



제로에너지건축물 인증 기술요소 참고서 Ver.2

ZERO ENERGY BUILDING _ Technology & Component



CONTENTS

ZERO ENERGY BUILDING _ Technology & Component



1 제작 배경 04

1. 작성목적 및 필요성
2. 추진방향 및 실적
3. 한계점

2 제로에너지건축물 개요 07

1. 제로에너지건축물 정의
2. 경제적인 제로에너지건축물 구현
3. 제로에너지건축물 보급 가속화
4. 제로에너지건축물 인증기준
5. 인증신청 및 인증절차
6. 제로에너지 건축물 인센티브

3 제로에너지건축물 기술요소 11

- 단계별 에너지통합설계
 - 프리패시브 기술
1. 패시브 기술
 2. 액티브 기술
 3. 신·재생에너지 기술
 4. BEMS 또는 전자식 원격검침계량기 설치

4 제로에너지건축물 가이드 31

1. 비주거 : 업무, 문화 및 집회, 노유자 시설
2. 비주거 : 교육연구시설 (학교시설)
3. 비주거 : 운동시설
4. 주거 : 공동주택
5. 주거 : 단독주택

5 제로에너지건축물 사례 36

1. 업무시설
2. 문화 및 집회시설
3. 교육연구시설 : 도서관
4. 교육연구시설 : 학교시설
5. 운동시설
6. 전산센터
7. 그린리모델링
8. 공동주택
9. 단독주택
10. 해외사례

* 참고문헌 52

1 ZEB 인증 기술요소 참고서 제작 배경

1. 작성목적 및 필요성

- ▶ 건축주, 설계사 및 시공사 스스로 제로에너지건축물을 실현하는데 도움이 될 수 있는 제로에너지건축물 인증 기술요소 참고자료를 제공

2. 추진방향 및 실적

- ▶ 패시브/액티브 기술분석을 통한 에너지자립률 최적화 방안제시로 공사비 증가를 최소화 하면서, 제로에너지건축물 인증 취득이 가능하도록 기술요소 참고서 제작 (설계 및 시공 단계 시 참고하여 적용 가능)

대상건축물 선정

- 시장형/ 준시장형 공공기관 및 공공기관 의무대상 (연면적 3천㎡이상, 교육연구 및 업무시설)
- 제로에너지건축물 인증 취득을 희망하는 건축물 대상
- 총 77건에 대한 대상 건축물 선정 ('18년 10건, '19년 21건, '20년 46건)

대상건축물 에너지최적화 컨설팅

- 표준공사비 120% 내 경제성을 고려하되 대상건축물 건축주의 needs 우선 반영
- 대상 건축물 설계진행 단계를 고려하여 설계변경 및 공사비 변경이 최소화되는 패시브 및 액티브 기술제안
- ECO2 시뮬레이션을 통한 대안별 자립률 분석으로 ZEB 인증 취득 가능여부 제시

ZEB 가이드 제시

- ZEB 인증 평가에 영향을 미치는 패시브, 액티브, 신·재생 요소기술별 1차에너지소요량 민감도 분석
- 에너지자립률을 평가하는 ZEB 인증제 특성을 고려하여 신·재생에너지 원별, 설치조건별 영향도 분석
- 요소기술 적용 우선순위 가이드 제시
- 시공단계 고려사항 제시

- ▶ 본 자료는 건축주, 설계사 및 시공사에게 건물의 용도에 따라 표준공사비 120% 이내에 경제적인 제로에너지건축물 인증 취득이 가능하도록 기술요소별 참고자료 제공함을 목적으로 함 (제로에너지건축물 인증 평가틀을 기반으로 1차에너지소요량 민감도 분석을 통한 비주거/주거 건축물에 대한 가이드 제시)

패시브

사용프로필	열저장능력	열교가산치
바닥면적	외피면적	천장고
구조체 및 창호 열관류율	유리SHGC 성능/ 차양설치	침기율

공조처리기기

공조방식(정풍량/ 변풍량)	열교환기 유형	열회수율(난방/ 냉방)
공조기 최대풍량	공조급기온도 설정치	급/ 배기팬 동력
급/ 배기팬 압력손실	급/ 배기팬 효율	급/ 배기 풍량

열원설비

사용연료(전기/ 가스/ 지역열원)	효율(COP)	급수온도/ 환수온도
제어방식	용량	동력

난방공급시스템

팬/ 송풍기 수	팬/ 송풍기 정격전력	펌프 정격전력
----------	-------------	---------

분배시스템

배관길이	배관단열	배관설치장소
순환펌프 동력	순환펌프 제어방식	-

신·재생에너지

태양광 (설치용량/ 모듈면적/ 모듈방위/ 모듈종류/ 모듈기울기/모듈효율)	지열 (설치용량/ 1차펌프동력/ 2차펌프동력/ 히트펌프 COP)
연료전지 (설치용량/ 열생산 능력/ 열생산효율/ 발전효율)	태양열 (설치용량/ 집열기 유형/ 집열판 방위/ 솔라펌프 정격동력/ 축열탱크 체적 및 설치장소)

01 ZEB 인증 기술요소 참고서 제작 배경

▶ 2018~2020 제로에너지빌딩 에너지최적화 컨설팅 실적 (77건)

구분	프로젝트 명
01	하남감일 제3초등학교
02	하남감일 제2중학교
03	하남시 위례 도서관
04	노무현 센터
05	낙동강 권역 본부 사옥
06	부평2동 행정복지센터
07	금샘도서관 기본설계
08	수영구 도서관
09	전북혁신도시 복합혁신센터
10	금샘도서관 실시설계
11	한국전력공사 영종지사 사옥
12	기상지진장비 인증센터
13	제주 혁신도시 복합혁신센터
14	충북 혁신도시 복합혁신센터
15	부산 복합혁신센터
16	김천 혁신도시 복합혁신센터
17	울산 혁신도시 복합혁신센터
18	강원원주 혁신도시 복합혁신센터
19	혁신어울림센터
20	판교 운중동 패시브하우스
21	원주 민간 중앙근린공원(2구역)
22	제로에너지 철도역사 건설(영주 역사)
23	무등산 국립공원 사무소
24	제1군수 지원사령부 이전 (16-B172)_행정동
25	마들보건지소
26	반려동물 지원센터
27	제1군수 지원사령부 이전 (16-B172)_체육관
28	제1군수 지원사령부 이전 (16-B172)_생활관
29	경기신용보증재단 사옥
30	충북 청주전시관
31	장위4구역 주택재개발정비사업
32	시립강동 실버케어센터
33	시립서대문농아인복지관 별관 복합시설
34	창동 로봇 과학관
35	서울바이오허브 글로벌협력동
36	단양군 올누리 행복가족센터
37	다어울림 복합문화체육센터
38	영덕읍 다함께 행복청사

구분	프로젝트 명
39	강구 건강활력센터
40	예주 행복드림센터
41	영덕군 미래인재양성도서관
42	전주시 청년센터 청년청
43	영동군 가족센터 건립공사
44	고창군립중앙도서관(생활문화센터)
45	김해시 생활 속 행복순환센터
46	온산읍 종합 행정복지타운
47	나라키움 부산 남구 복합청사
48	김제시 가족행복센터
49	군서 국민체육센터 및 작은도서관
50	무주군 복합문화도서관
51	땅끝가족 어울림 센터
52	복합나눔센터
53	삼척본부 어린이집
54	시립철산어린이집 환경개선공사
55	동탄7동 도서관
56	(주)리드에이텍 공장
57	후평동 21-5번지 제2종근린생활시설
58	도시재생 뉴딜사업(꽃지센터 및 꽃지동산 조성)
59	제주특별자치도 미래농업 육성관
60	화성시 가족통합센터
61	우암부두 지식산업센터
62	순성면 청사 및 주민자치센터
63	동소문로3길 124 리모델링
64	양평동 공공복합시설
65	대림3유수지 종합체육시설
66	9988 국민체육센터
67	대덕구 신청사
68	정읍시 체육 트레이닝센터
69	월명산 전망대
70	동탄2 실내 배드민턴장
71	북구 바다비 복합체육센터
72	감염병대응센터
73	광덕면 문화센터
74	동두천 장애인스포츠타운
75	동두천 행복드림센터(시민수영장)
76	어린이과학관 및 과학교육캠프관
77	사천시 생활밀착형 국민체육센터
총	77건

01 ZEB 인증 기술요소 참고서 제작 배경

▶ 2018~2020 제로에너지빌딩 에너지최적화 컨설팅 용도별 비율

2018~2020년도		건축물 용도	2020년도	
비율	건수		건수	비율
20.8%	16	업무시설	8	17.4%
18.2%	14	교육연구시설	5	10.9%
16.9%	13	운동시설	11	23.9%
16.9%	13	문화 및 집회시설	6	13.0%
13.0%	10	노유자시설	10	21.7%
2.6%	2	단독주택	1	2.2%
11.6%	9	기타	5	10.9%
100%	총 77건	-	총 46건	100%

※ 기타 : 공장, 국방군사시설, 의료시설, 관광휴게시설

- ✓ 표준공사비 120% 이내에서 에너지최적화 설계를 희망하는 건축물을 대상으로 수요조사 실시 및 총 77건의 컨설팅 진행
- ✓ 2018년 10건, 2019년 21건의 최적화 컨설팅을 진행하였으며, 제로에너지건축물 가이드 고도화
- ✓ 2020년 서울시 프로젝트 4건, 국가균형발전위원회 17건, 문화체육관광부 8건 포함하여 총 46건의 최적화 컨설팅을 진행
- ✓ 제로에너지건축물 컨설팅 용도별 비율은 업무, 교육연구, 운동, 문화 및 집회시설 순으로 높음

◆ 용도별 최적화 가이드 추가 개발 프로세스

ZEB 컨설팅 비율을
반영한 용도 선정

사례 검토 및
에너지 패턴 분석을 통한
주요인자 도출

에너지 요구량 및 태양광
기준 공급의무비율 산정

에너지통합설계를
위한 최적화 가이드

Step 01 2018년~2020년 제로에너지건축물 컨설팅 비율을 반영하여 용도 선정

Step 02 에너지 패턴 분석 및 사례검토를 통한 주요 인자 도출

Step 03 신·재생에너지 의존도 최소화를 위한 요구량 및 태양광 기준 신·재생에너지 공급의무비율 산정

Step 04 에너지통합설계를 위한 최적화 가이드 개발

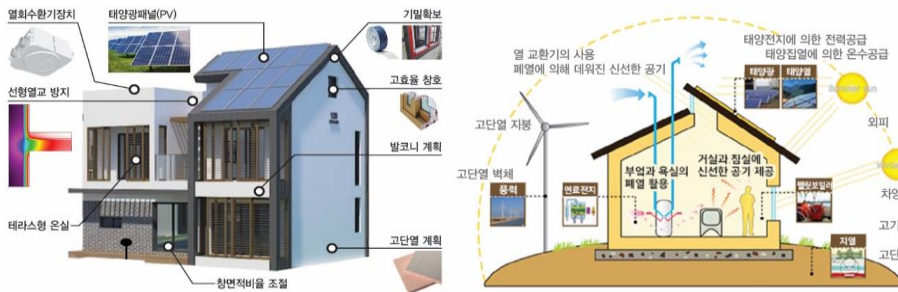
3. 한계점

- 본 자료에 제시된 결과는 “제로에너지빌딩 에너지최적화 컨설팅 용역”을 통해 도출된 결과로 법적 효력이 없으며 단순 참고용으로만 활용 가능함.
“제로에너지빌딩 에너지최적화 컨설팅 사례”를 통한 제로에너지건축물 인증 취득에 적용된 기술요소에 대해 ECO2를 활용한 에너지 분석결과를 기반으로 도출된 결과임.
- 건축물 용도별 비주거(업무시설, 교육연구시설, 운동시설) 및 주거(공동주택, 단독주택)로 나누어 가이드를 제시하였으며, 업무시설과 에너지 패턴이 유사한 문화 및 집회시설, 노유자시설도 함께 제안함.
- 병원 및 전산센터 등 에너지 패턴이 상이한 비주거 건축물의 경우 해당 지침서의 내용과 차이가 발생함.
- 추후 건축물의 용도 특성을 고려하여 에너지 사용 패턴이 상이한 비주거 건축물(병원 및 전산센터 등)을 대상으로 보다 상세한 제로에너지건축물 가이드 마련 및 지속적인 업데이트로 범용성 확보 예정임.

2 제로에너지건축물 개요

1. 제로에너지건축물 정의

- ▶ 건물에 필요한 에너지부하¹⁾를 최소화하고 신에너지 및 재생에너지를 활용하여 에너지 소요량²⁾을 최소화하는 녹색건축물



패시브³⁾(Passive)

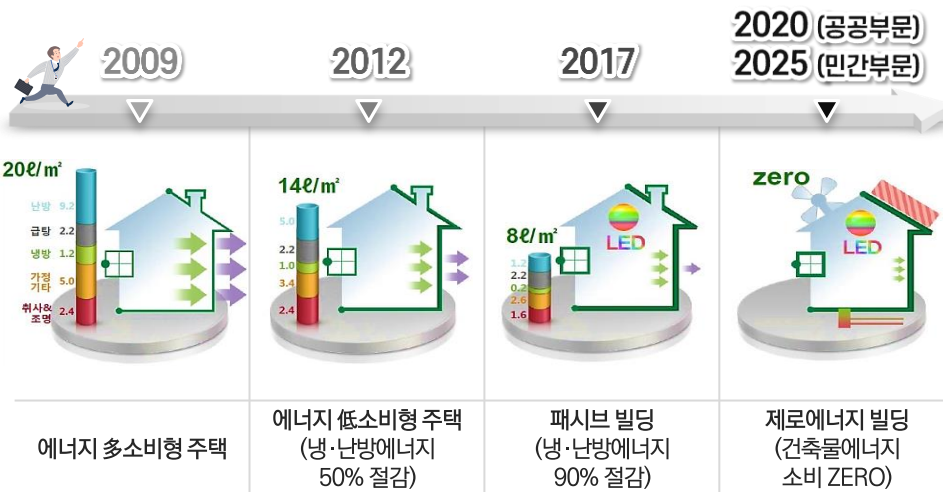
냉·난방 에너지사용량 최소화
(단열·기밀성능 강화 등)

액티브⁴⁾(Active)

고효율 기기 적용 및 신·재생에너지 생산
(태양광, 지열 등)



제로에너지 건축
(Zero Energy Building)



관련 용어

1) 에너지부하(에너지요구량)

특정조건(내·외부온도, 재실자, 조명기구 등)하에서 실내를 쾌적하게 유지하기 위해 건물이 요구하는 에너지

2) 에너지 소요량

에너지 요구량에 설비의 손실량을 모두 더한 값

3) 패시브

전기, 열 등 별도의 에너지가 소비되지 않는 요소 설계로 건물방위, 형태, 단열성능, 기밀성능 등 건축적 설계요소

4) 액티브

별도의 에너지가 소비되는 요소 설계로 보일러, 냉동기 등 설비적 설계요소

5) 에너지자립률

건물에서 사용하는 총 에너지 대비 신·재생에너지에 의해 생산되는 에너지의 비율

2. 경제적인 제로에너지건축물 구현

- ▶ 경제적인 제로에너지건축물 구현을 위해서는 에너지자립률⁵⁾ 뿐만 아니라 건물의 에너지요구량 최소화에 대한 중요성 인지 및 해당 가이드의 단계별 에너지통합설계 적용으로 제로에너지건축물 실현 가능

일반적인 제로에너지건축물



경제적인 제로에너지건축물



2 제로에너지건축물 개요

3. 제로에너지건축물 보급 가속화

- ▶ 2020년부터 1천㎡ 이상 공공건축물을 시작으로 2030년까지 제로에너지 건축이 단계적으로 의무화되고, “구리시 갈매역세권”, “성남시 복정1지구” 공공주택지구에 도시단위 제로에너지 시범사업이 최초로 시행될 예정



- ▶ 건축물 유형별 맞춤형 확산 사업을 추진하고, 지구·도시단위로 제로에너지 보급확산





- ▶ 건물-단지-도시단위의 순차적 검토를 통한 최적 제로에너지 구현 방안 예시 (구리 갈매역세권)



2 제로에너지건축물 개요

4. 제로에너지건축물 인증기준

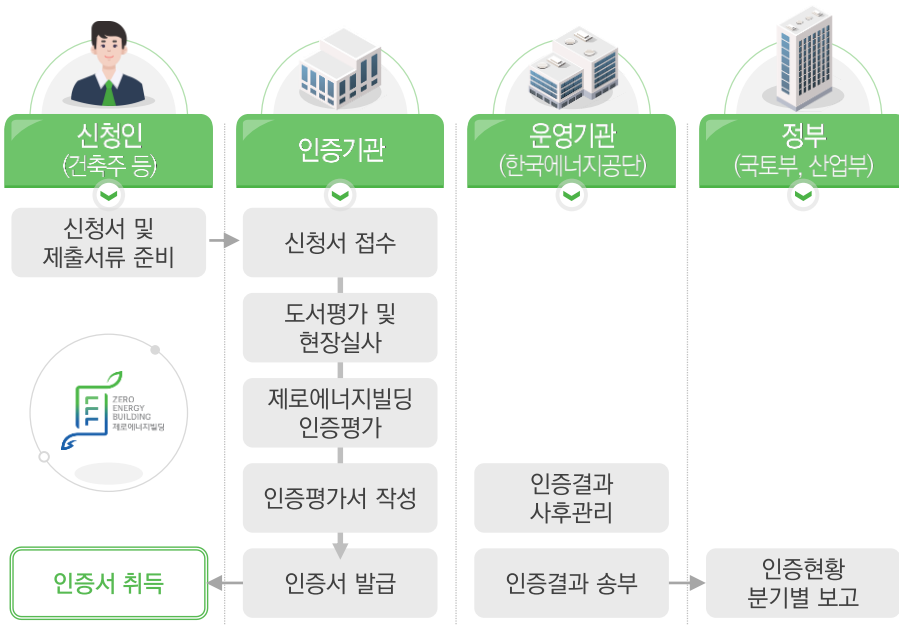
- ▶ 건축물에너지효율¹⁾ 1++등급 이상을 충족하고 건물에너지관리시스템(BEMS²⁾)을 설치한 건축물 중 에너지자립률에 따라 5개 등급으로 구분

