

2025 제로에너지건축 전문인력 양성교육

보급형 입문교육



2025
제로에너지건축
전문인력 양성교육

보급형 입문교육

Contents

2025 제로에너지건축 전문인력 양성교육
보급형 입문교육



PART A

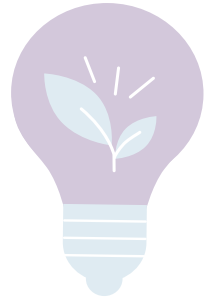
ZEB 인증

A.1 제로에너지건축물(ZEB) 제도 및 정책	8
1. ZEB 개요	8
2. ZEB 정책 동향	10
3. ZEB 체계 및 추진방향	14
4. ZEB 사례	20

PART B

ZEB 기술

B.2 ZEB 액티브 기술 개요	30
1. 액티브 기술의 기본 개념	30
2. 공조설비 개요	40
3. 열원/급탕/조명설비 개요	52



PART
C

ZEB 사례

C.1 ZEB 건물 설계 사례(주거)

64

1. 에너지자립주택 이노채 64
2. 단지 경관계획과 친환경설계 67
3. 이노채_그린 73
4. 이노채_갤러리 76
5. 이노채_컴포트 78
6. 주요 녹색 기술 80

C.3 ZEB 건물 컨설팅 사례

84

1. 스마트 제로에너지시티 84
2. 부산 에코델타 스마트빌리지 소개 85
3. 제로에너지 주요 적용기술 94
4. ZEB 운영이슈 및 개선과제 100



2025
제로에너지건축
전문인력 양성교육

입문교육



ZERO ENERGY BUILDING
TRAINING TO BE PROFESSIONALS

PART A

ZEB 소개

[A.1]

제로에너지건축물(ZEB) 제도 및 정책

ZEB 개요

ZEB 정책 동향

ZEB 체계 및 추진방향

ZEB 사례

A.1

제로에너지건축물(ZEB) 제도 및 정책

교육 목표

ZEB 제도 및 정책

- * ZEB 다양한 정의 및 법적 정의의 이해
- * ZEB 구성요소(Passive, Active, New & Renewable) 및 각 요소별 적용 기술에 대한 이해
- * 국내 정책 흐름 및 제로에너지건축물 보급 확산 배경 이해
- * 제로에너지건축물 로드맵 이해
- * ZEB 인증 운영체계 이해 및 보급 활성화를 위한 추진 방향
- * ZEB 사례를 통해 적용 기술 및 최적화 컨설팅 지원사업 이해

1 ZEB 개요

◎ 제로에너지건축물의 다양한 정의

- 제로에너지건축물(Zero Energy Building, ZEB)에 대한 정의는 국가별 기술 및 경제적 여건에 따라 다르게 통용

제로에너지건축물
정의

[녹색건축물 조성 지원법 제2조(정의)] 제4호 “제로에너지건축물”이란 건축물에 필요한 에너지부하를 최소화하고 신에너지 및 재생에너지를 활용하여 에너지 소요량을 최소화하는 녹색건축물을 말한다

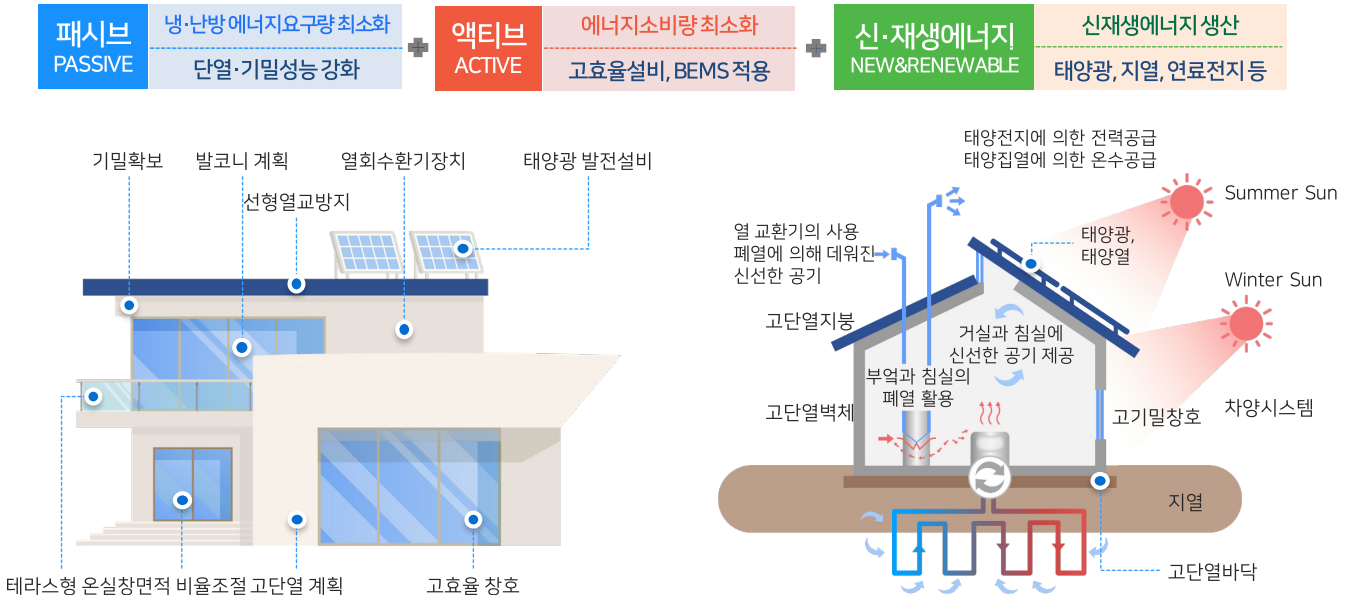
제로에너지건축물 수준



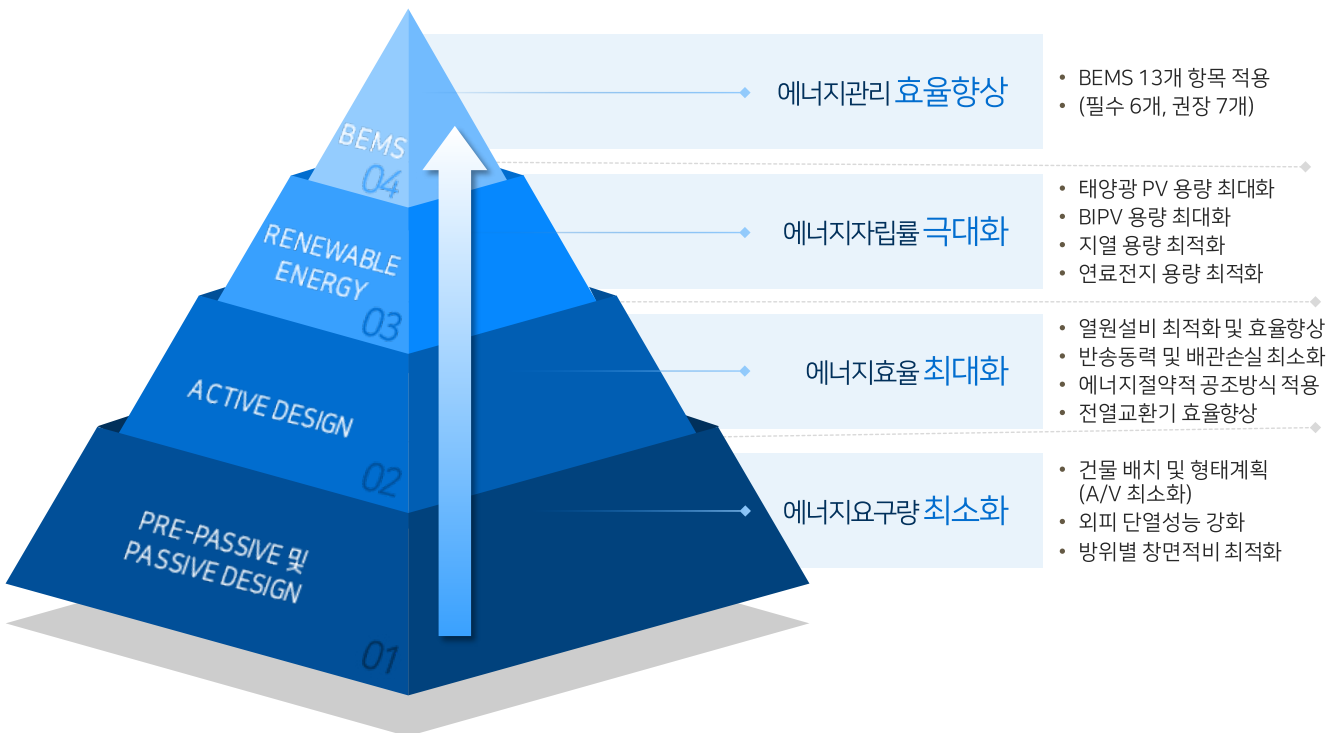
주요 국가



◎ 제로에너지건축물의 기술요소



◎ 제로에너지건축물 에너지 통합 설계

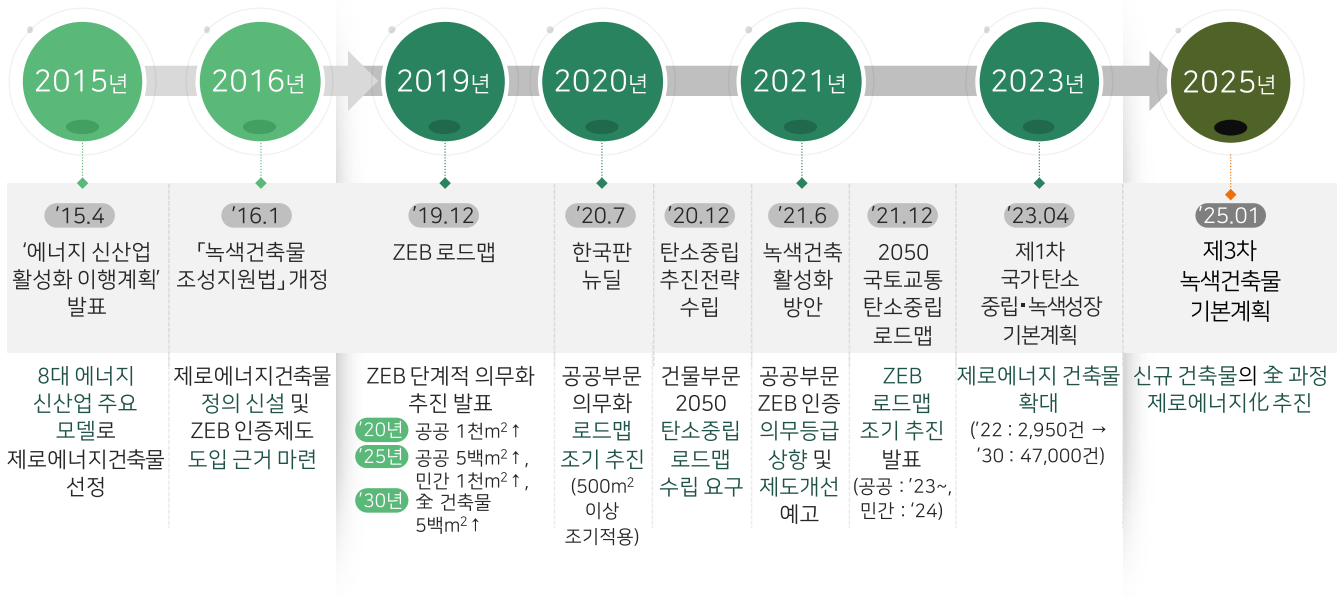


- 에너지 통합 설계의 네 단계 방안으로는 패시브 기술을 통한 에너지요구량 최소화, 액티브 디자인 기술을 통한 에너지효율 최대화, 신재생에너지 설비 용량 최적화를 통한 에너지자립률 극대화, 지속적인 에너지 관리를 위한 건물에너지모니터링시스템 설치가 있음

2 ZEB 정책 동향

◎ 국내 ZEB 정책 흐름

- 2017년에 ZEB 인증제도를 최초로 시행한 이후, ZEB 확산을 위한 단계적인 로드맵 수립과 제도 이행을 통하여 건물부문 국가 탄소중립 및 온실가스 감축 추진



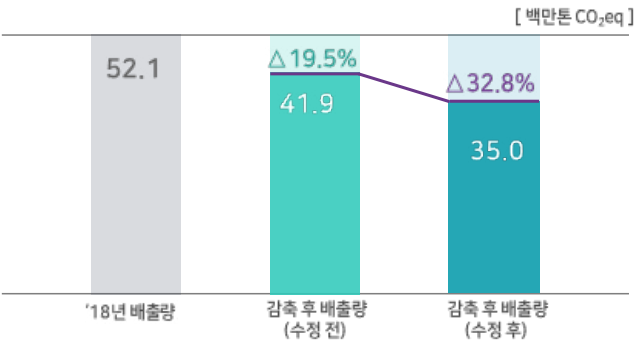
- 2050년까지 "국민의 생활 터전이 되는 모든 공간과 이동수단의 탄소 중립"을 목표로 건물, 교통, 국토와 도시, 국외 감축 분야에서 탄소 중립을 위한 다양한 과제를 추진하는 현행 적용 중인 의무화 로드맵
- 정부가 제로에너지건축물을 국가 건설부문 탄소 중립 및 온실가스 감축의 핵심 수단으로 여기고 있으며 보다 더 적극적인 노력으로 탄소 중립과 온실가스 감축하려는 정부의 의지가 내포되어 있음

◎ 제로에너지건축물 보급 확산 배경

- 2018년 배출량 기준에서 2030년까지 온실가스 감축 목표를 26.3%→40%로 상향하여 감축하는 도전적인 계획 발표
- 단순히 덜 쓰는 것이 아닌 건축의 최초 설계계획 단계부터 적극적으로 조치를 취해야 한다는 의미
- 건물은 한번 지으면 최소 30년 이상 유지되는 특성이 있어 초기에 건물 에너지 성능을 확보하는 것이 매우 중요

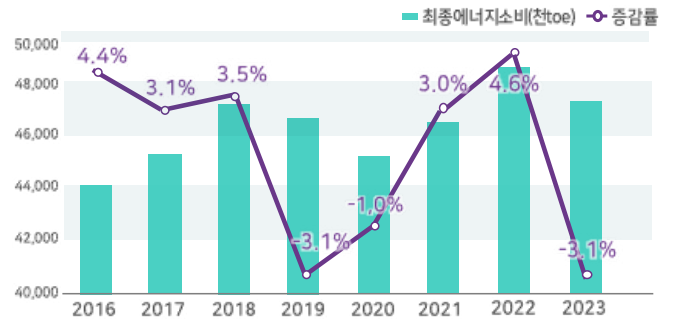
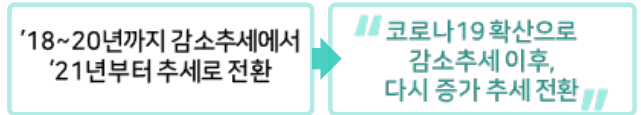
국가 NDC 상향 2018년 배출량 기준 2030년까지 온실가스 감축 26.3% ▶▶ 40%

건물부문 온실가스 감축 목표



NDC 상향에 따른 온실가스 감축 목표 증가

건물부문 에너지소비 현황

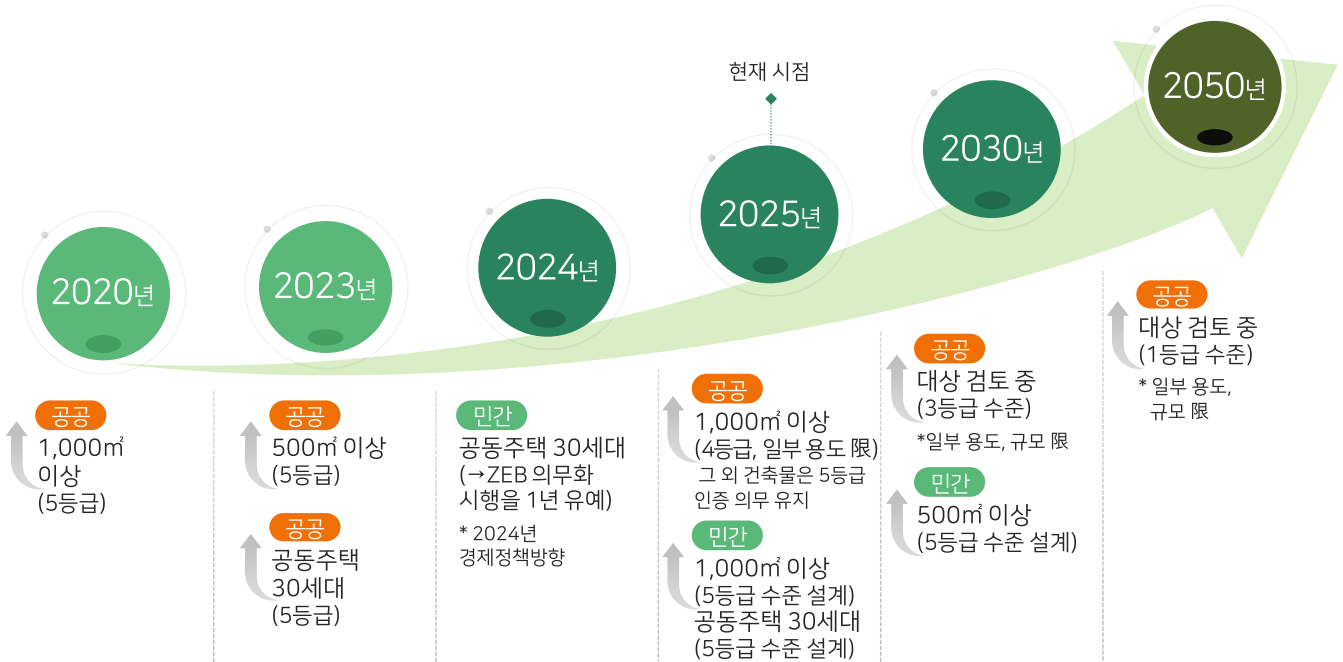


건물부문(가정·상업·공공) 최종에너지소비실적 추이

국가 NDC 달성과 에너지·경제적 측면에서 **한번 지으면 최소 30년 이상 유지되는 건축물 특성상 초기에 건물 에너지 성능을 확보하는 것이 중요**

◎ 제로에너지건축물 로드맵

- 정부는 2020년부터 연면적 1천m² 이상 신축 건물(공공 限)을 시작으로 단계적 의무화 추진
- 공공부문이 에너지절감 기술을 적극 활용하여 민간부문의 참여를 유도하는 방향으로 설계



◎ 참고서적 및 사이트

1. https://zeb.energy.or.kr/BC/BC00/BC00_01_001.do
2. https://www.energy.or.kr/web/kem_home_new/new_main.asp
3. https://www.energy.or.kr/web/kem_home_new/ener_efficiency/building_08.asp
4. 「2030 국가 온실가스 감축 로드맵 수정안(18.7)」
5. 「제로에너지건축 보급 확산 방안(19.6)」
6. 「제2차 녹색건축물 기본계획(19.12)」
7. 「한국판 뉴딜 종합계획(20.7)」
8. 「탄소중립 선언」(20.10) 및 「2050 탄소중립 추진전략(20.12)」
9. 「국가 온실가스 감축목표 갱신 계획(20.12)」
10. 「제2차 녹색건축물 기본계획」 변경(21.04)」
11. 「2050년 탄소중립 달성을 위한 녹색건축 활성화 방안(21.06)」
12. 「탄소중립·녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획」(23.04)
13. 「제3차 녹색건축물 기본계획」 변경(24.12)」

3 ZEB 체계 및 추진방향

◎ ZEB 인증 운영체계

- 제로에너지건축물 인증제도는 국토교통부, 산업통상자원부 주관 공동 운영, 한국에너지공단은 운영기관으로서 제도 운영 수행
- 실제 인증 업무를 수행하는 인증기관은 한국녹색기후기술원, 한국교육녹색환경연구원, 한국부동산원, 한국생산성본부인증원, 한국환경건축연구원, 한국건설생활환경시험연구원 등 총 6개 기관으로 지정되어 있음

주관 부처	운영 기관	인증 기관	인증기관(6개)
 <p>국토교통부 산업통상자원부</p>	 <p>한국에너지공단 KOREA ENERGY AGENCY</p>	 <p>REB KISEE kpc KRIFA KCL</p>	<p>한국부동산원 한국교육녹색환경연구원 한국환경건축연구원 한국생산성본부인증원 한국녹색기후기술원 한국건설생활환경시험연구원</p>

- ZEB 인증의 법적 근거는 녹색건축물 조성지원법 제2조, 제17조, 제41조로 구성되어 있으며 취득에 따른 인센티브 및 인증대상 건축물, 의무대상 건축물 등은 동법 시행령에 나와 있음
- 건축물 에너지효율등급 인증과 ZEB 인증에 관한 규칙에는 인증기관의 지정, 인증 신청, 평가와 인증서 발급 등이 있으며 인증 신청 보완, 재인증 및 재평가 등은 건축물 에너지효율등급 인증 및 ZEB 인증 기준을 따름

구분	법규명	주요 내용
법률	「녹색건축물 조성 지원법」	(제2조) 제로에너지건축물의 정의 (제17조) 제로에너지건축물 인증제도 (제41조) 인증결과 미표시 및 사용승인 시 관련 서류 미첨부에 따른 과태료
대통령령	「녹색건축물 조성 지원법 시행령」	(제11조) 제로에너지건축물 건축기준 완화 (제12조) 인증 대상 건축물, 의무 대상 건축물
국토교통부령 산업통상자원부령	「제로에너지건축물 인증에 관한 규칙」	운영기관 및 인증기관의 지정 등 인증 신청, 평가, 기준, 발급 등 재평가 요청, 예비인증, 실태조사 등 인증운영위원회의 구성 및 운영 등
국토교통부 고시 산업통상자원부 고시	「제로에너지건축물 인증 기준」	인증신청 보완, 반려, 기준 및 등급 등 재인증 및 재평가, 위원회 운영 등

◎ 현행 ZEB 인증 기준

- ZEB 인증 취득을 위해서는 제1호 또는 제2호와 제3호를 만족하여야 함
- 인증 등급은 제1호 또는 제2호 중 높은 등급 산정 기준을 ZEB 인증 등급으로 함
- 에너지자립률은 건축물의 단위 면적당 1차에너지 소비량 대비 1차에너지 생산량의 비율

제로에너지건축물 인증기준

제 1호
단위면적당
1차 에너지 소요량

- 건축물의 단위면적당 전체 1차에너지소요량 산출 및 평가

[kWh/m²·y]

등급	주거용	비주거용
ZEB +등급	-10 미만	-70 미만
ZEB 1등급	10 미만	-30 미만
ZEB 2등급	30 미만	10 미만
ZEB 3등급	50 미만	50 미만
ZEB 4등급	70 미만	90 미만
ZEB 5등급	90 미만	130 미만

제2호
에너지자립률
20% 이상

- 건축물의 단위면적당 1차에너지 소비량 대비 1차 에너지생산량의 비율로, 20%이상 달성해야 함
- 냉방/난방/급탕/조명/환기 소비량 및 신·재생에너지 생산량 평가

[%]

등급	자립률
ZEB +등급	120이상
ZEB 1등급	100이상 120미만
ZEB 2등급	80이상 100미만
ZEB 3등급	60이상 80미만
ZEB 4등급	40이상 60미만
ZEB 5등급	20이상 40미만

제3호
건축물에너지관리시스템
(BEMS) 설치 여부 확인

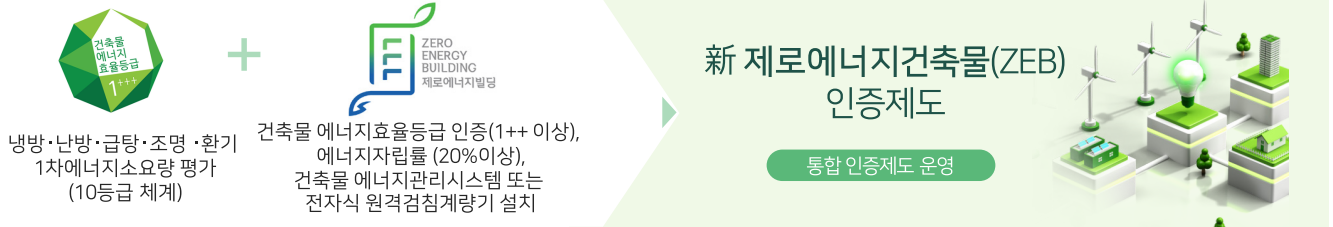
- 건축물 에너지효율화를 위한 기능을 갖추고 지속적으로 운영 및 관리되고 있는지 평가

시스템별 평가항목

건물에너지관리시스템 (BEMS) 13개 항목 (필수 6개, 권장7개)

◎ (참고) 통합 ZEB 인증제도(2025.1.1.~)

- 2025년 1월 1일부터 신규 건축 허가를 받는 건축물은 통합된 '제로에너지건축물 인증제도' 적용



통합 제로에너지건축물(ZEB) 인증 기본 방향

방향 1	방향 2	방향 3
<p>최소한의 변화</p> <p>✓ 現 인증 기준인 ①에너지자립률은 유지하되, ② 1차에너지소요량 기준을 추가하여 제도 수용성 강화 * 신청자가 기준을 선택하여 인증 취득</p>	<p>등급체계 간소화</p> <p>✓ 건축물에너지효율등급 인증제도 내 실효성과 수요가 없는 하위등급 삭제 * 건축물 에너지효율등급 : 7등급 ~ 1+++ 등급</p>	<p>ZEB 등급체계 확장</p> <p>✓ 진취적인 ZEB 확산을 위한 ZEB Plus 등급 신설 (에너지자립률 120% 이상)</p>

통합 제로에너지건축물(ZEB) 인증제도의 세부 평가기준은 ZEB 홈페이지(<https://zebenera.or.kr>)에서 확인 가능

◎ ZEB 인증 기준

에너지소요량 = 건축물에 설치된 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기에서 소요되는 에너지량 (5종 용도별평가)

에너지 소요량 산정방법(단위면적당)

$\Sigma(\text{해당 에너지소요량} \div \text{해당 에너지가 요구되는 공간의 바닥면적})$

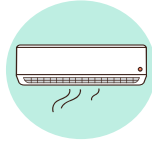
[난방에너지] +



난방에너지소요량

난방에너지가 요구되는
공간의바닥면적

[냉방에너지] +



냉방에너지소요량

냉방에너지가 요구되는
공간의바닥면적

[급탕에너지] +



급탕에너지소요량

급탕에너지가 요구되는
공간의 바닥면적

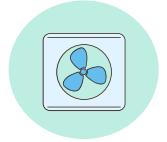
[조명에너지] +



조명에너지소요량

조명에너지가 요구되는
공간의 바닥면적

[환기에너지]



환기에너지소요량

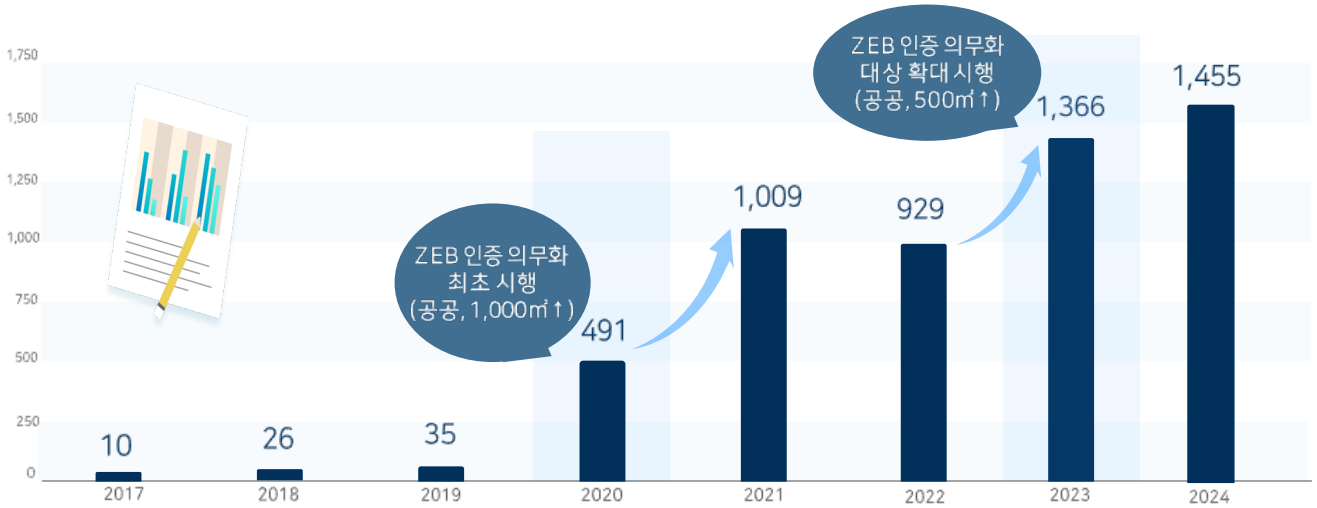
환기에너지가 요구되는
공간의 바닥면적

- ※ 냉방설비가 없는 주거용 건축물(단독주택 및 기숙사를 제외한 공동주택)의 경우는 냉방 평가 항목을 제외
- ※ 단위면적당 1차에너지소요량 = 단위면적당 에너지소요량 × 1차에너지환산계수
- ※ 신·재생에너지 생산량은 에너지소요량에 반영되어 효율등급 평가에 포함

