근절이라는 전 세계가 직면한 엄청난 난관을 이해하는 데 도움이 되었다.

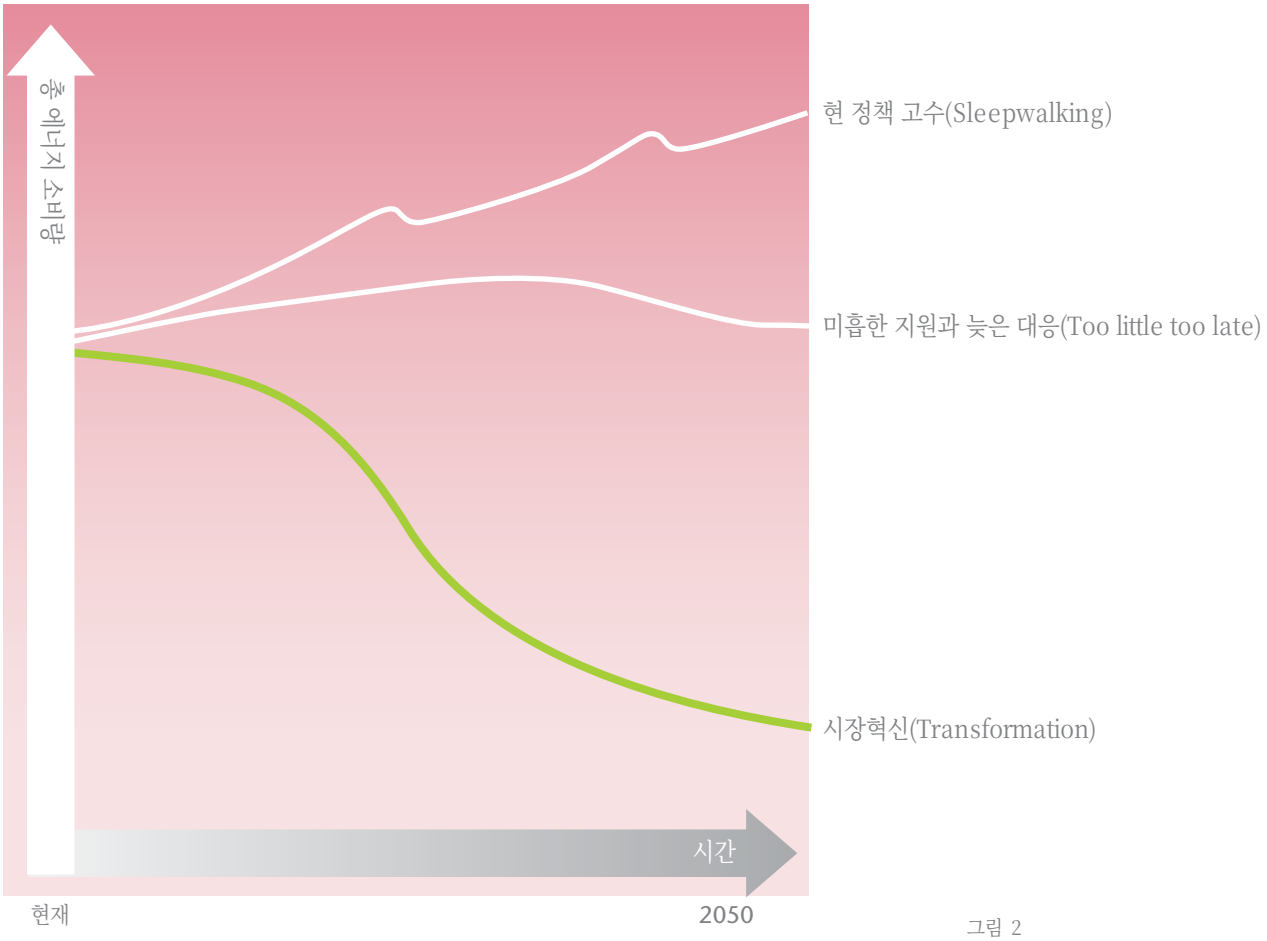


그림 2
빌딩부문 에너지소비에 대한 세 가지 시나리오

위기를 부르는 안일한 태도(Sleepwalking into crises)

현 정책 고수(sleepwalking) 시나리오의 경우, 총 에너지 소비량이 간간히 떨어지기는 하지만 이러한 상황은 오래가지 못하고 계속 증가하는 경향을 보인다. 2050년 즈음에는 총 에너지 소비량이 엄청나게 높아질 것으로 예측된다. 이 시나리오에서는 저에너지 빌딩의 증가 속도 또한 불규칙적이고 매우 느리다.

동 시나리오는 에너지효율 문제를 해결하기 위한 그 어떠한 노력 없이 도시화, 경제성장, 에너지 사용 등이 미래에도 현재와 동일한 양상으로 지속될 것으로 예측한다. 이 사나리오대로 진행된다면 결국 에너지 가격 급등, 공급 중단, 이상 기후 등으로 인한 심각한 경제 위기가 연이어 발생할 것으로 예상된다. 이러한 상황 속에서 문제 해결을 위해 계속되는 엄격한 즉각 대응 조치를 취할 수 밖에 없을 것이고 이는 곧 변동성과 불확실성을 초래하여

비즈니스 성장을 저해하고 투자를 저하시킬 것이다. 에너지효율 개선을 위한 시장 혁신 과정은 비용이 엄청나게 많이 들 뿐 아니라 극단적인 조치 단행으로 오히려 역효과를 가져올 수도 있을 정도의 많은 고통이 따를 것으로 예상된다. 이러한 위기를 겪은 후, 사람들은 이전의 관행에 기대려는 양상이 발생할 것이고 이에 따라 발전 속도도 매우 느리게 된다.

이러한 상황 속에서 패닉 상태에 빠질 경우 대응을 위한 규제와 법안 역시 성급하게 만들어질 가능성이 높으며, 이러한 법규는 비즈니스 투자를 저해하는 불확실성과 불안정성을 가중시키게 된다.

미흡한 지원과 늦은 대응(Too little too late)

이 시나리오에서의 저에너지 빌딩 개발 속도는 여전히 느리기 때문에 2050년이 되면 에너지 소비량이 현재 수준으로 되돌아갈 것으로 예상된다.

에너지 절감에 대한 논의는 활발하게 진행되고 있지만 이행은 제대로 이루어지지 않는 현재와 같은 상황이 지속될 경우 예측 가능한 미래의 모습을 동 시나리오는 보여준다. 이 경우 점점 더 많은 사람들이 에너지 절감의 중요성을 인식하기는 하지만 에너지 절감을 위한 실천행동은 여전히 미비하게 된다. 자발적 혹은 강제적 라벨링과 다른 규제를 통해 임시방편적인 조치로 어느 정도의 성과는 거둘 것으로 예상된다. 개인도 에너지 절약에 큰 기여를 할 수 있다는 점과 지속가능성에 대한 중요성을 점점 더 깨닫게 되면서 사람들의 행동 변화도 어느 정도 이루어질 것으로 기대된다. 또한 에너지 효율적인 빌딩에 대한 투자가 늘어나고 이에 필요한 기술개발도 가속화될 것이다.

이러한 변화는 몇몇 국가에서 일어날 것으로 예상되지만 이는 여전히 단편적이고 소규모로 이루어지기 때문에 근본적인 진화는 매우 힘들 것으로 보인다. 이렇게 더딘 소규모의 에너지효율 개선 노력은 점점 많아지는 빌딩 수와 증가하는 서비스 수준을 모두 반영하기에는 턱없이 부족하다. 기업의 입장에서 볼 때, 투자 기회 또한 너무나 파편적이기 때문에 핵심 투자 방향에 대한 갈피를 잡을 수 없게 된다.

시장혁신(Transformation of the market)

시장혁신 시나리오는 전 세계 빌딩의 대폭적인 에너지 절약을 달성할 수 있는 유일한 대안이다.

이 시나리오에서는 에너지 가격이 높긴 하지만 안정적인 수준으로 유지되어 사람들이 에너지 소비량 삭감의 필요성을 느끼고 이를 실행에 옮기려는 움직임이 점차 활발해지게 된다. 더욱 강화된 건축법이 신규 및 기존 빌딩에 시행되고 새로운 에너지 및 기후변화 관련 정책이 도입되며 새로운 설계 방식과 기술이 개발 및 적용되는가 하면, 다양한 신기술을 습득하고 새 재정체제도 등장한다. 궁극적으로 이 시나리오에서는 빌딩에너지절약 지침요건들이 점점 강화되어 동 부문에서 더 높은 성과를 달성하도록 요구한다. 이러한 변화는 기후변화로 인해 발생하는 경제적, 사회적, 환경적 위협에 대처하기 위한 체계적이고 전사적인 접근 방식으로 이루어진다.

에너지의 중요성에 대한 올바른 이해와 인식이 전세계로 확산되어 행동의 변화를 촉발시키고 에너지효율 기술과 관련 모범 사례도 전세계적으로 증가하게 된다. 이러한 시장혁신 시나리오가 전개된다면 에너지와 빌딩부문 전반에 대한 가장 확실하고 지속적인 비즈니스 기회 또한 창출될 것이다.

에너지 서비스 및 영향

본고는 에너지사용 및 에너지효율에 초점을 두며, 이는 자원 사용의 최소화라는 EEB 프로젝트의 최우선적 목표에 기초한다. 그러나 일반적으로 에너지는 그 자체보다는 다양한

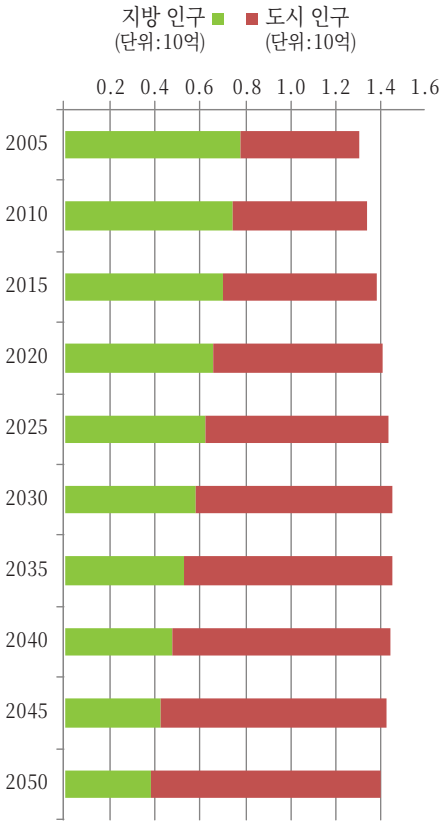
활용가치로 인정을 받는다. 즉, 사람들은 “에너지 자체만을 더 많이” 원하는 것이 아니라 그러한 에너지를 통해 얻을 수 있는 냉·난방, 조명, 통신 등의 서비스에 관심을 가진다.

다시 말해, 에너지 사용량이 줄어들더라도 제공되는 에너지 서비스 수준만 동일하게 유지된다면 사람들이 여전히 만족할 것이라고 해석할 수 있다. 그러나 에너지 자체가 큰 가치를 지니고 있는 것이 아니기 때문에 빌딩 소유주나 운영자에게 에너지절약 문제가 상대적으로 중요한 사안으로 다가가지 않을 수 있다는 점도 간과해서는 안 된다.

빌딩 내 총 에너지 사용량은 세 가지 거시적 요소, 즉 인구 규모, 1인당 빌딩 면적(㎡), 빌딩 1㎡당 에너지에 의해 결정된다. 이를 공식화하면 다음과 같다.

총 에너지 사용량 = 인구 x 1인당 공간 x 1㎡당 소요에너지

그림 3
중국 도시 및 지방 인구 전망



상기 3대 요소들은 몇 가지 동인에 의해 직접적인 영향을 받고 경제활동과 다양한 정부정책에 의해 간접적인 영향을 받는다.

주요 직접 동인으로는 인구 통계, 사회·문화적 동향, 빌딩 및 설비 설계, 기후를 들 수 있다. 문화적 요소는 허용 가능한 안락 수준(comfort level)을 결정하는 데 영향을 미친다. 사회적 동향은 가구 규모에 영향을 미치므로 바닥면적과 결과적으로 1인당 에너지 소비량에도 영향을 미친다. 예를 들어, 인구 고령화와 라이프스타일 변화로 1인 가구의 비율이 늘어났다. 도시화가 진행되면 단독주택보다 에너지효율이 높은 공동주택이 더욱 많이 생기게 된다. 특히 개발도상국의 도시화에서 이러한 양상이 뚜렷하게 나타난다. 그러나 국가가 점점 잘 살게 되면서 사람들이 도시를 떠나 도시 외곽 지역으로 옮겨가는 분위기가 조성될 경우에는 이러한 동향이 정반대로 나타날 수 있다.

경제 여건과 환경은 인구 이동에 영향을 미치며 근본적인 번영을 결정한다. 이는 동유럽에서 서유럽으로의 인구 이동 현상과 중국의 경기 침체로 많은 공장이 문을 닫게 되자 노동자들이 지방 또는 시골로 대거 귀환한 점을 미루어 보아도 잘 알 수 있다.

한편, 기후는 에너지 서비스, 특히 냉난방 수요에 영향을 미친다. 빌딩 설계와 설비 선택은 필요한 에너지수준을 결정한다.

이러한 다양한 요소가 복합적으로 작용하여 두 가지 뚜렷한 추세가 나타나게 되었고 이는 심각한 수준의 빌딩 에너지 소비량 증가를 초래했다.

- 개발도상국가의 인구성장, 부의 축적 및 도시화 가속

  - 중국의 사무실 공간은 2000년에서 2020년 사이에 현재 미국 내 사무실 공간의 두 배로 늘어날 것으로 예상된다.[8] 또한 2005년 기준으로 40% 미만이었던 도시 인구가 2030년까지 약 60%로 증가할 것으로 전망된다.

  - 도시 거주, 임금 증가, 이용가능한 기술 증가 등은 특히 난방 및 온수 급탕, 가전기기, 설비와 관련된 주거 빌딩의 에너지 사용에 큰 영향을 미친다*(그림 3)*.

- 선진국 내 비효율적인 빌딩군, 그리고 서비스·가전기기의 사용 증가

  - 선진국의 경우, 에너지효율 규제가 시행되기 전에 지어진 오래된 빌딩들은 2050년에도 계속 사용될 것이다. 일례로 프랑스의 경우, 온도 관련 규제가 처음 도입된 1975년 이전에 지어진 빌딩은 2050년이 되어도 전체 빌딩 수의 50% 이상을 차지할 것으로 예상된다.

  - 1990년 선진국 기준, 가전기기는 가정 에너지 사용량의 16% 정도만을 차지한 반면 2005년에는 가전기기의 에너지효율 증가에도 불구하고 21%로 증가했다*(그림 4)*.[9]

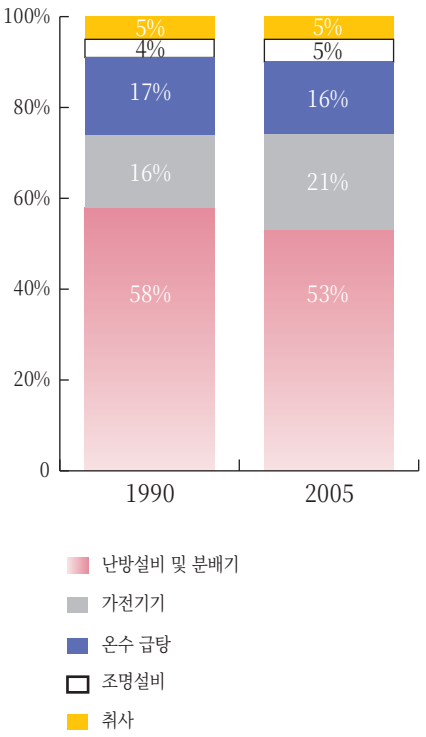
빌딩부문의 에너지절감 목표량

대부분 국가에서 빌딩 내 에너지 소비는 1차 에너지의 30~40%[10]를 차지한다. 지속가능하지 않은 에너지의 증가 현상은 전세계 인구 증가(2050년까지 2000년 대비 50% 증가 예상)와 삶의 질 향상으로 인한 1인당 에너지 사용량 증가에 기인한다. 우리에게 주어진 가장 큰 과제는 개발도상국 내 인구증가 및 생활수준 향상을 아우름과 동시에 전 세계에 걸쳐 지속가능한 미래를 창출하는 것이다.

IEA는 2050년까지 전 부문의 탄소 배출량을 BAU 대비 77% 혹은 48기가톤 감축할 것을 촉구하고 있다*(그림 5)*. 직·간접적 배출량을 고려할 때 48기가톤 중 빌딩부문이 차지하는 배출량은 대략 18.2기가톤 정도이며, IEA는 빌딩부문의 에너지효율 노력을 통해 8.2기가톤의 직접 감축이 가능하다고 전망하고 있다. 물론, 지형 특성, 기후, 경제 상황, 문화 양식 등에 따라 개별 빌딩 혹은 유형별 요구되는 감축 비율은 절대 목표량과 상당한 차이가 있을 수 있다. 빌딩 내 탄소 배출량은 또한 현지 재생에너지 활용, 에너지효율 기술 채택 등을 통한 전력생성에 의해 저감될 수도 있으며, 이럴 경우 IEA가 요구하는 8.2기가톤 이상의 저감효과를 달성할 수 있다.

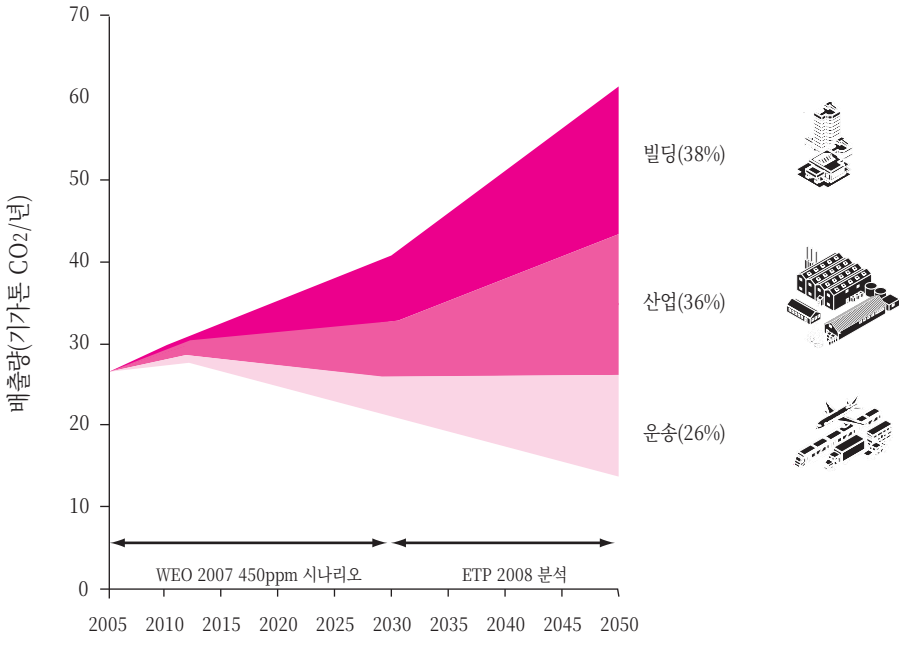
현재와 같은 추세라면 EEB 조사 대상국의 일부인 브라질, 중국, 인도의 경우 UN에서 정의한 "고속 개발 수준(Level of High Development)"에 육박할 것으로 보인다. 그러나 인도를 제외한 모든 EEB 조사 대상국의 빌딩 내 에너지소비 수준이 IEA 목표를 달성하기 위해

그림 4
19개 국가 내 가전기기 사용량 증가율



(출처: Worldwide Trends in Energy Use and Efficiency, 2008, IEA)

그림 5
빌딩부문의 에너지절감 목표량: 빌딩부문은 2050년까지 총 탄소배출 감축량의 17%를 책임져야 한다.
(출처: Energy Technology Perspectives 2008, IEA 2008)



필요한 수준 이상을 넘을 것으로 예상된다*(그림 6)*. IEA 목표치를 달성하려면 2050년 1인당 평균 빌딩 에너지 소비량이 6개의 EEB 조사 대상국의 현재 평균치보다 낮은 수준이 되어야 한다. 이는 즉, 향후 인구증가를 감안할 시 EEB 조사 대상국의 경우 빌딩 내 에너지 소비량을 평균 60% 감축해야 하고[11] 미국과 같은 에너지집약적 국가들은 2050년까지 BAU 대비 80% 삭감해야 함을 의미한다. 갈수록 높아지는 삶의 질과 BAU 에너지사용 패턴을 고려할 때, 이러한 수준의 감축은 엄청난 도전과제가 아닐 수 없다.

빌딩부문의 에너지소비 관련 두 번째 시나리오인 "미흡한 지원과 늦은 대응(Too little too late)"은 점진적인 에너지효율 개선이 계속된다 하더라도 빌딩 에너지 수요의 증가를 상쇄시키기에는 턱없이 부족하기 때문에 총 에너지 소비량의 필수 감축 목표치를 달성할 수 없을 것으로 판단된다.

빌딩부문의 경우 이러한 감축 목표 달성에는 상당한 시간이 소요되므로 이에 대한 조속한 대처 방안 수행이 요구된다. 자동차와는 달리 빌딩은 그 수명이 수십 년이나 되고 일부 국가에서는 몇 백 년 이상 지속되는 경우도 많다. 한 국가의 차량 전체를 완전히 개량하여 새로운 기술을 도입하고 효율을 개선하는 데에는 약 12년이 소요되는 반면, 현재 세워진 빌딩은 21세기 말까지 계속 존재할 가능성이 매우 높다. 따라서 점진적인 개선을 통한 BAU로는 목표치를 달성하기가 힘들다. 이러한 이유 때문에 우리는 빌딩부문의 혁신(transformation)을 통한 에너지자립율 100%의 넷제로에너지 빌딩이 절실한 것이다.

그림 6
지속불가능한 개발 2050 (Unsustainable Development 2050)

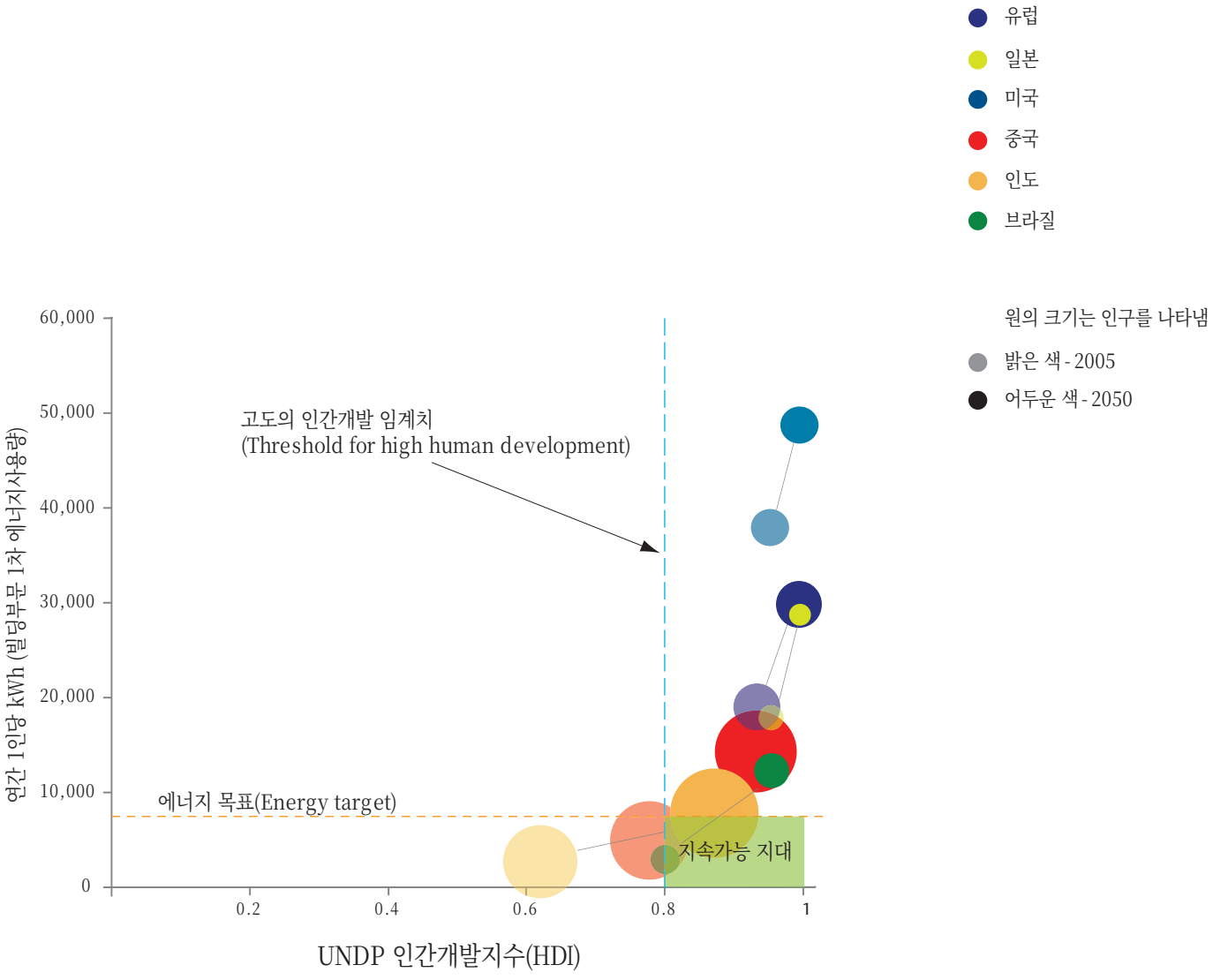
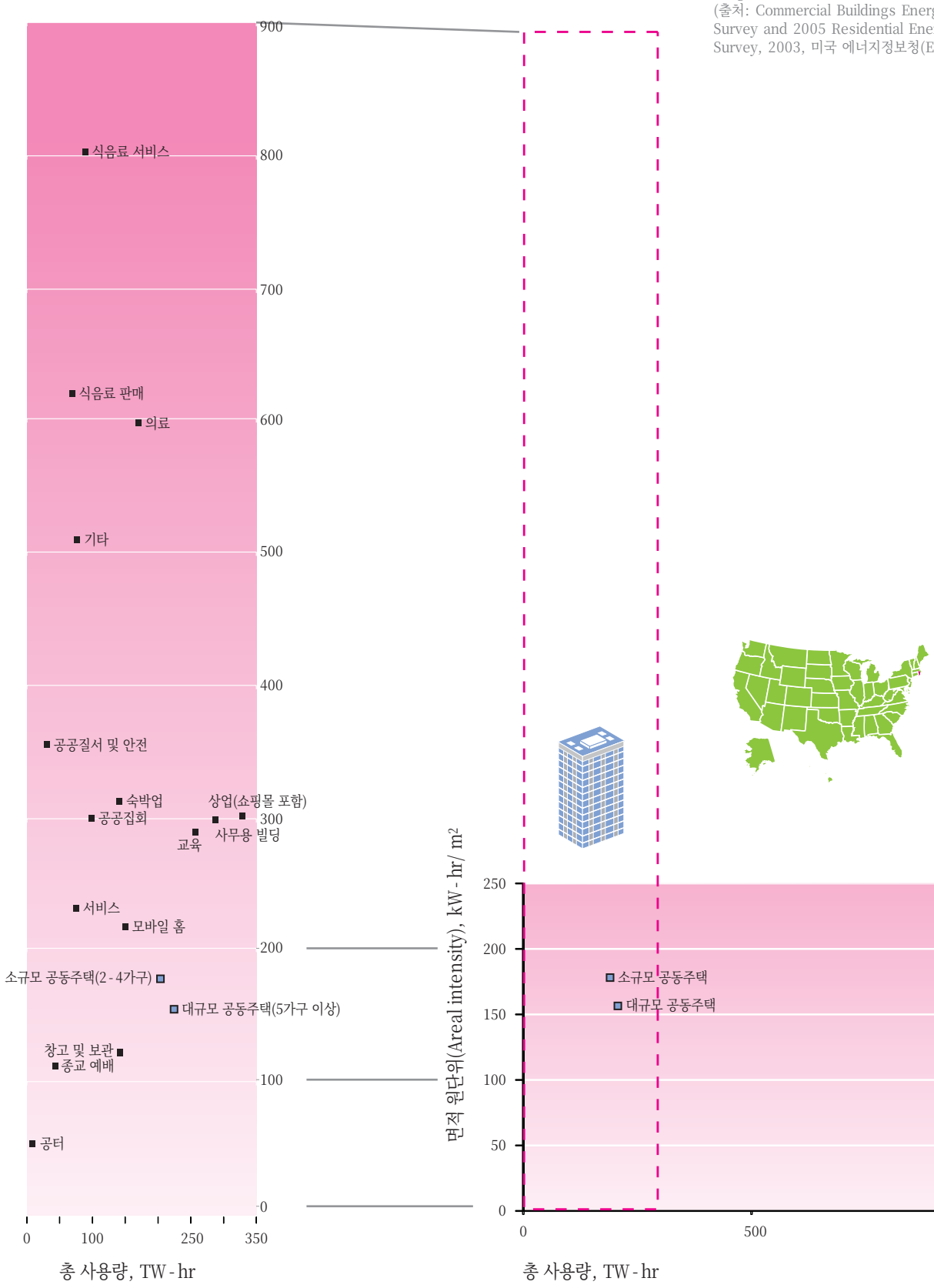


그림 7&8
미국 상업 및 주거용 빌딩의 단위 면적당 에너지원단위(energy intensity)와 총 에너지사용량(total energy usage)의 비교
(출처: Commercial Buildings Energy Consumption Survey and 2005 Residential Energy Consumption Survey, 2003, 미국 에너지정보청(EIA))



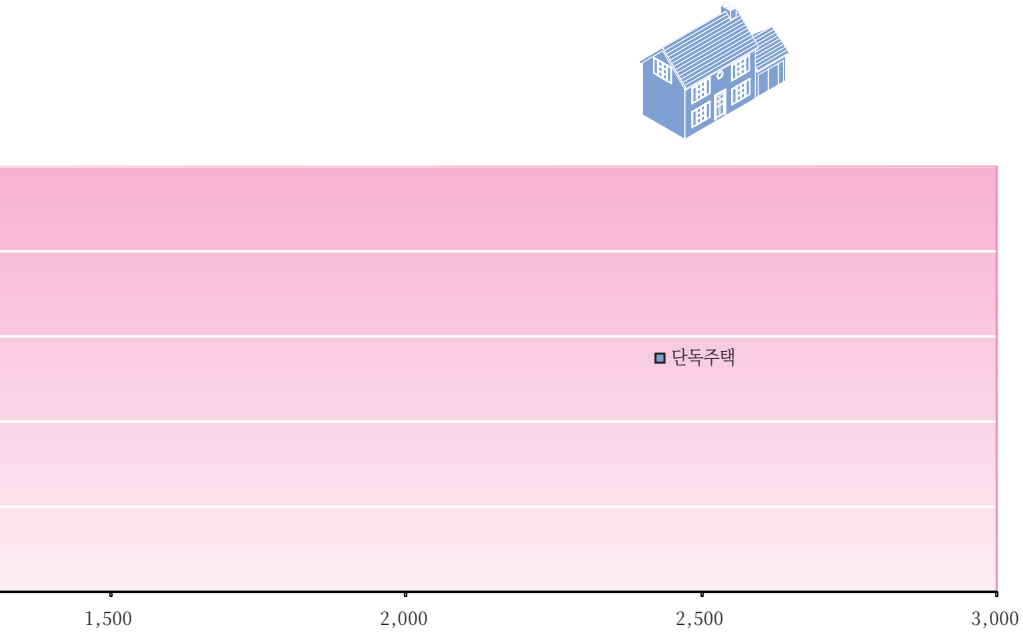
세분화된 'bottom-up' 접근법의 필요성

빌딩부문은 빌딩 내 에너지 소비가 국가, 기후대 그리고 빌딩 유형에 따라 크게 달라지는 복합적인 부문이다.