건축물 에너지효율등급 1++ 이상	에너지자립률 20% 이상	BEMS or 전자식 원격검침계량기 설치
<ul style="list-style-type: none"> 냉방/난방/급탕/조명/환기 소요량 및 신·재생에너지 생산량 평가 1차에너지소요량 ($kWh/m^2 \cdot \text{년}$) = Σ용도별 에너지소요량 \times 1차에너지 환산계수 	<ul style="list-style-type: none"> 냉방/난방/급탕/조명/환기 소비량 및 신·재생에너지 생산량 평가 에너지자립률(%) = $(1\text{차에너지생산량} (kWh/m^2 \cdot \text{년})) / (1\text{차에너지소비량} (kWh/m^2 \cdot \text{년})) \times 100$ 	<ul style="list-style-type: none"> 데이터 수집 및 표시(원별, 용도별), 주요 설비 효율분석, 제어시스템 연동 등 9개 항목 평가 데이터 수집 및 표시(원별, 용도별), 주요 설비 효율분석, 계측기 관리 등 6개 항목 평가(3개 항목 추가 권고)
건물에너지 해석 프로그램(ECO2) 평가 	건물에너지 해석 프로그램(ECO2) 평가 	체크리스트 평가항목별 적용여부 판단
주거용: 90kWh/m ² ·년 미만 비주거용: 140kWh/m ² ·년 미만	건물에서 사용하는 총 에너지 중 신·재생에너지 비율	에너지 사용량을 계측, 실시간으로 관리하는 시스템

ZEB 등급	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급
에너지자립률	100%이상	80%이상 100%미만	60%이상 80% 미만	40%이상 60%미만	20%이상 40%미만

5. 인증신청 및 인증절차

- ▶ 건축물에너지효율등급과 제로에너지건축물 인증 동시 신청이 가능하며, 동시 신청으로 제출서류 등이 연계되어 검토 (개별적인 인증절차를 진행하는 것보다 간편하고 인증취득까지의 소요기간이 단축)



※ 한국에너지공단 통합콜센터 : 1670 - 1507

※ 제로에너지건축물 인증 홈페이지 : zeb.energy.or.kr

관련 용어

1) 건축물에너지효율등급

에너지성능이 높은 건축물의 건축을 확대하고, 건축물 에너지관리를 효율화하기 위하여 정부가 시행하는 건축물에너지효율등급 인증 제도에 의해 평가

2) BEMS

Building Energy Management System, 즉 건물에너지관리시스템을 말함



2 제로에너지건축물 개요

6. 제로에너지건축물 인센티브

1 건축기준 완화

- ▶ 법 및 조례에서 정한 최대 용적률, 건축물 높이 등 건축 완화

인증등급	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급
완화비율	15%	14%	13%	12%	11%

※ 건축물에너지효율 1++등급을 획득하고, 에너지자립률이 20% 미만인 경우 최대 완화비율 10% 적용

2 신·재생에너지 설치 보조금 우선 지원

- ▶ 태양광, 지열 등 신·재생에너지 설치보조금 우선지원

※ 산업통상자원부 신·재생에너지 설치보조금 고시 지원단가에 따라 30~50% 보조금을 지원하며, 해당년도에 건물이 준공되고 최종 설치 확인 시 지원

3 에너지이용 합리화 자금 지원

- ▶ 절약시설 설치사업 신청 시 투자비를 장기저리로 융자 지원 (단, 공동주택 제외)

※ 2021년 에너지이용합리화 자금지원 지침(산업통상자원부)에 따라 당해 년도 동일투자사업장당 지원한도액(150억원 이내)까지 신청가능(3년 거치 5년 분할 상환, 변동이자)

4 주택도시기금 대출한도 상향

- ▶ 제로에너지건축물 인증을 받은 공공임대/분양주택, 국민임대주택, 행복주택, 민간임대주택 대상 주택도시기금 대출한도 20% 상향

(2021년 주택도시기금 운용계획_국토교통부)

5 주택건설사업 기반시설 기부채납 부담률 완화

- ▶ 기반시설 기부채납 부담 수준 (해당 사업부지 면적의 8%)에 대해 최대 15% 경감률 적용

(주택건설사업 기반시설 기부채납 운영기준 2-2-2)

6 세제혜택

- ▶ 취득세 최대 15% 감면

(지방세특례제한법 제47조의2 및 같은 법 시행령 제24조의4)

7 건축물에너지효율등급 인증 수수료 감면

- ▶ 제로에너지건축물 인증 표시 의무대상이 아닌 건축물에 대해 인증 등급에 따라 인증 수수료 감면

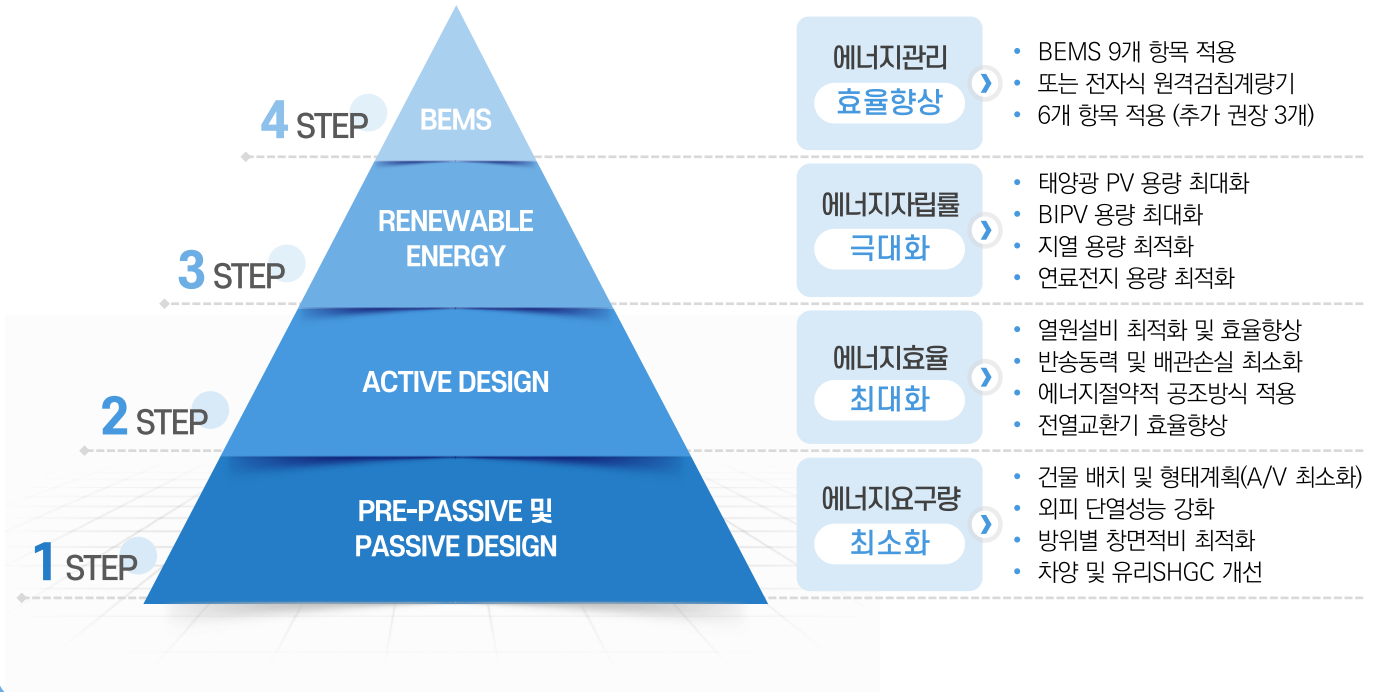
인증등급	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급
감면비율	100%	100%	100%	50%	30%





03 제로에너지건축물 기술요소

단계별 에너지통합설계



프리패시브 기술

요소기술



3 제로에너지건축물 기술요소

① 현황분석: 입지, 지형 및 기후분석

▶ 입지분석에 따른 계획방향 도출

- 현장실사를 통해 대지와 건축물의 형상, 주변환경, 바람길 등 환경영향 요소 분석
- 자연환경 유입 및 친환경 외부공간을 고려한 계획 도출

▶ 기후분석: 기온, 풍속, 풍향, 일조시간, 일사량 분석

- 대상지의 생체기후분석, 평균 기온, 평균 풍속, 연간 일조시간 및 일사량, 지열 열류량 검토 등의 기후분석을 통해 해당 부지에 적용 가능한 신·재생에너지원(태양광, 태양열, 지열, 풍력발전 시스템 등)을 선정

▶ 미기후분석: 환경영향평가서 검토, 부지 자연요소, 주변 건축물, 인공구조물, 도로현황, 교통량 파악 등

- 자연요소, 건축물 및 인공구조물 현황, 도로현황 및 교통량 파악 등을 통해 대상 부지 내·외부의 환경영향을 사전에 파악하는 것이 중요함

입지분석

- 대상부지가 어디에 위치하는가?
- 주변에는 어떤 시설들이 있는가?

↓

- 대규모 도시 또는 계획지구 단위의 특성파악
- 시설간의 상호영향 관계 파악

※ 참고자료: 지자체 홈페이지, 지구단위계획, 토지이용계획



- 도심지에 위치
- 국회의사당 등의 공공업무시설과 인접하여 주변 기반시설 풍부

지형분석

- 대상부지 주변의 지형은 어떠한가?
- 부지 내 레벨은 어떠한가?

↓

- 지형특성에 따라 대상부지에 대한 시뮬레이션 수행(일조, 바람길 등)

※ 참고자료: 현황도, 위성사진, 토지이용계획도 등



- 주변 녹지지역 인접으로 자연적 입지조건 우수
- 완만한 경사지이나 부지 진입로 구간 일부 경사로 발생

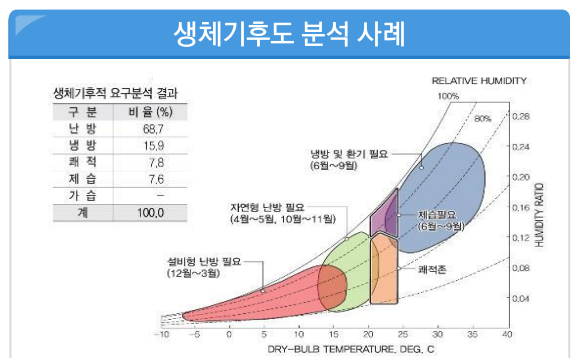
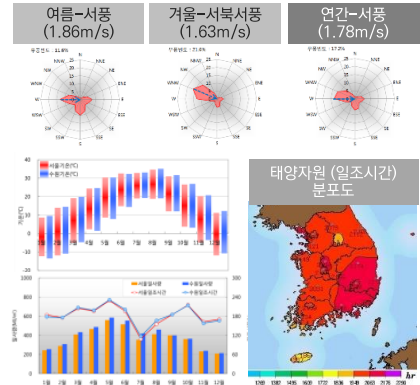
기후분석

- 대상부지의 기후는 어떠한가?
- 미기후에 영향을 주는 요소는 있는가?

↓

- 일반적으로 최근 10년치 통계값 사용
- 정확한 통계작업 필요

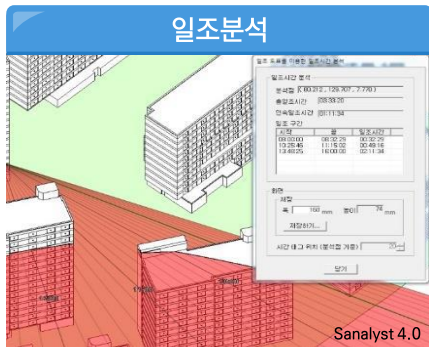
※ 참고자료: 기상청 기후관측자료, 기상연보, 환경영향평가서



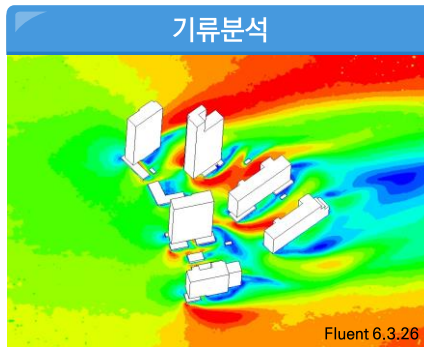
03 제로에너지건축물 기술요소

② 부지 환경성능 분석 : 일조, 기류, 소음분석을 통한 토지이용계획 수립

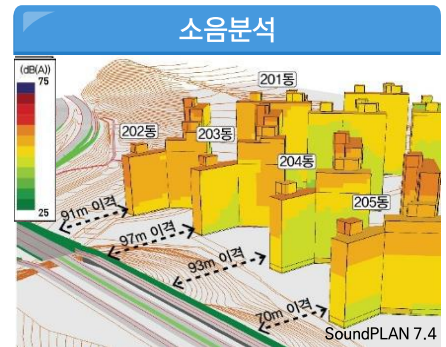
- ▶ 부지 내 일조, 기류, 소음환경을 고려한 **토지이용계획 수립**
- ▶ 일조, 기류, 소음환경 등 종합적인 환경영향 분석을 통해 **부지 내 조닝계획 마련**
 - 일조 : 인접시설 일조침해 및 주변 자연환경 산지 및 지형에 의한 일조침해 검토
 - 기류 : 부지 내 기류정체역 분석을 통한 바람길 확보 방안 검토
 - 소음 : 도로소음 영향범위 및 주변 소음발생시설을 고려한 이격거리 검토



- 부지 내 일조가능시간 검토
- 일조환경을 고려한 건물배치 위치 확인



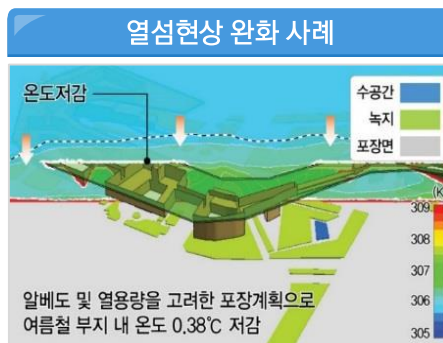
- 부지 내 기류속도 및 방향 등 특성 파악
- 풍환경을 고려한 건물배치 및 개구부 계획



- 부지에 영향을 미치는 소음원 검토
- 소음 영향범위 검토

③ 생태적 외부공간 조성

- ▶ 건물 내 · 외부 녹화 및 수공간 조성을 통한 **건물부하 및 열섬현상¹⁾ 저감**
 - 옥상 및 입면녹화 : 건물 냉 · 난방부하 약 2~3% 저감 및 열섬완화
 - 부지 내 생태(녹지 및 수공간) 조성 : 부지 내 생태공간 (자연지반녹지²⁾, 생태면적률³⁾, 수공간)을 조성하는 것은 주변 서식지 보호, 우수의 유출 최소화 및 열섬완화에 효과가 큼
 - 녹색건축인증의 자연지반녹지율, 생태면적률, 비오톱⁴⁾ 조성 항목을 고려한 친환경 계획 수립 필요



관련 용어

1) 열섬현상

일반적인 다른 지역보다 도심지의 온도가 높게 나타나는 현상

2) 자연지반녹지율

전체 대지면적 대비 자연지반녹지면적의 비율

3) 생태면적률

토지 개발 계획의 대상이 되는 면적 중 자연 순환 기능이 있는 토양의 면적이 차지하는 비율

4) 비오톱

인간과 동식물 같은 다양한 생물종의 공동 서식 장소



03 제로에너지건축물 기술요소

1. 패시브 기술



요소기술

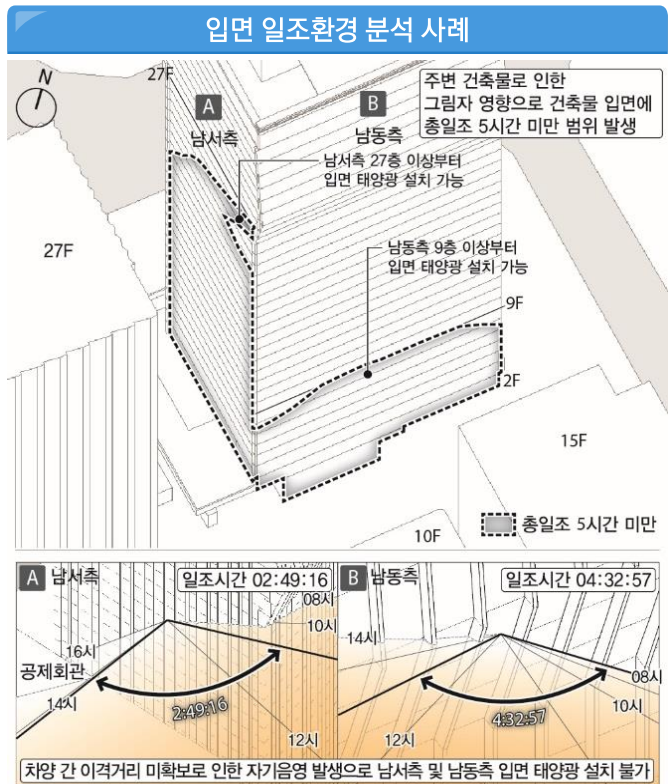
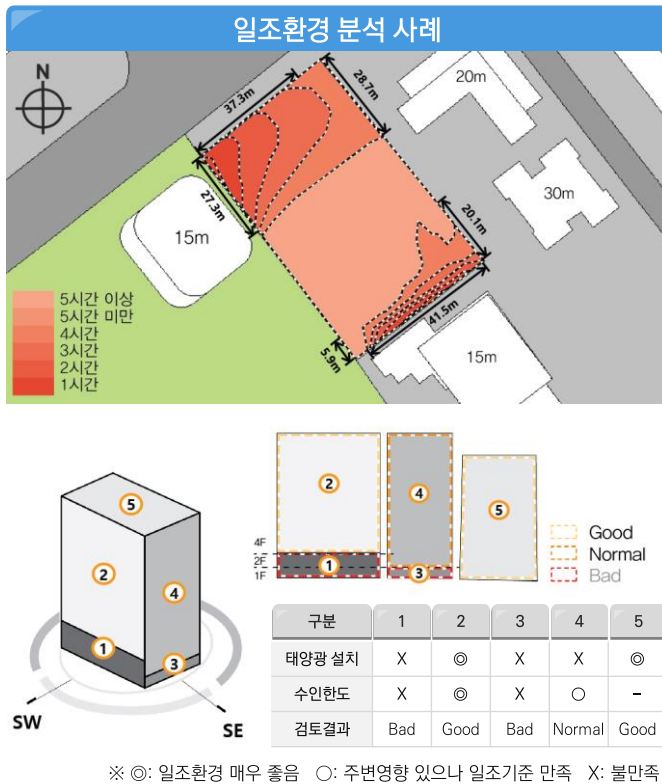