등급	주거용 건축물	주거용 이외의 건축물
	연간 단위면적당 1차 에너지 소요량 (kWh/㎡·년)	연간 단위면적당 1차 에너지 소요량 (kWh/㎡·년)
ZEB +등급	-10 미만	-70미만
ZEB 1등급	10 미만	-30 미만
ZEB 2등급	30 미만	10미만
ZEB 3등급	50 미만	50 미만
ZEB 4등급	70 미만	90 미만
ZEB 5등급	90 미만	130 미만

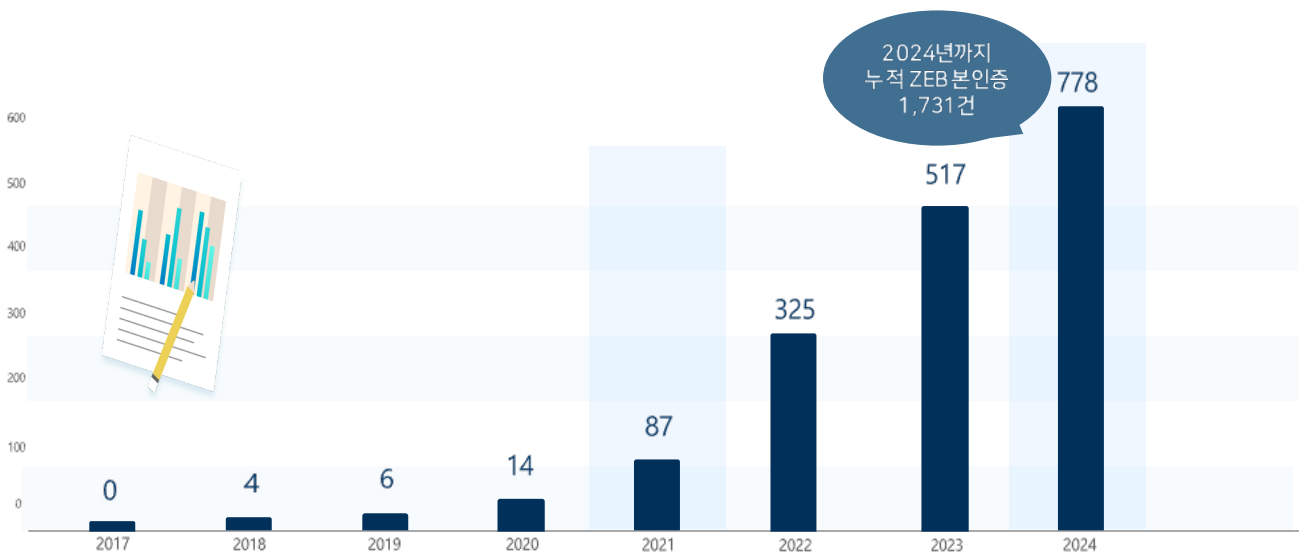
◎ ZEB 인증 현황 | 예비인증 현황

- 2017년 ZEB 인증제도 시행 이후, '20년 공공부문에 대한 ZEB 의무화 시행 시점을 기준으로 인증 건수 증가
- '21년 많은 증가를 보이며 '22년 안정화되어 예비인증 건수 다소 감소
- '23년 의무 대상 확대 시행되며 인증 건수 대폭 증가



◎ ZEB 인증 현황 | 본인증 현황

- 2017년 ZEB 인증제도 시행 이후, '21년부터 본격적인 건축물의 준공이 시작되어 인증 증가 추세
- 평균 공사 기간인 2년을 간격으로 본인증 건수 증가



◎ ZEB 인증 현황

ZEB 인증 현황 '20년 ZEB 인증 의무화 시행으로 증가(국토부 발표, ZEB로드맵에 따라 증가 예상)

연도별 제로에너지건축물 예비 및 본 인증 실적

구분	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	합계
예비 인증	10	26	35	491	1,009	929	1,366	1,455	5,321
본 인증	-	4	6	14	87	325	517	778	1,731
합 계	10 (0.14%)	30(0.42%)	41(0.58%)	505(7.16%)	1,096(15.54%)	1,254(17.78%)	1,883(26.70%)	2,233(31.66%)	7,052(100%)

공공 ZEB 의무화 최초 시행 (연면적 1,000㎡이상, 2020년 1월~) 공공 ZEB 의무화 대상 확대 (연면적 1,000㎡ → 500㎡ 이상, 2023년 1월~)

등급별 제로에너지건축물 예비 및 본 인증 실적

구분	ZEB 1	ZEB 2	ZEB 3	ZEB 4	ZEB 5	합계
예비 인증	165	145	412	1,245	3,354	5,321
본 인증	116	93	242	498	782	1,731
합 계	281(3.98%)	238(3.37%)	654(9.27%)	1,743(24.72%)	4,136(58.65%)	7,052(100%)

ZEB 4등급 이상이 전체의 약 40%

→제로에너지건축물인증시스템홈페이지 (<https://zebenergy.or.kr>) 내실시간 조회가능

4 ZEB 사례

◎ 판교 제2테크노밸리 기업지원허브

- 국내 최초 제로에너지건축물 본인증 취득 사례
- 연면적 약 8만㎡의 대형 건축물을 제로에너지화



건물명	판교 제2테크노밸리기업지원허브	대지위치	경기 성남시 수정구 대왕판교로 815
건축주	한국토지주택공사	준공일	2017.10.17.
효율등급	1++	규모	지하2층, 지상8층
연면적	78,802.08 m ²		


구분	요구량	소요량	1차소요량	등급용1차소요량
난방에너지	34.7 W/m ² ·K	28.4 W/m ² ·K	46.1 W/m ² ·K	45.2 W/m ² ·K
냉방에너지	18.9 W/m ² ·K	18.7 W/m ² ·K	27.0 W/m ² ·K	26.5 W/m ² ·K
급탕에너지	12.2 W/m ² ·K	19.0 W/m ² ·K	15.8 W/m ² ·K	9.7 W/m ² ·K
조명에너지	11.0 W/m ² ·K	8.4 W/m ² ·K	23.2 W/m ² ·K	19.9 W/m ² ·K
환기에너지	0 W/m ² ·K	13.0 W/m ² ·K	35.6 W/m ² ·K	35.9 W/m ² ·K
신재생에너지	0 W/m ² ·K	-17.3 W/m ² ·K	-37.4 W/m ² ·K	0 W/m ² ·K
합계	76.9 W/m ² ·K	87.5 W/m ² ·K	147.7 W/m ² ·K	137.2 W/m ² ·K

1차에너지소비량	신재생에너지 생산량	에너지지킴률
185.12 kWh/m ² ·년	37.39 kWh/m ² ·년	20.2% (5등급)

● 적용 기술


PASSIVE 적용기술

01. 로이삼중창 (법적기준 대비 38% ↑)

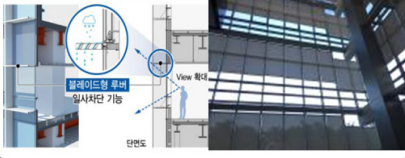


공기층
Low-E 코팅
알루미늄

02. 외단열 공법(단열성능 1.7배 강화)




03. 차양일체형 외피(냉방부하 0.3% ↓)



복합일체형 외피
일사차단 기능
단면도

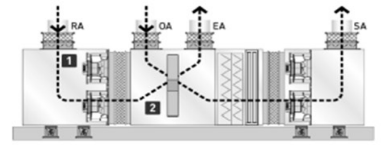
ACTIVE 적용기술

01. 외기냉방 공조 시스템



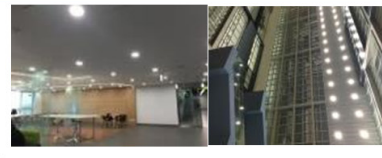
외기냉방용 덕트 신설
배기팬
실외기
서버실
동공회전장치
외기냉방 배기

02. 공조기 전열교환기



RA, OA, EA, SA

03. 고효율 LED(4.18W/㎡)



신재생 설비

01. PV(612.75kWp), BIPV(13.44kWp) 설치



02. 지열히트펌프(2,931.96kW) 설치



03. UES(1,875Kva) 설치



Lithium Ion Battery

상시
UES 625KVA
UES 625KVA
UES 625KVA

예비
UES 625KVA


Server
1,875KVA
30분 공급

Peak-Cut
750KVA
2시간 방전

※ UES = LPS + ESS
※ LPS : 무정전 전원 공급장치(Uninterruptible Power Supply) ※ ESS : 에너지 저장장치(Energy Storage System)

◎ LG ThinkQ Home

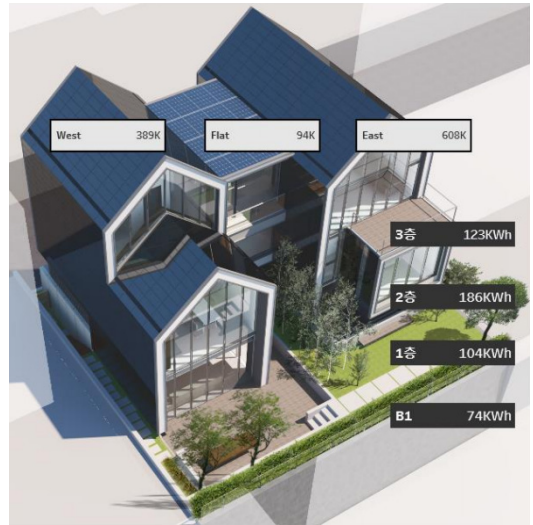
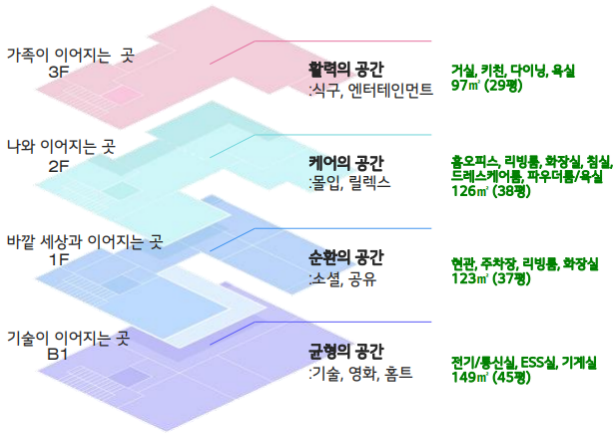
- 제로에너지건축물 인증제도 최초 1등급 취득 사례
- 단독주택 최초의 ZEB 인증 사례

건축주	(주)LG전자	
소재지	경기 성남시 분당구 산운로185번길 14-6	
대지면적	295.3056㎡	
건축면적	128.54㎡	
연면적	499.79㎡	
규모	지하1층 / 지상3층	
주용도	단독주택	
준공일	2020년 11월	
인증경과	<ul style="list-style-type: none"> · 건축물에너지효율등급 예비인증 취득(1+++ 등급, '20.2.6) · ZEB 예비인증 취득(2등급, 자립률 85.05%, '20.2.12) · 건축물에너지효율등급 본인증 취득(1+++ 등급, '20.10.16) · ZEB 본인증 취득(1등급, 자립률 121.6%, '20.11.13) 	

※ 본인증 평가결과

건축물 에너지효율등급	1+++	제로에너지등급(자립률)	1등급 (121.6%)
단위면적당 1차에너지소비량 (kWh/m ² ·년)	255.6	단위면적당 1차에너지생산량 (kWh/m ² ·년)	310.9
건물에너지관리 적용현황	건물에너지관리시스템		
주요Passive기술	<ul style="list-style-type: none"> · 창세트 커튼월(Low-E 삼중유리 사용) 적용 · 벽체, 지붕 외단열 시공(PF보드/준불연단열재) · 기밀 취약부위(창, 배관, 덕트, 전선 등) 기밀 시공 · 열손실 저감 위한 창면적비 최적화(방위별 특성 고려, 평균 창면적비 22.14%) 		
주요Active기술	<ul style="list-style-type: none"> · 통합배관방식(2관식) 지역난방 시스템(급탕, 난방 열교환기 적용) · 고효율 전열교환환기장치, LED조명(100%) 및 개별 조명제어 · BEMS 이용 자동제어장치(zone별 제어설비 적용) 		
주요 신재생 기술	<ul style="list-style-type: none"> · 지붕(경사·수평) 및 외벽 활용 태양광 발전(PV, BIPV/총 55.765kWp) · 연료전지 설치(1kW) 		

층별 컨셉/공간/건축 규모



홈에너지

BIPV, ESS, HEMS

스마트홈

홈통합게이트웨이, 복합센서,
스마트미러, 모바일어플리케이션

유지관리

솔루션의 성능관리 및
업그레이드

홈 통합 솔루션

◎ 힐스테이트 레이크 송도

- 국내 최초 주거형(아파트) 제로에너지건축물 본인증 취득
- 고품형 제로에너지 시범단지



건물명	힐스테이트레이크송도	대지위치	인천광역시 연수구 송도동 397-11
건축주	송도랜드마크시티	준공일	2019.06.30.
효율등급	1++	규모	지하2층, 지상36층
연면적	155,833.02 m ²		

구분	요구량	소요량	1차 소요량	등급용 1차소요량
난방에너지	33.1W/m ² ·K	43.9W/m ² ·K	33.3W/m ² ·K	33.3W/m ² ·K
냉방에너지	0W/m ² ·K	0W/m ² ·K	0W/m ² ·K	0W/m ² ·K
급탕에너지	30.7W/m ² ·K	37.5W/m ² ·K	27.8W/m ² ·K	27.8W/m ² ·K
조명에너지	9.6W/m ² ·K	4.3W/m ² ·K	11.8W/m ² ·K	11.8W/m ² ·K
환기에너지	0W/m ² ·K	1.8W/m ² ·K	4.9W/m ² ·K	4.9W/m ² ·K
신재생에너지	0W/m ² ·K	-8.6W/m ² ·K	-23.7W/m ² ·K	0W/m ² ·K
합계	73.4W/m ² ·K	87.4W/m ² ·K	77.8W/m ² ·K	77.8W/m ² ·K

1차에너지소비량	신재생에너지 생산량	에너지자립률
101.50 kWh/m ² ·년	23.72 kWh/m ² ·년	23.37% (5등급)

● 적용 기술

PASSIVE 적용기술

01. 로이이중창 (법적기준대비 42% ↑)

02. 경질우레탄 (법적기준대비 42~58% ↑)

03. 전 세대 기밀성능 2.0회/h 미만

ACTIVE 적용기술

01. LED 조명기기 (조명밀도5.11W/m²)

02. 고효율 전열교환기 (난방73.5%, 냉방66.6%)

03. 지역난방 콤팩트 설치

난방 : 6,063.95kW
급탕 : 3,088.37kW

신재생 설비

01. PV(773.52kWp) 설치 (효율 20.3%)

02. 연료전지(1kW) 설치 (효율 86.12%)

제품 인증서

신재생에너지지원사업

◎ 동탄7동 도서관(왕배푸른숲 도서관)

- 국내 최초 공공부문 제로에너지건축 1등급 취득 사례
- 예비인증 단계 5등급 인증 계획, 컨설팅을 통해 본인증 1등급 상향 취득



구분	내용
건물명	동탄7동 도서관(왕배푸른숲 도서관)
대지위치	경기도 화성시 동탄 택지구 제 14호 근린공원
용도	교육연구시설(도서관)
대지면적	282,284.00㎡
건축면적	1,237.12㎡
연면적	2,195.54㎡
규모	지상2층

- ZEB 예비인증서 및 본인인증서

예비인증서 제로에너지 5등급

제로에너지건축물 예비인증서	
건축물 개요	인증번호
건축물명 : 왕배푸른숲 도서관	인증번호 : 20250622-1231-0171
승공연도 : 2026.06.30	평가자 : 이주영
주소 : 강원특별자치도 평창군 동탄면 동탄로29번 12-1 동탄7동 123-1호	인증기관 : 한국녹색기후기술원
층수 : 지상 2층 / 지하 1층	발령기관 : 한국에너지공단
연면적 : 653.28 (㎡)	유효기간 : 사용승인 또는 사용검사 완료일
건축물의 주요 용도 : 제1종 근린생활시설	인증 등급
상가차 : (주)정체이중화건축사사무소	제로에너지건축물 인증 등급 : 5 등급
건축물 대지 및 상해내지 면적(제외되지 않음) : 282,284.00 (㎡)	<input type="checkbox"/> 에너지 자립률(%) 합 계 : 24.99 %
	대지 내 : 24.99 %
	대지 외 : 0.00 %
	<input type="checkbox"/> 연간 단위면적당 1차 에너지 소모량(kWh/㎡·년) : 172.0 kWh/㎡·년

* 해당 인증결과는 국제규격에 따라 건축물의 냉방·난방·급탕·조명·환기에너지 성능을 정량 평가 (Asset Rating)한 결과로 실제 사용 환경에 따른 에너지 사용량과 다를 수 있습니다.

연간 단위면적당 1차 에너지 소모량

172.0 kWh/㎡·년

에너지 자립률

24.99%

제로에너지건축물 등급

5 등급

건축물에너지관리시스템 설치 여부 [O]

연간 단위면적당 에너지 소모량 : 건축물에 설치된 냉방, 난방, 급탕, 조명, 환기 에너지 소모량에 연료의 제척, 가열, 운송, 당 에너지당

에너지 자립률 : 1차 에너지 총소모량 대비 1차 에너지 공급

* 상세한 인증기준은 「제로에너지건축물 인증에 관한 규정」 제8조제3항에 따라 국토교통부 에너지인증관리제도(에너지인증) 관련 규정, 제17조 및 「제로에너지건축물 인증에 관한 규정」 제11조 제3항에 따라 제로에너지건축물(5등급)으로 결정되어 이 예비인증서를 발급합니다.

2025년 06월 22일

한국녹색기후기술원

본인증서 제로에너지 +등급

제로에너지건축물 인증서	
건축물 개요	인증번호
건축물명 : 왕배푸른숲 도서관	인증번호 : 20250430-2241-0127
승공연도 : 2025.05.02	평가자 : 김한기
주소 : 경기 고양시 일산서구 일산로307번길 30	인증기관 : 한국녹색기후기술원
층수 : 지상 2층 / 지하 1층	발령기관 : 한국에너지공단
연면적 : 499.47 (㎡)	유효기간 : 2025.04.30 ~ 2035.04.30
건축물의 주요 용도 : 교육시설	제로에너지건축물 인증 등급
상가차 : 다다건축사사무소	제로에너지건축물 인증 등급 : + 등급
평가사(공차) : (주)스파라넷	<input type="checkbox"/> 에너지 자립률(%) 합 계 : 130.99 %
공사감독자 : 다다건축사사무소	대지 내 : 130.99 %
건축물 대지 및 상해내지 면적(제외되지 않음) : 282,284.00 (㎡)	대지 외 : 0.00 %
	<input type="checkbox"/> 연간 단위면적당 1차 에너지 소모량(kWh/㎡·년) : -41.5 kWh/㎡·년

* 해당 인증결과는 국제규격에 따라 건축물의 냉방·난방·급탕·조명·환기에너지 성능을 정량 평가 (Asset Rating)한 결과로 실제 사용 환경에 따른 에너지 사용량과 다를 수 있습니다.

연간 단위면적당 1차 에너지 소모량

-41.5 kWh/㎡·년

에너지 자립률

130.99%

제로에너지건축물 등급

+ 등급

건축물에너지관리시스템 설치 여부 [O]

연간 단위면적당 에너지 소모량 : 건축물에 설치된 냉방, 난방, 급탕, 조명, 환기 에너지 소모량에 연료의 제척, 가열, 운송, 당 에너지당

에너지 자립률 : 1차 에너지 총소모량 대비 1차 에너지 공급

* 상세한 인증기준은 「제로에너지건축물 인증에 관한 규정」 제8조제3항에 따라 국토교통부 에너지인증관리제도(에너지인증) 관련 규정, 제17조 및 「제로에너지건축물 인증에 관한 규정」 제11조 제3항에 따라 제로에너지건축물(+등급)으로 결정되어 이 인증서를 발급합니다.

2025년 04월 30일

한국녹색기후기술원

1차에너지소요량 172.0kWh/㎡y

에너지 자립률 24.99%

1차에너지소요량 -41.5kWh/㎡y

에너지 자립률 130.99%

◎ 제로에너지건축물 기술요소 참고서 및 우수사례집

- ZEB 보급과 확산을 위한 한국에너지공단 건설링 지원사업 관련 간행물

제로에너지건축물 인증 홈페이지(<https://zeb.energy.or.kr>) → “공지사항”

ZEB 인증
기술요소 참고서



2022.03 최초 발간
(2024.04 최신본 게시 중)

ZEB 건설링 지원
우수사례집



2022.03 최초 발간
(2024.04 최신본 게시 중)

◎ 참고서적 및 사이트

1. https://zeb.energy.or.kr/BC/BC00/BC00_01_001.do
2. https://www.energy.or.kr/web/kem_home_new/new_main.asp
3. https://www.energy.or.kr/web/kem_home_new/ener_efficiency/building_08.asp
4. 녹색건축물 조성 지원법 및 시행령
5. 제로에너지건축물 인증에 관한 규칙
6. 제로에너지건축물 인증 기준
7. 건축물의 에너지절약 설계기준

2025
제로에너지건축
전문인력 양성교육

입문교육



ZERO ENERGY BUILDING
TRAINING TO BE PROFESSIONALS

PART B

ZEB 기술

[B.1]

ZEB 패시브 기술 개요

패시브 기술 개념

패시브 요소 기술1

패시브 요소 기술2

[B.2]

ZEB 액티브 기술 개요

액티브 기술의 기본 개념

공조설비 개요

열원/급탕/조명설비 개요

[B.3]

ZEB 신재생 기술 개요

신재생 기초 및 지열

태양광 및 태양열

기타 신재생 기술

[B.4]

BEMS 기술 개요

BEMS 정의 및 원칙

BEMS 운영 기술

BEMS 검증 기술

B.2

ZEB 액티브 기술 개요

교육 목표

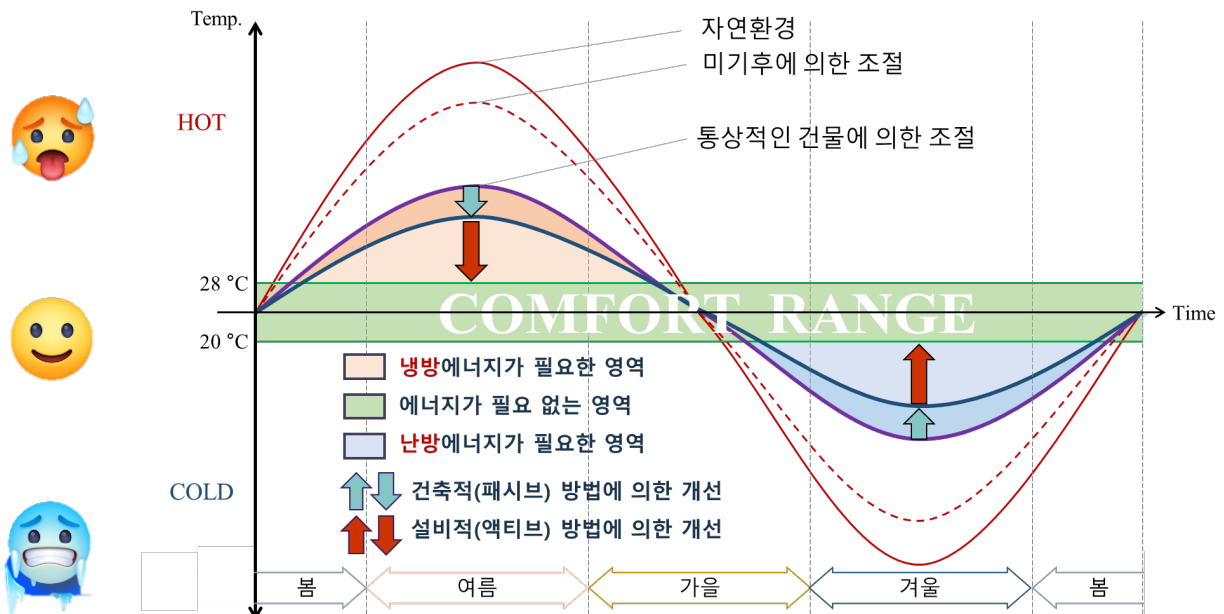
ZEB 액티브 기술 개요

- * 패시브 기술과 대비되는 액티브 기술의 의미와 역할을 이해
- * 제로에너지 빌딩 구현을 위한 설계 전략에 대한 이해 - 패시브와 액티브 기술의 조화
- * 액티브 기술을 구성하는 설비 시스템의 분류 및 세부 요소기술에 대한 개괄

1 액티브 기술의 기본 개념

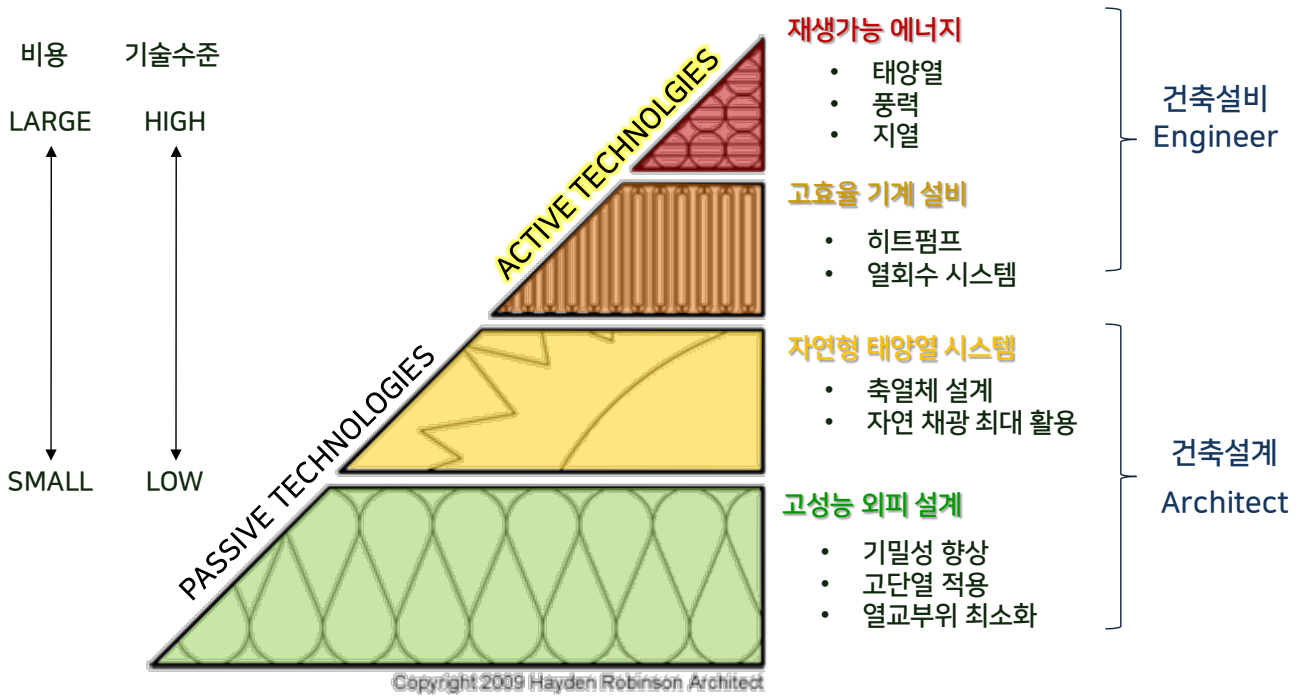
◎ 건물의 환경조절 개념

- 패시브 기술: 건물의 형태, 구조 및 외피 계획 등을 통하여 기계적 장치의 도움 없이 실내 환경 조건을 인간의 감각적 요구에 적합하도록 조절하는 방법
- 액티브 기술: 건물 내부의 환경 조절을 위하여 기계적인 설비를 이용하는 적극적인 실내환경 조절 방법



