



· 건축전문해설 자료집 ·

국내 최초 제로에너지 공공건축물 서울에너지드림센터

목차

I. 제로에너지건축물의 중요성

1. 기후변화와 제로에너지건축물
2. 제로에너지건축물의 개념
3. 제로에너지건축물 정책과 인증제도

II. 서울에너지드림센터의 제로에너지건축 요소 이해

1. 서울에너지드림센터 일반현황
2. 서울에너지드림센터 건립 과정
3. 제로에너지건축 적용기술
 - 1) 에너지절감계획
 - 2) 건축 디자인 요소
 - 3) 건축 요소 - 패시브 기술
 - 4) 설비 요소 - 액티브 기술
 - 5) 재생에너지 설비

III. 서울에너지드림센터 최적화 운영 현황

1. BEMS 운영
2. 건물에너지 피크전력 관리
3. 에너지 최적화 운영 성과

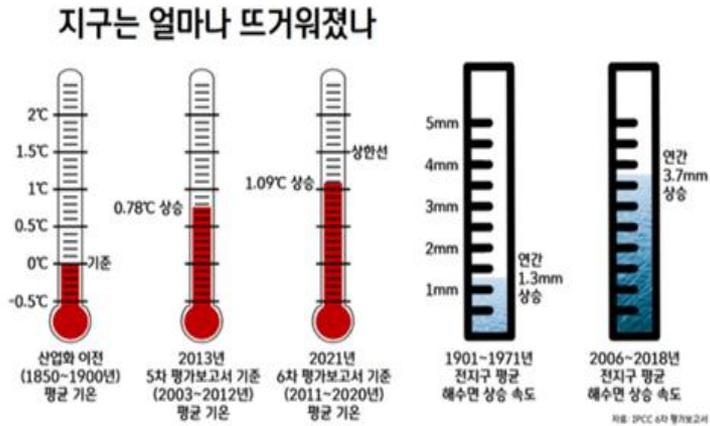


I. 제로에너지건축물의 중요성

1. 기후변화와 제로에너지건축물

1) 빨간 불켜진 지구 : 유례없는 속도로 기후변화 진행

- 갈수록 심각해지는 지구 기온 상승 문제와 이로 인한 환경악화 가속화
- 2019년을 기준으로 이산화탄소는 410ppm, 메탄은 1866ppb, 아산화질소는 332ppb 배출 (산업혁명 이전 이산화탄소 농도는 280ppm)
- 이산화탄소 배출을 줄이지 않을 경우 우리나라의 평균기온은 2050년 전후로 3℃ 상승, 강수량은 18% 증가
- 지구 평균 기온이 1.5℃ 상승할 것으로 예측되는 기간이 기존에 알려진 2030~2052년에서 약 10년이 단축된 2040년으로 추정. 이에 따라 폭염이나 폭우와 같은 극한 현상이 더욱 빈발 예상 (IPCC 6차 평가보고서)



IPCC 6차 평가보고서의 지구 기온 상승 문제 [출처] 경향신문

I. 제로에너지건축물의 중요성

2) 탄소중립을 위한 제로에너지건축물 확대

- 기후변화의 원인이 되는 인간의 활동에 의한 온실가스배출분야는 크게 수송, 산업, 건축 분야로 분류
- 건축분야의 탄소감축을 위해 여러나라에서 제로에너지건물 확대를 주요정책으로 추진

○ 기후변화의 원인

- 온실가스 배출량 증가와 에너지소비 증가

○ 우리나라 탄소중립 부문

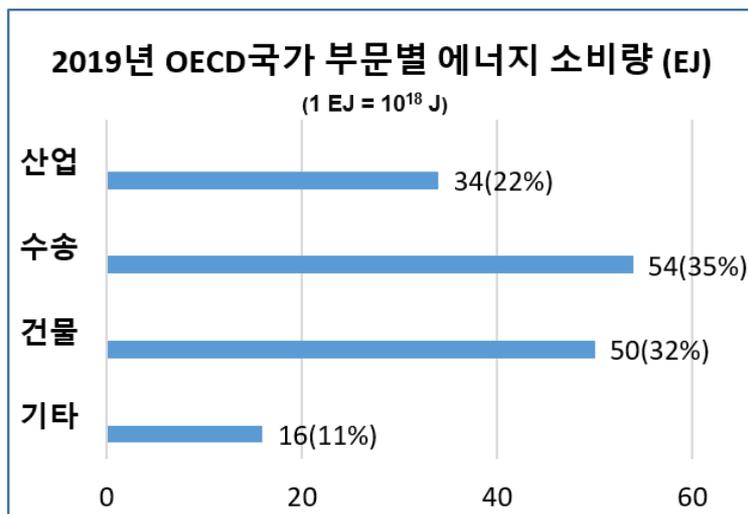
- 에너지전환, 산업, 건물, 수송, 농축수산, 폐기물, 수소, 흡수원, 이산화탄소 포집 및 저장·활용(CCUS)

○ 건물분야 에너지 사용 및 온실가스배출

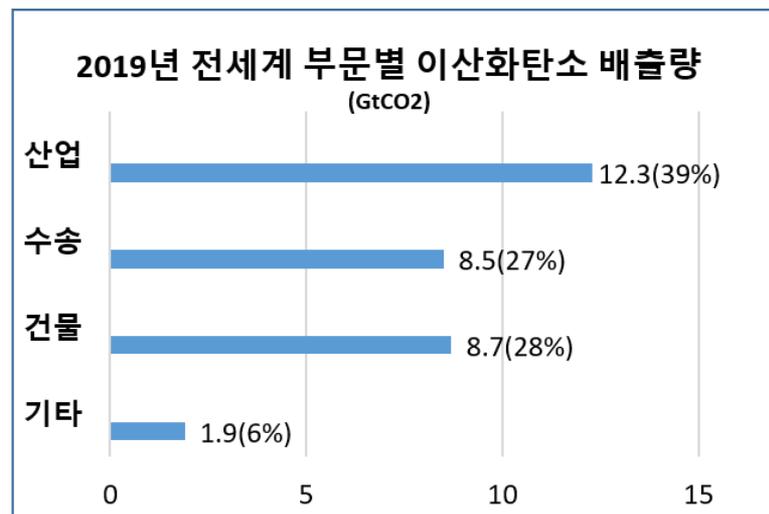
- 에너지사용량의 36%, 온실가스배출량의 39%

○ 건물분야 탄소중립방안

- 그린리모델링과 제로에너지 건축물 의무화 확대
- 2022년부터 건물온실가스 총량제 단계적 도입



출처: (IEA World Energy Balances Statistics report August, 2021)



출처: (IEA Greenhouse Gas Emissions from Energy by sector, 2019)

I. 제로에너지건축물의 중요성

2. 제로에너지건축물의 개념

- 정의 : 건축물에 필요한 에너지 부하를 최소화하고, 신에너지 및 재생에너지를 활용하여 에너지 소요량을 최소화하는 녹색건축물(녹색건축물 조성지원법 제 2조 4항)
- 사전적 의미로는 “사용에너지와 생산에너지의 합이 0이 되는 건축물”이지만 각 나라마다 정책방향과 기술 여건에 따라 조금씩 다름
- 공통적인 것은 신재생에너지 설비 설치로 에너지를 생산하는 것보다 건물에 필요한 에너지의 최소화를 더 중요한 방향으로 정함

제로에너지건축물이란?

고단열·고기밀 등 건축적 요소(Passive)를 통해 에너지부하를 최소화하고, 고효율 설비·신재생에너지 등 설비적 요소(Active)를 통해 에너지 소비를 최소화하는 건축물



I. 제로에너지건축물의 중요성

2. 제로에너지건축물의 개념

1) 제로에너지건축물의 구성요소

- 제로에너지건물 인증을 위해 설계 시 에너지 절감계획 수립을 통해 자립을 목표와 달성방안을 정해야 함
- 시공 후에는 건물성능에 대한 확인절차와 유지관리를 위해 건물에너지관리시스템(BEMS)를 설치해야 함
- 건축물에너지 인증 단계



