

# 2022 녹색산업 인사이트

2022. 12.

## 제로에너지건축물



## 제로에너지건축물

## INSIGHT

## 목차

I	기술 개요	01
II	국내외 제로에너지건축물 시장 동향	04
III	국내외 제로에너지건축물 기업 동향	08
IV	국내외 제로에너지건축물 사례	13
V	시사점	16
	참고문헌	17



# I 기술 개요

## (1) 제로에너지건축물 정의

■ 제로에너지건축물은 건축물의 성능\* 또는 각 국가의 규정\*\*에 따라 다양하게 정의되나, Frost & Sullivan(2020)에서는 “에너지효율화 및 현장 재생에너지 생산을 통해 건물 내 에너지 총사용량을 줄임으로써 연간 에너지 소비의 전체를 자급자족할 수 있는 건물”로 정의함<sup>1)</sup>

\* 제로에너지건축물의 성능에 따라 ZEB(Zero Energy Building) ready, nZEB(Nearly Zero Energy Building), NZEB(Net-Zero Energy Building), Plus Energy Building 등으로 구분함<sup>+</sup>

\*\* 예컨대 한국의 「녹색건축물 조성 지원법」은 제로에너지건축물을 “건축물에 필요한 에너지 부하를 최소화하고 신에너지 및 재생에너지를 활용하여 에너지 소요량을 최소화하는 녹색건축물”로 정의하며, 미국 에너지부는 “연간 투입된 에너지 총량이 현장에서 생산한 재생에너지보다 적거나 같은 에너지 효율화 건축물”로 정의함

- 기후변화 대응을 위한 건물부문의 탈탄소화 및 에너지 절약이 중요함에도 불구하고 2019년 기준 전 세계적으로 1% 이하의 건물만이 제로에너지건축물로 인증받았으며, 그중 80%는 주거용 건물이고, 나머지 20%는 상업용 건물에 해당함<sup>1)</sup>

〈표 1-1〉 주요국의 제로에너지건축물의 정의

주요국 및 출처	제로에너지건축물 정의
한국 「녹색건축물 조성 지원법」	건축물에 필요한 에너지부하를 최소화하고, 신에너지 및 재생에너지를 활용하여 에너지 소요량을 최소화하는 녹색건축물
미국 에너지부	연간 투입된 에너지 총량이 현장에서 생산한 재생에너지보다 적거나 같은 에너지 효율화 건축물 (Net-zero Energy Building; NZEB)
유럽 EPBD*	현장·인근 생산을 포함한 재생에너지의 높은 활용 비중을 통해 매우 낮은 혹은 거의 0에 가까운 에너지가 필요한 고에너지효율 건축물 (Nearly Zero Energy Building; nZEB)
일본 SHASE**	실내외 환경 유지와 동시에 부하 절감, 재생에너지 사용, 효율적인 가전제품 사용 등을 통해 에너지 절감 효과가 높은 건물

\* Energy Performance of Buildings Directive

\*\* Society of Heating, Air-Conditioning and Sanitary Engineers of Japan

출처: 「녹색건축물 조성 지원법」<sup>2)</sup>, 미국 에너지부<sup>3)</sup>, 유럽 EPBD<sup>4)</sup>, 일본 SHASE<sup>5)</sup>

+ ZEB ready는 에너지 사용량이 적은 건축물을 의미하며, nZEB는 일부 용도의 에너지 사용량이 제로인 건축물, NZEB는 연간 순 에너지 사용량이 제로인 건축물, Plus Energy Building은 건축물의 에너지 사용량보다 에너지 생산량이 더 많은 건축물을 의미함

## (2) 제로에너지건축물 주요 기술 개요

■ **(대분류)** 제로에너지건축물의 주요 기술은 액티브(Active) 기술과 패시브(Passive) 기술로 분류됨

- 액티브 기술이란 독립적인 에너지 시스템을 활용하여 별도의 에너지가 소모되나 종합적으로 건물 전체의 에너지소비량을 최소화할 수 있는 기술임<sup>6)</sup>
- 패시브 기술이란 단열 및 기밀 성능 향상, 건물 방위 및 형태 최적화 등 별도의 에너지 소모 없이 요소 설계를 통해 에너지 필요량을 저감하는 기술임<sup>6)</sup>

■ **(주요 기술)** 제로에너지건축물의 주요 기술 구분은 <표 1-2>과 같으며, 본 발간물에서는 Frost & Sullivan (2020; 2021)의 보고서를 참고하여 주요 기술 중 ① 냉난방·공조(Heating, Ventilation and Air Conditioning; HVAC) 시스템, ② 에너지효율화 조명, ③ 태양광 발전 시스템, ④ 태양열 시스템, ⑤ 건물 외피 원자재, ⑥ 에너지 관리 시스템 등 6가지 기술<sup>1), 7)</sup>에 대해서 시장 및 기업 동향을 조사·분석하였음

<표 1-2> 제로에너지건축물 주요 기술

구분		주요내용
패시브 (Passive)	외단열	건물의 외벽이나 실내벽에 단열재를 설치하여 실내와 실외의 열이 이동하는 것을 차단하는 기술
	고성능 창호	유리를 여러 겹 사용하거나 특수 코팅을 하여 창문을 통한 열의 이동을 차단하고, 과도한 일사 및 공기 유입을 막아 냉난방 에너지를 절감
	고기밀	창문과 벽체 틈새로 이동하는 열을 최소화하여 실내온도 유지
	외부차양	건물 외측에 처마나 블라인드를 설치하여 태양광 차단 효과를 누림
	자연환기	자연에너지인 바람이 유·출입하는 길(바람길)을 설계하여 공기의 교환만으로 실내를 쾌적하게 하는 기술
	자연채광	천창이나 아트리움, 광덕트를 활용하여 실내에 햇빛이 잘 들게 하여 적정 조도를 제공하고 불필요한 조명사용 감소
액티브 (Active)	옥상녹화	건물이 태양으로부터 받는 열을 차단하거나 방출하는 열을 흡수하기 위해 건물 옥상에 식물을 심는 기술
	고효율 냉난방 및 급탕설비	적은 에너지 사용으로 쾌적한 실내온도를 유지하고, 온수 사용이 가능하도록 효율이 높은 냉·난방, 급탕설비 사용
	폐열회수 환기장치	외부에서 유입되는 찬 공기와 실내에서 외부로 버려지는 더운 공기의 열 교환으로 실내로 공급되는 공기 온도를 올려주는 장치
	건물에너지관리시스템 (BEMS)	건축물의 쾌적한 실내환경 유지와 효율적인 에너지 관리를 위해 에너지 사용 내역을 모니터링하여 최적화된 건축물에너지 관리방안을 제공하는 계측, 제어, 관리 운영 등이 통합된 시스템
	고효율 LED 조명	일반 조명 대비 1/5 수준의 전력을 사용하여 수명도 약 2~3배 길어 자원 절약 측면에서도 우수함
	고효율 가전기기	에너지효율이 높은 가전기기 사용 (1등급 제품 사용 시 5등급 제품 대비 30~40% 에너지 절약)