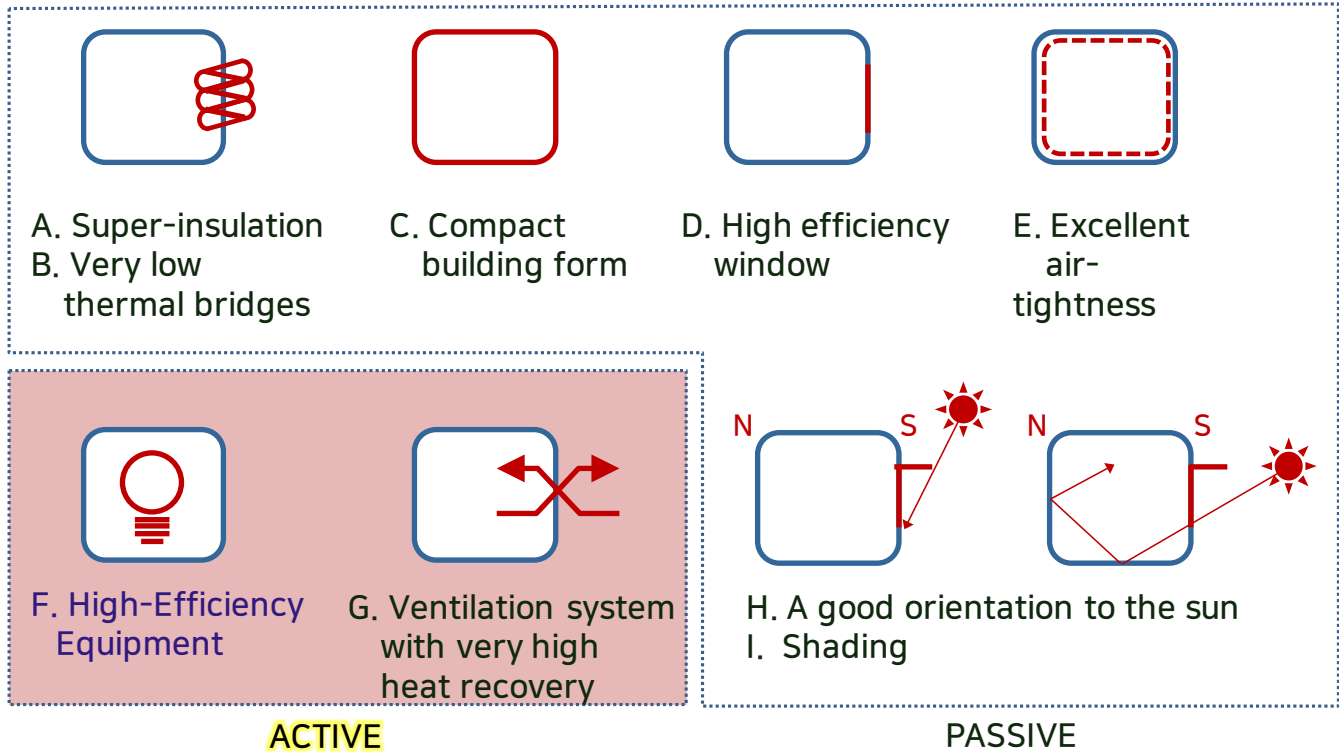
◎ 액티브 기술의 위계

- 주로 건축설계(디자인) 단계에서 패시브 기술을 결정한다면, 엔지니어링 단계에서 액티브 기술을 결정함
- 일반적으로 패시브 기술은 기술수준과 비용이 낮지만, 그 효과는 매우 큼
- 그에 반해 액티브 기술은 기술수준과 비용이 높지만 그 효과는 패시브 기술에 비해 상대적으로 낮음
- 따라서 패시브 기술을 먼저 합리적으로 적용하고, 나머지를 액티브 기술로 보완하는 것이 바람직



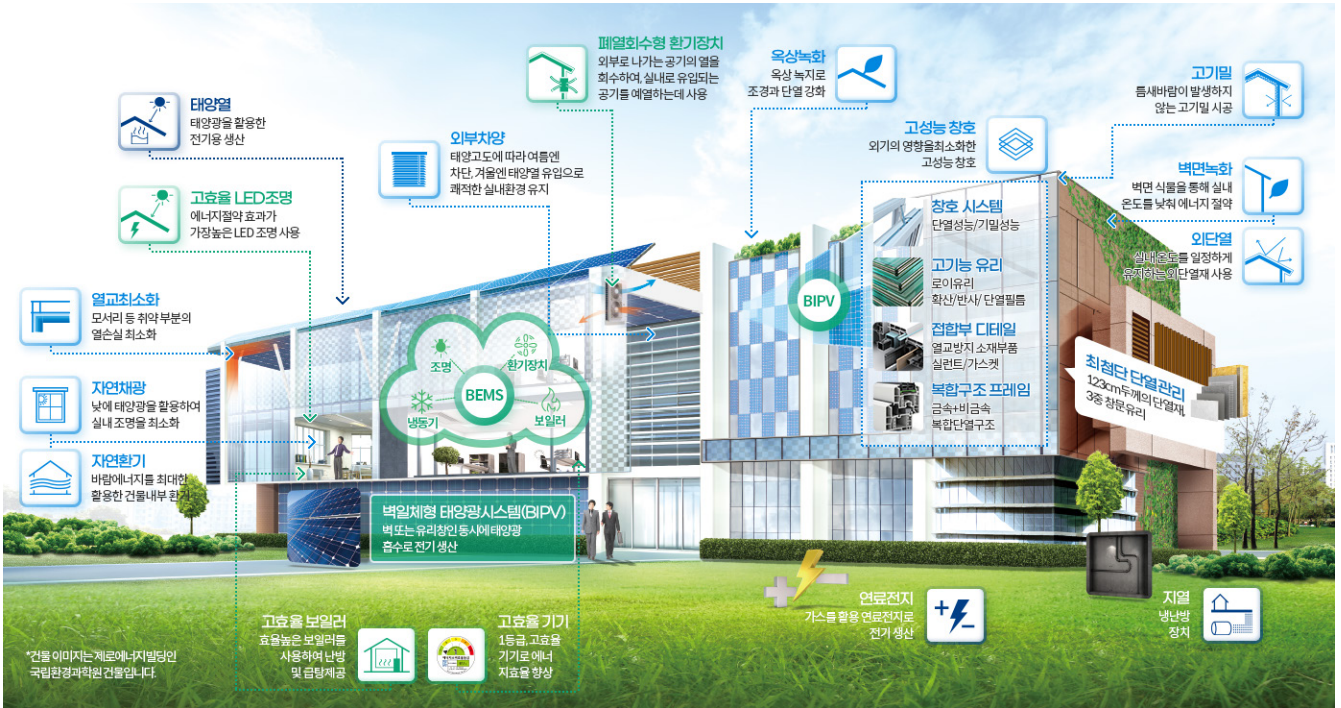
◎ 패시브 하우스에서도 액티브 기술이

- 최소한의 냉난방으로 실내환경을 유지할 수 있는 패시브 하우스도 액티브 기술 적용이 필요함
- 액티브 기술 적용에 따른 에너지 소비 최소화를 위해 고효율의 조명 및 설비, 열회수 효율이 높은 환기 시스템 등 고려



◎ 액티브 기술 적용 사례(비주거 건물)

● 국립환경과학원 지구환경 연구동(2011, 인천 서구)



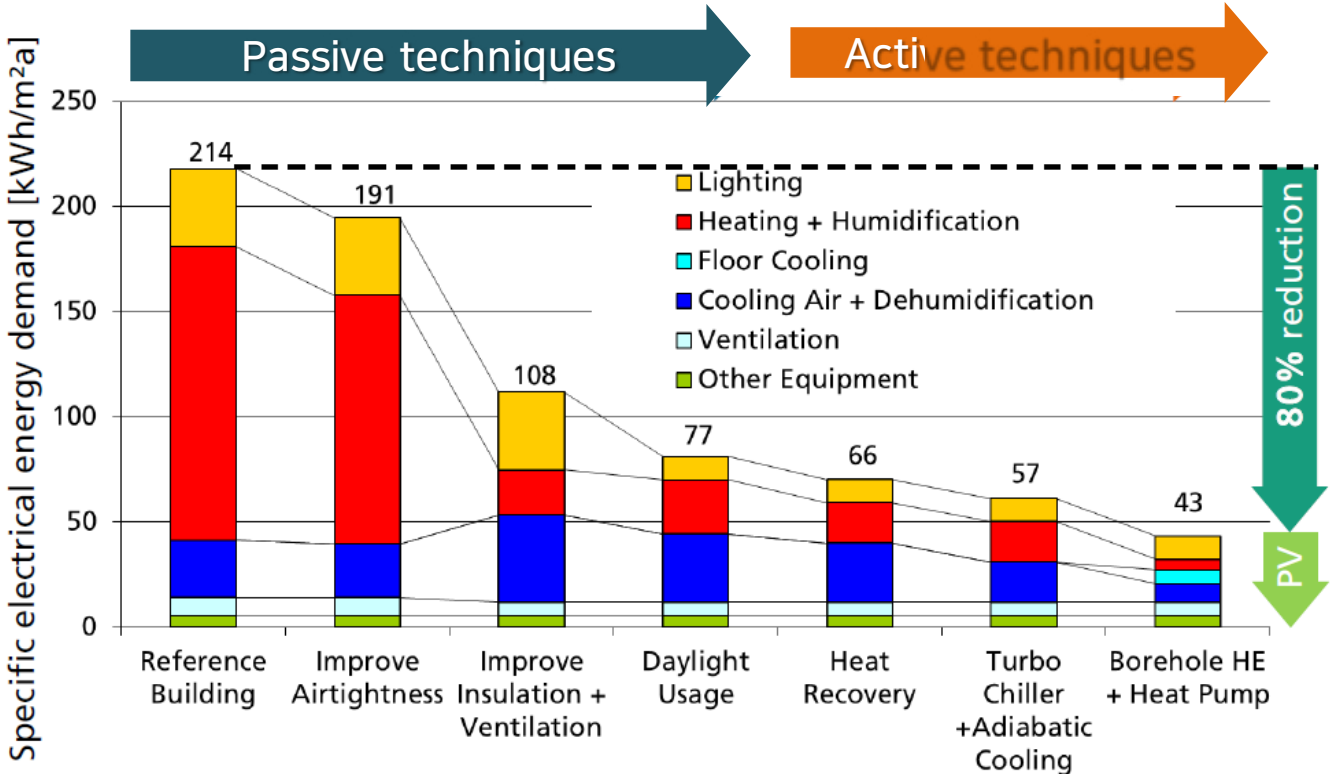
◎ 액티브 기술 적용 사례(주거 건물)

● 그린 홈 플러스(2011, 연세대학교 송도 국제 캠퍼스)



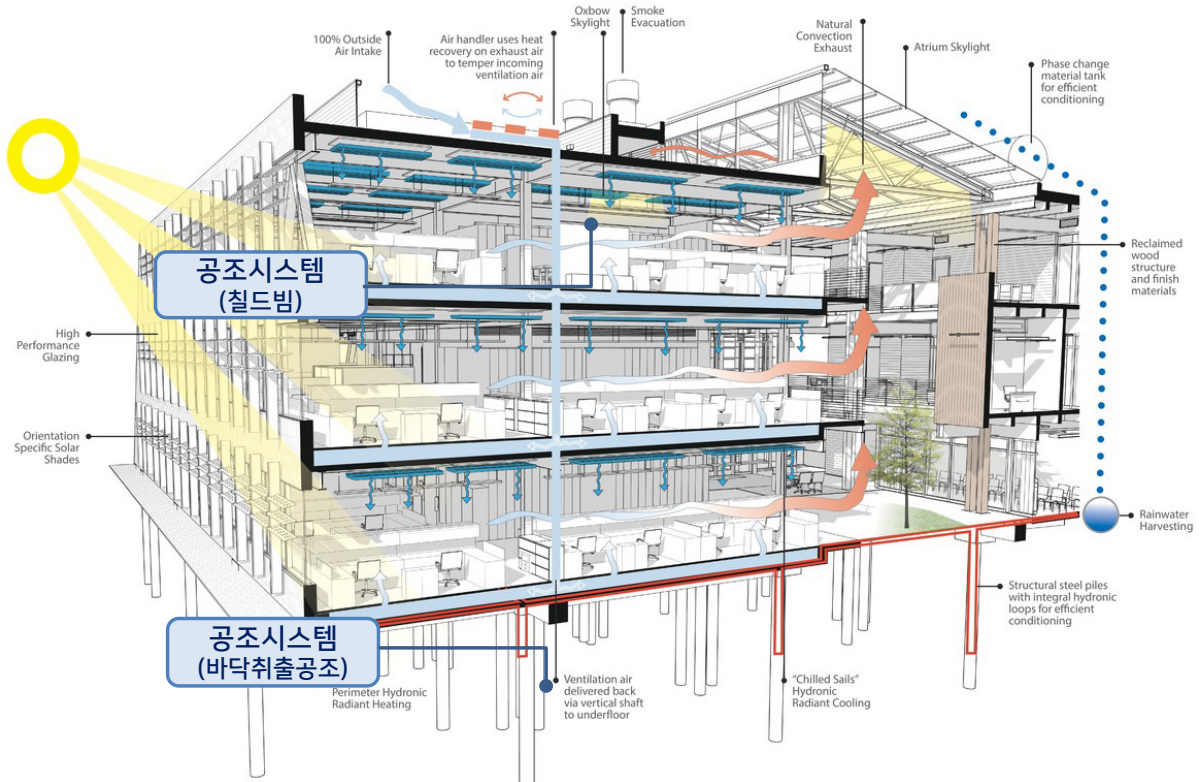
◎ 액티브 기술에 의한 에너지 절감 예시

- 서울 에너지 드림 센터(2012, 서울 마포구 상암동)
- 고단열·고기밀 외피, 자연채광 등 패시브 기술로 냉난방부하 저감
- 복사냉난방, 열회수, 지열히트펌프 등의 액티브 기술로 에너지 절감



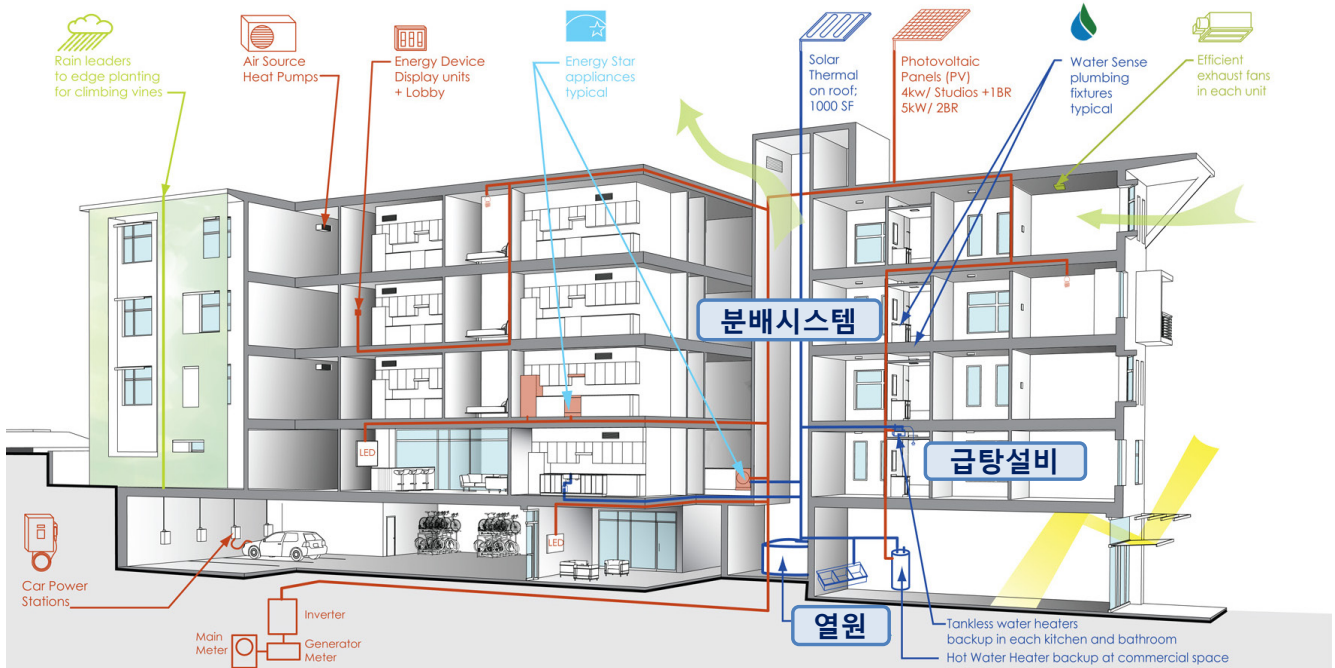
◎ 공조 시스템

- 실내의 온습도를 쾌적조건에 맞게 제어하고, 실내 오염물질을 제거하여 공기를 청정하게 유지 (환기)



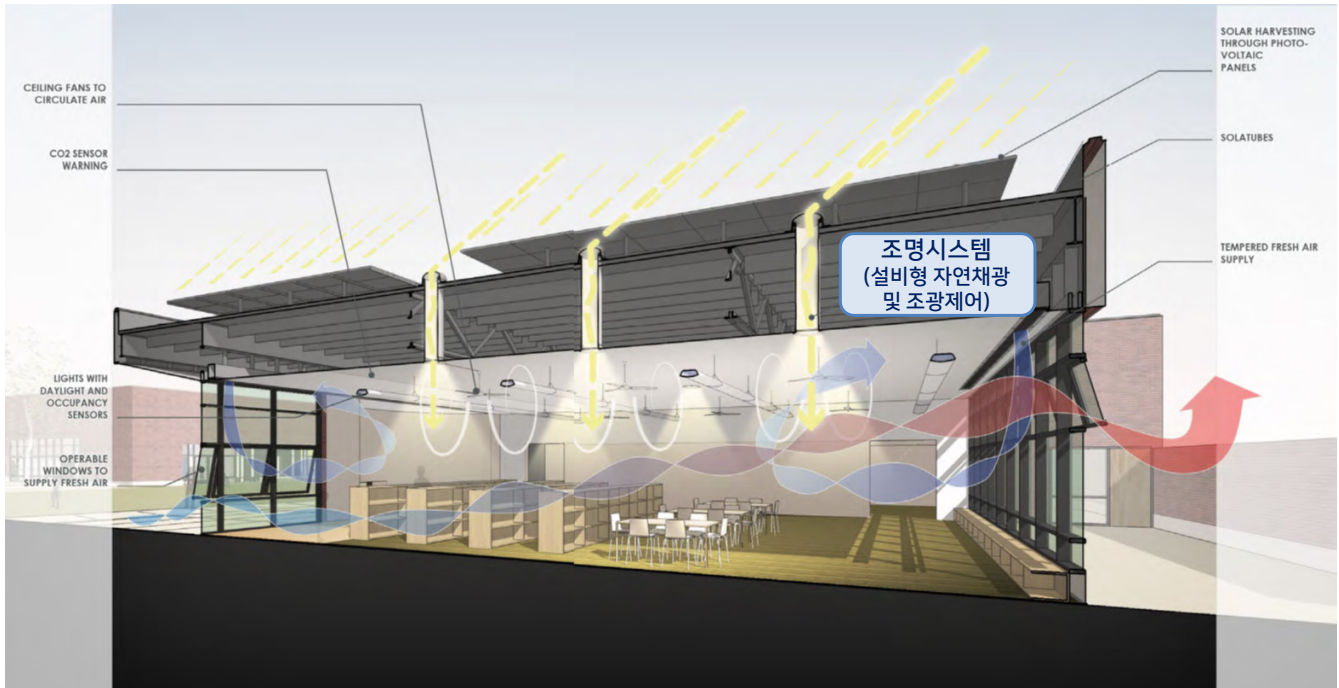
◎ 열원 및 분배 시스템, 급탕 설비

- 열원: 냉난방에 필요한 냉수, 온수, 증기를 생산 (보일러, 냉동기 등)
- 분배 시스템: 냉온수 또는 냉온풍을 냉난방이 필요한 곳으로 운반 (펌프, 송풍기, 배관, 덕트 등)
- 급탕 설비: 위생설비(세수, 목욕, 세탁 등)에 필요한 온수를 공급 (보일러, 온수기 등)



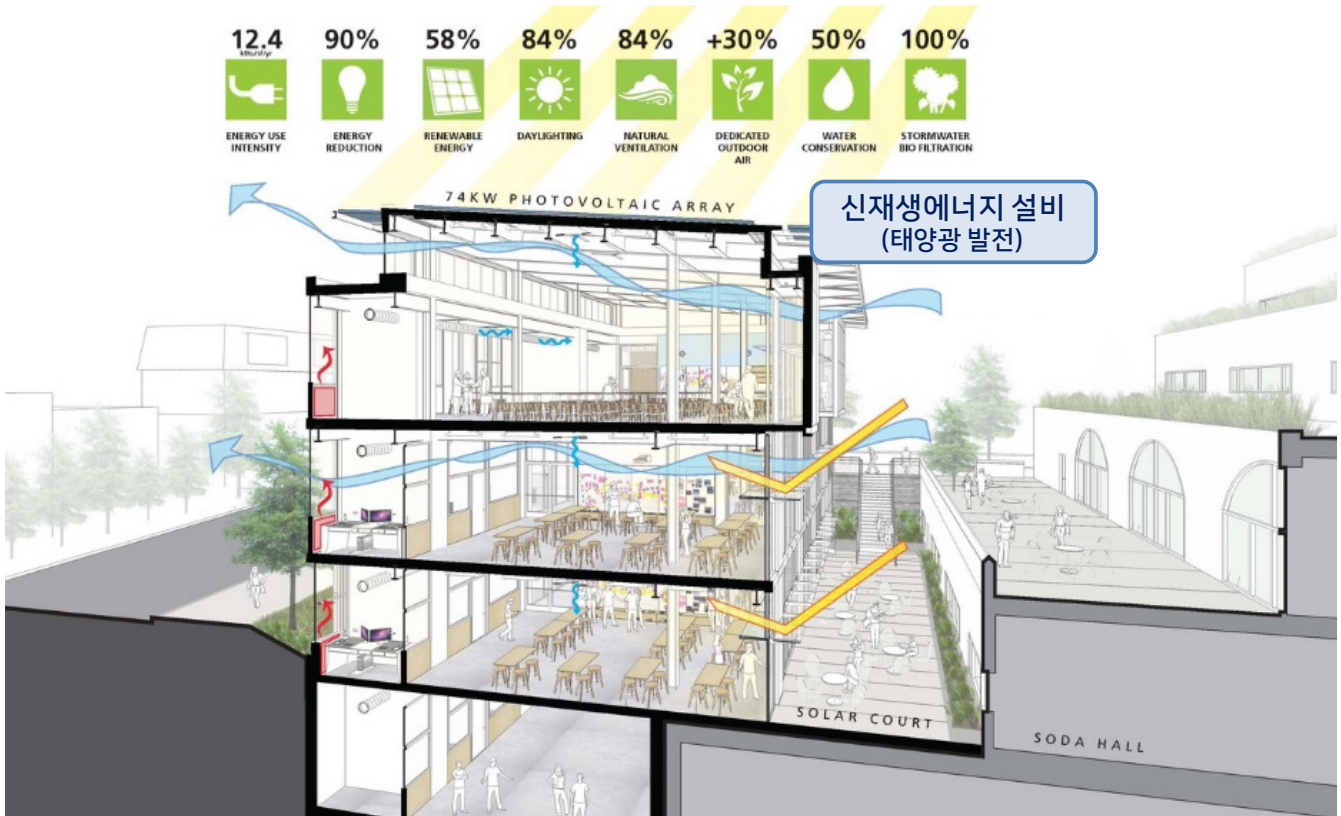
◎ 조명 시스템

- 조명 시스템: 자연광과 인공조명의 조화를 통해 조명 에너지를 절감하면서 쾌적한 빛환경을 제공
- 자연 채광은 에너지가 들지 않는 등의 장점이 있으나, 항상 이용할 수 없으므로 인공 조명을 통한 보완 필요



◎ 신재생에너지 설비

- 전기, 급탕 등은 외부 에너지원에 의존하므로 제로에너지 빌딩 구현을 위해서는 자연 에너지를 적극 활용해야 함
- 태양광, 태양열, 지열 등 자연에너지를 이용하여 건물에 필요한 전력 또는 열을 생산



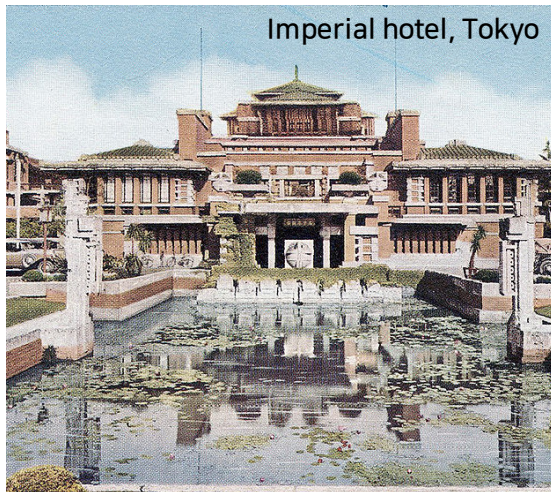
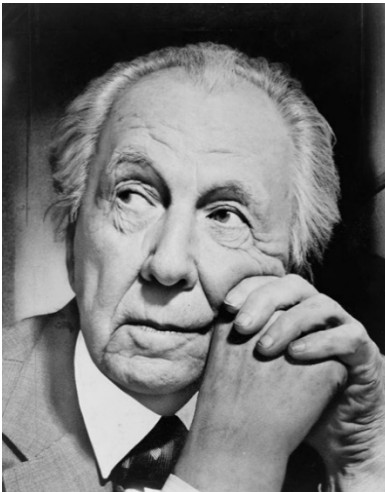
◎ 참고서적 및 사이트

1. Lechner, N. (2014). Heating, cooling, lighting: Sustainable design methods for architects. John wiley & sons
2. American Institute of Architect. (2007). Sustainability 2030
3. Dean, E. (2014). Zero Net Energy Case Study Buildings. Pacific Gas and Electric Company
4. 황석호 (2011) 저에너지 친환경 공동주택 기술 및 적용사례, 한국건축친환경설비영남학회 기술세미나
5. https://zeb.energy.or.kr/BC/BC02/BC02_03_001.do
6. https://passipedia.org/basics/what_is_a_passive_house
7. <https://blogstudiog.com/2014/09/30/zero-net-energy-best-practices/>
8. <https://www.archdaily.com/795685/jacobs-institute-for-design-innovation-lms-architects>
9. <https://www.aiatopten.org/node/204>

2 공조설비 개요

◎ 공조설비의 의미

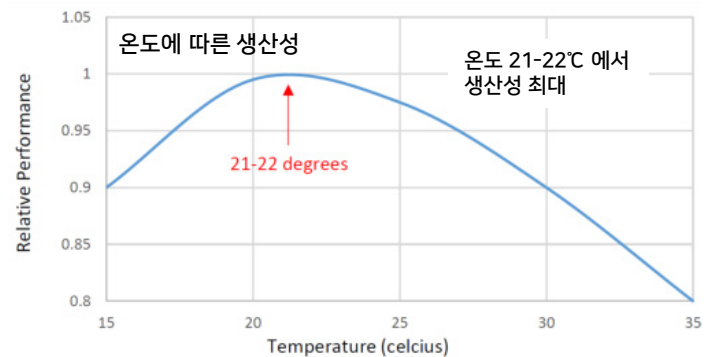
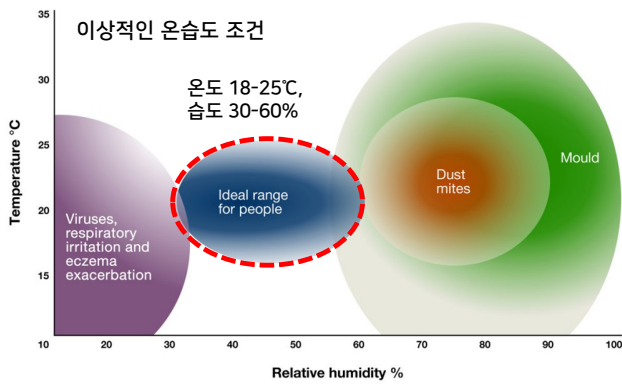
- 공조시스템의 중요성: 사람이 생활하기에 쾌적한 실내 기후(indoor climate)를 형성하고, 보건/위생 측면에서 적합한 온습도 조건을 제공하며 활동의 생산성 향상에도 기여



도쿄는 그 때까지 내가 가본 곳 중에서 이탈리아를 제외하고는 가장 추운 곳 같았다. ...식사가 끝난 후에 남작은 아래층의 한국방이라 불리는 방으로 우리를 안내했다.

...그런데, 기온이 갑자기 바뀐 것 같았다. 마치 봄이 온 듯했다. 눈에 보이는 난방시설도 없었고, 이것으로 난방이 되는구나 하고 바로 알 수 있을 만한 어떤 것도 없었다. 그건 정말이지 난방여부의 문제가 아니라 하나의 기후적 사건이었다.

- Frank Lloyd Wright



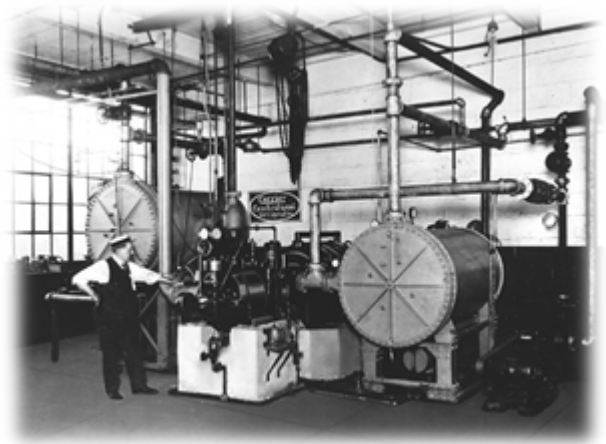
◎ 공조설비의 의미

- 공조시스템의 역할: 온도와 습도를 제어, 공기의 흐름과 환기를 제어, 공기를 청정하게 하는
- 공조시스템은 윌리스 캐리어가 1902년, 높은 습도로 인한 인쇄물 품질 저하 해결을 위해 만든 냉방장치에서 시작



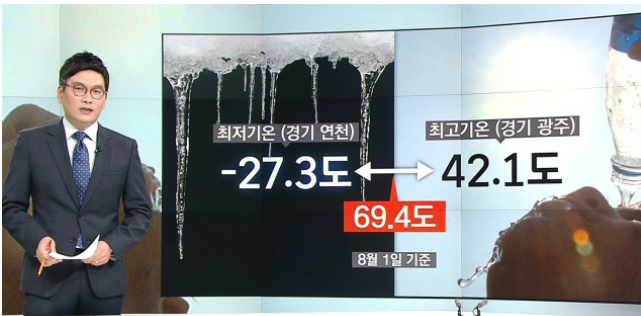
Air conditioning must perform four basic functions:

1. control temperature
2. control humidity
3. control air circulation and ventilation
4. cleanse the air.