빌딩 내 에너지 사용에 관한 의사결정의 특성을 살펴보면 경제 전반의 데이터와 분석을 토대로 "하향식(top-down)"으로 처방을 전달하는 것이 아니라, "상향식(bottom-up)" 접근법을 채택하여 에너지효율을 저해하는 장애요인들을 철저히 파악하고 이를 극복하기 위해 다각적인 노력을 펼치는 것이 중요하다는 것을 알 수 있다. 이러한 상향식 분석은 유형별 빌딩의 에너지사용 특성을 바탕으로 모든 빌딩에 대해 빠짐없이 실시해야 할 것이다.

이번 프로젝트에서 우리는 총 에너지 사용량 측면에서 가장 높은 비중을 차지하고 있는 주거용(단독주택, 공동주택으로 구분), 사무용, 상업용(소매) 빌딩에 초점을 두기로 했다. 이러한 세 유형의 빌딩에서 소비되는 에너지량은 본 프로젝트에서 다루는 6개국의 빌딩 내 에너지 사용량의 절반 이상을 차지하고 있다. 식음료 서비스 부문과 같은 기타 유형의 빌딩은 다른 용도의 빌딩보다 더 에너지 집약적인 경향이 있지만 전체적으로는 그리 많은 에너지를 사용하지는 않는 것을 알 수 있다*(그림 7&8)*.

본 조사에서는 빌딩 유형별로 직접적인 관련이 있는 정책, 건설 옵션, 재정 및 행동을 고려하고, 동 분석을 토대로 모든 빌딩에 적용될 수 있는 공통의 주제를 모색하였다. 빌딩 유형별 하위부문에 대한 분석은 다음 장에서 설명하였다.



빌딩 내 혁신을 위한 해결과제

현재 우리에게 필요한 빌딩에너지 관련 성과들은 단지 시장을 통해서는 일구어낼 수 없다. 이러한 시장력에 효과적인 규제 환경과 근본적인 행동의 변화가 추가되어야 한다. 저에너지 빌딩이 계속되는 인간 개발의 핵심적인 요소인 이유를 제대로 이해하기 위해서는 다음과 같은 주요 질문에 대한 해답을 찾아내야 한다.

1. 에너지가 어떻게 어디에 사용되는지를 사람들에게 널리 알리기 위해 필요한 빌딩 내 에너지소비에 대한 투명성은 어떻게 개선할 수 있는가?
2. 에너지효율이 뛰어난 기업이나 부문에 혜택을 주고 그렇지 않은 경우에는 페널티를 적용하는 인센티브는 어떻게 개발할 수 있는가?
3. 신기술 개발 및 상용화에 드는 비용을 마련하는 방법에는 무엇이 있는가?
4. 초기비용 장벽을 극복하고 에너지효율 투자를 막는 단기적인 투자 안목을 넓히는 방안은 무엇인가?
5. 재정체제, 신기술, 행동에 관한 혁신 및 모범사례를 효과적으로 홍보하고 널리 알리는 방안은 무엇인가?
6. 사람들에게 저에너지를 생활화하는 사고방식을 심어주어 현대 라이프스타일의 일부이자 경쟁력의 원천이 되도록 하려면 어떻게 해야 하는가?
7. 빌딩 사용자는 물론 빌딩부문의 모든 사람의 행동 및 태도 변화를 꾀하려면 어떻게 해야 하는가?

제2장. 주거·사무·상업용 빌딩: 유형별 분석

에너지 영향에 대한 이해를 돕고 혁신(Transformation) 달성에 장애가 되는 요인들을 극복하기 위하여, 우리는 6개 조사대상국에서 전체 빌딩 에너지 소비량의 50% 이상을 차지하는 4개 주요부문의 특성을 분석하였다.

이번 장에서는 이러한 세부 분석 내용과 모델링을 설명하고자 한다. 여기에는 프랑스(단독주택), 중국(공동주택), 일본(사무용 빌딩)에 대한 사례연구 요약이 포함되어 있다. 더불어 현재와 같은 조건에서의 2050년 에너지추세 및 '혁신' 이후 예상되는 변화를 포함한다. (모델에 대한 설명은 21쪽 그림 참조)

장애요인을 파악한 후, 우리는 각 빌딩유형에 대한 권장 방안을 수립하였다. 동 보고서 마지막 장에 기술된 글로벌 권장방안은 이를 토대로 한 것이다.

인센티브 분할

직접 소유분을 제외한 전 빌딩 유형에 걸쳐 드러나는 가장 두드러진 장애물은 '인센티브 분할(split incentives)'이다. 이는 에너지절감에 따른 혜택이 실투자자에게 돌아가지 않는 것을 의미하며 주거용 빌딩과 상업용 빌딩 모두에 해당된다. 예를 들어 건물주가 빌딩 에너지효율성 향상을 위한 투자를 하고자 할 경우 이에 따른 에너지비용 절감 혜택은 건물주가 아닌 실사용자가 누리게 된다. 다시 말해 임대료 상승을 기대하는 것 외에는[12] 건물주는 자신이 단행한 투자에 대해 직접적인 인센티브를 받을 수 없다. 한편 건물주가 에너지세를 부담하는 경우에는 세입자의 에너지절약 노력이 소용이 없게 된다. (아래 표1은 이러한 인센티브 분할을 요약한 것이다)

에너지 사용에 대한 세금을 세입자가 직접 지불하지 않는 경우 등 건물주와 세입자 관계는 공과금 납부 방식에 따라서도 복잡해진다. 많은 사람들이 거주하고 생활하는 아파트나 사무실의 상당수는 개별 난방시스템이나 개별 에너지 소비를 측정할 수 있는 계량기를 구비하고 있지 않다. 단위면적과 같은 특정 기준에 따라 일괄적으로 책정된 난방비가 임대료에 이미 포함되어 있는 경우도 있으며, 이 경우 세입자는 에너지 절감에 따른 혜택을 받지 못하게 된다. 세입자가 본인의 실사용량에 따라 난방비를 부담하게 된다면 무려 10~20%[13]의 에너지 절감을 거둘 수 있다.

표 1
에너지투자 및 절약에 따른 인센티브 분할

	결과	
에너지사용료 납부자	건물주	세입자
건물주	투자에 대한 인센티브 발생	에너지 절감에 대한 인센티브 없음
세입자	투자에 대한 인센티브 없음	에너지 절감에 대한 인센티브 발생

EEB 모델

EEB 정량화 시뮬레이션 모델은 빌딩부문 에너지분석에 있어 기존과는 다른 접근방법을 취하고 있다. 이는 다양한 설계 및 건설 옵션에 당면한 의사결정자들의 행동반응을 시뮬레이션 함으로써 금융, 기술, 행동양식, 정책 패키지가 얽혀있는 상황에서의 시장 반응을 예측할 수 있다.

이 모델은 약 2천만 개 부동산을 상대로 에너지사용량을 분석했다. 이는 2050년에는 3천만 개 정도로 늘어날 것으로 예상되며 24개 에너지관련 빌딩의 하위시스템에 대한 500여 개의 잠재 건축 옵션들이 고려되었다. 그림 9는 동 모델을 간략하게 표현한 것이다.

의사결정에 대한 시뮬레이션은 이용 가능한 옵션의 순현재가치(NPV)를 비교함으로써 수행되었다. 이는 금융평가기준 및 기본 시나리오의 경우 초기 비용을 최저 25%로 제한하였을 때를 기준으로 하였으며, 추정치는 대안 시뮬레이션에 따라 달라질 수 있다. 동 모델은 5년이라는 투자 기간 동안의 순현재가치를 산정하고 있다. 또한, 보다 장기간에 걸쳐 투자 회수를 지원받을 수 있는 완화된 평가기준과 금융 모델의 효과성을 측정하기 위하여 10년, 20년으로 투자 기간(time horizon)을 늘려보기도 했다.

각 하위시장에는 '참조 사례(reference cases)'를 통해 다양한 빌딩과 에너지조합을 반영할 수 있도록 하였다. 필요한 빌딩 데이터 베이스느 EEB와 공동작업을 진행한 4개 유수대학들에 의해 구축되었다.[14] 각 참조 사례, 잠재 설계 및 건축 패키지에 따르는 에너지소비는 상용 에너지분석도구를 사용하여 산정되었다. 그리고 각 옵션은 지장 데이터와 비용 전문가의 의견을 고려하여 책정하였다.

동 모델은 빌딩 내 에너지사용에 관련된 모든 시스템을 고려하고 있다. 에너지효율 옵션에는 빌딩 외피 시스템, 조명, 난방, 환기, 냉방, 가정용 온수기 및 가전기기 등에 대해 기존에 존재하거나 계류 중인 개선 방안이 포함되어있다. 현장 전기발전에 대해서는 태양광 시스템을 1차적으로 고려하였다.

또한 동 모델은 5년의 시간차를 두고 2050년까지의 결과를 예상하고 있으며, 이는 동기간 빌딩부문 순성장예상치와 각 설비 아이템별 수명에 따른 교체율을 감안한 결과이다. 그 결과는 다음과 같다.

- 전체 및 순에너지소비량(1차 및 현장 수준)과 CO_2 배출량(빌딩별 기준 및 하위시장 전체 기준), 현장에너지 발전설비 포함
- 투자 및 운영비용(가구별 기준 및 하위시장 전체 기준)
- 해당 시나리오 정책 관련 대출, 보조금, 세금
- 총 정책비용
- 비즈니스 기회

하위시장에 대한 모델과 시뮬레이션에 대한 자세한 내용은 EEB 웹사이트(www.wbcsd.org/web/eeb.htm)에서 확인 가능

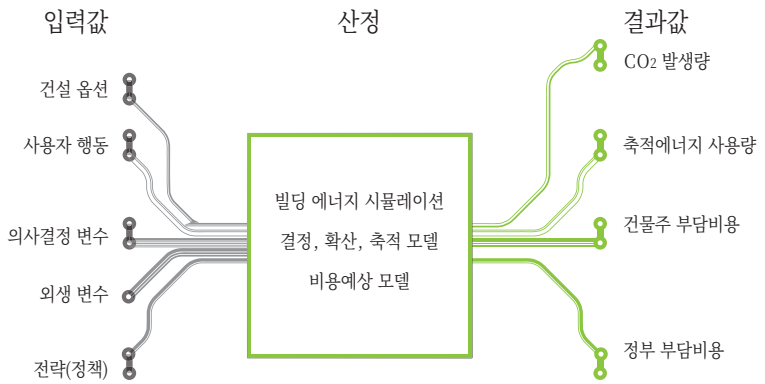


그림 9
EEB 모델 개요

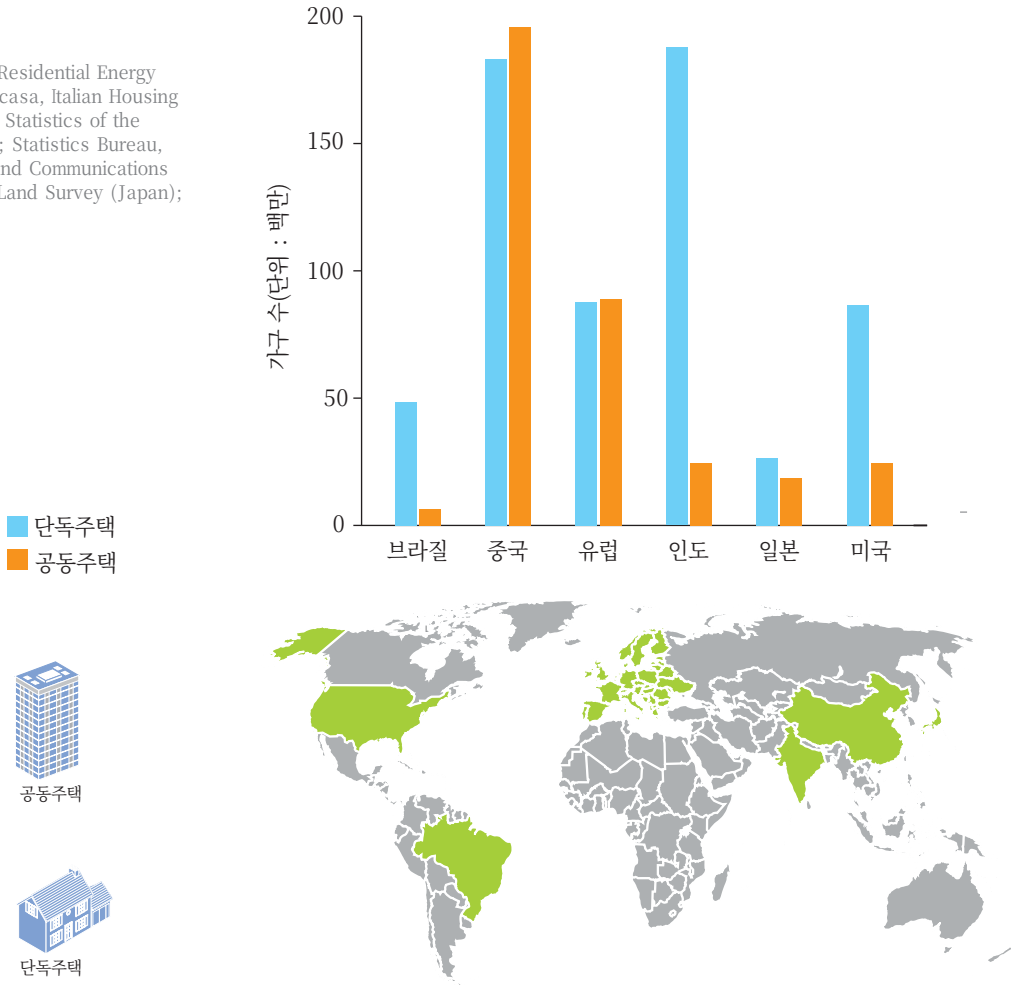
주택부문

6개 EEB 국가 내에서 주택부문에서 소모되는 에너지는 상업용 빌딩부문에 비해 훨씬 많다. 소유권 분산 문제는 이 부문에 있어 가장 큰 난제로 자리잡고 있다. 지방정부 관계자가 관리하는 공공주택군을 제외한 나머지 부문에서 개별 의사결정자들은 에너지 사용에 대한 책임의식이 상대적으로 매우 낮기 때문이다.

우리는 구체적인 에너지 영향과 장애 요인들을 파악하기 위해 단독주택을 공동주택과 구분했다. 단독주택은 브라질, 인도, 미국에서 압도적으로 많이 나타나는 주거 유형이며, 다른 국가의 경우 공동주택과 그 비율이 유사했다*(그림 10)*. 이러한 비율은 다음과 같은 대조적인 추세에 따라 변화가 예상되기도 한다.

- 인구가 증가하면 부지 이용 효율을 높이기 위해 공동주택의 수가 늘어날 것이다.
- 도시화가 가속화되면 도시의 부지 부족으로 공동주택 형태로 살아가는 경우가 더 많아질 것이다.
- 소득이 높아진 사람들의 경우 단독주택으로 이사하려는 경향이 짙어지기 때문에 경제성장 요인은 위와는 반대의 영향을 미친다.
- 인구 노령화는 노동 인구 비율을 낮추고 독신 가구 비율을 증가시킨다.

그림 10
가구 수
(출처: US DOE EIA (2005), Residential Energy Consumption Survey; Federcasa, Italian Housing Federation (2006), Housing Statistics of the European Union 2005/2006; Statistics Bureau, Ministry of Internal Affairs and Communications (2003), 2003 Housing and Land Survey (Japan); EEB core group research)



예를 들어, 중국 도시지역의 평균 가구 수는 1990년 350만에서 2006년 295만으로 감소했고, 같은 기간 1인당 연간국민소득은 1,516위안에서 12,719위안으로 대폭 증가했다.[15] *(그림 11)*

에너지소비

주택부문에서의 에너지소비는 모든 국가에서 증가세를 보인다. 이는 주택의 크기가 커지고 안락함에 대한 기대 수준도 높아졌으며 가정용 가전기기 수도 늘어났기 때문으로 짐작된다. 선진국의 경우, 공동주택은 단독주택보다 에너지사용량이 적다. 그 첫 번째 이유로는 에너지 손실과 이득을 제한하는 벽과 지붕 공간이 더 적다는 것이고, 다른 이유로는 바닥 공간이 더 적기 때문에 냉난방 공간이 더 적은 점이 꼽힌다. 협소한 규모는 단위면적(평방미터)당 에너지소비가 높다는 것을 의미하기도 하지만, 미국에서 실시된 조사 결과에 따르면 일반 아파트의 연간 에너지사용량은 단독주택의 절반 정도에 불과한 것으로 나타났다*(표 2)*. 단독주택은 모든 주요 에너지사용 부문에서 높은 수치를 보이는 것으로 조사되었다.

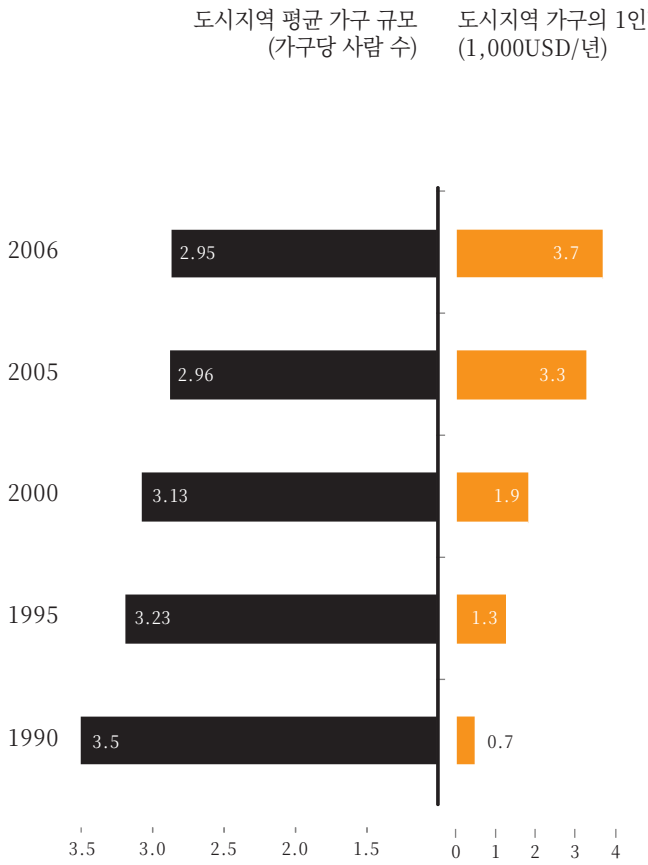


그림 11
중국의 현황 - 가구 규모는 축소되고 소득은 증가

참고

- 평균 가구(세대원 수) 규모는 2.4명(서유럽) ~ 5.2명(인도 지방)으로 다양
- 인도의 경우, 방이 2개 미만인 주택이 전체의 70%

표 2

평방미터 당 미국가구의 에너지 사용량 및 원단위 (출처: US Energy Information Administration (2005), Residential energy consumption survey)

	아파트	단독주택
총 소비(TWh)	264	2,285
가구당 소비(KWh)	15,760	31,730
1인당 소비(KWh)	7,740	11,630
평방미터당 소비(KWh)	212	126

에너지 사용은 문화, 기후, 부의 축적 정도에 따라 크게 달라진다*(그림 12)*. 특히 유럽과 중국 북부에서는 난방에, 일본에서는 온수 급탕에 많은 양의 에너지를 사용하고 있다. 인도 지방에서는 전기가 공급되지 않는 다른 수많은 개발도상국과 마찬가지로 취사에 주로 에너지를 사용하고 있는 것으로 나타났다(대부분 바이오매스 사용). 개발도상국에서 소득이 증가한다는 것은 곧 기본 설비, 가전기기 및 전기제품에 대한 에너지 사용이 늘어난다는 것을 의미한다.

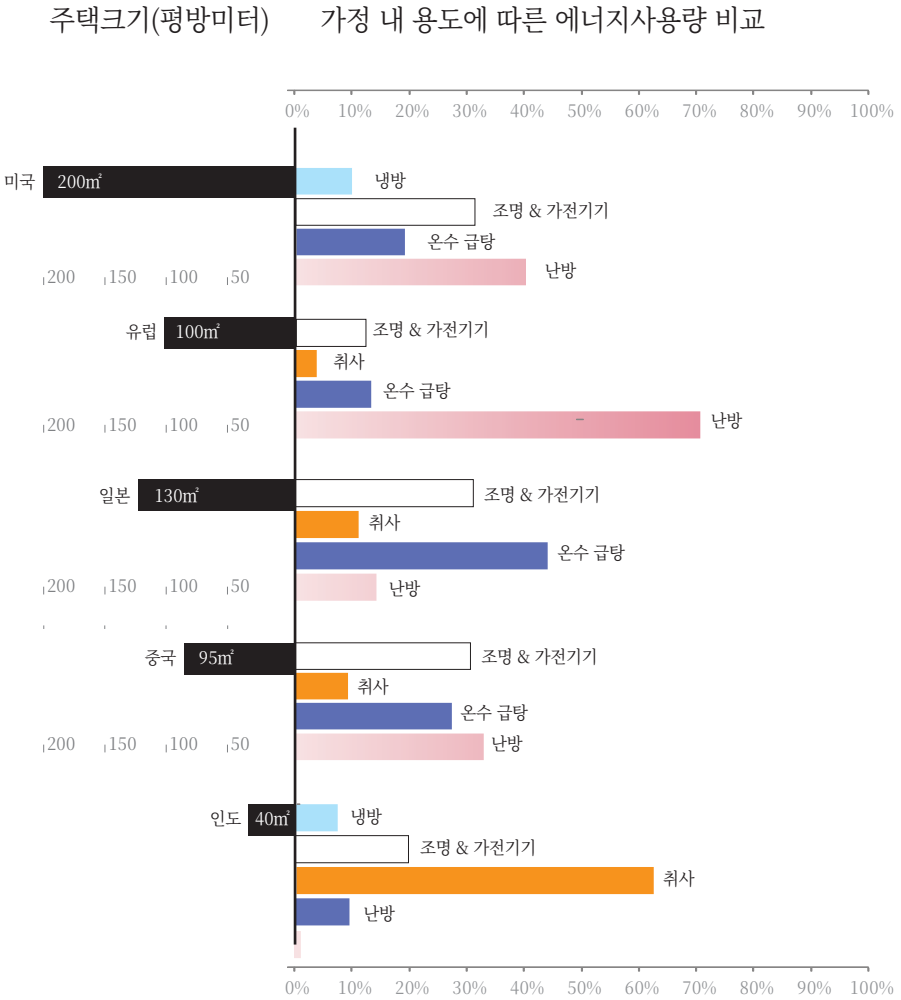


그림 12

EEB 국가간 주택크기와 가정에너지 사용용도에 나타나는 큰 격차

대다수의 국가에서 에너지규제가 시행되기 이전에 세워진 빌딩은 2050년의 주거용 빌딩의 절반 정도를 차지하게 될 것으로 예상되며, 유럽의 경우 현존하는 주택의 50%가 1975년 이전에 지어졌다*(그림 13)*.

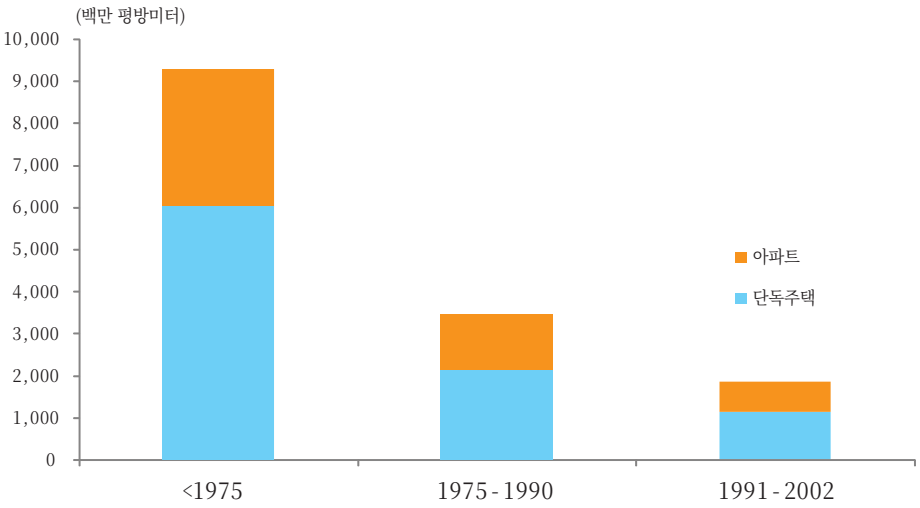
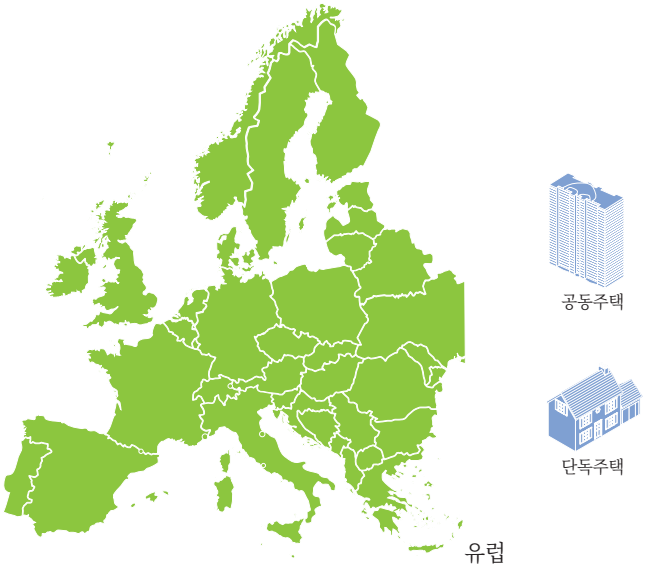


그림 13
유럽 내 주택의 대부분은 오래된 건물



단독주택(Single family homes)

단독주택은 건물 개수, 1인당 면적, 에너지 소비 및 CO_2 배출량 등에서 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 주거부문에 있어 대부분의 시장에서 가장 크게 자리잡고 있는 것이 바로 단독주택이다. 부의 축적에 따라 더 크고 시설이 더 잘 갖춰진 단독주택을 선호하는 사람들이 늘어나고, 결과적으로 눈에 띄는 감축 노력도 없이 에너지 사용량은 실질적으로 증가하게 된다. 단독주택의 경우 자가보유율이 높기 때문에(일부 국가의 경우 최대 90%) 인센티브 분할이라는 문제가 중요한 요인이 되지 않는다. 다시 말해 에너지절감에 대한 조치가 매우 효과적으로 작용할 수 있다*(그림 14)*.

주택의 규모는 국가별 차이가 가장 큰 요소 중 하나이다. 미국 내 주택 규모는 다른 국가들에 비해 압도적으로 큰 반면 인도의 주택은 가장 작은 것으로 나타났다*(그림 12)*.

에너지특성

선진국에 사는 사람들의 에너지 사용량은 개발도상국의 그것에 비해 훨씬 높다. 이는 상대적으로 큰 주택, 안락함에 대한 높은 기대 수준, 많은 가전기기 수에 기인한다. 일본에서는 주택 내 전체공간이 아닌 방 하나만 난방을 하기 때문에 현저히 낮은 에너지 소비를 보여주고 있다. 또한 개발도상국가의 에너지 소비는 경제가 발전할수록 늘어나는 양상을 보인다.

행동양식의 변화 또한 에너지 사용량 증가를 초래한다. 이는 특히 한랭기후대의 난방 부문에서 두드러지게 나타나고 있다. 한 예로 지난 10년 간 영국에서는 실내 온도가 3℃ 높아짐으로서 결과적으로 난방에너지 소비가 20% 증가하였다.

