

Global Report

제로에너지 빌딩으로 나아가야 할 중요성

1. 개요
2. 소개
3. LEED 인증시스템
4. LEED의 문제점
5. 제로에너지 빌딩으로 나아가야 할 필요성
6. 제로에너지의 개념
7. 제로에너지의 정의
8. 제로에너지 빌딩의 분류
9. 세계 제로에너지 빌딩 통계분석
10. 북아메리카 제로에너지 빌딩의 추세
11. 검토 결론

1. 개요

이번 연구에서는 NZEB(Net Zero Energy Building - 제로에너지 빌딩)의 목표 달성 가능성을 평가하기 위하여 지속 가능한 건축의 역사와 특히 LEED 평가시스템에 중점을 둔 적용 가능한 친환경 등급 시스템을 살펴보았다. 특히 에너지 효율성과 관련하여 효율성/단점을 평가 및 분석하기 위해 업계에서 가장 널리 사용되는 등급 시스템으로서 LEED 등급 시스템이 선택되었다. 본 연구의 목표는 LEED 등급이 에너지 절감과 관련하여 어느 정도 유익한 세부 인증 프로세스를 제시하는 상황에서 왜 제로에너지 빌딩 개념에 집중해야 하는지 그 이유에 대한 주요 질문에 답을 제시하는 것이다. 제로에너지 빌딩 개념은 매우 에너지 효율적인 접근방식의 발전으로 정의되며 연간 기준으로 제로에너지 밸런스를 유지하는 것이 요구된다. 본 논문에서는 이 질문에 대해 상세히 설명하고 있으며 세 부분으로 구성되어 있는데 첫 번째 부분에서는 LEED 인증을 포함한 지속 가능한 건축등급 시스템에 대해 설명하고 있다. 두 번째 부분에서는 건물의 에너지 성능과 관련하여 LEED 등급 시스템의 결함을 설명하고 맨 마지막 부분에서는 제로에너지 빌딩의 개념과 제로에너지 빌딩의 목표를 향한 움직임에 대해 설명한다.

2. 소개

지속 가능성에 대한 관심 증가로 인하여 건설 부문은 보다 지속 가능한 건물을 장려하기 위해 제품 및 프로세스 측면에서 지속 가능한 혁신을 채택할 필요성을 요구하는 전 세계의 정책, 법률 및 규정에 급격한 변화를 맞이하고 있다. 지속 가능한 건물은 환경적, 사회적 및 경제적 표준을 포괄하는 건물로 광범위하게 정의되어 왔다.

1970년대 에너지 위기 이후, 전 세계 건물에 대한 에너지 소비 제한 규정이 촉발되었다. 결과적으로 에너지 소비 평가가 건물 평가에 있어 지속 가능성의 척도가 되었다. 한편 지속 가능성에 대한 인식은 진화하였으며 현재의 산업 동향하에서 에너지 소비는 일반적으로 건물의 복잡성이 지속 가능성 평가에서 다학문적 접근방식(multidisciplinary approach)을 제안하는 다른 매개변수 중 하나로 간주되고 있다. 따라서 건물의 지속 가능성은 건물 전체와 주변 환경과 관련해서 뿐만 아니라 모든 하위 구성요소(예를 들어 에어컨, 건물 외피 등)에 대해 평가되어야 한다. 기후변화에 관한 정부간 패널(IPCC)에 따르면 지속 가능한 특징을 지닌 건축 부문은 가장 큰 에너지 잠재력을 가지고 있지만 지속 가능성에 대한 측정이 AEC 팀원들 사이에서 자주 논의되는 주제인 경우 등급시스템이 없다면 지속 가능한 건물에 대한 인식은 모호하게 되는 것이 다반사라고 한다.

3. LEED 인증시스템

미국 및 다른 나라에서도 가장 많이 제정되어 있는 규정 중 하나인 LEED는 미국 친환경 건축위원회(USGBC)에 의해 개발된 친환경 건축 인증 시스템으로, 이 건축위원회(USGBC)는 건물 또는 커뮤니티가 환경 영향, 에너지 절약 및 인간의 안락함을 갖추도록 설계를 권장하는 기구이다.

LEED 등급 시스템은 그 시스템을 채택한 설계자들에게 이산화탄소 배출 감소, 효율적인 물 사용, 에너지 절약, 실내 환경 품질과 기타 환경 영향과 같은 지표에서 성능을 향상 시킬 수 있도록 보답한다. LEED가 건물이나 커뮤니티의 특정 에너지 성능을 보장하지는 않지만 이러한 목표를 달성하는데 도움이 되는 한 가지 방법이다.