Carrier가 발명한 최초의 냉방장치(1902)

- 기후변화로 인한 환경의 극심한 변화, 미세먼지 등 공기오염 문제가 심화됨에 따라 공조시스템의 역할이 더욱 중요해짐



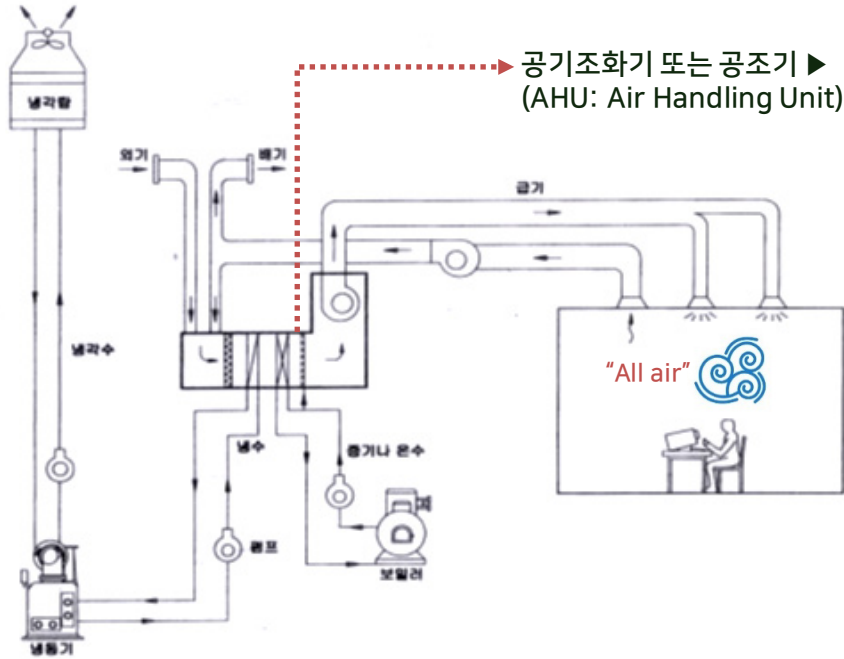
기후 변동성 및 기상 이변 증가



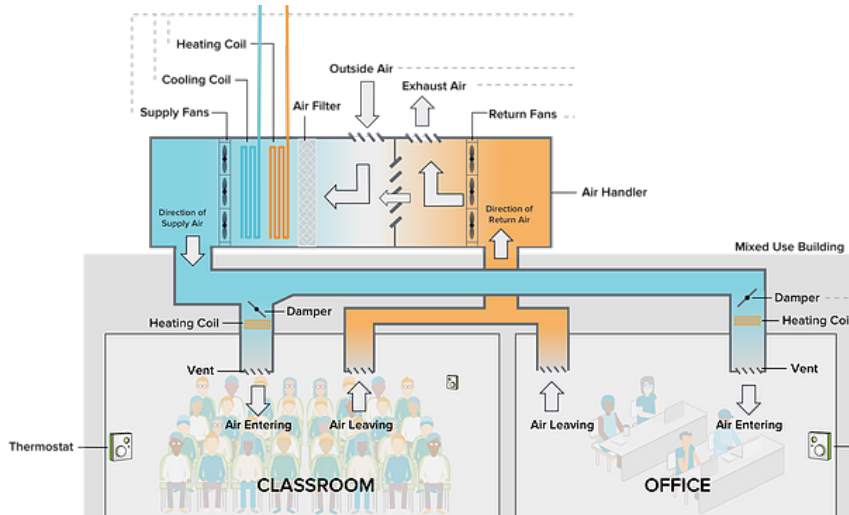
공기 오염 심화

◎ 공조 방식 | 전공기 방식

- 전공기 방식(All-air system): 공조 대상 공간에 공기를 직접 보내어 냉난방과 환기 해결
- 실내 오염공기 제거와 청정도 유지에 가장 유리하여 환기가 중요한 사무소, 병원, 식당, 극장 등에 적합



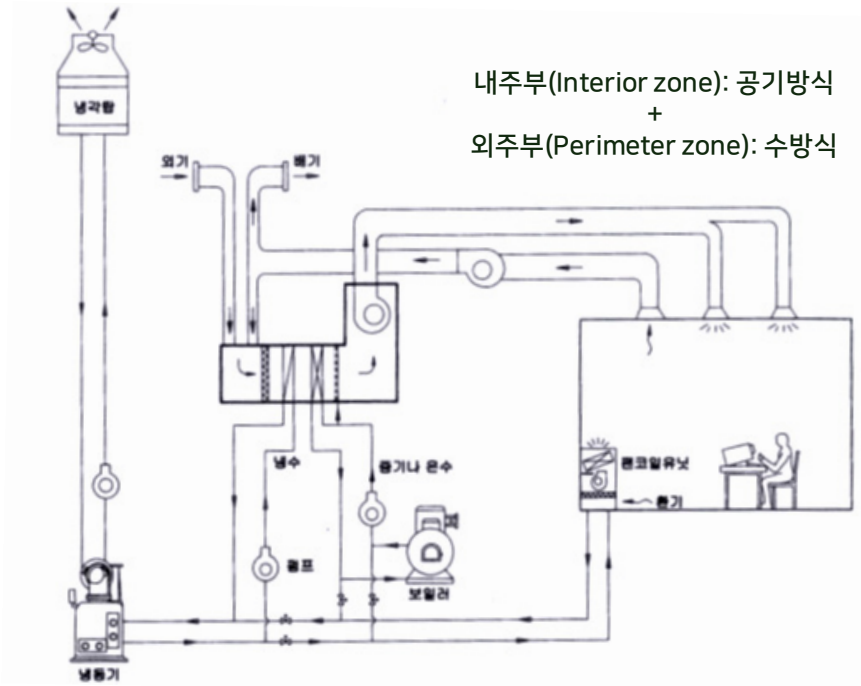
전공기 방식 공조시스템 구성



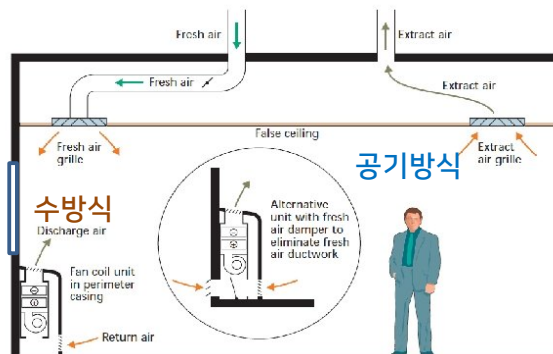
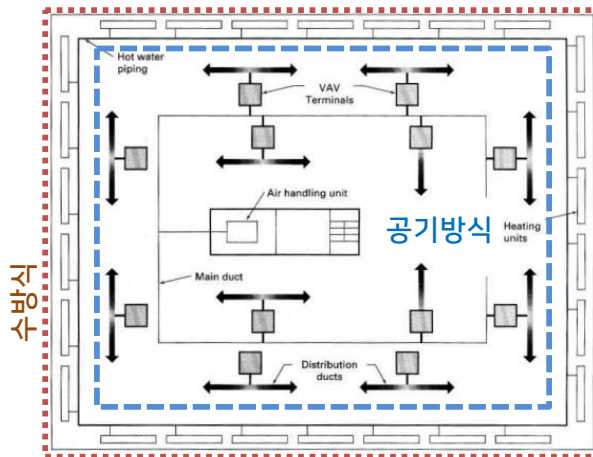
전공기 방식 공조시스템에서 공기의 흐름

◎ 공조 방식 | 공기-수방식

- 공기-수방식(Air-Water system): 공기방식과 수방식을 병용
- 환기 및 기류형성에 유리한 전공기방식의 장점과 제어가 용이한 수방식의 장점 결합
- 부하가 안정적인 내부는 공기방식으로 부하 변동이 큰 외주부는 수방식으로 조합하여 처리

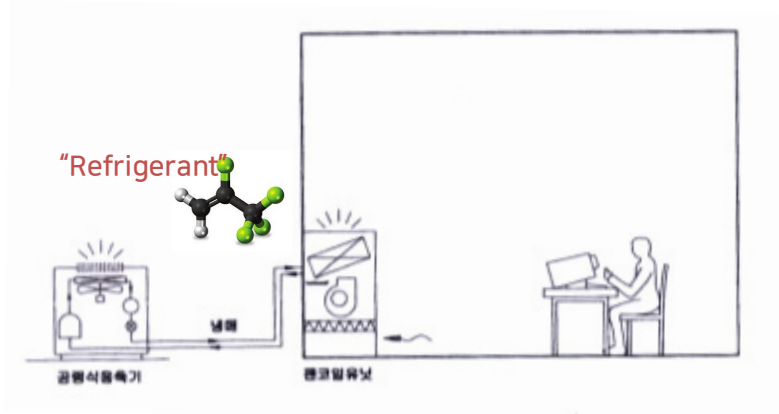


공기-수방식 공조시스템 구성

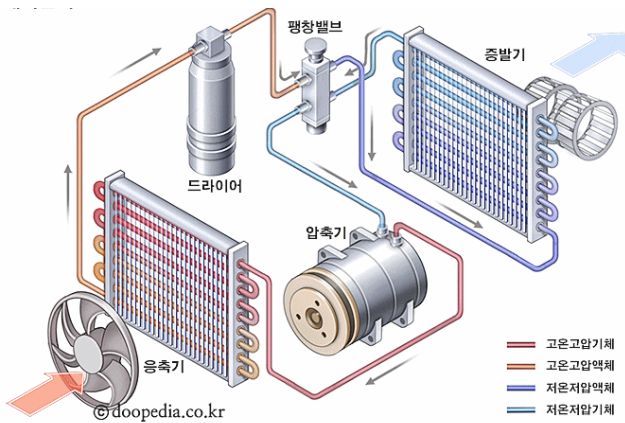


◎ 공조 방식 | 냉매 방식

- 냉매방식(Refrigerant system): 냉매에 의해 실내공기를 냉각/가열
- 냉매는 실내공기에서 흡수한 열을 외기/물/지중에 방출하거나(냉방), 외기/물/지중에서 흡수한 열을 실내로 방출(난방)
- 개별운전이 가능하여 사무소 건물의 외부존(Perimeter zone)이나 주택, 호텔 등 거주 인원이 적은 건물에 적합



냉매방식 공조시스템 구성



냉매에 의한 냉각 사이클



창문형 에어컨

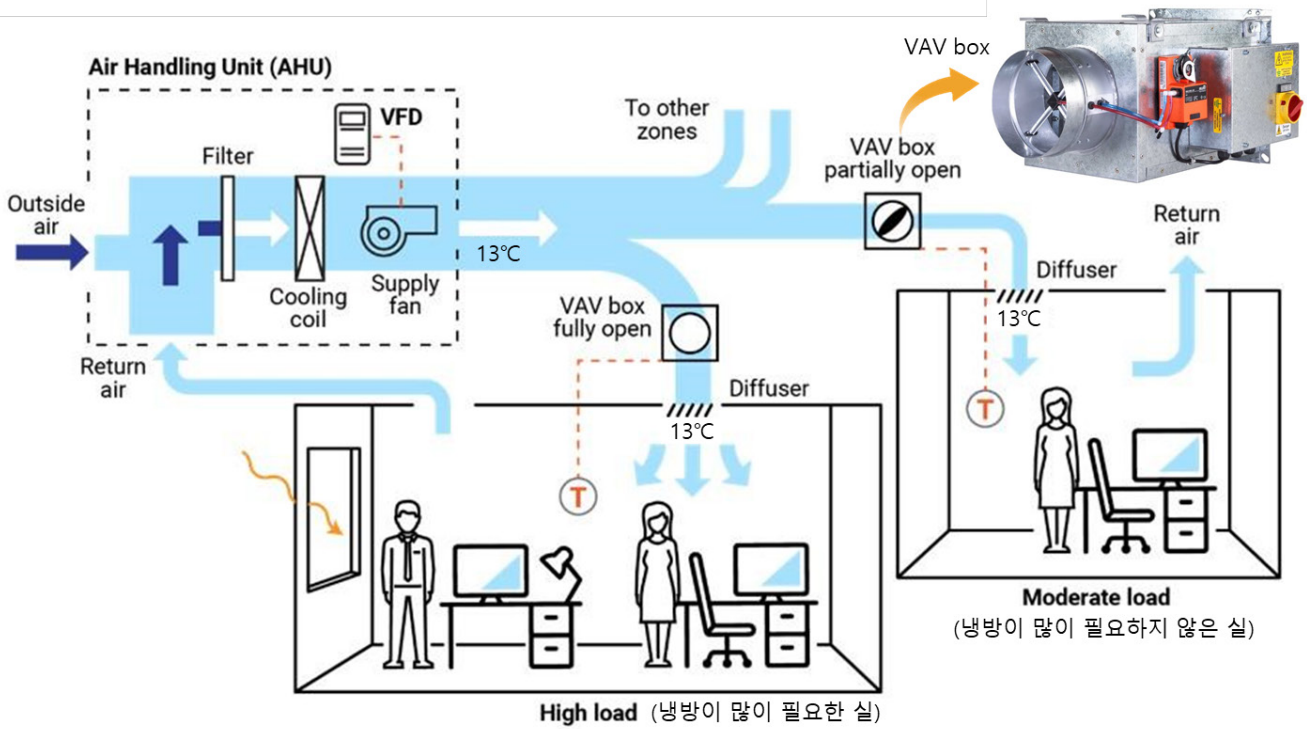


멀티 에어컨 시스템

Building shown using LG Multi V IV.
Note: Heat recovery units are not depicted on this image. Refer to engineering product data book

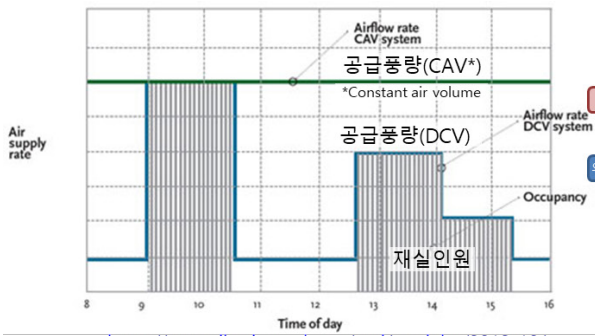
◎ 변풍량 시스템(VAV: Variable Air Volume)

- 냉방부하에 따라 실내에 공급하는 공기의 양(송풍량)을 변화
- 송풍량을 감소시킴에 따라 송풍기(Fan)의 에너지 소비량이 감소되어 에너지 절약적인 냉방이 가능

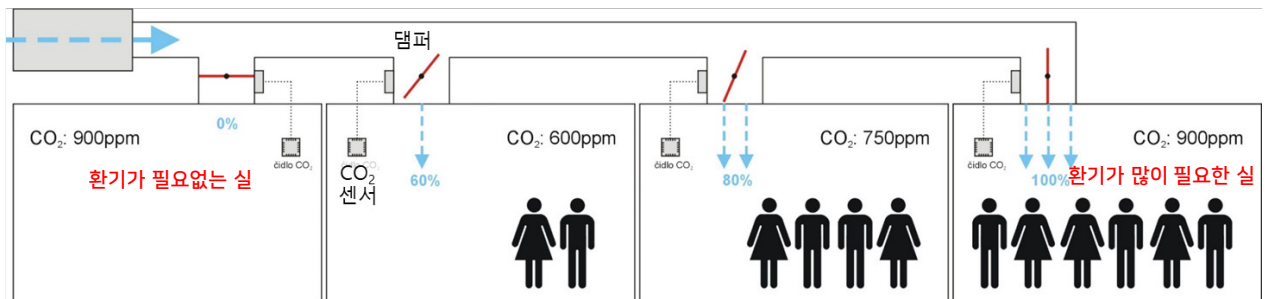
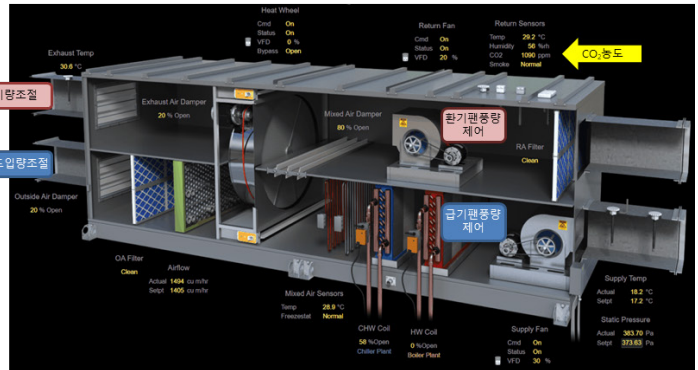


◎ 수요기반환기 (DCV: Demand Controlled Ventilation)

- 환기수요(예: 재실인원)에 따라 실내에 공급되는 외기의 양을 조절
- 재실 스케줄, 실내 CO2 농도에 따라 팬 풍량이나 존별 댐퍼의 개도를 조절



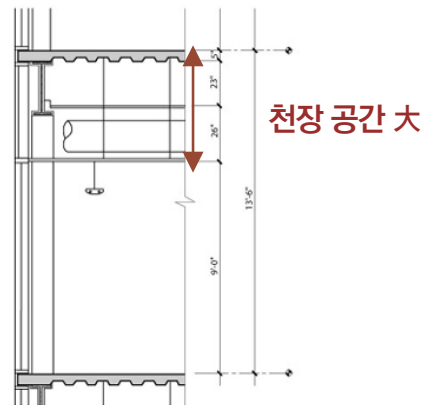
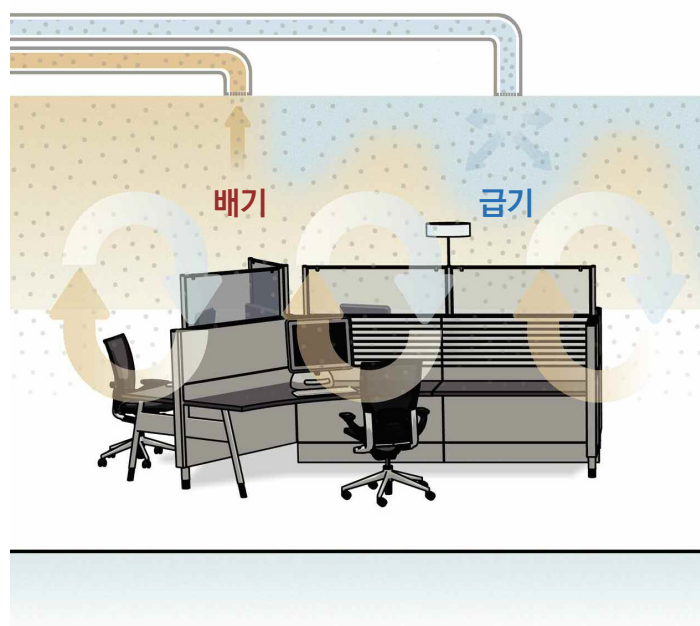
<https://www.cibsejournal.com/cpd/modules/2012-10/>



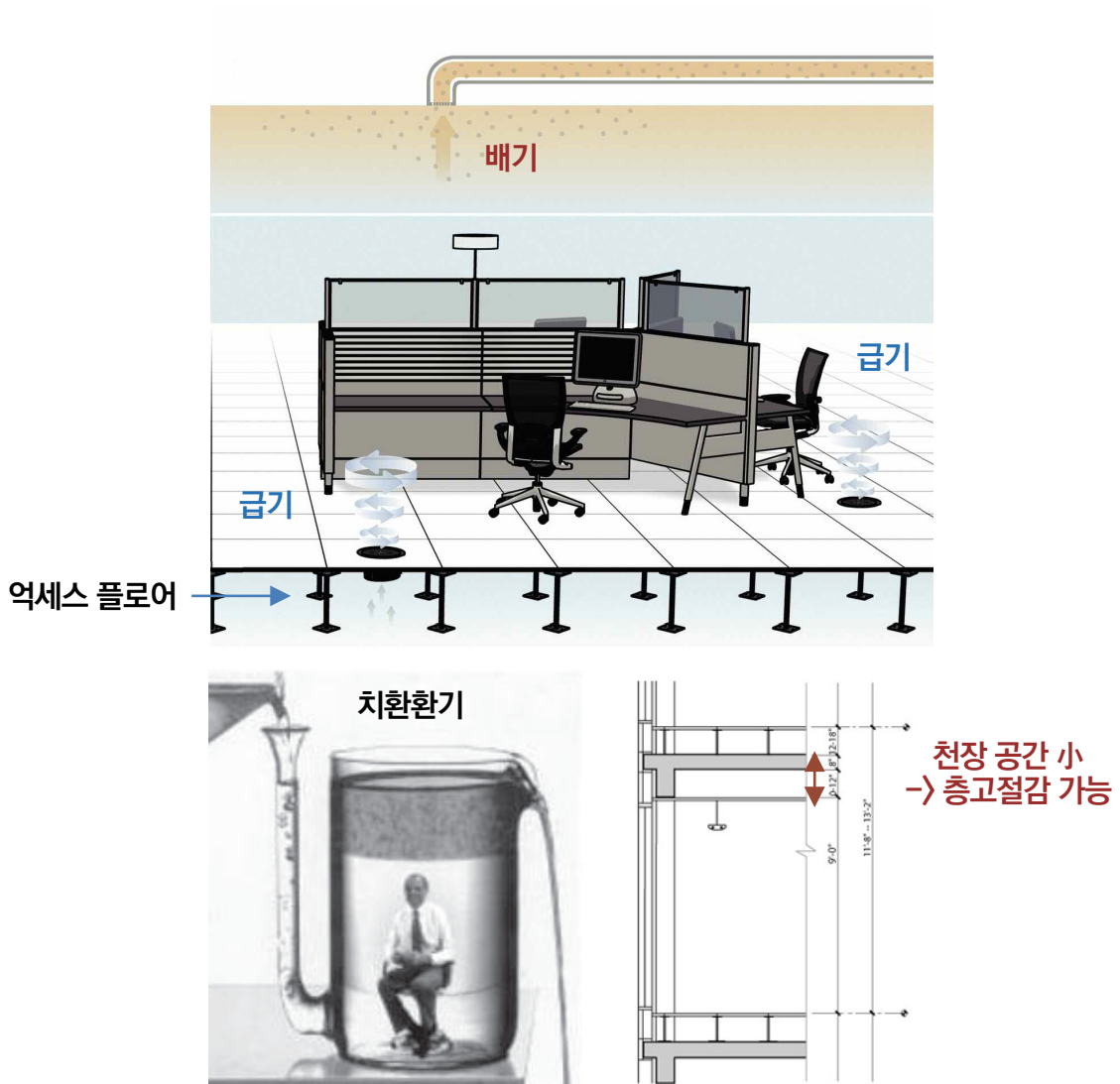
◎ 바닥취출 공조 (UFAD: Underfloor Air Distribution)

- 바닥 하부공간(액세스 플로어(Access floor))으로 공조공기를 급기하고 천장에서 흡입
- 거주역(사람이 머무는 영역)의 보다 나은 쾌적성 확보에 유리 (사무소 공간, 극장 등 대공간에 효율적)

- 일반공조시스템(Overhead Air Distribution)

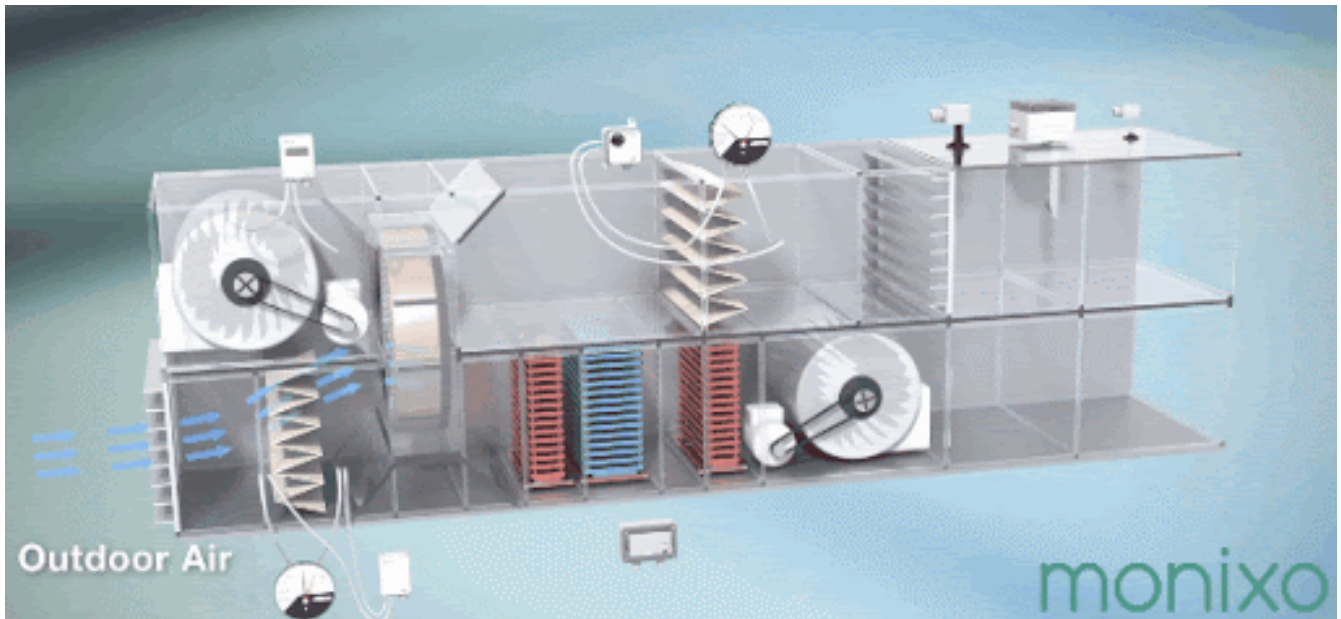


● 바닥취출공조(Underfloor Air Distribution)



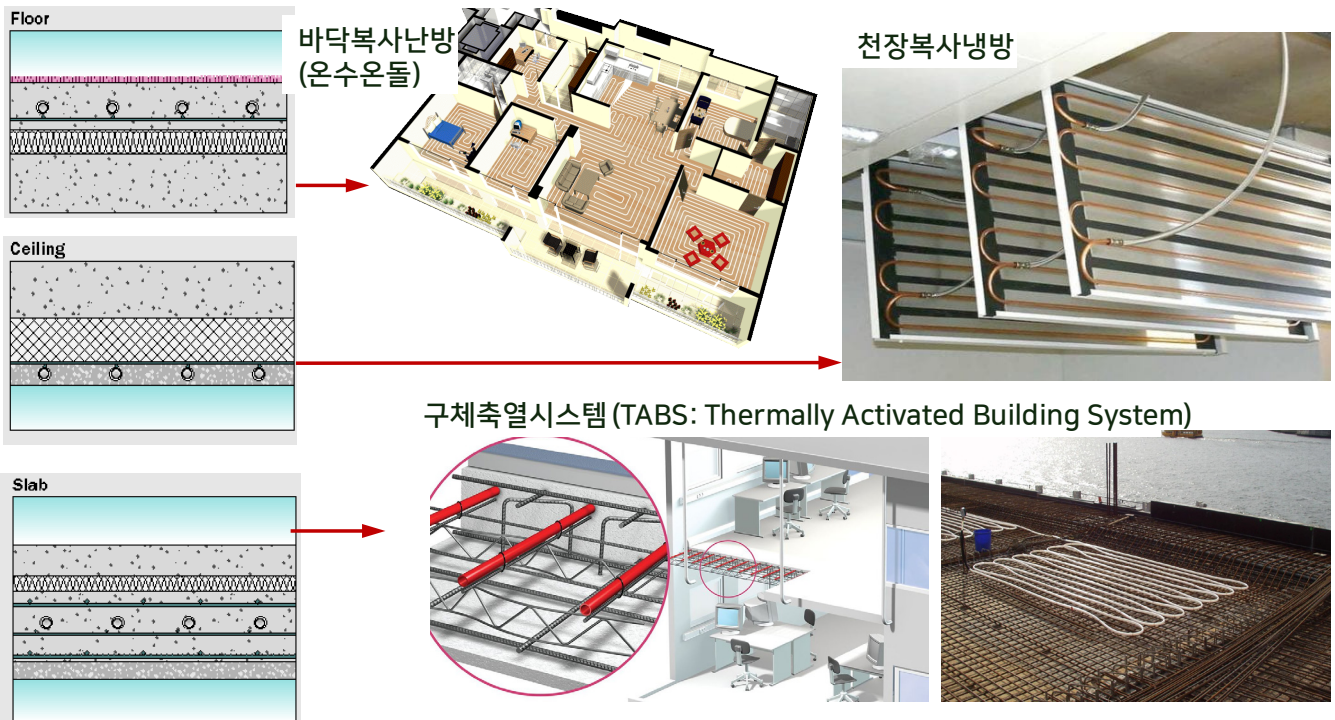
◎ 열회수 시스템(Heat Recovery System)