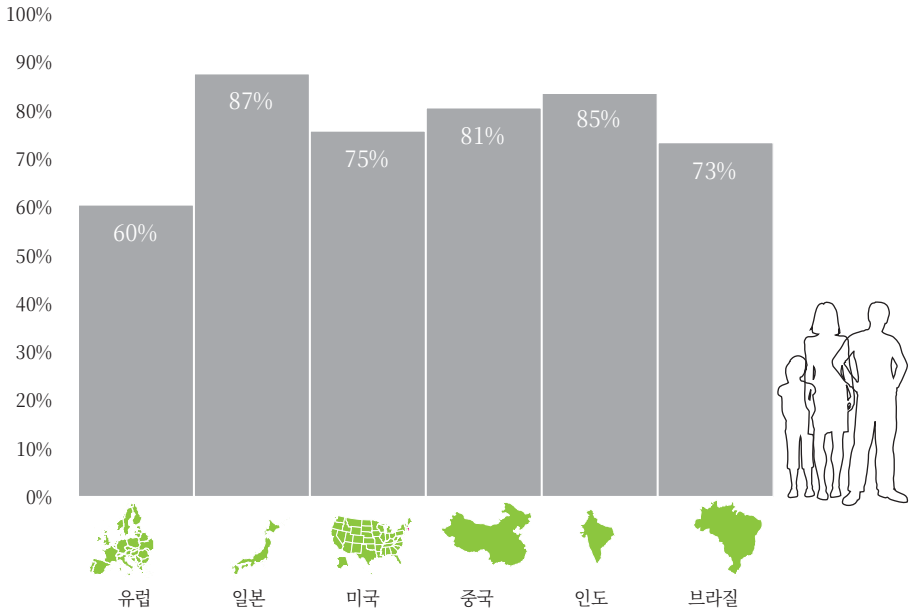


그림 14
EEB 조사대상국의 높은 단독주택 보유율

에너지 사용 절감을 저해하는 장벽

유럽

유럽지역 주택부문이 당면한 가장 큰 과제는 비효율적이고 노후된 주택의 개보수 문제이다. 주택 소유주는 에너지 저감보다는 경제적 옵션 및 안락함과 심미적 요인에 크게 영향을 받는다. 가령 프랑스에서 널리 유행하고 있는 태양열 집열판 설치 움직임은 신재생에너지 사용에 적극적으로 참여하는 의지를 드러내는 것일 뿐 아니라 이것이 사람들에게 패셔너블해 보이고 에너지 공급업체로부터 상당한 관세지원을 받을 수 있기 때문임이 드러났다. 비슷한 맥락으로 세금 환급 지원을 통해 초기비용이 줄어들면서 창호 교체 작업이 널리 퍼지기도 했다. 하지만 창호 공급업체에 따르면 대부분의 주택 소유주들은 에너지절약보다 주택 외관 개선에 더 큰 관심이 있다고 한다. 이러한 개선으로 차음과 단열효과를 볼 수는 있으나 열 손실률은 10%까지밖에 감축시키지 못한다. 이는 외벽 및 지붕이 30%까지 감축할 수 있는 것에 비하면 높은 수치가 아니다.

적절한 '솔루션'의 부재는 주택 소유주 개인에게 특히 큰 영향을 미친다. 사람들은 자신들의 특정 환경에 적합하면서 쉽게 알아볼 수 있는 에너지효율 솔루션을 필요로 한다. 따라서 효율성을 보장하면서 관련 정보, 조언, 숙련된 설치기술자 등이 포함된 솔루션을 제공할 수 있어야 한다.

현재의 리모델링 시장을 에너지효율 시장으로 전환하는 데에 있어 존재하는 장벽은 다음의 두 가지와 같다.

- 개보수를 위한 단일화된 창구(one-stop shops) 부재; 사람들은 각 옵션, 가격, 공급업체에 관한 관련 정보를 어디서 얻을 수 있는지 모르고 있음
- 전체적인 투자 이익보다는 초기비용에 근거한 주택소유주의 의사결정과정

신흥국가

신흥국가의 경우 부적절한 재정 지원방식과 더불어 미흡한 규제 또는 시행 소홀이 가장 큰 문제로 자리잡고 있다. 현재 중국의 건축 규제는 효과적으로 시행되고 있다고 보기 어렵다. 브라질에서는 무려 75%에 이르는 단독주택이 비공식 업체에 의해 지어진 것으로 추정된다.

또한 에너지효율보다는 사람들에게 제대로 된 주택을 제공하는 것이 우선적으로 다루어야 할 과제이다.

일본과 미국

비교적 신축 건물의 비율이 높은 국가들로, 특히 미국에서는 계속되는 인구 증가로 인해 이 수준은 한동안 유지될 것으로 보인다. 문제는 이용 가능한 기술적 해법의 상용가능성과 이를 대규모로 시행할 수 있는 역량 유무에 있다. 신규 단독주택부문에 존재하는 하위시장이 천차만별이라는 점 또한 에너지효율 표준화를 저해하는 요소로 꼽힌다.

미국 내 1인당 에너지 소비는 가전기기 및 기타 전기제품 사용 확산에 따라 매우 높은 편이다. 주택 건축법은 각 주(州) 및 지역 단위로 적용되며 일반적으로 건물 외피에 대한 에너지효율 요건을 포함하고 있다. 일부 주는 주택 건축법규를 갖추지 않고 있으며, 요구사항이 있더라도 체계가 갖추어지지 않은 채 파편적이기 때문에 무수한 건설 관행을 낳고 있으며 건축 장비 또한 천차만별이다. 따라서 건축 관련 규제를 강화하고 의식과 행동 변화를 모색하는 것이 급선무이다.

일본은 높은 에너지 효율성을 자랑하며 단독주택의 에너지 소비도 상대적으로 낮다. 하지만 건물 수명이 30년 정도에 불과한 것으로 나타났다. 그리하여 동 국가에서는 허물고 신축하는 것 대신 개보수를 통해 주택의 수명을 늘리는 방법을 목표로 해야 한다.
아울러 에너지효율이 높은 온수급량 설비물 구비하여 가정 내 에너지 소비를 줄이는 방안도 고려해야 한다.

참고

EEB 국가 내 단독주택의 특성

- 주거용 빌딩군의 50~90% 차지
- 총 주거용 빌딩 에너지의 2/3 이상 소비
- 빌딩부문 전체 CO_2 배출량의 40% 이상 차지

단독주택 사례-프랑스

프랑스의 단독주택부문 에너지 소비는 유럽의 평균 수준이다. 국내총생산(GDP) 및 안락 수준, 1인당 에너지 소모량, 기존 법규제 등 측면에서 볼 때 6개 EEB 국가의 중간 수준이기도 하다. 프랑스에서 사용되는 에너지는 CO_2 기여도가 낮기 때문에 CO_2 배출 수준은 낮게 나타나는 편이다. 그리고 낮은 전기가격으로 인해 난방이나 가정 내 급탕 공급 등 보온의 용도로 사용되는 에너지가 상대적으로 높은 비중을 차지하고 있다.

역내 특성

- 단독주택부문은 프랑스에서 빌딩 수(1천450만 가구, 주거부문의 60%), 바닥 공간, 인구, 에너지소비(주거부문의 2/3) 및 탄소배출량 측면에서 가장 높은 비중을 차지하고 있음
- 무수한 건설 특성상의 차이(외피, 난방 시스템, 효율성 등)를 보이고 있어 매우 파편화된 시장
- 난방에 가장 많은 에너지를 사용하며, 이는 전체 에너지 소비의 2/3 수준
- 교체율이 낮은 편(연 0.2%)이며, 전체 빌딩의 60% 이상이 1975년 이전에 완공됨. 에너지효율 관련 가장 큰 도전과제는 기존 주택의 개보수 작업으로, 고효율 공사가 필요한 주택의 규모는 현재 수준의 80% 이상 또는 1,200만 개 빌딩에 달함

이들 빌딩에 대한 에너지효율 개선의 여지는 많다. 먼저 단열과 기밀성 향상 및 고효율 기기 사용을 통해 내부난방 문제를 해결할 수 있다. 그리고 온수 급탕 및 조명 기기 효율을 개선할 수 있다. 그러나 이러한 작업에는 엄청난 비용이 소요된다. 보조금 지급이 없다고 가정하였을 경우, 에너지효율에 대한 전반적인 개선을 꾀하는 데 필요한 비용은 가구당 15,000~30,000 유로(20,000~40,000 USD)에 달할 것으로 예상된다. 오늘날 에너지효율 개선을 위한 개보수 작업에 투자되는 비용은 평균 3,800유로(5,000 USD)에 불과하다.[16] 즉 혁신적인 금융 정책 없이 이러한 개보수 작업이 현실화되기는 힘들 것이다. 따라서 최적의 정책 믹스와 여타 대책 마련을 통해, 의사결정자로 하여금 투자회수기간을 장기적으로 잡고 대규모 투자를 유도하는 것이 현재 우리가 해결해야 할 과제이다.

과거의 성향으로 비춰봤을 때 주택 소유주는 부분적인 에너지효율 개선을 위해 적게나마 투자하려는 의지가 있음을 알 수 있다. 하지만 이것으로는 충분하지 않다. 70%에 가까운 에너지효율 개선 투자금액이 최적의 옵션이 아닌 이중유리 설치에 사용되었고, 문과 단열벽이 그 뒤를 따르고 있다. 심지어 이러한 작업이 에너지효율 빌딩에 요구되는 품질기준에 미치지 못하는 경우도 있는 것으로 나타났다.[17]

EEB 모델링

우리는 프랑스 단독주택부문을 대상으로 다양한 옵션에 대한 시뮬레이션을 실시하였다. 즉 법적 규제, 금융 및 재정수단, 기술 옵션 등을 다각적으로 조합 및 시험 분석해 보았다.

동 보고서에서 우리는 두 가지 시나리오에 초점을 두고 있다. 하나는 현재 정책을 고수하였을 때의 기본 시나리오(Base case)이고, 다른 하나는 대폭적인 에너지와 CO_2 배출량 감축을 달성하기 위한 정책으로 이루어진 시장혁신 시나리오(Transformation)이다. 우리가 프랑스 또는 어떤 다른 국가를 대상으로 여기에서 모델링한 특정 혁신 정책(Trnasformation) 수단에 효력을 제공하는 것은 아님을 분명히 밝힌다. 우리가 제시하는 정책은 혁신을 달성하기에 필요한 단호한 조치의 표본으로서 제공될 뿐이다. 그리고 각 국가들은 자국의 법적, 정치적 환경과 상황에 적합한 방법론을 평가하는 작업이 필요할 것이다. 이러한 두 가지 시나리오에 대한 핵심 데이터는 표 3에 요약되어 있다. 기본 시나리오는 현존하는 프랑스 정책을 보여주고 있으며, 여기에는 에너지효율기기 및 자재에 대한 보조금 지급제도와 태양광 패널 설치에 대한 발전차액지원제도(소매가의 5배)가 포함되어 있다.

참고

프랑스 단독주택의 특성:

- 총 빌딩 에너지 소비의 42% 차지
- 총 주택의 56%(1,400만 가구)
- 총 주민의 60% 거주(3,600만 명)
- 최종 주택 에너지 소비의 67% 차지(344 TWh)
- 주거용 건물 CO_2 배출량의 75% 차지(6,600만 톤, 평균 38kg CO_2/m^2/year)
- 주거용 건물 바닥 공간의 70% 차지(16억m^2= 평균 110 m^2)

기존 정책 하에서, 2005~2050년 사이 단독주택부문의 순에너지소비는 시장 성장에 따라 약 429 TW/yr 증가하고 CO_2 배출량은 14% 정도 늘어날 것으로 나타났다. 반면 1인당 단위에너지 소비는 줄어들 것으로 예상되었다. 이러한 결과에서 보듯이 현재 수준의 인센티브는 주택 소유주의 의사결정을 변화시키기에는 너무 저조한 수준이다*(그림 15)*.

반면 시장혁신 시나리오에는 기본 시나리오에 추가적으로 적극적인 정책조취를 취했을 때를 보여준다. 여기에는 탄소세 부과(톤당 30 USD) 및 '그르넬 환경협약(Grenelle de l'Environnement)'에서 정의한 여러 정책 방안(예: 2020년부터 모든 신축빌딩을 상대로 넷제로에너지 기준 도입) 등이 포함되어 있다. 아울러 5등급으로 구성된 빌딩에너지효율등급 인증제도(유럽 빌딩부문 에너지성능에 관한 지침 A-G라벨링 계획과 유사)에 따라 인센티브 및 금지 조항이 함께 적용된다. 이에 따르면 1등급과 2등급 빌딩은 각 50%, 25%에 이르는 자본비용 인센티브가 지원되고, 4등급과 5등급 빌딩은 금지하도록 되어 있다. 이러한 적극적인 정책이 제대로 시행될 경우 2050년까지 현장 에너지 소비와 CO_2 배출량은 각각 53%, 71% 줄어들 것으로 예상된다*(그림 16)*. 2020년까지는 에너지 소비량이 급격히 줄어들다가 시장 성장에 따른 일시적인 증가세를 보일 것으로 예상된다(신규 주택이 에너지 최고효율기기를 사용하게 되면 그 이상 효율성에서 얻을 수 있는 감축분량이 없어지기 때문).

주택건물의 대다수가 2025년까지 주로 1등급과 2등급으로 분류되는 혁신이 이루어 질 것으로 보인다*(그림 17)*. 태양광발전, 난방기기 향상, 빌딩 외피 개선은 현장에너지 소비 절감에 결정적인 역할을 담당하는 요소들이다(현장에너지 감축에 최고/최저 영향을 미치는 빌딩 하위시스템에 대해서는 그림 18에 등급화되어 있으며, 세로축은 2050년을 기준으로 한 예상 설치 개수를 의미함). 특히 태양광발전은 넷제로에너지 달성을 위한 핵심 요소이다.

그림 19는 2050년까지 이러한 시뮬레이션 및 다른 조건 하에서의 현장에너지 발전양상을 설명하고 있다. 가장 상위에 위치한 선은 그 어떤 정책이나 규제를 적용하지 않았을 경우이며, 가장 하위에 위치한 선은 시장혁신 시나리오에서 예상되는 결과를 나타내고 있다. 가운데 선들은 기본 시나리오에 다른 두 가지 정책을 결합하였을 경우에 대한 결과를 보여준다.

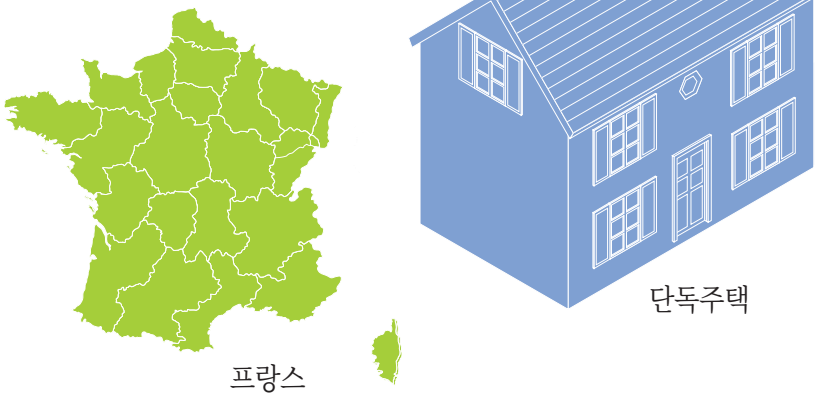
이렇게 나타난 전체 빌딩 유형별 결과는 상당 수준의 에너지 및 CO_2 배출량 감축을 위해서 일련의 과감한 조치들이 필수불가결함을 시사하고 있다. 인센티브를 제공할 경우 1인당 에너지사용량 증가추세를 어느 정도 감소시킬 수 있다. 그러나 가장 실질적인 진전은 인센티브와 규제를 적절히 조합하여 적용할 때에 비로소 이루어 질 수 있음을 EEB 모델링이 명백히 보여주고 있다. 이에 우리는 단독주택 부문에 대한 7개의 구체적 방안을 권고하는 바이다.

본 하위시장에서 시장혁신 시나리오 달성을 위해 필요한 인센티브 비용은 연간 미화 100억 달러이며, 증분 투자액은 연간 평균 58억 달러로 나타났다. 이는 또한 연간 평균 100억 달러에 달하는 에너지절감 효과를 가져다 줄 것이다. 이 때 에너지 절감액에 비해 투자액이 상당히 높게 나타나는데, 이는 시장혁신 시나리오 하에서 연간 170억 달러에 이르는 강력한 보조금제도 및 발전차액지원제도에 따라 태양광 시스템의 대대적인 도입이 예상되기 때문이다. 이러한 발전차액지원제도에 따른 인센티브는 태양광 패널 설치와 함께 가정에 지급되며 그 액수가 연평균 170억 달러에 달한다. 이 금액은 사용자 전체에게 추가적으로 부과된 전기요금으로부터 비롯된 것이다. 하지만 시장혁신 시나리오에 소요되는 총 비용의 약 20%는 단순투자회수기간이 5년 이하인 효율성 향상 정책에 사용되며, 이는 총 에너지 절감분의 67%를 차지한다.

표 3
현정책 고수 시나리오 vs 공격적 감축 시나리오

	2005	2050	
	초기상황	기본 시나리오 (현정책)	시장혁신 시나리오
현장에너지소비 - 하위 시장의 총소비량(TWh)	346	429	163
현장에너지소비 - 하위 시장의 순소비량(TWh)	346	428	100
2005년 대비(%)		24	-53
2005년 대비 - 순소비량(%)		23	-71
기준치 대비(%)			-62
CO_2 - 하위사장의 순배출량(백만톤)[18]	67	75	14
2005년 대비		12	-79
기준치 대비			-81

• 지역 태양광발전 생성량 공제 후



기본 시나리오

기존의 정책을 고수할 경우 예상되는 빌딩 유형별 현장 에너지 소비와 순 CO_2 배출량
- 프랑스 단독주택 사례

시장혁신 시나리오

혁신 시나리오에서 예상되는 빌딩 유형별 현장 에너지 소비와 순 CO_2 배출량
- 프랑스 단독주택부문

에너지등급 변화

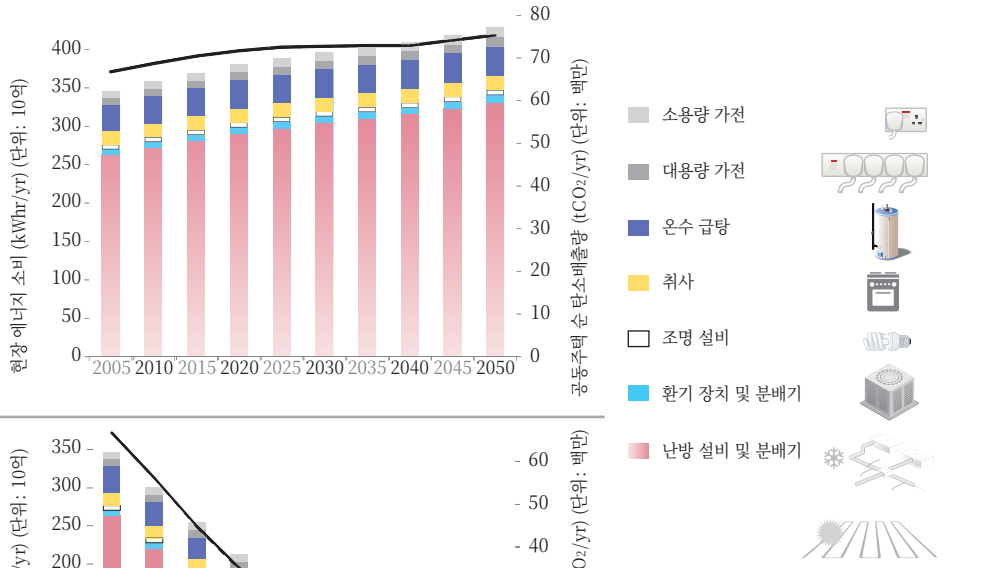
혁신 시나리오에서 예상되는 빌딩 에너지등급의 변화
- 프랑스 단독주택사례,
  전체 에너지사용 포함 시

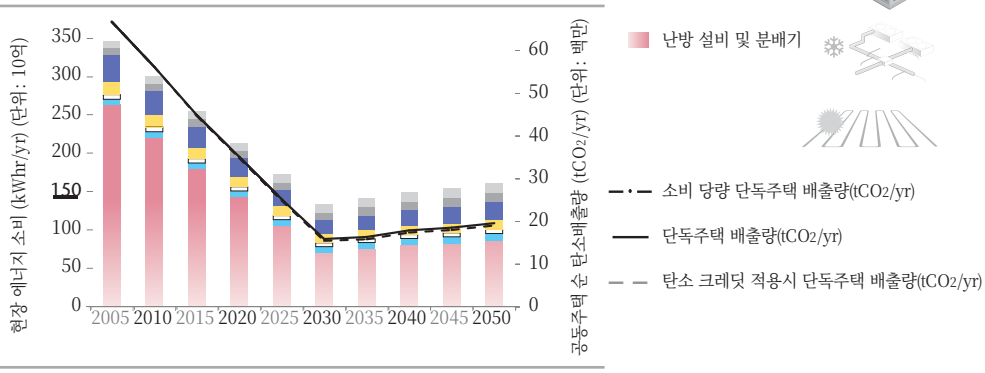
빌딩 하위시스템 별 영향

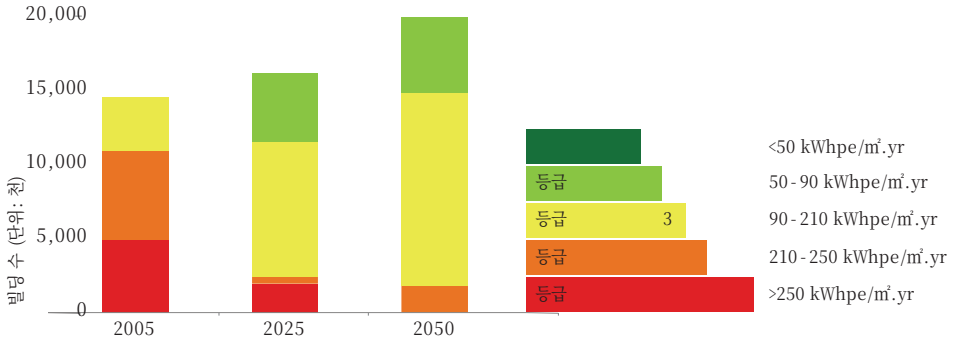
2050년 경 개별 빌딩 하위시스템의 설치기반 및 현장 에너지에 미치는 영향
- 프랑스 단독주택사례

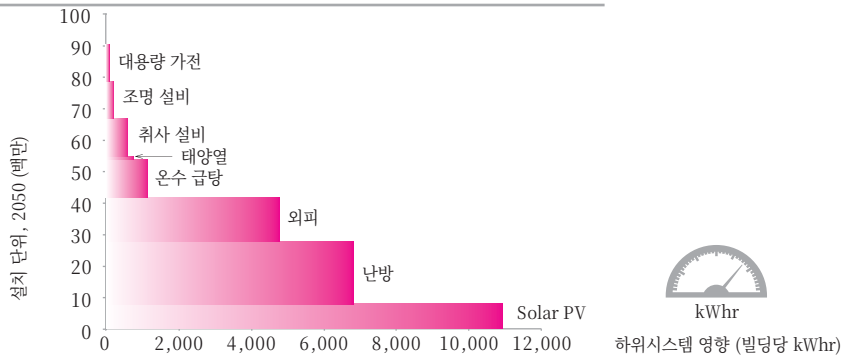
정책 시나리오

정책 시나리오 별 각 빌딩 유형의 현장 에너지 예상 소비량 분석
- 프랑스 단독주택사례









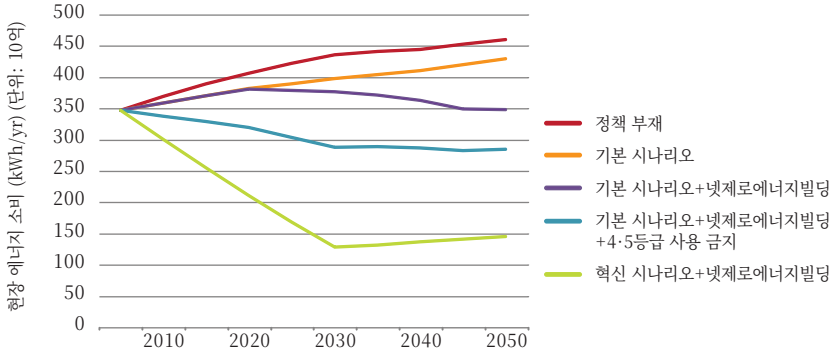


그림 15, 16, 17, 18, 19

전 세계 단독주택 혁신을 위한 권장방안

EEB 모델링 결과는 단독주택부문의 시장혁신을 달성하기 위해 다음과 같은 특단의 조치를 단행하는 것이 불가피하다는 점을 시사한다:

1. 검증된 성능의 기술 솔루션 고안, 기존 기술을 세계시장에 전파, 연구개발을 통한 초기비용을 절감, 개보수와 관련된 구체적인 해결방안을 파악함과 동시에 개발도상국을 대상으로 고효율 기술 전수 및 각 지역에 특성화된 솔루션 제공

2. 주택의 에너지성능 및 CO_2 배출량에 대한 감사를 실시하고, 향후 활동에 대한 우선순위 선정

3. 신축 및 기존 주택을 상대로 점진적 규제 강화

   - 독립된 정보를 제공하기 위한 라벨링 제도 시행
   - 빌딩에너지법, 가전기기, 자재에 대해 점차적으로 엄격한 규제 적용
   - 저에너지효율 주택을 단계적으로 철거
   - 2020년부터 넷제로에너지 신규 주택 요건에 패시브 및 액티브 기법 채택

4. 점진적, 전체적 접근에 기반을 둔 금융 패키지와 함께 아래와 같이 단계별 개보수 계획 실시

   - 1단계: 외피 단열 성능
   - 2단계: 고효율 설비
   - 3단계: 현장 신재생에너지 발전

5. 관련 기구들을 통해 에너지에 대한 인지도 강화 및 바람직한 생활습관 유도 캠페인 실시

6. 건설/개보수부문 종사자를 상대로 한 교육, 훈련 및 통제 프로그램 운영

공동주택(Multi-family housing)

공동주택은 인구밀도가 높은 도시에서 주로 찾을 수 있는 빌딩 유형으로서 제한된 공간을 최대한으로 사용할 수 있다는 장점이 있다. 미국, 유럽 및 일본의 공동주택은 국가보조주택에서부터 고급형 아파트에 이르기까지 다양한 종류가 혼재한다. 이들 국가에서 가장 염려하는 부분은 에너지효율이 낮은 오래된 빌딩들이다. 또한 빈민지역의 빈곤에도 불구하고 개발도상국의 도심 주택들은 일반적으로 지방보다 높은 소득과 높은 가정 에너지사용량을 보여준다. 또한 개발도상국에서는 향후 수십 년 안에 새로운 공동주택들이 기하급수적으로 늘어날 것으로 예상되기 때문에, 빌딩에너지 절감을 위해서는 이 부문을 가장 주목해야 할 필요가 있다.

많은 대도시에서는 대지가 부족한 관계로 가능한 한 많은 공동주택 단지를 지으려는 경향을 보인다. 뉴델리의 드와르카 또는 로히니 지역이 바로 이러한 신흥 아파트촌의 좋은 예이다. 한편 인도나 중국에 비해 도시화가 훨씬 빠르게 진행된 브라질은 도시화 정도가 포화 수준에 도달하기 시작했다. 그리고 중국과 인도의 도심 인구는 2050년까지 꾸준히 급증할 것으로 예상된다*(그림 20)*.

중국과 인도 양국에서는 엄청난 수요를 관리하기 위한 혁신적인 방법을 개발 중에 있다.

- 중국의 '수퍼블록(Superblocks)': 간선 도로를 포함하여 1㎢씩 토지를 구획한 프로젝트로, 한 블록 내 2천~1만여 세대를 포함하여 원하는 어떤 것이든 세울 수 있다. 2008년에는 매일 10~15개의 수퍼블록이 완공되었으며, 이에 따라 연 1천만 내지 1천2백 만 세대에 해당하는 주택 보급이 가능하게 되었다.[19]

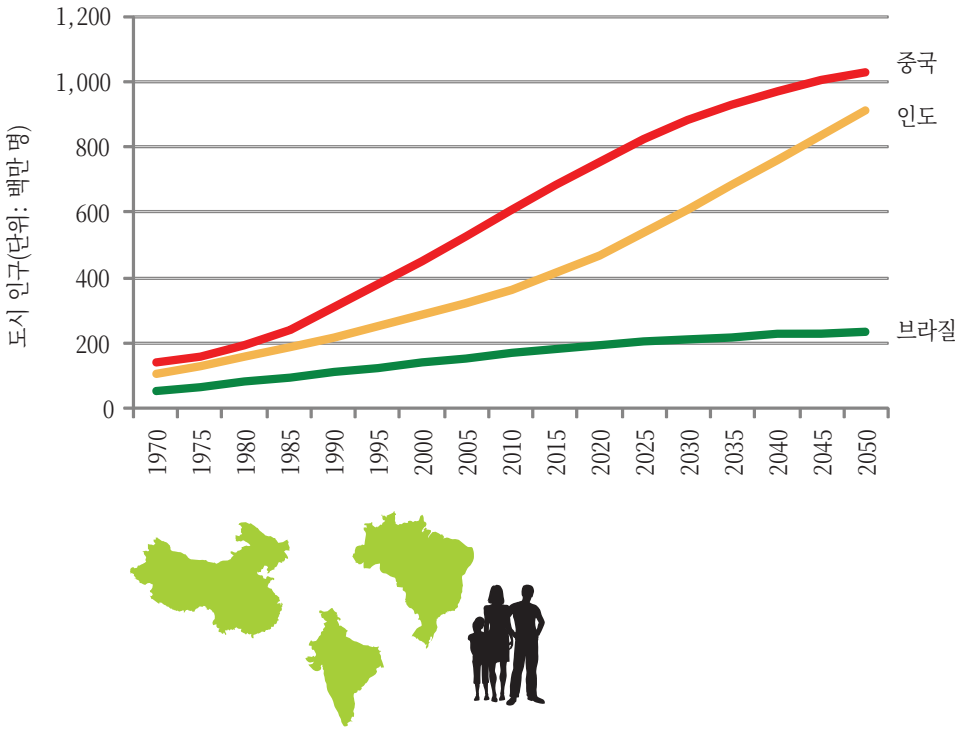
- 인도의 '통합단지(Integrated township)': 주요 대도시 근교에 구획된 대규모 토지를 주상복합 개발한 것으로, 향후 5년 안에 30~35개 지역 약 400여 곳의 통합 단지가 조성될 예정이다. 통합단지 하나는 약 50만 명의 인구 수용이 가능하다.[20]

참고[21]

- 전 세계 도시인구 비율은 2000년 47%에서 2050년에는 70% 수준으로 높아질 것으로 예상
- 중국의 도시인구 비율은 현재 45% 미만이지만 2050년에는 73% 수준으로 높아질 것으로 예상[22]
- 2025년까지 인도 뭄바이의 인구는 2007년 1천9백만 명에서 2천6백만 명으로, 델리는 1천6백만 명에서 2천3백만 명으로 늘어날 것으로 예상

그림 20

개발도상국의 도심인구 증가 추세(중국, 인도, 브라질). 도시 인구(단위: 백만 명)



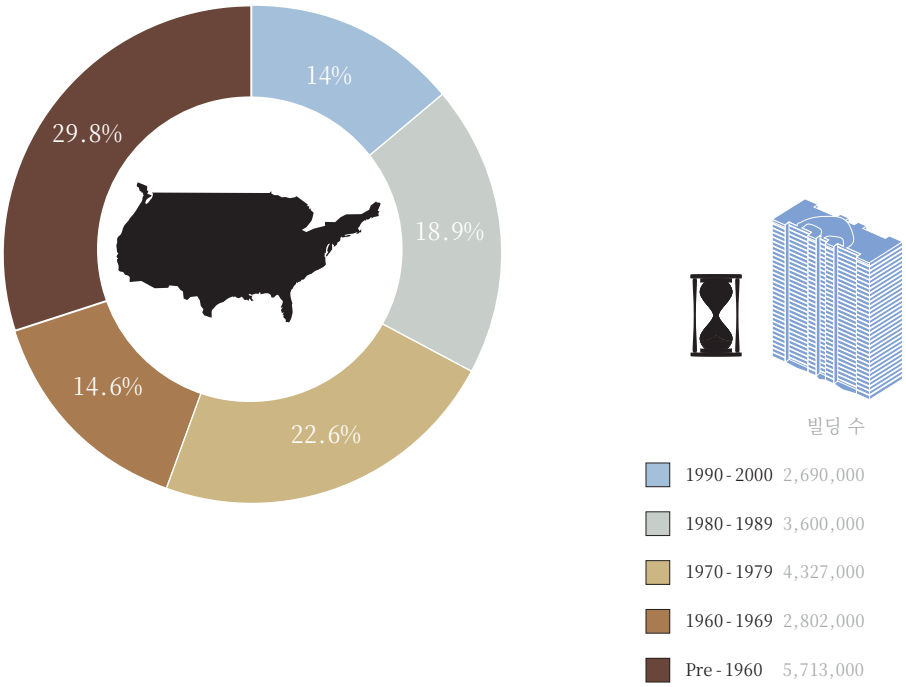


그림 21
미국 내 아파트의 노령화

기존 주택

선진국이 직면한 가장 큰 난제는 주택의 노령화이다. 오래된 주택에 대해서는 에너지 효율 개선 자체가 힘들 뿐 아니라 비용도 어마어마하기 때문이다.