I . 제로에너지건축물의 중요성

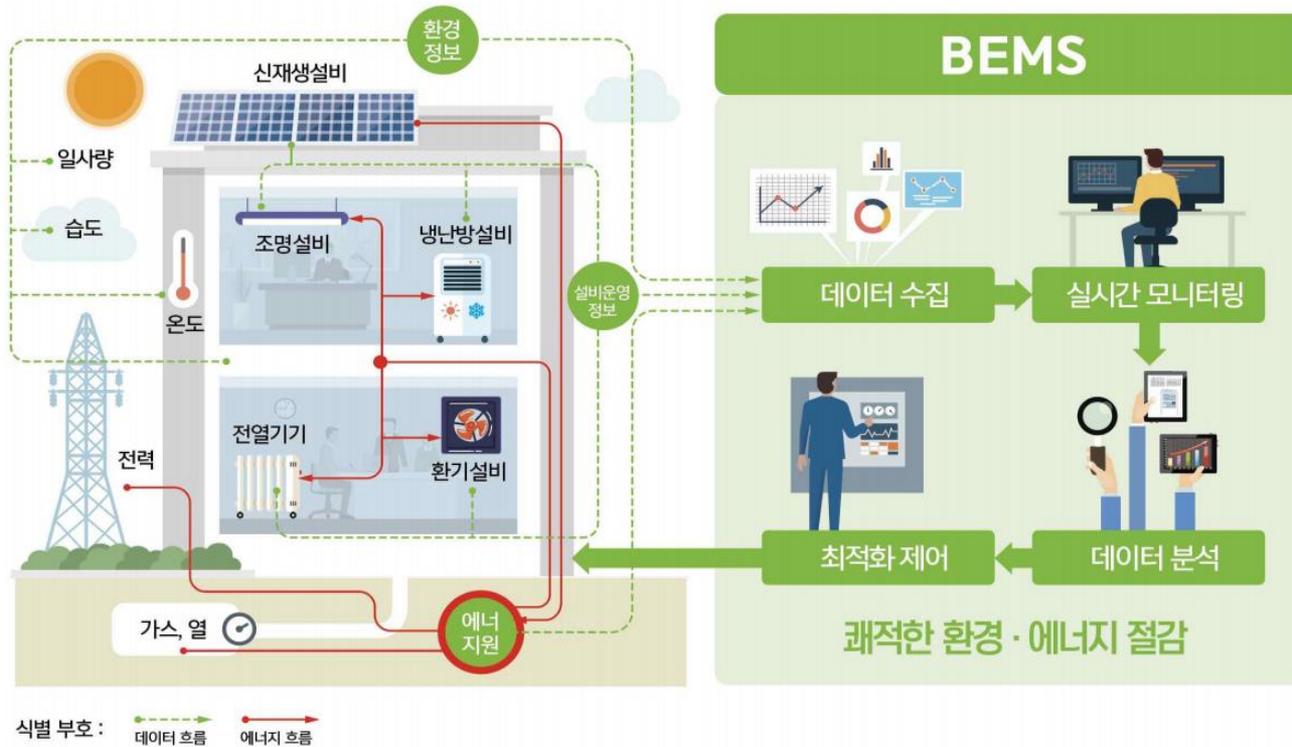
2) 제로에너지건축 관련 주요 용어 이해

주요 용어	정의
패시브 기술 (Passive Design)	건축물에 있어 전기, 열 등 별도의 에너지가 소비되지 않는 설계로 건물방위, 형태, 단열성능, 기밀성능 등 건축적 설계 요소를 말함
액티브 기술 (Active Design)	건축물에 있어 에너지가 소비되는 설계로 보일러, 냉동기 등 설비적 설계요소를 말함
단열	물체와 물체 사이에 열이 서로 통하지 않도록 열의 이동을 차단하는 역할
열교	건축물에서 실내외의 온도차 발생시 어느 한 부분의 단열이 약화되거나 끊김으로 인해 열흐름 현상이 발생하는데 이때 열흐름 통로를 열교(Thermal Bridge)라고 함
기밀	건물표면 내외부의 부분에서 원하지 않는 공기의 흐름이 생기는 것을 막는 것
고효율 냉난방장치	쾌적한 실내환경을 유지하기위해 급탕, 냉난방 등을 위한 기계설비가 반드시 필요. 보일러, 히트펌프, 흡수식 냉온수기, 냉방기 등
히트펌프	저온의 열에서 열을 흡수하여 고온의 열을 생산하는 기기로, 연소에 의해 열에너지를 발생하는 대신 냉매의 응축, 팽창, 증발을 통해 주위의 미활용 열을 모으고 전달하는 역할을 수행하므로 에너지효율이 높음
폐열회수형 환기장치	겨울철 외부에서 유입되는 차가운 공기를 실내에서 빠져나가는 더운 공기의 열을 이용해 데워주고, 반대로 여름철에는 외부로부터 유입되는 더운 공기를 실내에서 빠져나가는 냉방된 공기로 열교환함으로써 에너지를 절감하여 냉난방비를 감소시키는 장치임
신재생에너지	- 신 에너지 : 수소에너지, 연료전지, 석탄 액화 및 가스화, 중질산 사유 가스화 에너지 - 재생에너지 : 태양에너지, 풍력, 수력, 해양에너지, 지열 에너지, 바이오 에너지, 폐기물에너지, 수열 에너지

I. 제로에너지건축물의 중요성

2) 제로에너지건축 관련 주요 용어 이해

주요 용어	정의
BEMS(Building Energy Management System)	건축물의 쾌적한 실내환경 유지와 효율적인 에너지관리를 위하여 에너지사용내역을 모니터링하여 최적화된 건축물에너지관리방안을 제공하는 계획, 제어, 관리, 운영 등이 통합된 시스템



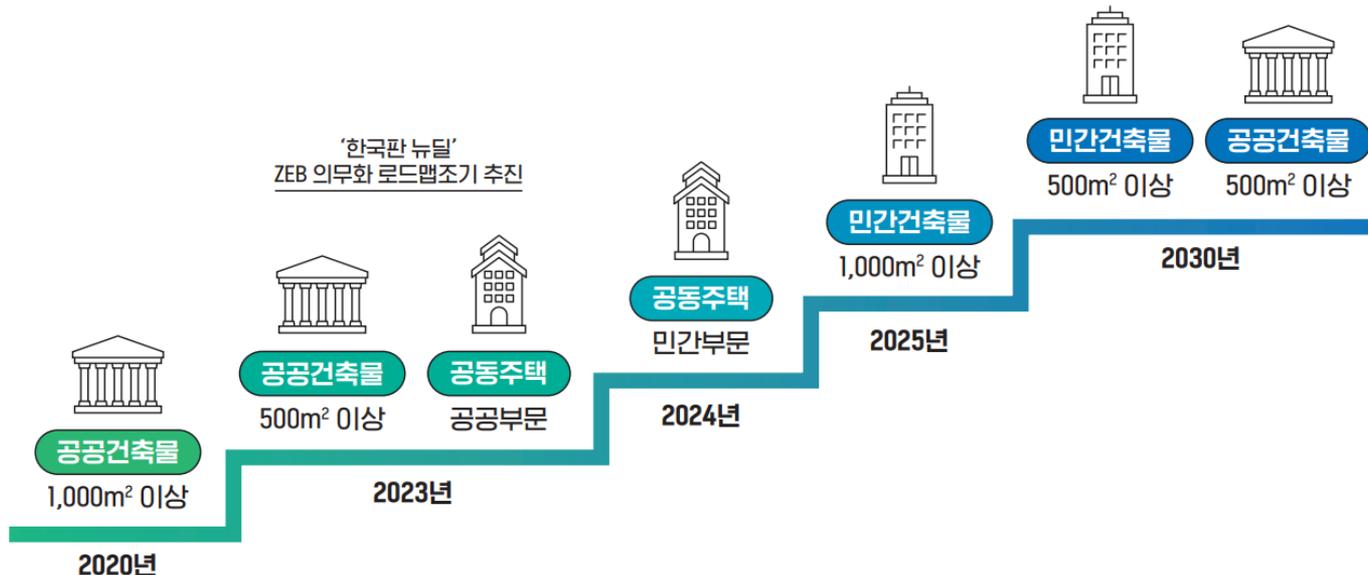
BEMS를 통한 건물에너지소비 관리 프로세스 [출처] 산업통상자원부

I. 제로에너지건축물의 중요성

3. 제로에너지건축물 정책과 인증제도

1) 제로에너지건축물 의무화 제도 시행

- 우리나라는 2017년 제로에너지건축물 인증제를 도입한 이후 의무화 범위를 점차 확대해 오
- 2020년 1000㎡ 이상의 공공건축물 의무화로 시작하여 2023년부터는 신축하는 500㎡ 이상 모든 공공건축물에 대해 의무화하였으며, 2030년부터는 민간건축물에 대한 의무화 추진
- 특히 서울시는 500㎡ 이상 공공건축물에 대한 의무화 시기를 2022년으로 앞당겨 실시하여 제로에너지건축물 확산에 선도적인 역할 기대

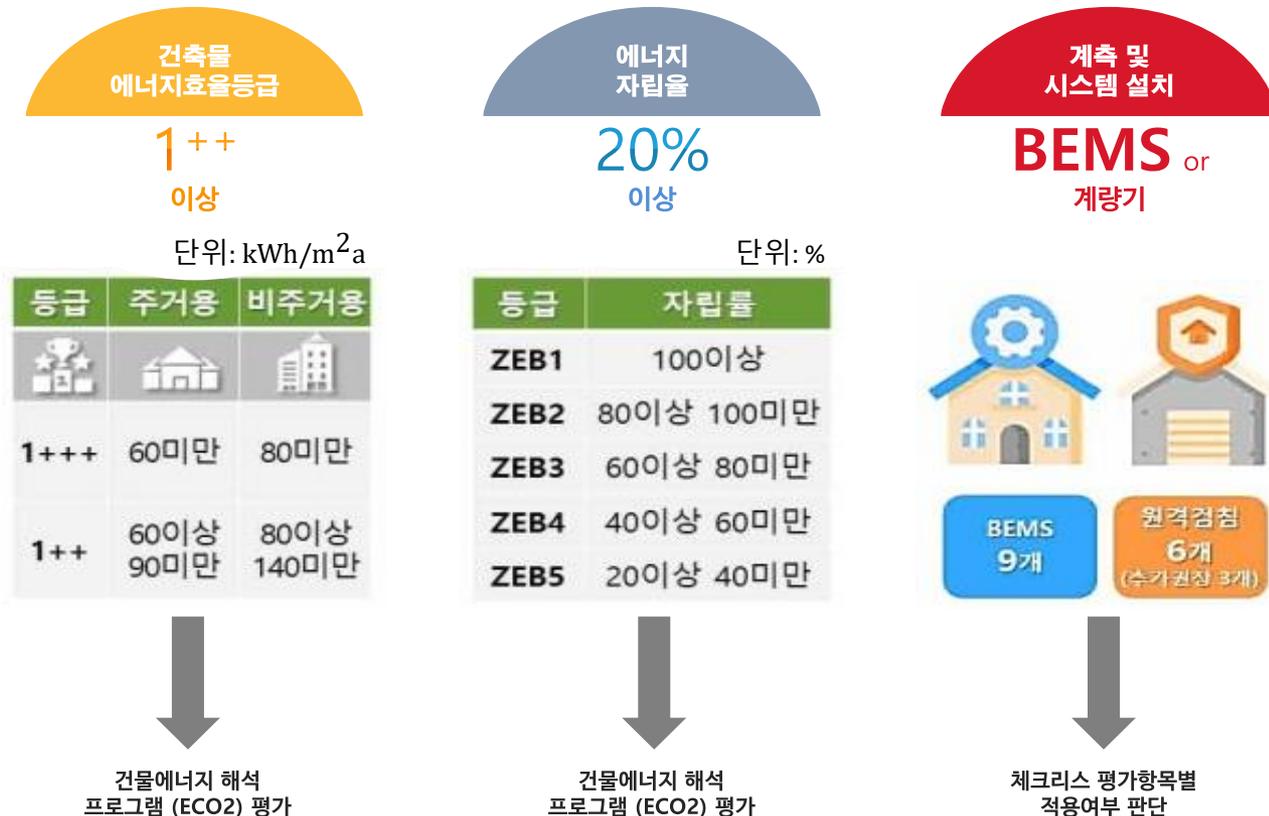


출처 : 국토교통부 보도자료 2021.12.23. 탄소중립 로드맵

I. 제로에너지건축물의 중요성

2) 제로에너지건축물 인증제도

- 건축물 에너지효율 1⁺⁺등급 이상을 충족하고 건물에너지관리시스템(BEMS)을 설치한 건축물 중 에너지자립율에 따라 5개 등급으로 구분



I. 제로에너지건축물의 중요성

3) 우리나라 제로에너지건축물의 세부 조건

■ 건물에너지효율등급 1++ 이상

- 1차 에너지소비량 140kWh/ m². a 미만
- 1년 동안 건물의 지상 면적 1m²을 기준으로 1차 에너지소요량에서 생산하는 에너지량을 뺀 값이 140kWh 보다 적다.
- 1차 에너지소비량 : 냉방, 난방, 급탕, 조명, 환기를 위해 각 시스템에서 필요한 에너지(요구)량을 kWh 단위로 환산한 값

■ 에너지자립율 20% 이상

- 건물의 전체 에너지소비량이 아니라 냉방, 난방, 급탕, 조명, 환기에 필요한 에너지소비량 기준
- 업무용도 등 건물의 에너지 성능과 상관없는 에너지 사용은 제외
- 실제 건물의 에너지소비량이 아니라 건물에너지성능 평가 프로그램 (ECO 2)의 계산값이다.

$$\text{에너지자립율 (\%)} = \frac{\text{1차 에너지생산량}}{\text{1차에너지 소비량의 총합(에너지생산량+ 건물에너지효율등급기준 1차에너지 소요량)}} \times 100$$

■ 건물에너지관리시스템 (BEMS) 또는 원격검침기 설치

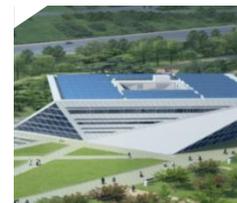
- 건물에너지관리시스템이 유리
- SEDC의 BEMS 적용 요소: 데이터 수집 및 표시, 정보감시, 데이터 조회, 설비의 성능 및 효율 분석, 실내외 환경정보 제공, 제어시스템 연동
- SEDC의 BEMS 미적용요소: 에너지소비 현황 분석, 에너지 소비량 예측, 에너지 비용 조회 및 분석,

Ⅱ. 서울에너지드림센터의 제로에너지건축요소 이해

1. 서울에너지드림센터 일반현황

1) 건축 개요

구분	내용
사업명	서울에너지드림센터
위치	서울시 마포구 상암동 1535-3 평화의 공원
지역지구	자연녹지지역, 폐기물처리시설, 역사문화미관지구, 시가지조성사업지역, 대공방어협조구역, 하천구역
도로현황	강변북로, 증산로, 내부순환로, 자유로
대지면적	13,039㎡
건물용도	폐기물처리시설 부속시설(전시장, 사무실)
건축면적	2,065.91㎡
연면적	3,762.32 ㎡
건폐율	15.84% (법규 20% 이하)
용적률	25.83% (법규 50% 이하)
층수	지하1층, 지상3층
주차대수	19대(장애인 주차 3대 포함)
외장재료	3중 유리, 인조 대리석
정화조	하수종말처리장 연결
구조	철골, 철근콘크리트 구조
에너지원	전기만 사용(도시가스, 지역난방, 석유 등 사용 안함)



항공뷰



외부 전경



태양광



로비



드림갤러리



전시관 내부

Ⅱ. 서울에너지드림센터의 제로에너지건축요소 이해

2) 건립 배경 및 운영현황

■ 건립 배경

- '07년 4월 수립된 <서울시 친환경에너지정책>에 따라 총 에너지이용량의 60%를 차지하는 건물 부문의 에너지를 절감하고, 수소연료전지, 태양광 등 도시형 신재생에너지원 보급 필요성을 널리 알리기 위해 에너지 저소비형 선진 건축 모델을 제시하는 <에너지 제로하우스>를 계획함.