3 제로에너지건축물 기술요소

①-1 에너지절약형 배치계획 : 환경성능 분석 (일조, 기류, 소음분석)

▶ 일조 : 부지 및 실내 일조환경을 고려한 배치계획 수립

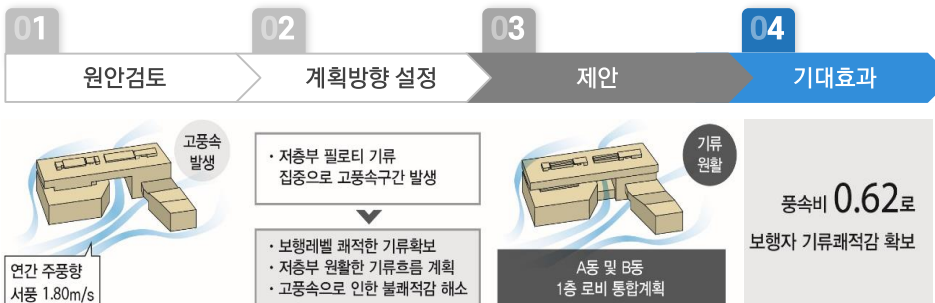
- 일조조건을 최대화하기 위해서는 건물의 크기, 형태, 위치를 조정할 필요가 있으며, 부지 내 시설간 일조영향 검토도 필요
- 태양에너지를 활용하기 위하여 신·재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침¹⁾에 의거하여 1일 5시간(춘계(3~5월)·추계(9~11월) 기준) 이상 확보 가능한 위치(건물 외부공간, 옥상면, 입면) 검토
- 태양광 및 BIPV²⁾ 등 신·재생에너지원의 설치가능한 최대 면적 확보 및 대안 검토 필요



▶ 기류 : 주풍향을 고려한 배치 및 개구부 계획

- 부지 내 바람길 분석, 평균 풍속, 전후면 풍압검토, 풍속비 등을 정량적으로 비교 분석하여 건물의 배치, 형태, 개구부 위치 등의 적정성 검토
- 기류분석을 통한 정체기류 감소 및 쾌적한 보행기류 확보 여부는 보퍼트 풍력계급표³⁾를 활용하여 확인

기류분석을 통한 형태계획 사례



관련 용어

1) 신·재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침

한국에너지공단
신·재생에너지센터,
신·재생에너지센터 공고
제2020-26호

2) BIPV

Building Integrated Photovoltaic, 건물일체형 태양광발전 시스템

3) 보퍼트 풍력계급표

풍속계가 만들어지기 이전에 파도, 연기, 나무 등으로 풍속을 추정하는 계급을 말하며, 0(정지)부터 12(태풍)까지 13단계로 구분



03 제로에너지건축물 기술요소

▶ 소음 : 실내 소음기준을 고려한 이격배치 고려

- 건축물 주변의 도로현황, 교통량, 통행속도 등을 반영한 소음시뮬레이션 예측으로 소음최소화를 위한 건물의 배치, 평면, 입면 등의 건축계획 검토
- 부지 내 도로소음 영향범위 검토를 통해 배치 및 평면계획을 수립하고, 입면 도로소음 영향 검토를 통해 차음유리¹⁾ 적용 등의 입면계획 검토



관련 용어

▶ 1) 차음유리

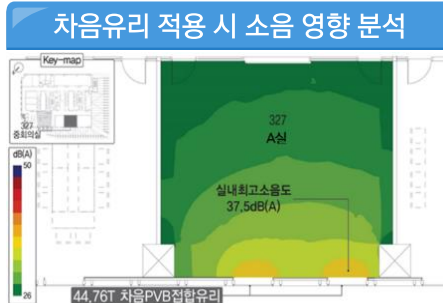
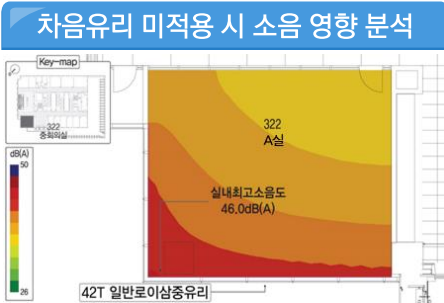
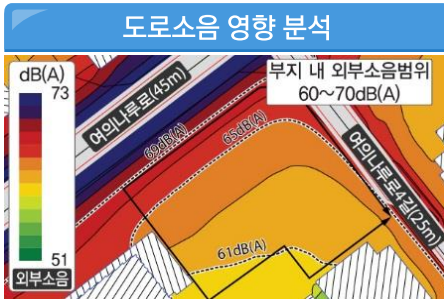
소음차단 성능을 가지는 고기능성 유리

▶ 2) 장단변비

건물의 세로 방향의 길이 대비 가로 방향 길이의 비

▶ 3) 자연형 태양열 시스템

열매체 구동장치를 별도로 활용하지 않고, 온실, 트롬볼과 같이 남측의 창문이나 벽 등 구조물을 활용하여 태양열을 집열하는 장치



①-2 에너지절약형 배치계획 : 최적 방위 및 장단변비²⁾ 고려

▶ 향 : 남향 > 남동향 > 남서향

- 우리나라는 남향에 수직으로 도달하는 일사량이 겨울철에 가장 많고, 여름철에는 가장 적기 때문에 남향배치 계획이 난방과 냉방에 대한 에너지 효율 증가
- 태양에너지의 실내 획득을 통한 난방 및 채광 효과를 고려하여 대지 여건에 맞게 태양에너지 활용을 극대화할 수 있는 위치 선정
- 건물의 입면 및 지붕에 설치될 자연형 태양열 시스템³⁾ 및 태양에너지를 활용한 신·재생에너지 설비의 설치 위치 및 면적 고려

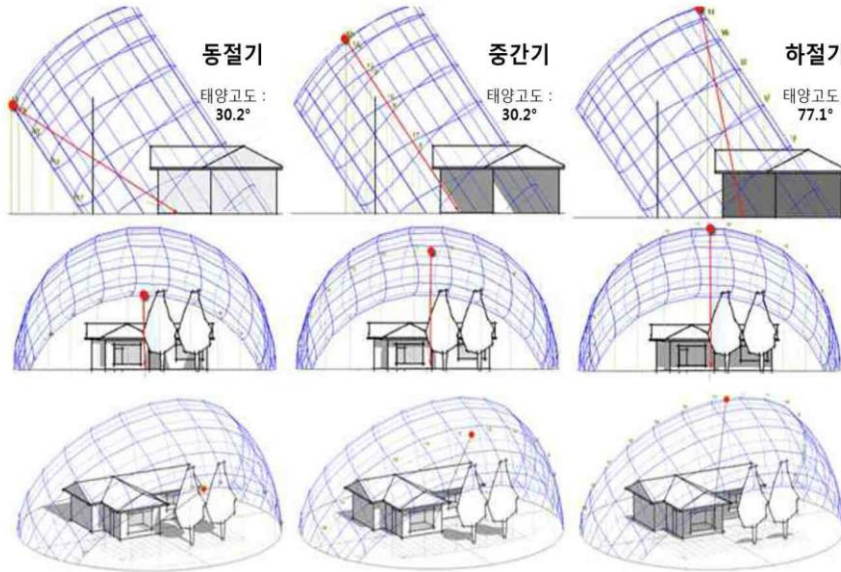




3 제로에너지건축물 기술요소

①-3 에너지절약형 배치계획 : 환경성능 분석 (일조, 기류, 소음분석)

▶ 연중 태양궤적¹⁾을 고려한 건물계획



관련 용어

1) 태양궤적

태양이 움직이는 길을 표현한 것으로 연중 태양위치 및 고도를 의미함

2) 수열량

구조체가 외부로부터 획득하는 열의 양

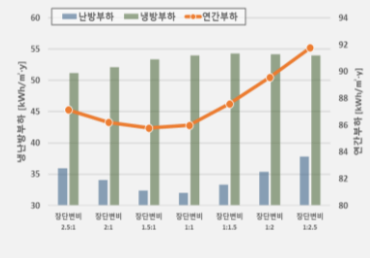
▶ 장단변비 : 1:1.5 > 1:1 > 1:2

- 실의 기능과 공간 구성요소의 영향, 일조와 일사 등을 고려하여 겨울철 수열량²⁾ 증가, 여름철의 수열량 감소에 유리한 동·서간 장방형 평면 계획 고려
- 건물의 외피면적이 증가할수록 에너지 소비도 증가하게 되므로 대지 주변 및 기후조건을 고려하여 적정 외피면적 계획 수립
- 건물의 형태계획 시 장방형의 형태로 건물의 요철(凹凸)을 최소화하여 외피면적을 최소화 하는 것이 중요함

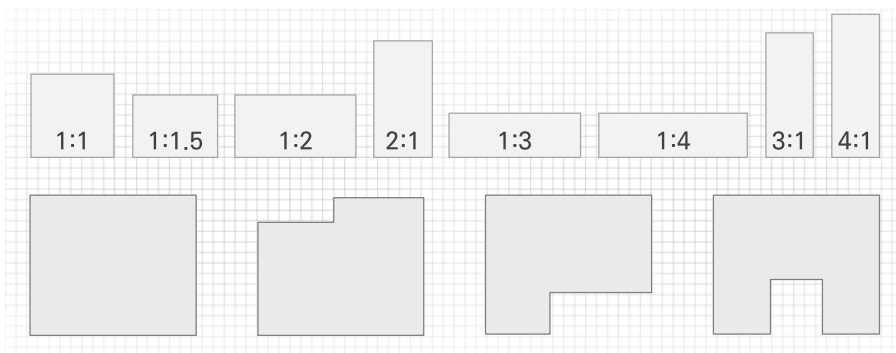


참고

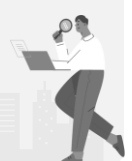
※장단변비에 따른 냉·난방부하
국가건축정책위원회
건축물패시브디자인가이드(2012)



장단변비 및 평면형태



← 유리하다 ————— 불리하다 →





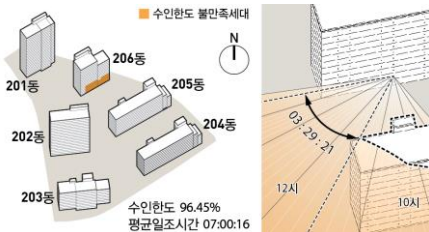
03 제로에너지건축물 기술요소

①-4 에너지절약형 배치계획 : 최적의 주동 및 평면계획 (주거)

▶ 일조확보를 및 남향배치 최대화를 고려한 최적의 주동계획

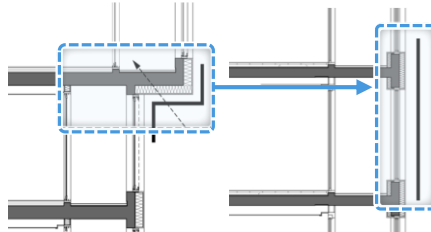
구분	8개동	7개동	6개동
배치도			
외피면적	35,144.94㎡	34,442.04㎡(2% ↓)	33,035.01㎡ (3% ↓)
최고층수	18층	20층	27층
수인한도 만족비율 ¹⁾	94.20%	95.97%	96.45%
일조시간	06:05:00	06:15:10	07:00:16
일조확보율 ²⁾	91.67%	94.55%	94.91%

단위세대 일조환경 향상



- 남향배치100%를 통한 최적 6개 주동계획
- 인동거리 확보로 일조시간 07:00:16확보

요철 및 절곡부 최소화



- 절곡과 요철 최소화로 에너지효율 향상 및 유지관리성 향상

관련 용어

1) 수인한도 만족비율

전체 세대수의 동지일 기준
오전 8시~오후 4시 사이
총 일조 4시간 또는
오전 9시~오후 3시 사이
최소 2시간의 연속일조를
받는 세대율

2) 일조확보율

전체 세대수의 동지일 기준
오전 9시~오후 3시 사이
최소 2시간의 연속일조를
받는 세대율

3) 균제도

평균 조도치에 대한 최소
조도치로 값이 높을수록
실내 조도분포가 고름을 의미

구분	장단변비 1:1	장단변비 1:1.75	장단변비 1:1.75 (조명배치 변경)
실면적 200㎡	 평균조도 466 lux 균제도 ³⁾ 0.67	 평균조도 461 lux 균제도 0.73	 평균조도 433 lux 균제도 0.74
실면적 100㎡	 평균조도 467 lux 균제도 0.65	 평균조도 463 lux 균제도 0.68	 평균조도 434 lux 균제도 0.72

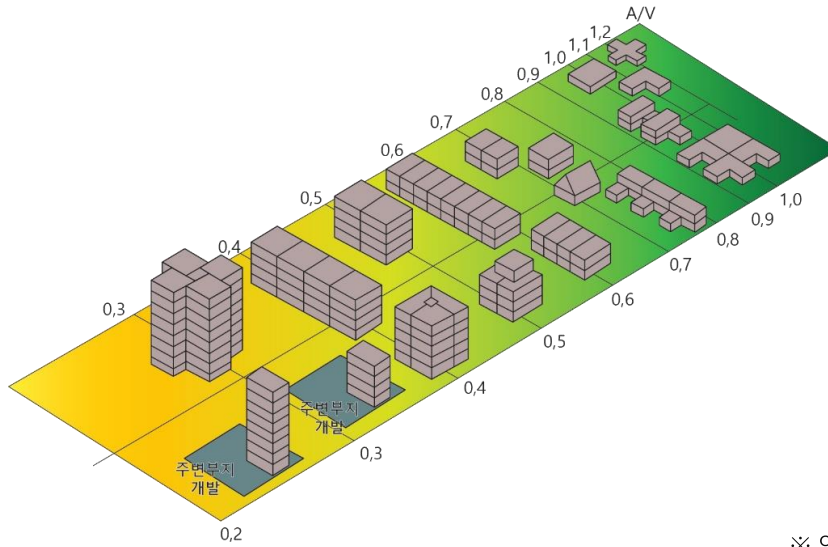


3 제로에너지건축물 기술요소

② 에너지절약형 형태계획 : A/V값 최소화

▶ 체적대비 외피면적비 최소화

- A/V비 검토 : A/V비가 낮을수록 에너지성능이 우수하므로 매스계획 시 체적당 외피면적비 A/V비 검토



※ 영국 패시브하우스 협회 자료

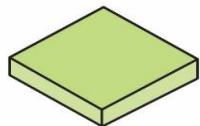
구분		A/V비
비주거 건축물		0.5 이하
주거 건축물	단독주택	0.6 이하
	다세대주택	0.25~0.45

- S/V 비 : 외피면적 대 체적비, 동일한 체적의 건물이라도 그 형상이 바뀔에 따라 외부환경과 면하는 외피 면적이 달라지는 것을 표현하는 계수로 S/V 비가 낮을수록 에너지성능이 우수
- 동일한 체적 하에서 건물의 형상이 최소한의 외피면적을 가질 수 있다면 외기에 대한 건물의 열손실을 줄일 수 있으므로 매스계획시 S/V 비 검토

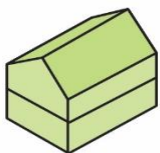
건물형상에 따른 동일 체적상 외피면적 대 체적비 차이



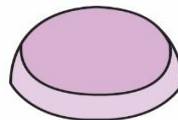
전체 부피	= 32,000	
외피 면적	= 5,039	S/V = 0.157
3층 면적	= 1,007	
2층 면적	= 1,007	
1층 면적	= 1,007	SFAR = 5.00
합 계	= 3,021	SFAR = 1.67



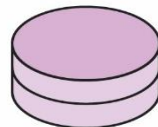
전체 부피	= 32,000	
외피 면적	= 5,429	S/V = 0.170
바닥 면적	= 3,200	SFAR = 1.70



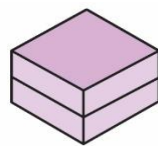
전체 부피	= 32,000	
외피 면적	= 4,754	S/V = 0.148
상층부 면적	= 1,350	
1층 면적	= 1,350	
합 계(지붕포함)	= 2,700	SFAR = 1.76



전체 부피	= 32,000	
외피 면적	= 3,864	S/V = 0.120
상층부 면적	= 1,618	
1층 면적	= 1,932	SFAR = 2.00
합 계	= 3,550	SFAR = 1.09



전체 부피	= 32,000	
외피 면적	= 4,435	S/V = 0.138
상층부 면적	= 1,600	
1층 면적	= 1,600	SFAR = 2.77
합 계	= 3,200	SFAR = 1.38



전체 부피	= 32,000	
외피 면적	= 4,800	S/V = 0.150
상층부 면적	= 1,600	
1층 면적	= 1,600	SFAR = 3.00
합 계	= 3,200	SFAR = 1.50



03 제로에너지건축물 기술요소

③ 외피 단열성능 강화

비주거 건축물

- ▶ 단열 및 창호 열관류율 **법적기준¹⁾ 수준 유지**
(비주거건축물의 경우 냉방부하 저감을 동시에 고려해야 함)