- 실내의 오염된 공기를 외부로 배출하고 신선한 외기를 실내로 공급하는 과정에서, 실내공기가 갖고 있는 열에너지를 회수하여 실내로 들어오는 외기에 공급
- 겨울철에는 실내로 들어오는 외기의 온도와 습도를 높여 난방과 가습에 필요한 에너지를 낮춤
- 여름철에는 실내로 들어오는 외기의 온도와 습도를 낮춰 냉방과 제습에 필요한 에너지를 낮춤
- 원형(Rotary type)과 판형(Plate type) 열교환기 활용



◎ 복사냉난방시스템(Radiant Heating and Cooling System)

- 천장, 바닥, 벽면 또는 패널에 매설된 배관에 냉온수를 순환시켜 냉난방
- 겨울철에는 실내온도가 낮아도 표면온도가 높아 쾌적 달성이 가능하며 이로 인해 에너지 절감이 가능함
- 여름철에는 실내온도가 높아도 표면온도가 낮아 쾌적하게 유지될 수 있음



◎ 참고서적 및 사이트

1. 김재수 (2013). 건축설비, 도서출판 서우
2. Cho, J. et al. (2008). Integrative sustainable design strategies for energy and water efficiency: The case of the Ewha Campus Complex in Korea, Proceedings of SB08
3. Rhee, K. N., Olesen, B. W., & Kim, K. W. (2017). Ten questions about radiant heating and cooling systems. Building and Environment, 112, 367-381.
4. Rhee, K. N., et al. (2021). Experimental investigation on the control performance of an active chilled beam system under dynamic cooling loads. Applied Thermal Engineering, 194, 117069.
5. <https://www.pnnl.gov/projects/best-practices/variable-air-volume-systems>
6. <https://www.cibsejournal.com/cpd/modules/2012-10/>
7. <https://www.ibec.or.jp/jsbd/A/features.htm>

3 열원/급탕/조명설비 개요

◎ 열원설비 | 온열원

- 난방 또는 가습, 급탕에 필요한 온수 또는 증기를 생산
- 주철제 보일러, 노통연관 보일러, 수관 보일러, 관류 보일러, 전기 보일러, 가정용 소형 가스 보일러 등
- 가스나 석유등의 화석연료 또는 전기로 증기 또는 온수를 생산하여 난방, 가습, 급탕에 사용
- 컨덴싱 보일러는 배기가스에서 열을 회수하여 효율을 더 높인 것

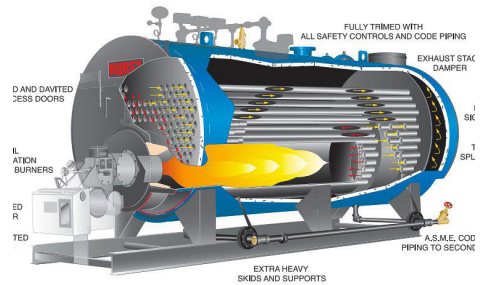
- 대형 보일러



주철제 보일러



노통연관 보일러

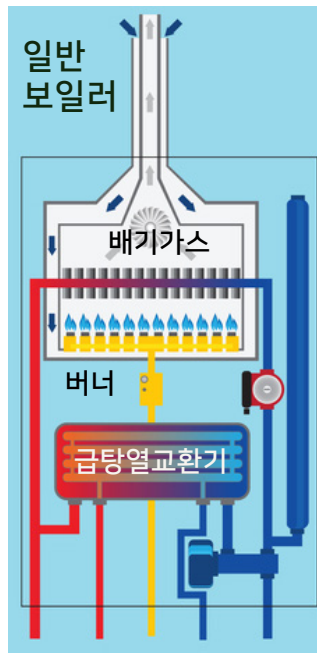


수관 보일러

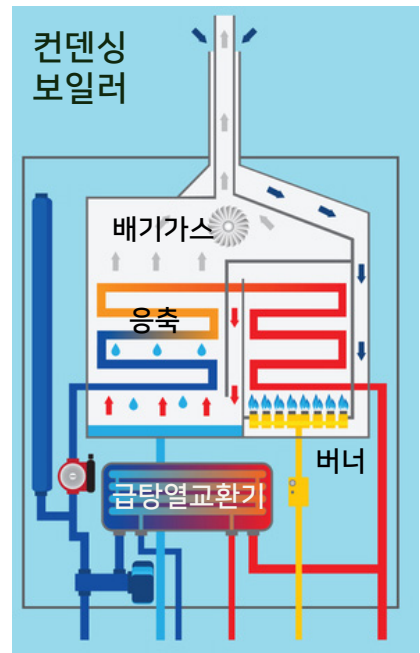


관류 보일러

- 가정용 소형 가스 보일러



일반 보일러
난방출수 급탕 난방환수

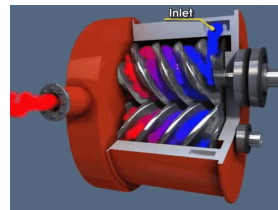
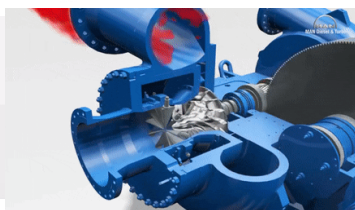
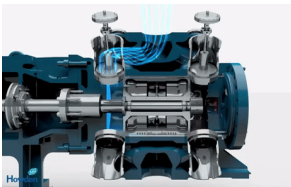
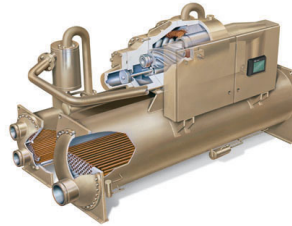
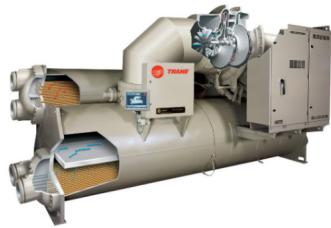


컨덴싱 보일러
난방환수 급탕 난방출수

◎ 열원설비 | 냉열원

- 냉방에 필요한 냉수 (경우에 따라 얼음)를 생산
- 압축식 냉동기: 냉매 재사용을 위해 (냉매 압력을 높이기 위해) 압축기로 냉매를 압축시키는 방식
- 흡수식 냉동기: 냉매 재사용을 위해 (냉매 압력을 높이기 위해) 열에너지를 투입시키는 방식

압축식 냉동기

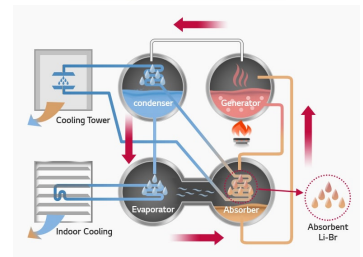


왕복동식 냉동기
-피스톤 왕복으로 냉매 압축

터보식 냉동기
-원심력으로 냉매 압축

스크류식 냉동기
-나사의 압착으로 냉매 압축

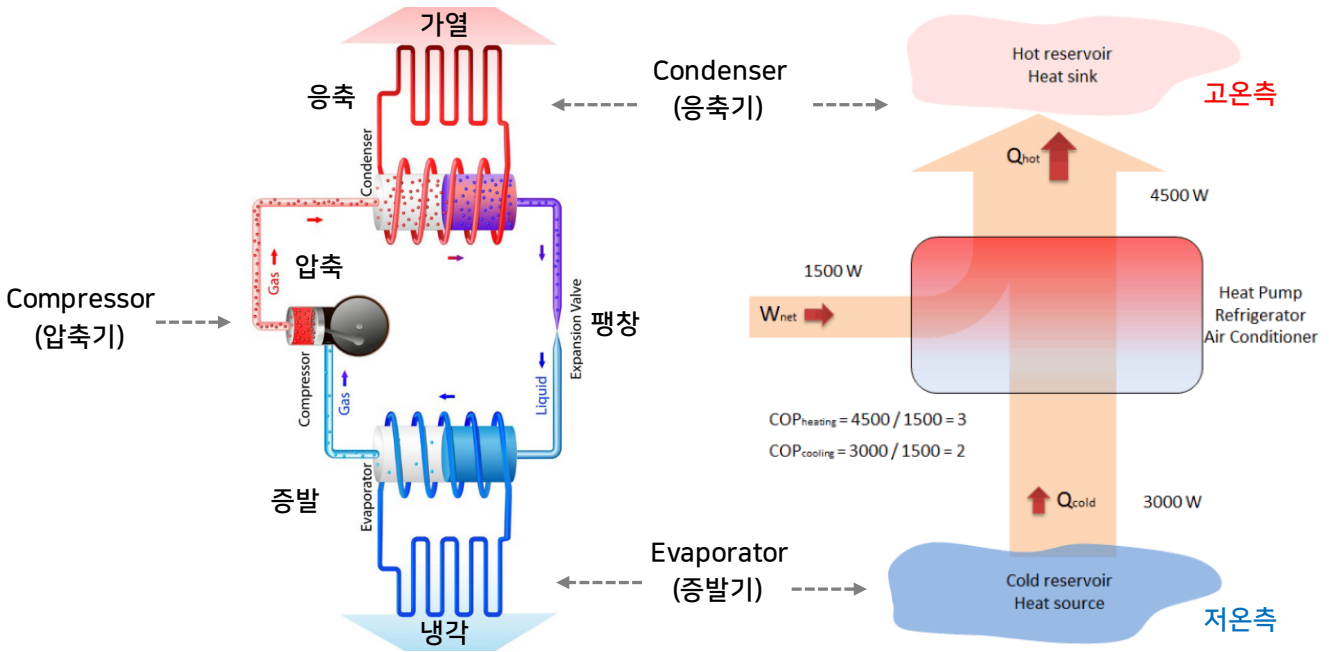
흡수식 냉동기



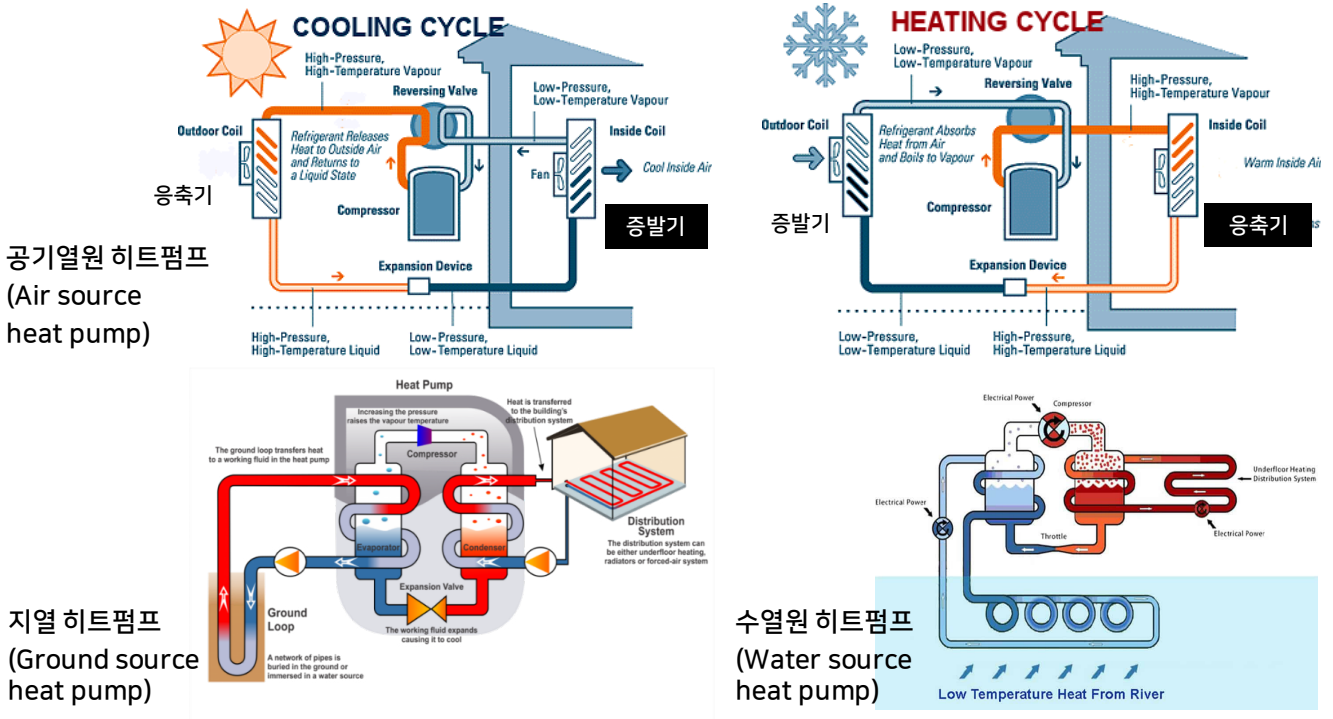
흡수식 냉동기
-보일러, 태양열 등으로 냉매 재생

◎ 열원설비 | 히트펌프

- 일반적인 냉각 사이클에서는 냉매가 증발-압축-응축-팽창의 과정을 순환
- 히트펌프에서는 저온측(Heat source)에 증발기를, 고온측(Heat sink)에 응축기가 있도록 하여 저온물질로부터 열을 얻어 공조 및 급탕에 활용 (즉 온도가 낮은 곳에서 높은 곳으로 열을 끌어올리는 장치)

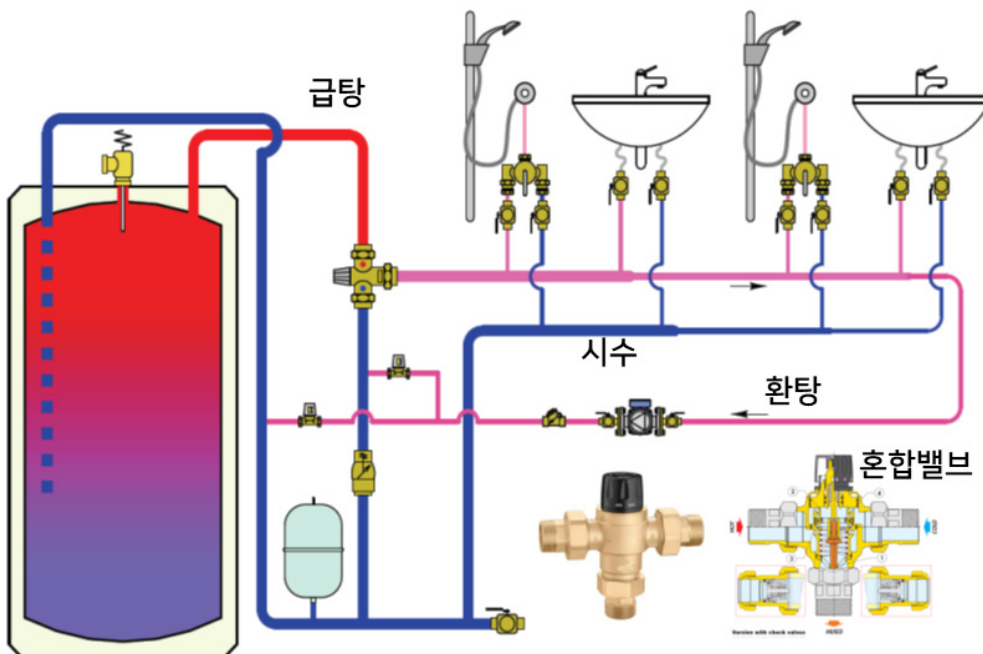
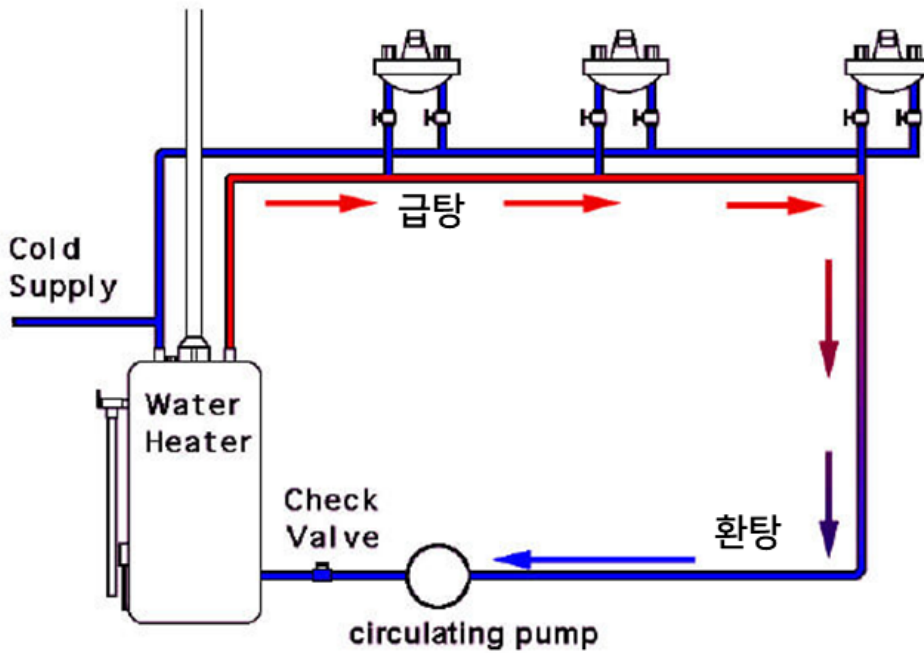


- 계절에 따라 증발기-응축기 위치를 바꾸어 냉방과 난방을 절환
- 열의 근원, 즉 Heat source에 따라 공기열원 히트펌프, 지열 히트펌프, 수열원 히트펌프로 구분



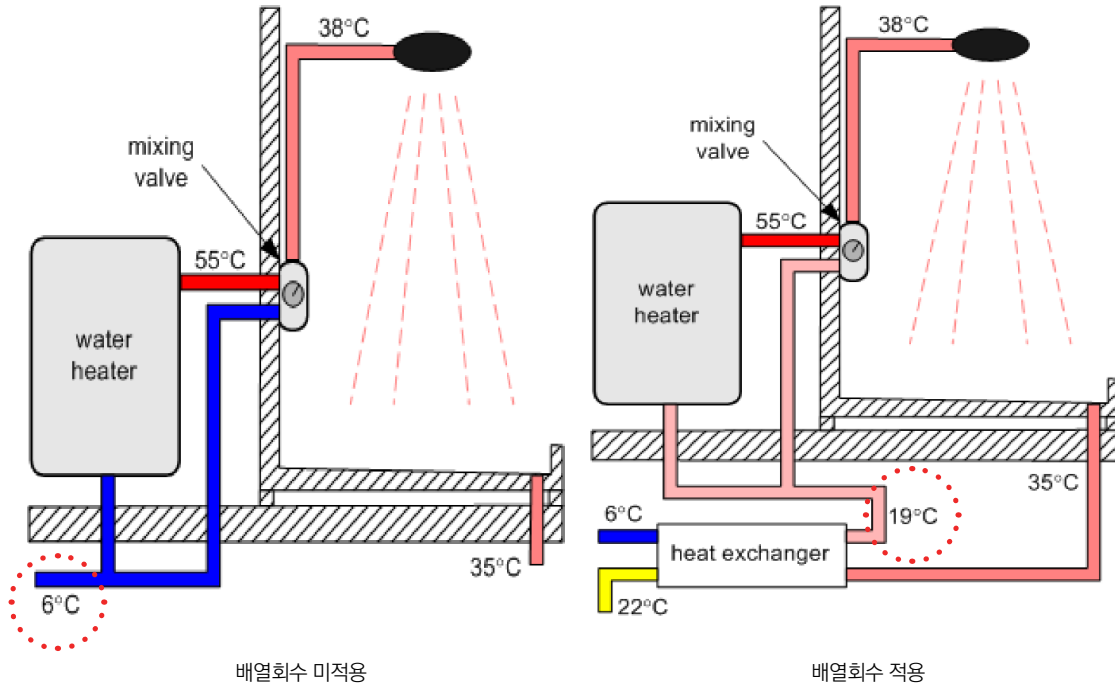
◎ 급탕설비 | 기본 요건

- 건물의 난방부하는 단열기준 강화에 따라 크게 저감 되었지만 급탕부하는 변화가 없어 절감할 필요가 있음
- 급탕 사용 시 온수대기시간이 길어져 물사용량 및 열원 에너지가 증가하는 문제 발생
- 배관 내에 잔존하는 온수는 라지오넬라균의 증식을 유발할 수도 있음
- 급탕 사용이 중단되고 온수배관 내에 있는 온수를 회수하는 환탕 배관(Recirculation loop) 설치 필요



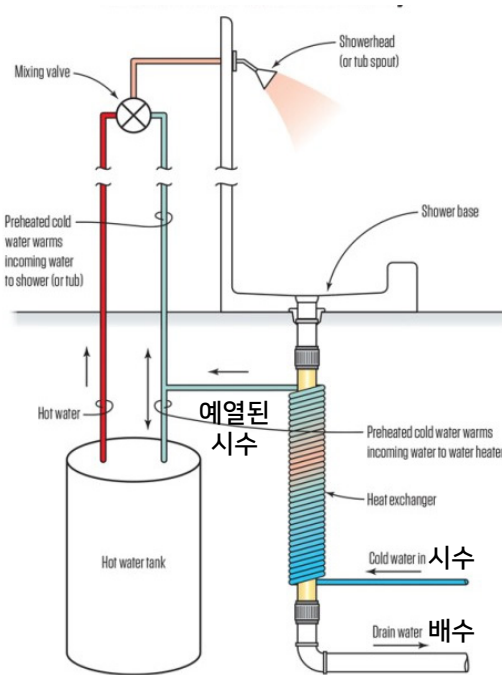
◎ 에너지 절약 급탕 설비

- 탕에서 버려지는 열을 회수하여, 시수를 예열함으로써 보일러의 가열량을 줄여주는 방법으로도 급탕 에너지 절감 가능
- 이를 급탕배열회수(DWHR: Drain Water Heat Recovery)라 하며, 열원 에너지 절감, 열원 용량 감소 효과를 기대



배열회수 미적용

배열회수 적용

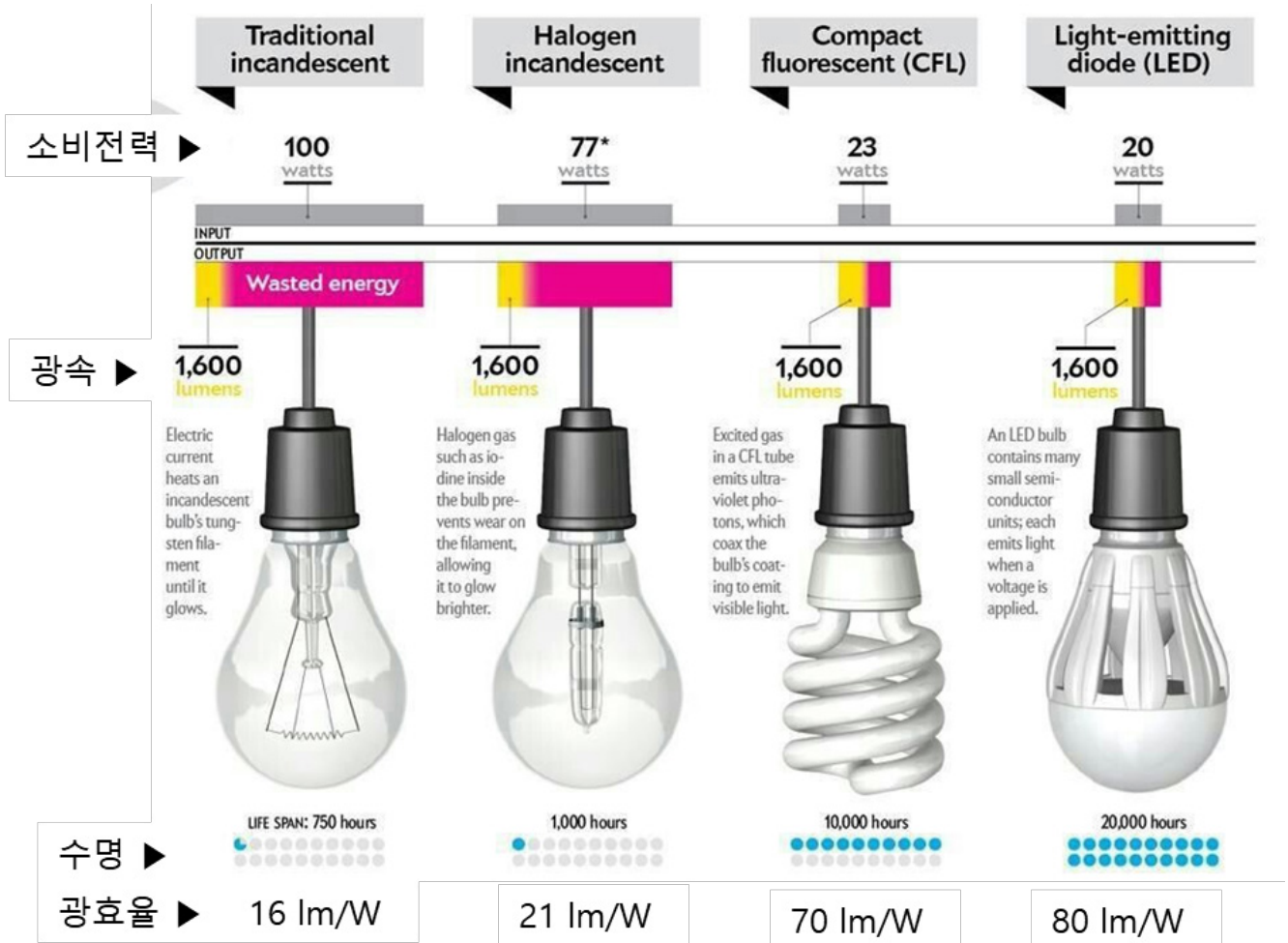


수직형 열교환기



◎ 고효율 광원

- 조명은 빛 외에도 열 형태로 많은 에너지가 손실되어 조명에너지와 냉방에너지를 증가시키는 요인이 됨
- 동일한 소비전력으로 많은 빛을 낼 수 있는, 즉 광효율(Lighting efficiency)이 높은 광원을 써야 함



● 광원 사양 사례

LUMILUX T5 HE



제품장점

- 우수한 경제성 및 효율
- LUMILUX T8 보다 최대 20% 높은 경제성
- 유사한 T8 램프 보다 최대 50 % 체적 감소

적용분야

- 공공 건물
- 사무실
- 상점
- 슈퍼마켓 및 백화점
- 산업
- 적합한 조명기기에서만 실외 적용이 가능

제품특징

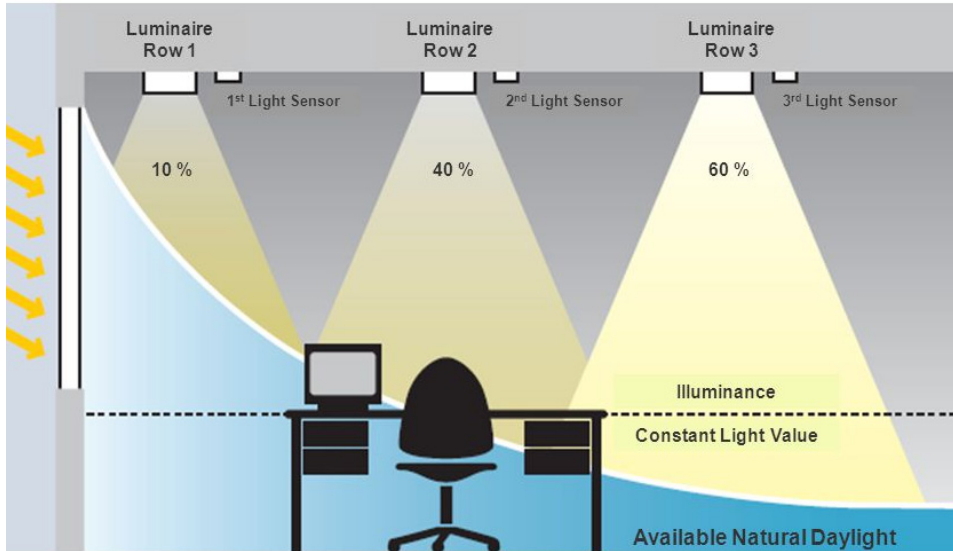
- 광효율: 최대 104 lm/W
- 매우 우수한 광속 유지율: 램프 수명 기간 내내 90% 이상
- 긴 평균 수명: 최대 24,000 시간(QUICKTRONIC ECG 사용시)
- 우수한 연색성 그룹: 1B (R_a: 80...89)
- 디밍 가능

