

제로에너지건축물 인증 기술요소 참고서 Ver.3

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 08

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

3 제로에너지건축물 기술요소 12

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

4 제로에너지건축물 가이드 33

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

5 효율적 운영수단 41

1. 에너지온실가스종합정보 플랫폼(EG-TIPS)
2. 패시브 기술
3. 액티브 기술

6 해외 제로에너지 정책방향 및 인증제도 46

* 참고문헌 51

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 최소화하면서, 제로에너지건축물 인증 취득이 가능하도록 기술요소 참고서 제작 (설계 및 시공, 유지관리 단계 시 참고하여 적용 가능)

대상건축물 선정

- 1순위: 자발적 인증대상 (연면적 2만㎡ 미만 민간건축물, 연면적 1천㎡ 미만 공공건축물 또는 ZEB4등급 이상 공공건축물, 300세대 이하 공동주택 및 단독주택)
- 2순위: 의무 인증대상 (연면적 1천㎡ ~ 2만㎡ 미만 공공건축물)
- 총 127건에 대한 대상 건축물 선정 ('18년 10건, '19년 21건, '20년 46건, '21년 50건)

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
- 인증 취득에 따른 인센티브 취득방안 지원

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
- 시공 및 유지관리 단계 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 평가툴을 기반으로 1차에너지소요량 민감도 분석을 통한 비주거/주거 건축물에 대한 가이드 제시)

패시브			
사용프로필	열저장능력	열교가산치	
바닥면적	외피면적	천장고	
구조체 및 창호 열관류율	유리 SHGC 성능/ 차양설치	침기율	
액티브			
조명기기			
조명밀도/ 조명제어방식			
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(BAPV, BIPV)	지열	연료전지	태양열
설치용량/ 모듈면적/ 모듈방위/ 모듈종류/ 모듈기울기/모듈효율	설치용량/ 1차펌프동력/ 2차펌프동력/ 히트펌프 COP	설치용량/ 열생산 능력/ 열생산효율/ 발전효율	설치용량/ 집열기 유형/ 집열판 방위/펌프 정격동력/ 축열탱크 체적 및 설치장소

01 ZEB 인증 기술요소 참고서 제작 배경

▶ 2018~2021 제로에너지빌딩 에너지최적화 컨설팅 실적 (127건)

구분	프로젝트 명	구분	프로젝트 명
01	하남감일 제3초등학교	39	강구 건강활력센터
02	하남감일 제2중학교	40	예주 행복드림센터
03	하남시 위례 도서관	41	영덕군 미래인재양성도서관
04	노무현 센터	42	전주시 청년센터 청년청
05	낙동강 권역 본부 사옥	43	영동군 가족센터 건립공사
06	부평2동 행정복지센터	44	고창군립중앙도서관(생활문화센터)
07	금샘도서관 기본설계	45	김해시 생활 속 행복순환센터
08	수영구 도서관	46	온산읍 종합 행정복지타운
09	전북혁신도시 복합혁신센터	47	나라키움 부산 남구 복합청사
10	금샘도서관 실시설계	48	김제시 가족행복센터
11	한국전력공사 영종지사 사옥	49	군서 국민체육센터 및 작은도서관
12	기상지진장비 인증센터	50	무주군 복합문화도서관
13	제주 혁신도시 복합혁신센터 기본설계	51	땅끝가족 어울림 센터
14	충북 혁신도시 복합혁신센터	52	복합나눔센터
15	부산 복합혁신센터	53	삼척본부 어린이집
16	김천 혁신도시 복합혁신센터	54	시립철산어린이집 환경개선공사
17	울산 혁신도시 복합혁신센터	55	동탄7동 도서관
18	강원원주 혁신도시 복합혁신센터	56	(주)리드에이텍 공장
19	혁신어울림센터	57	후평동 21-5번지 제2종근린생활시설
20	판교 운중동 패시브하우스	58	도시재생 뉴딜사업(꽃지센터 및 꽃지동산 조성)
21	원주 민간 중앙근린공원(2구역)	59	제주특별자치도 미래농업 육성관
22	제로에너지 철도역사 건설(영주 역사)	60	화성시 가족통합센터
23	무등산 국립공원 사무소	61	우암부두 지식산업센터
24	제1군수 지원사령부 이전 (16-B172)_행정동	62	순성면 청사 및 주민자치센터
25	마들보건지소	63	동소문로3길 124 리모델링
26	반려동물 지원센터	64	양평동 공공복합시설
27	제1군수 지원사령부 이전 (16-B172)_체육관	65	대림3유수지 종합체육시설
28	제1군수 지원사령부 이전 (16-B172)_생활관	66	9988 국민체육센터
29	경기신용보증재단 사옥	67	대덕구 신청사
30	충북 청주전시관	68	정읍시 체육 트레이닝센터
31	장위4구역 주택재개발정비사업	69	월명산 전망대
32	시립강동 실버케어센터	70	동탄2 실내 배드민턴장
33	시립서대문농아인복지관 별관 복합시설	71	북구 반다비 복합체육센터
34	창동 로봇 과학관	72	감염병대응센터
35	서울바이오허브 글로벌협력동	73	광덕면 문화센터
36	단양군 울누림 행복가족센터	74	동두천 장애인스포츠타운
37	다어울림 복합문화체육센터	75	동두천 행복드림센터(시민수영장)
38	영덕읍 다함께 행복청사	76	어린이과학관 및 과학교육캠프관

01 ZEB 인증 기술요소 참고서 제작 배경

▶ 2018~2021 제로에너지빌딩 에너지최적화 컨설팅 실적 (127건)