구분		주요내용
신·재생에너지 (New and Renewable Energy)	태양광	햇빛을 받으면 광전효과에 의해 전기가 발생하는 태양전지를 이용하여 태양의 빛 에너지로 전기생산
	태양열	태양으로부터 오는 복사열을 흡수, 저장, 열변환 등을 통해 건물의 난방 및 급탕에 활용하는 기술
	지열	태양복사열 또는 지구 내부에 열에 의해 연간 일정 수준으로 유지되는 토양, 지하수, 지표수 등의 온도·열을 이용하여 건물의 냉·난방 및 급탕공급에 활용
	연료전지	연료의 산화에 의해서 생기는 화학에너지를 직접 전기에너지로 변환시키는 기술

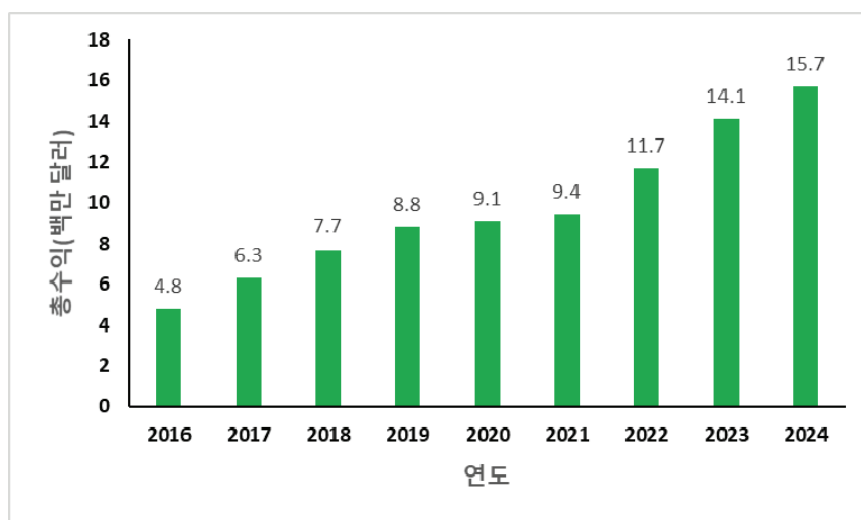
출처: 한국에너지공단(2020a)<sup>8)</sup>을 바탕으로 저자 정리

참고: 한국에너지공단(2020a)의 기술 분류상 신·재생에너지가 별도로 분류되어 있으나, 통상적으로 액티브 기술로 분류되고 있음

(1) 세계 시장 동향<sup>1), 7)</sup>

- **(시장규모 기준)** 본 발간물에서 조사·분석한 제로에너지건축물 핵심기술의 시장 규모는 각 기술별 관련 기업의 총수익에 기반하여 산정되었음
- **(HVAC 시스템)** HVAC 시스템 시장은 2016년 기준 약 480만 달러의 시장 규모에서 2019년 880만 달러의 시장 규모로 성장했으며, 향후 2024년까지 약 1,570만 달러로 성장할 것으로 전망됨
  - HVAC 시스템 시장규모는 2016년부터 2019년까지 약 85% 성장했으며, 2019년 이후 연간 12.3%씩 성장하여 2024년까지 추가적으로 약 78% 성장할 것으로 예측됨

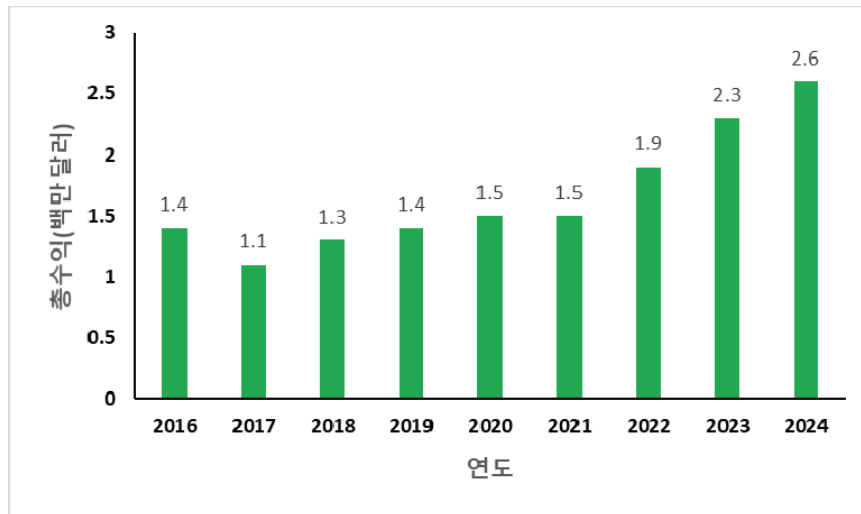
〈그림 II-1〉 HVAC 시장 현황 및 전망



※ 출처: Frost &amp; Sullivan(2020)