■ 건립 목표

- 서울시 에너지자립의 선언적 건축물로서 에너지자립형 미래건축물 모델을 제시하고 에너지제로의 실증적 구현과 에너지자립도시의 꿈을 함께 나눔.

■ 건립 기간 : 2008년 11월 ~ 2012년 9월

■ 건축물 설계 : 프라운호퍼 컨소시움

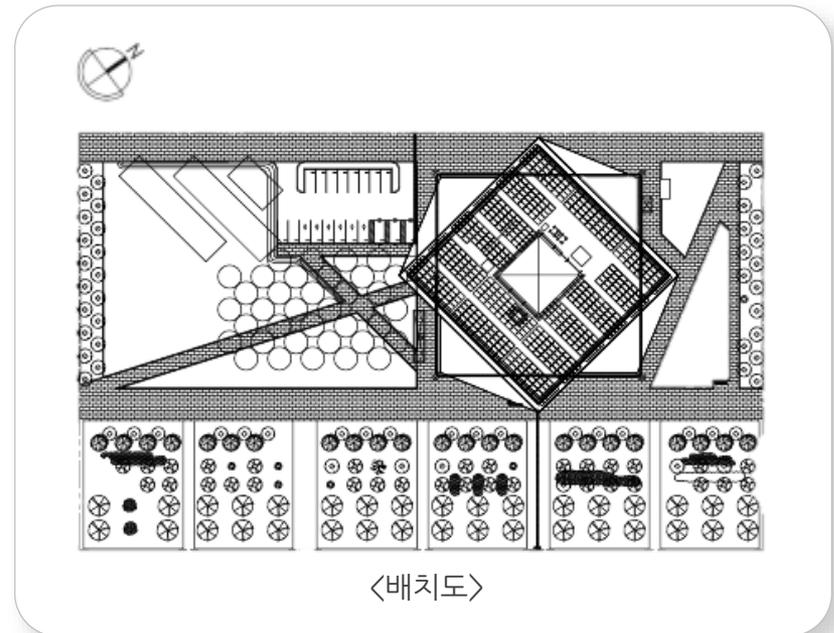
(독일 Fraunhofer, (주) Parsons Brinckerhoff)

■ 에너지 운영 현황

- 타 건물대비 에너지사용량의 70%이상 저감,
신재생 에너지 생산 (272kwh)설비로 에너지자립구현
2020년 기준 에너지소비량 대비 164% 생산

■ 방문객 현황

- 연간 9-10만명의 시민 방문(개관 이래 약 60만명 방문)



Ⅱ. 서울에너지드림센터의 제로에너지건축요소 이해

2) 건립 배경 및 운영현황

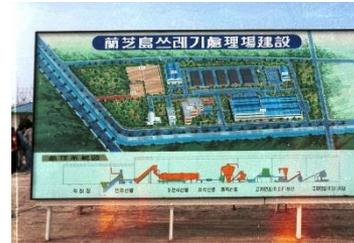
- 서울에너지드림센터는 쓰레기매립장을 복원하여 만든 평화의 공원 내에 위치
- 평화의 공원, 월드컵 경기장, 서울에너지드림센터는 서울시의 친환경 에너지 랜드마크



1970년대 난지도



1978~1993년 쓰레기매립장



1991~1996년 친환경 생태공원 조성
서울시 에너지와 친환경 랜드마크



Ⅱ. 서울에너지드림센터의 제로에너지건축요소 이해

2. 서울에너지드림센터 건립과정

일반 건축 공정	제로에너지건축을 위한 추가 공정	서울에너지드림센터 건립일정
기획설계	에너지 제로하우스 건립 방침	2008년 7월 15일
기본 및 실시 설계 착수 / 완료		2008년 11월 5일 ~ 2009년 10월 12일
공사착공		2009년 12월 18일
철골공사 완료		2011년 3월
	에너지시뮬레이션	2011년 7월
	에너지시뮬레이션	2011년 12월 12일
	지열시스템 천공완료	2012년 2월 3일
옥상 철근 콘크리트 타설		2012년 2월 13일
외부 목공사, 단열공사		2012년 2~3월
외부 인조대리석 벽체 및 내부 마감공사		2012년 3월 21일
	기밀테스트 (3차 테스트)	2012년 4월
	최종 에너지 시뮬레이션	2012년 4월
	태양광설비 설치 및 승인	2012년 4월 20일
준공		2012년 9월
	건물에너지효율등급 인증	2012년 7월 본인증
	제로에너지건축물 인증	2018년 12월 본인증

II. 서울에너지드림센터의 제로에너지건축요소 이해

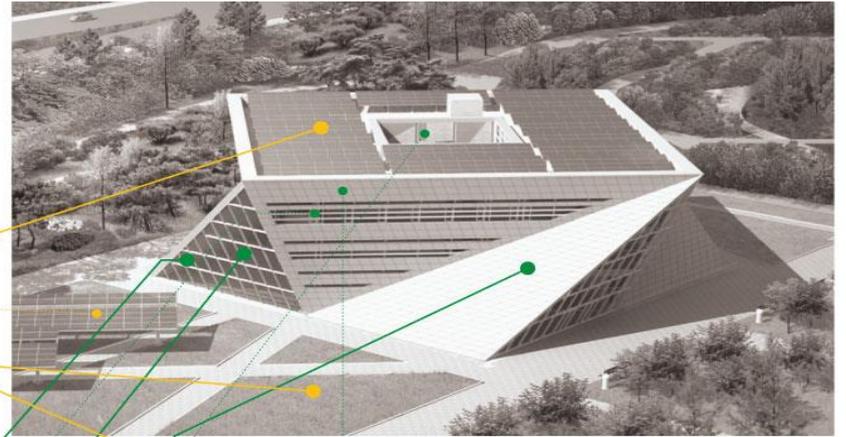
3. 제로에너지건축 적용기술

1) 에너지절감계획 수립

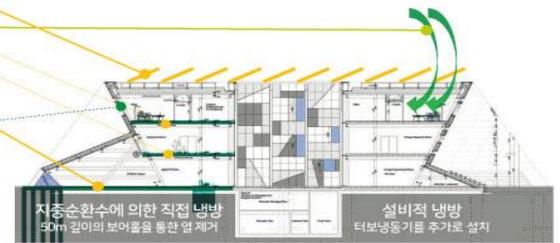
가. 적용기술선정

- 에너지절감계획 수립과정 : 적용기술선정 → 기술별 소요량 계산 → ZEB등급에 따른 에너지 생산량 계산 → 기밀테스트와 시공상태를 포함한 에너지 계산

- 태양광 발전 시스템**
건물 옥상과 '태양의 놀이터'의 태양광 설비로 전력 생산
- 지열 냉난방 시스템**
겨울엔 땅의 온기로 난방, 여름엔 땅의 냉기로 냉방!
- 자동조명제어 시스템**
조명밝기를 자동으로 조절하여 조명에너지 절약
- 열회수 환기 시스템**
겨울에는 배기열을 회수하여 재활용!
여름에는 도입 외기의 열을 빼앗아 밖으로 배출!
- 무급유터보냉동기**
자기부상효과로 효율은 높이고 소음은 줄이고!
- 에너지저장시스템(ESS)**
태양광 발전시스템에서 생산된 전력을 저장하여 건물에 공급
- 건물 에너지 관리 시스템(BEMS) + 건물 자동화 시스템(BAS)**
건물 내 에너지 정보의 수집, 분석 및 자동제어를 통한 건물에너지의 효율적인 관리
- 외부 자동 베네시안 블라인드**
창밖의 블라인드로 일사열이 건물에 들어오기 전 차단
- 고효율 삼중유리 창호시스템**
2중 Low-E 코팅으로 여름철 열유입과 겨울철 열손실 최소화
- 고효율단열재**
벽을 통한 열손실과 열획득을 줄여 냉난방에너지 절약
- 바람개비 형태 반사벽**
직사광선의 60%를 반사하여 냉방에너지 절약!
반사된 확산광이 건물로 들어와 실내를 밝게!
- 중정**
중정을 통해 유입되는 자연채광으로 실내는 밝게! 조명에너지는 적게!
- 경사진 창문**
계절별 일사 유입량 조절. 여름엔 적게, 겨울엔 많이!



센터 시설 개요
 • 시설규모 3,777㎡(지하1층, 지상3층)
 • 대지면적 13,104㎡



제로에너지건축물의 비밀은 바로 이것!