유럽의 경우, 공동주택은 전체 빌딩의 절반 가량을 차지하지만 단독주택에 비해 차지하는 면적이 적으므로 전체적으로 공동주택이 차지하는 바닥 공간은 전체 빌딩의 3분의 1을 약간 넘는 수준이다. 이러한 공동주택 중 대부분이 1975년 이전에 지어졌다.

미국은 공동주택의 45%가 1970년 이전에 지어졌다. 1990년 이후에 지어진 에너지 효율이 상대적으로 높은 공동주택은 14%에 불과하다*(그림 21)*.[23]

일본에서는 전체 4천7백만 주거 세대[24] 중 40%가 저층형 또는 중층형 아파트에 거주하고 있다. 그리고 아파트의 98%가 1960년 이후에 지어졌다.

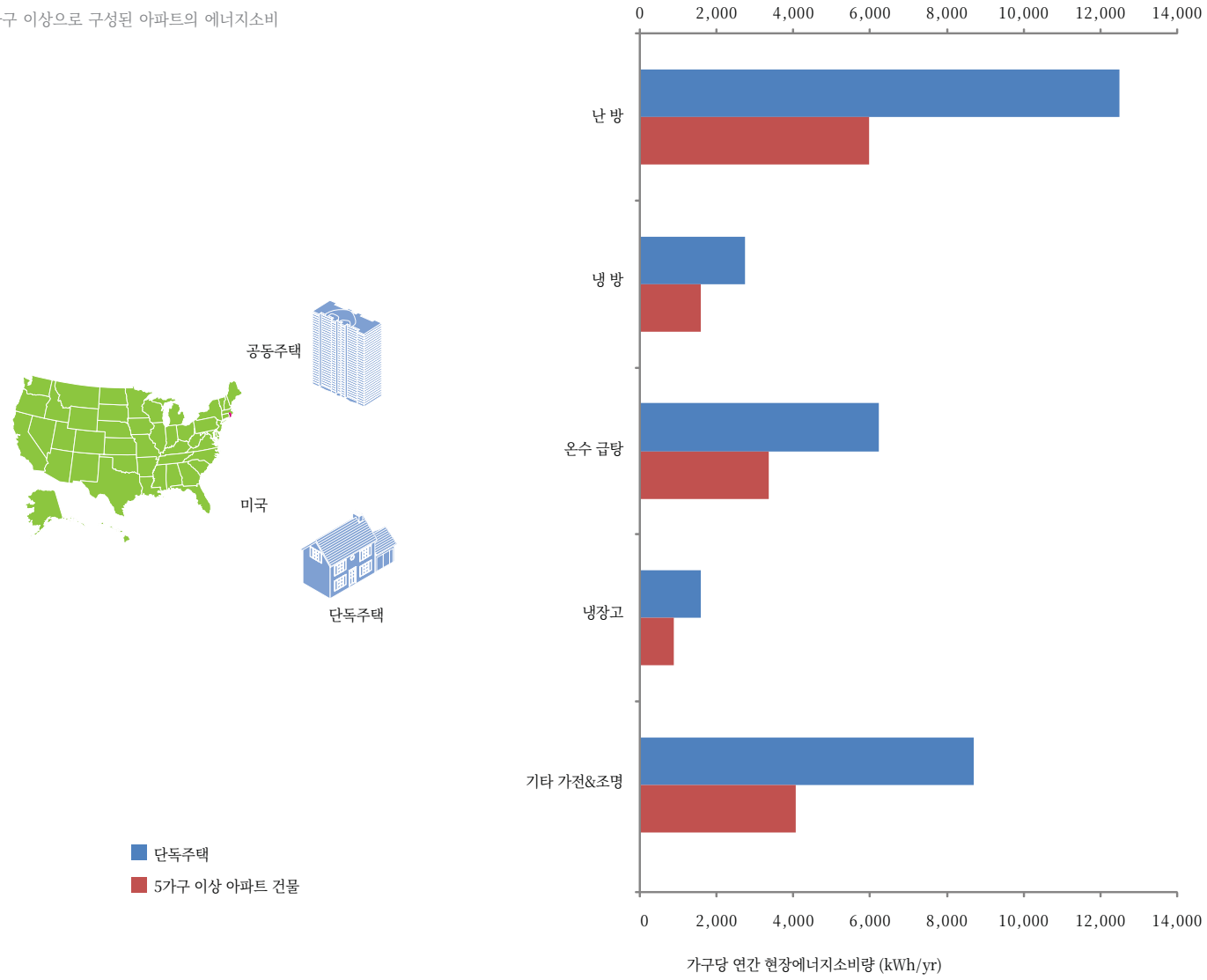
일본의 아파트 평균 면적은 48㎡이고 이 면적은 2000년-2005년 사이 매년 0.4% 정도 증가했다. 단독주택의 평균 면적이 128㎡인 것과 비교하여 이는 상당한 차이가 있다. 그리고 이러한 아파트의 거의 대부분은 소유가 아닌 임대 형식으로 사용되고 있다.

2005년 일본의 평균 세대구성원수는 2.55명으로 나타났다. 이는 1990년(2.99명)과 1960년(4.14명)의 수치와 다소 차이를 보인다. 또한 1인 가구 비율은 2000년 대비 2005년 12%로 증가하였으며, 전체 가구의 30%를 차지하고 있다.

참고

- 프랑스의 1천4백만 개의 아파트 중 68%가 1975년 이전에 준공
- 미국 내 아파트의 45%가 1970년 이전에 준공
- 일본 내 아파트의 98%가 1960년 이후에 준공[25]

그림 22
5가구 이상으로 구성된 아파트의 에너지소비



에너지소비

개별 아파트는 단독주택에 비해 바닥면적, 가계규모, 외벽면적이 작기 때문에 상대적으로 에너지 소비량 또한 매우 적다. 미국의 경우 5가구 이상으로 구성된 아파트는 난방과 조명 및 기타 가전에 소요되는 에너지가 평균적으로 단독주택의 절반 수준인 것으로 나타났다. 또한 냉방, 온수 급탕 및 냉장고에 사용되는 에너지는 단독주택에 비해 40% 이상 낮다*(그림 22)*.

개발도상국의 경우, 도시 인구의 생활 수준과 안락수준 향상에 따라 에너지집약형 가전기기의 보급률 또한 높아졌다. 가전 에너지효율의 발전에 따라 에너지 사용량에 상쇄 가능성이 있음에도 불구하고, 높은 가전보급률에 기인한 가구당 에너지 사용량 증가는 피할 수 없을 것으로 보인다. 그러나 중국의 경우 에어컨 구매 증가는 총 에너지 소비량 증가를 초래할 것으로 예상되며 에어컨의 에너지효율이 40%까지 높아진다 하더라도 2020년이 되면 에너지 소비량이 3배나 증가할 것으로 나타났다.[26]

참고

- 중국 북부 도시 난방 강도는 31.6 W/m²-도일로 2.34인 지방과 차이를 보임
- 일본의 주택 매매 및 임대에는 냉난방 기기가 포함되어 있지 않기 때문에, 임차인이 냉난방 기구를 직접 구입하여 사용해야 하며 이사 시에도 사할 때 알아서 처리해야 함

가전기기	보급률 (%)
컬러 TV	137 (가구당 1개 이상 소유)
세탁기	97
냉장고	92
에어컨	88

표 4
중국 도심지역의 높은 가전 보급률

에너지효율 개선을 저해하는 장벽

앞 장에서 언급하였던 바와 같이, 공동주택 부문에 있어 임대율이 높다는 사실은*(표 5)* 빌딩주와 세입자 간의 인센티브 분할을 야기한다. 에너지 공급 및 부과 방법에도 어려움이 있는 것이 사실이다. 또한 다음과 같은 난관에도 직면해 있다.

- 경제적 제약 - 공동주택 거주자는 소득 수준이 낮은 경우가 많다. 특히 개발도상국에서 이런 특징은 두드러진다. 이들은 소득의 상당 부분을 저축하려는 의지가 높지만 효과적인 투자를 위한 비용을 감당하는 데 상당히 어려움을 겪고 있다. 특히 최고의 투자 효과가 있는 빌딩 외피 교체(단열제 및 창 교체)와 냉난방 시스템 교체를 통한 전체 레노베이션과 같은 작업을 수행할 만한 자금을 가지고 있지 않은 경우가 많다. 이러한 레노베이션을 통해 거둘 수 있는 효율 개선치는 서류상으로는 50~75%, 일반적으로는 30% 정도인 것으로 알려져 있다.[27]

- 시장 구조 - 시장이 심각하게 파편화되어 있다는 점도 문제이다. 여러 개의 빌딩을 관리하는 법인 재산 소유주의 일부인 소규모 빌딩주 대부분은 지방 또는 지역 시장에 속해 있으며 공공주택공사 역시 지역적으로 운영된다.

- 그릇된 인식 - 주택 시장에서 많은 사람들이 에너지 효율적인 공동주택은 일반 주택보다 건설 비용이 많이 들 것이라고 생각한다. 오히려 비용이 적게 든다는 근거가 있음에도 불구하고 여전히 사람들의 인식은 달라지지 않고 있다. 신축 빌딩의 경우 20% 정도의 에너지 소비 개선을 달성할 수 있으며 전체 시스템 차원으로 접근하는 경우에는 이보다 더 높은 개선을 꾀할 수 있다. 이에 비해 비용은 매우 적다. 한 예로 3~90 세대를 포용하는 16개의 빌딩을 조사한 결과 비용이 약 2.4%에 불과한 것으로 나타났다.[28]

<참고>

- 미국 내 아파트 거주자의 1/4 이상이 에너지 비용이 포함된 월 임대료를 지불하고 있으며, 오래된 빌딩에서 더욱 그러한 경향을 보인다.[29]

국가	공동주택 임대비율 (%)
프랑스	75
일본	75
미국	83

표 5
대부분 임대형태로 사용되고 있는 공동주택

공동주택 사례-중국 북부

중국 도시 지역의 경우 대부분의 주거 형태가 공동주택(아파트)으로 이루어져 있다. 다수 대도시에서 공동주택이 차지하는 비율은 90%를 넘는다. 지방에서 도시로 인구가 이동함에 따라 주택 건설사업이 활발하게 이루어졌고, 이에 따라 에너지 요구도 대폭 늘어났다. 중국 내 도시 거주자는 2005년에서 2025년 사이 3억5천만 명 증가할 것으로 예상된다. 이는 현재 미국 인구를 넘는 엄청난 수치이다.[30]

중국 북부 도시 지역에서 난방에 드는 에너지는 가정 에너지 소비량의 3분의 2 이상을 차지한다. 대부분의 난방은 석탄을 연료로 하는 지역난방시스템을 통해 이루어진다.

생활 수준 개선과 인구 노령화로 인해 도시 내 1인당 주거 면적이 2000년 20㎡에서 2005년 26㎡로 증가했다. 중국의 주거 에너지 소비량 또한 부의 증가에 따라 증가하고 있다. 2020년이 되면 도시 주택 내 TV 보급률이 가구당 1.6대로, 에어컨은 가구당 1.2대로 증가할 것으로 예측된다.

에너지효율 개선을 저해하는 장애 요인

중국 북부 공동주택의 가장 큰 장벽은 계속적인 비효율적 난방과 이를 부추기는 다음과 같은 요인들이다.[31]

- 부적절한 빌딩 외피 설계 및 시공을 초래하는 건설 관행과 규제 수준이 미약한 건축법
- 엄격하고 체계적인 빌딩 에너지 법 시행 부재
- 에너지절약에 대한 인센티브 지원 미흡 - 이는 에너지생성 및 전달에 소요되는 실제 비용을 제대로 반영하지 않는 수준으로 소비량과 상관 없이 일정한 요금을 부과하는 중국의 난방 에너지 요금 정책에 기인
- 석탄 연료 기반, 열전용 보일러(HOB; 보조 보일러) 사용, 아파트 내의 적절한 난방 제어 결여 등 낙후된 난방 시스템 설계

EEB 모델링

이번 분석은 베이징의 평균 수준의 아파트를 대상으로 했으며, 세부 정보는 다음과 같다.

- 36가구로 구성된 6층 빌딩
- 아파트별 평균 바닥면적은 77.3㎡ (가구당 평균 3인 거주)
- 연평균 빌딩 성장률은 중국의 도시 인구 성장률과 비례

기존 빌딩은 8개의 참조 사례를 활용했으며, 미래 빌딩의 경우 생활 수준의 증가, 가정 내 에너지 소비량 증가를 반영하여 2020년 경에는 다음과 같이 현재 일본의 수준과 유사해질 것이라고 가정했다.

- 냉방 및 중앙난방이 더욱 보편화
- 온수 소비는 76% 이상 증가
- 조명에 사용되는 전기 소비량은 200% 증가하고, 가전 및 기타 전자제품의 경우 325% 폭증
- 빌딩 외피(단열, 창호)의 성능 향상

시뮬레이션(가상 실험)

우리는 상기의 EEB 모델링에 기반하여 아래 각 시나리오들이 빌딩에너지효율에 미치는 영향들을 시뮬레이션해 보았다.

- 새로운 정책이 없는 경우(기본 시나리오)
- 에너지 효율적인 자본재에 대해 재정 인센티브를 제공하는 경우
- CO_2 배출량 가격을 에너지 비용에 추가하는 경우
- 전방위적인 고효율 빌딩 축조 시 보조금을 지원하고 저효율 빌딩 축조는 금지하는 경우
- 빌딩에너지효율 향상을 저해하는 특정 기술, 자재 및 건설 관행을 제한하는 경우

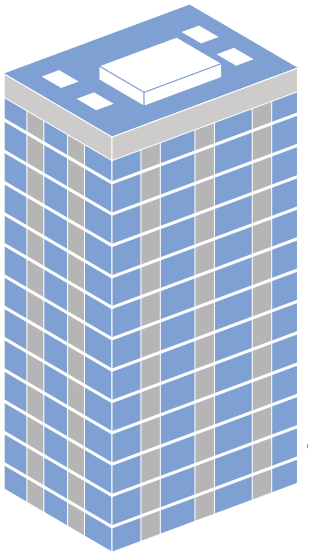
기본 시나리오(새로운 정책 부재)에 대한 모델링 결과, 공동주택 부문의 총 에너지 소비량은 2005년과 2050년 사이 3배 이상 증가할 것으로 나타났다*(그림 23)*. 기본 시나리오에 포함된 개별 빌딩 구성 요소에 대한 기본 인센티브(빌딩 외피 구성 요소, 냉난방 설비, 난방환기공조·HVAC-제어, 온수 급탕에 대해 20~35% 지원)는 별 영향을 주지 않았다.

시장혁신(Transformation) 시나리오에 포함된 과감한 정책 인센티브(고효율 빌딩에 대한 보조금 지원 및 저효율 빌딩 축조 금지)조차 2050년에는 에너지가 61% 증가할 것이라는 결과를 보였다. 이는 주택부문의 높은 성장률뿐 아니라 생활 수준 향상으로 인한 에너지소비 증가량이 과감한 정책으로 인한 빌딩 당 에너지소비 감축량을 압도하기 때문이다*(그림 24)*. 그러나 새로운 정책을 시행하지 않는 경우와 비교하면 2050년 에너지소비량과 이산화탄소배출량은 절반 수준에 머물 것으로 나타났다. 시간에 따른 빌딩 등급 변화*(그림 25)*는 서비스 수준 향상에 따른 에너지소비 증가에 비추어 이해해야 한다. 이 결과 빌딩의 에너지등급은 전체적으로 하락하는 모습을 보이며 2050년이 되면 3등급 빌딩이 주를 이룰 것으로 보인다(등급 분류는 2005년 가구당 에너지 소비량을 기준으로 함).

또한 우리는 중국 북부지역의 사례와 관련하여 다른 몇 가지 실험을 수행했다. 지역 난방시열 계량기, 아파트 소유주가 직접 제어할 수 있는 온도 밸브, 소비량에 따른 가격 책정 등을 통해 소비자 재량을 확대했을 때의 영향을 측정하는 활동이었다*(그림 26)*. 실험 결과 이러한 사항을 신축 빌딩과 기존 빌딩 개보수 시 필수 규정으로 적용한다면 큰 성과를 얻을 수 있을 것으로 나타났다. 동 모델은 빌딩군을 업그레이드 할 경우 2005년부터 2050년까지 난방을 위한 에너지 소비가 평균 76%까지 줄어든다는 것을 보여준다. 또한 비용대비 훨씬 높은 에너지절감 효과를 얻을 수 있다(각 시뮬레이션의 대략적인 에너지소비 추이는 그림 27 참조).

시장혁신 시나리오 실행에 필요한 추가 비용은 기본 시나리오(Base Case) 대비 연간 미화 120억 달러에 달한다. 그러나 이 금액은 예상되는 연간 에너지비용 절감액으로 충분히 상쇄 가능함을 보여주고 있다. 5년 이하의 단순투자회수기간을 반영한 에너지효율 대책(전체 투자의 약 5%)은 60%에 육박하는 에너지 절감을 가져올 것으로 EEB 시뮬레이션은 전망한다.

중국



공동주택

기본 시나리오

기존의 정책을 고수할 경우 예상되는 빌딩 유형별 현장 에너지 소비와 순 CO_2 배출량
- 중국 북부 공동주택 사례

시장혁신 시나리오

혁신 시나리오에서 예상되는 빌딩 유형별 현장 에너지 소비와 순 CO_2 배출량
- 중국 북부 공동주택 사례

에너지등급 변화

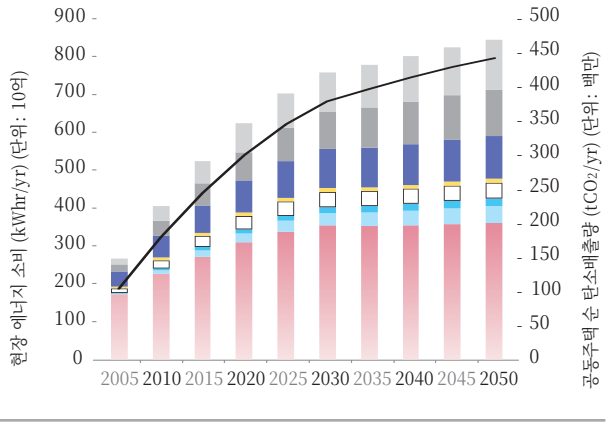
혁신 시나리오에서 예상되는 빌딩 에너지등급의 변화
- 중국 북부 공동주택 사례

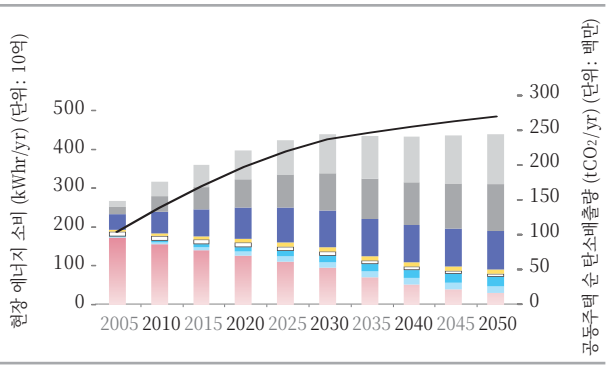
빌딩 하위시스템 별 영향

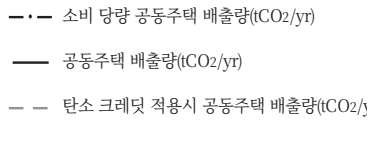
2050년 경 개별 빌딩 하위시스템의 설치기반 및 현장 에너지에 미치는 영향
- 중국 북부 공동주택 사례

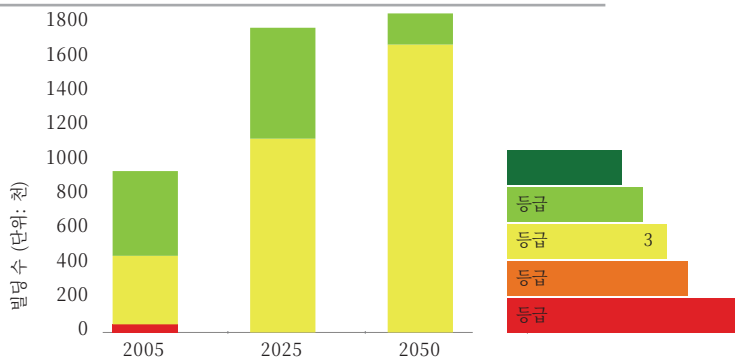
정책 시나리오

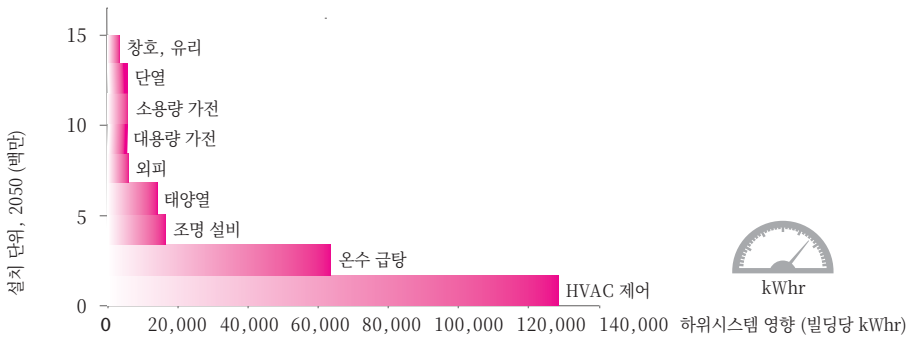
정책 시나리오 별 각 빌딩 유형의 현장 에너지 예상 소비량 분석
- 중국 북부 공동주택 사례











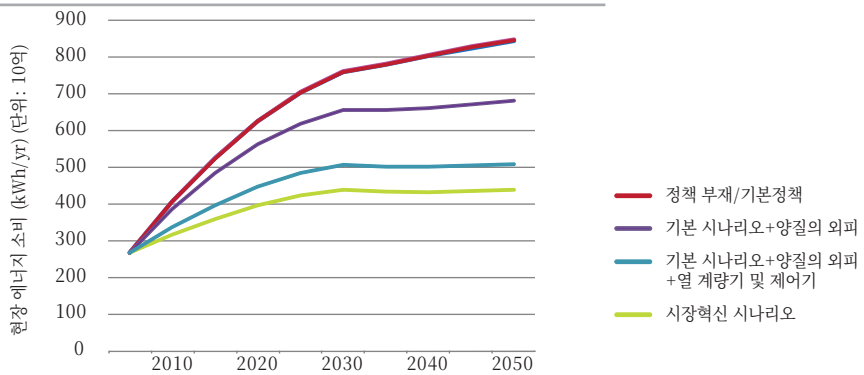


그림 23, 24, 25, 26, 27

전 세계 공동주택 혁신을 위한 권장방안

EEB 모델링 결과는 시장혁신을 달성하기 위해 다음과 같은 특단의 조치를 단행하는 것이 불가피하다는 점을 시사한다:

1. 아파트의 에너지 성능 감사, 투명성 확보를 위한 라벨링 제도 도입, 매우 엄격한 건축 에너지법 시행
2. 건축법 강화, 적절한 감사 및 집행능력에 대한 보장
3. 현장 에너지 생성 시 상당한 발전차액 지원제도(feed-in-tariff)를 도입하는 등, 에너지효율을 달성하는 기존 및 신규 빌딩에 막강한 보조금 지급
4. 하위 계량, 아파트 단위의 제어방식과 사용량에 따른 요금 부과 정책 도입
5. 아파트 성능개선을 위한 전체 개보수 규제를 완화하는 법적 프레임워크 개정
6. 2020년부터 넷제로에너지를 준수하는 저층 빌딩 신축 법규 등 에너지 효율이 낮은 빌딩을 단계적으로 폐지하는 규정 시행
7. 정부 당국 및 기타 사회 주택 소유주는 해당 부동산 포트폴리오 준수
8. 빌딩 소유주, 프로젝트 개발자, 세입자의 행동 변화를 유도하기 위한 캠페인 시행, 완전한 행동 변화를 꾀하기 위한 메시지 강화
9. 개발자, 건축가, 엔지니어 및 건설 관련 종사자 대상 교육을 실시하여 건축 관련 법규와 강령에 대한 이해 수준을 높이고 통합 설계의 장점을 설명하여 비용 증가에 대한 우려 해소
10. 빌딩 소유주 특히 공공주택 소관부처를 상대로 에너지절약전문기업(ESCOs)을 효과적인 에너지 관리자로 홍보
11. 모든 신규 저층 빌딩에 대한 현장 신재생에너지 생성 권장

사무용 빌딩(Offices)

사무용 빌딩은 대부분 국가의 상업빌딩 중 바닥면적과 에너지 사용량 측면에서 가장 큰 비율을 차지하는 부문이다. 특히 중국에서 사무용 빌딩은 엄청난 속도로 증가하고 있는데 최근 몇 년 동안 연간 20억㎡ 이상의 증가율을 보이고 있다. 이는 일본의 기존 빌딩 총면적의 1/3을 차지하는 엄청난 수치이다.

사무용 빌딩은 소규모 사무실이 모여 있는 단층 빌딩에서부터, 모든 주요 도시의 스카이라인을 형성하는 고층 빌딩에 이르기까지 다양하다. 또한 다른 빌딩유형에 비해 비교적 최근에 지어진 경우가 많다. 미국 사무용 빌딩의 약 60%가 1970년 이후에 지어졌으며, 이는 즉 주거용 빌딩과 비교했을 때 에너지효율 기술이 더욱 많이 적용되었다고 볼 수 있다.

사무용 빌딩 시장의 구조는 1인당 평균 바닥면적이 줄어들고 있는 새로운 근무형태 추세에 따라 전반적으로 변화하고 있다. 아웃소싱, 이동 근무, 정보통신기술(ICT)의 상용화 등은 점점 더 많은 사람들에게 재택 근무의 기회를 제공하고 있다. 결과적으로 대규모 사무용 빌딩은 줄어들고 업무 공간의 신축성이 증대되었다.

인도와 같은 예를 보더라도, 상당수의 사무실은 정부가 소유하고 있는 경우가 많다. 이는 공공부문의 리더십이 필요하다는 점을 시사한다. 또한 자산 투자기업이 소유하고 실제로 세입자가 사용하는 사무실도 많다. 이에 따라 인센티브 분할 문제가 발생하게 된다.

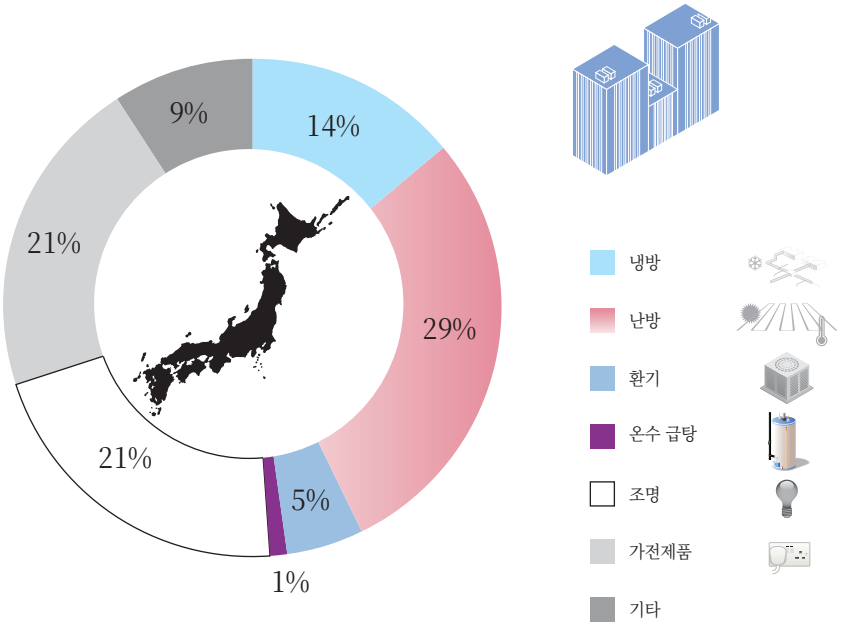
"기업들이 부동산 부문을 아웃소싱한다는 것은 그만큼 이를 핵심 비즈니스 기능으로 간주하고 있지 않음을 시사한다."