USGBC에 따르면 초기에 LEED 시스템은 신규 건축에 대한 인증만을 지원했지만 기존 건물과 상업용 인테리어 인증이 2004년에 추가되었고 코어/셸(core/shell)인증은 2007년에 추가되었다. LEED 등급 시스템은 초기에 다음과 같은 여러 범주에 크레딧을 부여하여 인증에 대한 포인트를 획득할 수 있도록 유

연성을 제공하였다. 1) 지속 가능한 사이트; 2) 효율적인 물 사용; 3) 에너지 및 대기; 4) 재료 및 자원; 5) 실내 환경 품질; 6) 혁신 및 디자인 프로세스.

4. LEED의 문제점

LEED 인증은 에너지 소비 감소를 장려하기 위한 매우 훌륭한 하나의 조치이다. 그러나 2008년 신축 건물에 대한 LEED 에너지 성능 보고서에 따르면 LEED 인증받은 건물의 1/4이 제안된 사용량 보다 훨씬 더 많은 에너지를 사용한다고 한다. 심지어 건물의 일부는 규정에 나와있는 기준보다 더 많은 에너지를 사용한다고 한다. 동일한 보고서에 따르면 LEED 플래티넘 등급을 받은 건물은 제시된 절감량을 거의 충족하지 못하고 플래티넘 등급 중 일부 건물에서조차도 기준값 보다 더 많은 에너지를 사용하고 있다고 한다.

본문 참고문서 [1]의 연구에서 100개의 LEED 인증 건물에서 측정된 에너지 사용 데이터 분석 결과 LEED 건물은 평균 바닥 면적당 18~39% 적은 에너지를 사용하는 것으로 나타났다. 그러나 같은 해 본문 참고문서 [4]의 또 다른 연구 결과에 따르면 LEED 건물의 28~35%가 LEED 인증이 없는 건물보다 더 많은 에너지를 사용한다고 밝혔다. 한편 본 연구에서는 기존 건물과 비교하여 LEED 인증 레벨과 에너지 사용 집약도 또는 절감된 에너지 비율 사이에 통계적으로 큰 관계가 없음을 명확히 하였다. 즉, LEED 실버(Silver) 건물은 LEED 인증을 받은 건물보다 더 나은 에너지 성능을 나타내지 않았거나 LEED 골드/플래티넘 건물은 LEED 실버 건물 보다 더 좋은 에너지 성능을 나타내지 않았다는 것을 명확히 하였다.

5. 제로에너지 빌딩으로 나아가야 할 필요성

앞서 언급한 바와 같이 건설 산업은 지난 15~20년 동안 친환경 건축의 물결을 타고 있었다. LEED, Green Globes 또는 LEED와 동급에 해당하는 건물은 현재 많은 시장에서 표준적인 관행 시스템이며 다른 시장에서도 정책적으로 요구되고 있다. 설계 회사, 소유자, 운영자 및 거주자는 모두 “친환경” 건축이라는 용어에 익숙하지만 그 정의가 다를 수 있으며 “친환경” 건축 추세는 에너지 효율적인 기술에 대한 기대와 채택을 가속화 해왔다. 친환경 건축의 성장세에도 불구하고 이용 가능한 등급 시스템은 설계 및 시공단계의 엄격한 에너지 규제만 다를 뿐이므로 에너지 효율적인 건물에 대한 새로운 등급 시스템의 리더가 등장할 필요가 있다. 설계, 시공, 부동산 및 정책부문 실무진의 관심과 참여를 사로잡은 제로 에너지(Net-Zero Energy-NZE) 기준은 설계 및 시공뿐만 아니라 운영단계에서도 건물 성능을 평가할 가능성을 가지고 있다. 북미에서 NZE 건물에 대해 가장 많이 하는 연구는 제로가 되기 위해 노력하는 NZE 건물의 성장과 추세를 문서화하는 NBI에 의해 수행되어 왔다. 그 연구에 따르면 NZE 건물의 숫자가 전체 상업용 바닥 면적의 비율 만큼 현재의 시장에서 적은 상태이지만 건물 에너지 사용이 미국에서 탄소배출에 가장 큰 단일 기여자로 남아 있기 때문에 NZE 건물의 수는 증가할 것이라고 밝히고 있다.