<p>건물에서 소비되는 에너지가 100%라면?</p>	<p>사용량의 70%를 줄였어요!</p>	<p>에너지 낭비를 막는 건축물 패시브 디자인</p> <p>에너지를 효율적으로 사용하는 설비 액티브 디자인</p>
<p>30%는 직접 만들어요!</p>	<p>30%는 직접 만들어요!</p>	<p>자연에서 에너지를 얻는 신재생 에너지</p>

Ⅱ. 서울에너지드림센터의 제로에너지건축요소 이해

1) 에너지절감계획 수립

나. 에너지소비량 예측과 에너지생산 설비용량 계산

- 패시브(건축) 기술과 액티브(설비) 기술로 비교 건물대비 에너지 소비를 70% 절감
- 에너지자립을 100%를 목표로 소비량 전체를 태양광발전기로 생산하는 NET 제로에너지건물로 설계

일반 건물의 연간 에너지 소요량 223kWh/m²을 연간 36kWh/m²까지 절감 (70% 이상)


단열


자연채광

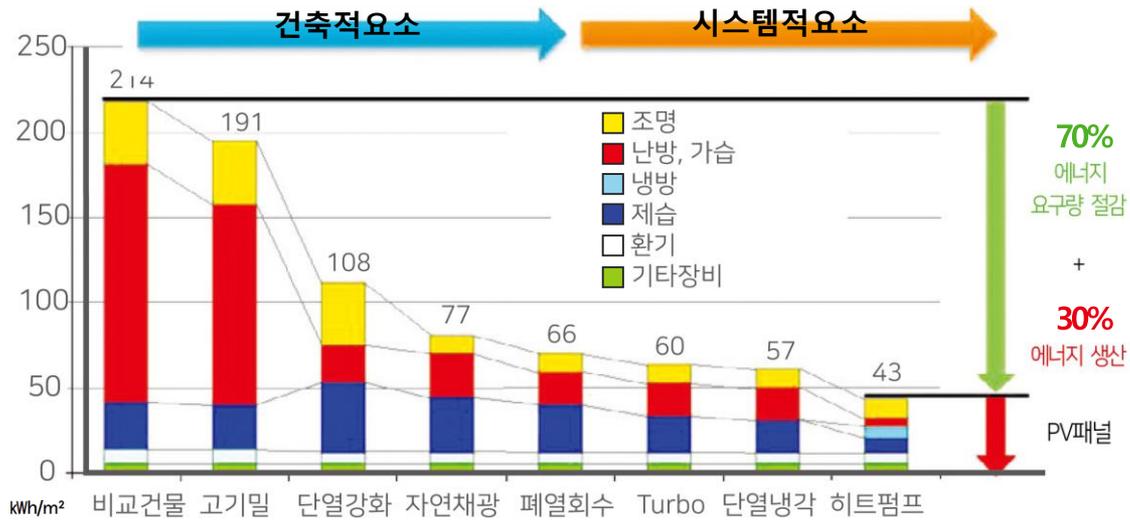

밀폐


단열방각

필요에너지의 30%는 신재생에너지로 사용


태양광
272 kW


지열
112 kW



※비교 건물: 표준 기계장비 및 외벽 적용, 동일 규모 및 형태, 동일 위치 및 방위 적용

Ⅱ. 서울에너지드림센터의 제로에너지건축요소 이해

1) 에너지절감계획 수립

다. 기밀테스트 실시

■ 수행목적

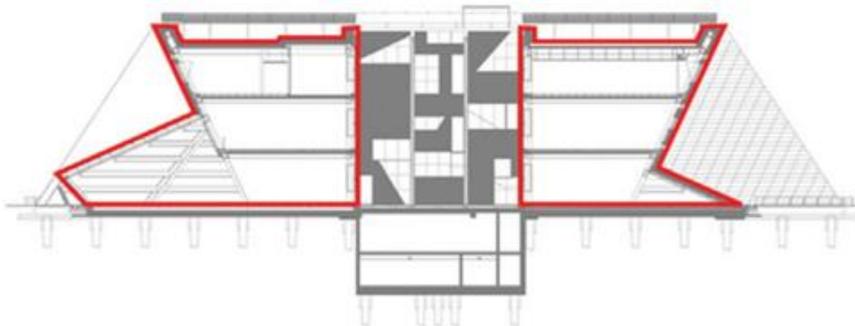
- 건물의 기밀성을 목표값 이하로 달성하기 위하여 준공 전 침기와 누기 되는 위치를 사전에 파악 후, 기밀 조치하여 목표량 초과 시 이를 줄임

■ 기밀테스트 기준 (PHPP)

- 패기브 건축물의 기밀기준 : 50Pa 압력하에서 시간당 0.6 회/ hr
- 침기량 0.38/h, 누기량 0.54/h

■ 기밀테스트 방법

- 건물의외피가 95%완공된 후 시행
- 측정 전 모든 문과 창문, 틈새를 반드시 밀폐
 - 측정도구 : 미니애폴리스 / 멀티팬 브로어도어 시스템
 - 기밀성파악 : 열선풍속계, 포그머신, 열화상 또는 적외선 카메라를 통해 누출 부분, 유속과 온도변화 측정



기밀면(Blower Door Test)



Ⅱ. 서울에너지드림센터의 제로에너지건축요소 이해

1) 에너지절감계획 수립

라. 건물에너지계산 (시뮬레이션)

■ 에너지 시뮬레이션의 목적

- 최초 설계 의도에 부합되는 건축물이 시공되었는지를 확인하기 위해 기밀테스트 결과와 각종 열교 테스트 결과 값 등을 프로그램에 입력하여 시뮬레이션 함으로써 향후 에너지 제로 달성이 가능한지를 미리 확인

■ SEDC 최종 에너지 시뮬레이션 추진 과정 : 기밀테스트 결과와 시운전 테스트 결과보고서(2012.4.30) 반영

수행 주체	공종		2012년 4월				비고
	대공종	소공종	1주차	2주차	3주차	4주차	
독일팀 수행업무	에너지 시뮬레이션 30일 소요	복사 계산 : 6일			■		
		열교 계산 : 6일			■		
		조명 시뮬레이션 : 6일				■	
		열적 시뮬레이션: 6일					■
		총체적 에너지 균형 계산: 6일					

■ SEDC 에너지 시뮬레이션에 사용된 프로그램 = 에너지요구량과 에너지소요량 계산, 에너지 생산량 예측, 자립율 비교

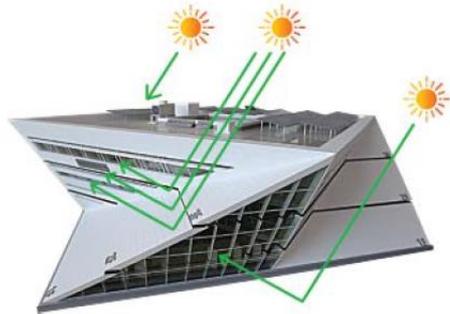
- RTransyc : 에너지 요구량 계산
- Therm : 열교 계산
- adiance, Day sim : 자연채광 계산
- Zenith : PV 패널 전기 생산량 계산
- PHPP: 에너지 밸런스 계산

II. 서울에너지드림센터의 제로에너지건축요소 이해

2) 건축 디자인 요소 (건물의 형태, 향, 마감재 등)

- 에너지 소비량 절감에 유리한 디자인 검토
- 투자비 대비 에너지 감축 효과 면에서 최고의 가성비
- 에너지 외 건립목표와 주변 경관, 미관, 법규 등 다각적 검토를 통해 결정

해, 땅, 바람과 함께 서울시의 에너지자립이 현실이 되는 꿈을 표현하며
자연에 순응하는 건축디자인으로 설계



Solar energy
Sunlight comes in 4 sides



Life dynamics
Rising ground energy



Wind passage
Around building

건물 4면에서 모두 들어오는
태양에너지

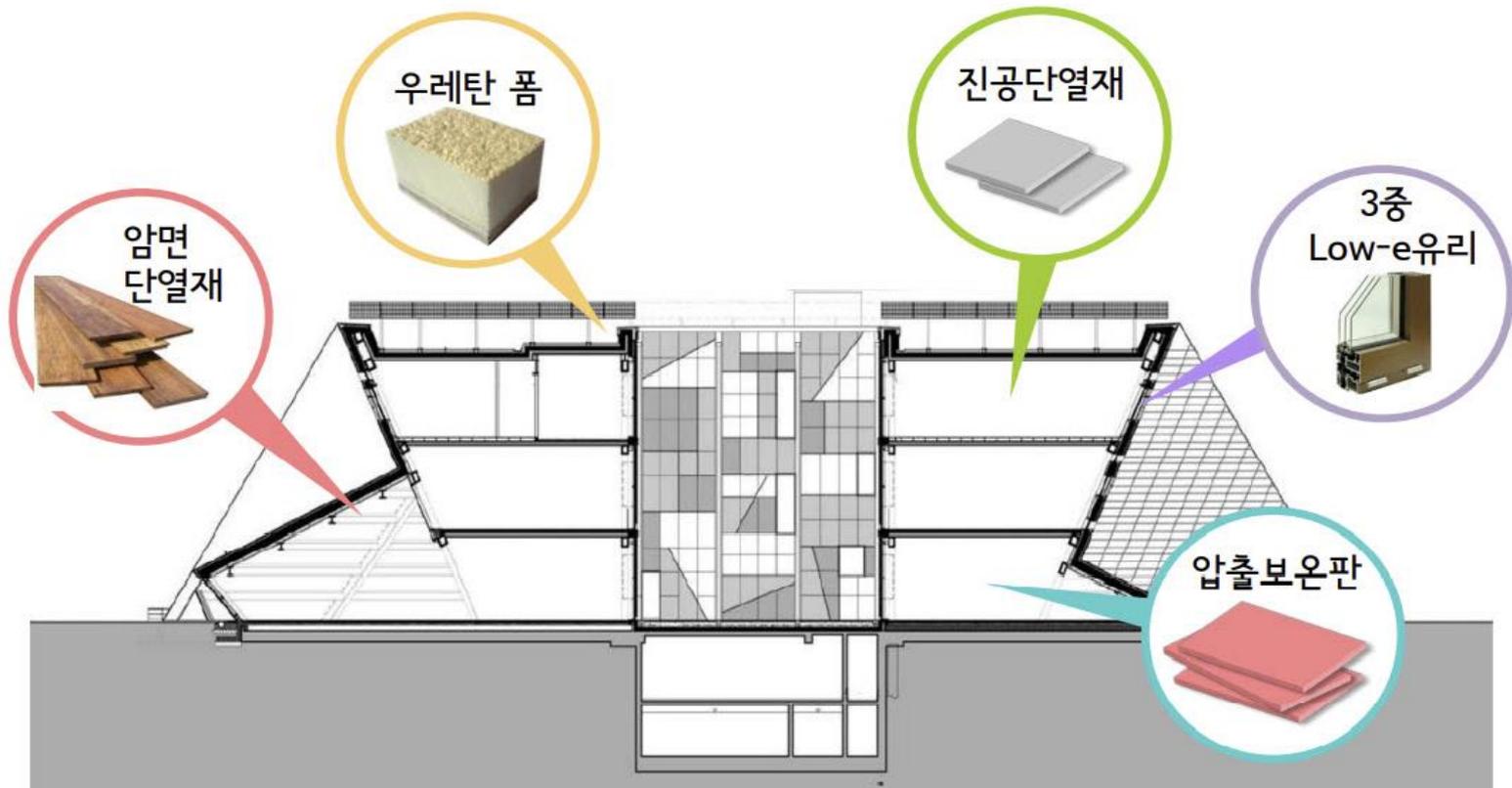
땅의 에너지가 지면 위로 솟아오르는
생명의 역동성

자연스럽게 건물을 타고 흐르는
바람길

II. 서울에너지드림센터의 제로에너지건축요소 이해

3) 건축요소-패시브 기술 (Passive Design)

- 설비요소를 다루는 액티브기술과 구별하여, 건축 본체에 관련한 요소로 설치 후 별도의 에너지가 필요하지 않음
- 고효율창호, 고효율단열, 기밀시공, 외부 차양 등의 건축요소



II. 서울에너지드림센터의 제로에너지건축요소 이해

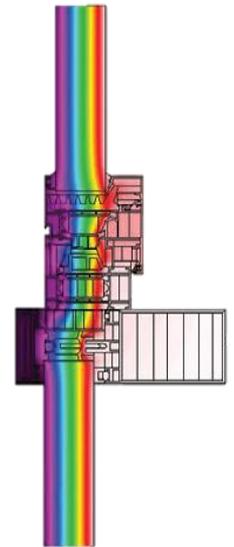
3) 건축요소-패시브 기술 (Passive Design)

가. 고효율 3중 유리 창호

- 유리 : low-e 코팅된 삼중 유리 적용
- 창틀 : 단열 기능이 강화된 알루미늄 기밀성 창호시스템 적용
- 기밀시공 : 외부 창호 공사 시 100mm, 75mm 기밀테이프 적용
- 창호 열교 분석 : 프레임을 포함한 창호 전체에 대한 열관류율 평가 시행