- **(에너지효율화 조명)** 에너지효율화 조명 시장은 2016년 기준 약 140만 달러 규모의 시장이 형성되어 있었으며, 시장규모가 확대되어 2024년에 약 260만 달러 규모의 시장을 형성할 것으로 전망되며, 2019년 이후 약 12.6%의 연평균 성장률을 보일 것으로 분석됨
  - 2019년 기준 시장 규모는 2016년과 동일한 140만 달러로 시장이 양적으로 성장했다고 하기 어려우나, 2019년 이후 2024년까지 약 86% 가까이 큰 성장을 할 것으로 예측됨

〈그림 II-2〉 에너지효율화 조명 시장 현황 및 전망

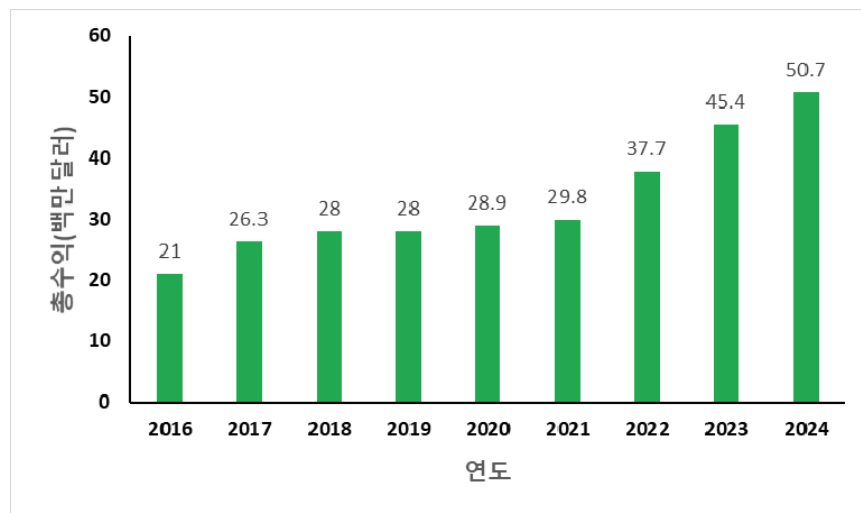


※ 출처: Frost & Sullivan(2020)

- **(태양광 발전 시스템)** 태양광 발전 시스템 시장은 2016년 기준 약 2,100만 달러의 시장에서 2019년 약 2,800만 달러의 시장으로 약 38% 확대되었으며, 향후 2024년에는 약 5,070만 달러 규모로 약 81% 확대될 것으로 전망됨

- 태양광 발전 시스템 시장은 2019년부터 2024년까지 연간 약 12.7%씩 성장할 것으로 전망됨

〈그림 II-3〉 태양광 발전 시스템 시장 현황 및 전망



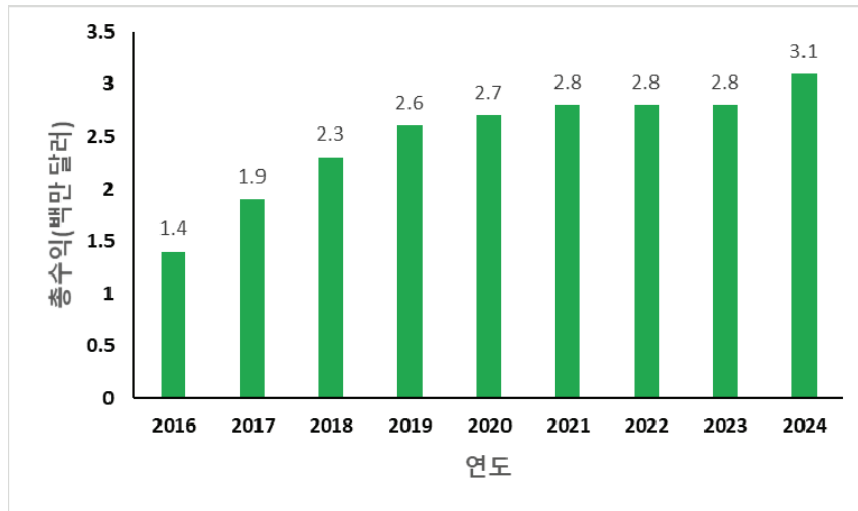
※ 출처: Frost & Sullivan (2020)

- **(태양열 시스템)** 태양열 시스템 시장은 2016년 기준 약 140만 달러에서 2019년 기준 260만 달러 규모의 시장으로 약 86% 증가하였으나, 2019년부터 2024년까지는 그 성장 폭이 상대적으로 둔화되어 추가적으로 약 19% 성장할 것으로 전망됨



- 태양열 시스템 시장의 2019년 이후 연간 성장률은 약 3.2%로 제로에너지건축물 핵심기술 6개 중 상대적으로 낮은 성장률을 보임

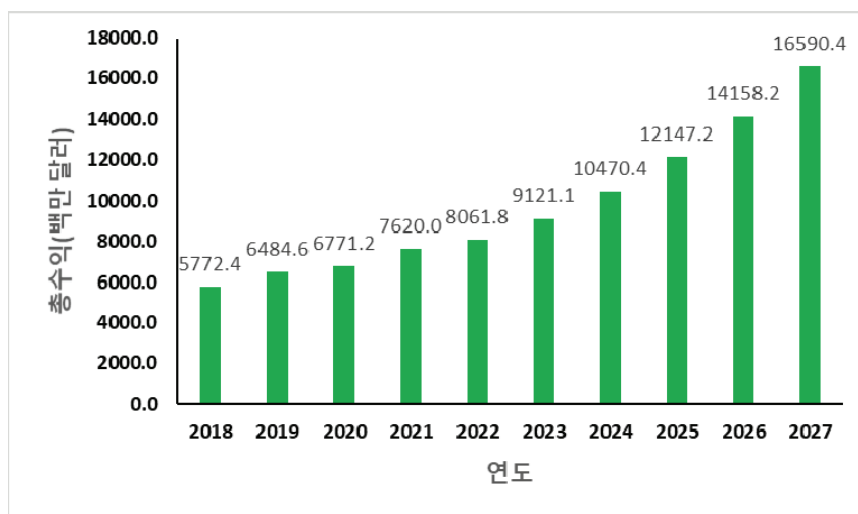
〈그림 II-4〉 태양열 시스템 시장 현황 및 전망



※ 출처: Frost & Sullivan(2020)