6. 제로에너지의 개념

순제로 에너지 주택이란 용어는 비교적 새로운 말이지만 저공해/ 에너지 주택을 지향하는 운동은 20세기 중반의 태양열 패시브 주택 운동과 함께 시작되었다. 미국에서 1960년 이전에 완공된 태양열 난방 건물은 약 13채 존재했었다. 이 프로젝트들은 제1세대의 현대적인 저에너지 수요 주택이었다. MIT 솔라 하우스(본문 참고문서 18 참조)는 1939년에 건설된 최초의 프로젝트이다. 이 두 개의 방이 있는 실험 건물은 최초의 흑화구리 태양열 집열기의 성능을 계산하기 위한 개발 방법을 지원하는데 사용되었다.

이 시대의 초기 태양열 주택은 대부분 남쪽을 향하고 있는 대형 전망창이 있는 주택이었다. 1970년대 중반까지 태양열 주택의 숫자는 증가했으며 이러한 프로젝트의 설계과정에서 공통적인 목표는 기술수준이 낮은 접근방식으로 태양 에너지를 실험하고 개선하는 것이었다. 당시의 일반적인 믿음은 단순한 기술이 효율적이고 안정적이며 환경에 대한 훼손이 덜할 것이라는 것이었다. Odeillo Residences (1974), Tyrrel House, The Hofman House, and Baer House (1972) 등의 사례는 그 시기 미국의 좋은 본보기이다. Hofman House에서 온실이 부착된 콘크리트 벽체와 Baer House의 수벽의 조합은 태양열 주택을 건설하고 재생 가능한 원천에서 에너지를 수확하는 1970년대의 접근방식의 좋은 사례이다. 단순한 기술의 가장 큰 걸림돌은 열분배 및 관리에 대한 적절한 제어가 부족하다는 것이었다.

7. 제로에너지의 정의

제로에너지 빌딩에 대한 여러 개의 정의가 있으며 각각의 정의는 건물을 정의하는 데 사용되는 경계 및 측정 기준에 따라 다르다. 제로에너지 빌딩은 고효율을 통해 재생 가능한 기술을 통해 잔여 에너지 요구를 충족할 수 있는 이상적인 건물이다. 건물이 에너지를 생성하여 유입되는 에너지와 유출되는 에너지의 합이 동일하거나 에너지 소비가 없는 것이 제로이다.

ASHRAE는 제로에너지 빌딩을 “연간 기준으로 건물의 현장 재생 에너지원에서 제공되는 것 보다 더 많은 에너지를 사용하지 않는 건물”로 정의하고 있다. 미 국립재생에너지연구소(NREL - National Renewable Energy Laboratory)에서는 “에너지 수요의 균형이 재생 가능한 기술로 공급될 수 있는 효율성 향상을 통해 에너지 수요를 크게 줄인 주거용 또는 상업용 건물”이라고 정의하고 있다. 미국 에너지부(DoE)는 제로에너지 빌딩을 연간 방출 생산하는 에너지원에서 들여오고 사용하는 만큼의 방출이 없는 재생 가능 에너지를 생산 및 공급하는 건물이라고 하였다. 국제 에너지 기구(IEA)는 “에너지 공급망에 최대한 많은 에너지를 공급하면서 화석연료 대신 태양 에너지 및 기타 재생 가능한 에너지원에서 필요한 모든 에너지를 획득하면서 1년 동안 중립을 유지하는 건물”로 정의하고 있다.

신축건물협회(New Buildings Institute-NBI)의 연구에 따르면 제로에너지 빌딩을 정의하는 용어를 다음과 같이 분류하고 있다.

- 제로에너지 빌딩(Net Zero Energy Buildings - NZEB) - 제로에너지 빌딩은 1년 동안 건물의 연간 에너지 사용량의 100%를 현장 재생 가능 에너지로 충족할 수 있도록 에너지 부하를 크게 감소시킨다.
- 제로 - 이것은 “아무것도 없는 것(nothing)”을 의미한다.
- 넷(Net) - 둘 이상의 항목을 결합한 결과. 이 경우 둘이란 건물 내에서 사용된 에너지와 건물 내에서 생산된 에너지를 말한다. 만약 건물에서 사용되는 에너지가 건물 및 건축 부지에서 재생 가능한 공급원에서 생산되는 에너지로 완전히(또는 그 이상) 대체되는 경우 그 건물의 에너지 사용은 “순(net)” 제로 상태인 것이다. 에너지 사용 및 생산은 지속적으로 변화하므로 “순(net)”은 1년에 걸쳐 크게 달라지므로 “순(net)”은 12개월 동안의 평균으로 계산되어야 한다.
- 에너지(Energy) - 에너지는 건물 내부 및 외부에서 소비되는 모든 에너지(전기, 가스, 증기, 액체 연료 등)를 의미한다.
- ABC 방정식 - 순 에너지를 계산하려면 세 가지 항목이 필요하다. ($A - B = C$) 여기서 (A)는 12개월간 건물 에너지 사용량(kBtu/sf/yr)이고, (B)는 12개월간 현장 재생 가능 생산량(kBtu/sf/yr)이며 (C)는 kBtu/sf/yr로서 연간 순 에너지 사용 집약도(EUI)이다.
- 에너지 사용 집약도(EUI-Energy Use Intensity) - 한 건물의 다양한 연료를 정상화하기 위하여 사용 및 생산/발전을 위한 모든 에너지 형태가 킬로 Btu(열량단위) 단위로 변환된 다음 12개월 기간을 나타내는 “yr”을 사용하여 건물 평방피트로 나누게 된다. EUI는 kBtu/sf/yr로 표시되며 건물의 에너지