구분	종류	적용 성능	기준 성능	비고
열관류율 (U-value) [W/m ² K]	수평띠창, 중정 커튼월	0.688	0.7	DIN Standard 기준
	외부 커튼월	0.636		
일사 차폐 계수 [G]	수평띠창, 중정 커튼월	0.544	0.5	
	외부 커튼월	0.267	0.3	
가시광선 투과율 [TVIS]	수평띠창, 중정 커튼월	0.68	0.65	
	외부 커튼월	0.55	0.58	

※ Low-e 유리 : 유리표면에 금속 또는 금속산화물을 얇게 코팅한 것으로 열의 이동을 최소화시켜주는 에너지 절약형 유리이며 저방사 유리라고도 함. 로이(Low-E : low -emissivity)는 낮은 방사율을 뜻함



<U-frame> 열교 분석

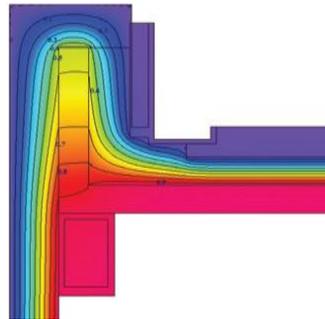
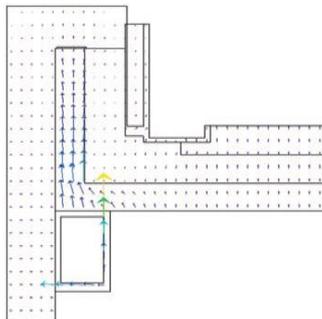
Ⅱ. 서울에너지드림센터의 제로에너지건축요소 이해

3) 건축요소-패시브 기술 (Passive Design)

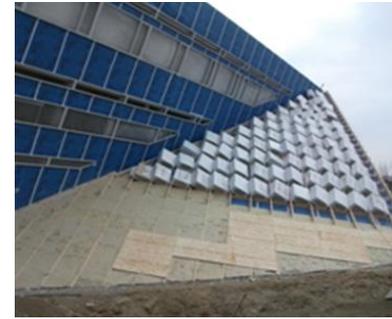
나. 고효율 단열재

- 건축설계 기준과 패시브 하우스 기준보다 강화하여 적용
- 열교시뮬레이션을 통한 열교방지 설계가 중요

구분		단열재	열관류율 (U-value) [W/m ² K]		
			서울에너지드림센터	패시브하우스기준	법규기준*
외벽	수직벽 (중정)	진공단열재	0.111	0.15	0.26
	경사벽 (인조대리석)	암면	0.139		
지붕	평지붕	우레탄폼	0.119	0.12	0.15
	경사지붕	암면	0.110		
바닥		압출법단열재	0.107	0.15	0.26



중정 (외단열 시스템)



경사지붕 (암면 단열재)

Ⅱ. 서울에너지드림센터의 제로에너지건축요소 이해

3) 건축요소-패시브 기술 (Passive Design)

다. 외부 전동 블라인드

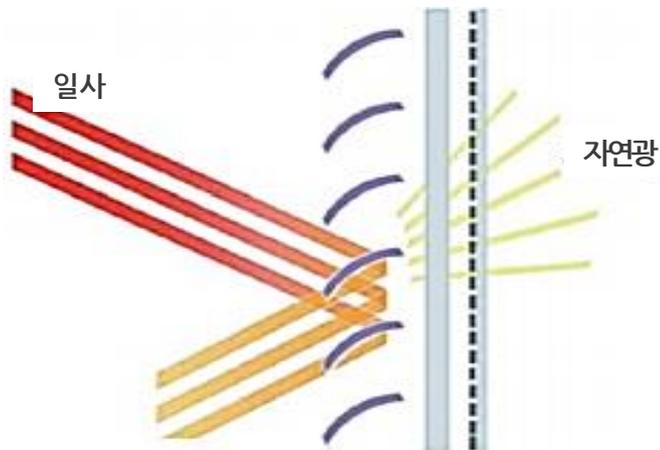
- 하절기에 유입되는 일사 차단으로 냉방부하 감소
- 창유리 온도 낮아 실내로 방사열이 적음
- 뜨거워진 블레이드의 열을 외부에 배출 (복사, 대류)

vs 내부 블라인드

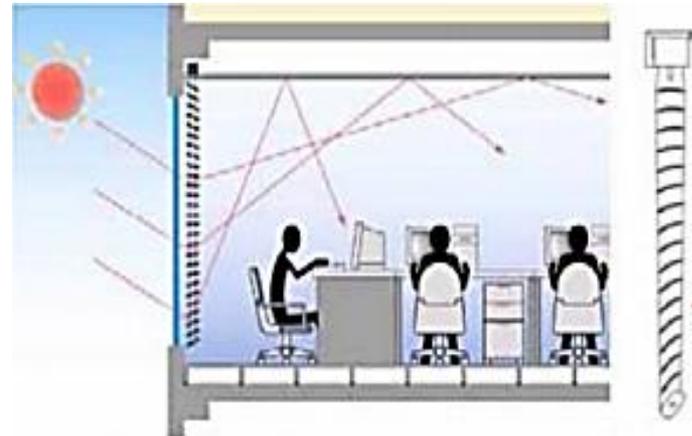
- 창유리가 달궈져서 실내로 방사열이 큼
- 뜨거워진 블레이드의 열을 실내로 배출 (복사, 대류)



실외측



실내측



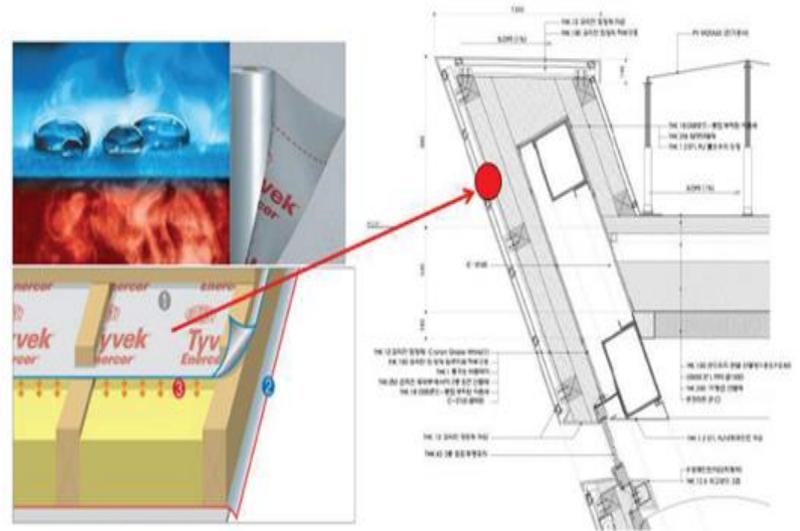
Ⅱ. 서울에너지드림센터의 제로에너지건축요소 이해

3) 건축요소-패시브 기술 (Passive Design)

라. 고기밀 시공

- 배관, 배선, 관통 부위 코킹처리 및 시공품질 관리
- 고기밀 창호, 문 적용
- 창호 주위 및 벽체 모서리와 자재결합부위에 기밀 테이프 시공(통기성 바람막이, TYVEK)
 - 메탈처리된 표면이 태양 복사열을 차단하여 복사열에 의한 온도상승을 감소시키고, 단열재를 보호하기 위해 방풍 및 방수 기능을 가지며, 숨쉬는 구조로 결로 현상을 막아줌

구분	환기회수 [ach/h]		
	적용 성능	기준 성능	비고
침기량 (Depressurization)	0.38	0.6	DIN Standards 기준
누기량 (Pressurization)	0.54		

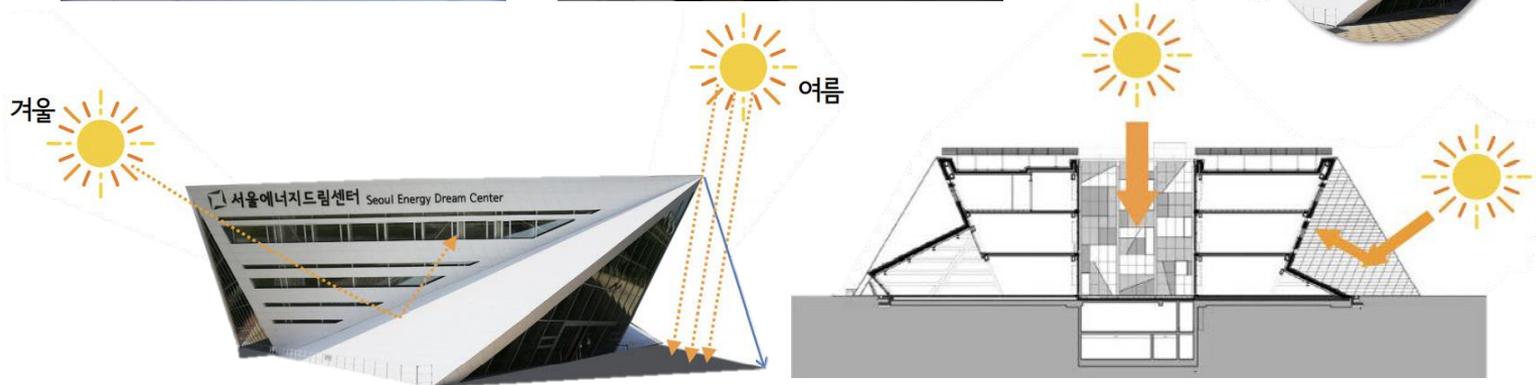


II. 서울에너지드림센터의 제로에너지건축요소 이해

3) 건축요소-패시브 기술 (Passive Design)

마. 바람개비 형태의 반사벽과 중정

- 여름엔 적게, 겨울에는 최대한 빛이 많이 들어올 수 있도록 건물 경사도(66°) 설계
- 빛반사율 60% 이상의 하얀 인조대리석으로 외벽 마감
- 자연채광
 - 건물의 깊은 곳까지 자연채광을 활용하기 위하여 중정 설치
 - 바람개비 형태의 경사지붕은 태양광을 실내로 반사



Ⅱ. 서울에너지드림센터의 제로에너지건축요소 이해

4) 설비요소-액티브 기술 (Active Design)

- 액티브 기술이란 건축물에 설치된 기계, 전기, 설비와 같이 가동하기 위해서 외부의 에너지가 필요한 시스템
 - 보통 ZEB에서는 패시브 기술을 건축요소, 액티브 기술을 설비요소로 해석
- ZEB의 설비요소에는 냉방, 난방, 급탕, 환기, 조명 5가지 시스템이 있음
 - ZEB의 건물에너지성능은 냉방, 난방, 급탕, 환기, 조명 5가지의 에너지 소비항목을 고려함
 - 엘리베이터와 전열(콘센트를 이용하는 요소)같이 자체 성능보다는 사용자의 행동양식에 의해 더 큰 영향을 받는 요소는 1년 간 사용하는 에너지량을 예측하기 어렵기 때문에 제외
- 태양광 발전시스템 같이 재생에너지 생산시설은 왜 액티브 기술과 구분하는가?
 - ZEB는 에너지자립율이 기준이기에 “재생에너지 생산 설비”로 구분하여 중요하게 고려하는 것이 좋음
 - 물론 재생에너지 생산시설도 건축물에 따른 설비요소이고, 가동하기 위해 외부의 에너지가 필요한 지열시스템도 우리나라에서는 재생에너지 생산시설로 구분하기에 넓은 의미에서 액티브 기술에 속함

고효율 냉난방장치 : 중요한 것은 용량이 아니라 효율이다!