구분		법적기준 (중부2지역 비주거)	법적기준 (남부지역 비주거)	제로에너지 가이드 (법적기준대비 약 30% 강화)
외벽	열관류율 ²⁾	0.24 W/m ² ·K	0.32 W/m ² ·K	EPI ³⁾ 0.8 배점 수준 (벽체단열 법적기준 수준 유지, 창면적비 30~35% 적용)
	열전도율 0.020 W/m·K 기준 단열 두께	85mm	60mm	
지붕	열관류율	0.15 W/m ² ·K	0.18 W/m ² ·K	EPI 0.8 배점 수준 (단열성능 약 30~35% 적용)
	열전도율 0.020 W/m·K 기준 단열 두께	130mm	110mm	
바닥	열관류율	0.20 W/m ² ·K	0.25 W/m ² ·K	EPI 0.8 배점 수준 (단열성능 약 30~35% 적용)
	열전도율 0.020 W/m·K 기준 단열 두께	100mm	80mm	
창호성능		1.5 W/m ² ·K	1.8 W/m ² ·K	1.0~1.5 W/m ² ·K
		로이삼중유리	로이복층유리	로이삼중 시스템 창호 (열관류율/기밀성 동시 고려)

주거 건축물

- ▶ 단열 및 창호 열관류율 **LH 제로에너지 패시브 가이드 기준 적용**
(주거건축물의 경우 난방부하 저감에 대한 민감도가 큼)

구분		에너지절약형 친환경주택기준 (중부2지역 주거)	에너지절약형 친환경주택기준 (남부지역 주거)	LH 제로에너지 패시브 가이드	SH 제로에너지 패시브 성능 기본 사항	패시브하우스
외벽	열관류율	0.17 W/m ² ·K	0.22 W/m ² ·K	0.15 W/m ² ·K	0.09 W/m ² ·K	0.15 W/m ² ·K
	열전도율 0.020 W/m·K 기준 단열 두께	115mm	85mm	130mm	220mm	130mm
지붕	열관류율	0.15 W/m ² ·K	0.18 W/m ² ·K	0.15 W/m ² ·K	0.09 W/m ² ·K	0.11 W/m ² ·K
	열전도율 0.020 W/m·K 기준 단열 두께	130mm	110mm	130mm	220mm	180mm
바닥	열관류율	0.17 W/m ² ·K	0.22 W/m ² ·K	0.15 W/m ² ·K	0.10 W/m ² ·K	-
	열전도율 0.020 W/m·K 기준 단열 두께	115mm	85mm	130mm	200mm	-
창호 성능	열관류율	0.90 W/m ² ·K	1.00 W/m ² ·K	0.80 W/m ² ·K	0.80 W/m ² ·K	0.85 W/m ² ·K
	SHGC	-	-	0.40 이상	0.46 이상	-



03 제로에너지건축물 기술요소

④ 방위별 적정 창면적비⁴⁾ : 전체 창면적비 30~35% 미만

구분	남향	북향	동서향
특징	자연채광성능 확보 외부 기류유입	열손실 저감 확산광 유입, 기류유출	과도한 일사유입 차단
창면적비	적정 창면적 확보 40~45%	창면적 축소 35~40%	창면적 최소화 25~30%
SHGC	0.3 미만	0.6 미만	0.3 미만

관련 용어

1) 법적기준

국토교통부 고시 '건축물의 에너지절약 설계기준'의 [별표1] 지역별 건축물 부위의 열관류율표

2) 열관류율

1㎡ 면적을 가지는 구조체의 실외 및 실내 온도차가 1℃일 때, 발생하는 열류량(W). 값이 낮을수록 단열성능이 좋을 것을 의미

3) EPI

Energy Performance Index, 건축물의 에너지성능지표

4) 창면적비

건축물의 외벽(벽체+창호) 면적 대비 창호 면적의 비율

5) SHGC (태양열취득계수)

태양광을 유리가 얼마큼 차단하는지를 나타내는 계수로 0~1 범위를 가지며 낮은 SHGC 일수록 태양열 획득이 적음

6) VT (가시광선 투과율)

유리를 통해 투과되는 가시광선의 비율

7) LSG = 가시광선투과율(VT)

태양열취득계수(SHGC) LSG 값이 클수록 업무시설 적용에 유리

⑤-1 창호 차폐성능 개선 : 용도 및 방위별 유리 SHGC⁵⁾ 개선

▶ (비주거) 동·서·남향 유리 SHGC : 0.3 미만

- 중부 1 / 중부 2 지역

구분	열관류율 (W/㎡·K)	가시광선 투과율(VT ⁶⁾)	SHGC	LSG ⁷⁾	유리컬러
42T 로이삼중유리	0.98	0.40	0.20	2.00	블루
		0.29	0.15	1.93	그레이

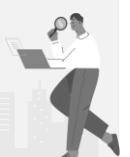
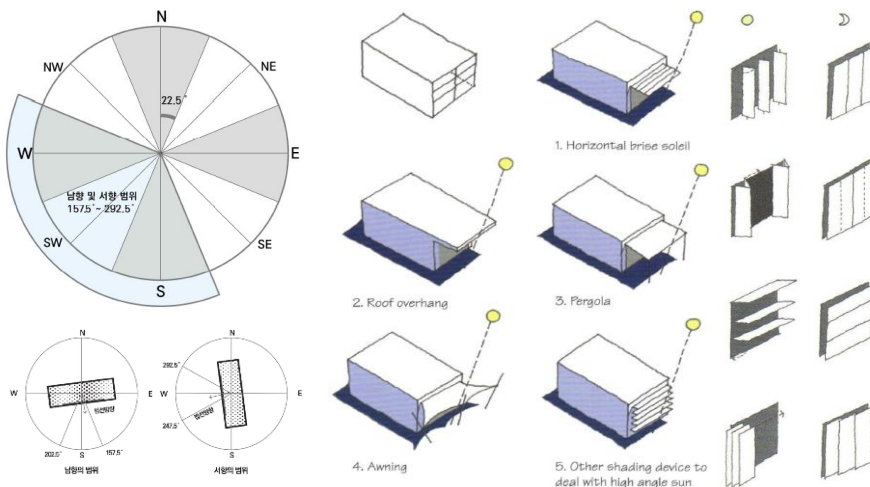
- 남부 / 제주도 지역

구분		열관류율 (W/㎡·K)	가시광선 투과율(VT)	SHGC	LSG	유리컬러
24T 로이 복층유리	더블	1.39	0.70	0.39	1.79	-
	트리플	1.35	0.64	0.27	2.37	동/서/남 입면
	쿼드	1.34	0.51	0.23	2.21	천창 적용

▶ (주거) 유리 SHGC : 0.4 이상

⑤-2 차양시스템 적용

- 공공건축물(업무시설, 교육연구시설)은 남~서향 창의 10% 이상 (에너지성능지표 건축부문 8번 항목 배점 0.6점 이상) 차양장치 의무적용 (건축물의 에너지절약 설계기준 의무사항 건축부문 7번 항목)

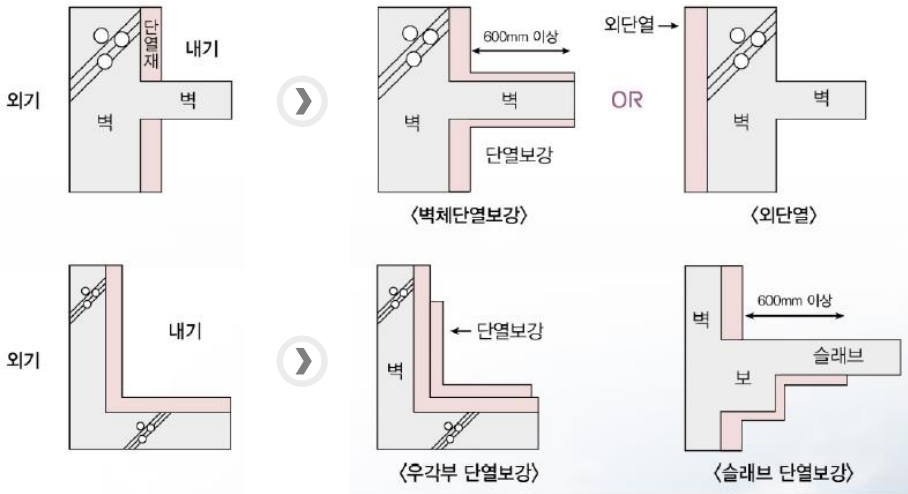




3 제로에너지건축물 기술요소

⑥ 실질적 에너지저감 및 쾌적성 향상: 열교¹⁾ 및 침기²⁾ 최소화

▶ 열교 최소화 방안-1 (구조체)



관련 용어

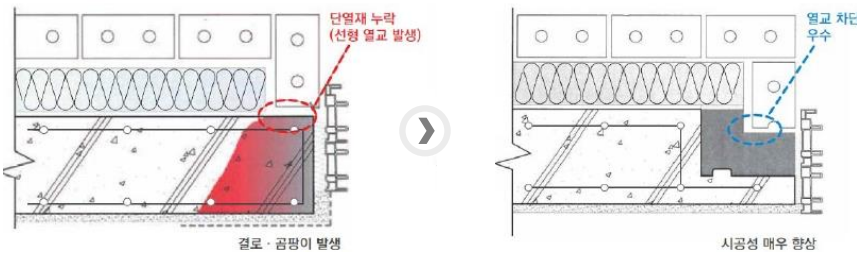
1) 열교

단열재가 누락되거나 열전도율이 상이한 이질재료의 접합으로 인해 해당 부위로 열이 건너가는 다리라는 의미

2) 침기

구조체의 틈새 등으로 외부의 차가운 공기가 실내로 유입되는 것

▶ 열교 최소화 방안-2 (창호부위)



구분	창호(틀) 부위	파이프 및 덕트 부위	조적벽 부위	전기배선 부위
시공자재	실런트, 기밀테이프	실런트, 기밀테이프	단열 우레탄폼, 기밀테이프	기밀소켓, 기밀테이프
시공공정	창호공사 시 (단열재 시공 전)	조적공사 전	미장공사 전	내장공사 후
시공위치	창틀-구조체 접합부	AD/PD 입상 배관	조적벽 배관 관통 부위	세대 분전반, 훔넷
시공방법	창틀-구조체 접합부 (실내측) 단열재 시공	배관주변 틈새 실런트 충진 후 기밀테이프 문어발 형태 가공적용	ERV, 스프링클러 넓은 틈새품 충진 후 기밀테이프 시공	규격과 맞는 경우 기밀소켓 적용, 그 외 기밀테이프시공
	 내부(창실) 기밀테이프 적용 외부 기밀테이프 적용 내부(창실)	 Weather Stripping Tape	 Weather Stripping Tape	 기밀소켓 적용

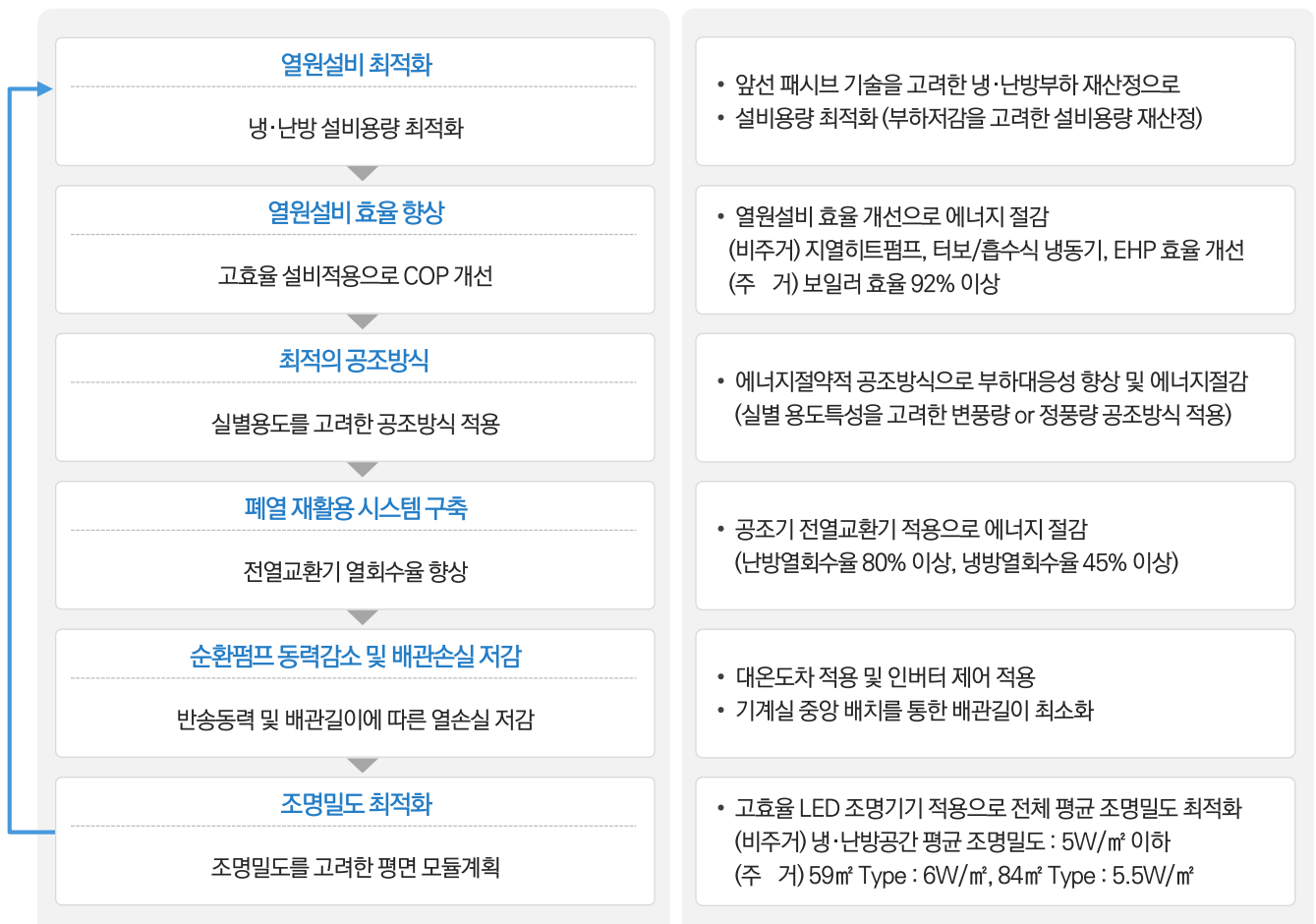


03 제로에너지건축물 기술요소

2. 액티브 기술



요소기술





3 제로에너지건축물 기술요소

① 열원설비 최적화: 냉·난방 설비 용량 최적화

- ▶ 프리패시브 및 패시브 설계기법의 효과를 반영한 냉·난방부하 재산정으로 **설비용량 최적화**
- 단열성능, 유리 SHGC 개선 등의 부하저감을 고려한 설비용량 재산정

② 열원설비 효율 향상: 고효율 설비 적용

- ▶ 열원설비 효율 개선으로 **에너지 절감** (지열히트펌프¹⁾, 터보냉동기²⁾, 흡수식냉동기³⁾, 개별 EHP⁴⁾ 효율 개선)
 - 연면적 1,000㎡ 이상의 공공건축물은 전력 대체 냉방설비를 전체 냉방용량의 약 60% 이상 설치 의무(공공기관 에너지이용 합리화 추진에 관한 규정⁵⁾)
 - 연면적 3,000㎡ 이상의 공공건축물(업무시설, 교육연구시설)은 냉·난방설비 에너지소비효율 1등급 이상의 제품 설치 의무
 - 공공건축물의 경우, 건축물 에너지절약설계기준 의무사항 기계부문 1~2번 항목 (난방 및 냉방설비 효율) 배점 0.9점 이상 확보 의무



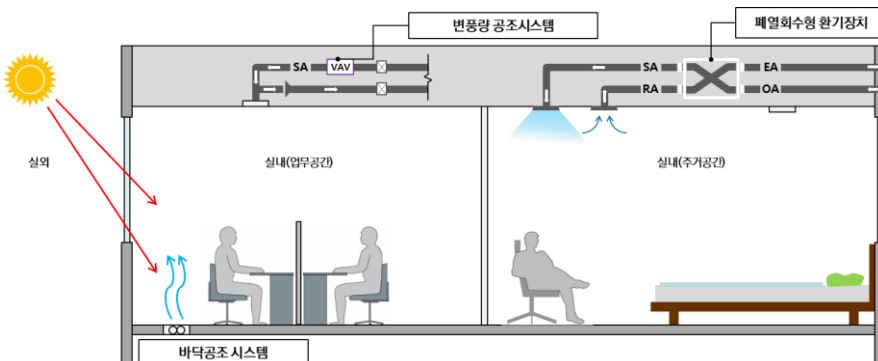
고효율기자재



- ▶ 가정용보일러는 보일러효율 **92% 이상 적용**

③-1 최적의 공조방식

- ▶ 에너지절약적 공조방식 적용으로 부하 **대응성 향상 및 에너지절감**
 - 업무, 주거, 부속공간 등 용도별 특성을 고려한 최적의 공조방식 (변풍량⁶⁾ or 정풍량⁷⁾ 설계
 - 바닥공조시스템은 실내 바닥급기구를 통해 냉·난방을 하는 공조시스템으로 재실자의 온열쾌적성 향상 및 유지관리에 용이



관련 용어

1) 지열히트펌프

외부 환경과 무관하게 땅속의 온도가 항상 일정하다는 것을 이용하여, 땅속으로부터 더운 여름에는 찬 공기가, 겨울철에는 따뜻한 공기가 실내로 유입하도록 한 냉·난방 체계

2) 터보냉동기

고속으로 회전하는 날개차의 원심력으로 냉매 가스를 압축하는 냉동 방식

3) 흡수식냉동기

끓는점이 서로 다른 냉매와 흡수제를 이용하는 냉동기

4) EHP

전기모터를 사용하여 콤프레서를 구동하는 히트펌프

5) 공공기관 에너지이용 합리화 추진에 관한 규정

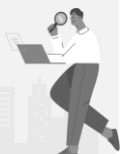
(제10조(에너지 공급 안정 및 효율향상을 위한 전력 수요관리시설 설치)의 제1항) 공공기관에서 에너지의 효율적 이용과 온실가스 배출 저감을 위하여 공공기관이 추진하여야 하는 사항을 규정