사용 또는 성능에 대해 가장 일반적으로 사용되는 측정단위이다. 또한 건물을 벤치마킹하고 비교할 수 있다.

- 제로에너지 상태(NZE Status) - NZE는 설계 개념, 목표 설정 과정에 하나의 목표가 될 수 있고, 12개월 이상의 에너지 데이터와 거주 후의 에너지 모델링 또는 실제 측정된 결과를 통해 적용될 수 있다.

8. 제로에너지 빌딩의 분류

제로에너지를 목표로 하는 건물과 제로에너지 지위를 획득한 건물을 구별하기 위해 NBI는 다음과 같은 용어를 도입하였는데 이는 개별 건물뿐만 아니라 지역 또는 지구(집단 건물) 모두에 적용이 된다.

- 제로에너지 인증 - 1년간 현장 재생에너지를 통한 모든 순 에너지 사용량을 충족한 것으로 문서화됨.
- 신입 제로에너지 - 공개적으로 제로에너지 목표를 언급하였지만 아직 제로에너지를 달성하지 못함. 이들은 계획 또는 설계단계에 있거나 건설 중이거나 또는 운영된 지 1년 미만일 수 있다. 기타 12개월 또는 그 이상 동안 운영해 왔지만 측정된 에너지가 아직 제로에너지에 도달하지 못했거나 측정된 데이터 값이 문서화가 되지 못한 경우일 수 있다.
- 저에너지 또는 제로에 근접(Low Energy or Near Zero) - 이러한 종류의 건물은 유형, 에너지 사용, 설계 전략 및 기술을 기반으로 하는 제로에너지 빌딩과 유사하지만 제로에너지의 명시된 목표가 없으며 현장 재생 가능 자원이 있을 수 있지만 현장 재생 가능 에너지로 모든 에너지 요구를 충족하지 못한다. 어떤 경우에는 나중에 재생 가능 에너지를 쉽게 통합할 수 있는 배선과 구조가 제공되는 경우도 있다.

9. 세계 제로에너지 빌딩 통계분석

지난 20년 동안 제로에너지 개념의 프로젝트가 전 세계적으로 200개 이상이 확인되었으며 그리고 그 숫자는 매년 지속적으로 증가해왔다. 최초의 소규모 제로에너지 주거용 건물은 생태학에 정통한 개발자와 건축가들에 의해 건설되었으며 효율적인 기술 솔루션의 발전으로 1998년 이후 더 크고 보다 에너지 집약적인 건물들이 건설되었다.

에너지 비용의 상승으로 자원부족 및 기후변화 문제, 민간건물 소유자 연합, 주택건축협회와 건축가들은 고성능 친환경 건물을 구현하기 위해 제로에너지 개념을 실행에 옮기게 되었다. 미국에서는 에너지 비용의 상승, 현장 재생에너지 비용 절감, 기후변화에 대한 우려 증가로 인해 제로에너지에 대한 관심이 지난 수 년간 증가되어 왔다.

본문 참고문서 [23]에 따르면 캘리포니아 주는 2020년까지 모든 신규 주거용 건물이 제로에너지여야 한다는 규정을 마련한다고 한다. 본문 참고문서 [24]에서는 코네티컷, 메인, 메사추세츠, 뉴햄프셔, 로드 아일랜드 및 버몬트 주에 여러 제로에너지 건물이 있음을 보여주고 있다.