폐열회수형 환기장치 : 건물에도 마스크를 씌우자!

고효율 조명 : 이젠 당연히 LED다!

II. 서울에너지드림센터의 제로에너지건축요소 이해

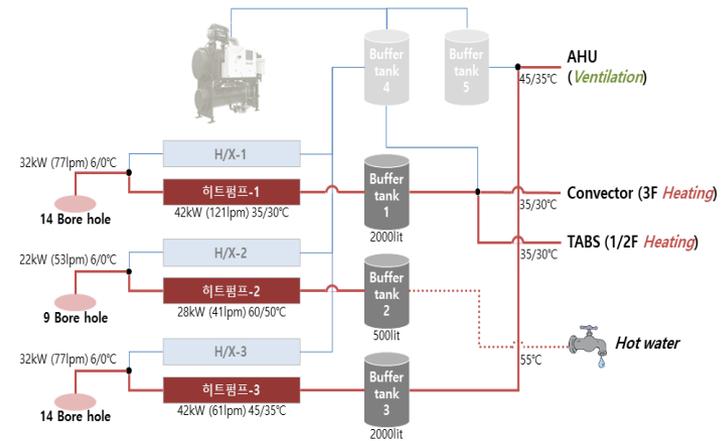
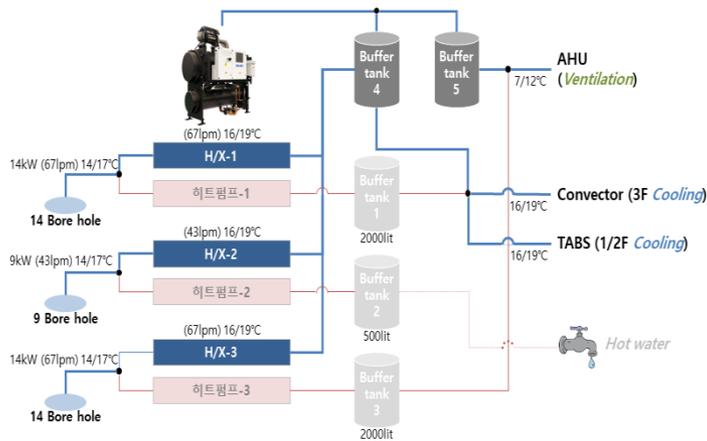
4) 설비요소-액티브 기술 (Active Design)

가. 고효율 냉방, 난방, 급탕 시스템

■ 냉방, 난방, 급탕 시스템은 같이 연결된 시스템이다.

○ 지열시스템이나 시스템에어컨처럼 냉난방 겸용 기기들이 많고, 급탕은 난방기와 연계되어 있다.

○ SEDC의 냉난방시스템은 냉동기와 지열시스템이 3층의 공조기, 콘벡트 1,2층의 바닥코일에 연결되어 있다.



터보 냉동기



열 교환기



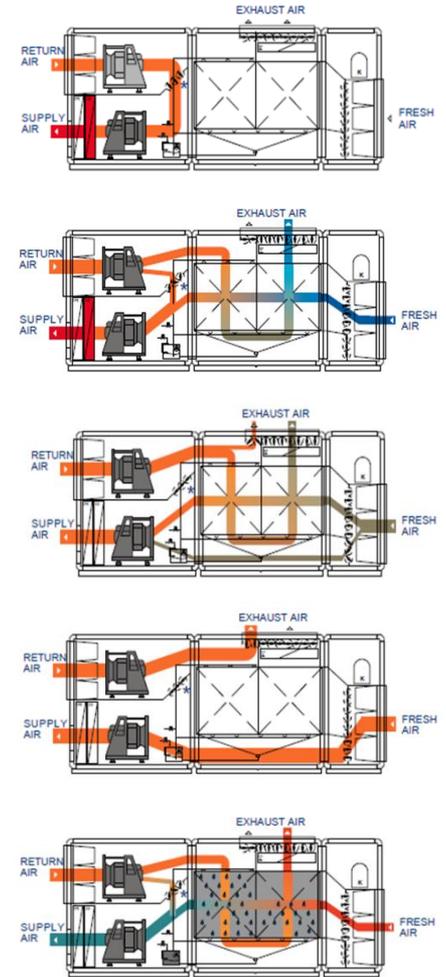
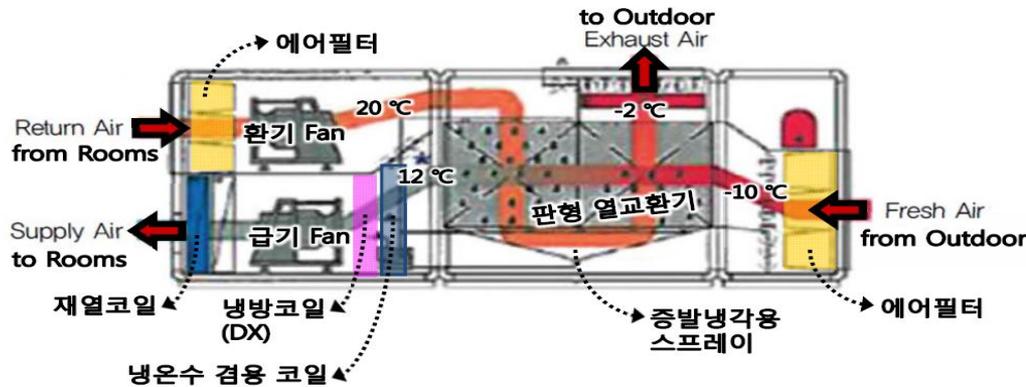
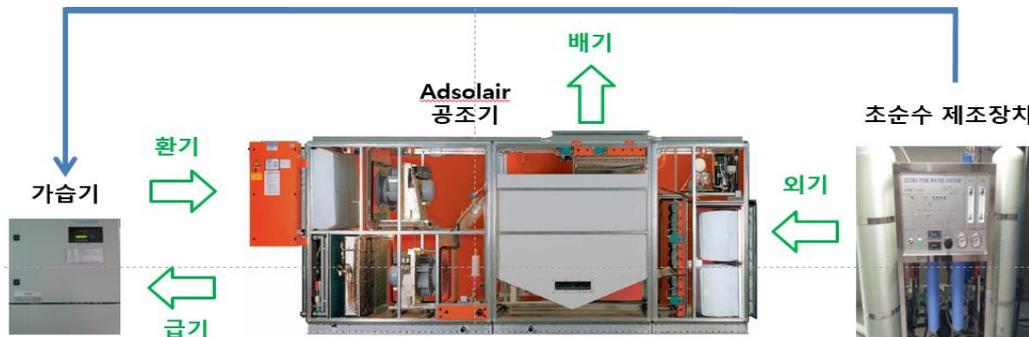
히트펌프

II. 서울에너지드림센터의 제로에너지건축요소 이해

4) 설비요소-액티브 기술 (Active Design)

나. 폐열회수 환기시스템 (HVAC)

- CO2 농도, 온도, 습도 조절 기능
- 열교환기술과 단열증발냉각시스템(Adiabatic Evaporative Cooling) 의한 공기의 온도 저감을 통해 실내공급으로 에너지 절감.
- 하절기 흡입된 공기는 공조기내에서 증발식 배기 냉각기(Recuperator)에 의해 미리 냉각되고, 동절기에는 외기와 열교환하여 활용



II. 서울에너지드림센터의 제로에너지건축요소 이해

4) 설비요소-액티브 기술 (Active Design)

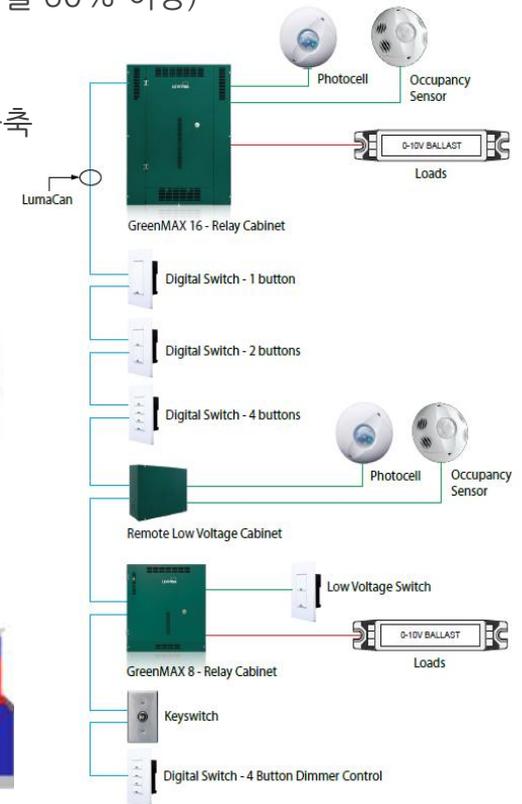
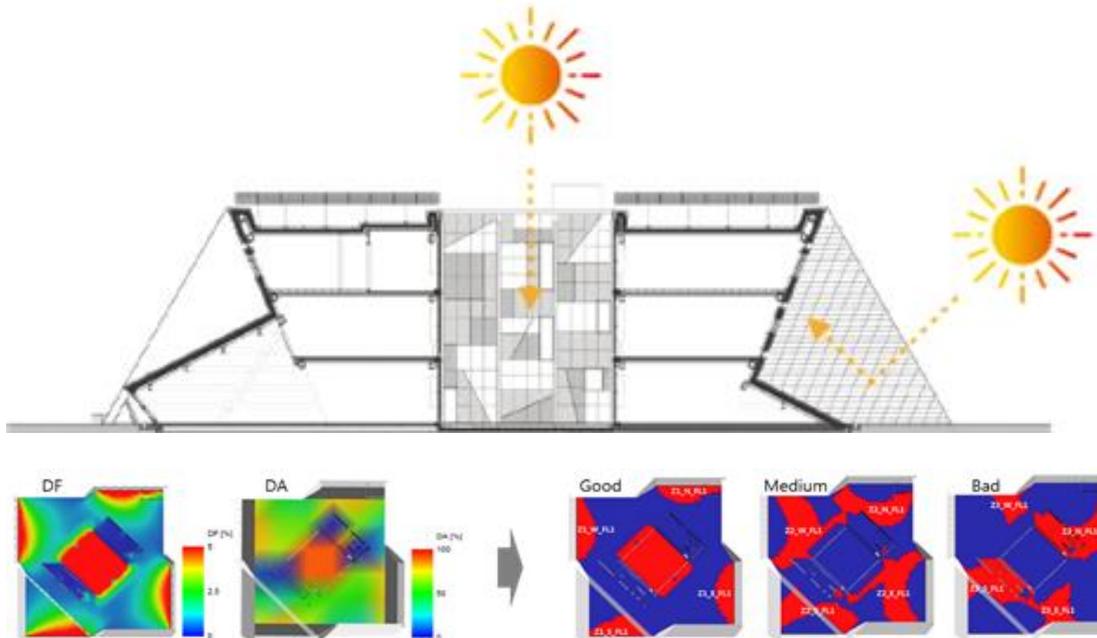
다. 친환경 조명시스템

■ 자연채광시스템 활용 (패시브기술)

- 중정 (光井, light well), 경사 외벽(66°)을 통해 일사량 조절
- 빛 반사율이 높은 흰색 천정 및 벽체 마감재, 경사지붕의 인조대리석 (빛반사율 60% 이상)