- **(에너지 관리 시스템)** 에너지 관리 시스템 시장은 2018년 기준 약 57억 2,240만 달러 규모의 시장에서 지속적으로 성장하여 2021년 기준 약 72억 6,000만 달러 규모의 시장을 형성하였으며, 향후 2027년에는 약 165억 9,040만 달러 규모로의 성장이 전망됨
- 2021년 기준 시장 규모는 2018년 대비 약 26% 가까이 성장하였으며, 2027년까지는 약 129% 가까이 성장할 것으로 전망됨

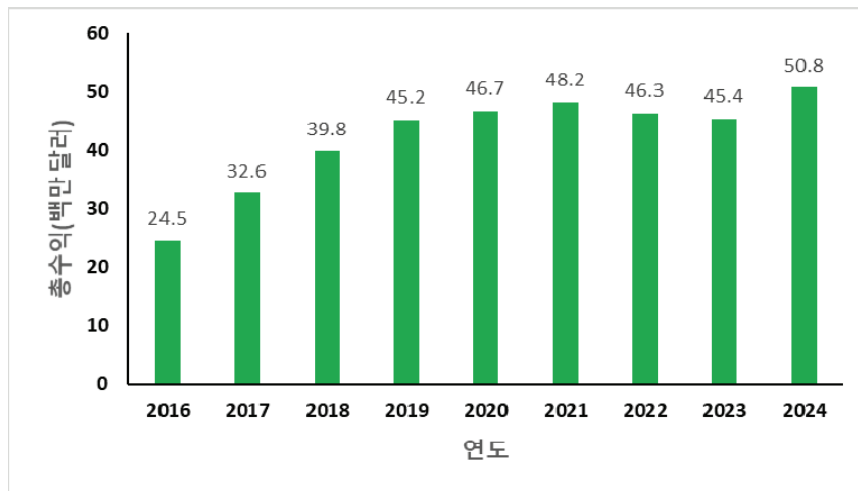
〈그림 II-5〉 에너지 관리 시스템 시장 현황 및 전망



※ 출처: Frost & Sullivan(2021)

- **(건물 외피 원자재)** 건물 외피 원자재 시장은 2016년 약 2,450만 달러 규모의 시장에서 2024년 약 5,080만 달러 규모의 시장으로 성장할 것으로 전망됨
- 2019년 기준 시장 규모는 2016년 대비 약 84% 가까이 성장한 4,520만 달러로 나타났으며, 이후 2024년까지 연간 약 2.3%씩 성장하여 총 12% 추가적으로 성장할 것으로 예측됨

〈그림 II-6〉 건물 외피 원자재 시장 현황 및 전망

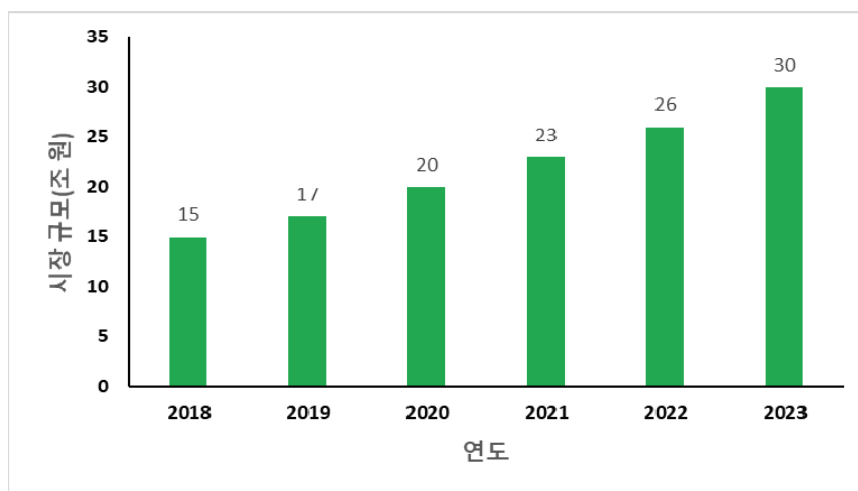


※ 출처: Frost & Sullivan(2020)

## (2) 국내 시장 동향<sup>9)</sup>

- **(국내 시장 전망)** 국내 제로에너지건축물 시장은 2018년 약 15조 원 규모로 형성되어 있었으며, 이후 연간 15.1%씩 성장하여 2023년에는 2018년 대비 약 2배 증가한 약 30조 원 규모가 될 것으로 전망됨

〈그림 II-1〉 국내 제로에너지건축물 시장 규모 전망



※ 출처: (주)더비엔아이(2020)

(1) 해외 기업 동향<sup>1), 7)</sup>

- **(HVAC 시스템)** HVAC 시스템 시장의 주요 경쟁기업으로는 Johnson Controls(아일랜드), Carrier(미국), Daikin(일본), Uponor(핀란드) 등이 있음