10. 북아메리카 제로에너지 빌딩의 추세

제로에너지는 기후변화를 완화하기 위한 탄소배출을 감소시키기 위해 기업, 재단 및 투자회사 뿐 만 아니라 도시와 주의 지침을 고려하는 건축기술의 지속적인 발전과 경제성과 더불어 재정적으로 보다 더 성취 가능한 추세가 증가하고 있다. 탄소 배출량을 줄이기 위한 한 가지 방법으로 제로에너지 빌딩의 건설은 캘리포니아주에서 이미 채택된 목표인데 신규 캘리포니아주 시설물은 2020-2025년까지 제로에

너지로 추진하고 주 전역의 모든 신규 및 기존 상업용 건물의 50%를 2030년까지 제로에너지가 되도록 한다. 브리티시 컬럼비아의 밴쿠버에서도 2050년까지 탄소 중립정책을 채택하였다. 콜로라도, 매사추세츠, 미네소타, 뉴멕시코, 버몬트 및 워싱턴 뿐만 아니라 대륙 전체의 크고 작은 많은 도시들에서 제로에너지 규정을 위한 유사한 정책들이 시행 중이거나 진행 중에 있다.

NBI의 최근 연구에 따르면 제로에너지 빌딩 프로젝트에 포함되거나 달성될 건물의 수는 2012년 99개에서 2014년 213개로 증가하였다고 한다. 보다 더 긍정적인 소식은 제로에너지를 시도하려는 신규 프로젝트의 수가 2012년 39개에서 2015년 152개로 증가했다는 것이다.

그러나 제로에너지로 진행하는 프로젝트의 수가 늘어남에도 불구하고 이 극한의 신규 시장에서 비용문제를 고려하지 않은 제로에너지가 에너지 효율적 투자를 위해 제대로 진행되는 것인지 여부를 찾기 위한 업계의 논쟁이 여전히 존재하고 있다는 것이다. 하지만 이러한 과제들이 있음에도 불구하고 제로에너지로 진행하는 23개의 건물에 관한 NBI의 연구에 따르면 제로에너지 건물은 업계에서 다음과 같은 패턴을 고려하면 달성될 수 있다고 한다.

1) 모델 역할을 하는 성공적인 프로젝트가 증가함에 따라 설계 및 시공팀은 통합 설계가 필요한 에너지 성능을 달성하고 프로젝트 비용을 관리하는 것이 기본이라는데 모두 동의하는 다른 친환경 건물 프로젝트와 동일한 비용을 유지하면서 제로에너지 성능을 달성하는 방법을 신속하게 파악하고 있다. 소유자, 건축가, 엔지니어, 건물 관리자 등 모든 이해당사자가 처음부터 함께 작업하여 건물 형태와 기능이 거주자의 니즈 뿐만 아니라 에너지 성능 목표를 충족하는 것을 보장하는데 이러한 프로세스가 가능하게 한다.

2) 태양광 발전 비용이 하락함에 따라 제로에너지 검증 프로젝트의 대다수가 태양광(PV) 시스템을 사용하여 현장에너지를 생성하고 있으며 본문 참고문서 [26] “the Union of Concerned Scientists”에 의한 연구에 따르면 옥상 PV시스템의 가격이 2010년에서 2013년 사이에 거의 29% 감소했다고 한다.

11. 검토 결론

LEED로 등급 분류된 건물의 성능에 대한 불확실성이 거주자의 건강에 대한 악화 영향 우려와 전반적인 건물 에너지 성과와 관련한 부정적 영향에 대한 의문을 들게 한다. LEED 등급으로 분류된 시설물을 최적화하는 것은 에너지 제로 빌딩 개념으로 나아가면서 앞서 언급한 이점을 누리는데 도움이 될 수 있다. 문헌검토에 따르면 주거부문의 제로에너지 빌딩의 운영단계 성능 데이터가 게시되어 있음에도 불구하고 보다 광범위한 제로에너지 시설물 생성에 관한 연구는 아직 충분하지 않은 상태이다. 따라서 LEED 등급 분류된 건물을 제로 에너지 빌딩으로 전환하는 가능성 평가에 대한 문제는 상업용 또는 교육용 시설물과 같은 다른 부문에서 특히 어렵다. 본문 참고문서[28]의 연구에서는 인증 프로세스 후 성능 데이터가 없는 DOE 인증 제로에너지 교육용 건물은 단 2개만 제시하였다. 한편 PV 패널과 같은 재생 가능 기술의 적용은 전시를 통해 일반 대중을 교육하고 제로에너지 빌딩으로 나아가는 것이 이런 목표를 동시에 달성할 수 있는 에너지 문제에 대한 사람들의 태도 변화와 창의적 사고를 개발하는 것과 같은 재정적 및 환경적 절약과 함께 많은 사회적 이점들이 있다.

<원문제목> Sustainable Construction, LEED as a Green Rating System and the Importance of Moving to NZEB

<원문출처> University of Kansas, USA