6) 변풍량 공조방식

덕트 내에서 바람의 양이 가변적인 공조방식

7) 정풍량 공조방식

일정한 송풍량에 온도만 조절하는 공조방식



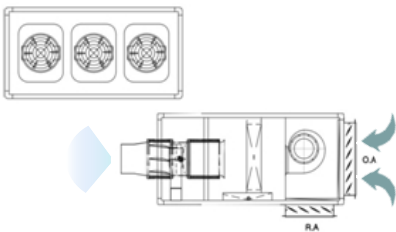
3 제로에너지건축물 기술요소

③-2 최적의 공조방식: 체육시설 등의 대공간 제트공조기¹⁾

- ▶ 일반 공조기에 비해 공장, 강당, 체육관 같은 체적이 큰 장소에는 **제트공조기가 효율이 좋음**
- 공기순환비용 높아 난방 시 수직온도 편차를 기존 1/10 이하로 감소
- 지붕을 통한 방열손실을 줄이고 예열시간을 단축하여 에너지를 절약

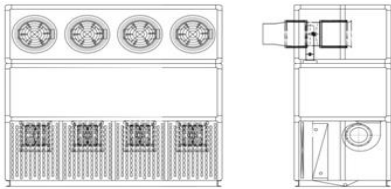
수평형 제트공조기

수평형 제트공조기 구성도



수직형 제트공조기

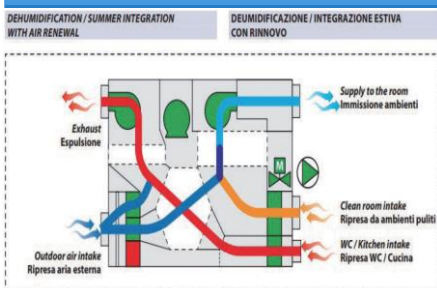
수직형 제트공조기 구성도



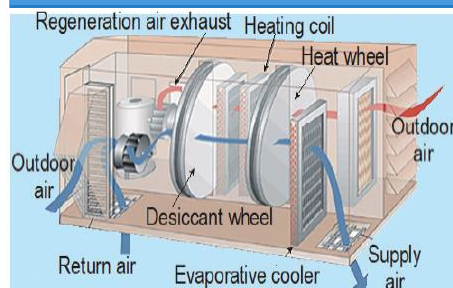
③-3 최적의 공조방식: 제습 시스템을 이용한 냉·난방공조

- ▶ 내부의 습기 발생이 많은 체육시설의 특성을 고려하여 잠열제어(습기제거)를 통한 **냉·난방부하 저감 및 실내 쾌적성 향상**
- 별도의 재열열원 없이 에너지절약적인 제습용 냉방 공조 유닛
- 고분자 제습 소재를 이용한 습도조절 및 전력소비 50% 이상 절감

데시칸트 제습 시스템²⁾ 원리



휴미컨 시스템³⁾



관련 용어

1) 제트공조기

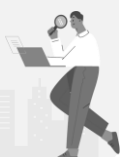
대용량의 유도능력에 의한 공기순환비율(Air Turnover Rate : ATR)이 매우 높기 때문에 난방 시 수직온도 편차를 기존 시스템의 1/10 이하로 낮추므로 지붕을 통한 방열손실을 줄이고 예열시간을 단축하여 에너지를 절약

2) 데시칸트 제습 시스템

제올라이트 등의 건조제가 공기중의 수분을 흡수하고, 수분을 기화시킨 다음 결로과정을 통해 제습하는 시스템

3) 휴미컨 시스템

습도(Humidity)와 조화기(Conditioner)의 합성어로 습도를 조절장치이며, 제습, 열회수환기, 탈취, 청정, 냉방의 기능을 모두 수행
기존 데시칸트 제습원리가 기반이나, 기존 제습제에서 초흡습성 고분자를 개발하여 이를 바탕으로 성능, 효율 기능, 구조면에서 우수한 시스템을 구축

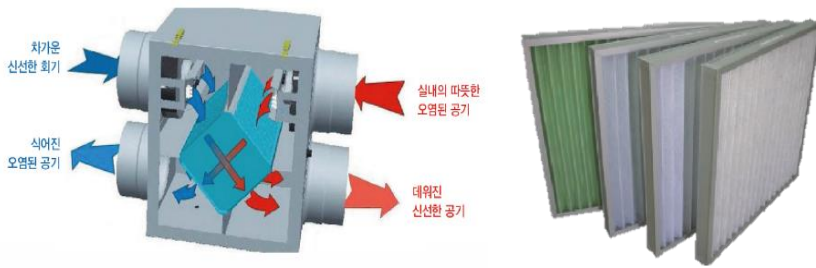




03 제로에너지건축물 기술요소

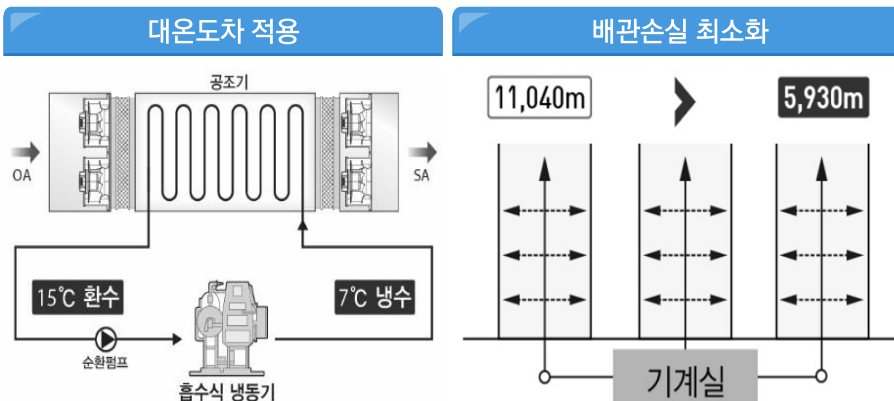
④ 폐열재활용 시스템 구축 : 전열교환기¹⁾ 열회수율 향상

- ▶ 공조기 전열교환기 적용으로 에너지절감
 - 난방열회수율 80% 이상, 냉방열회수율 45% 이상
- ▶ 저압손 고효율 필터 적용 (압력손실이 적고 고효율의 필터 적용)



⑤ 순환펌프²⁾ 동력 및 배관손실 저감

- ▶ 건축물의 에너지절약 설계기준 기계설비부문 의무사항 2번 항목에 따라 펌프는 한국산업규격 표시인증제품 또는 KS 규격에 정해진 효율 이상의 제품 설치
- ▶ 건축물의 에너지절약 설계기준 기계설비부문 의무사항 3번 항목에 따라 기기배관 및 덕트는 건축기계설비 표준시방서에서 정하는 기준 이상 또는 그 이상의 열저항³⁾을 갖는 단열재로 단열함
- ▶ 대온도차⁴⁾ 및 인버터 제어⁵⁾ 적용
- ▶ 기계실 중앙 배치를 통한 배관길이 최소화



⑥ 조명밀도⁶⁾ 최적화 : 조명밀도를 고려한 평면 모듈계획

- ▶ 공공기관은 공공기관 에너지이용 합리화 추진에 관한 규정⁷⁾에 의거 고효율 LED 조명기기 100% 적용 의무
- ▶ 고효율 LED 조명기기 적용으로 전체 평균 조명밀도 최적화
 - (비주거) 냉·난방공간 평균 조명밀도 5W/㎡ 이하 적용
 - (주 거) 59㎡ Type : 6W/㎡, 84㎡ Type : 5.5W/㎡ 이하 적용



관련 용어

1) 전열교환기

배기하는 열에 의하여 외기에서 들어오는 공기를 따듯하게(또는 차갑게) 해 주기 위한 열교환기

2) 순환펌프

냉각수를 복수기의 냉각관 안에서 순환시키는 펌프

3) 열저항

열관류율의 역수로 단위는 $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$. 열저항이 높을수록 단열능력이 우수함을 의미

4) 대온도차 방식

온도 차이를 크게 함으로써 유량을 줄이고 펌프나 송풍기 동력을 절감하는 방식

5) 인버터제어

유도 전동기를 구동하는 방식

6) 조명밀도

조명기기의 소비전력을 실내 바닥면적으로 나눈 값

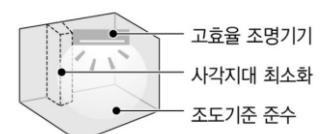
7) 공공기관 에너지이용 합리화 추진에 관한 규정

(제11조(고효율에너지기자재 사용)의 제2항, 제4항)
공공기관에서 에너지의 효율적 이용과 온실가스 배출 저감을 위하여 공공기관이 추진하여야 하는 사항을 규정



참고

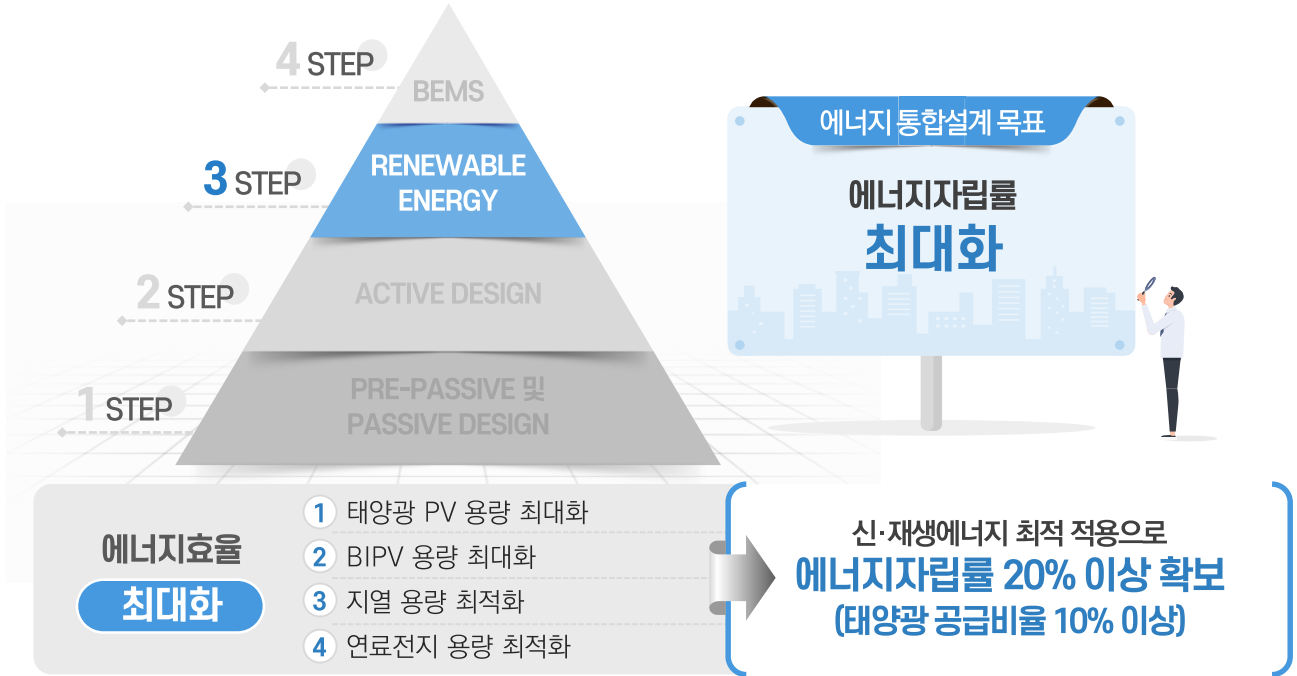
※단위세대 적정 조도수준 확보 및 조명밀도 최소화를 고려한 합리적인 평면계획





03 제로에너지건축물 기술요소

3. 신·재생에너지 기술



요소기술





3 제로에너지건축물 기술요소

① 대상건축물 연도별 의무공급비율¹⁾ 확인

- ▶ 공공건축물은 신·재생에너지 설치의무화 대상에 해당되며, 건축 인허가 기준 연도별 의무공급비율 확인

해당연도	20~21	22~23	24~25	26~27	28~29	30이후
공급의무 비율(%)	30	32	34	36	38	40

- ▶ 지자체별·건물용도별 녹색건축물 설계기준에 부합하는 신·재생에너지 용량 확인

- 서울시 : 서울시 녹색건축물 설계기준 및 환경영향 평가 기준 확인
- 그 외 경기도, 세종특별자치시, 부산광역시, 광주광역시, 울산광역시, 제주도 등 녹색설계 기준 확인



관련 용어

1) 의무공급비율

(‘신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법시행령’ 제15조 제1항 제1호)
예상에너지사용량 대비
신·재생에너지 생산량 비율

2) 태양광 설비 시공 기준

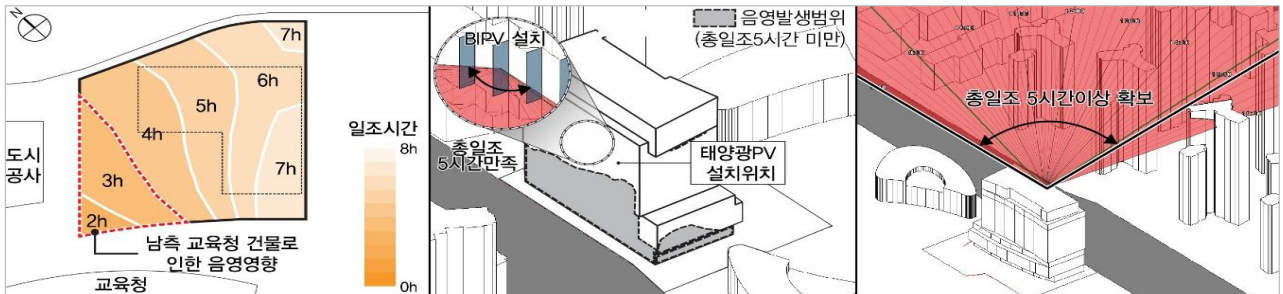
한국에너지공단
신·재생에너지센터 공고
제2020-26호,
신·재생에너지 설비의 지원
등에 관한 지침

② 부지 일조검토를 통한 태양광 PV 최대 용량 산정

◆ 비주거 건축물

- ▶ 에너지자립률 확보에 가장 유리한 태양광 설치가능 용량 산정

- 태양광 설비 시공 기준²⁾ : 일조시간은 1일 5시간(춘계(3~5월), 추계(9~11월)기준) 이상 확보 필요
- ▶ 태양광 PV 기준 공급비율 약 10% 적용 시, 에너지자립률 20% 확보 가능



◆ 주거 건축물

- ▶ 주동 일조검토로 옥상 태양광 PV 최대 설치가능 용량 산정

- 태양광 설비 시공 기준²⁾ : 일조시간은 1일 5시간(춘계(3~5월), 추계(9~11월)기준) 이상 확보 필요
- 서울주택공사(SH) 기준 : 연속일조 2시간 이상인 부위까지 추가로 설치 가능

- ▶ 옥상 > 입면 > 측벽 순으로 태양광 각 세대당 59㎡ Type : 0.8kWp, 84㎡ Type : 1.1kWp 이상 적용

일조시간 분석	옥상면 PV 최대배치	정면 PV 배치	측벽 PV 배치
<ul style="list-style-type: none"> 제로에너지 등급확보를 고려한 태양광 PV 설치면적 검토를 위한 일조시간 검토 (총일조 5시간 or 연속일조 2시간) 	<ul style="list-style-type: none"> PV효율을 고려하여 옥상면 태양광 PV 최대설치 (효율을 고려한 설치각도 계획) 	<ul style="list-style-type: none"> 주동간 자기음영 및 인접 1BL에 의한 음영부위 제외한 남향 태양광 PV 부착 	<ul style="list-style-type: none"> 음영부위를 제외한 태양광 배치로 효율 향상 및 디자인 요소를 고려한 배치계획



03 제로에너지건축물 기술요소

③ 신·재생에너지 적용 우선순위

▶ 에너지자립률 확보에 유리한 **신·재생에너지 유형 고려**

◆ **신·재생에너지원별 에너지자립률 민감도 분석**

▶ 비주거

원별	설치용량	에너지자립률(%)
지열히트펌프	1,126.92 kW	8.10%
연료전지	50.40 kW	3.42%
태양광 PV	501.00 kWp	52.81%
태양광 BIPV	209.80 kWp	11.24%

※ 서울시 공공용 업무시설 신·재생에너지 공급비율 25% 기준

▶ 주거

원별	설치용량	에너지자립률(%)
지열히트펌프	907.21 kW	5.24%
연료전지	56.84 kW	14.64%
태양광 PV	403.38 kWp	43.59%
태양광 BIPV	168.94 kWp	13.55%

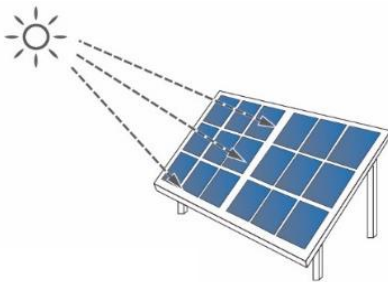
※ 서울시 공동주택 신·재생에너지 공급비율 14.33% 기준

※ 지열히트펌프 : 난방측 연결

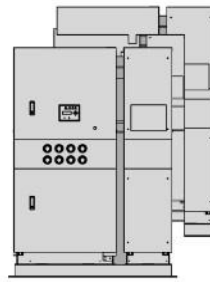
※ 연료전지 : 급탕측 연결

④ 신·재생에너지 발전 효율 향상

- ▶ **태양광 발전효율 향상** : 남향 설치각도 23도 이상(지역 위도를 고려한 설치각도 권장), 단결정 고효율 PV 모듈 적용
- ▶ **지열 COP³⁾ 개선 및 반송동력 최적화** : 물-냉매 방식의 경우 70m내 지열기계실 위치
- ▶ **연료전지 적용 시 발생하는 폐열⁴⁾에 대한 활용처 고려 필요**