EEB 재정 워크샵 참가자
2008년 10월 뉴욕

에너지사용량

사무용 빌딩에 사용되는 대부분의 에너지는 난방, 냉방, 조명에 소모된다. 물론 사무용 빌딩 주변 기후, 건물 유형 또는 규모에 따라 달라지기는 하겠지만 EEB 대상국 내에서는 통상적으로 난방 부문의 에너지소비량이 가장 높다. 미국에서 냉방은 전체 사무용 빌딩 에너지의 9%에 그치는 반면, 난방은 25%를 차지한다. 일본의 경우, 난방은 전체 에너지 소비량의 29%를 차지한다*(그림 28)*. 신축 빌딩에서는 난방에 드는 에너지소비량이 훨씬 적은 반면 냉방은 상대적으로 높은 수준으로 유지되는 것으로 나타났다. 또한 가전제품 사용에 따른 에너지소비량이 가장 높았다. 이는 업무 공간 내 컴퓨터 및 기타 사무 관련 기기의 사용이 늘어남에 따른 것으로 해석된다. 데이터센터 등을 포함한 IT 장비가 배출하는 온실가스는 매년 6% 수준으로 증가하고 있다.[32] 또한 직접 에너지사용과 더불어 수많은 장비에서 발생하는 열은 냉각 및 환기 필요성을 가중시킨다.
제조업체는 개별 제품에 대한 에너지소비량을 줄여가고 있지만, 공정(processing)상의 수요 증가로 인해 이러한 에너지절감 효과가 반감되고 있다.

그림 28
일본의 사무용 빌딩 내 에너지 소비



지역별 특성 요약

중국

사무용 빌딩은 중국 상업 빌딩군의 3분의 1을 차지한다. 그러나 소매 상업 공간 및 학교 공간의 빠른 성장으로 인해 2020년 경에는 수치가 29%로 줄어들 것으로 전망된다. 그럼에도 불구하고 현재 35억㎡라는 엄청난 바닥공간을 차지하는 사무용 빌딩군은 2020년에는 70% 이상 성장, 25억㎡에 이르는 공간이 추가될 것으로 예측된다.

에너지소비는 2020년까지 연간 평균 7%씩 증가할 것으로 예상되지만, 빌딩 내 난방 관리 개선으로 인해 난방에 대한 총 에너지소비는 상당히 안정될 것으로 보인다. 이와는 대조적으로 전체 업무용 공간 중 냉방이 필요한 부분이 점점 늘어남에 따라 냉방 에너지 소비는 연간 평균 12% 정도 증가할 것으로 전망된다. 조명, 사무 기기 등 기타 서비스 에너지 소모 또한 연간 10% 증가할 것으로 예상된다*(그림 29)*.

프랑스

전체 빌딩군 중 사무용 빌딩은 1986년에서 2004년 사이 54% 성장하는 등[33] 가장 큰 증가세를 보여왔다. 동 빌딩군의 개보수 역시 주거용 빌딩에 비해 훨씬 활발하게 이루어지고 있으며, 대부분의 사무용 빌딩 수명은 15년 미만이다.

프랑스에서는 난방이 사무용 빌딩 내 에너지소비 중 가장 높은 비중을 차지한다. 주요 에너지 소비원이라고 생각하기 쉬운 환기 및 냉방은 실제 전체 사무용 빌딩에너지소비의 10%에 불과하다.

인도

인도 경제 내 서비스 분야의 성장을 반영하듯, 사무용 빌딩군은 초고속 성장을 이루고 있다. 뉴델리, 뭄바이, 뱅갈로르의 엄청난 수요 증가를 충족시키기 위해서는 사무용 빌딩이 연간 180만㎡ 증가해야 할 것으로 예상된다. 7천 곳이 넘는 IT 서비스 기업들이 인도의 사무용 빌딩의 대부분을 차지하고 있으며, 이들 기업들은 최신식 첨단빌딩을 필요로 한다.

일본

동 빌딩군 내 에너지소비 중 가장 큰 비중을 차지하는 것은 HVAC(48%)이며 이 중 난방은 전체 사무용 빌딩 에너지 사용의 30%로 가장 큰 소비원이다*(그림 28)*. 43페이지의 일본 사무용 빌딩 사례를 통해 더 자세한 분석을 참고할 수 있다.

미국

기타 상업 빌딩에 비해 미국 내 사무용 빌딩은 더 최근에 지어진 경우가 많다. 이 중 절반 이상이 1970년 이후 세워졌다. HVAC(40%)가 가장 많은 에너지를 소비하며 이 중 난방(25%)은 전체 사무용 빌딩 에너지 사용의 가장 큰 비중을 차지한다. 냉방 및 환기, 조명, 업무용 기기, 온수 급탕이 그 뒤를 잇는다.

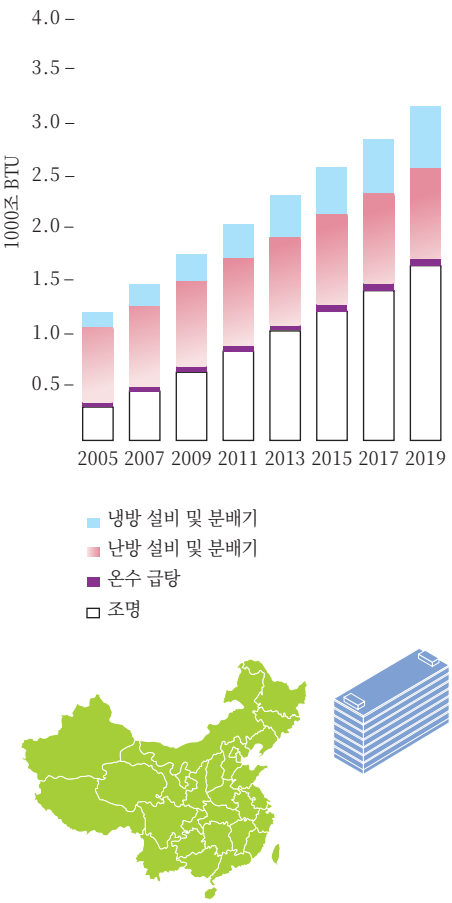
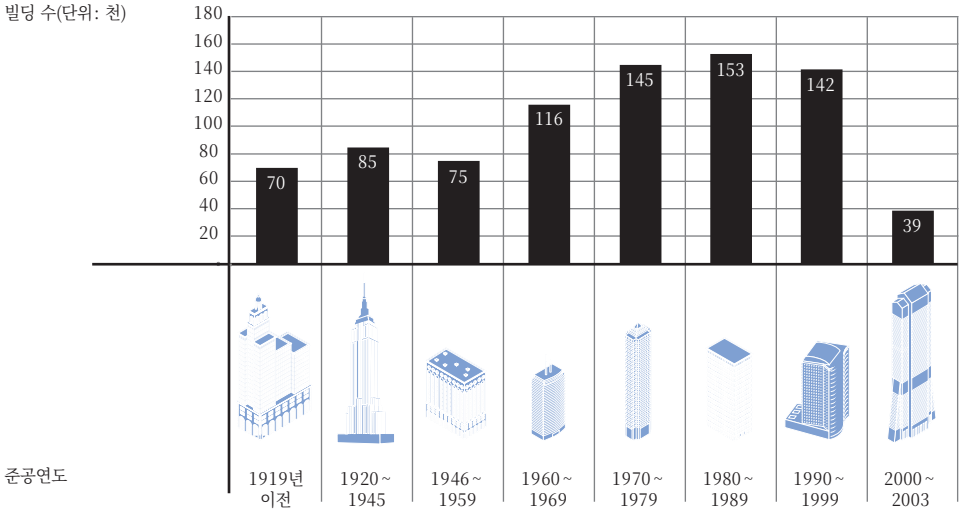


그림 29
중국 사무용 빌딩 내 부문별 1차 에너지 사용의 증가 예상치

그림 30
준공연도별로 보는 미국의 사무용 빌딩군

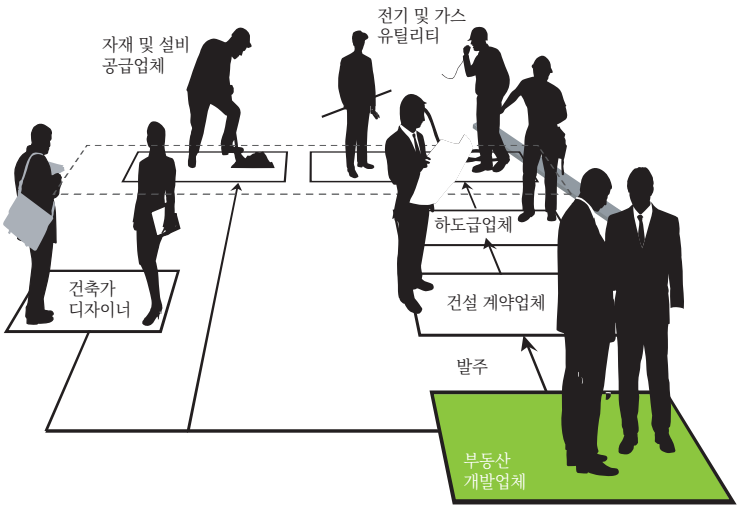


해결 과제

사무용 빌딩에 대한 최종 의사결정권을 가진 개발업체 또는 투자자는 에너지효율 설계, 기술 및 수단 등의 채택을 주저하고 있다. 단기적인 이익 극대화를 추구하고 전체적인 수명 주기 비용보다는 초기비용을 중시하는 경향이 있기 때문이다. 이들에게 있어서 에너지 비용은 그리 중요한 고려요소가 아니다. 개발업체와 투자자에게 에너지효율의 중요성을 일깨우는 데 도움이 될 만한 에너지효율 등급체계가 없다는 것도 문제다.

복잡한 사무용 빌딩부문 시장 환경은 이러한 난제를 더욱 복잡하게 하고 있다. 여기에는 개발업체, 건설회사, 자재 및 설비 공급업체 등 다양한 분야의 업체가 연관되어 있는데 임대 부문의 경우 더욱 그러하다*(그림 31)*. 소유주와 대행업체 또한 너무나 다양하다. 개발업체와 소유자는 공급 피라미드의 꼭대기에 위치하지만 비즈니스 측면에서는 그렇지 않다. 글로벌 선두주자가 나서서 에너지절약 이니셔티브를 주도하는 자동차 산업이나 전기 산업과는 대조적으로, 빌딩 분야에의 국제적 리더는 거의 전무한 상태이다.

그림 31
사무용 빌딩 개발 관련 조달체계



그리고 저에너지 사무용 빌딩에 대한 전문 노하우, 지원 및 미흡한 리더십을 꼽을 수 있다. 제조 공장에는 에너지 설비 감독을 맞는 전문가로 구성된 감사 부서가 존재하지만 빌딩 내에는 전무후무한 상태이다. 산업 전체를 볼 때 각 사무용 빌딩의 에너지 소비는 미미한 편이어서 에너지 비용에 대한 관심도 약한 편이다.

물리적인 제약 역시 초절전 사무용 빌딩의 촉진을 저해하는 요소이다. 일례로, 사무용 빌딩의 지붕 면적은 빌딩 규모에 비해 적어 대규모 PV 시스템을 설치하기가 매우 어렵다.

사무용 빌딩 사례-일본

1980년대와 1990년대 일본 정부는 여름 성수기 전기 사용량을 줄이기 위해 가스 연료를 사용한 냉방을 장려 및 지원했다. 그 결과 일본에서는 가스 흡수 냉각기 설치가 대형 사무용 빌딩으로 확산되었다. 그러나 지구온난화 영향이라는 측면에서 더욱 바람직한 기술인 전기 열펌프 시스템의 급격한 기술혁신으로 인해 이러한 추세는 바뀌게 되었다. EEB 모델링 수행 결과, 열펌프 시스템 사용으로 인한 에너지절감 효과는 계속 증가할 것으로 나타났다*(그림 32)*.

EEB 모델링

우리는 EEB 모델을 사용하여 일본 내 사무용 빌딩에너지사용을 평가하고 이를 미국과 비교해 보았다. 일본 칸토 지역에 위치한 바닥 면적이 3만㎡인 30층 업무용 빌딩군을 모델로 정했으며, 미국 북동부에 위치한 바닥 면적이 13만㎡인 빌딩군을 비교 대상으로 했다. 일본의 빌딩은 냉난방 시스템, 단열 수준, 조명 및 기타 특성의 다양한 조합에 따라 9가지 유형(참조 사례)으로 구분했으며, 미국의 경우 7가지 참조 사례를 사용했다.

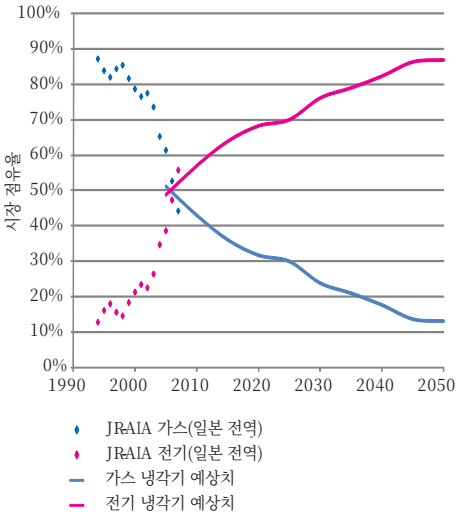
모델링 결과에 따르면 급진적인 조치 없이도 빌딩 당 현장에너지가 33% 감축되는 것으로 나타났다. 다시 말해서 가격책정이나 낮은 규제강도, 고효율 빌딩에 대한 인센티브 부재 등과 같은 현재의 에너지 정책 하에서도 에너지 감축은 가능하다. 일본 빌딩 성장률은 연간 0.4%라는 점을 감안할 때 2050년 전체 CO_2 배출량은 약간 감소할 것으로 예측된다. 전체 전력망의 소비량은 크게 달라지지 않을 것으로 보이나, 저탄소 그리드 전력의 사용으로 가스 소비는 50%나 줄어들 것으로 보인다.

에너지효율적인 설비에 대한 자본 인센티브 도입은 빌딩 당 37%의 에너지절감 효과를 가져올 것으로 보이며*(그림 33)*, 이는 기본 시나리오의 경우 상대적으로 낮은 효과를 가져올 것으로 예상된다. 탄소 비용이 1톤당 미화 60달러로 증가한다고 해도 별다른 차이는 없다. 일본의 경우 시장혁신 조치와 정책을 도입했을 때 이산화탄소 감축량은 전체 43%, 빌딩 당 51% 정도 달성할 것으로 보인다*(그림 34)*. 시장혁신 시나리오에서 2005년을 기준으로 4등급과 5등급에 속한 빌딩군은 2050년에 들어서 거의 2등급으로 상향될 것으로 전망된다 *(그림 35)*. 현재 기술로도 급진적인 정책 패키지를 적용한다면 각 빌딩에서 50% 이상의 에너지를 절약할 수 있다는 점을 알 수 있다. 그러나 미국과 같이 건축물 증가율이 높은 국가 또는 지역에서의 에너지소비량과 이산화탄소 감축량은 기대치에 못 미칠 것으로 나타났다. 따라서 새로운 기술과 효율의 개선이 절실하다.

일본과 미국 내 사무용 빌딩에너지사용량을 억제하기 위해서는 냉난방 설비 부문이 가장 큰 역할을 할 것으로 나타났으며*(그림 36)*, 미국 북동부 지역의 경우 냉방이 가장 큰 역할을 할 것으로 기대된다. 일본 사례 시뮬레이션은 해당 지역 흡수 냉각기는 원심 냉각기로, 가스흡수식 냉난방기는 냉각을 위한 열펌프 냉각기로 대체될 것으로 전망했다. 에너지효율이 높은 전기 원심 냉각기가 냉각 작업의 대부분을 담당하게 될 것이기 때문에 열펌프 등의 기술은 사무용 빌딩 저에너지화에 주요 열쇠가 될 것이다.

어떠한 정책 조합을 사용한다 하더라도, 일본 내 사무용 빌딩의 현장에너지에 대한 다양한 시나리오는 별다른 차이를 보이지 않는다*(그림 37)*. 단, 시장혁신 시나리오에서만 괄목할 만한 효과가 있는 것으로 나타났다. EEB 시뮬레이션 결과, 급진적인 조치 없이도 이산화탄소 배출량 감축을 일본의 경우 33%까지, 그리고 미국 북서부 지역의 경우 43%까지 달성할 수 있다는 점을 발견했다. 그러나 미국 내 사무용 빌딩은 연간 1.5%라는 빠른 증가세를 보이고 있어 전체 배출량을 줄이는 것은 이보다 훨씬 어려울 것으로 예상된다. 따라서 미국의 경우 전체 에너지 소비량 감축을 위해서는 현재보다 더욱 강력한 시행조치가 필요할 것으로 보인다. 본 결과는 동 프로젝트의 사무용 빌딩을 위한 권장 방안에 반영되어 있다.

시장혁신을 달성하기 위해 일본의 사무용 빌딩에 투자해야 할 비용은 연간 미화 1억1천만 달러로 추정된다. 그러나 8천만 달러라는 연간 에너지 비용 절감을 고려하면, 순 비용은 1년에 3천만 달러 정도이다. 다른 빌딩유형과 마찬가지로 에너지 절약의 상당 부분은 5년 미만의 단순 투자회수기간을 기준으로 한 시행 조치에 의해 달성 가능하다.



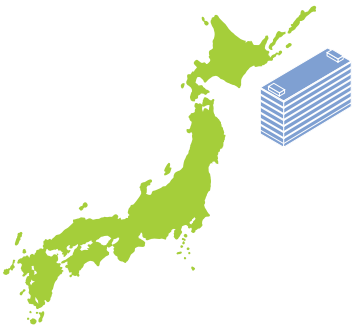
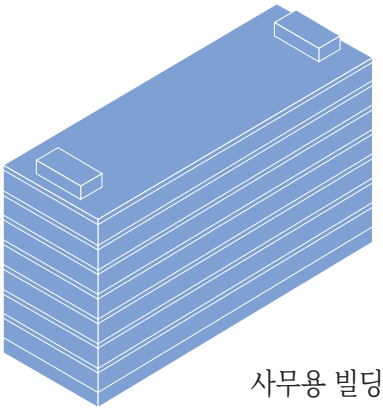


그림 32

일본 사무용 빌딩 내 가스 및 전기 냉각기의 과거 및 예상 점유율
(출처: 일본냉동공조협회(JRAIA), EEB 모델 기반 예측)



기본 시나리오

기존의 정책을 고수할 경우 예상되는 빌딩 유형별 현장 에너지 소비와 CO2 배출량
- 일본 사무용 빌딩 사례

시장혁신 시나리오

혁신 시나리오에서 예상되는 빌딩 유형별 현장 에너지 소비와 CO2 배출량
- 일본 사무용 빌딩 사례

에너지등급 변화

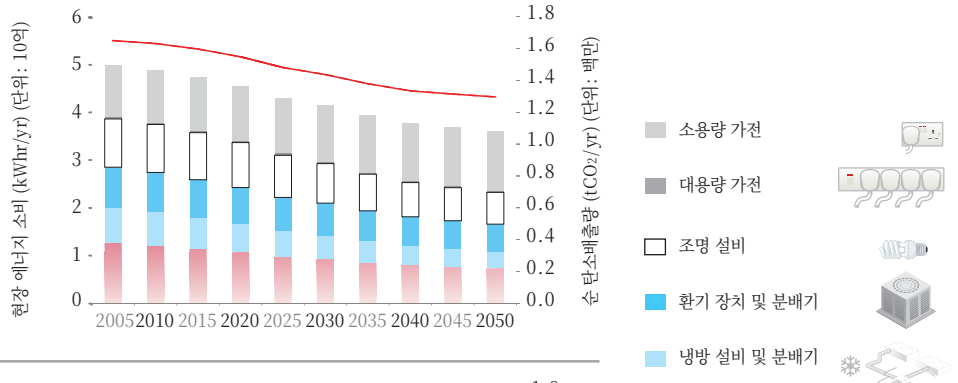
혁신 시나리오에서 예상되는 빌딩 에너지등급의 변화
- 일본 사무용 빌딩 사례

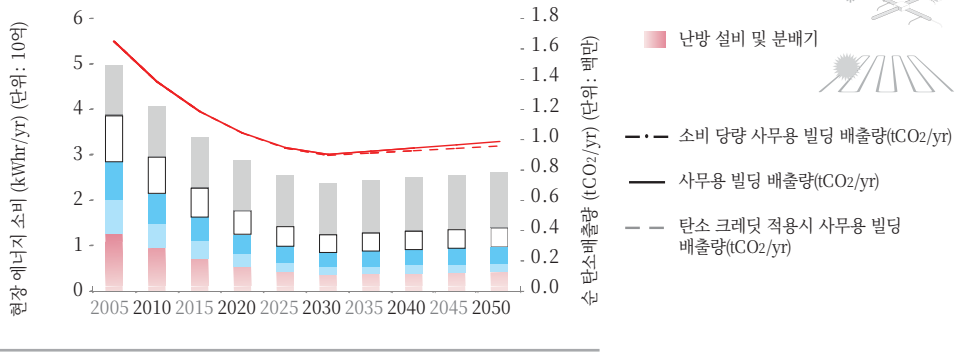
빌딩 하위시스템 별 영향

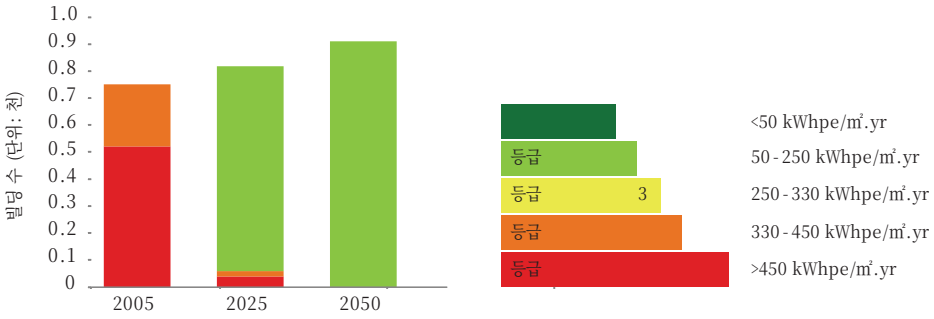
2050년 경 개별 빌딩 하위시스템의 설치기반 및 현장 에너지에 미치는 영향
- 일본 사무용 빌딩 사례

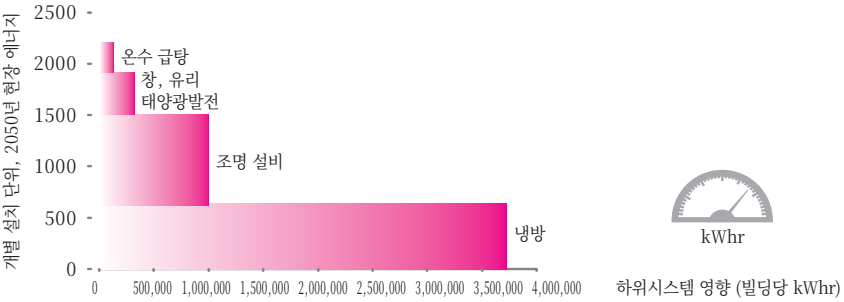
정책 시나리오

정책 시나리오 별 각 빌딩 유형의 현장 에너지 예상 소비량 분석
- 일본 사무용 빌딩 사례









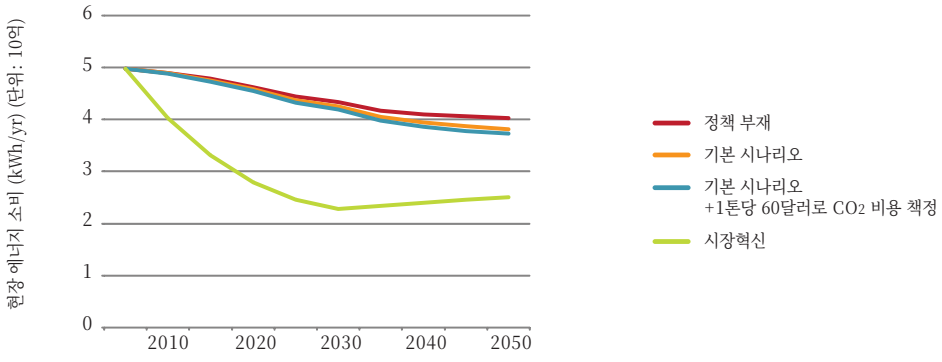


그림 33, 34, 35, 36, 37

전 세계 사무용 빌딩 혁신을 위한 권장방안

1. 사무용 빌딩의 에너지 성능 감사, 투명성 확보를 위한 라벨링 제도 도입, 매우 엄격한 건축 에너지법 시행
2. 높은 에너지효율을 보여주는 기존 및 신축 빌딩을 대상으로 지원금 대폭 지원
3. 에너지효율이 낮은 빌딩, 설비 및 조명 시설을 단계적으로 폐지하는 규정 시행
4. 집단거주 빌딩의 효율적 사용을 위한 사무실 단위의 제어 방식과 사용량에 따른 요금 부과 정책 필요
5. 통합 설계법을 채택하여 고에너지 효율을 달성 한 개발업체를 위해 프로세스 인센티브 도입
6. 대규모 빌딩 소유주 특히 공공빌딩 소유주에게 에너지절약전문기업(ESCOs)을 효과적인 에너지 관리자로 홍보
7. 에너지효율이 높은 설비 및 조명 시설의 연구개발 촉진
8. 모든 신규 저층 업무용 빌딩 개발 시 현장 신재생에너지 발전설비 권장
9. 연구개발을 통해 초기비용 감축 및 개보수 방안을 모색함으로써 현장 재생에너지 생성을 돕는 기술 솔루션 제공
10. 일상적인 상태, 안전, 화재 점검 및 재발주(re-commission)에 에너지효율 항목 추가(설계-표준 확립을 위한 필수 항목으로 정례화)
11. 교육 및 인식제고 캠페인을 실시하여 에너지 사용 및 비용에 대한 올바른 인식을 심어주는 한편, 시설 관리 엔지니어의 역할을 강조

상업용(소매) 빌딩

상업용 빌딩의 경우 소규모의 점포에서부터 고품격 쇼핑몰로 점차 확대되면서 점점 더 에너지 집약적인 특성을 보이고 있다. 대부분의 쇼핑센터가 음식점과 슈퍼마켓을 보유하고 있지만 동 EEB 분석에서 우리는 식음료업을 배제한 상업부문에 초점을 두었다.[34]

개발도상국의 경우, 기존의 노점 형태에서 미국과 유럽의 트렌드를 따라 대형 슈퍼마켓과 쇼핑몰이 점차 증가하고 있다. 이에 따라 전 세계적인 추세로 자리잡아 가고 있는 이러한 대형 상점 부문에 초점을 두어 분석을 실시했다. 또한 온라인 매장이 차지하는 시장 점유율이 높아지고 있는데, 이는 오프라인 매장 부문에 상당한 영향을 미칠 것으로 판단된다.

상점의 에너지 사용량은 주로 매출량과 가게 규모에 의해 결정되며, 두 요소 모두 점점 늘어나는 모습을 보이고 있다. 소매업의 총 매출은 2001년과 2005년 사이 35%나 증가했다.

소유권 집중화 현상

소매업 빌딩군은 상대적으로 개별 격차가 큰 부문이지만 집중화와 국제화가 최근 두드러지고 있다. 이러한 추세는 규모의 경제에 따라 에너지효율 개선에도 도움을 줄 것으로 보인다.

집중화는 미국에서 가장 높게 나타났다. 반면 집중화가 가장 낮은 인도의 경우 무려 1천5백만개의 소매 상점이 있는데[35] 이들 대부분이 가업으로 운영되고 있다. 따라서 지점을 둔 곳도 거의 없고 직원 수도 매우 적다*(표 6)*.

표 6
상업용 빌딩의 집중화(출처: Eurostat completar)

국가	인구 천명 당 상점 수
인도	22
남유럽(포르투갈, 그리스)	17
일본	10
영국, 네덜란드	7
미국	3.8

소매상점의 에너지사용량

소매 상업부문에서 소모하는 에너지는 미국 내 전체 상업빌딩에너지의 16%를 차지한다. 유럽의 경우, 전체 소매 상점은 상업부문 전체 에너지 사용량의 23%에 달하는 에너지를 사용한다. 에너지 원단위는 소매 상점의 유형에 따라 달라진다. 식음료 서비스업과 음식 판매업의 경우 다른 유형의 상점에 비해 에너지 사용량이 훨씬 많은 반면 노점의 에너지 사용량은 가장 낮았다.

에너지를 가장 많이 사용하는 분야는 환기공조와 조명시설이다. 이는 노점과 쇼핑몰 모두에 해당되지만, 대형 쇼핑몰 내의 상점이 소규모 상점에 비해 냉방 에너지 사용이 더 많은 것으로 나타났다.

참고

- 미국 내 전체 소매유통업 매출의 34%를 상위 100대 소매업체가 차지[36]
- 중국 내 소매유통업에서 상위 100대 소매업체가 차지하는 비중은 약 10.5%에 불과

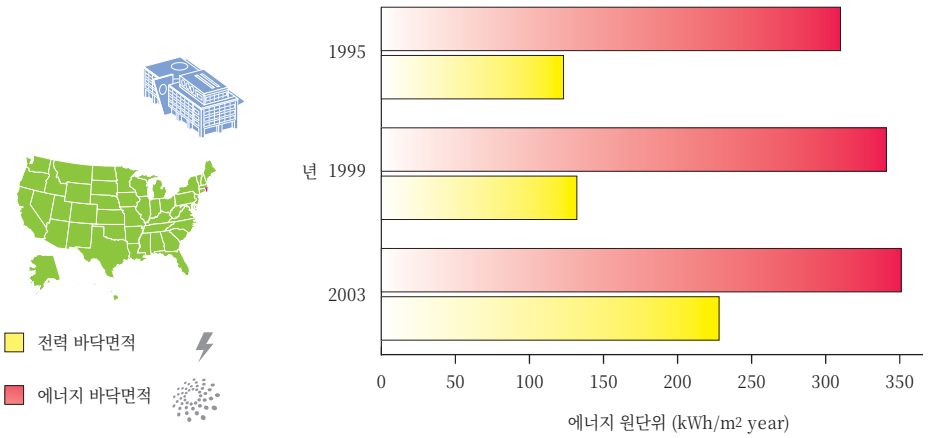


그림 38
소매 상업빌딩의 에너지 원단위 증가

최근 동향

다른 부문과는 달리 소매 상업빌딩의 에너지 원단위는 기존 빌딩보다 신축 빌딩에서 더 높게 나타난다*(그림 38, 39)*. 미국에서의 동 부문 에너지 원단위는 1995년 평균 310 kWh/m²/yr에서 2003년에는 평균 351 kWh/m²/yr로 증가했다(약 15% 증가). 전력부문 원단위의 증가폭은 이보다 훨씬 컸다. 이는 조명과 설비 시설이 얼마나 많이 사용되는지를 잘 보여준다.