〈표 III-1〉 HVAC 시스템 시장 주요 경쟁기업

기업명	위치/설립연도	강점	ZEB 관련 성과
Johnson Controls	아일랜드 (1885)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 150개 이상의 국가 입점</li> <li>- 다양한 소비층 확보</li> <li>- 건축 기술, 소프트웨어, 서비스에 대한 세계 최대 규모의 포트폴리오 보유</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 홍콩 소재 Integrated Design Associates 건물 리노베이션 진행</li> <li>- 중국 주하이 소재의 Zhuhai Singyes Renewable Energy R&amp;D Building 프로젝트에 참여하여 연간 에너지 소비 33.4kWh/m<sup>2</sup>와 연간 약 백만 달러의 비용 절감 달성</li> </ul>
Carrier	미국 (1915)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 50개 이상의 제조시설 및 39개 이상의 연구 및 디자인 센터 보유</li> <li>- 180여 개국에서 프로젝트 진행</li> <li>- 15개 이상의 브랜드에 판매</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1994년 이후 오존층을 파괴하는 냉매의 단계적 축소 주도</li> <li>- 미국 그린빌딩협회의(USGBC)의 LEED® 라이선스 최초 획득</li> </ul>
Daikin	일본 (1924)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 100개 이상의 제조기지 보유</li> <li>- 3억 달러 이상의 R&amp;D 투자</li> <li>- 150개국 이상의 국가에 납품</li> <li>- 높은 A/S 평판</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zellar 그룹과 함께 유럽 시장을 겨냥한 유럽 넷제로 에너지 프로젝트 시작</li> <li>- 후쿠오카 빌딩이 2017년 ZEB Ready 인증 획득</li> <li>- 2017년 ZEB 설계자 등록</li> </ul>
Uponor	핀란드 (1918)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 다양한 분야의 소비층 보유</li> <li>- 유럽/북아메리카 26개국 지사 보유</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 중국 소재의 Bayer Eco Commercial Building Lighthouse, 미국 국립재생에너지연구소의 연구지원시설, 핀란드 하메공과대학교(HAMK) 등 다양한 프로젝트 참여</li> </ul>

※ 출처: Frost & Sullivan(2020)

- **(에너지효율화 조명)** 에너지효율화 조명 시장의 주요 경쟁기업으로는 Signify(네덜란드), Osram(독일), Acuity Brands(미국) 등이 있음

〈표 III-2〉 에너지효율화 조명 시장 주요 경쟁기업

기업명	위치/설립연도	강점	ZEB 관련 성과
Signify (구 Philips Lighting)	네덜란드 (1891)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 70개 이상의 국가에 입점</li> <li>- 넓은 범위의 제품군 제공</li> <li>- 다양한 분야의 글로벌 전문가와 파트너 관계 유지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 고탄소 기기 단계적 폐지를 지향하는 EU 정부 정책에 따라 저탄소 기술 전환에 기여</li> </ul>
Osram	독일 (1919)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 첨단 광기술 분야 선도 기업</li> <li>- 다양한 용도의 건물 수요 대응</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 캐나다 내 제로 탄소 달성을 위한 첫 리노베이션 건물인 험버 컬리지의 NX 빌딩에 조명 시스템 도입</li> </ul>
Acuity Brands	미국 (2001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 북미, 유럽, 아시아 사무소 보유</li> <li>- 주거·상업용 건물 및 외부 인프라 관련 다양한 제품군 보유</li> <li>- 소프트웨어 서비스, 데이터 분석, IoT 분야 등 스마트빌딩 자체 포트폴리오 확장 중</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 미국 IPERS(Iowa Public Employee's Retirement System) 정부 청사에 LED 시스템을 설치하여 전력 소모 70% 감소</li> </ul>

※ 출처: Frost & Sullivan(2020)

- **(태양광 발전 시스템)** 태양광 발전 시스템 시장의 주요 경쟁기업으로는 SunPower Corporation(미국), Yingli Solar(중국), Tesla(미국), Issol NV(벨기에), Solar Frontier K.K.(일본) 등이 있음

〈표 III-3〉 태양광 발전 시스템 시장 주요 경쟁기업

기업명	위치/설립연도	강점	ZEB 관련 성과
SunPower Corporation	미국 (1985)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 세계 최고의 효율을 가진 태양광 패널 기술 및 750개 이상의 기술 특허 보유</li> <li>- 다양한 부문의 고객층 보유</li> <li>- 북아메리카, 유럽, 호주, 아시아 등 지사 보유</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2005년 이후 미국 내 4만 개 이상의 주거용 태양광 시스템 설치</li> <li>- 미국 주택건설 회사인 KB 홈과 10년 파트너 계약 보유</li> </ul>
Yingli Solar	중국 (1998)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 태양광 셀부터 패널까지, 폴리실리콘부터 주괴까지 수평적 생산 공정 보유</li> <li>- 다양한 부문의 고객층 보유</li> <li>- 전세계적으로 20개 이상의 지사와 자회사 보유</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 제조 설비 전력 공급을 위한 20MW 규모의 태양광 패널 현장 설치</li> </ul>
Tesla	미국 (2003)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 북아메리카, 유럽, 아시아, 호주 등 지사 보유</li> <li>- 높은 미적 가치와 내구성의 태양광 옥상·패널 보유</li> <li>- 주거용 건물에 주로 활용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 에너지 고효율 기술을 활용한 넷제로 에너지 설비인 “기가팩토리” 건축 예정</li> </ul>

기업명	위치/설립연도	강점	ZEB 관련 성과
Issol NV	벨기에 (2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- BIPV 디자인의 높은 다양성 보유</li> <li>- Solaxess와의 협업을 통해 처음으로 시장에 백색 태양광 패널을 선보임</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 브뤼셀에 위치한 프랑스 국방부의 Balard and Treurenberg 빌딩 프로젝트 참여</li> </ul>
Solar Frontier K.K.	일본 (2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2019년 기준 1cm<sup>2</sup>의 셀에서 23.35%의 전환효율을 달성한 구리·인듐·셀렌 기술 보유</li> <li>- 다양한 건물 유형, 기후, 국가에서 프로젝트 진행</li> <li>- 투자 펀드·독립발전사업자들과의 사업 경험 보유</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 뉴욕주립대 폴리테크닉 연구소의 제로에너지 나노기술 빌딩에 모듈 공급</li> <li>- 일본 소재 주택 공급사인 세키스이하임의 주택용 '스마트 파워 스테이션'의 모듈 공급사로 선정</li> </ul>

※ 출처: Frost & Sullivan(2020)

- **(태양열 시스템)** 태양열 시스템 관련 시장의 주요 경쟁기업으로는 Abengoa Solar(스페인), Siemens(독일), Torresol Energy(스페인) 등이 있음