■ 자동조명 제어시스템 활용 (액티브기술)

- 빛 환경 분석 / 일광센서, 재실센서, 디밍조절기 등 설치, 조명제어 시스템 구축



II. 서울에너지드림센터의 제로에너지건축요소 이해

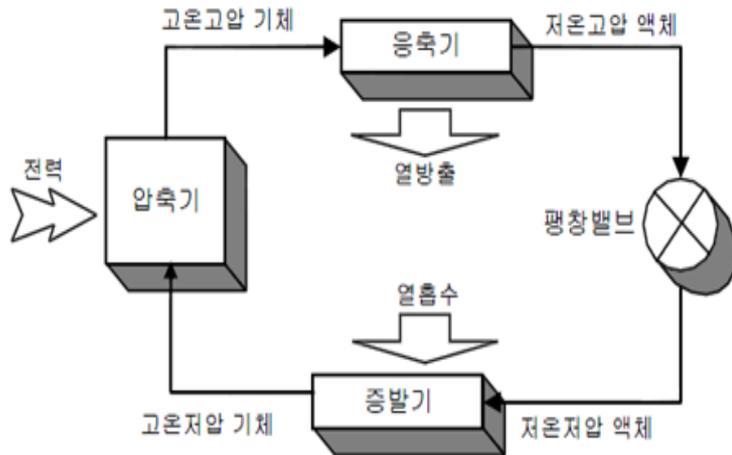
5) 재생에너지 설비

가. 지열냉난방시스템

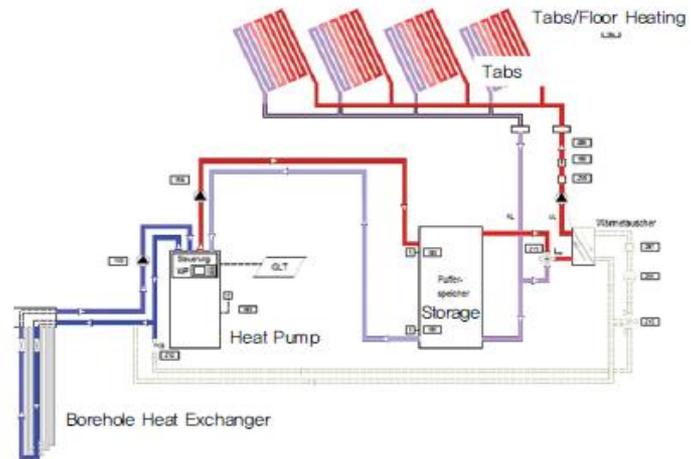
■ 냉동기와 히트펌프의 원리는 동일 (냉동기 사이클)

- 어느 물질이 한 일점에서 시작하여 몇 개의 변화를 연속적으로 이루면서 다시 원점으로 오는 동작이 반복하는 것을 사이클이라고 함
- 냉동사이클은 압축- 응축- 팽창-증발을 거치며, 증발기의 열흡수, 응축기의 열방출을 이용해 냉 난방

■ SEDC의 지열냉난방시스템은 난방과 급탕 시는 히트펌프를, 냉방 시에는 열교환기를 통하도록 설치됨



히트펌프의 원리



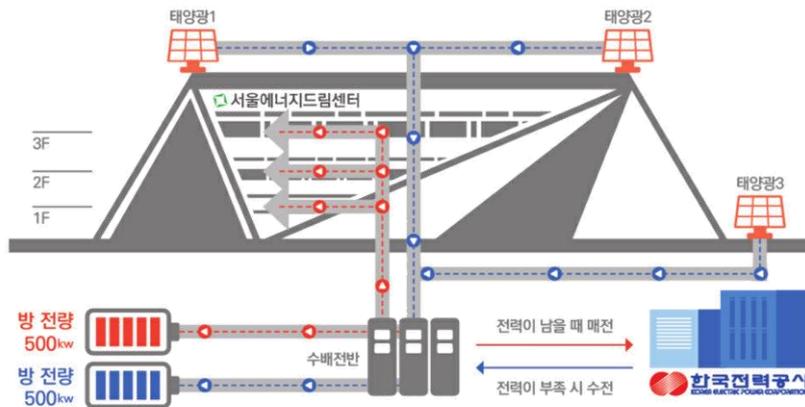
SEDC 지열냉난방시스템 계통도

II. 서울에너지드림센터의 제로에너지건축요소 이해

5) 재생에너지 설비

나. 태양광발전 시스템 (272.16KW)

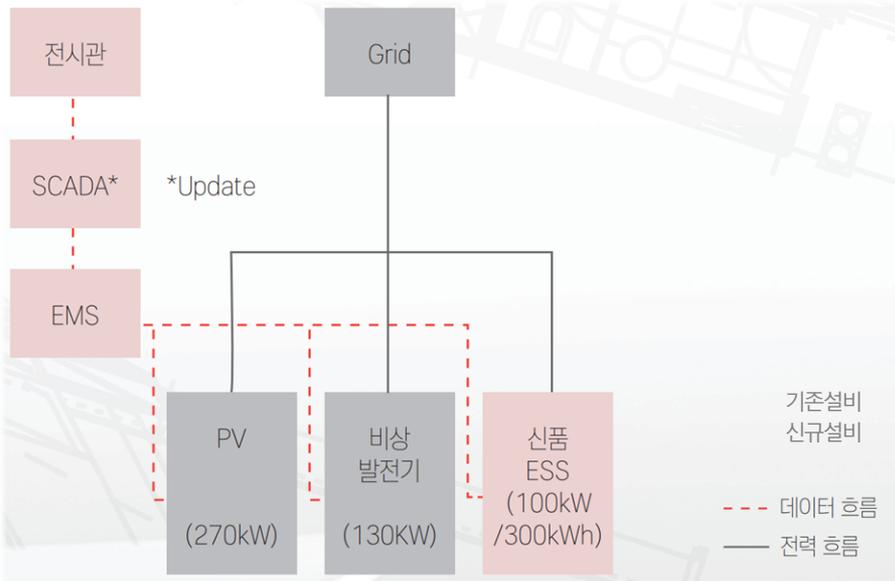
- SEDC의 태양광발전 용량은 5가지 주요에너지소비량의 기타 장비와 사무실, 전시에 필요한 양까지 고려하여 설치
 - 조명 (35KW), 조명의 주요건물소비량(98.4KW), 기타장비(68.3KW), 사무실 및 전시(61.3KW)
- 녹지 확보와 설치비용 절감을 위해 옥상공간 최대한 활용
 - 건물지붕 196.5KW(624매), 지상 75.6KW(240매)
 - 고정식, 한전계통 연계형, 발전효율 19.4%, 인버터 100KW 3대



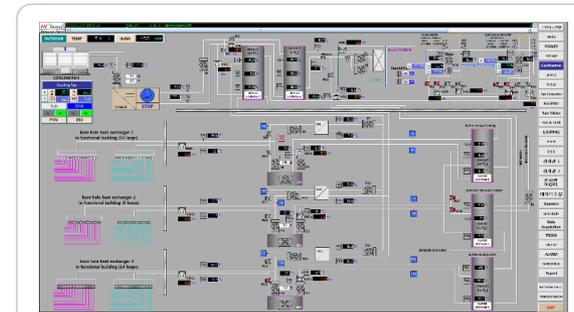
Ⅲ. 서울에너지드림센터 최적화 운영 현황

1. BEMS 운영

- 건물의 에너지생산과 소비량을 실시간으로 모니터링, 분석, 예측, 최적화 도출, 제어, 리포트 기능 시스템
- 단순 총 사용량 계측이 아니라 냉 난방, 급탕, 환기 조명 등 사용 장비별 계측 필요
- 기존의 SCADA와 태양광발전기, 신규 ESS연계한 BEMS구축(2018년)
- 비전 : 한전 독립형 마이크로그리드 구축 모델 실증
- 전시관에 에너지실시간 데이터 현황판 설치
- 방문객과 실시간 데이터 현황 공유



서울에너지드림센터 Microgrid 구성(案)

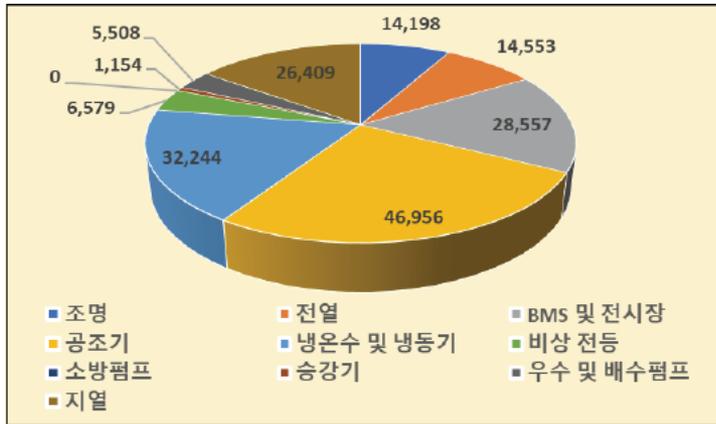


SCADA 건물에너지제어 및 모니터링

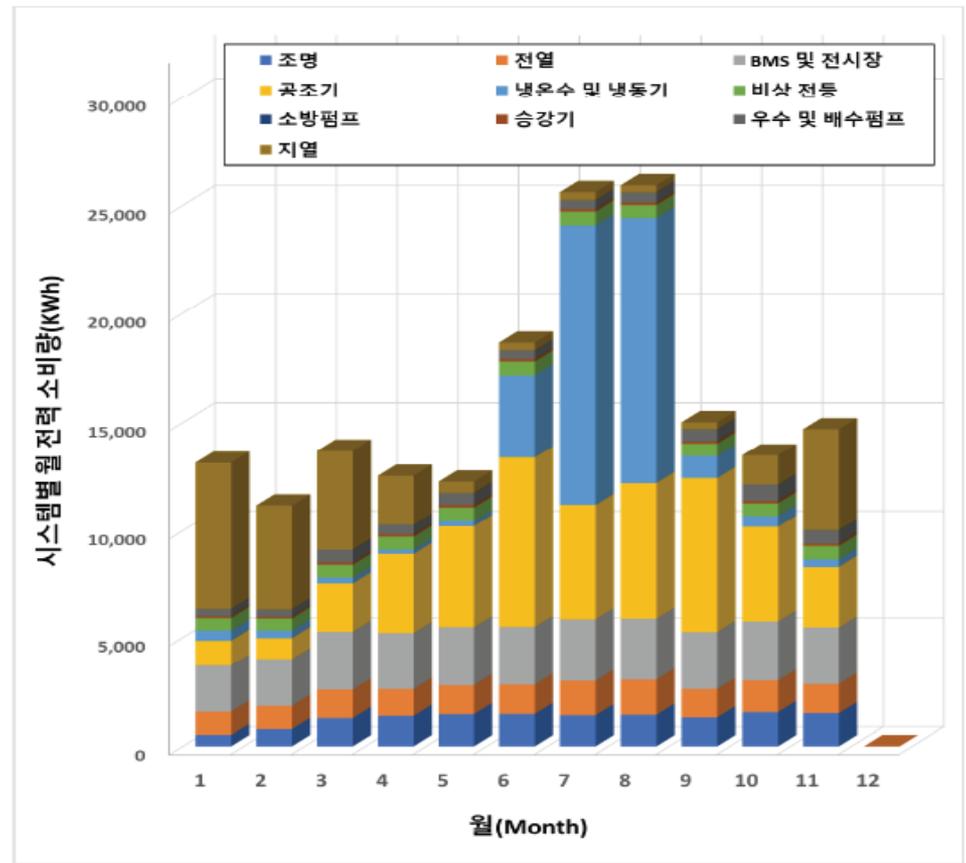
Ⅲ. 서울에너지드림센터 최적화 운영 현황

1. BEMS 운영

■ 2021년 월별 시스템별 전력 소비 현황



▲ 2021년 시스템 별 총 전력 소비량 (kWh)