전기 사용량 증가는 쇼핑몰에서 특히 두드러진다*(그림 39)*. 1990년 이후 지어진 쇼핑몰의 m² 당 전기 사용량은 1959년 이전에 지어진 쇼핑몰에 비해 두 배 이상이었다.[37]

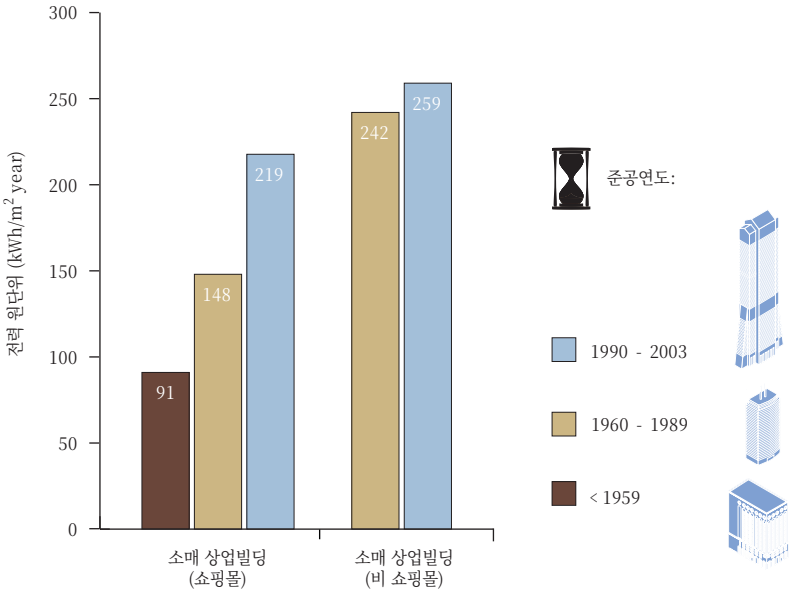


그림 39
신축 상업빌딩일수록 더 많은 전력사용량이 보임

해결 과제

소매 상업빌딩의 에너지 원단위가 증가하는 이유는 다음과 같다.

- 전체 운영 비용에서 에너지가 차지하는 부분이 적기 때문에 소매 상점 관리자는 해당 부문을 심각하게 고려하지 않는 경향이 있음
- 소규모 점포는 물론 다국적 유통업체에 이르기까지 대부분의 소매업 관계자는 복잡한 에너지 문제에 관한 지식이 미미함
- 조명은 고객의 관심을 유도하는 영업경쟁력과 같은 역할을 하기 때문에, 소매 상업빌딩의 최종에너지 사용량의 큰 부분을 차지한다. 또한 조명기기의 활용도 및 그에 따른 에너지 소비도 점점 더 증가하는 추세임

- 소비자가 추위나 더위를 느낄 수 없도록 적당한 실내온도를 유지하는 것 또한 매출을 촉진하는 역할을 하며, 대형 쇼핑몰에는 매장과 더불어 라운지, 주차장, 화장실 등 소비자 편의공간 또한 필요함

- 소매 상점들이 운영시간을 연장하는 경향이 짙어짐에 따라(일일 운영시간 및 연간 개장 일수 모두 증가), 에너지사용량도 증가함

쇼핑몰의 에너지사용량 절감

경제가 발전함에 따라 소매 상점은 노점 형태에서 다양한 상점과 기능으로 고객의 흥미를 유발하고 소비를 촉진시키는 새로운 쇼핑몰의 형태로 변형되고 있다.

온난 기후대에 위치한 전형적인 쇼핑몰에서 조명은 전체 에너지소비량의 절반을 차지한다. 조명의 대부분은 공용 공간보다는 매장 내에 집중되어 있는 것을 볼 수 있으며 상점들은 전체 에너지의 4분의 3을 사용한다. 환기공조 부문 또한 에너지소비량의 상당 부분을 차지한다. 음식점은 특히 쇼핑몰 내 총 에너지소비량의 5분의 1을 차지할 정도로 에너지 집약적인 모습을 보인다*(그림 41).*

유사한 기후에서 유사한 기술을 사용하는 비슷비슷한 쇼핑몰 사이에서도 평균 소비량은 크게 차이가 난다. 예를 들어, 쇼핑몰 내 핵심 점포 사이에서도 에너지효율이 가장 높은 점포와 가장 낮은 점포간의 차이는 제3의 요인으로 작용할 수 있다.

다음은 단기간에 투자 회수가 가능하면서도 상당한 에너지절약 효과를 낼 수 있는 방법들이다.

- 지능형 계량시스템(smart metering)을 도입하여 각 점포가 에너지사용에 대해 주의를 기울이고 에너지절약을 위해 노력할 수 있도록 함

- 태양광발전 및 열병합 복합화력을 사용하여 그리드 전력 일부 대체

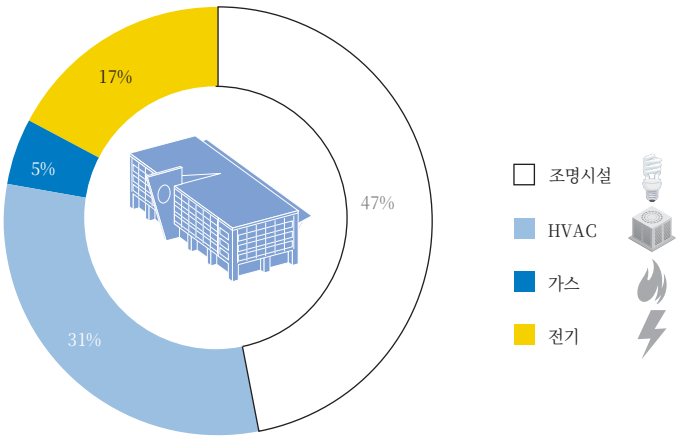
- 쇼핑몰 실내외 조명 교체

- 냉방 및 환기 시스템 개선

- 외부 유리에 차광 처리

지능형 계량시스템은 상점 관리인의 행동변화를 촉진하며, 미화 4만~13만 달러를 투자할 경우 에너지 절감 효과로 인한 MWh당 미화 40달러 미만 정도의 절약을 유도하면서 4개월 내에 투자를 회수할 수 있다. 그러나 이러한 조치는 획기적인 에너지절약 효과를 가져오지는 않는다. 유럽 A-G 등급모델과 같은 공식 라벨링에서 한 등급 상승효과를 낼 수는 있겠지만,

그림 40
쇼핑몰의 주요 에너지소비원은 조명 시설.



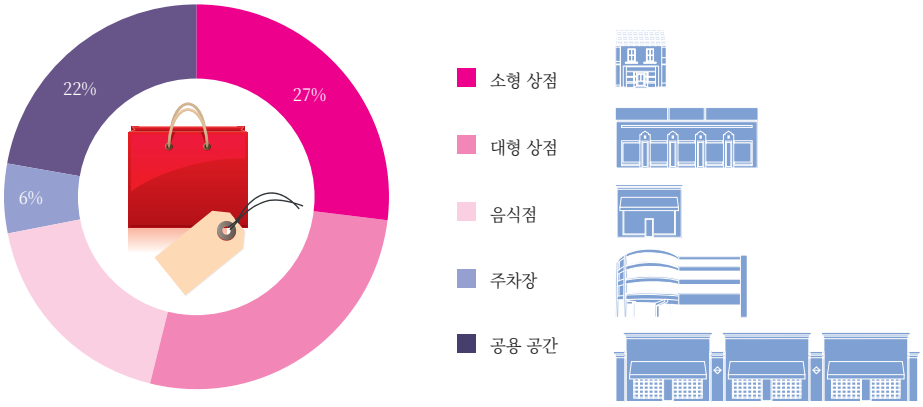


그림 41
쇼핑몰의 에너지 사용 현황

에너지절약분은 쇼핑몰 전체 에너지소비의 1% 미만의 경미한 수준에 불과할 수 있다.

상기에서 설명한 조치들을 모두 수행할 경우 쇼핑몰 하나당 평균 미화 4백만 달러 이상의 비용이 들 것으로 예상된다. 그러나 획기적인 에너지절감 효과를 통해 4년 이내에 투자금액을 회수할 수 있다.

실제로 이러한 조치들을 모두 수행한 한 상점에서는 미화 3백만 달러 미만의 투자로 에너지 소비를 37%까지 절감할 수 있었다. 그러나 전체 조치에 대한 실제 투자회수기간은 5년 이상이 걸렸다. 동 상점의 개별 조치에 대한 투자상환기간은 0.2년(외기냉수냉방)부터 18년(외부 조명 교체)까지 매우 다양했다.

동 사례에서의 가장 큰 에너지절약 효과는 태양광 패널 설치를 통해 얻을 수 있었으며 그 다음으로 지능형 계량시스템이 꼽혔다. 이 두 가지 조치를 수행하기 위해 전체 투자 금액의 68%가 소요되었고 이를 통해 얻은 에너지 절감효과는 전체의 75%를 차지했다. 또한 평균투자회수기간은 4.8년이었다.

슈퍼마켓의 에너지사용량 절감

월마트(Wal-Mart), 테스코(Tesco) 등과 같은 대형 슈퍼마켓은 획기적인 점포 디자인을 도입하여 에너지를 절감하고 있다. 월마트는 궁극적으로 100%의 재생에너지를 사용할 저에너지 매장 현실화에 노력 중이다. 2008년 1월 월마트는 4개의 차세대 고효율 매장을 최초로 선보였다. 이들 매장은 냉매 사용량을 90%까지 단축, 2005년 기준치 대비 25% 이상의 에너지효율을 달성할 수 있다*(아래 테스코 사례연구 참조)*.

사례 연구: 테스코(Tesco)

테스코는 2000년부터 영국 내 매장의 m^2당 에너지 소비량을 절반으로 줄여왔다. 또한 2009년에는 2006년에 지어진 다른 유사한 매장들에 비해 탄소발자국을 70%나 줄인 매장을 영국 맨체스터에 개장했다. 이러한 감축은 강철 대신 목재 프레임을 사용하고 천장 채광을 통해 인공 조명 사용을 줄이며 CO_2를 냉매제로 사용하는 혁신적인 냉각 시스템 도입 등 설계, 자재 및 기술 전반에 걸친 다양한 방법을 적용함으로써 달성 수 있었다. 70%의 탄소배출량 감축분 중 31%는 에너지효율 조치를 수행한 결과 가능했다.

또한 매장 천장에 특수 창을 설치해 자연광을 매장 내부까지 끌어들일 수 있도록 했다. 젤로 채워진 경량 패널은 매장 실내의 과열을 방지하면서 적당량의 빛이 들어올 수 있도록 하는 역할을 한다. 사무실 공간에는 처리된 튜브를 통해 자연광을 반사시켜 실내로 끌어들임으로써 다소 어두울 수 있는 공간에 적정 조도를 제공할 수 있다. 또한 자연광이 증가하면 인공 조명의 밝기를 자동으로 낮춰 주는 시스템이 도입되었다.

전 세계 소매 상업빌딩의 혁신을 위한 권장방안

1. 소매 상업빌딩의 에너지성능 감사, 투명성 확보를 위한 라벨링 제도 도입, 건축 에너지법의 점진적 강화

2. 높은 에너지효율을 기록하는 기존 및 신축 빌딩을 대상으로 지원금 대폭 지원

3. 에너지효율이 낮은 빌딩의 단계적 폐지

4. 조명 및 환기공조 시설에 대한 최대 Watts/㎡ 도입

5. 소매업 종사자들을 대상으로 에너지에 대한 인식제고 캠페인 참여 독려, 에너지사용량에 보다 주의를 기울이도록 장려

6. 연구개발을 통해 초기 비용을 낮추고 에너지 절약효과를 높이는 향상된 기술 솔루션 생성

7. 쇼핑몰 내 점포 단위별 지능형 세부 계량 시스템 적용

8. 통합설계법을 채택한 개발업체를 위해 프로세스 인센티브를 도입하여 고에너지효율 달성 유도

9. 모든 신규 소매 상업빌딩을 대상으로 현장 신재생에너지 생성 권장

제3장. 변화를 위한 실천방안

본 프로젝트의 모델링과 분석 결과는 빌딩부문에 걸친 혁신적인 전환이 필요하다는 사실을 거듭 보여준다. 신속하고 효과적인 대책이 부재할 경우, 빌딩부문 에너지사용량은 2050년경 수송 및 산업부문의 에너지소비량의 합계에 가까워질 것으로 추정된다. 그러나 우리는 EEB 연구를 통해, 적절한 방안을 시행한다면 현재 수송부문의 총 에너지 소비량에 상응하는 분량의 에너지를 빌딩부문에서 절감할 수 있다는 사실을 밝혀냈다. EEB 모델이 2050년까지의 6개 조사 대상국 대부분의 빌딩군을 포괄하는 사실을 감안할 때, 빌딩에너지효율 노력을 통해 60% 이상의 에너지 및 CO_2 배출량을 저감할 수 있을 것으로 전망된다*(그림 42)*.

"이제 정부와 기업 모두가 솔선수범해야 한다. 더 이상 사람들이 미루지 않고 본받을 수 있도록 해야 한다."

EEB 행동 워크샵 참가자
2008년 7월

이러한 엄청난 절감은 향후 빌딩 수의 대폭적인 증가분까지 감안한 것이다. 그러나 현재의 정책, 재정 계획, 행동양식을 고수한다면 에너지효율 혁신을 위해 무엇보다 필요한 기업과 개인의 참여를 이끌어내지 못할 것이다. 시간이 지남에 따라 빌딩부문 관련업계도 진일보할 것으로 기대되지만 더욱 강력한 시장 신호와 법적 개혁이 수반되지 않는다면 우리가 목표로 하는 시장혁신을 달성할 수 없을 것이다.

빌딩 유형별 공통 난제들이 있다. 먼저 주거 및 상업용 빌딩부문의 혁신을 가로막는 초기비용과 단기적인 투자 안목이다. 에너지소비에 관한 지식과 정보뿐 아니라 에너지절약을 위한 방법에도 무지하다는 점 또한 우리가 짚고 넘어가야 할 문제이다. 수많은 빌딩 사용자들이 에너지 및 에너지비용을 그리 중요하게 여기지 않는 관계로, 에너지가격 상향조정 또한 경제 및 정치적으로 수용가능한 선에서 책정되는 한 기존 행동의 변화를 이끌어내기는 힘들 것으로 예상된다. 미흡한 정보 부분이 해결된다 하더라도 현재와 같은 상황 하에서는 빌딩 소유주와 사용자가 적절한 투자를 감행하지 않을 것이다. 경제적 기업이나 소비자에게도 비재정적(혹은 행동상의) 장벽은 투자를 저해하는 요인으로 작용한다.[38] 즉, 빌딩 소유주와 사용자들은 에너지 소비에 대한 정보 및 관심이 미흡할 뿐 아니라 높은 초기비용과 낮은 절감치 때문에 더더욱 망설이게 된다.

"에너지는 눈에 보이지 않지만, 우리는 눈에 보이는 결실을 이루어내야 한다."

EEB 행동 워크샵 참가자
2008년 8월

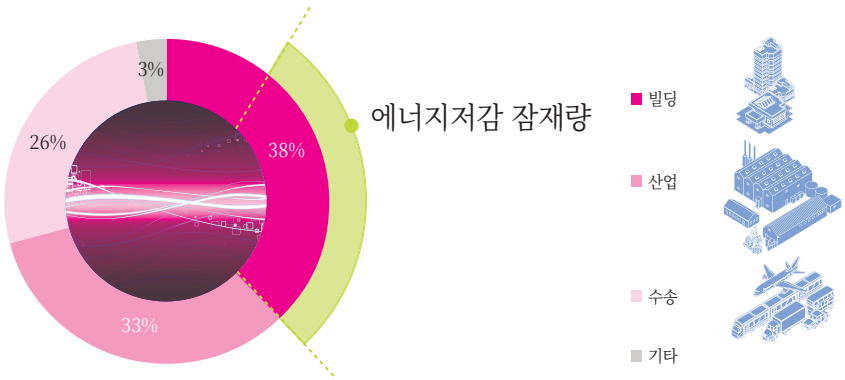
이러한 장애 요인들을 극복하게 되면 에너지 저감목표를 달성하는 것은 물론 경제성장을 돕는 고용 및 비즈니스 기회 창출 효과까지 얻을 수 있다. 그러나 단순히 시장의 힘만으로는 이러한 혁신을 달성할 수 없다. 재정, 조직, 행동상의 장벽이 너무나 크기 때문이다. 따라서 혁신을 이루기 위해서는 다음과 같은 상황이 현실화되어야 한다.

- 빌딩에너지를 가장 우선순위에 두는 정치적 의지 및 기업 리더십 발휘; 행동의 변화와 더불어 에너지 효율적인 설계 및 기술의 보편화
- 다음과 같은 이유로 에너지효율 투자에 대한 높은 수익 보장
  - 탄소가격을 포함한 높은 수준의 에너지가격 책정을 통해 상당한 에너지저감 달성
  - 혁신적인 재정모델을 통한 예산 확보 및 리스크 분산
  - 설계 및 기술 혁신을 통해 현실적인 수준으로 초기비용 최소화
- 개발도상국 내 고에너지효율 빌딩 솔루션을 구축하기 위해 기업, 정부당국 및 기타 이해관계자들이 협력함으로써, 생활수준을 개선시키는 동시에 절대적 에너지사용량은 제한

"탄소세 부과 정책으로 행동 변화를 기대할 수는 없다. 톤당 30달러의 세금은 재정적 영향을 미치지 못한다."

EEB 재정 워크샵 참가자
2008년 10월

그림 42
빌딩부문의 에너지저감 잠재량은 현재 수송 부문의 에너지 소비량과 비등



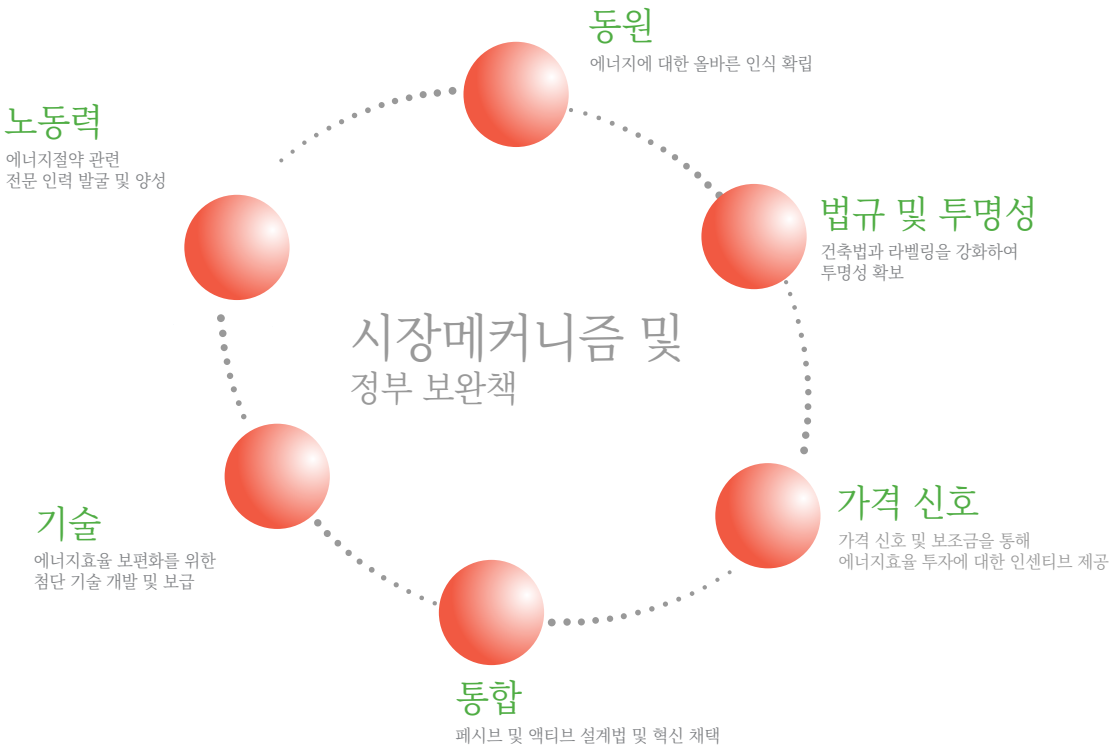
권장 실천방안

빌딩부문의 혁신을 위해서는 기업, 개인 그리고 정부의 즉각적이고 실질적인 실천방안이 필요하다. 정책과 의지가 아닌, 빌딩 내 에너지 사용량을 결정짓는 모든 이해관계자들의 실천(Action)이 절실하다. 앞서 빌딩 각 유형에 대한 권장방안을 구체적으로 제시했다면, 이번 장에서는 빌딩의 에너지효율 향상을 위한 수요와 공급을 촉진시키는 6가지 포괄적인 권장방안을 제시하고자 한다.

빌딩 내 에너지는 수송, 물, 식량 등 무한한 지속가능성 측면 중 일부에 불과하다는 점을 잘 알고 있고 또한 전력망에서의 에너지 믹스의 중요성을 간과하는 것은 아니지만, 본 프로젝트의 범위에는 이러한 측면들을 배제하고 오직 빌딩부문에서의 에너지효율에 초점을 맞췄다.

우리가 제시하는 권장방안들은 빌딩 유형별로 적절하게 적용되어야 한다. 단, 빌딩 유형별로 제각각 적용하는 옵션의 개념이 아니라 빌딩부문 전체의 종합적 권장옵션들로 이해해야 한다. 각 권장방안은 서로 중복 내지 연관성을 가지는가 하면 상호작용을 통해 시너지효과를 극대화할 수 있기 때문이다*(그림 43)*. 또한 국가마다 중요성이 상대적으로 다를 수는 있겠으나 전세계 어느 곳에도 적용할 수 있는 보편성을 지니고 있다. 향후 포스트교토 기후변화체제가 '공동의, 그러나 차별화된 책임(common but differentiated responsibilities)'이라는 국가간 기본원칙과 장기적 실천을 통한 이산화탄소배출량의 대폭 절감을 지향한다는 가정하에 본 장의 권장방안들이 이해되기를 바란다.

그림 43
상호보완적인 권장 실천방안



건축법과 라벨링을 강화하여 투명성 확보

EEB 모델링 수행 결과, 외부 자극 없이 시장력만으로 빌딩부문의 시장혁신 목표를 달성하기에는 역부족이라는 점을 알 수 있었다. 동 시뮬레이션의 일례로, 현재 인센티브 수준으로는 프랑스 단독주택의 에너지소비량이 24% 증가할 것으로 나타났다.

시급한 에너지대책이 필요한 현재 상황에서 정책적인 개입은 불가피하다. 올바른 정책 패키지는 에너지사용량을 낮추기 위한 시장의 역할을 효과적으로 지원하고 사람들의 행동변화를 유도할 것이다. 에너지 절약을 지원할 수 있는 정책은 다양하다.[39] 여기에는 법적 규제는 물론 재정 및 금융 조치도 포함된다. 이러한 정책은 단독으로 제한된 범위 내에서 수행하는 것이 아니라 상호작용하여 시너지 효과를 내는 하나의 패키지로 이해되어야 한다. 예를 들어, 효과적인 에너지성능 등급제는 많은 재정 및 금융 조치에 필수적이다. 정부 또한 정책을 지원하고 다양한 방안을 수행하는데 적극 협조함으로써 규모의 경제가 에너지 투자를 지원할 수 있도록 무수한 시장 간의 일관성을 유지해야 한다.

권장방안 1. 건축법에 강력한 에너지효율 규제를 추가하고, 현지 기후 조건을 감안하여 점차 강화하는 방향으로 추진한다.

정부 당국은 빌딩 에너지표준을 제정 및 시행하고 이러한 표준을 점차 강화해 나가야 한다. 이는 시장에 에너지 중요성을 각인시키는 확고한 버팀목이 될 것이다. 엄격한 건축법과 설비 효율 요건을 통해(적절한 지표에 기반하여) 빌딩 유형별 최대 허용 에너지소비량을 각 지역의 기후 조건을 고려하여 정의해야 한다. 또한 이러한 법규와 규제는 빌딩의 예상 성능 수준이 아닌 실제 성능에 따라 적용해야 한다. 에너지 효율적으로 설계된 빌딩의 상당수가 예측 수준에 미치지 못하는 결과를 내고 있기 때문이다. 이를 위해서는 공통 지표와 데이터 보고체계와 더불어 규정준수 팀을 포함한 적절한 법규 준수 체제의 구축이 요구된다.

건축법 중 에너지 관련 규제는 신축 빌딩에 대한 표준을 규정하는 데 가장 효과적이다. 그러나 정부의 정책과 법 집행이 미처 적용되지 않는 비공식 빌딩이 많은 개발도상국에는 그 영향이 극히 제한적이다. 선진국에서는 신축 빌딩보다는 기존 빌딩의 에너지성능 개선에 초점을 두는 것이 무엇보다 중요한데, 특히 빌딩 에너지법을 통해 소유주 변경 시 혹은 건물 개보수 시에 에너지효율 투자를 촉진하는 것이 중요하다.

건축법의 에너지효율기준이 유용하긴 하지만 이를 더욱 강화한다고 해서 반드시 전체 에너지 소비가 줄어드는 것은 아니다. 일례로, 에너지효율이 높지만 규모가 큰 주택에 살고 있는 사람들은 이러한 표준이 강화된다 하더라도 에너지사용량은 크게 달라지지 않을 것이다.

이것이 흔히 말하는 '투-프리지 신드롬(two-fridge syndrome)'이다. 선진국의 대다수 가정에서는 두 개의 대형 냉장고를 구비하고 있는 것이 일반적이다. 이들 냉장고의 에너지효율은 매우 높지만 여전히 과거 효율이 상대적으로 떨어지던 냉장고를 한 대만 사용할 때보다는 당연히 더 많은 에너지를 사용할 수 밖에 없다. 또 다른 일례로, 소매업 종사자들은 고효율의 조명 시설을 사용하더라도 조명시설 규모를 늘리는 경향이 있어 결과적으로 전체적인 에너지 사용량은 증가한다. 이렇듯 예상했던 에너지 절감을 달성하지 못하는 상황은 '리바운드 효과(rebound effect)'로 설명된다. 리바운드 효과란, 사람들이 절감한 에너지를 다른 곳에 사용함에 따라 총 절감 효과가 상쇄되어 없어지는 것을 말한다. 고효율 전등을 설치한 사람들이 전등을 이전보다 오래 켜둠으로써 예상 에너지 절감치의 12%를 낭비하고 있으며, 에너지효율이 높은 난로를 구입한 사람들은 온도조절장치의 기본 온도를 더욱 높이는 경향이 있어 역시 예상 에너지 절감치의 30%를 낭비하고 있다는 사실은 이미 여러 연구를 통해 밝혀진 바 있다.[40]

이러한 리바운드 효과와 '투-프리지' 신드롬 때문에 다양한 에너지 지표를 사용하는 것이 매우 중요하다. 에너지효율 자체만으로는 만족할 만한 절감 효과를 가져올 수 없기 때문에 다음과 같이 에너지와 이산화탄소를 모두 고려하는 다양한 지표가 필요하다.

- 절대치(총 사용량)
- 1인당 연간 사용량
- 평방미터당 연간 사용량

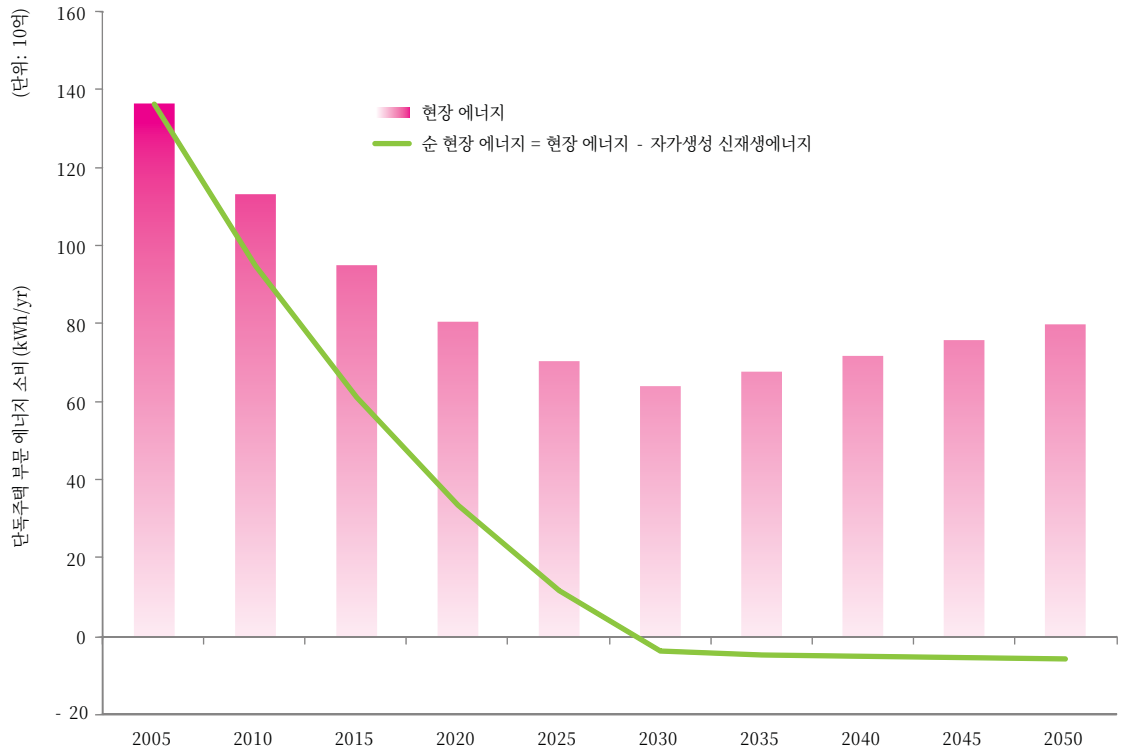
이러한 지표가 개발되면 정책 결정자는 이를 활용하여 현지 에너지 수요와 현지 문화를 반영하는 포괄적인 정책 패키지를 제안할 수 있게 된다.