공칭 전압	220 V
공칭 전력	14.0 W
정격 램프효율 (고주파 25 °C)	86 lm/W
기준 전력	14.00 W
정격 광속	1200 lm

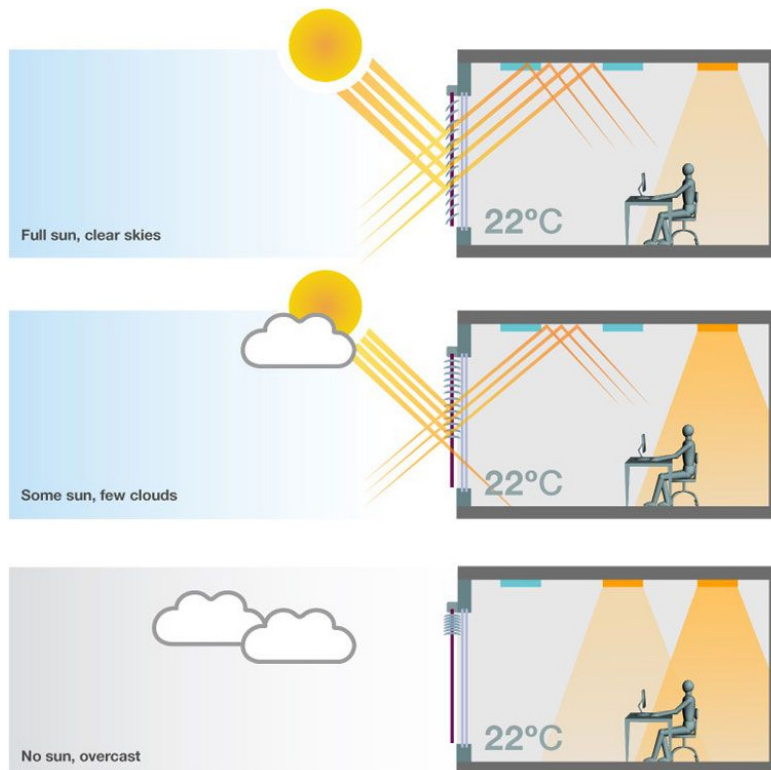
- 광속= 광원에서 나오는 빛의 총량 (Lumen)
- 광효율 = 광속/소비전력

◎ 조광 제어

- 자연채광과 인공조명을 조화시켜 쾌적한 빛환경을 확보하고 조명에너지를 절감
- 주광(Daylight)을 실내에 도입하여 인공조명과 연계하여 빛환경을 조절하는 방식
- 광센서로 주광을 감지하고, 적정 조도 유지에 필요한 만큼 조명 출력을 제어하여 조명 에너지를 절감



창문과의 거리에 따라 조명출력을 제어하는 조광제어 개념



차양장치와 연계한 조광제어 개념

◎ 참고서적 및 사이트

1. 김재수 (2013). 건축설비, 도서출판 서우
2. Baldi, S. et al. (2017). Real-time monitoring energy efficiency and performance degradation of condensing boilers. *Energy Conversion and Management*, 136, 329–339.
3. Hootman, T. (2012). *Net zero energy design: a guide for commercial architecture*. John Wiley & Sons.
4. Zhang, X., Rhee, K. N., Jung, G. J., & Kim, C. (2024). Exploring energy efficiency and savings potential of a horizontal domestic drain water heat recovery system in high-rise apartment buildings. *Energy and Buildings*, 325, 115038.
5. <https://www.kdhc.co.kr/kdhc/main/main.do>
6. <https://www.i-se.co.kr/index>
7. <https://kr.lgeaircon.com>
8. <http://renewability.com/>
9. <https://www.meanderhr.com/>
10. <https://www.caleffi.com/>

2025
제로에너지건축
전문인력 양성교육

입문교육



ZERO ENERGY BUILDING
TRAINING TO BE PROFESSIONALS

PART C

ZEB 사례

[C.1]

ZEB 건물 설계 사례(주거)

에너지자립주택 이노채
단지 경관계획과 친환경설계
이노채_그린/갤러리/컴포트
주요 녹색 기술

[C.2]

ZEB 건물 설계 사례(비주거)

ZEB 통합설계 프로세스
세운 5-1, 3구역 기부채납시설 ZEB 사례

[C.3]

ZEB 건물 컨설팅 사례

스마트 제로에너지시티
부산 에코델타 스마트빌리지 소개
제로에너지 주요 적용기술
ZEB 운영이슈 및 개선과제

[C.4]

ZEB 건물 인증 사례(주거)

ZEB의 에너지 자립률
공동주택 ZEB 인증사례
평가방법 개선(안) 안내

[C.5]

ZEB 건물 운영 사례(비주거)

비주거 ZEB 인증사례
에너지관리시스템

C.1

ZEB 건물 설계 사례(주거)

교육 목표

- ZEB 건물 설계 사례(주거)**
- * 최초의 ZEB 플러스 등급 본인증 설계 사례를 통한 ZEB 인증 설계 과정에 대한 이해
 - * 사례를 통한 제로에너지건축 전문가 관련 업무 수행에 도움

1 에너지자립주택 이노채

◎ 이노채 시범주택의 배경

- 코로나 이후의 “NEW NORMAL” 시대에 사회적 거리두기, 원격 근무 등과 함께 사람들의 주거 환경에 대한 관심
- 뉴노멀 시대에 단독주택은 개인의 안전과 위생 및 지속가능한 생활방식을 고려한 주거 형태로 주목

INNOCHAE_GREEN



ZEB +등급 (에너지자립률 127%)

INNOCHAE_GALLERY



ZEB +등급 (에너지자립률 131%)

INNOCHAE_COMFORT



ZEB 1등급 (에너지자립률 102%)

◎ 이노채 시범주택의 컨셉

- 뉴노멀 시대의 환경과 지속가능성에 대한 거주자들의 관심에 부응하고, 에너지자립주택의 가능성을 다양한 라이프스타일에 맞추어 확장할 수 있는 세 가지 컨셉으로 디자인
- '이노채_그린'은 바이오필릭이 구현된 친환경 주거공간, '이노채_갤러리'는 재활용이 가능한 강건재 특화주택, '이노채_컴포트'는 친숙하고 따뜻한 소재의 한식주거공간으로 계획

INNOCHAE_GREEN
지속가능하고 쾌적한 삶의 경험

Royal Natural



바이오필릭이 구현된 친환경 주거공간

다목적 활용 가능한 자연친화적 대공간

파노라마 그린 뷰의 쾌적한 침실

INNOCHAE_GALLERY
다양한 강건재의 가능성을 상상

Recycling Steel



재활용이 가능한 강건재 특화주택

사계절의 자연을 담은 중정공간

전시공간으로 활용 가능한 지하라운지

INNOCHAE_COMFORT
한옥 스타일의 편안한 주택공간

Traditional Elegance



친숙하고 따뜻한 소재의 한식주거공간

다양한 문화와 경험을 위한 교류공간

개인의 라이프스타일을 위한 취미실

◎ 이노채 시범주택 적용단지

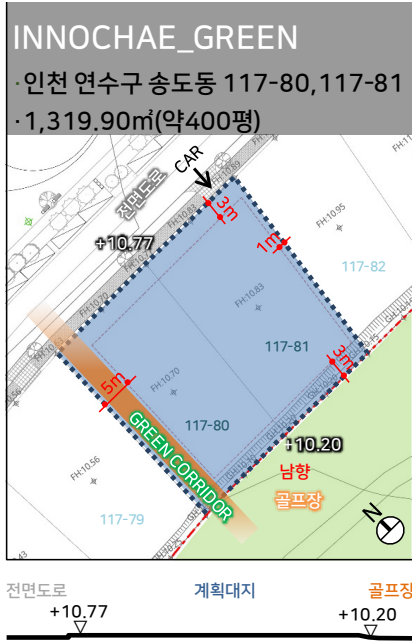
- 인천 송도 잭니클라우스 골프장 내 주택단지에 위치, 2023년 10월 3차 준공
- 주택단지의 개별 토지 소유자들에 친환경 주택 건설 홍보로 친환경 단지 조성 유도 및 강건재 친환경주택의 저변 확대를 목적으로 건립됨



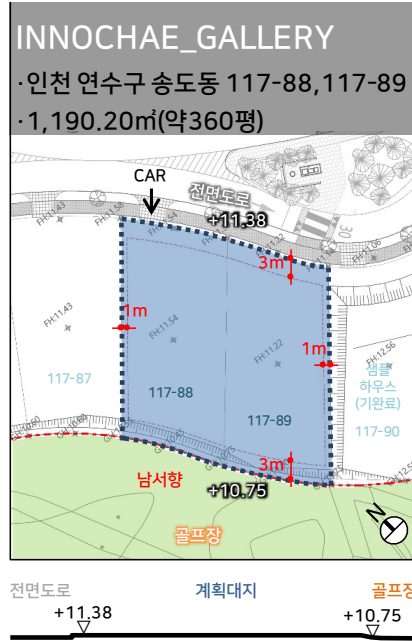
2 단지 경관계획과 친환경설계

◎ 주택별 입지 환경

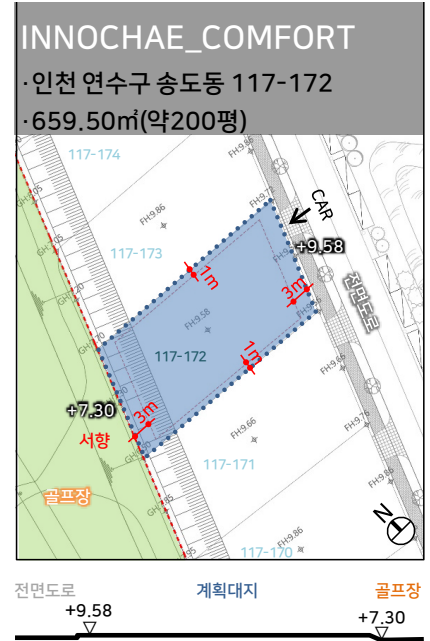
- 단지의 비정형적인 필지구획 특성에 의해, 서로 다른 입지환경 고려



• 일조: 골프장 방향으로 정남향



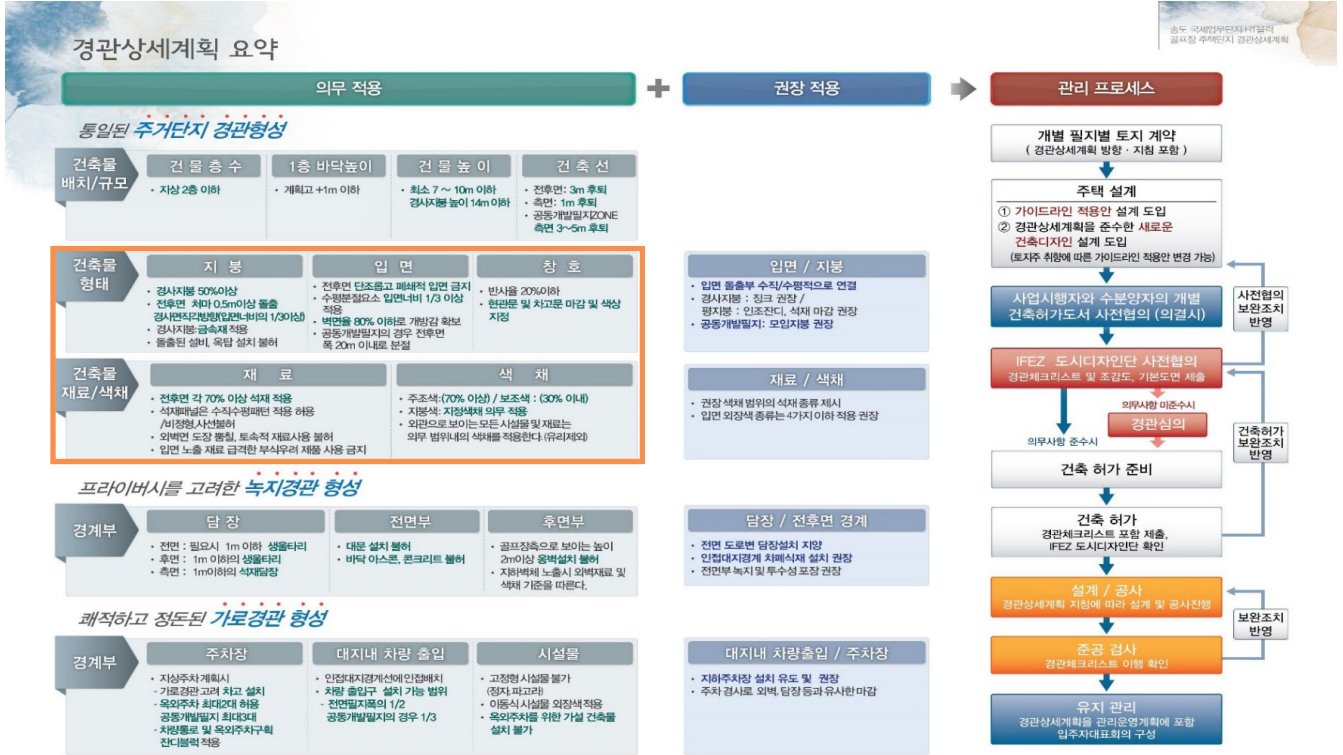
• 일조: 골프장 방향으로 남서향



• 일조: 골프장 방향으로 서향

◎ 경관상세계획의 적용

- 인천경제구역의 지구단위계획 및 경관상세계획 적용 대상 지역
- 지붕, 입면, 창호와 같은 건축물 형태와 재료, 색채 등이 의무사항으로 지정되어 있음
- 경관상세계획 범위 내에서 패시브 디자인 조율하는 것이 주요 설계 이슈 사항이었음



Detailed Cityscape Plan of Songdo City H1 Block | 3

◎ 경관상세계획과 패시브디자인

- 경관상세계획의 내용인 외장재 전후면 70% 이상 석재 적용을 위해 석재 패턴 강판 활용, 재활용 자재 사용률 증가
- 허용경사도 내 BIPV 설치 지붕면의 최적 경사도 설정
- 제로에너지 구현, 경관상세계획, 골프장 조망 등을 모두 고려한 주택 창면적비 최소화 조율

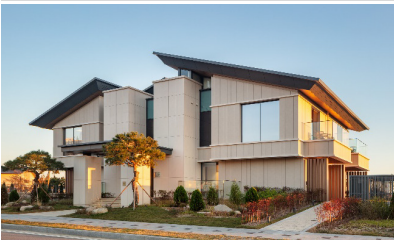
외장재 : 석재

경관상세계획을 준수한 주재료 반영

“ 전후면 70% 이상 적용 ”



재활용 가능한 석재패턴강판 적용



지붕 : 경사지붕

경관상세계획을 준수한 경사지붕 디자인

“ 경사지붕 50% 이상
허용지붕경사도 ”



BIPV 효율 고려, 최적 경사각도 설정



창면적비 : 상호최소화

에너지손실 최소화한 입면 디자인

“ 창면적비 최소화
전/후면 위주 상호 계획 ”

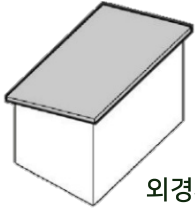


골프장 조망에 창면적 집중

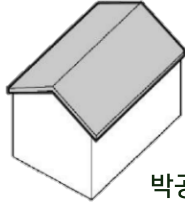


◎ 지붕 형태의 최적화

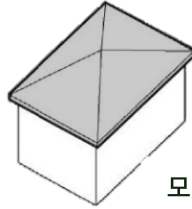
- 경관상세계획 허용 경사지붕 형태: 경사지붕 50% 이상 설치 의무



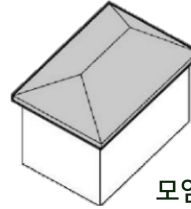
외경사지붕



박공지붕

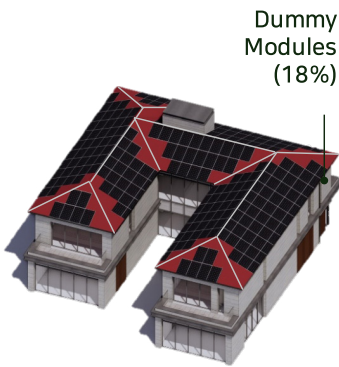


모임지붕-A



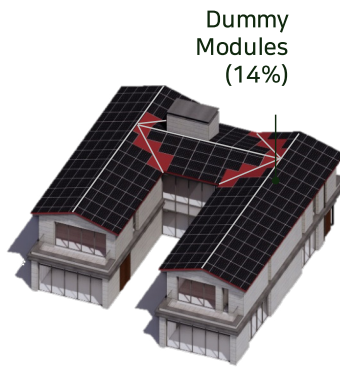
모임지붕-B (우진각지붕)

- BIPV 설치 유효면적 검토 : BIPV 실모듈 설치비율 최대화 및 DUMMY 부재 비율 최소화 방안 계획



모임지붕

BIPV 실모듈 설치비율: 약 80%
DUMMY 부재 비율: 약 18%



박공지붕

BIPV 실모듈 설치비율: 약 84%
DUMMY 부재 비율: 약 14%

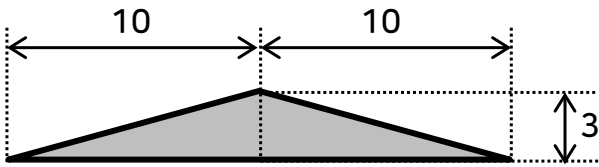


외경사지붕

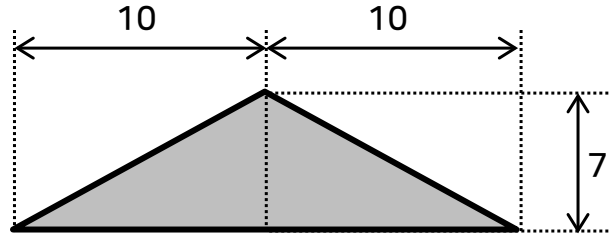
BIPV 실모듈 설치비율: 약 87%
DUMMY 부재 면적: 없음

◎ 최대 효율의 지붕 경사도 설정

- 경관상세계획 허용 지붕 경사도 충족 ($17^{\circ} \sim 35^{\circ}$)

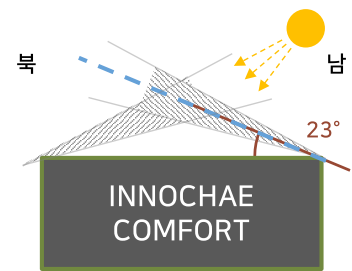
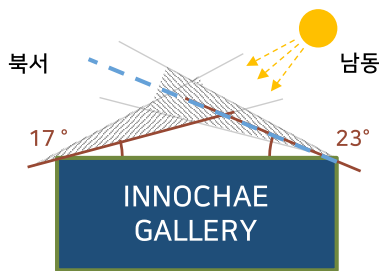




최소 경사도: 3/10 이상



최대 경사도: 7/10 이하

- 경관상세계획 최저기준 17° 적용으로 볼륨 최소화
- 남향측(남동, 남)은 친환경 경사지붕 인정이 가능한 23° 적용하여 볼륨 최소화

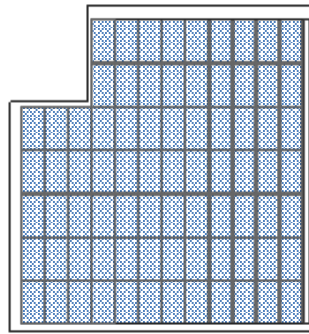
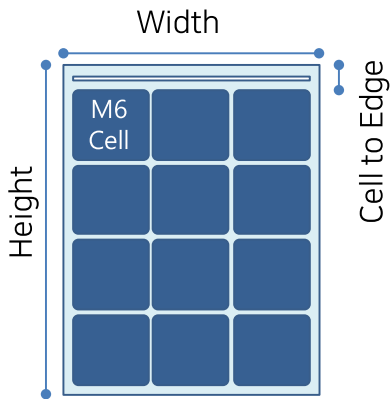


 경관 경사지붕 기울기범위 (17° 이상~ 35° 이하)
 친환경 관련 경사지붕 인정 기준(23° 이상)

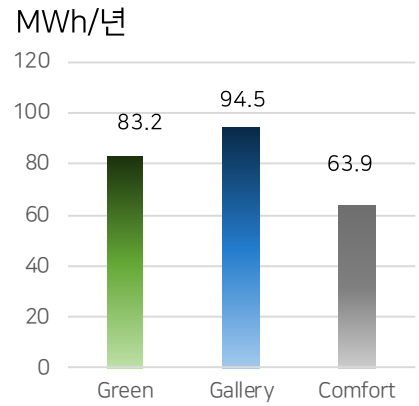
※ 방위별 태양광 발전 효율성: 남(1.00) > 남서(0.93) > 남동(0.91) > 수평(0.87) > 서(0.76) > 동(0.73)

◎ BIPV 최적화 계획

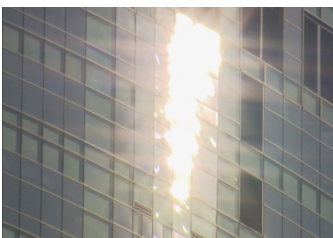
- 모듈용량 극대화: 셀 단부 여백을 최소화한 모듈규격 선정 및 지붕 형태 조정으로 발전 용량 최대화 (모듈효율 17% 이상 확보)
- BIPV 최대 설치용량 확보를 위해 지붕 크기를 모듈 규격에 최적화, dummy 부재 최소화를 위한 지붕크기 설정



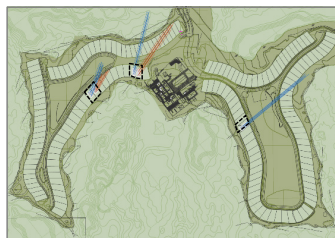
78 Modules / 0 Dummy



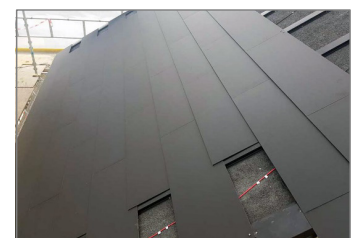
- BIPV 표면 유리의 경면반사로 인한 빛 공해 방지 및 발전효율을 위해 시뮬레이션을 통한 마감재 적용



BIPV 표면 경면반사에 따른 빛 공해 발생 문제 우려



시뮬레이션을 통한 단지내 빛 반사 영향 여부 확인

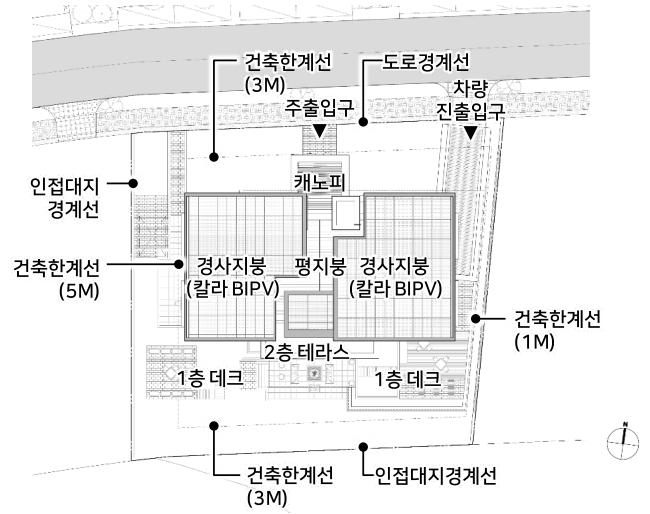


난반사 Satin Glass 적용으로 빛공해방지및발전효율개선

3 이노채_그린

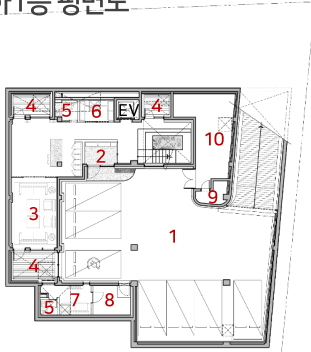
◎ INNOCHAE_GREEN | 개요 및 배치도

대 지 면 적 1,319.90㎡
 연 면 적 1,026.27㎡
 규 모 지하1층, 지상2층
 단 열 재 그라스울 T180+T150 등
 창 호 T47 로이삼중유리+AL 프레임 등
 환 기 시 스템 열회수형 환기장치
 에 너 지 관 리 HEMS & 홈통합
 건 축 물 인 증 제로에너지 1+, 에너지효율등급 1+++
 수 상 내 역 Constructsteel Awards 2023
 - "Excellence in Sustainability" 부문 수상



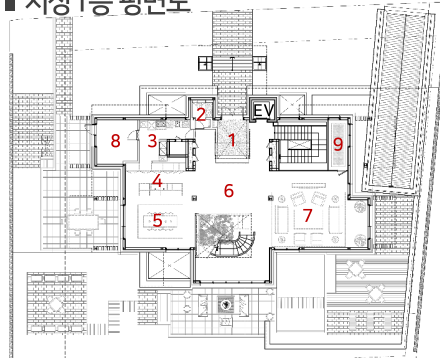
◎ INNOCHAE_GREEN | 평면도

■ 지하1층 평면도



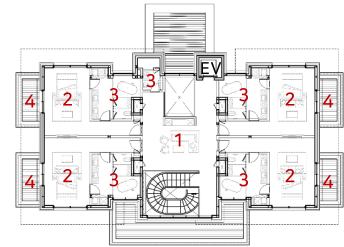
- 1 주차장 2 현관 3 라운지 4 선큰 5 욕실 6 창고
- 7 기사대기실 8 서버실 9 전기실 10 기계실

■ 지상1층 평면도

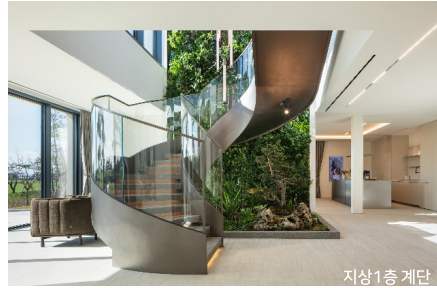
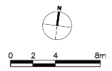


- 1 현관 2 욕실 3 보조주방 4 주방 5 다이닝 6 웰컴라운지
- 7 거실 8 창고 9 조경공간

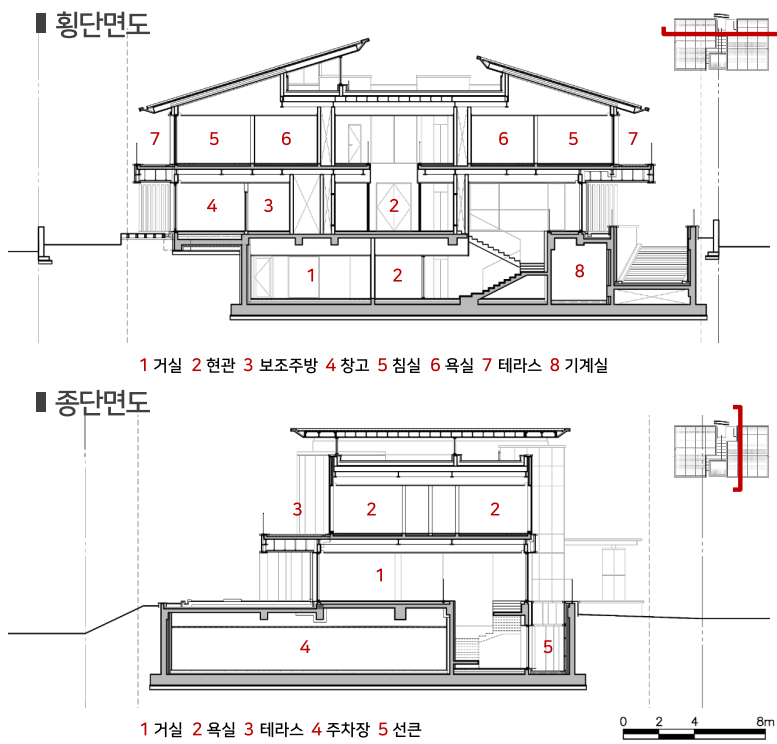
■ 지상2층 평면도



- 1 거실 2 침실 3 욕실 4 테라스



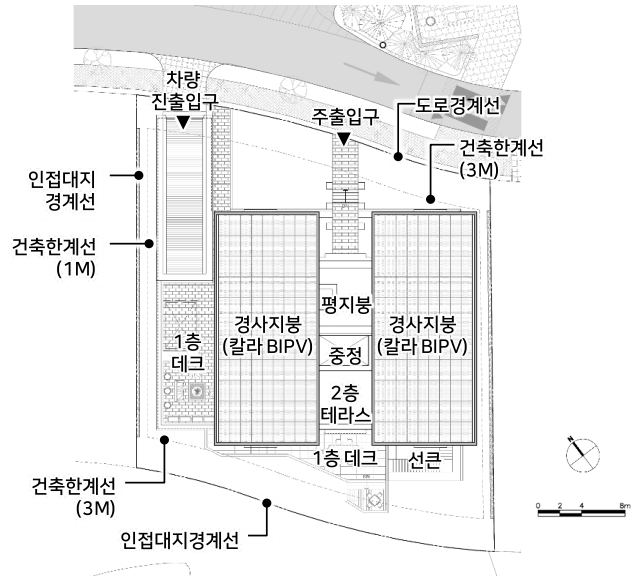
◎ INNOCHAE_GREEN | 단면도



4 이노채_갤러리

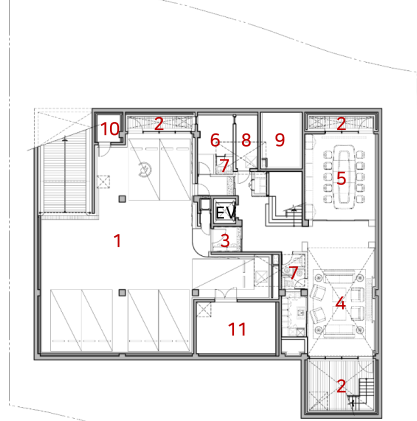
◎ INNOCHAE_GALLERY | 개요 및 배치도

대 지 면 적 1,190.20㎡
 연 면 적 1,027.11㎡
 규 모 지하1층, 지상2층
 단 열 재 그라스울 T180+ T150 등
 창 호 T47 로이삼중유리 + AL 프레임 등
 환기시스템 열회수형환기장치
 에너지관리 HEMS & 홈통합
 건축물인증 제로에너지 1+, 에너지효율등급 1+++
 수 상 내 역 Constructsteel Awards 2023
 - "Excellence in Sustainability" 부문 수상