설치각도 23도 이상



지열히트펌프

COP
향상

관련 용어

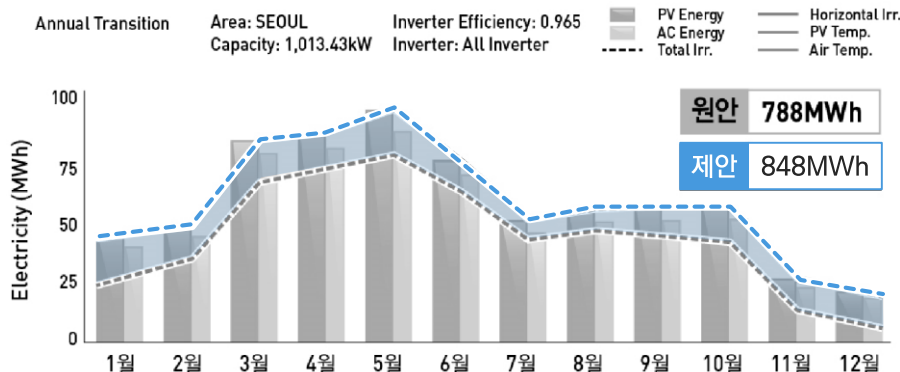
3) COP

Coefficient of performance, 성능 계수

4) 폐열

에너지의 생산 혹은 소비 과정에서 사용되지 못하고 버려지는 열

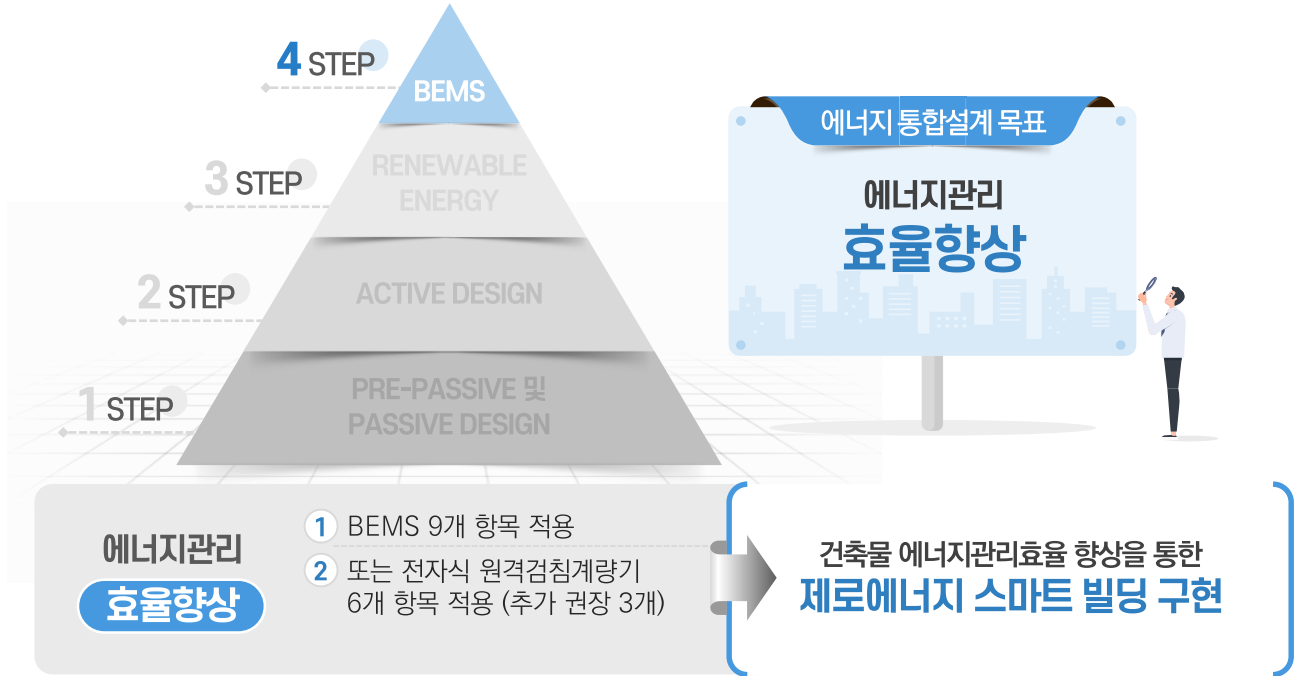
태양광 발전량 검토 예시





03 제로에너지건축물 기술요소

4. BEMS 또는 전자식 원격검침계량기 설치



구분	평가항목	평가방법	BEMS	원격검침
1	데이터 수집 및 표시	대상건물에서 생산·저장 사용하는 에너지를 에너지원별 (전기/연료/열 등)로 데이터 수집 및 표시	○	○
2	정보감시	에너지 손실, 비용 상승, 쾌적성 저하, 설비 고장 등 에너지관리에 영향을 미치는 관련 관제값 중 5종 이상에 대한 기준값 입력 및 가시화	○	○ (권장)
3	데이터 조회	일간, 주간, 월간, 년간 등 정기 및 특정 기간을 설정하여 데이터를 조회	○	○
4	에너지소비 현황 분석	2종 이상의 에너지원단위와 3종 이상의 에너지용도에 대한 에너지소비 현황 및 증감 분석	○	○
5	설비의 성능 및 효율 분석	에너지사용량이 전체의 5%이상인 모든 열원설비 기기별 성능 및 효율 분석	○	○ (권장)
6	실내·외 환경 정보 제공	온도, 습도 등 실내·외 환경정보 제공 및 활용	○	-
7	에너지 소비량 예측	에너지사용량 목표치 설정 및 관리	○	○ (권장)
8	에너지 비용 조회 및 분석	에너지원별 사용량에 따른 에너지비용 조회	○	○
9	제어시스템 연동	1종 이상의 에너지용도에 사용되는 설비의 자동제어 연동	○	-
10	계측기 관리	데이터를 제공하는 계측기의 관리 수준 평가	-	○
11	데이터 관리	데이터 관리 절차 등 수준 평가	-	○

※ <https://zeb.energy.or.kr> 정보마당> 공지사항 제로에너지빌딩 인증 신청을 위한 제출 서식 참조



04 제로에너지건축물 가이드

비주거(업무, 문화 및 집회, 노유자 시설) 가이드



1 에너지요구량 최소화 (신·재생에너지 의존도를 낮추기 위해 요구량 75 미만 유지 (병원 및 전산센터 제외))

- 에너지절약적인 최적의 형태 및 배치계획 여부 확인
- '건축물의 에너지절약설계기준'의 단열기준(벽체 및 창호) 및 지붕, 바닥 평균 열관류율 EPI 0.8 배점 수준 확보
- 전체 창면적비 35% 이하 및 방위별 적정 창면적비 계획 (입면 변경 고려)
- 용도 및 방위별 창호 SHGC 적용계획으로 냉방부하 저감
 - 중부 1 및 중부 2 : 로이삼중유리 및 SHGC 0.3 미만의 유리 적용
 - 남부 및 제주도 : 로이복중유리 및 SHGC 0.3 미만의 유리 적용
- 실질적인 에너지저감 및 쾌적성 향상을 위한 기밀성 강화 및 열교차단 기법 적용



2 에너지효율 극대화 (연간 에너지비용 절감을 위한 고효율 기기적용 및 반송동력 최적화)

- 패시브 계획을 통해 최소화된 에너지요구량에 최적화된 열원용량 산정
- 열원설비 COP 향상 및 최적의 공조방식 적용, 폐열 재활용, 반송동력 및 배관길이 최소화
- 조명부하 저감을 위한 고효율 LED 조명기기 100% 적용 및 평면계획으로 조명밀도 5W/㎡ 이하



3 신·재생에너지 최대화 (태양광 PV 의무공급비율 10% 이상 적용 → Step. 1~2 반영 시 자립률 만족 가능)

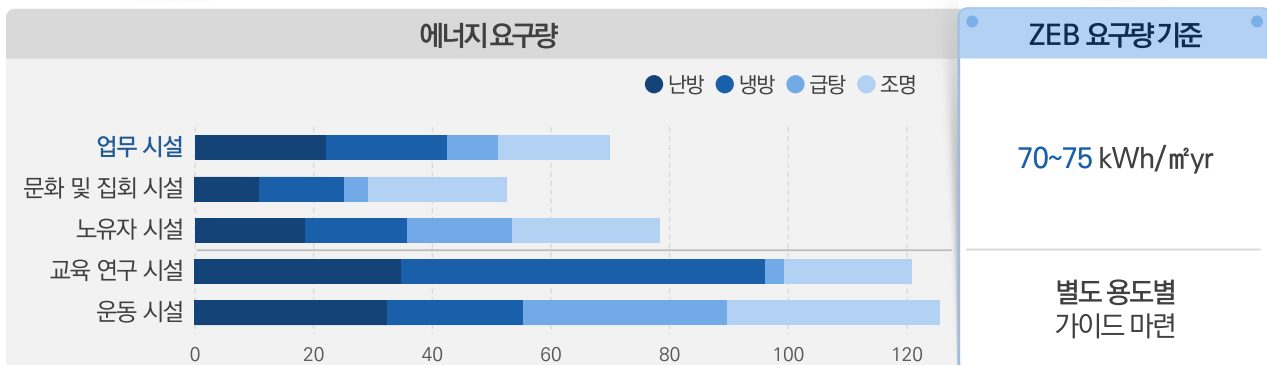
- 해당 건축물의 신·재생에너지 의무공급비율 확인 (연도별 의무공급비율_건축 인허가 기준 적용)
- 일조검토를 통해 태양광 PV 최대 설치가능 용량 산정 (태양광 PV 신·재생에너지 공급비율 10% 이상 적용)
- 태양광 PV 모듈 및 설치 각도를 고려한 최적의 시스템 제안 (남향 23도 이상, 단결정 고효율 모듈 적용)
- 신·재생에너지 의무공급비율을 고려한 추가 설치용량은 지열 시스템으로 우선 제안 (자립률 확보에 유리)



4 BEMS 또는 전자식 원격검침계량기 설치

- BEMS 또는 전자식 원격검침계량기 설치로 통합 유지관리시스템 구축

에너지 패턴 및 사례검토 결과를 반영한 제로에너지건축물 달성 가이드 주요 사항



1. 업무시설의 경우 사용시간이 대부분 주간(09시~18시)에 이루어지며, 실내 기기 및 인체 발열부하가 높아 난방 대비 냉방부하 높음 전기에너지를 사용하는 조명부하 역시 높은 패턴을 보임 → "냉방부하 저감 위주의 패시브 설계기법 및 조명 밀도 최적화 필요"
2. 문화 및 집회, 노유자 시설의 경우, 업무시설과 요구량 및 에너지 패턴이 유사하므로 하나의 가이드로 판단 가능
3. 제로에너지건축물 달성을 위한 업무, 문화 및 집회, 노유자 시설 요구량 기준 75kWh/㎡yr 미만 산정
4. 신·재생에너지 의무공급비율 기준 태양광 PV 최소 설치 비율 10% 이상 필요



04 제로에너지건축물 가이드

비주거(교육연구시설_학교시설)가이드



1 에너지요구량 최소화 (신·재생에너지 의존도를 낮추기 위해 요구량 130 미만 유지)

- 에너지절약적인 최적의 형태 및 배치계획 여부 확인
- 교육연구시설(학교시설)은 에너지 부하가 높은 주방/조리실, 구내식당, 체육시설의 면적 비율에 따라 에너지요구량의 에너지 용도별 비율이 상이하므로 적정 면적 산정 필요
- '건축물의 에너지절약설계기준'의 단열기준(벽체 및 창호) 및 지붕, 바닥 평균열관류율 EPI 0.8 배점 수준 확보
- 전체 창면적비 35% 이하 및 방위별 적정 창면적비 계획 (입면 변경 고려)
- 용도 및 방위별 창호 SHGC 적용계획으로 냉방부하 저감
 - 중부 1 및 중부 2 : 로이삼중유리 및 SHGC 0.3미만의 유리 적용 /남부 및 제주도 : 로이복층유리 및 SHGC 0.3미만의 유리 적용
- 실질적인 에너지저감 및 쾌적성 향상을 위한 기밀성 강화 및 열교차단 기법 적용



2 에너지효율 극대화 (연간 에너지비용 절감을 위한 고효율 기기적용 및 반송동력 최적화)

- 패시브 계획을 통해 최소화된 에너지요구량에 최적화된 열원용량 산정
- 체육시설이 있는 경우, 대공간은 제트공조기 적용을 통한 공조부하 저감
- 열원설비 COP 향상 및 최적의 공조방식 적용, 폐열 재활용, 반송동력 및 배관길이 최소화
- 조명부하 저감을 위한 고효율 LED 조명기기 100% 및 평면계획으로 조명밀도 5W/m² 이하



3 신·재생에너지 최대화 (태양광 PV 의무공급비율 15% 이상 적용 → Step. 1~2 반영 시 자립률 만족 가능)

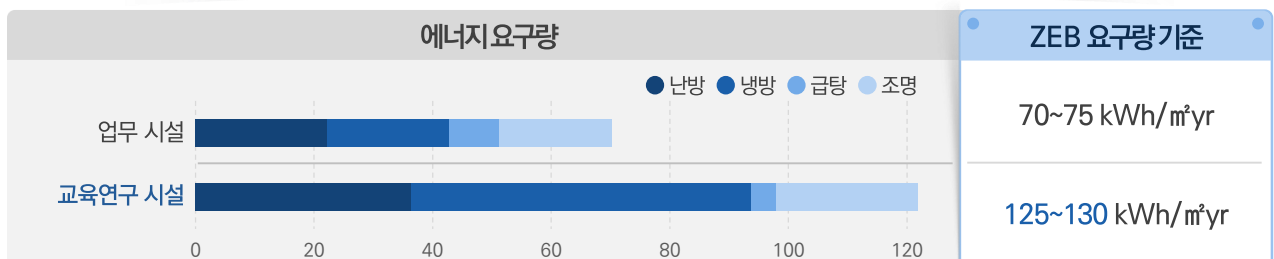
- 해당 건축물의 신·재생에너지 의무공급비율 확인 (연도별 의무공급비율_건축 인허가 기준 적용)
- 부지 일조검토를 통해 태양광 PV 최대 설치가능 용량 산정 (신축(교실 + 식당/체육관)인 경우 태양광 PV 신·재생에너지 공급비율 15% 이상, 별도 증축(식당/체육관)인 경우 30% 이상)
- 태양광 PV 모듈 및 설치 각도를 고려한 최적의 시스템 제안 (남향 23도 이상, 단결정 고효율 모듈 적용)
- 신·재생에너지 의무공급비율을 고려한 추가 설치용량은 지열 시스템으로 우선 제안 (자립률 확보에 유리)



4 BEMS 또는 전자식 원격검침계량기 설치

- BEMS 또는 전자식 원격검침계량기 설치로 통합 유지관리시스템 구축

에너지 패턴 및 사례검토 결과를 반영한 제로에너지건축물 달성 가이드 주요 사항



- 업무시설과 냉·난방부하 패턴은 비슷하나, 에너지부하가 높은 주방 및 조리실, 구내식당, 체육시설의 면적 비율에 따라 에너지요구량의 에너지 용도별 비율이 상이하 (조리실 및 구내식당의 비율이 높을 수록 냉·난방 요구량 상승)
→ 주방/조리실, 구내식당, 체육시설이 포함되어 있는 경우와 미포함된 경우, 별도증축인 경우로 구분하여 계획 필요
- 체육시설이 있는 경우 운동시설(비주거)과 같이 냉·난방, 환기시스템 및 열원 선정이 중요함
→ 1차에너지소요량 절감 및 자립률 확보를 위해서는 대공간에 실내기형 냉·난방기(제트공조기)등 적용 권장
- 교육연구시설(학교시설)은 신축 건축물(교실 + 체육시설, 주방/조리실, 구내식당) 기준
→ 제로에너지건축물 달성을 위한 요구량 기준이 업무시설 75kWh/m²y 미만에 비해 높은 130kWh/m²y 미만으로 산정
- 신축 건축물 기준 신·재생에너지 의무공급비율 기준 태양광 PV 최소 설치 비율 15% 이상, 별도 증축 기준 30% 이상 필요



04 제로에너지건축물 가이드

비주거(운동시설) 가이드



1 에너지요구량 최소화 (신·재생에너지 의존도를 낮추기 위해 요구량 130 미만 유지)

- 에너지절약적인 최적의 형태 및 배치계획 여부 확인
- 개정(2018.09.01)기준의 지역별 법적단열(구조체 및 창호) 수준 확보 및 등급별 EPI 배점 준수
 - ZEB 3~5 등급 : 외벽, 지붕, 바닥 평균열관류율 0.8 배점 ; 로이복층유리
 - ZEB 1~2 등급 : 외벽, 지붕, 바닥 평균열관류율 0.9 배점 ; 로이삼중유리
- 전체 창면적비 30% 이하 및 방위별 적정 창면적비 계획 (입면 변경 고려)
- 실질적인 에너지저장 및 쾌적성 향상을 위한 기밀성 강화 및 열교차단 기법 적용



2 에너지효율 극대화 (연간 에너지비용 절감을 위한 고효율 기기적용 및 반송동력 최적화)

- 패시브 계획을 통해 최소화된 에너지요구량에 최적화된 열원용량 산정
- 체육시설 등의 대공간은 제트공조기 적용을 통한 공조부하 저감
- 내부에서 발생하는 잠열제어(습기제거)를 통한 냉·난방부하 저감 및 실내 쾌적성 향상 방안 고려
- 열원설비 COP 향상 및 최적의 공조방식 적용, 폐열 재활용, 반송동력 및 배관길이 최소화
- 열원설비 및 공조용 송풍기 효율 → EPI 0.8~0.9 배점
- 조명부하 저감을 위한 고효율 LED 조명기기 100% 적용 및 평면계획으로 조명밀도 8W/㎡ 이하



3 신·재생에너지 최대화 (태양광 PV 의무공급비율 15% 이상 적용 → Step 1~2 반영 시 자립률 만족 가능)