권장방안 2. 현지 기후 조건을 반영한 빌딩 에너지측정 및 라벨링표준을 개발하고, 모든 비주거용 빌딩에 에너지 성능등급을 표시하는 것을 의무화한다.

에너지 성능에 관한 정보가 시장에 영향을 미치기 위해서는 반드시 공개되어야 한다. 유럽연합은 EPBD(Energy Performance of Buildings Directive, 빌딩에너지성능지침)를 통해 의무적인 라벨링 제도를 도입했다. 동 지침을 통해 특히 주택부문의 에너지 인식 및 태도의 변화가 클 것으로 기대된다. 자발적인 라벨링 제도(예: BREEAM, CASBEE, Effinergie, LEED, Minergie 및 PassivHaus)는 에너지 사용만을 다루고 있는 것은 아님에도, 이미 빌딩의 지속가능성에 대한 인식 제고 및 변화에 상당한 도움을 주고 있다. 이러한 제도는 규제를 지원하기 위해 점점 더 많은 국가에서 채택하고 있으며 이에 따라 시장 가격에도 영향을 미치기 시작했다. 스위스의 주거용 빌딩 9천 채의 매매 현황을 조사한 한 연구 결과에서 Minergie 라벨을 획득한 주택이 라벨이 없는 유사 조건의 주택에 비해 판매 가격이 7% 높다는 사실을 발견했다.[41]

이러한 라벨링 제도는 빌딩의 투명성을 높여주고 시장 채택을 촉진하며 규제에 대한 기초를 제공한다. 최소 표준을 적용한 라벨링 체계가 효과적으로 시행될 경우 주거용 빌딩에서의 넷제로에너지를 현실화함으로써 에너지 사용량의 일대 변혁을 꾀할 수 있다는 점을 본 EEB 프로젝트의 모델링을 통해 알 수 있었다*(그림 44)*.

그림 44
시장혁신 정책을 수행할 경우 기대되는 미국 남동부 단독주택 부문의 넷제로에너지 소비 달성



라벨링은 시장의 힘을 지원하면서 사람들이 빌딩을 선택할 때 에너지 요소를 쉽게 고려할 수 있도록 한다. 라벨링 제도의 표준화는 엄격한 성능위주의 빌딩 표준을 위한 평가 기반이 된다.

권장방안 3. 빌딩에너지 감사를 도입하여 에너지성능을 평가하고 개선점에 대한 우선순위를 설정한다.

투명성은 무엇보다도 중요한 요소이다. 사람들이 자신이 빌딩 내에서 사용하는 다양한 서비스의 에너지소비량에 대해 정확하게 파악하지 못한다면 에너지와 연관된 선택 또는 결정을 내릴 수도 없을 뿐만 아니라 에너지효율 개선에 대한 측정도 할 수 없을 것이다. 마찬가지로, 정부 당국이 빌딩의 에너지 성능에 관한 정보를 가지고 있지 않다면 어떻게 주요 개보수 프로그램을 계획할 수 있겠는가. 부적절한 지식과 정보는 에너지투자를 막는 방해꾼이 될 수 밖에 없다.

권장방안 4. 빌딩 외피 및 냉난방 설비와 같은 핵심 시스템의 성능 점검을 정기적으로 수행한다.

올바르게 지어진 빌딩이라 하더라도 설비의 실제 성능은 시간에 따른 노화 등의 이유로 애초에 설계된 대로 지켜지지 않는 경우가 많다. 따라서 이러한 예상 성능 수준을 유지하기 위해서는 적절한 시기에 유지보수를 수행하고 사용자에게 올바른 설비 조작법을 알려주어야 한다. 예를 들어, 시간이 흐를수록 빌딩 사용활동에 따라 창호의 기밀성이 떨어지는 경우가 발생한다. 미국 환경보호국(EPA)에 따르면 이러한 창호 누기로 인해 냉난방에 사용되는 에너지의 25%~40%가 낭비되고 있다고 한다.

권장방안 5. 집단거주 혹은 여러 사무실이 있는 빌딩의 경우 각 유닛마다 적절하게 에너지를 조절 및 제어할 수 있도록 하고 에너지 사용량에 따라 요금을 부과한다.

인센티브 분할 현상은 임대 아파트와 사무용 빌딩군의 주요 문제이다(제2장 참조). 다세대의 집단거주 빌딩에서 일반적으로 세입자는 난방을 제어할 수 없으며 실제 사용량에 따른 요금이 아닌 일정 금액을 지불하고 있다. 다시 말하면, 세입자가 에너지 절약을 생활화하거나 저에너지 설비를 사용하여 소비량을 단축시키더라도 이들에게 돌아가는 특정한 인센티브 혜택이 없는 것이다. 그렇기 때문에 세입자가 에너지 사용에 대한 제어권을 가지고 사용량에 따른 요금만 징수하도록 하면 이 문제는 해결될 수 있을 것이라고 본다. 빌딩 소유주의 경우 에너지 사용량 절감을 통한 재정적인 혜택을 받을 수는 없지만, 우리가 제시하는 다른 여러 권장방안들을 실시하여 에너지효율이 빌딩 임대값에 반영되도록 함으로써 빌딩 소유주의 에너지효율 투자를 더욱 활성화시킬 수 있다.

권장방안 6. 상업용 빌딩에 대한 건축법은 보건, 안전, 화재 및 기타 점검과 연계하여 수행한다.

상업 빌딩의 공식 승인 및 표준을 벗어나는 빌딩이 무수히 세워지는 개발도상국은 물론 선진국에서도 법규가 부적절하게 시행되는 경우가 종종 발생한다. 이러한 현상은 효과적인 점검 작업을 수행하는 리소스 부재가 주 원인이기도 하겠지만 빌딩 표준 점검자가 보건 및 안전 점검자와 같은 다른 규정 준수 팀의 권한 수준을 가지고 있지 않아 발생하는 것이기도 하다. 이러한 에너지법규 적용문제는 상업 빌딩의 보건, 안전 및 화재 검사 등의 기타 일반 감사부문의 빌딩 표준과 통합될 경우 크게 개선될 것으로 보인다.

보조금 및 가격 신호를 통해 에너지효율에 대한 투자에 인센티브 부여

투자자는 미래의 규제와 에너지가격에 대한 영향과 같은 위험 요소들을 고려해야 한다. 그러나 대부분 빌딩 소유주와 세입자는 여전히 에너지문제를 그리 중요시하지 않고 있다. 상업용, 주거용 빌딩 내 전체 비용에서 에너지비용이 차지하는 비율은 크지 않고 이러한 비용 또한 가시적으로 드러나지 않기 때문이다.

게다가 일부 에너지투자는 보조금이나 인센티브가 없으면 경제적인 수지가 전혀 맞지 않는 경우도 있다. 그리고 경제적인 투자 이익이 있는 경우라도 대부분의 투자 수익은 오랜 시간이 지난 후에야 얻을 수 있다. 투자의 초기 비용은 개인 투자자의 참여를 가로막는 주 요인이며 기업의 정책 결정자 역시 투자회수기간이 상당히 길다는 점으로 인해 투자를 망설이고 있다. 여기에 제시된 다른 여러 권장 방안을 수행하면 빌딩에너지효율에 대한 중요성을 고취시켜 에너지 성능이 건물 가격과 임대 수익에 대폭 반영되도록 할 수 있다. 그러나 가격 신호를 통해 시장을 자극하기 위해서는 인센티브가 반드시 필요하다.

권장방안 7. 정부는 시장이 빌딩에너지효율을 반영하도록 할 수 있을 정도의 높은 세금 패키지와 보조금을 도입한다.

과세 제도를 채택할 경우 광범위한 탄소세보다 빌딩에너지투자에 다음과 같이 더욱 중요한 영향을 미칠 수 있다.

- 탄소 가격으로 증가한 수익을 보조금으로 활용하여 초기 투자비용을 절감
- 구체적인 빌딩세를 적용하여 무차별적인 에너지 또는 탄소세 부과로 인한 잠재적인 경제적 영향을 방지. 이 세금은 이전에 설명한 에너지 등급에 따라 조정된 부동산세 형태가 되거나 추가적으로 부과될 수 있을 것이다. 이 정책은 추가적인 예산이 필요 없다. 즉, 낮은 에너지 등급의 빌딩에 부과한 세금을 통해 늘어난 수익은 고성능 빌딩에 대한 보조금으로 사용하면 되기 때문이다.

이러한 프로그램하에서 제공된 보조금은 의도하지 않은 결과를 초래하지 않도록 더욱 신경을 기울일 필요가 있다. 일본은 1970년대에 에너지 소스 확산을 위해, 빌딩 냉방에 가스 흡수 냉각기를 사용할 경우 인센티브를 제공한 적이 있었다. 그러나 이는 가스 흡수 냉각기보다 더 효율이 높은 전기 대체 수단의 출현과 이산화탄소 함유가 낮은 전기 공급으로 인해 오히려 이산화탄소 배출량이 증가하는 결과를 초래했다. 동 사례에서 알 수 있듯이, 인센티브는 개보수가 창문이나 보일러와 같이 빌딩의 특정 구성 요소에서 단독적으로 이루어지지 않도록 주의해야 한다. 이러한 인센티브 구성 요소는 기존 및 신축 빌딩 모두에 적용되는 통합 에너지효율 설계의 일부로 포함되어야 한다.

권장방안 8. 에너지 소비를 낮추고 신재생에너지의 현장 생성을 촉진하는 과금체계를 도입한다.

에너지효율 투자에 유리하도록 재정 평형(financial equation)을 모색하는 방법이 두 가지 더 있다. 즉, 초기 비용을 줄이거나 혹은 투자 초기에 절감치를 증대시키는 방법이다. 잠재적인 절감치를 증가시키는 한 가지 널리 알려진 방법은 에너지 비용을 증가시키는 것이다. 이는 포스트교토 협약을 통해 탄소가격이 더욱 높게 책정될 경우에 가능하다. 이 방법은 좀 더 넓은 경제 무대에서 유용하다. 그러나 이번 모델링 결과, 정치적, 경제적으로 수용 가능한 수준으로 설정될 경우 에너지 투자 결정에 미치는 영향에는 한계가 있다는 점을 알 수 있었다. 탄소 가격 증가는 에너지 절약에 대한 사람들의 관심을 불러일으킬 수는 있겠지만, 탄소 가격이 상대적으로 높아지더라도 에너지 비용에 심각하게 반영되는 것이 아니므로 에너지 절약을 우선시하기 위한 직접적이고 결정적인 논리가 부족하다.

잠재적인 절약은 상업적인 수단을 통해 늘어날 수 있다. 일부 국가에서 에너지 사용량이 많을수록 요금을 할인해 주는(특정 사용량을 초과할 경우 단위 요금이 낮아지는) 공과금 징수 관행은 낭비를 더욱 가속화시키는 역할을 한다. 이 관행을 반대로 적용해보면 에너지 사용량이 많을수록 누진세를 적용할 수 있다. 일본의 경우 이러한 관행을 이미 실시하고 있는데, 처음 120kWh는 17.87/kWh엔(18센트)로 부과되지만 300kWh까지는 22.86엔(23

센트), 그리고 이를 초과할 경우 24.13엔(24센트)로 부과하고 있다.

또한 독일이나 프랑스의 사례에서도 알 수 있듯이 그리드에 공급된 신재생에너지에 대한 높은 발전차액제도는 신재생에너지의 현장 생성을 촉진한다.

권장방안 9. 에너지 유틸리티 기업, 일반 기업 및 금융 기관은 초기비용 장벽을 극복할 수 있는 독창적인 비즈니스 모델을 개발한다.

EEB 모델링을 통해 우리는 투자 가치가 높은 상당수의 에너지 투자가 기업, 투자자, 개인이 고려하는 단기투자회수기간 내에서는 수익을 내지 못하는 경향이 많다는 점을 알 수 있었다. 적당한 수준의 투자 프리미엄으로 상당한 절약은 가능하다 할지라도 초기비용에 민감한 구매자들은 절대로 시장혁신 솔루션을 채택하지 않을 것이다*(그림 45)*.

에너지절약전문기업(ESCOs)과 같은 비즈니스모델을 통한 경험과 다양한 모범 사례를 미루어 새로운 지원 자금을 유치하는 것이 한 가지 해결책이 될 수 있다. 에너지투자를 위한 금융 모델을 개발하기 위한 방안으로는 다음과 같이 몇 가지가 있다.

- 절약한 만큼 지불(Pay as You Save) - 초기비용을 에너지 유틸리티 기업이 전체적으로 또는 부분적으로 지원하는 방법으로, 이러한 추가 지원비용은 월 청구액에 정기적으로 부과함으로써 만회할 수 있다. 고지되는 동 추가 요금은 특정 고객이 아닌 주택에 부과된다.

- 상업용 빌딩에 대한 특정 에너지성능을 달성할 수 있도록 ESCOs 또는 기타 공급업체에 계약으로 의무화하고, 절약으로 거두어 들인 수익은 빌딩 소유주와 배분

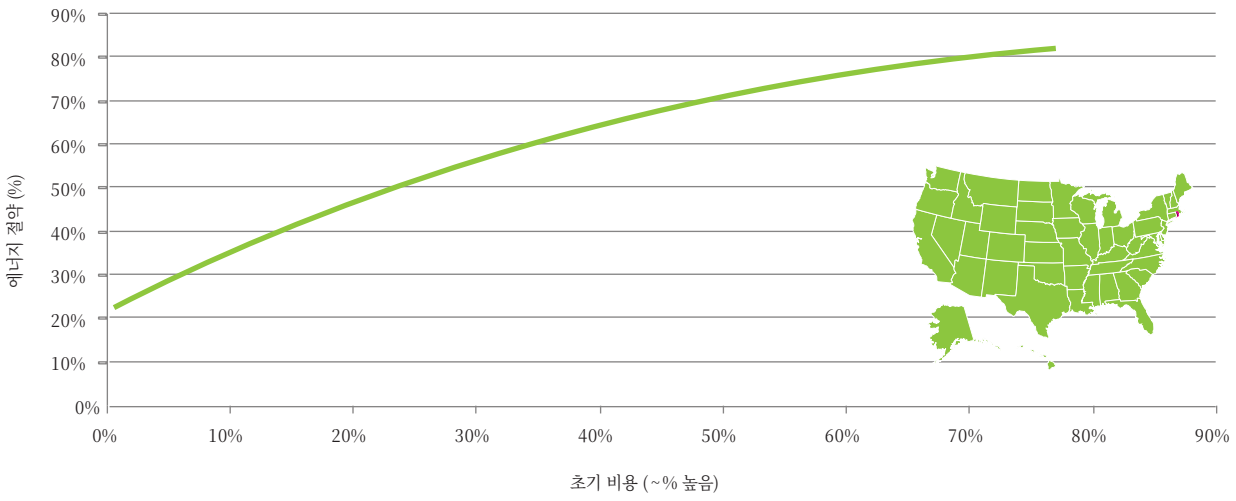
- 에너지성능 계약 체계를 통해 ESCOs나 기타 관련업체가 서비스 수준과 에너지절약을 고객에게 보장하는 혁신적인 계약을 제공하도록 함

- 현지 당국은 에너지 투자 목적의 대출을 허용하고 부동산세 납세자를 통해 상환하도록 함

- 저에너지 주택에 대한 담보대출의 위험성이 낮다는 점을 강조하여 에너지효율 투자 자금 유치. 이러한 투자 자금은 사회적인 책임을 중시하는 투자자들의 참여를 이끌 수 있다는 장점이 있음

그림 45

가장 높은 에너지효율 옵션하의 에너지절약과 초기 비용의 비교(미국 남동부 단독주택 분석 결과에 기초)



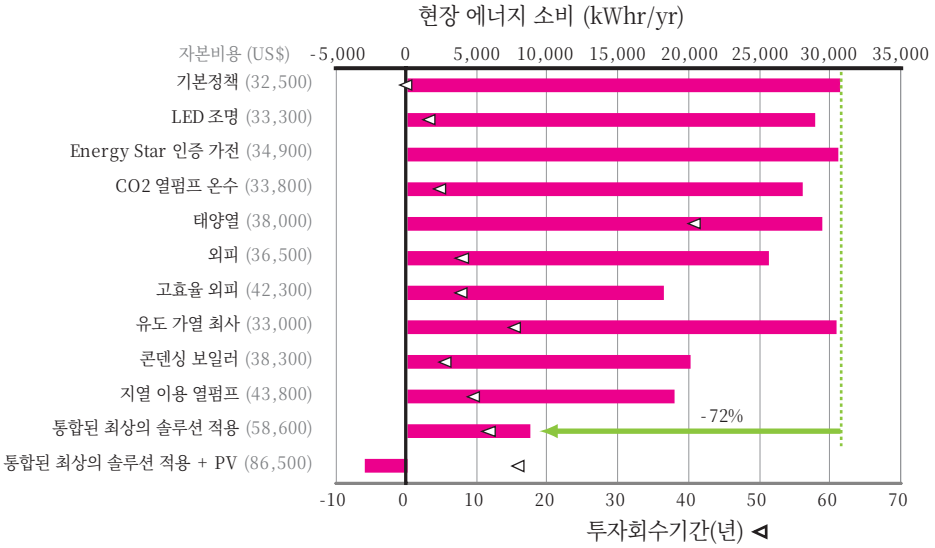
통합 설계법과 혁신에 대한 적극적인 장려

자연환기, 단열과 같은 개별 설계나 기술 솔루션에 관심을 두면 에너지 관련 해결책이 차선책에 머물 위험이 있다. 에너지절약을 위해 요소 하나하나가 모두 중요한 것은 사실이나 에너지효율을 최대화하기 위해서는 모든 관련 요소를 고려하는 통합된 접근법이 필요하다. 예를 들어, 우리는 미국 남동부의 한 단독주택에 대한 EEB 모델링 분석 결과 최상의 통합 솔루션을 적용할 경우 72%의 에너지 소비 절감을 꾀할 수 있다는 사실을 발견했다. 반면 최상의 개별 솔루션을 적용했을 때 얻을 수 있는 에너지소비 절감치는 통합 적용 시의 절반 수준에도 미치지 못했다*(그림 46)*.

통합 설계 프로세스에는 시작 초기부터 이와 관련된 모든 사람들이 포함된다. 이렇게 하면 추후 새로운 고려 요인을 도입하더라도 엄청난 비용이 드는 개정이 필요 없을 뿐 아니라 혼선도 방지할 수 있다.

효과적인 빌딩 설계 및 건설을 위해서는 패시브 기법과 액티브 기법을 통합하는 것 또한 매우 중요하다. 개별 요소가 상호 작용해야만 에너지 효율이 높은 빌딩을 개발할 수 있기 때문이다. 빌딩의 향(向), 차양 이용 등 빌딩 외피는 이러한 통합 설계 프로세스에서 가장 먼저 착수하는 부분이다. 기타 패시브 기법에는 열질량, 자연환기 및 자연광 활용 등의 방법이 있다. 반면 컴팩트 형광 램프(CFL), 열 펌프 사용 등을 통한 액티브 기법은 조명, 환기공조와 같은 서비스의 에너지를 절약해 준다.

그림 46
통합 솔루션 - 최상의 성능 달성



통합적인 접근방식은 개보수에서도 무척이나 중요하다. 예를 들어, 효율이 높은 보일러와 열 펌프를 설치하면 에너지를 더욱 많이 절약할 수 있다. 물론 빌딩 단열과 다른 에너지 요소까지 모두 고려한 통합적인 개보수의 일환으로 시행된다면 말이다. 그러나 빌딩 전체에 대한 개보수 작업은 엄청난 비용을 수반하기 때문에 이러한 개보수 프로그램은 단계별로 진행되어야 하며 재정적인 조치 및 지원 또한 필요하다.

권장방안 9. 정부 당국은 개발업체가 총체적인 접근방식에 기반한 고효율 빌딩 설계 및 건설안을 제출할 수 있도록 프로세스 인센티브를 도입한다.

패시브 기법과 액티브 기법을 모두 사용하는 전체적인 통합 설계방식을 따르면 에너지 사용량을 최대 70% 절감할 수 있다. 그러나 건설 및 주택 산업의 파편화된 구조로 인해 서로 다른 업체를 하나의 통합 프로젝트 팀으로 결성하는 일이 결코 쉽지 않다. 재정적인 평가 기준에 집착하는 성향이 강한 대행업체들이 기존의 보수적인 빌딩 설계방식을 고집할 경우 빌딩에너지혁신을 달성하는데 큰 걸림돌이 될 수 있다.

특히 부동산 개발업체에게 인센티브를 제공하는 일련의 조치가 필요하다. 입찰 절차 또한 통합 접근 방식을 어렵게 하고 있다. 일반적으로 상업 건축 프로젝트의 90%가 현실화되지 못하고 있다는 점을 미루어서도 알 수 있듯이 프로젝트의 수주 실패에 대한 위험 정도가 개발업체의 주요 관심사이다. 많은 개발업체가 프로젝트 초반에 드는 비용을 최소화하려는 경향을 보이는 것도 바로 이 때문이다. 이 단계에서 서로 다른 분야의 전문가를 한 자리로 모으는 것 또한 추가적인 비용이 드는 일이며, 만일 프로젝트 수주에 실패할 경우 개발업체가 떠맡아야 할 손해 또한 더욱 커진다. 그러나 초기 단계의 통합은 재작업과 건설 비용을 대폭 줄여준다는 점을 잊어서는 안 된다.

수주 실패의 위험성이 줄어든다면 이는 개발업체에게 상당한 인센티브로 작용할 것이다. 이는 통합 팀을 구성하여 에너지 사용 감축을 위한 총체적인 설계를 수행했음을 명확하게 보여주는 개발 제출안을 통해 조기 착공 및 우선 협상 고지를 선점함으로써 가능하다. 고성능 빌딩에 대해서는 일반적인 빌딩 내 허용 인구보다 더 많은 수를 허용하는 것과 같은 일부 규제에 대한 완화책 또한 개발업체의 부담을 덜어주는 좋은 방법이 될 수 있다.

이들 방법을 사용할 경우, 점점 더 강화되는 빌딩 에너지법과 표준하에 개발업체들은 전체적인 설계 접근 방식을 채택하여 적당한 비용에 이러한 요구 사항을 만족시킬 수 있을 것이다.

권장방안 10. 부동산 개발업체는 통합 팀의 일환으로 계약업체의 조기 참여를 이끌어 낼 수 있도록 비즈니스와 계약조건을 재구성한다.

엔지니어와 기타 건설 프로젝트 참여자는 잠재적인 추가 비용 특히 현금 자금이 들 수 있다는 가능성 때문에 조기 프로젝트 가담을 꺼릴 수 있다. 개발업체가 엔지니어와 건축가에게 위험 부담을 공유하도록 하는 기존의 수수료 구조를 개편한 새로운 비즈니스 모델을 도입하여 자재 설비 공급업체를 포함한 다양한 전문가로 구성된 광범위한 팀의 조기 참여를 이끌어 낸다면 이러한 기피 현상을 해소할 수 있다. 이는 건설 프로젝트가 유리한 수주 위치를 점할 경우 개발업체의 입장에서도 재정적인 측면에서 현실화가 가능하다.

권장방안 11. 에너지 유틸리티 기업과 기타 이해관계자들이 부동산 개발업체와 협력하여 통합된 설계 팀의 구축 지원을 통해 건설 프로젝트의 에너지 효율을 개선한다.

정책 결정자가 에너지 공급업체의 에너지절약을 요구할 때도 있다. 예를 들어, 에너지 공급업체가 고객의 노력을 지원하고 건설 관련 기업과 협력하여 특정 에너지감축 수준을 만족하도록 의무화하는 '에너지효율 크레딧'과 같은 에너지감축 의무 체계가 수행되는 경우도 많다. 관련 유틸리티 기업이 신축 빌딩의 에너지효율 설계를 통해 가시적인 개선을 달성하면 그러한 프로젝트에 참여할 수 있는 기회를 얻고 개발업체와 협력하여 전체 빌딩 체인을 포함한 통합 설계 팀을 구성할 수 있게 된다.

권장방안 12. 주택 에너지효율 개선을 위한 보조금 및 기타 인센티브를 적절한 순서와 지정된 시간 비율에 따라 총체적인 개선 프로그램에 우선 제공한다.

주택 빌딩의 개보수는 또 다른 과제를 안겨준다. 개보수 작업에는 총체적인 접근 방식이 매우 중요하다. 단편적인 성능 개선 작업에는 비용이 더 많이 들고 효율성도 떨어지기 때문이다. 일례로, 에너지효율이 뛰어난 창문을 단열이 제대로 이루어지지 않는 빌딩에 설치한다면 전체 효율 개선 측면에서 얻는 효과는 미미할 뿐이다. 주택 소유자는 통합 접근 방식을 사용하여 가장 에너지 효율적이면서도 경제적으로 빌딩을 업그레이드하는 방법에 대한 정보를 쉽게 찾을 수 있도록 하는 원스탑 쇼핑이 필요하다. 또한 이 단계에서는 전체적인 빌딩 접근 방식으로 개보수를 수행할 경우 금융 인센티브를 지원하는 방안을 수행할 수도 있을 것이다.

에너지절약 생활화를 위한 첨단 기술 개발 및 보급

권장방안 13. 정부 당국은 효과적인 빌딩에너지효율 기술에 대한 연구개발에 초기 지원을 제공한다.

향상된 에너지효율 기술을 시장에 도입하고 초기비용을 낮추는 동시에 절감폭을 늘리기 위해서는 연구개발에 대한 투자가 반드시 필요하다. 적은 비용으로 향상된 성능을 제공할 수 있게 되면 신재생에너지의 현장 생성을 촉진하고 패시브 기법과 설비의 효율을 증대시킬 수 있다. 정부의 초기 금융 지원 정책 또한 이러한 연구개발 속도를 가속화하고 시장을 자극하는 역할을 한다. 시장의 규모가 커질 경우 생산량이 많아져 자연히 제품 원가 절감을 기대할 수 있기 때문에 이러한 정부의 초기 지원책은 효율적인 공공 투자 방안이라고 할 수 있다. 이러한 방향으로 진행하다 보면 결국 초기비용 문제와 투자 장벽을 극복하기 위해 지원되는 다른 보조금이 단계적으로 폐지될 것으로 보인다.

권장방안 14. 신축 빌딩과 개보수 빌딩 설계시 에너지사용을 최소화하고 최신 기술로 간단하게 업데이트할 수 있는 정보·통신 기술을 갖추도록 한다.

정보·통신 기술(ICT)을 통해서도 설계, 인도 및 운영 단계에서의 에너지 소비를 줄일 수 있다. 빌딩관리시스템(BMS)은 조명, 냉난방 시스템 등의 빌딩 서비스를 자동화하는 시스템으로 다음과 같은 기능을 수행한다.

- 원격 모니터링 및 조치를 위한 센서 제공
- 차양 제어 시스템과 같은 빌딩 자동화 지원
- 태양광발전 등의 에너지생성 서비스의 유지 관리

기술은 에너지낭비에 대한 인식을 고취시키고 낭비를 줄이는 데 큰 역할을 할 수 있다. 특히 선진국 내 상업용 빌딩과 주거용 빌딩의 경우 더욱 효과적이다. 의사결정자는 종종 자신의 에너지소비를 크게 고려하지 않는 경우도 있다. 만약 기술이 주요 에너지 절약 조치의 대체 방안이 아닌 적절한 방향으로 사용된다면 이를 통해 제공되는 유용한 정보를 통해 의사결정자의 정책이나 특단의 조치를 유도할 수 있다. 예를 들어 개별 가전의 에너지 소비량을 알려주는 지능형 계량 시스템을 도입하면 사용자들이 실제로 얼마나 많은 에너지를 낭비하고 있는지를 알려줄 수 있다. 이에 대한 간단한 피드백을 통해서도 최대 15%의 에너지 사용량을 절감할 수 있었다.[42] 향후 기술적 진보 또한 빌딩 운영 자동화를 촉진시켜 더욱 큰 폭의 에너지 절감을 달성할 수 있을 것으로 예상된다.

권장방안 15. 에너지 유틸리티 기업은 사용자에게 에너지절약 가능성을 일깨워줄 수 있도록 각 고객과 관련된 에너지정보를 개발하거나 개선한다.

지능형 계량 정책의 연장선상에서 볼 때, 유틸리티 기업은 가전제품의 전력 성능을 분석하고 사용자들에게 수요측 관리의 일환으로 추가적인 절약 가능성을 알려주어 에너지절약을 촉진할 수 있다. 또한 공과금 청구서에 에너지 사용량에 관한 비교 정보를 제시하여 사용자들에게 과도한 소비에 대한 경각심을 일깨울 수 있다(이미 영국과 같은 일부 국가에서 이미 시행 중). 이는 비슷한 규모와 스타일의 다른 빌딩에 비해 공과금 납부자가 얼마나 많은 에너지를 사용하고 있는지 여부를 알려주는 역할을 한다. 향상된 수요관리를 위한 스마트 그리드 개발과 같은 이러한 조치를 통해 결국 전력 사용량이 줄어들게 되므로, 유틸리티 기업에게도 유리하다.

에너지절약 관련 전문 인력 발굴 및 양성

우리가 기대하는 에너지효율에 대한 대규모 투자 프로그램을 수행하기 위해서는 상대적으로 낮은 비용으로 높은 수준의 작업 수행이 가능한 대규모 전문 인력이 필요하다. 또한 이러한 수요를 충족할 수 있도록 더 많은 전문 인력을 양성할 필요가 있는데, 여기에는 작업자가 경제성장에 비례하는 재교육을 받는 것이 포함된다. 물론 이러한 전문 인력 양성 및 확보를 위해서는 현재 수준을 넘어선 훨씬 더 큰 노력이 필요하다.

작업자가 보유한 기존 기술이 간과되는 경우도 있다. 상업용 빌딩의 경우, 시설 엔지니어는 기술이 빌딩 내에서 효과적으로 운영되고 있는지를 점검하는 중요한 역할을 하지만 이들의 지위가 다소 낮게 인식되고 있어 이들에게 에너지 소비 데이터를 제공하거나 에너지 성능 개선을 위한 기회, 권한 또는 인센티브가 주어지는 일이 거의 없다. EEB 행동 워크샵의 한 참가자가 말한 것처럼 모범사례를 찾아내고 실현하기 위해서는 '시설 엔지니어의 가치를 재평가'하는 것이 매우 중요하다.