▲ 2021년 시스템별 월 전력 소비량 (kWh)

Ⅲ. 서울에너지드림센터 최적화 운영 현황

2. 건물에너지 피크전력 관리

■ ZEB는 운영 시 에너지의 유지관리를 최적화하는 것이 중요

○ 에너지관리는 총 사용량(사용요금)과 순간(15분) 최대 사용량(기본요금)을 관리

■ 피크전력관리

○ 한전은 전력 공급의 안정성을 위해 매시간 피크 전력을 기준으로 발전소 가동하고 기본요금을 청구

○ 적절한 피크전력을 정하여, 그 범위 내에서 사용 시간과 에너지량을 관리

예) 피크 전력 100KW를 2시간 사용 ⇒ 피크전력 50KW를 4시간 사용: 전력설비투자 절감으로 발전분야 탄소감축

■ 서울에너지드림센터의 피크전력관리

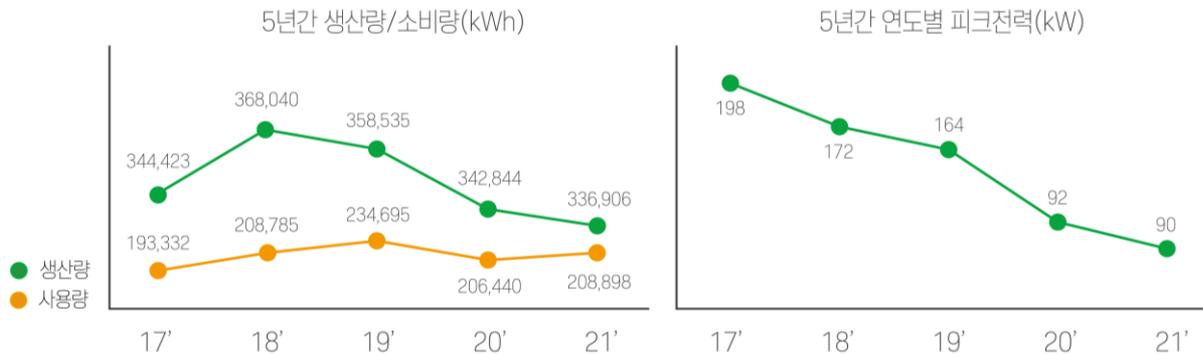
○ 2018년부터 최적화 운영보고서 발간

○ 자동제어시스템(SCADA)과 BEMS 병행

2020년	피크전력 92KW (계약전력 : 300KW)
2021년	피크전력 90KW (계약전력 : 300KW)

■ SEDC 모니터링 사례로 연간 생산량이 소비량보다 많지만 한전 수전량도 많음.

이를 바탕으로 태양광발전량 자체 사용량을 늘리고 한전 수전량과 피크전력을 낮추는 방안을 마련



Ⅲ. 서울에너지드림센터 최적화 운영 현황

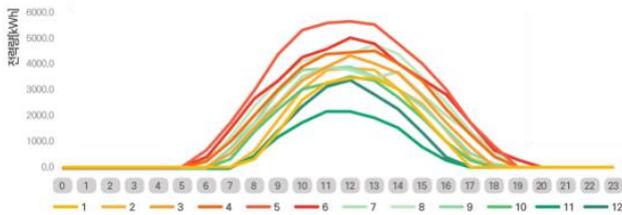
2. 건물에너지 피크전력 관리 현황 (2021년)



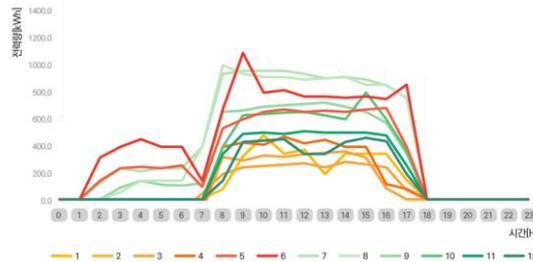
월별 한전 수전량



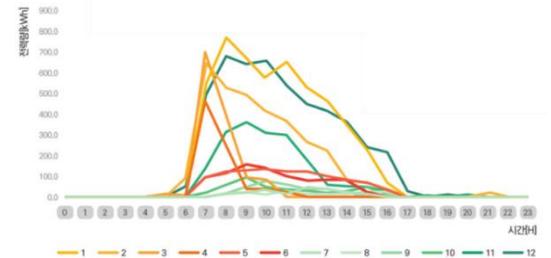
태양광 발전량 vs. 전력 소비량 연간



월별-시간별 태양광발전용량 시간



월별-시간별 공조기 사용량 시간



월별-시간별 지열사용량 시간

Ⅲ. 서울에너지드림센터 최적화 운영 현황

3. 서울에너지드림센터의 에너지 최적화 운영 성과

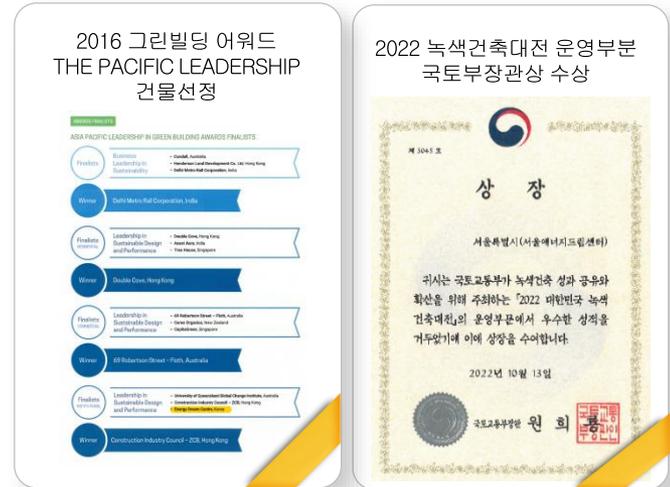
■ ZEB 3등급 자립율 60.37% 인증대비 실제 자립율 100% 이상 달성

■ 기축건물로는 최초, 최고 제로에너지건축물 등급 획득

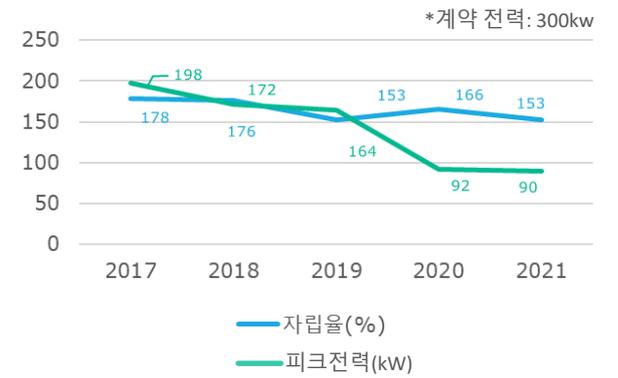
2012.07.19.	건축물에너지효율등급 1등급(53.5kwh/m2.a)
2012.10.10.	친환경건축물인증등급 우수등급 (그린 2등급)
2016.10.05.	아시아·태평양지역 그린빌딩어워드 2016 공공부문 수상
2018.12.28.	제로에너지건축물인증 3등급(ZEB 3), 에너지자립률 60.37% (기축건물 최초, 본인증 획득 건물로는 최고 등급 확보)
2022.10.13.	2022 녹색건축대전 운영부분 국토부장관상 수상

■ 2021년 에너지 자립율 153%

태양광 발전량	336,906kWh (1개월 평균 28,075kWh)
전력 사용량	226,920kWh (1개월 평균 18,910kWh)
전력 판매량	187,912kWh (1개월 평균 15,659kWh)
전력 판매금	16,893천원 (서울시 기후변화기금 조성)



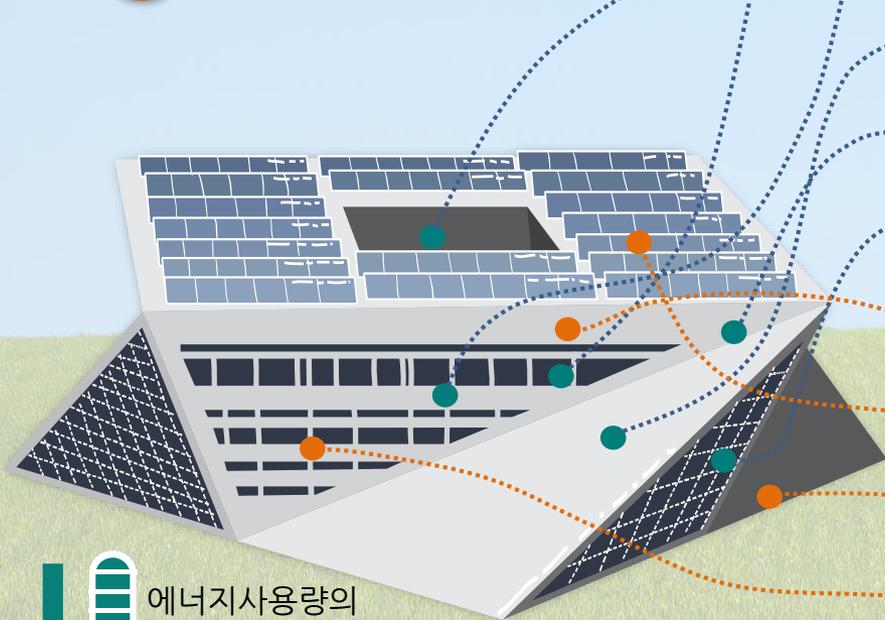
최근 5년 에너지자립율 및 피크관리 현황



SEDC 제로에너지 적용기술

에너지 낭비를 막는
패시브 디자인

에너지를 효율적으로 사용하고 생산하는
액티브 디자인



에너지사용량의
70%를 줄이고
30%는 직접 생산

고효율 3중 유리 창호

가장 열이 많이 손실되는 유리창을 Low-e 코팅 3중유리로 보완

외부전동블라인드

창 밖의 블라인드 설치로 태양열이 실내로 들어오는 것을 차단

건물 안 중정

건물중앙에서 들어오는 자연광으로 전등 없이도 밝은 상태 유지

바람개비 형태 반사벽

직사광선의 60%를 반사하여 여름철 냉방에너지와 조명에너지 절약

고효율 단열재

바깥 온도로 내부가 쉽게 추워지거나 더워지는 것을 방지

경사진 창문

여름에는 적게, 겨울에는 많이 들어올 수 있게 일사량 조절 가능

건물에너지관리시스템 (BEMS)

건물 내 에너지 생산·소비량을 분석하여 건물에너지의 효율적 관리

태양광발전시스템

옥상과 솔라파크에 설치된 태양광발전기로 전기에너지 생산

폐열회수 환기시스템

열교환기를 설치해 실내공기를 환기하여 열손실을 차단

자동조명제어 시스템

조명의 밝기를 자동으로 조절하여 조명에너지 절약

지열 냉난방 시스템

일정한 지열의 온도를 이용하여 냉난방 에너지로 활용



서울에너지드림센터
Seoul Energy Dream Center