〈표 III-4〉 태양열 시스템 시장 주요 경쟁기업

기업명	위치/설립연도	강점	ZEB 관련 성과
Abengoa Solar	스페인 (1984)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 25개국에서 사업 영위/대부분의 집광형 태양열 발전 플랜트는 스페인과 남아프리카에 존재</li> <li>- 지속적인 연구개발과 적극적인 협력 수행</li> <li>- 2008년부터 342개의 특허 등록</li> <li>- 유럽연합의 Horizon 2020 프로그램의 연구개발 및 혁신 프로젝트 수행기업</li> </ul>	N/A
Siemens	독일 (1847)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 스팀 보일러와 터빈 발전기의 설계와 개발에 대한 축적된 경험 보유</li> <li>- 스페인의 집광형 태양열 플랜트 47개 중 37개는 Siemens 기반</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 회사 목표: 2030년까지 전세계 Siemens의 생산 설비와 건물의 탄소중립 달성</li> <li>- 에너지 효율 프로젝트에 1억 유로 투자 계획</li> </ul>
Torresol Energy	스페인 (2008)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 주로 남부 유럽과 북아프리카에서 영위</li> <li>- 세계 최초로 열에너지 저장문제를 해결하기 위해 소금을 활용 (Gemasolar 플랜트)</li> </ul>	N/A

※ 출처: Frost & Sullivan(2020)

- **(에너지 관리 시스템)** 에너지 관리 시스템의 주요 경쟁기업으로는 BEMS 시장의 Siemens(독일), Schneider Electric(프랑스), HEMS 시장의 Panasonic(일본), Resideo(미국) 등이 있음
  - BEMS 시장은 상위 4개 기업의 시장 점유율의 합이 79.1%로 상당히 집중된 시장임
  - 반면, HEMS 시장은 상위 6개 기업의 시장 점유율의 합이 42.1%로 BEMS 시장에 비해 덜 집중되어 있는 시장임

〈표 III-5〉 에너지 관리 시스템 관련 상위 기업의 시장 점유율(2020년)

BEMS		HEMS	
기업명	수익 (백만 달러)	기업명	수익 (백만 달러)
Siemens (독)	929.0	Panasonic (일)	316.6
Schneider Electric (프)	920.0	Resideo (미)	232.9
Honeywell (미)	879.4	Greenwave Systems (미)	104
Johnson Controls (미)	838.8	Uplight (미)	128.9
Others	942.5	Green Energy Options (미)	90.5
-	-	British Gas (영)	79.1
-	-	Others	1,309.4
Total	4,509.8	Total	2,261.4

※ 출처: Frost & Sullivan(2021)

- **(외피 원자재)** 건물 외피 원자재 관련 시장의 주요 경쟁기업으로는 Kingspan Group(아일랜드), SageGlass®(미국), Knauf Insulation(미국), Owens Corning(미국) 등이 있음

〈표 III-6〉 건물 외피 원자재 시장 주요 경쟁기업

기업명	위치/설립연도	강점	ZEB 관련 성과
Kingspan Group	아일랜드 (1965)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전세계 70여 개 이상의 국가에 129개의 제조설비를 보유</li> <li>- 고객의 70%는 상업 및 산업 부문이며, 그 중 80%는 신규 건축 사업</li> <li>- 넓은 범위의 생산 포트폴리오 보유</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 회사 목표: 2020년까지 RE100 달성</li> <li>- 서머튼의 단열 플랜트는 호주 최초로 그린스타 제조 공장 등급을 부여받음</li> <li>- 세계그린빌딩협의회 Advancing Net Zero 프로젝트의 글로벌 파트너</li> </ul>
SageGlass® (Saint-Gobain의 자회사)	미국 (1989)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전기변색 기술 기반 유리 제품에만 초점</li> <li>- 대부분의 핵심 프로젝트는 상업용 건물</li> <li>- 500개 이상의 특허 보유</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 미국의 다양한 제로에너지 프로젝트의 원자재 공급자로 선정됨</li> </ul>

기업명	위치/설립연도	강점	ZEB 관련 성과
Knauf Insulation	미국 (1978)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 40개 이상의 국가에서 사업을 영위하며 15개국에 27개의 제조공장 보유</li> <li>- 활용처는 주거·비주거 부문 모두 포함</li> <li>- ECOSE® 기술로 지속가능한 혁신 주도</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 에너지 효율 프로젝트 중 하나로 바르셀로나에 위치한 카탈루냐 정부의 Economic Campus가 있음</li> </ul>
Owens Corning	미국 (1935)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전세계 33개국에서 사업을 영위</li> <li>- 주거용 및 상업용 건물에 공급</li> <li>- 미국 환경보호청 에너지스타 프로그램의 올해의 파트너로 선정 (2016)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 캐나다에서 에너지 효율적인 저렴한 주택 공급을 위한 건축업자 대상의 ComfortCertified 프로그램 시작</li> <li>- 산업 내 에너지 절약 목표 및 ZEB 달성을 위한 다양한 에너지 설계 가이드 개발</li> </ul>

※ 출처: Frost & Sullivan(2020)

## (2) 국내 기업 동향<sup>10)</sup>

■ **(주요 기업)** 국내 제로에너지건축물 관련 시장은 주로 건설업체 및 R&D 기관들에 의해 주도되고 있으며, 주요 기업으로는 삼성물산, 대림산업, 현대건설, GS건설, 포스코건설 등이 있음

〈표 III-7〉 국내 제로에너지건축물 시장 주요 경쟁기업

기업명	설립연도	ZEB 관련 성과
삼성물산	1938	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2009년 다양한 국내 친환경 기술을 적용하여 56%의 에너지 절감 효과를 가지는 제로에너지 시범주택 ‘그린투모로우’ 개관</li> </ul>
대림산업	1939	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2005년 국내 최초의 패시브 하우스 준공</li> <li>- 2006년 단위면적당 연간 3L의 연료로 냉·난방이 가능한 친환경 공동주택인 에코 3K 하우스 준공</li> </ul>
현대건설	1947	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2014년 그린스마트 이노베이션 센터(GSIC)를 설립하여 제로에너지빌딩 관련 기술 연구를 진행하고 있으며, 건물 내 소요 에너지의 최대 70%까지 자체 생산된 신재생에너지로 공급할 수 있는 기술을 연구 중임</li> <li>- 국내 최초로 BEMS 설치확인 1등급 인증 획득을 통해 높은 기술 수준 증명</li> </ul>
GS건설	1969	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 에너지·대기오염·소음 저감을 위한 스마트기술 기반의 제로에너지빌딩인 ‘쓰리제로하우스(Three Zero House)’ 개발</li> </ul>
포스코건설	1982	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2013년 인천 송도 소재의 연세대학교 국제캠퍼스에 ‘포스코 그린빌딩’ 건설</li> <li>- 포스코 그린빌딩은 오피스 및 공동주택으로 활용 가능한 친환경 건축물이며, 106가지 친환경 기술이 적용되었음</li> </ul>