권장방안 16. 전문 기구, 교육 기관 및 기타 단체들은 모든 빌딩 이해관계자를 대상으로 에너지효율 교육을, 건설 노동자를 대상으로는 철저한 직업 교육 프로그램을 도입 및 시행한다.

이번 연구를 통해 많은 빌딩 전문가와 의사결정자들이 효과적인 에너지측정 수단에 대한 지식이 부족하다는 점을 알 수 있었다. 이용가능한 설계와 기술 전문 지식이 빌딩 에너지효율의 일대 변혁을 꾀하기 위해 활용된다면 동 문제는 극복될 것이다.

빌딩의 재정, 설계, 건설 및 운영을 담당하는 모든 사람들을 대상으로 에너지효율에 관한 적절한 교육·훈련을 실시하는 것 또한 필요하다. 그리고 전문 교육과 더불어 전문 자격이 없는 일반 사람들에게도 이러한 교육을 실시해야 한다. 이는 개발도상국의 비공식적인 빌딩부문의 참여를 이끄는 데 특히 중요할 수 있다. 직업 교육 프로그램은 숙련된 건설 인력 공급을 확대하기 위해 필수적이다.

에너지효율 인증은 건설 노동자의 기술 수준을 끌어올리는 것은 물론 다른 권장방안들을 이행하기 위해서도 필요하다. 즉, 지역 당국은 특정 개발 프로젝트 참여자의 인증을 요구하고 프로젝트 팀에 그러한 인증 획득 인력을 포함한 개발업체에 조기 착공 인센티브를 제공할 수 있다.

권장방안 17. 주택 또는 주거용 빌딩의 개보수 작업을 위한 '시스템 통합자 (system integrator)'라는 새로운 직종을 개발한다.

숙련된 노동 인력이 부족하면 대규모 개보수를 수행하는 데 한계가 있다. 서로 다른 측면의 에너지효율 리노베이션을 통합하는 등의 작업의 경우에는 특히 그러하다. 지금까지 개보수 작업은 한 분야에 대해서만 해박한 지식을 가진 전문가에 의해 수행되어 왔다. 그러나 개보수 작업의 통합을 위해서는 이러한 작업 프로세스를 관리하고 통합하는 역량을 가진 인력을 개발하는 것이 중요하다. 이러한 시스템 통합자는 에너지효율 요건을 평가하고 빌딩에 대한 전체적인 계획을 개발하는 동시에 적절한 도급업체 선정과 개보수 프로세스를 관리하는 역할을 담당할 수 있다.

에너지에 대한 올바른 인식 확립

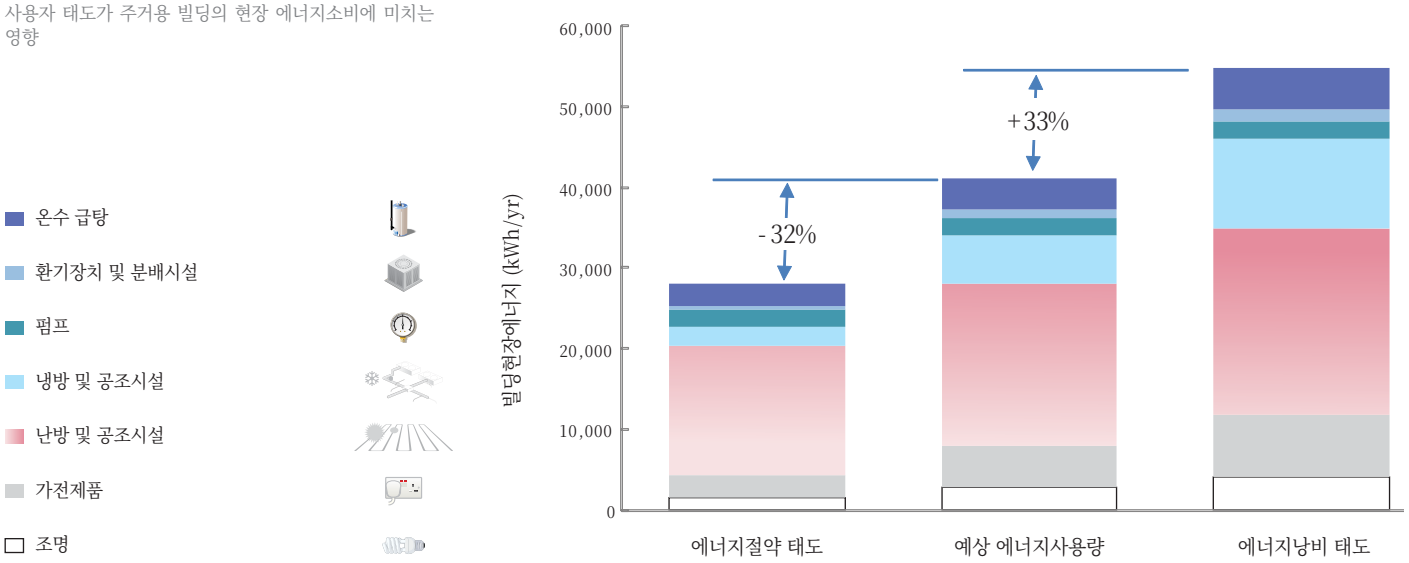
권장방안 18. 기업과 정부 당국은 지속적인 캠페인 활동을 벌여 에너지에 대한 올바른 인식을 확립시킨다.

동 보고서에서 제시하는 다소 야심 찬 에너지 목표를 달성하기 위해 올바른 에너지 인식 문화를 형성하려면, 행동상의 큰 변화와 올바른 지식 습득이 선행되어야 한다. 빌딩부문의 일대 변혁을 위해 가장 중요한 단계는 건설부문과 비즈니스 업계, 그리고 더욱 넓은 사회 전반에서 에너지에 대한 이미지와 인식을 고취시키는 것이다. 이러한 에너지 인식 고취는 우리가 제안하는 다른 권장방안의 버팀목 역할을 한다.

모든 빌딩 이해관계자 사이에서 에너지효율에 대한 관심과 열정, 그리고 올바른 인식을 차곡차곡 쌓아가는 것이 절대적으로 필요하다. 의사결정자는 에너지효율 기회를 좀 더 확실하게 파악해야 한다. 이는 주거용 및 상업용 빌딩 부문의 의사결정자는 물론 신축 빌딩과 개보수 작업의 의사결정자, 그리고 선진국과 개발도상국의 의사결정자 모두에게 해당된다.

빌딩 사용자의 긍정적/부정적 행동은 큰 차이를 만든다. 이번 분석을 통해 에너지낭비를 일삼는 태도는 빌딩의 예상 에너지 사용량의 3분의 1을 더 소모하는 반면 에너지 절약 태도는 3분의 1만큼 절약할 수 있다는 결론에 도달하였다*(그림 47)*. 에너지를 함부로 사용하는 태도는 최소치 대비 두 배나 되는 에너지를 사용하는 결과를 초래한다.

그림 47
사용자 태도가 주거용 빌딩의 현장 에너지소비에 미치는 영향



투명성을 개선하면 에너지사용 및 비용에 대해 더욱 명확한 정보를 제공할 수 있게 되므로 결과적으로 올바른 에너지에 대한 인식도 높일 수 있다. 그러나 정보만으로 이러한 태도와 행동을 바꾼다는 것은 거의 불가능하며 다음과 같은 문제도 해결해야 할 과제이다.

- 이해와 지식 결여: 개인 한 사람의 행동이 에너지와 기후변화에 큰 영향을 미치지는 않을 것이라는 그릇된 생각
- 동기 부족: 에너지안보와 기후변화 위협에 대한 우려 섞인 이야기는 의욕 상실을 불러일으킬 수 있다. 이러한 문제를 수수방관하는 자세가 나타날 수 있는데 이는 특히 남의 문제라고 생각할 경우 더욱 그러하다. 또한 에너지 절약을 위한 새로운 방식을 신뢰하지 않고 기존의 방식과 습관을 고수할 수도 있는데, 이러한 태도는 의사결정자가 새로운 방식으로 얻는 혜택을 명확하게 설명하지 못할 경우 더욱 심각해진다.

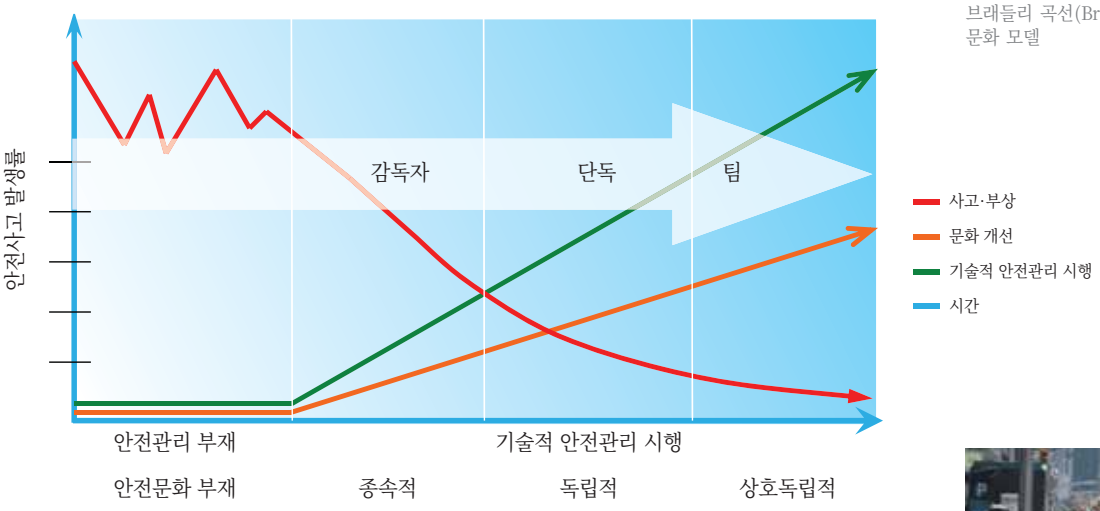
상기 두 가지 문제를 해결하기 위해서는 다양한 접근 방식이 필요하다. 금융 인센티브 제공과 같이 사람들이 중요하게 생각하는 가치를 제공함으로써 이들에게 동기를 부여하는 것이 필요하다. 공공 및 민간 부문의 마케팅 캠페인을 통해 사람들에게 호소하고 다가감으로써 올바른 정보를 제공함과 동시에 그들과 감정적인 유대를 형성하도록 하는 것이 중요하다.

폭넓으면서도 지속적인 동원 캠페인은 새로운 태도를 형성한다. 이러한 캠페인으로는 공식 광고, 입소문 마케팅, 어린이가 부모를 설득하도록('페스터 파워') 유도하는 간접 경로 등 다양하다. 태도와 행동이 변하면 절대적으로 가능할 것 같지 않던 또는 실행하기 어려울 것 같았던 일들이 현실화될 수 있다. 이러한 문화적 변화를 꾀하는 캠페인은 공공 의료, 안전 및 환경 부문에서 두각을 나타냈다.

많은 기업들이 종업원들의 통념 그리고 신념을 바꿈으로써 기업의 안전 문화를 일구어냈다 *(그림 48)*.[43] 안전의 중요성은 이제 비즈니스에서 당연시되고 있다. 이와 마찬가지로 에너지효율 또한 중요한 가치로 여겨져야 할 것이다.

그림 48

브래들리 곡선(Bradley Curve), 환경 보건 및 안전 문화 모델



권장방안 19. 기업 및 정부가 리더십을 발휘하여 각 빌딩의 에너지소비 감축을 위한 긴급 조치를 수행함으로써 빌딩에너지효율에 대한 강력한 의지를 보여준다.

리더십은 문화 쇄신을 위한 필수적인 요소이다. 주요 빌딩 사용자가 그들의 메시지를 받아들이지 못한다면 에너지 낭비에 대한 조치를 촉구하는 노력은 아무런 성과를 거두지 못하게 된다. 따라서 정부와 기업 모두가 위선적인 태도를 배제하고 빌딩의 에너지 관리를 소홀히 하지 않는 것이 매우 중요하다. 특히 건축 및 건설 산업과 관련된 부문에서는 더욱 그러하다. 이러한 태도는 리더십과 확고한 개선 의지와 더불어 신흥 기술을 탄탄하게 지지하는 기반이 된다.

예상 비용

빌딩의 생애주기비용(life cycle cost)에 기반한 이론적인 분석이 아닌, 실제 거래 비용(transaction cost)과 시장의 반응을 반영했을 때 동 부문에 소요되는 시장혁신 비용은 어마어마할 것으로 예상된다. 그러나 아무런 조치를 취하지 않을 경우 훨씬 막대한 비용 소모가 예상될 뿐 아니라 비즈니스와 시장 안정성에 큰 위험을 초래할 수 있다. 빌딩 에너지효율은 전세계가 필요로 하는 에너지감축 목표를 달성할 수 있는 가장 비용 효율적인 방법이다.

빌딩부문의 시장혁신 비용은 기업, 개인 그리고 정부까지 포함한 사회 전체가 부담하게 된다. 이러한 부담을 서로 분담하는 것이 바람직하며 투자에 따른 혜택도 공유되어야 한다. 이러한 혜택을 설명하자면 기업은 매력적인 시장과 개선된 빌딩을 개발하게 될 것이고 가구 구성원들은 더욱 낮은 에너지 비용으로 더욱 좋은 여건의 주택 환경을 누릴 수 있게 될 것이다. 또한 정부는 에너지안보를 개선하고 환경을 보호하며 더욱 빠른 시일 내에 탄소배출량 목표를 달성할 수 있을 뿐 아니라 경제도 부양시킬 수 있을 것이다.

우리가 이미 언급한 바와 같이, 시장 기반의 조치만으로는 절대로 에너지 목표를 달성할 수 없다. 금번 EEB 분석을 통해 빌딩 내 에너지 낭비를 줄이는 가장 비용 효율적인 수단은 '규제'라는 견해가 옳다는 것을 알 수 있었다.[44] 그러나 지나친 규제활동은 오히려 부작용을 낳을 수 있다는 점을 간과해서도 안 된다.

상당수의 에너지효율 개선 프로젝트가 오늘날의 에너지 비용으로 실행 가능하다. 현재 에너지 가격을 기준으로, 본 연구대상인 6개 EEB 국가들의 빌딩 에너지효율 총 투자액이 연간 미화 1천5백억 달러에 이를 경우 소유주의 할인 투자회수기간(discounted paybacks) 5년 내에 관련 에너지사용량과 탄소배출량을 40%까지 줄일 수 있을 것으로 전망된다. 이후 할인회수기간 5년~10년 사이에도 1천5백억 달러를 더 투자할 경우 12%를 추가 감축하여 결과적으로 50% 이상의 저감효과를 달성할 수 있다. 다만, 77% 감축 목표 실현을 위해 투자액을 미화 6천5백억 달러 더 추가하는 것은 현재 에너지 가격하에서는 경제적 수익 상 타산성이 없으므로 동 EEB 보고서에서 제시하는 추가적인 조치들을 수행할 필요가 있다.

시장혁신을 위한 추가비용은 에너지비용 절감분으로 일부 상쇄될 수 있으며, 나머지 사회적 비용은 다른 탄소배출량 저감 기회보다 현저히 낮을 것이다.[45] 본 프로젝트의 시뮬레이션을 통해 EEB 6개국의 에너지 사용자가 부담할 순 비용(net cost)은 연간 미화 2천5백억 달러 정도가 될 것으로 추정된다. 이는 시장혁신 달성을 위한 추가비용을 반영한 수치이며, 현재 에너지비용 하의 연간 미화 7천억 달러에 달하는 유사 발전차액제도(feed-in-tariff)에서 에너지 절약분과 에너지 지불 비용을 공제한 액수다. 동 수치는 본 EEB 조사의 빌딩 유형별 심층 분석을 통해 산정된 값이다. 빌딩부문의 시장혁명 달성을 위한 순 비용을 전지구적 측면에서 살펴볼 경우, 대략 연간 빌딩 건축비용의 7% 정도인 것으로 나타났다. 이 액수는 미국 빌딩의 생명안전법규를 준수하는 데 드는 추가 비용 5%와 유사하다는 점에 유의할 필요가 있다. 이 순 비용의 규모로 미루어볼 때, 공공 보조금 지원과 더불어 낮은 비용으로 에너지효율이 높은 제품을 개발하여 정책결정자의 수익기준을 충족할 수 있도록 하는 기업의 노력이 필요하다는 점을 알 수 있다.

탄소 비용이 증가하면 재정적으로 정당화된 에너지효율 투자 금액도 늘어날 것이고 이에 따라 탄소배출량이 저감될 것이다. 그러나 EEB의 모델링 결과는 사뭇 달랐다. 예를 들어, 오늘날의 에너지가격하에서 증분 탄소가격(incremental carbon cost)이 톤당 40달러일 경우 탄소 저감율은 52%에서 55%로 소폭 증가하는 것으로 나타났다. 다시 말해서, 에너지효율 투자비용은 탄소배출권거래제, 탄소세 또는 탄소배출상한제/탄소세 등 탄소 관련 규제로 더욱 높아진 탄소 비용을 반영한 에너지 가격만으로는 단순 회수가 불가능하다는 것을 보여준다. 빌딩부문의 완전한 시장혁신을 이루려면 동 보고서가 제시하는 권장방안들과 일관되는 방향으로 다양한 조치들을 복합적으로 채택해야 한다. 시장 반응만으로는 이러한 목표를 절대로 달성할 수 없다는 점은 분명하다. 즉, 추가적인 정부 보완조치가 근본적으로 수반되어야 한다.

기후 안정화를 위해 반드시 실천해야 하는 에너지 사용량 및 이산화탄소 배출량 감축을 달성하기 위해서는 공공부문과 민간부문의 투자가 반드시 이루어져야 한다. 동 보고서가 언급했던 '미흡한 지원과 늦은 대응(Too Little, Too Late)' 시나리오에서 볼 수 있는 단편적인 조치들은 이러한 필수 에너지 감축목표를 달성하기에는 턱없이 부족하다.

정부 당국과의 협력을 통한 빌딩부문의 시장혁신은 다음과 같은 이유로 특히 중요하다.

- 빌딩부문의 에너지효율 조치 관련 순 저감 비용은 다른 부문의 유사 절감 비용보다 낮다.
- 빌딩부문의 에너지효율 개선은 가정과 기업 모두가 에너지가격 상승과 변동성 증가에 적응하는 데 도움을 주며, 에너지 절약으로 인해 상대적으로 에너지 여유가 생겨 경제의 급격한 성장에 따라 추가적으로 필요한 에너지를 사용할 수 있도록 해 준다.
- 에너지효율 조치는 즉시 이행 가능한 반면 다른 부문의 조치는 개발 및 이행에 더 많은 시간이 소요된다.
- 에너지효율에 대한 투자는 고용 창출의 역할도 수행하는데, 이를 통한 서비스 부문과 에너지 공급 부문의 고용 창출 비율이 2:1에 달한다.

결국 에너지사용량 감축을 위한 시장혁신 조치는 경제, 사회 및 환경적인 이유로 반드시 수행되어야 한다. 빌딩부문은 이러한 조치의 중요한 구성 요소를 제공한다. 이제 지체할 시간이 없다. 지금이야말로 에너지소비 감축을 통한 기후변화 완화 및 지속가능한 비즈니스 실현을 위해 빌딩부문의 시장혁신 작업에 착수할 때이다.

각주 및 참고문헌

1 IPCC의 4차 평가보고서(4th Assessment Report), 주거용 및 상업용 빌딩 부분 참고.

2 '최종 에너지(Final energy)'란 최종 사용량을 의미하며 '1차 에너지(Primary energy)'는 생성을 의미함.

3 사무실, 단독주택 등과 같은 범지구적 빌딩 유형을 표현하는 용어로 'subsector'를 사용함. 한편 이 보고서에서 'submarket'은 특정 지역 시장을 의미함.

4 예: McKinsey (2009) Pathways to a Low-Carbon Economy, Lend Lease Lincolne Scott Advanced Environmental (2008) Emissions Reduction in the Building Sector.

5 Fuller, M. (2008), "Enabling Investments in Energy Efficiency - A study of energy efficiency programs that reduce first-cost barriers in the residential sector", UC Berkeley, for California Institute for Energy and Environment - 25%~75% 범위내 소비자의 잠재할인율 설명.

6 EEB 첫 번째 보고서, WBCSD (2008), Energy Efficiency in Buildings: Business realities and opportunities 참조.

7 2008년 프랑스 환경에너지관리청(ADEME) 연구.

8 로렌스버클리국립연구소(LBNL) (2007), Energy use in China, Sectoral trends and future outlook.

9 국제에너지기구(IEA), 15개국, Worldwide trends in energy use and efficiency.

10 동 수치에는 전력 생성 및 상업/산업 에너지 사용량에서 빌딩 에너지가 차지하는 부분이 포함됨. WBCSD (2007), Energy and Climate: Pathways to 2050; IEA (2008), Worldwide trends in energy efficiency 참조.

11 이는 에너지와 이산화탄소 간의 일대일 관계를 가정한 것이므로 신재생에너지 현장 생성에 대한 기여 부분은 제외되어 있어 추정치로 보아야 함. 신재생 그리드 에너지 증가로 인한 배출량 절감은 IEA 분석의 직접 빌딩 배출량과는 별도임.

12 Levinson and Niemann (2003), Energy Use by Apartment Tenants When Landlords Pay for Utilities.

13 Meyer, A.S. and B. Kalkum (2008), China: Development of National Heat Pricing and Billing Policy, The World Bank, Formal Report 330/08.

14 인도 BIT(Birla Institute of Technology), 미국 카네기멜론대학교, 스웨덴 룬드대학교, 중국 칭화대학교, 브라질 UFSC.

15 중국 통계 연보(2007).

16 프랑스 개보수자금지원기관(ANAH) (2007).

17 프랑스 환경에너지관리청(ADEME) (2007), Etude BIIS-OPEN.

18 여기에 나타난 결과에는 태양열발전을 통한 여분의 전기로 얻을 수 있는 CO_2 혜택(시장혁신 시나리오에 매우 중요)이 반영되어 있지는 않음.

19 Fraker, H. (2006), "Unforbidden Cities: Can a new type of 'gated community'

reverse China's ecological debacle?" California Magazine, Vol. 118:5.

20 Cushman & Wakefield (2007), India Gaining Momentum: Indian Real Estate Investment Dynamics.

21 국제연합(2007), UN 세계 도시화 전망(UN World Urbanization Prospects).

22 국제연합(2007), UN 세계 도시화 전망(UN World Urbanization Prospects).

23 미국통계국(2000), 미국 인구조사.

24 일본 2003 주택 및 토지 통계조사.

25 일본 2003년 주택 및 토지 통계조사.

26 Zhou et al. (2007), Energy Use in China: Sectoral Trends and Future Outlook, 로렌스버클리국립연구소(LBNL).

27 Brown and Wolfe (2007), Energy Efficiency in Multi-Family Housing: A Profile and Analysis.

28 Brown and Wolfe (2007), Energy Efficiency in Multi-Family Housing: A Profile and Analysis.

29 Levinson and Niemann (2003), Energy Use by Apartment Tenants When Landlords Pay for Utilities.

30 McKinsey Global Institute (2008), Preparing for China's Urban Billion.

31 Junhui, W. "Coping with cold, the challenges of meeting China's fast-rising urban heat demand".

32 The Climate Group (2008), "Smart 2020: Enabling the Low Carbon Economy in the Information Age", 세계 e-지속가능성 이니셔티브(Global e-Sustainability Initiative, GeSI)를 위한 보고서로 맥킨지(McKinsey & Company)와 공동 분석 수행.

33 SES, Ceren - EEB 그룹.

34 이 섹션은 Innovologie (2006), Who Plays and Who Decides? 내용을 참고함.

35 인도 소매업 세그먼트 - Economy Watch

36 Innovologie (2006), Who Plays and Who Decides?

37 IEA 에너지 데이터를 기준으로 함.

38 Sullivan, Michael J. (2009), Behavioral Assumptions Underlying Energy Efficiency Program for Businesses, California Institute for Energy and Environment (CICE).

39 유엔환경계획 지속가능 빌딩 및 건설 이니셔티브(UNEP Sustainable Building and Construction Initiative)(2007), Assessment of Policy Instruments for Reducing Greenhouse Gas Emissions from Buildings 참조.

40 Watson, T., "Consumers can sabotage energy-saving efforts", USA Today (2009년 3월 22일자).

41 Center for Corporate Responsibility and Sustainability, University of Zurich

(2008), Minergie Macht Sich Bezahlt.

42 Environmental Change Institute (2006), The effectiveness of feedback on energy consumption.

43 Bradley Curve at telsafe.org/thebradleycurve.pdf 참조.

44 유엔환경계획 지속가능 빌딩 및 건설 이니셔티브(2007).

45 IEA (2007)의 에너지 기술 전망 참고.

46 피터슨 국제경제연구소(Peterson Institute for International Economics, PIIE)의 Trevor Houser 객원위원은 WBCSD의 동 모델에서 도출된 결과를 평가하였으며, PIIE 또한 개별적으로 “빌딩부문 에너지효율성향상-세계 경제적 관점에서(Energy Efficiency in Buildings - A Global Economic Perspective)”라는 정책보고서(policy brief PB09-8)를 통해 경제적 효과를 평가한 바 있다. 재무 할인, 빌딩군 성장률, 투자 시기, 에너지절약 수행 정도, 배출저감목표 등 평가 요소상의 차이가 있기 때문에 추정 결과에 약간의 차이가 있다. 예를 들어, PIIE 보고서는 8.2 기가톤에 달하는 온실가스 감축을 위해 전 세계적으로 연간 평균 1조 달러의 투자액이 필요할 것이라고 예측한 반면, WBCSD의 EEB 프로젝트에 따르면 6개 조사대상국(브라질, 중국, 유럽, 인도, 일본, 미국) 내 시장혁신을 달성하기 위해 필요한 투자 금액은 9,500억 달러로 추정되었고 이를 통해 9.1 기가톤을 감축을 달성할 수 있으리라고 본다. 비록 분석 접근법 및 결과에서 다소 차이를 보이기는 하지만 PIIE 결과와 WBCSD 동 프로젝트의 결과는 대체적으로 일치한다고 볼 수 있다.

감사의 말

이 보고서는 UTC의 빌 시슨(Bill Sisson)과 라파즈의 콩스탕 뱅 애르쇼(Constant van Aerschot)의 주도하에 동 프로젝트의 14개 핵심그룹 기업 대표에 의해 개발되었고, 컨텍스트의 로저 코위(Roger Cowe)가 작성을 도와 주었고 모델 개발은 로버스트 시스템즈 앤 스트래티지(Robust Systems and Strategies)의 케빈 오토(Kevin Otto)와 팻 케이시(Pat Casey)가 도와주었다. 프로젝트 책임자는 WBCSD의 크리스찬 코네발(Christian Kornevall)이다. 많은 분들의 지지와 협조에 감사를 드리며 특히 프로젝트의 핵심 기업 중 이 보고서에 큰 기여를 한 다음 분들께 깊은 감사를 드리는 바이다.

ArcelorMittal: 디디에 브리도(Didier Bridoux), 티에리 브레인느 본에어(Thierry Braine Bonnaire)

Actelios (Falck Group): 움베르토 데 세르비(Umberto de Servi)

BOSCH: 엑케하르 라쿠아(Ekkehard Laqua)

CEMEX: 하비에르 바스케스(Javier Vazquez), 클라우디아 마리아 라미레스(Claudia Maria Ramirez)

DuPont: 마리아 스피누(Maria Spinu)

EDF: 도미니끄 글라샹(Dominique Glachant), 마리엘렌느 로랑(Marie-Helene Laurent)

GDF Suez: 알렉상드르 장델(Alexandre Jeandel)

Kansai: 신타로 오코가와(Shintaro Yokokawa)

Lafarge: 꽁스땅 뱅 애르쇼(Constant van Aerschot)

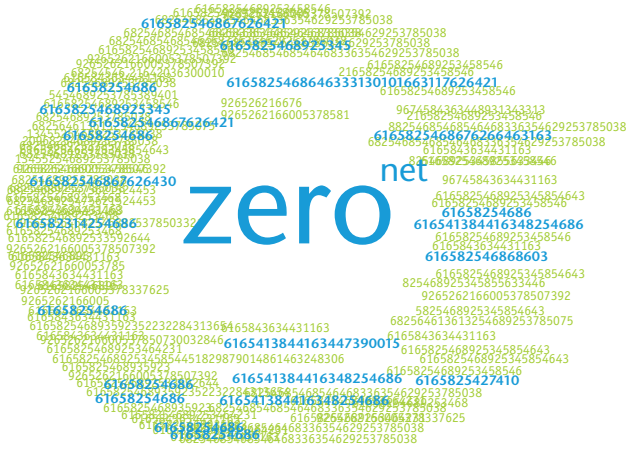
Philips: 도리엔 반 데어 윌르(Dorien van der Weele), 해리 베르하르(Harry Verhaar)

Sonae Sierra: 루이 캄푸스(Rui Campos)

Skanska: 로이 안팅크(Roy Antink), 단 하스(Dan Haas)

Tepco: 데츠야 마에가와(Tetsuya Maekawa), 마사히로 야마구치(Masahiro Yamaguchi)

UTC: 안드레아 돈(Andrea Doane), 앤드류 다싱어(Andrew Dasinger), 제임스 프릿츠(James Fritz)



Brazil China Europe India Japan United States

World Business Council for Sustainable Development

WBCSD 사무국
4, chemin de Conches
CH-1231 Conches-Geneva
Switzerland
Tel: +41 (0)22 839 31 00
Fax: +41 (0)22 839 31 31
E-mail: info@wbcsd.org
Web: www.wbcsd.org

Korea Business Council for Sustainable Development

KBCSD 사무국
서울특별시 서초구 서초동 1445-3
국제전자센터 19층
지속가능발전기업협의회(KBCSD)
Tel: +82 (2)3465 0695
Fax: +82 (2)3465 0707
E-mail: master@kbcsd.or.kr
Web: www.kbcsd.or.kr

LAFARGE 라파즈석고보드

라파즈석고보드
서울특별시 강남구 수서동 724
로즈데일빌딩 4층
Tel: +82 (2)6902 3100
Web: www.lafarge-gypsum.co.kr

LAFARGE 한라시멘트

라파즈한라시멘트(주)
서울특별시 강남구 수서동 724
로즈데일빌딩 4층
Tel: +82 (2)6902 3200
Web: www.lafargehalla.com