◎ INNOCHAE_GALLERY | 평면도

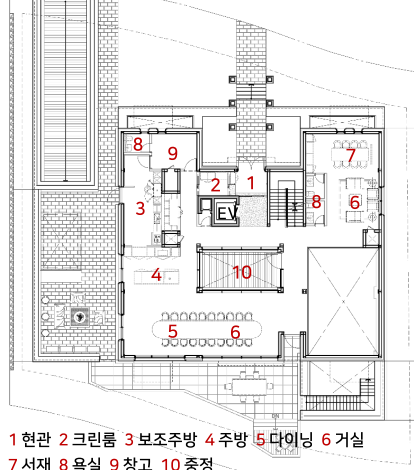
■ 지하1층 평면도



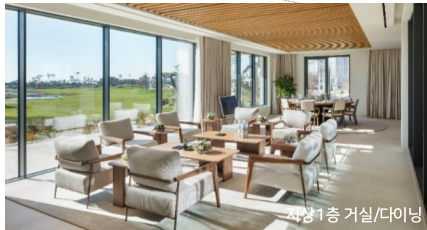
1 주차장 2 선크 3 현관 4 거실 5 서재 6 기사대기실
7 욕실 8 서버실 9 PIT 10 전기실 11 기계실



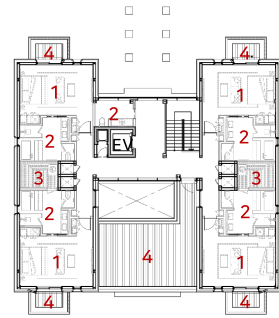
■ 지상1층 평면도



1 현관 2 크린룸 3 보조주방 4 주방 5 다이닝 6 거실
7 서재 8 욕실 9 창고 10 중정



■ 지상2층 평면도

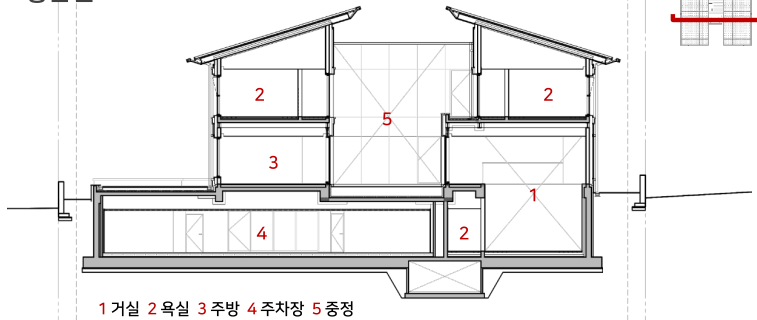


1 침실 2 욕실 3 사우나 4 테라스



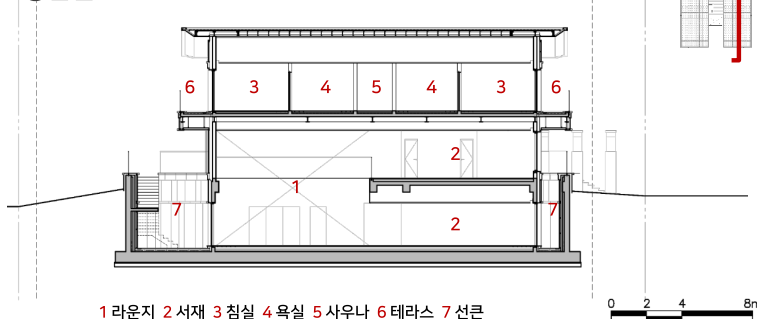
◎ INNOCHAE_GALLERY | 단면도

■ 횡단면도

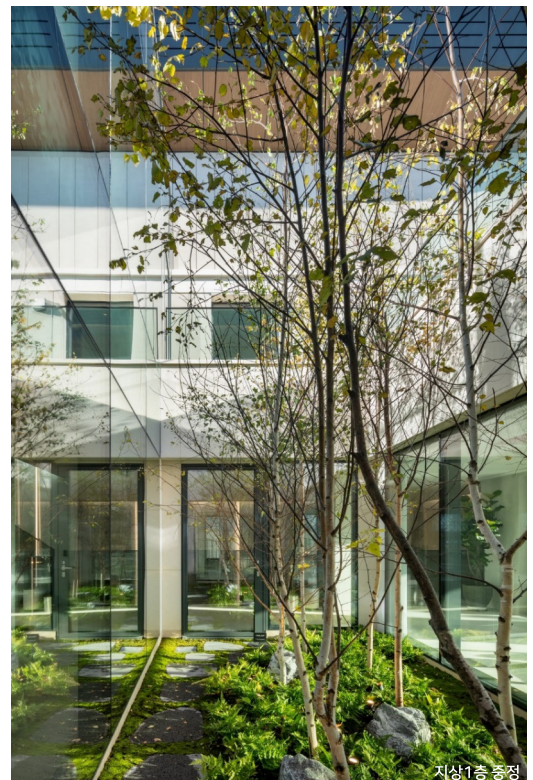


1 거실 2 욕실 3 주방 4 주차장 5 중정

■ 종단면도



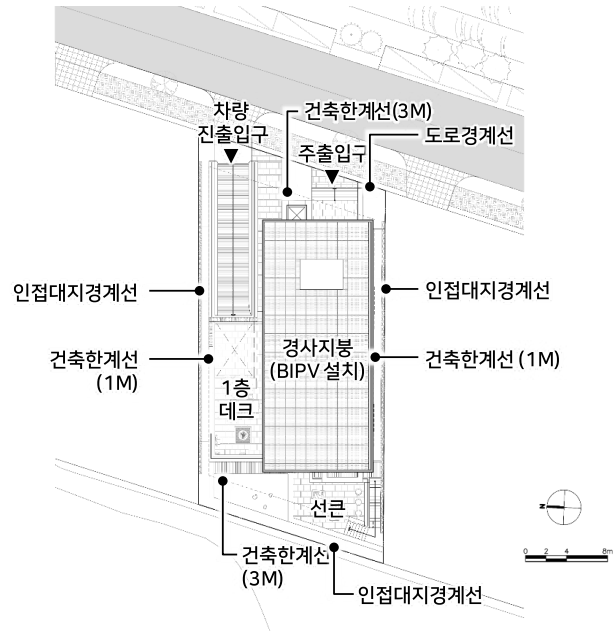
1 라운지 2 서재 3 침실 4 욕실 5 사우나 6 테라스 7 선크



5 이노채_컴포트

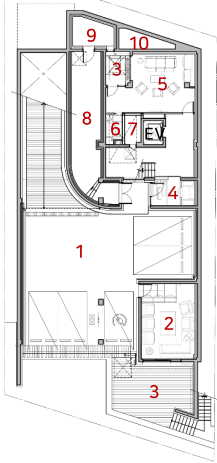
◎ INNOCHAE_COMFORT | 개요 및 배치도

대지면적 659.60㎡
 연면적 692.02㎡
 규모 지하1층, 지상2층
 단열재 그라스울 T180+T150 등
 창호 T47 로이삼중유리 + AL 프레임 등
 환기시스템 열회수형환기장치
 에너지관리 HEMS & 홈통합
 건축물인증 제로에너지 1, 에너지효율등급 1+++
 수상내역 Constructsteel Awards 2023
 - "Excellence in Sustainability" 부문 수상



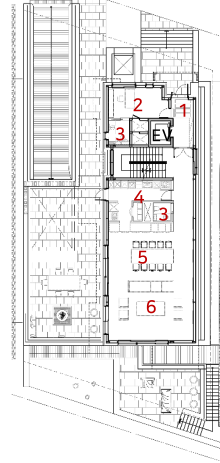
◎ INNOCHAE_COMFORT | 평면도

■ 지하1층 평면도



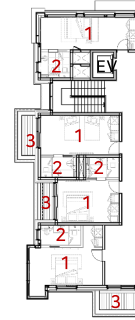
- 1 주차장
- 2 취미실
- 3 선근
- 4 현관
- 5 라운지
- 6 욕실
- 7 전기실
- 8 기계실
- 9 서버실
- 10 PIT

■ 지상1층 평면도

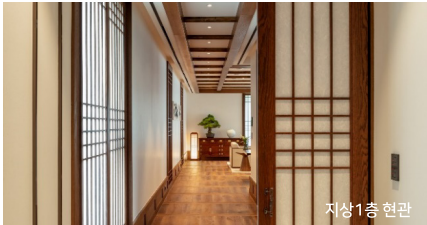
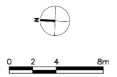


- 1 현관
- 2 알파룸
- 3 욕실
- 4 주방
- 5 다이닝
- 6 거실

■ 지상2층 평면도

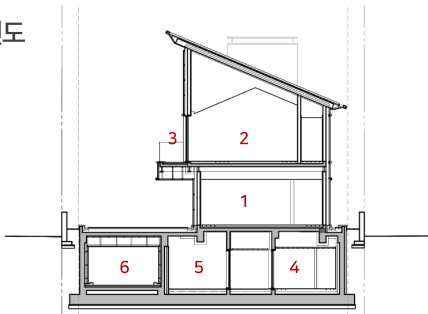


- 1 침실
- 2 욕실
- 3 테라스



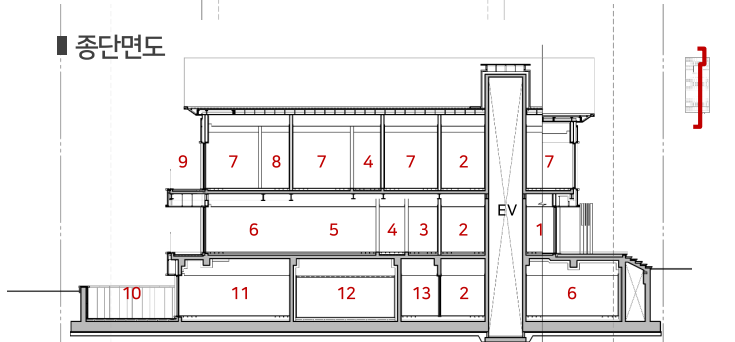
◎ INNOCHAE_COMFORT | 단면도

■ 횡단면도

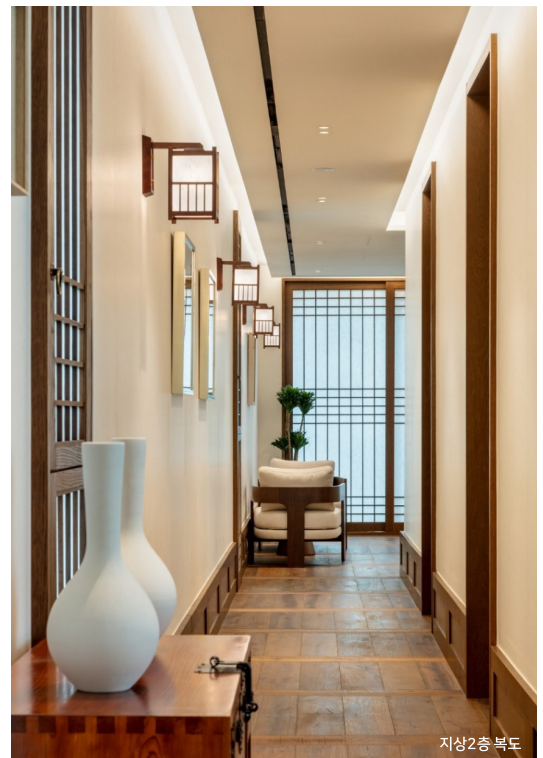
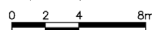


- 1 보조주방
- 2 침실
- 3 테라스
- 4 현관
- 5 기계/전기실
- 6 램프

■ 종단면도



- 1 서재 2 복도 3 주방 4 욕실 5 다이닝 6 거실
- 7 침실 8 드레스룸 9 테라스 10 선근 11 취미실 12 주차장 13 현관

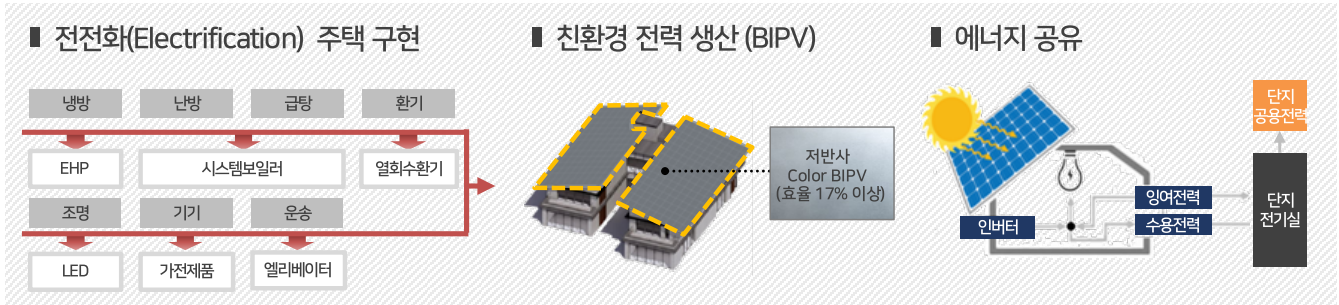


6 주요녹색기술

◎ 친환경 적용 기술 및 전전화 주택 구현

- Next Zero 구현 기술에 있어 단독주택은 상업시설에 비해 제약이 많음
- 최신 기술보다는 적용 가능한 기술의 조화를 통해 최적화된 목표를 달성하고자 노력
- 이노채는 전전화 주택(사용하는 에너지원을 모두 전기로 충당하도록 설계한 주택) 달성에 큰 의의

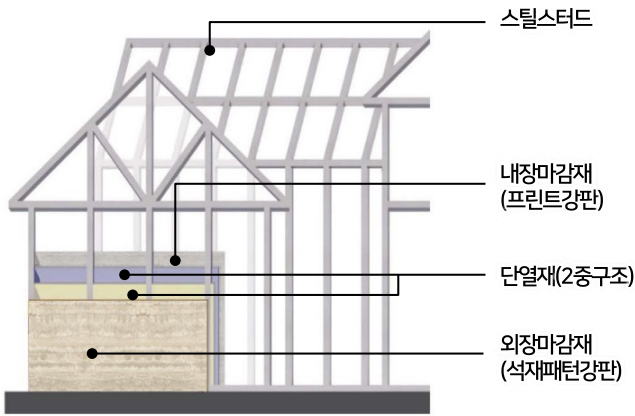
PASSIVE DESIGN			RENEWABLE	
로이삼중창호  U=0.8~1.2 W/m ² K(금속제)	창면적비 최소화  창면적비 max 27% 이내	고기밀성 외피  전식외피침기방자기술 적용	BIPV  C2G 처반사 칼라 BIPV	Net Zero  에너지자립률 100% 이상
ACTIVE TECHNOLOGY			OPERATION	
H/P 냉·난방&급탕  전전화(全電化) 주택 구현	열회수형환기장치  공간별 개별&통합제어 적용	조명제어  LED 조명 개별·존별 제어	회로레벨 계측  세부전력계측 및관리가능	HEMS&홈합  주택내 에너지사용량 최적 관리



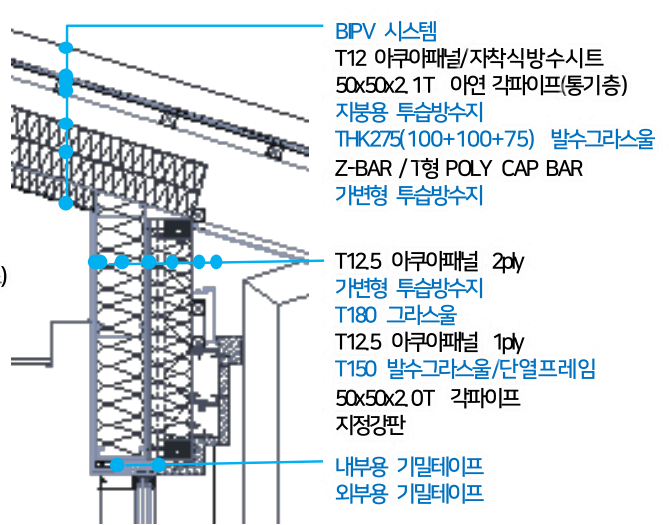
- 난방과 급탕 시스템을 전기히트펌프로 대체하여 주택 내 모든 시스템을 전기에너지 기반으로 구축
- 주택에서 사용되는 전기는 BIPV 발전 전력으로 상쇄 가능하며 잉여 에너지는 단지 내에서 공유하도록 계획

◎ 스틸 하우스의 친환경 기술 구현

● Steel House 구현



● 외피 성능 강화를 위한 Detail



- 스틸하우스는 탈현장시공이 가능한 대표적인 시스템으로 사용 후 재활용 가능
- 스틸 하우스의 지속가능성

구분	스틸 하우스	RC 하우스
내재탄소	79%	100%
라돈배출	16%	100%
시공방법	Off-Site Construction	On-Site Construction
재활용	사용 후 재활용(PCR) 극대화	재생골재 외 재활용 제한
단열성능	 열교보강 이중단열구조	 단일 단열구조

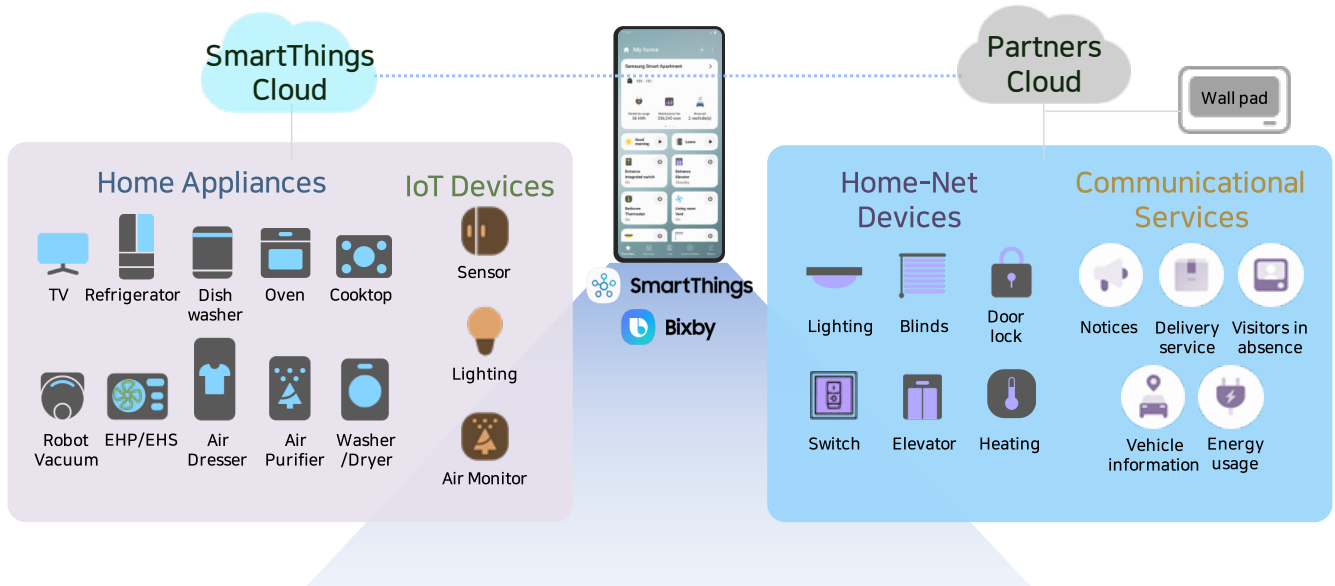
- 자재 생산, 시공, 폐기까지 내재 탄소량을 줄인 지속가능한 건축물로 실내 공기질 향상과 이중단열구조 적용 가능
- 기밀과 열교 측면에서 습식구조보다 불리한 단점 극복을 위해 이중단열구조 적용 및 모든 joint 누기 방지 계획

● 외피 기밀성 강화 계획



◎ 스마트 홈 통합 솔루션

- 주택 전체의 에너지 및 전자 시스템을 하나의 앱으로 통합·운영하는 스마트 홈 통합 솔루션 적용
- 홈 네트워크 기술 적용으로 스마트폰을 통한 가전제품 및 기기 제어 가능
- 에너지 사용량과 생산량 데이터 축적으로 향후 주택 프로젝트 친환경 전략의 기초자료로 활용 예정



주택 전체의 에너지 및 전자 시스템을 하나의 앱으로 통합·운영하는 스마트 홈 통합 솔루션 적용

◎ 참고서적 및 사이트

1. https://www.ifez.go.kr/main/parts/landscape/data_plan/view.do
2. <https://news.kbs.co.kr/news/pc/view/view.do?ncd=5145560>

C.3

ZEB 건물 컨설팅 사례

교육 목표

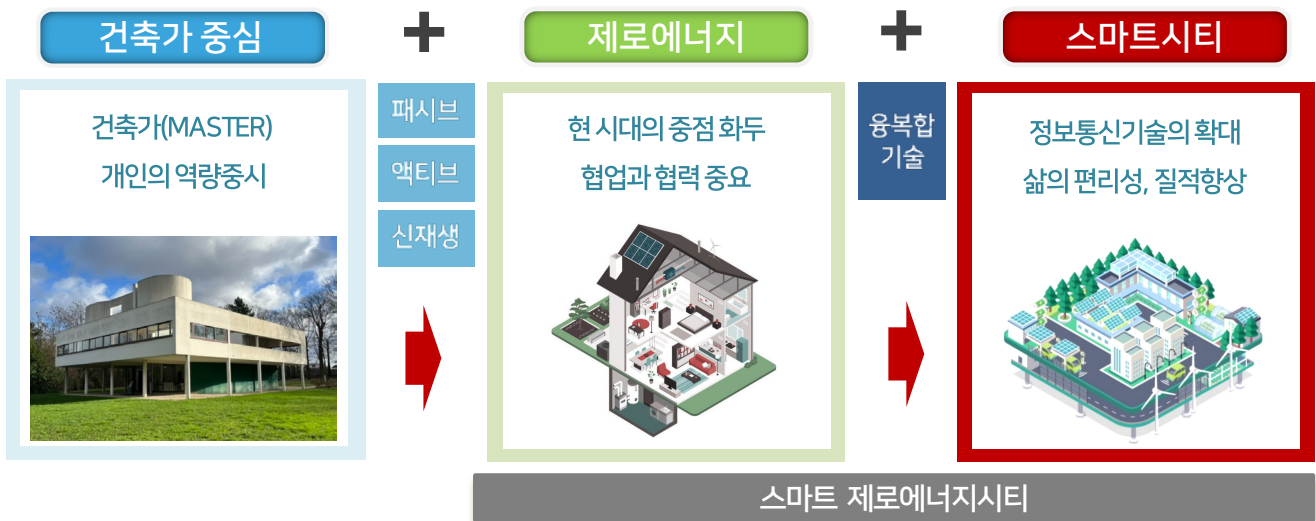
ZEB 건물 컨설팅 사례

- * 제로에너지건축물과 미래 스마트시티의 이해
- * 제로에너지건축물 1등급을 위한 제로에너지 주요기술 항목 및 성능 이해
- * 준공 후 제로에너지건축물 운영 이슈 및 향후 개선과제 이해

1 스마트 제로에너지시티

◎ 스마트시티

- 첨단 정보통신기술(ICT)을 이용해 도시생활 속에서 유발되는 교통, 환경, 주거, 시설비 효율 등을 해결해 시민들이 편리하고 쾌적하게 살 수 있도록 조성된 똑똑한 도시



제로에너지건축물을 넘어 첨단정보통신기술이 결합된 스마트 시티로의 전환

지구온난화 문제로 환경과 에너지의 중요성이 커지며 최근 제로에너지가 화두가 되고 있다.