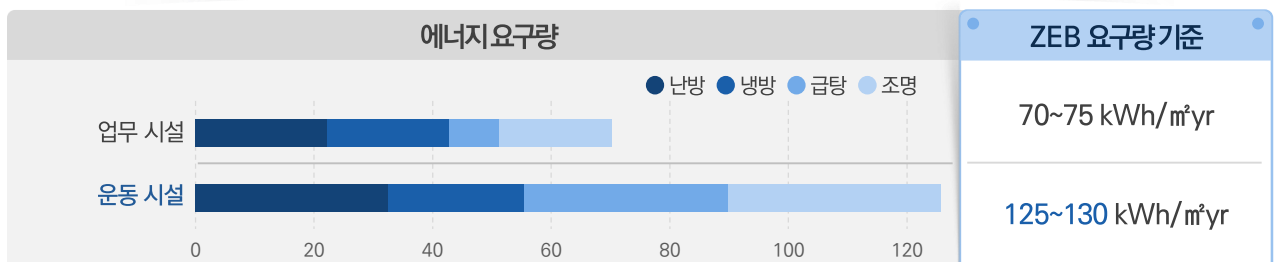
- 해당 건축물의 신·재생에너지 의무공급비율 확인 (연도별 의무공급비율_건축 인허가 기준 적용)
- 부지 일조검토를 통해 태양광 PV 최대 설치가능 용량 산정 (옥상) 입면 > 측벽 순으로 발전효율 및 일조시간을 고려하여 적용
 - (수영장 미포함 시) ZEB 5등급 : 옥상 태양광 PV 신·재생에너지 공급비율 15% 이상 적용
 - (수영장 포함 시_수영장 제습 공조시스템 적용한 경우) ZEB 5등급 : 옥상 태양광 PV 신·재생에너지 공급비율 20% 이상 적용
- 태양광 PV 모듈 및 설치 각도를 고려한 최적의 시스템 제안 (남향 23도 이상, 단결정 고효율 모듈 적용)



4 BEMS 또는 전자식 원격검침계량기 설치

- BEMS 또는 전자식 원격검침계량기 설치로 통합 유지관리시스템 구축

에너지 패턴 및 사례검토 결과를 반영한 제로에너지건축물 달성 가이드 주요 사항



- 대공간인 체육시설 특성상 냉·난방, 환기시스템 및 열원 선정이 중요함
냉·난방 및 환기시스템이 EHP+AHU(일반공조기)인 경우 EHP+실내기형 냉·난방기(제트공조기)인 경우 대비
환기소요량 상승으로 등급용 1차에너지소요량 약 1.5배 증가
→ 1차 에너지소요량을 절감 및 자립률 확보를 위해서는 실내기형 냉·난방기(제트공조기)등 적용 권장
- 업무시설 대비 난방, 급탕요구량이 높으며, 높은 층고로 인한 조명밀도(8W/㎡)를 고려
→ 제로에너지건축물 달성을 위한 요구량 기준이 업무시설 75kWh/㎡yr 미만에 비해 높은 130kWh/㎡yr 미만으로 산정
- 신·재생에너지공급비율 기준 태양광 PV 최소 설치 비율 15% 이상 필요
수영장 (제습 공조시스템 적용) 포함 시 신·재생에너지공급비율 기준 태양광 PV 최소 설치 비율 20% 이상 필요



04 제로에너지건축물 가이드

주거(공동주택) 가이드



1 에너지요구량 최소화 (신·재생에너지 의존도를 낮추기 위해 요구량 75(남부 65) 미만 유지_냉방 제외)

- 에너지절약적인 최적의 주동 및 배치계획 여부 확인 (일조확보를 및 남향배치 최대화)
- LH 제로에너지 패시브 가이드의 단열(구조체 및 창호) 수준 확보
 - 벽체, 지붕, 바닥 : $0.15\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ 이하
 - 창호 : 확장부분($0.8\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ 이하), 비확장부분($1.2\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ 이하)
- LH 제로에너지 패시브 가이드의 창호 SHGC 0.4 이상 적용계획으로 난방부하 저감
- 실질적인 에너지저감 및 쾌적성 향상을 위한 기밀성 강화 및 열교차단 기법 적용으로 침기 및 열교 최소화



2 에너지효율 최대화 (연간 에너지비용 절감을 위한 고효율 기기적용 및 에너지절약적 제어방식 적용)

- 패시브 계획을 통한 향상된 에너지요구량에 최적화된 열원용량 재산정
- 보일러 효율 92% 이상(개별난방), 기계실 중앙배치를 통한 배관길이 최소화(지역난방)
- 전열교환기 난방 열회수율 80% 이상
- 고효율 LED 조명기기 100% 및 평면계획으로 조명밀도 6W/m^2 이하
 - 59m^2 Type : 6W/m^2
 - 84m^2 Type : 5.5W/m^2



3 신·재생에너지 최대화

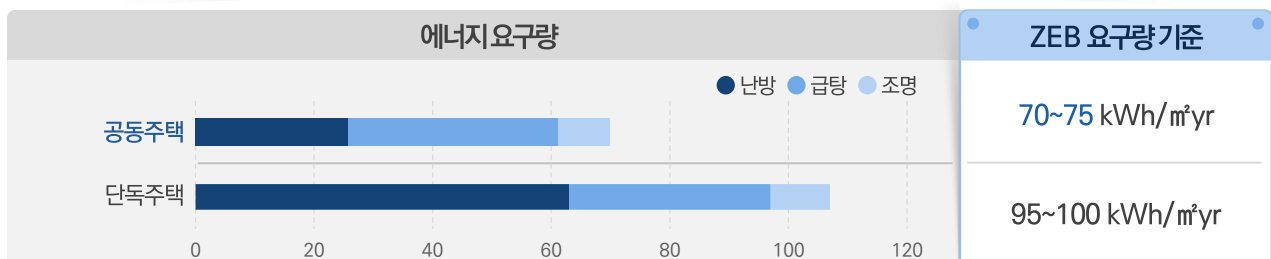
- 주동 일조검토를 통해 옥상 태양광 PV 최대 설치가능 용량 산정
- 태양광 PV 모듈 및 설치 각도를 고려한 최적의 시스템 제안 (남향 23도 이상, 단결정 고효율 모듈 적용)
 - 59m^2 Type : 0.8kWp/세대
 - 84m^2 Type : 1.1kWp/세대
- 제로에너지건축물 구현을 위한 단지 내·외 에너지자립률 20% 이상 확보 필요
 - 옥상 면적 70% 태양광 적용 시, 에너지자립률 분석결과 : 일반_옥상 14%, 입면 6%, 요구량 75 미만_옥상 20% 확보 가능



4 BEMS 또는 전자식 원격검침계량기 설치

- BEMS 또는 전자식 원격검침계량기 설치로 통합 유지관리시스템 구축

에너지 패턴 및 사례검토 결과를 반영한 제로에너지건축물 달성 가이드 주요 사항



1. 주거시설의 경우 24시간 사용 시설이며, 야간에 거주하는 시간이 높음. 현재 냉방을 제외하고 에너지성능을 평가하고 난방부하가 높으며, 급탕부하 역시 높은 패턴을 보임 → “난방부하 저감 위주의 패시브 설계기법 및 급탕부하 최적화 필요”
2. 단독주택 대비 난방요구량이 낮으며, 최상, 최하층 대비 중간 세대가 많아 외기 직접 면하는 구조체 및 창면적 비율이 낮음
→ 제로에너지건축물 달성을 위한 요구량 기준 공동주택 $75\text{kWh/m}^2\text{y}$ 로 산정
3. 여러 개의 동이 하나의 단지를 구성하는 공동주택 특성상 기계실 중앙 배치를 통한 배관 길이 최소화 필요
4. 조명부하 저감을 위해 타입별 조명 밀도 최적화 필요 → 조명 밀도 6.0W/m^2 이하
5. 신·재생에너지 의무공급비율 기준 태양광 PV가 84m^2 Type기준 세대당 1.1kWp 설치 필요



04 제로에너지건축물 가이드

주거(단독주택) 가이드



1 에너지요구량 최소화 (신·재생에너지 의존도를 낮추기 위해 요구량 100 미만 유지_냉방 제외)

- 에너지절약적인 최적의 주동 및 배치계획 여부 확인 (일조확보율 및 남향배치 최대화)
- LH 제로에너지 패시브 가이드의 단열(구조체 및 창호) 수준 확보 (외단열 시공 권장)
 - 벽체, 지붕, 바닥 : $0.15\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ 이하
 - 창호 : 확장부분 $0.8\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ 이하, 비확장부분 $1.2\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ 이하
- LH 제로에너지 패시브 가이드의 창호 SHGC 0.4 이상 적용계획으로 난방부하 저감
- 실질적인 에너지저감 및 쾌적성 향상을 위한 기밀성 강화 및 열교차단 기법 적용으로 침기 및 열교 최소화
 - 기밀테이프시공 권장



2 에너지효율 최대화 (연간 에너지비용 절감을 위한 고효율 기기적용 및 에너지절약적 제어방식 적용)

- 패시브 계획을 통해 최소화된 에너지요구량에 최적화된 열원용량 산정
- 보일러효율 92% 이상, 전열교환기 난방 열회수율 80% 이상
- 고효율 LED 조명기기 100% 및 평면계획으로 조명밀도 8W/m^2 이하 권장



3 신·재생에너지 최대화

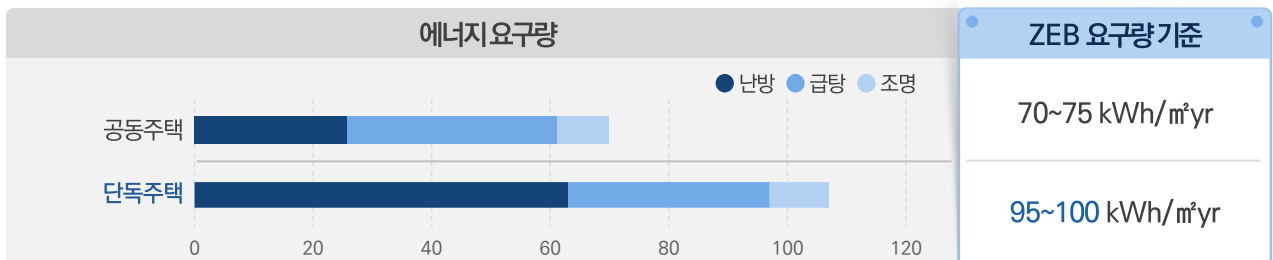
- 주동 일조 검토를 통해 옥상 태양광 PV 최대 설치 가능 용량 산정
- 태양광 PV 모듈 및 설치 각도를 고려한 최적의 시스템 제안 (남향 23도 이상, 단결정 고효율 모듈 적용)
 - 84m^2 Type : 1.6kWp/세대



4 BEMS 또는 전자식 원격검침계량기 설치

- BEMS 또는 전자식 원격검침계량기 설치로 통합 유지관리시스템 구축

에너지 패턴 및 사례검토 결과를 반영한 제로에너지건축물 달성 가이드 주요 사항



- 공동주택 대비 난방요구량이 높으며, 복층 이상의 평면 구성에 따른 외기직접 면하는 구조체 및 창면적 비율이 높음
→ 제로에너지건축물 달성을 위한 요구량 기준이 공동주택 $75\text{kWh/m}^2\cdot\text{yr}$ 미만에 비해 높은 $100\text{kWh/m}^2\cdot\text{yr}$ 미만으로 산정
→ 외단열 시공 및 기밀테이프 시공 적용 권장
- 단독주택 특성상 공동주택 대비 층고와 천장고가 높아 조명밀도 최적화가 필요함
→ 에너지절약형 친환경주택의 건설기준에 해당되는 8.0W/m^2 이하 수준 권장
- 신·재생에너지 의무공급비율 기준 태양광 PV가 84m^2 기준 공동주택 1.1kWp/세대 대비 높은 1.6kWp/세대 설치 필요
- 단독주택은 공동주택 대비 태양광 설치 가능한 공간 면적이 크므로 수평이 아닌 남향 기준 23도 이상 각도로 설치



05 제로에너지건축물 사례 [업무시설]

판교 제2테크노밸리 기업지원허브

본인증



▶ 위치	경기도 성남시
▶ 연면적	78,802.08㎡
▶ 규모	지하 2층, 지상 8층
▶ 용도	업무시설
▶ 추진일정	17' 준공
▶ 인증 취득	제로에너지건축물 5등급
▶ 에너지 평가결과	요구량 76.8kWh/㎡·y 소요량 137.2kWh/㎡·y
▶ 자립률	20.20%

◆ 기술내용

기술구분		적용사항	
패시브 기술	창호	로이삼중창 (법적기준('15) 대비 61.7% 성능 향상)	
	단열	외단열 공법_페놀폼 보드 120mm (법적기준('15) 대비 78.8% 성능 향상)	
	창면적비	창면적비 최적화 (31.4%)	
	일사저감	차양일체형 외피 적용 (중앙제어 롤스크린)	
액티브 기술	냉·난방	외기냉방 공조 시스템 적용	
	냉·난방	GSHP (지열히트펌프 시스템) 중앙제어 시스템	
	환기	배열회수 장치 적용 (효율 75% 이상)	
	모니터링	BEMS를 이용한 자동제어 (준별 제어설비적용)	
	조명	고효율 LED조명 적용 (조명밀도 4.18W/㎡)	
신·재생 기술 (공급비율 23.46%)	태양광	고정식 PV 612.75kWp_옥상 BIPV 13.44kWp_아트리움 상부	10.42%
	지열	지열히트펌프 2,931.96kW	12.18%
	연료전지	연료전지 5kW	0.87%
	UES	UES : 정전 시에 비상발전기 역할을 대용할 수 있으며, 야간의 전기를 저장하여 주간 전력피크 절감 및 사용전력 절감 (1,875kVA)	-



05 제로에너지건축물 사례 [업무시설]

경기신용보증재단 사옥 건립사업

예비 인증



▶ 위치	경기도 수원시 광고
▶ 연면적	41,595.57㎡
▶ 규모	지하 5층, 지상 14층
▶ 용도	업무시설, 제2종 근린생활시설
▶ 추진일정	24' 준공예정
▶ 인증 취득	제로에너지건축물 5등급
▶ 에너지 평가결과	요구량 77.1kWh/㎡·y 소요량 137.9kWh/㎡·y
▶ 자립률	24.24%

◆ 기술내용

기술구분		적용사항
패시브 기술	창호	28mm로이 복층창(아르곤) (법적기준('18) 대비 8.3% 성능 향상)
	유리 SHGC*	0.26
	단열	외단열_페놀폼 보드 85mm, 그라스울 48K 140mm (법적기준('18) 대비 5.5% 성능 향상)
액티브 기술	냉·난방	지열히트펌프 (난방 COP 4.07, 냉방 COP 5.0)
	냉·난방	OHU(외기조화기), FCU(팬코일유닛) 적용
	환기	전열교환기 (열회수율_난방 : 78%, 냉방 : 58%)
	모니터링	BEMS를 이용한 자동제어
	조명	고효율 LED조명 적용 (조명밀도 4.18W/㎡)
신·재생 기술	지열	1,003.8kW (수직 밀폐형)
	태양광	옥상, 캐노피 상부 고정식 PV 236.66kWp (455W 모듈, 발전효율 20.30%) 입면 BIPV 236.66kWp

※ *SHGC (Solar Heat Gain Coefficient) : 태양열취득률, SHGC가 높을수록 실내 일사유입량이 높아져 난방부하 저감



05 제로에너지건축물 사례 [문화 및 집회 시설]

철새홍보관

본인증



▶ 위치	울산 남구
▶ 연면적	929.05㎡
▶ 규모	지하 1층, 지상 4층
▶ 용도	문화 및 집회 시설
▶ 추진일정	21' 준공
▶ 인증 취득	제로에너지건축물 1등급
▶ 에너지 평가결과	요구량 74.0kWh/㎡·y 소요량 -62.1kWh/㎡·y
▶ 자립률	133.9%

기술내용

기술구분		적용사항
패시브 기술	창호	39mm 로이삼중유리(아르곤), 창면적비 32.67% (법적기준('20) 대비 46.6% 성능 향상)
	유리 SHGC*	0.584
	단열	외단열, 저방사 단열재 50mm+공기층 40mm (법적기준('20)대비 28.2% 성능 향상)
액티브 기술	냉·난방	고효율 EHP (난방 COP 4.04, 냉방 COP 3.62) 적용
	환기	전열교환기 (열회수율_난방 : 71%, 냉방 : 61.5%)
	모니터링	전자식 원격검침계량기
	조명	고효율 LED조명 적용 (조명밀도 3.45W/㎡)
신·재생 기술	태양광	옥상, 주차장 고정식 PV 108.0kWp (발전효율 19.80%)

※ *SHGC (Solar Heat Gain Coefficient) : 태양열취득률, SHGC가 높을수록 실내 일사유입량이 높아져 난방부하 저감



05 제로에너지건축물 사례 [교육연구시설 도서관]

아산중앙도서관

본인증



▶ 위치	충청남도 아산시
▶ 연면적	9,037.21㎡
▶ 규모	지하 1층, 지상 5층
▶ 용도	교육연구시설
▶ 추진일정	18' 준공
▶ 인증 취득	제로에너지건축물 5등급
▶ 에너지 평가결과	요구량 47.1kWh/㎡·y 소요량 101.4kWh/㎡·y
▶ 자립률	28.86%

기술내용

기술구분		적용사항
패시브 기술	창호	로이 삼중창 (법적기준 (15') 대비 169% 성능 향상)
	단열	외단열_비드법보온판 1종3호 150mm (법적기준 (15') 대비 39.3% 성능 향상)
	일사저감	EVB 외부전동블라인드 (남측, 서측)
	기타	창호 기밀테이프, 외벽 및 단열부위 단열화스너, 파라펫 부위 열교차단재 적용
액티브 기술	냉·난방	GSHP (지열히트펌프 적용) : 전체 냉·난방 용량에 대한 난방93%, 냉방88.8%_지하 보존서고 제외(향온향습)
	환기	전열교환기 (열회수율_난방 : 84% / 냉방 : 62%)
	모니터링	BEMS를 이용한 자동제어
	최대수요전력	최대수요전력 감시 및 제어
신·재생 기술	조명	전등 회로별 중앙제어 시스템 적용
	태양광	고정식 PV 565.32㎡
	지열	지열히트펌프 598.07kW

05 제로에너지건축물 사례 [교육연구시설 도서관]

동탄7동 도서관 (왕배푸른숲도서관)

본인증



▶ 위치	경기도 화성시
▶ 연면적	2,192.51㎡
▶ 규모	지하 1층, 지상 2층
▶ 용도	교육연구시설
▶ 추진일정	20' 준공
▶ 인증 취득	제로에너지건축물 1등급
▶ 에너지 평가결과	요구량 86.3kWh/㎡·y 소요량 -25.0kWh/㎡·y
▶ 자립률	117.5%