※ 출처: 한국기업데이터(주)(2021)

## IV

# 국내외 제로에너지건축물 사례

### (1) 해외 제로에너지건축물 사례<sup>1)</sup>

- **(연구지원시설, 미국 콜로라도)** 2010년에 완공된 미국 에너지부 산하 국립 재생에너지 연구소(National Renewable Energy Lab)의 연구지원시설 건물임
  - 순바닥면적(Net Floor Area)는 20,624.5㎡로 디자인, 건축, 인테리어를 포함한 비용은 총 6,400만 달러가 소요되어 단위면적당 비용은 약 3,100달러/㎡로 추정됨
  - 본 건물의 에너지 원단위(Energy Intensity)는 연간 110.4kWh/㎡으로 미래 대규모 초고효율 건물의 프로토타입으로 여겨지며, 본 건물의 에너지 데이터는 모니터링되어 공공에게 공유됨
- **(원저공원 넷제로 하우스, 캐나다 알버타)** 캐나다의 건축회사 De Waal Developments社가 디자인하고 소유하고 있는 주택으로 2016년에 개·보수가 완료됨
  - 순바닥면적은 362.5㎡로 총 4명이 사용하고 있으며, 에너지 원단위는 연간 26kWh/㎡임
  - 본 주택은 가정에서 소비되는 전력을 공급함과 동시에 두 대의 전기차를 충전할 수 있는 전력 또한 공급하도록 설계되어 있음
- **(슈로벤하우젠 중학교, 독일 슈로벤하우젠)** 독일 에너지청(Deutsche Energie-Agentur)에서 제로에너지건축물 파일럿 프로젝트로 추진하여 2010년에 개·보수한 학교 건물임
  - 순바닥면적 7,080㎡를 건설하는 데 소요된 비용은 계획, 건설, 건축설비를 포함하여 총 1,200만 달러로, 단위면적당 1,695달러/㎡가 소요됨
  - 에너지 원단위는 연간 68.5kWh/㎡이며, 재생에너지가 약 43% 기여함
- **(인디라 파리아바란 바완, 인도 뉴델리)** 인도의 환경산림기후변화부가 소유하고 있는 관공서 건물로 2013년에 완공되었으며 약 600여 명이 사용하고 있음
  - 순바닥면적은 9,565㎡이며, 에너지 원단위는 연간 43.7kWh/㎡로 인도의 일반적인 건물보다 70% 낮은 에너지 소비를 보임
  - 건물에 공급되는 태양광 전력은 전량 본 건물에서 발전되는데, 태양광 설비의 용량은 건물의 총 전력 수요를 상회하여 잉여 전력은 인근 전력계통으로 공급됨
- **(픽셀, 호주 멜버른)** Studio 505社에서 설계하고 2013년에 완공된 신축 상업용 건물로, 순바닥면적은 840㎡이며 건축비용은 총 6백만 달러가 소요됨



- 특히 본 건물은 호주의 그린스타 평가 시스템에서 최고점인 105점\*을 부여받음

\* 그린스타 평가 시스템은 100점으로 평가되나, 혁신에 대하여 5점을 추가적으로 부여함

- **(SDE4, 싱가포르)** 싱가포르국립대학교의 디자인환경대학의 건물로 2019년에 완공되었으며 싱가포르의 첫 번째 신축 넷제로에너지 건물임

- 순바닥면적은 8,514㎡로 연간 75kWh/㎡의 에너지 원단위를 가지며, 본 건물의 설계는 연간 18만 달러의 에너지 비용을 절약할 수 있는 것으로 추정됨

- **(중국 건축과학연구원 제로에너지건물, 중국 베이징)** 2014년에 완공되었으며, 에너지 소비가 0에 가까운 대표적인 제로에너지건축물(Nearly ZEB) 중 하나이며, 약 180여 명이 사용할 수 있는 상업용 오피스 건물임

- 본 건물의 순바닥면적은 4,025㎡이고 총 건축비용은 280만 달러로, 단위면적당 건축비용은 706.9달러/㎡로 추정됨
- 에너지 원단위는 2015년 모니터링 값을 기준으로 연간 34.2kWh/㎡이며, 냉·난방 및 조명만 고려했을 경우 에너지 원단위는 연간 23kWh/㎡로 최초 목표인 25kWh/㎡에 비해 8% 낮음

## (2) 국내 제로에너지건축물 사례<sup>11)</sup>

- **(판교 제2테크노밸리 기업지원허브, 성남시)** 2017년에 준공된 경기도 성남시에 위치한 업무 시설로, 20.2%의 에너지자립률을 보유하고 있음

- 본 건물의 연면적은 78,802.08㎡이고, 에너지 요구량 및 소요량은 각각 연간 76.8kWh/㎡와 137.2kWh/㎡로, 제로에너지건축물 5등급 인증을 취득함
- 차양일체형 외피, 고성능 창, 외단열, 방위별 창면적비 최적화, 외기냉방 공조시스템, LED조명, 전열교환기, 지열·태양광 등의 기술이 활용됨

- **(아산중앙도서관, 아산시)** 충청남도 아산시에 위치한 교육 연구시설로, 2018년에 준공되어 운영되고 있으며, 28.86%의 에너지자립률을 보유한 친환경 건축물임