2 부산 에코델타 스마트빌리지

◎ 건립 목적

- 에코델타 스마트시티에 구현될 미래생활과 새로운 기술을 미리 만나볼 수 있는 실증단지 구현
- 시민이 직접 거주하며 도입될 혁신기술을 미리 경험해 보고, 피드백 해 개발 검증 및 양산을 돕는 실험적 공간



부산 에코델타시티 스마트빌리지 전경

◎ 개요

- 입주민이 5년간 거주하며 공공(R&D) 및 민간기업과 함께 스마트 혁신기술을 중심으로 리빙랩 운영

◎ 구성

- 면적 : 0.02km2(약 0.6만평)
- 계획인구 : 약200명 (54세대 - 입주민, 2세대: 체험세대-홍보투어 진행)

구분	관리세대	특별세대	일반세대	체험세대
법률	6세대	12세대	36세대	2세대
구분	퍼실리테이터	다양한 가구 유형	인구 구성별	빌리지 체험
구성	6대 과제 연구	청년, 신혼, 장애인 등	2~3인/4인/다인가구	스마트기술체험

◎ 주요 현황사진



◎ 실증단지 구성

- 스마트빌리지 19세대 + 37세대 + 플랫폼센터 + 커뮤니티 센터 등



실증단지에는 에코델타 스마트빌리지 외 어반테크하우스, 청년작가정원, 3D 프린팅 하우스, 스마트 정수장 등 위치

◎ 19세대 구성

- 2층형 주거공간: 1인부터 2~3인 가구까지 다양한 형태의 가족 구성 수용 가능

블록형 주동타입

6세대가 모여 스마트 블록 구성, 블록과 블록 사이
마주보는 6개 유닛의 퍼블릭한 공유 공간 형성

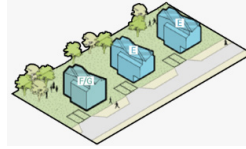


- 세대 합벽계획으로 외피면적축소
- 세대별 주차장 계획/생활편의 확보
- BIPV를 적용한 친환경 스마트지붕



단독형 주동타입

IoT 기술과 친환경 기술이 집약되고
다채로운 공간구성으로 다양한 가족 형태를 수용



- 완충녹지인접한 친환경 주거환경
- 세대 단독 주차장 설치
- 남측에 세대 프라이빗 가든 계획



◎ 37세대 구성

- 3층형 주거공간: 4인가구를 위한 넓은 공간 구성으로 4가지 타입

블록형 주동타입

스마트 코리더와 연계한 스마트 야드에 공유마당을
두고 3세대형 8개동 (3층형)



- 세대 합벽 계획으로 외부공간 증대
- 보행자 위주의 스마트 플레이 야드
- 테라스 설치로 서비스 공간제공



단독형 주동타입

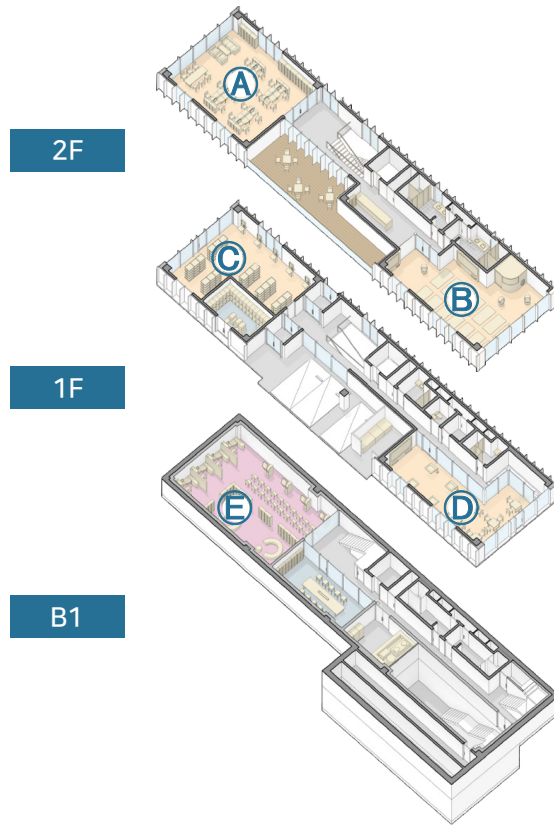
자연과 낭만을 즐길 수 있는 온전한
나만의 집을 제공



- 완충녹지변으로 열린 뷰 확보
- 주차상 상부 테라스 계획
- 복층형 거실과 넓은 침실 계획



◎ 커뮤니티 센터



A. 웰니스센터

입주자 건강을 관리하는 헬스케어센터



B. AI 피트니스센터



C. 무인편의점 및 택배보관소

입주민 생활편의 위한 무인서비스 제공



D. 스마트 카페



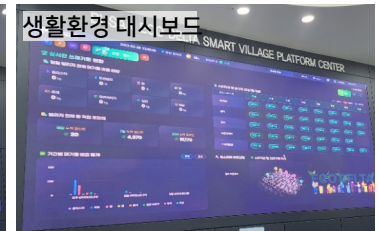
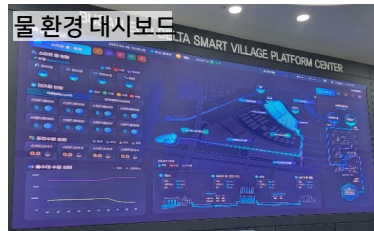
E. 메이커스페이스

다양한 종류의 생산활동을 지원하는 공간

- Learn, Work and Play!
- 한곳에서 즐기는 미래형 생활
- 무인편의점, 무인로봇스마트카페, 비대면 헬스케어센터, 스마트 피트니스센터

◎ 플랫폼센터 관제화면

- 효율적인 관제 실현을 위해 6개의 테마별 스마트 관제 대시보드 설계



홍보관 2층에 위치한 플랫폼 센터에서 에너지, 교통, 물, 건강 등 혁신 기술 범주별 통합관제 및 컨트롤

◎ 6가지 스마트 혁신 기술

- 시중에 적용되었거나 단일 신기술로 서비스되고 있는 기술들이지만 융복합 데이터 플랫폼으로 종합 관제



융복합데이터 플랫폼 기반으로 효율적인 관제 실현

◎ 에너지 | 주요 적용 사항

- 국내 최초 제로에너지 건축물 1등급 단독주택단지 조성

제로에너지1등급

- 패시브 기술 및 융복합 시스템 적용
- 태양광 503.3kWp, 지열 시스템 282.9kW, 수열 시스템 505.1kW 적용
- 패시브, 액티브 계획을 통한 에너지효율등급 1+++등급 확보
- 신재생에너지 최적 설치로 제로에너지 건축물 1등급 주거 단독주택 단지계획

저에너지 주택단지 조성으로 탄소중립 실천

에너지 자립률 100% 이상 확보로 국내 최초 제로에너지 1등급 단독주택단지 조성

◎ 제로에너지 1등급 확보

- 신재생에너지 도입을 통해 에너지효율등급 1+++, 제로에너지 건축물 인증 1등급 달성



Passive 기술 적용

Passive 기술 적용을 통해 건축물의 단열 및 기밀 성능을 강화하여 냉난방에너지 절감



융복합시스템 적용

태양광 발전과 국내 최초 수열&지열 융복합시스템을 통해 전기, 열에너지 생산



1. 에너지관제플랫폼



다양한 신재생에너지 활용, 지속가능한 저탄소제로 에너지하우스

2. 태양광



건물지붕, 홍보관 등에 태양광 발전설비 설치로 전력생산

3. 열에너지(수열·지열)



지중열과 인근하천(낙동강, 평강천)의 열원을 활용한 냉난방에너지 공급

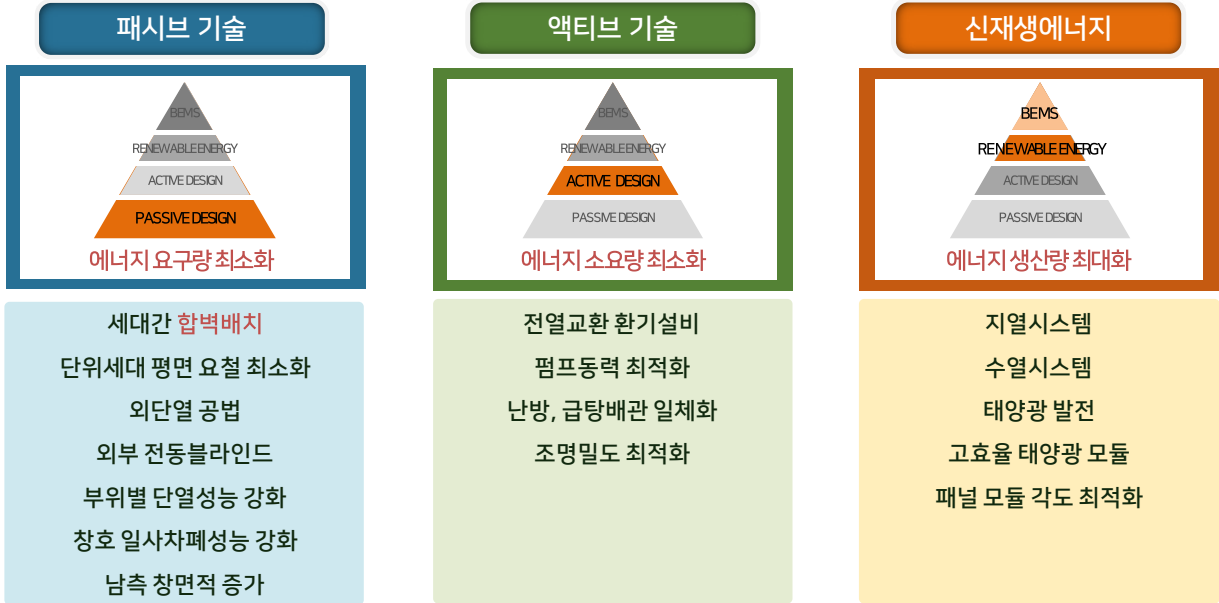
4. 에너지 절감 기술



전열교환 환기장치, 열교차단, 고기밀 시공 등 열손실 최소화

3 제로에너지 주요 적용기술

◎ 단계별 제로에너지 주요 적용기술

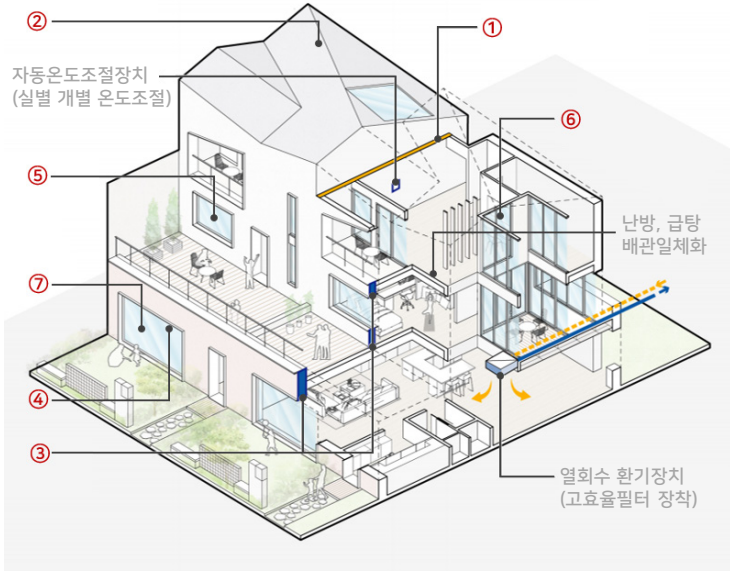


에코델타 스마트빌리지 제로에너지건축물 1등급 달성

제로에너지건축물 1등급 목표 달성을 위해 설계 초기단계부터 에너지요구량 저감 노력

◎ 패시브 기술 주요사항

- 세대간 합벽 배치, 단위세대 평면 요철 최소화, 외단열 공법, 외부 전동 블라인드 적용 등



1 세대간 합벽배치

합벽배치로
외피면적 감소

2 세대 요철 최소화

요철 최소화로
외피면적 감소

3 외단열 공법

외단열 공법 적용으로
열교 최소화

4 외부 전동블라인드

실내일사 차단
냉방부하 저감

◎ 패시브 기술 | 성능별 민감도 검토

- 단열성능 강화(공동주택 중부1 기준 대비 향상), 로이아르곤 복층유리, 창호 일사차폐성능 강화, 남측면 창 면적 증가

5 부위별 단열성능 강화(공동주택 중부1 대비 향상)

외벽(직접)	바닥(간접)	창호
열관류율 0.150W/m ² K 열관류율 0.102W/m ² K	열관류율 0.210 W/m ² K 열관류율 0.117W/m ² K	열관류율 0.900W/m ² K 열관류율 0.674W/m ² K

단열성능 강화

6 창호 일사차폐성능 강화

로이 코팅
실외 실내

0.516 → 0.348

7 남측면 창면적 증가

30% → 45%

자립률

0.140 → 0.102
W/m²K

자립률

0.175 → 0.117
W/m²K

자립률

0.880 → 0.674
W/m²K

단열성능을 강화할수록 자립률이 향상되지만 일정수준 이상부터 효과는 미미함

자립률

SHGC 0.516 → 0.348

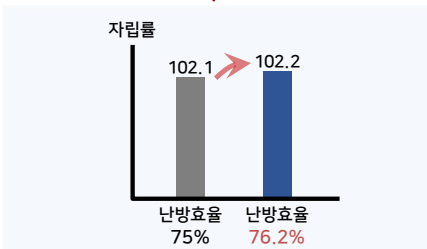
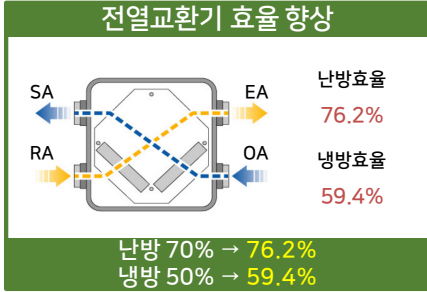
자립률

창면적비 30% → 45%

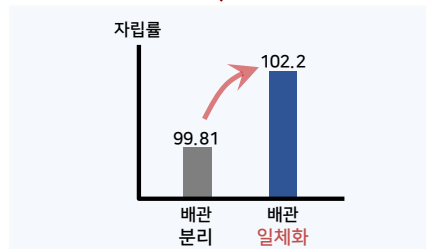
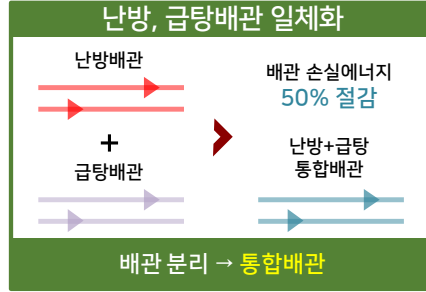
SHGC를 낮출수록 냉방에너지 저감은 불리하지만 상대적으로 냉방에너지 절감량이 커서 자립률 향상에 유리함

◎ 액티브 기술 | 항목별 민감도 검토

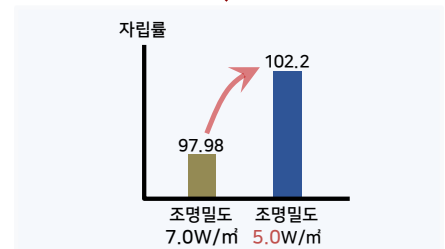
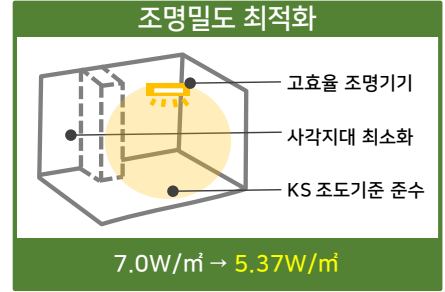
- 전열교환기 효율 향상, 난방, 급탕배관 일체화 시공, 조명 밀도 최적화



냉, 난방효율 향상으로 인한 자립률 향상 효과는 미비함



배관 일체화를 통한 배관길이 축소로 자립률 향상에 효과가 큼



조명밀도가 낮아질수록 자립률 향상 효과가 크지만 실내 조도와 동시 고려 필요

◎ 신재생에너지 주요사항

- 태양광 발전(PV/BIPV), 지열 냉난방시스템, 수열시스템, ESS



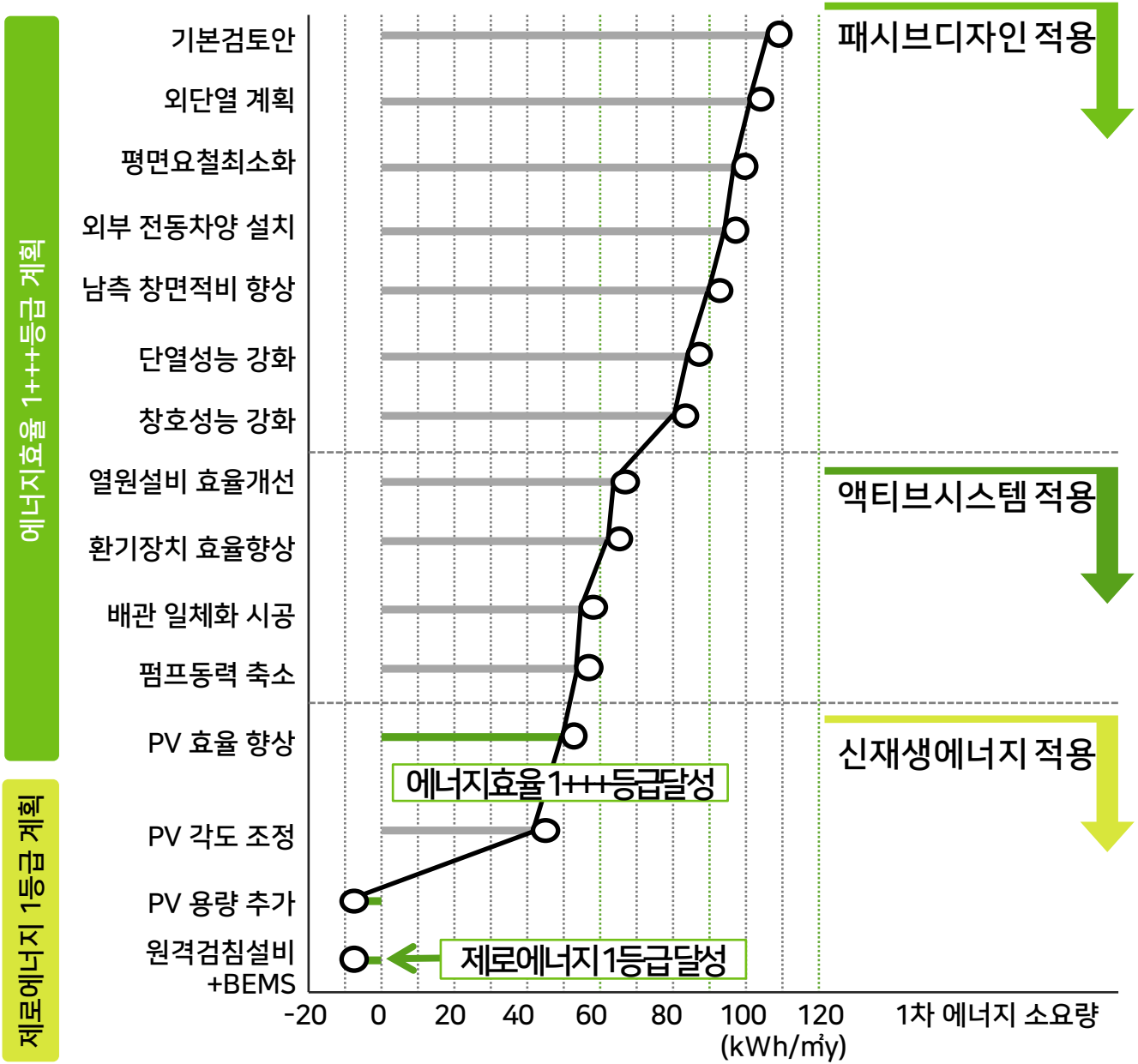
<p>태양광 발전(PV)</p> <p>436.65kWp</p>	<p>태양광 발전(BIPV)</p> <p>66.65kWp</p>	<p>지열/수열 시스템</p> <p>연간 15°C 지열이용</p> <p>지열 282.9kW / 수열 505.1kW</p>	<p>ESS</p> <p>리튬이온 배터리</p> <p>PCS EMS&PMS</p> <p>400kW</p>
---	--	--	---

◎ 신재생에너지 | 태양광 민감도 검토

- 고효율 태양광 모듈 적용, 패널 각도 최적화

<p>고효율 태양광 모듈</p> <p>효율 19% → 효율 20.5%</p>	<p>패널 각도 최적화</p> <p>0도(수평) → 25도</p>
<p>자립률</p> <p>19% 일반모듈: 95.3 20.5% 고효율모듈: 102.2</p> <p>동일 패널면적 대비 고효율 모듈 적용시 에너지자립률 향상 효과 큼</p>	<p>자립률</p> <p>0도(수평): 98.19 25도: 102.2</p> <p>자립률 향상을 위해서 패널 각도 수평 대비 최소 22.5도 이상 각도 적용이 유리함</p>

◎ 1차에너지소요량 분석 결과 및 에너지 자립률



◎ 1차에너지소요량 분석 결과 및 에너지 자립률

*37세대 기준

사전 검토

1차너지소요량 : 118.0kWh/m²yr

에너지자립률 : 48.56 %

“제로에너지 4등급” 수준

(태양광 세대당 : 5 kWp 적용)

패시브디자인 적용

1차너지소요량 : 106.8kWh/m²yr

에너지자립률 : 51.05 %

“제로에너지 4등급” 수준

(태양광 세대당 : 5 kWp 적용)

액티브시스템 적용

1차너지소요량 : 92.7 kWh/m²yr

에너지자립률 : 54.58 %

“제로에너지 4등급” 수준

(태양광 세대당 : 5 kWp 적용)

신재생에너지 적용

1차너지소요량 : -4.7 kWh/m²yr

에너지자립률 : 102.2 %

“제로에너지 1등급” 확보

(태양광 세대당 : 8.2 kWp 적용)

4 ZEB 운영이슈 및 개선과제

◎ 에너지 자립률 100%의 의미

- 에너지 자립률의 법적 정의

$$\text{에너지자립률(\%)} = \frac{\text{단위면적당 1차에너지생산량}}{\text{단위면적당 1차에너지소비량}^*} \times 100$$

*단위면적당 1차에너지소비량 = 단위면적당 1차에너지소요량** + 단위면적당 1차에너지생산량
 ** 단위면적당 1차에너지소요량 = 단위면적당 에너지소요량*** × 1차에너지환산계수
 *** 단위면적당 에너지소요량 = 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기 에너지량을 해당 바닥면적으로 나누고 합산한 값



- 제로에너지건축물 인증에서의 에너지 자립률 기준 및 100%의 의미

→ 전열부하가 제외된 냉방, 난방, 급탕, 조명, 환기 에너지에 대한 자립률이며 이 수치가 '0'을 의미

- 에너지 사용스케줄 기준 확인 필요

→ 온도조건은 난방 20도, 냉방 26도이며, 주거공간의 사용프로필 확인 필요

- ECO2 프로그램 주거공간 용도 프로필

구분	값	단위
사용시간과 운전 시간		
사용시작시간	00:00	hh:mm
사용종료시간	24:00	hh:mm
운전시작시간	00:00	hh:mm
운전종료시간	24:00	hh:mm
열발열원		
사람	53	Wh/(m ² d)
작업보조기기	52	Wh/(m ² d)

구분	값	단위
실내공기온도		
난방설정온도	20	℃
냉방설정온도	26	℃
⋮		
설정요구량		
최소도입 외기량	1.1	m ³ /(m ² h)
급탕 요구량	84	Wh/(m ² d)
조명시간	5	h

◎ 태양광(PV) 설치 이슈

- 태양광 설치 용량 개요(본인증 용량 기준)

구분	용량	비고
총 용량	503.3 kW	-
주택 지붕(56세대)	316.9 kW	19세대 90.4 + 37세대 226.5
주차장, 보행로	68.1 kW	-
비주거 지붕 및 입면	118.3 kW	PV 51.65 + BIPV 66.65

**ZEB1등급 확보를 위한 태양광 용량은 냉방기기 포함 시
전용면적 평균 115㎡ 공동주택에서**

→ 세대 당 15~18kW 예상 (순수한 패널 면적만 75~90㎡ 수준)



에코델타 스마트빌리지 평균전용면적 115㎡

- 에코델타 스마트빌리지에서의 태양광

· 지열냉난방 시스템으로 인해 태양광용량 절반 수준으로 ZEB 1등급 가능 (세대 당 8.2kW 이하)

- ZEB 1등급은 현시점에서 3층 이하 저층 공동주택일 때 적합

· 기본 설계단계부터 설치용량 확보를 위한 지붕디자인이 중요

- 저층형 주거단지에서 ZEB 1등급이 보편화 되기 위해서는

· 일반 직사각형 모듈형태를 벗어난 지붕 PV디자인 모듈이 함께 연구되어야 함

새로운 가능성을 제시하고 있는
연결된 디자인의 태양광 지붕



제한된 패널 모듈 구성 및 사이즈로 설치가 불가능해 남는 면적에 대한 고민이 필요한 시점

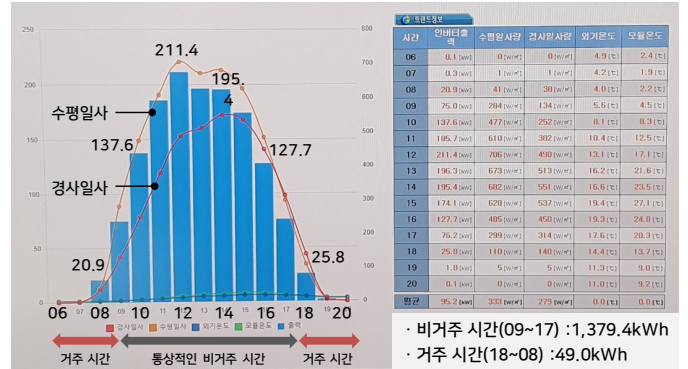
☉ 태양광 잉여전력 해결

◆ 월간 태양광 발전량 → 4,5월 높음

월	발전량(kWh)	월	발전량(kWh)
1월	-	7월	18,612
2월	-	8월	16,708
3월	16,444	9월	15,129
4월	22,159	10월	17,465
5월	24,356	11월	14,862
6월	18,106	12월	15,448



◆ 일간 태양광 발전량 → 낮 시간 높음

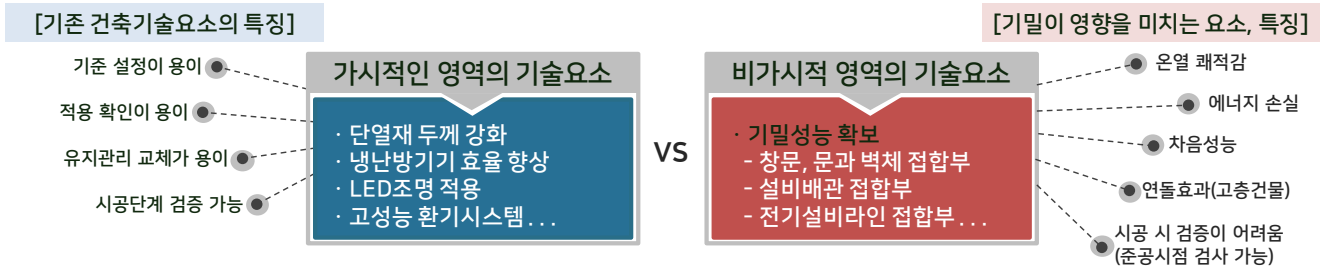


월간 발전량을 고려한 태양광 이슈
&
일간 발전량을 고려한 태양광 이슈

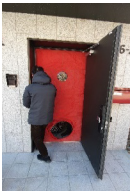
- ▶ 잉여전력에 대한 해법이 필요하며 연구목적으로 ESS 장비가 설치되어 있으나 화재이슈, 유지관리 등으로 사용보류하고 있으며 한전과 상계거래를 진행하고 있음.
- ▶ 상계거래는 현재 태양광 발전용량 1,000kW까지만 신청가능해 스마트 제로에너지 단지 규모 계획시 중요 고려사항임.
(현재 56세대→PV503kW설치 / if)120세대→ PV1200kW(1,000kW초과하여 상계거래 불가→잉여전력 발생)

◎ 기밀성능의 중요성

- 기밀성능은 고단열, 고효율 기기를 넘어서는 기술요소
- 단열 및 기기성능은 이미 한계수준에 도달해 성능향상과 함께 품질향상을 위해서는 기밀성능이 중요



◆ 에코델타 스마트빌리지 기밀성능



본인증 단계 기밀측정 결과(37세대)
116~155타입 : **1.61~2.36 회/Hr**

- ▶ 준공단계 측정 결과값은 **일반적인 공동주택(3~6회/Hr) 대비 우수하나** 향후 3~5년 후 성능도 검증이 필요함

◆ 현재 대규모 현장 기밀성능 확보 시 유의점

기밀테이프

- ▶ 현실적으로 대형 공사현장은 현장의 분진, 작업자 손의 먼지 등 시공 시 문제발생 우려가 높아 밀실한 우레탄 충전도 함께 진행요구

기밀 측정

- ▶ 현재 : 에너지효율등급 본인증 단계에서 1회 수행 (창호or설비?)
- ▶ 향후 : 창호공사 이후 1회 검증 추가 및 준공 5년 후 검증 필요

- 수치적인 결과를 넘어 실질적으로 체감 가능한 ZEB 1등급 건물을 위한 방안

1. 기밀성능 확보를 위한 세심한 시공
2. 지속적 성능 유지를 위한 모니터링
3. 기밀자재의 성능 향상

◎ 태양광 패널 유지관리

- 태양광은 에너지생산에 직결되는 만큼 설치 위치부터 주기적인 청소계획까지 고려하여 설치하여야 함



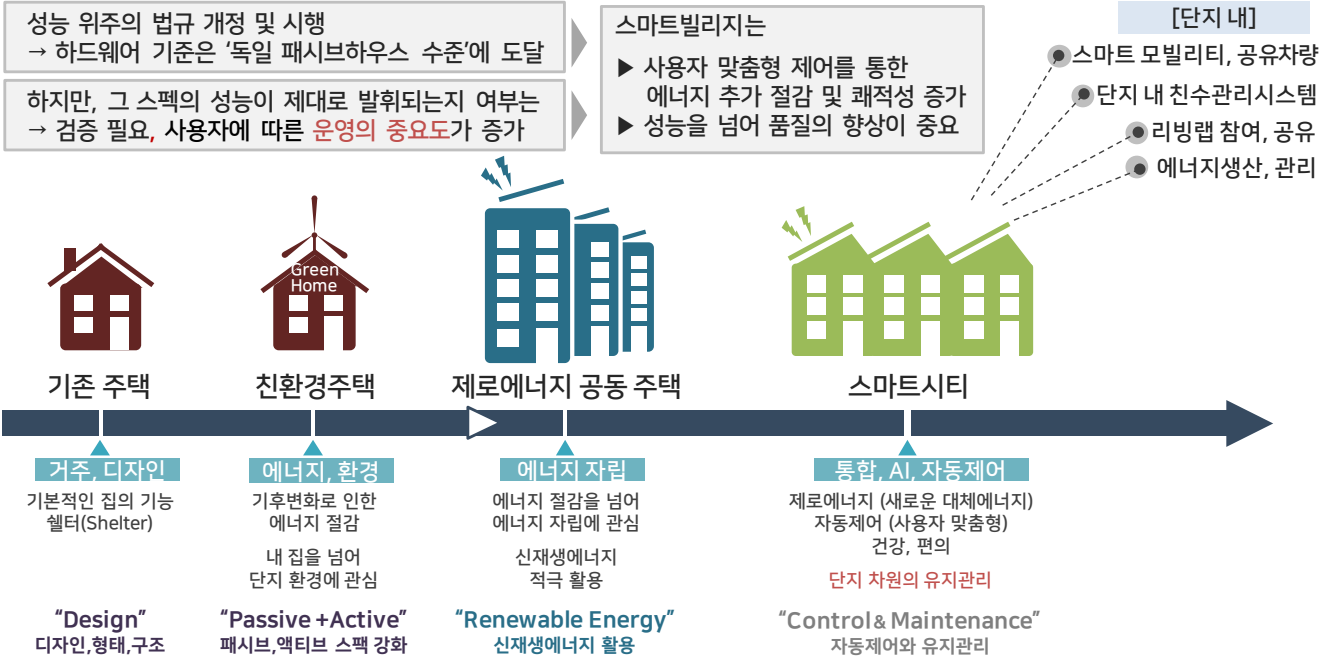
◎ 스마트빌리지 태양광 패널 모니터링

- 개별세대에 앞서 스마트시티로 냉난방 설비 등이 통합되어 있음
- 단지 전체의 발전량 및 이상 유무 확인 가능한 단지 차원의 태양광 발전 모니터링 반드시 필요



◎ 스마트시티 빅데이터 구축 요구

- 스마트단지, 스마트시티가 안정되기 위해서는 유지관리에 대한 빠른 대응과 모니터링이 요구됨



◎ 참고서적 및 사이트

1. 공식홈페이지 <https://busan-smartvillage.com/>
2. <https://www.kharn.kr/news/article.html?no=14481>
3. 부산 EDC 스마트 빌리지에 적용된 친환경 기술 / 조우진