◆ 기술내용

기술구분		적용사항
패시브 기술 	창호	22mm 로이 복층유리 (법적기준('18) 대비 11.9% 성능 향상)
	단열	비드법 보온판 2종 1호 135mm (법적기준('18) 대비 10.0% 성능 향상)
	기타	창호 기밀테이프, 열교부위 열교차단 파스너
액티브 기술 	냉·난방	가스히트펌프, EHP (난방 COP 3.73, 냉방 COP 2.78)
	환기	전열교환기 (열회수율_난방 : 75%, 냉방 : 45%)
	모니터링	전자식 원격검침계량기 (군별, 회로별 자동제어설비 적용)
	조명	고효율 LED 100% 적용 (조명밀도 6.50W/㎡)
신·재생 기술 	태양광	고정식 PV 112.56kWp (420W 모듈, 발전효율 19.49%)



05 제로에너지건축물 사례 [교육연구시설 학교시설]

정산 기숙형 중학교

본인증



▶ 위치	충청남도 청양군
▶ 연면적	12,226.07㎡
▶ 규모	지하 1층, 지상 2층
▶ 용도	교육연구시설
▶ 추진일정	20' 준공
▶ 인증 취득	제로에너지건축물 4등급
▶ 에너지 평가결과	요구량 78.8kWh/㎡·y 소요량 72.7kWh/㎡·y
▶ 자립률	43.01%

기술내용

기술구분		적용사항
패시브 기술	창호	로이 복층유리 이중창, 로이 삼중유리 커튼월
	단열	외단열 페놀폼보드 200mm
	일사저감	구조체 수평차양, EVB 외부전동블라인드 , 아트리움 고성능 유리 적용
액티브 기술	냉·난방	지열히트펌프 시스템 (난방 COP 3.81, 냉방 COP 4.59) 중앙제어 시스템
	환기	전열교환기 (열회수율_난방 : 70%, 냉방 : 47%)
	모니터링	BEMS를 이용한 자동제어
	조명	고효율 LED조명 적용
신·재생 기술	태양광	고정식 PV 1,674.8㎡ (옥상)
	지열	지열히트펌프 난방: 855.60kW / 냉방: 850.52kW

05 제로에너지건축물 사례 [교육연구시설 학교시설]

공항공등학교

본인증



▶ 위치	서울시 강서구
▶ 연면적	13,452.08㎡
▶ 규모	지하 1층, 지상 4층
▶ 용도	교육연구시설
▶ 추진일정	19' 준공
▶ 인증 취득	제로에너지건축물 4등급
▶ 에너지 평가결과	소비량 186.8kWh/㎡·y 생산량 75.9kWh/㎡·y
▶ 자립률	40.63%

기술내용

기술구분		적용사항
패시브 기술	창호	22mm 로이 복층유리
	단열	외단열 경질우레탄폼
	일사저감	차양일체형 외피 적용 (수동 외부 블라인드)
액티브 기술	냉·난방	지열히트펌프 시스템(GSHP) 중앙제어 시스템
	환기	전열교환기
	모니터링	BEMS를 이용한 자동제어
	조명	고효율 LED조명 적용
신·재생 기술	태양광	고정식 PV 368.86kWp (옥상) 입면 BIPV 21,240kWp
	지열	지열히트펌프 27.32kW
	ESS	ESS(에너지 저장장치) 설치



05 제로에너지건축물 사례 [체육시설]

동탄2 실내배드민턴장

예비 인증



▶ 위치	경기도 화성시
▶ 연면적	4,668.33㎡
▶ 규모	지하 1층, 지상 2층
▶ 용도	운동시설
▶ 추진일정	22' 준공
▶ 인증 취득	제로에너지건축물 5등급
▶ 에너지 평가결과	요구량 157.1kWh/㎡·y 소요량 123.5kWh/㎡·y
▶ 자립률	34.28%

기술내용

기술구분		적용사항
패시브 기술	창호	39mm 로이 삼중유리 (법적기준('18) 대비 38.8% 성능 향상) 39mm 로이 삼중유리 (법적기준('18) 대비 46.6% 성능 향상)
	유리 SHGC*	고정창 : 0.517, 프로젝트 창 : 0.583
	단열	글라스울 48K 150mm (법적기준('18) 대비 11.3% 성능 향상)
액티브 기술	냉·난방	AHU, FCU, 흡수식 냉동기, 천장 복사패널시스템, 바닥난방
	환기	전열교환기 (열회수율_난방 : 72%, 냉방 : 52%)
	모니터링	전자식 원격검침계량기 (군별, 회로별 자동제어설비 적용)
	조명	고효율 LED 100% 적용
신·재생 기술	태양광	고정식 PV 152.88kWp (420W 모듈, 발전효율 19.49%)

※ *SHGC (Solar Heat Gain Coefficient) : 태양열취득률, SHGC가 높을수록 실내 일사유입량이 높아져 난방부하 저감

05 제로에너지건축물 사례 [전산센터]

국가정보자원관리원 대구센터

예비
인증



▶ 위치	대구광역시 동구
▶ 연면적	35,396.42㎡
▶ 규모	지하 3층, 지상 3층
▶ 용도	업무시설
▶ 추진일정	21' 준공
▶ 인증 취득	제로에너지건축물 4등급
▶ 에너지 평가결과	요구량 241.5kWh/㎡·y 소요량 206.0kWh/㎡·y
▶ 자립률	49.51%

◆ 기술내용

기술구분		적용사항
패시브 기술	창호	42mm 로이삼중유리(아르곤) (법적기준(18') 대비 52.1% 성능 향상)
	유리 SHGC*	SHGC 0.18
	단열	페놀폼 보드 65mm (법적기준(18') 대비 13.4% 성능 향상)
	창면적비	창면적비 최적화 (23.5%)
액티브 기술	난방	지열히트펌프 (난방 COP 3.88)
	냉방	압축식 냉동기 (냉방 COP 7.08)
	환기	전열교환기 (열회수율_난방 : 70%, 냉방 : 50%)
	기타	향온향습기
	모니터링	BEMS를 이용한 자동제어
신·재생 기술	조명	고효율 LED조명 적용 (조명밀도 4.51W/㎡)
	태양광	고정식 PV 1,440.88kWp (415W 모듈, 발전효율 20.3%)
	지열	지열히트펌프 난방 : 1,068.34kW / 냉방 : 945.48kW (밀폐형)

※ *SHGC (Solar Heat Gain Coefficient) : 태양열취득률, SHGC가 높을수록 실내 일사유입량이 높아져 난방부하 저감



05 제로에너지건축물 사례 [그린리모델링, 업무시설]

친환경계획그룹 청연 사옥

본인증



▶ 위치	서울특별시 강남구
▶ 연면적	1,313㎡
▶ 규모	지하 1층, 지상 6층
▶ 용도	업무시설
▶ 추진일정	18' 준공 그린 리모델링
▶ 인증 취득	제로에너지건축물 5등급
▶ 에너지 평가결과	요구량 68.3kWh/㎡·y 소요량 104.1kWh/㎡·y
▶ 자립률	30.34%

기술내용

기술구분	적용사항
패시브 기술 	창호 44mm 로이 삼중유리 (법적기준 (17') 대비 45.4% 성능 향상)
	단열 페놀폼보드 130mm (법적기준 (17') 대비 13.2% 성능 향상 적용)
	창면적비 창면적비 최적화 (22.0%)
	일사저감 EVB 외부전동블라인드, 남측 수평 차양 (350~450mm)
	기타 창호 기밀테이프, 팽창테이프, 기밀시트, 외벽 및 단열부위 열교차단 파스너
액티브 기술 	냉·난방 EHP (COP : 난방 4.152, 냉방 3.536)
	환기 전열교환기 (열회수율_난방 : 77%, 냉방 : 54%)
	모니터링 BEMS를 이용한 자동제어
신·재생 기술 	조명 고효율 LED조명 적용 (조명밀도 4.36W/㎡), 일괄소등 스위치
	태양광 고정식 PV 14.4kWp, 입면 BIPV 2.5kWp

05 제로에너지건축물 사례 [그린리모델링, 노유자시설]

시립 철산 어린이집

본인증



▶ 위치	경기도 광명시
▶ 연면적	577.0㎡
▶ 규모	지하 1층, 지상 3층
▶ 용도	노유자시설(아동관리시설)
▶ 추진일정	20' 준공 그린 리모델링
▶ 인증 취득	제로에너지건축물 3등급
▶ 에너지 평가결과	요구량 74.1kWh/㎡·y 소요량 31.7kWh/㎡·y
▶ 자립률	79.27%

기술내용

기술구분	적용사항
패시브 기술	창호 로이복층 이중창(아르곤) (법적기준('18) 대비 34.5% 성능 향상)
	단열 외단열_페놀폼 보드 90mm (법적기준('18) 대비 12.1% 성능 향상) 리모델링 특성상 한정적인 공간의 단열성능 확보를 위해 보 부분 진공단열재 시공 및 창호 주변 기밀테이프, 열교차단 파스너 적용
액티브 기술	난방 콘덴싱 보일러 (바닥난방)
	냉방 전기히트펌프 (천장카세트)
	환기 전열교환기 (열회수율_난방 : 74%, 냉방 : 63%)
	조명 고효율 LED 100% 적용
신·재생 기술	모니터링 BEMS를 이용한 자동제어
	태양광 고정식 PV 18.9kWp (420W 모듈, 발전효율 19.6%)

※ *SHGC (Solar Heat Gain Coefficient) : 태양열취득률, SHGC가 높을수록 실내 일사유입량이 높아져 난방부하 저감



05 제로에너지건축물 사례 [공동주택]

송도 힐스테이트 레이크

본인증



- ▶ 위치 인천광역시 연수구
- ▶ 연면적 155,833.02㎡
- ▶ 규모 및 세대수 지하 2층, 지상 36층
886세대 (84, 99, 129타입)
- ▶ 용도 공동주택
- ▶ 추진일정 19' 준공
- ▶ 인증 취득 제로에너지건축물 5등급
- ▶ 에너지 평가결과 소비량 101.5kWh/㎡·y
생산량 23.72kWh/㎡·y
- ▶ 자립률 23.37%

기술내용

기술구분		적용사항
패시브 기술	창호	로이복층유리 이중창(아르곤) (법적기준(15') 대비 76.5% 성능 향상)
	단열	경질우레탄 2종2호 100mm (법적기준(15') 대비 45.2% 성능 향상)
	배치	전세대 남향배치
	기밀	침기율 평균 1.52회/h (일반건물 5.0회/h, 에너지절약건물 3.0회/h 수준)
액티브 기술	난방	지역난방 (컴팩트 설비 유닛)
	급탕	지역난방
	냉방	해당사항 없음
	환기	전열교환기 (열회수율_난방 : 73.5% / 냉방 : 65.6%)
	모니터링	BEMS적용
신·재생 기술	조명	고효율 LED조명 적용 (조명밀도 7.26W/㎡)
	태양광	세대당 태양광 설치용량 : 0.89kWp (325W 모듈, 발전효율 16.85%)



05 제로에너지건축물 사례 [공동주택]

과천 지식정보타운 S-3BL

예비 인증



▶ 위치	경기도 과천시
▶ 연면적	76,115.01㎡
▶ 규모 및 세대수	지하 2층, 지상 37층 547세대 (55, 59타입)
▶ 용도	공동주택
▶ 추진일정	21' 준공예정
▶ 인증 취득	제로에너지건축물 5등급
▶ 에너지 평가결과	요구량 84.2kWh/㎡·y 소요량 85.0kWh/㎡·y
▶ 자립률	21.69%

◆ 기술내용

기술구분		적용사항
패시브 기술	창호	로이복층 이중창(아르곤) (법적기준('18) 대비 34.5% 성능 향상)
	유리 SHGC*	0.42
	단열	경질우레탄보온판 2종1호 165mm (법적기준('18) 대비 27.8% 성능 향상)
액티브 기술	난방	지역난방
	냉방	해당사항 없음
	환기	전열교환기 (열회수율_난방 : 75%, 냉방 : 67%)
	모니터링	-
	기타	-
신·재생 기술	태양광	고정식 PV 272.22kWp (세대당 태양광 설치용량 : 0.49kWp) (390W PV 모듈, 발전효율 19.5%)

※ *SHGC (Solar Heat Gain Coefficient) : 태양열취득률, SHGC가 높을수록 실내 일사유입량이 높아져 난방부하 저감



05 제로에너지건축물 사례 [단독주택]

LG ThinQ Home



본인증

▶ 위치	경기도 성남시 분당구
▶ 연면적	499.79㎡
▶ 규모 및 세대수	지하 1층, 지상 3층 1세대
▶ 용도	단독주택
▶ 추진일정	20' 준공
▶ 인증 취득	제로에너지건축물 1등급
▶ 에너지 평가결과	요구량 157.5kWh/㎡·y 소요량 -55.3kWh/㎡·y
▶ 자립률	121.6%

◆ 기술내용

기술구분		적용사항
패시브 기술	창호	로이삼중유리(아르곤) (법적기준('18) 대비 44.1% 성능 향상)
	단열	외단열_페놀폼 보드 130mm (법적기준('18) 대비 38.3% 성능 향상)
	침기율	4.623회/h, 창호 주변 기밀테이프 시공
	창면적비	창면적비 최적화 22.1%
액티브 기술	난방	지역난방
	냉방	EHP 실외기
	환기	전열교환기 (열회수율_난방 : 73%, 냉방 : 55%)
	모니터링	BEMS를 이용한 자동제어
신·재생 기술	기타	통합배관방식(2관식) 지역난방시스템
	태양광	태양광 PV 및 BIPV 총 55.765kWp 설치 고정식 PV 22.715kWp (335W 모듈, 발전효율 19.5%), BIPV 33.05kWp (100W 모듈, 발전효율 16.29%), (50W 모듈, 발전효율 15.92%)
	연료전지	1.0kW (발전효율 35%, 종합효율 85%)



05 제로에너지건축물 사례 [단지형 단독주택]

세종 로렌하우스

본인증



▶ 위치	세종시 고운동
▶ 연면적	5,305.53㎡
▶ 규모 및 세대수	지상 2층 60세대 (84타입)
▶ 용도	단독주택
▶ 추진일정	19' 준공
▶ 인증 취득	제로에너지건축물 2등급
▶ 에너지 평가결과	요구량 94.7kWh/㎡·y 소요량 -12.3kWh/㎡·y
▶ 자립률	83.13%

기술내용

기술구분		적용사항
패시브 기술	창호	로이복층유리 이중창(아르곤) (법적기준(16') 대비 82.5% 성능 향상)
	단열	외단열공법_비드법보온판 2종 3호 300T 외단열 적용 (법적기준 대비 24.9% 성능 향상 적용) 단열재 20mm 이상 충진 출입문
	기밀	창호 및 출입문 등 기밀 취약 부위 기밀 테이프 시공 기밀테스트 결과 ACH 50, 침기율 평균 0.73회/h
	열교	부위별 선형 열관류율 0.4W/㎡·K 미만
액티브 기술	난방	콘덴싱 가스보일러 (효율 91.3%)
	냉방	해당사항 없음
	환기	전열교환기 (열회수율_난방 : 77% / 냉방 : 54%)
	모니터링	BEMS
신·재생 기술	조명	고효율 LED조명 적용 (조명밀도 8.20W/㎡)
	태양광	신·재생에너지설비 KS 인증모델 (고효율 단결정 PV모듈, 발전효율 19.1%) 단지 전체 254.1kWp (1,330㎡) 설치, 세대당 태양광 설치용량 4.2kWp (22.2㎡)



05 제로에너지건축물 사례

KING OPEN/CAMBRIDGE STREET UPPER SCHOOLS AND COMMUNITY COMPLEX STUDY



▶ 위치	City of Cambridge
▶ 연면적	25,362.5㎡
▶ 용도	교육연구시설
▶ 추진일정	19' 준공
▶ 에너지 평가결과	소비량 78.85kWh/㎡·y 생산량 47.31kWh/㎡·y
▶ 자립률	60.00%
▶ 신·재생	PV 1,300kWp
▶ 수상	LEED Platinum

zHOME MULTIFAMILY COMPLEX



▶ 위치	Issaquah, Washington
▶ 연면적	1,244.9 ㎡
▶ 용도	다세대 주택
▶ 추진일정	11' 준공
▶ 에너지 평가결과	소비량 66.23kWh/㎡·y 생산량 69.38kWh/㎡·y
▶ 자립률	104.76%
▶ 신·재생	가구당 PV 6.6kWp
▶ 수상	올해의 Northwest Energy Star Project



0* 참고문헌

- 건축물 패시브디자인 가이드라인, 국가건축정책위원회, 2012
- 제로에너지 가이드라인, 국토교통부, 한국에너지공단, 한국건설기술연구원, 2015
- 제로에너지빌딩 요소기술 자료집, 한국에너지공단, 2018
- ZEB 2020 인증안내서, 한국에너지공단, 2020
- 제로에너지건축물 인증 인센티브 안내서, 한국에너지공단, 2020
- 건축환경 I, 국립한밭대학교, 윤종호
- 101 RULES OF THUMBS_For Low Energy Architecture, Huw Heywood
- 신·재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침, 한국에너지공단 신·재생에너지센터, 신·재생에너지센터 공고 제2020-26호
- 공공기관 에너지이용합리화 추진에 관한 규정
- 건축물의 에너지절약설계기준
- 에너지절약형 친환경주택의 건설기준
- 건축물에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증에 관한 규칙
- 지방세특례제한법/시행령
- 서울시 녹색건축물 설계기준
- 경기도 녹색건축 설계기준



제로에너지건축물 인증 기술요소 참고서



발행처 : 한국에너지공단 건물에너지실
제로에너지건축물 인증 콜센터 : ☎ 1670-1507
홈페이지 : <https://zeb.energy.or.kr>
발행일 : 2021년 3월

※ 본 참고서의 판권은 한국에너지공단에서 소유하고 있으며,
한국에너지공단과의 협의 없이 배포, 수정, 전송, 사용 또는
재사용할 경우 민형사상 책임을 물을 수 있습니다.