- 9,037.21㎡의 연면적을 보유하고 있으며, 에너지 요구량 및 소요량은 각각 연간 47.1kWh/㎡와 101.4kWh/㎡로, 제로에너지건축물 5등급 인증을 취득함
- 외단열, 고성능 창, 지열히트펌프, BEMS, 지열, 전열교환기, 태양광 등의 기술이 활용됨

- **(서울에너지드림센터, 서울시)** 2012년에 준공된 서울특별시 마포구에 위치한 업무시설로, 60.37%의 에너지자립률을 보유하고 있는 서울시 에너지자립의 선언적 건축물임

- 본 건물은 제로에너지건축물 3등급 인증을 취득한 바 있으며, 3,762.32㎡의 연면적과 각각 연간 53.5kWh/㎡와 143.5kWh/㎡의 에너지 소요량 및 생산량을 보유하고 있음
- 외단열, 고성능 창, 냉방 바이패스, 유리 SHGC\* 계획, LED 조명, 태양광, 지열 등의 기술이 활용됨

\* 태양열취득율(SHGC): 유리창을 통한 일사량의 획득 정도를 나타내는 지표로, SHGC가 높을수록 난방부하 저감

■ **(경기도신청사, 수원시)** 2021년에 준공된 경기도 수원시(광교신도시)에 위치한 관공서 건물로, 60.54%의 에너지자립률을 보유하고 있으며, 2022년부터 운영 중에 있음

- 본 건물의 연면적은 147,904.13㎡이고, 에너지 요구량 및 소요량은 각각 연간 69.1kWh/㎡와 45.1kWh/㎡로, 제로에너지건축물 3등급 인증을 취득함
- 경기도신청사는 제로에너지건축물 기술로 고성능 창, 외단열, BEMS, LED 조명, 전열교환기, 태양광, 지열, 에너지저장장치(ESS) 등의 기술이 활용됨

- 본 발간물에서 검토한 제로에너지건축물의 주요 기술 중 (1) HVAC 시스템, (2) 에너지효율화 조명, (3) 태양광 발전 시스템, (4) 에너지 관리 시스템 기술 분야의 글로벌 시장이 타 시장에 비해 크게 성장할 것으로 전망됨
- 향후 에너지 관리 시스템이 가장 큰 규모의 시장을 형성할 것으로 전망되어 국내기업 또한 글로벌 에너지 관리 시스템 시장에서 경쟁하여 수익을 얻을 수 있을 것으로 기대되지만, BEMS 시장의 경우, 후발주자인 국내기업이 경쟁하기 위해서는 기술 및 서비스 차별화 등 전략적 접근이 요구됨
  - 글로벌 BEMS 시장은 소수의 기업이 다수의 시장점유율을 보유하여 시장집중도가 높은 시장이며, 시장집중도가 높은 만큼 국내기업이 진입하기에 진입장벽이 존재할 것으로 판단됨
  - BEMS 시장의 진입장벽을 극복하기 위하여, 국내기업은 ICT 등을 활용한 차별화된 에너지 관리·제어기술과 에너지 진단 플랫폼 서비스를 개발하고, BEMS 수요자가 자사의 기술 및 서비스를 선택하도록 적극적인 마케팅을 수행하는 등의 전략이 필요함
- 국내 제로에너지건축물 시장 또한 큰 폭으로 성장할 것으로 전망되는 만큼, 이를 효율적으로 관리하기 위한 컨트롤 타워를 구축하고 인증을 취득한 제로에너지건축물을 대상으로 한 세부적인 운영 및 관리 제도를 마련할 필요가 있음
- 현재 국내에는 제로에너지건축물 인증은 보유하고 있으나 아직 낮은 에너지자립률을 보유한 건축물이 많은 만큼, 추후 제로에너지건축물 등급에 따른 추가적인 인센티브 부여 제도 등 민간 유인책 마련을 통해 국내 건축물의 에너지자립률을 제고할 필요가 있음

## 참고문헌

- 1) Frost & Sullivan(2020), Global Zero Energy Buildings (ZEB) Promise New Efficiency Beyond Cost and Innovative Technologies, 2020.
- 2) 「녹색건축물 조성 지원법」 제2조 제4호
- 3) U.S. Department of Energy(2015), A Common Definition for Zero Energy Buildings
- 4) European Commision(2021), COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT IMPACT ASSESSMENT REPORT Accompanying the Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings (recast), Dec 2021 (검색일: 2022.11.26.)
- 5) Society of Heating, Air-Conditioning and Sanitary Engineers of Japan(2015), ZEB in Japan
- 6) 제로에너지빌딩 인증시스템, <https://zeb.energy.or.kr/> (검색일: 2022.11.25.)
- 7) Frost & Sullivan(2021), Global BEMS and HEMS Emerging Technologies, Business Models, and Growth Opportunities.
- 8) 한국에너지공단(2020a), ZERO ENERGY BUILDING
- 9) ㈜더비엔아이(2020), 건축 R&D 중장기 기술로드맵 수립 최종보고서.
- 10) 한국기업데이터(주)(2021), 제로에너지빌딩/친환경에너지타운, 혁신성장품목 분석보고서 2021-48
- 11) 한국에너지공단(2020b), 제로에너지건축물 인증 기술요소 참고서

2 0 2 2  
**녹색산업 인사이트** 제로에너지건축물

발 행 처 | 서울시 녹색산업지원센터

발 행 일 | 2022년 12월 28일

주 소 | 04554 서울특별시 중구 퇴계로 173(충무로 3가) 남산스퀘어 17층

전 화 | 02.3393.3990

팩 스 | 02.3393.3919~20

홈페이지 | [https://www.gtck.re.kr/gtck/g\\_center.do](https://www.gtck.re.kr/gtck/g_center.do)

디 자 인 | 세일포커스(주) 02.2275.6894

# 2022 녹색산업 인사이트 제로에너지건축물



04554 서울특별시 중구 퇴계로 173 남산스퀘어 17층  
Tel. 02.3393.3990  
Fax. 02.3393.3919~20  
[https://www.gtck.re.kr/gtck/g\\_center.do](https://www.gtck.re.kr/gtck/g_center.do)