구분	프로젝트 명
77	사천시 생활밀착형 국민체육센터
78	동탄9동 행정복지센터
79	화성시북부노인복지관
80	대은 본사
81	국립항공박물관
82	(가칭)기후위기대응교육센터
83	한국상하수도협회
84	진흥빌딩
85	돌마름주택
86	소백산국립공원 북부사무소(본관)
87	소백산국립공원 북부사무소(별관)
88	계룡산국립공원사무소
89	지리산(경남) 함양본소
90	국가기상통합운영센터
91	중리근린공원 복합문화센터
92	도시철도 2호선 차량기지
93	화성 반다비 체육센터
94	소백산국립공원 부석분소
95	제주 해양레저체험센터
96	장애인 내일키움 직업교육센터
97	UNIST 3D프린팅 융합기술센터
98	제주 혁신도시 복합혁신센터 실시설계
99	(가칭)충청북도교육청 환경교육센터
100	경인지역본부 청사
101	향남문화복합센터

구분	프로젝트 명
102	오백장군갤러리
103	돌박물관
104	화순군민 종합문화센터
105	에스디엔 본사 사옥
106	서울출입국·외국인청
107	천주교 수원교구 목감성당
108	대전 중동 근린생활시설
109	서울 면목동 근린생활시설
110	소상공인 복합클러스터 조성사업
111	포항(포항방향) 휴게소
112	한류공연관광 콤플렉스
113	한전 관악동작지사
114	대전체육중고등학교(교사동)
115	송도 고급주택 시범사업-A type
116	송도 고급주택 시범사업-B type
117	송도 고급주택 시범사업-C type
118	양평종합체육센터 건립사업
119	군포시 부곡동 종합사회복지관
120	인천검단 AA16BL
121	여수 죽림1지구 공동주택 A2BL 부대복리시설
122	여수 죽림1지구 공동주택 A4BL 부대복리시설
123	화성동탄2 신주거문화타운 공동주택용지 A-106BL
124	화성동탄2 신주거문화타운 공동주택용지 A-107BL
125	화성 동탄2 트라이앰파크 복합문화공간
126	포항 기숙사 양학타운
127	포스코 건설 ENG 센터
총	127 건

▶ 2018~2021 제로에너지빌딩 에너지최적화 컨설팅 용도별 비율

용 도	업무시설	문화 및 집회시설	교육 연구시설	운동시설	노유자시설	근린생활시설	기타	총
건수	31건	20건	20건	18건	10건	6건	22건	총 127건
비율	24.4%	15.8%	15.8%	14.2%	7.9%	4.7%	17.2%	100%

※ 기타 : 공장, 국방군사시설, 의료시설, 관광휴게시설

- ✓ 표준공사비 120% 이내에서 에너지최적화 설계를 희망하는 건축물을 대상으로 수요조사 실시 및 총 127건의 컨설팅 진행
- ✓ 2018년 10건, 2019년 21건의 최적화 컨설팅을 진행하였으며, 제로에너지건축물 기술요소 참고서 및 가이드를 작성 및 배포
- ✓ 2020년 서울시 프로젝트 4건, 국가균형발전위원회 17건, 문화체육관광부 8건 포함하여 총 46건을 진행 및 가이드 고도화
- ✓ 2021년 리모델링 12건을 포함하여 총 50건의 제로에너지 최적화 컨설팅을 진행
- ✓ 제로에너지건축물 컨설팅 용도별 비율은 업무, 문화 및 집회, 교육연구, 운동, 노유자, 근린생활시설 순으로 높음

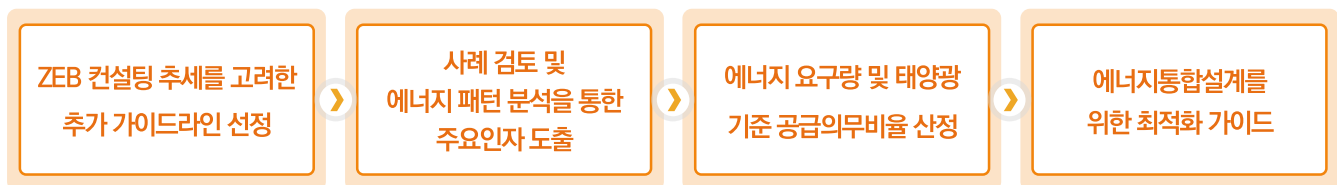
01 ZEB 인증 기술요소 참고서 제작 배경

▶ 2018~2021 제로에너지빌딩 에너지최적화 컨설팅 리모델링 건축물 신청비율

구 분	2018년	2019년	2020년	2021년	건수	비율
신축 건축물	10건	21건	45건	38건	114건	89.8%
리모델링 건축물	-	-	1건	12건	13건	10.2%
총 계	10건	21건	46건	50건	127건	100%

- ✓ 리모델링을 통해 제로에너지건축물 인증을 취득하는 프로젝트가 최근 증가하는 추세이며, 올해 50건 중 12건이 해당
- ✓ “2050 탄소중립 전략” 및 “2030 국가온실가스감축목표”에 따라 기존 건축물의 에너지성능 개선 필수
- ✓ 기존 건축물의 생활환경을 개선하고, 건축물 가치 향상 및 온실가스 감축을 위한 제로에너지 최적화 가이드 추가 개발 필요

◆ 최적화 가이드 추가 개발 프로세스



Step 01 2018년~2021년 제로에너지건축물 컨설팅 비율을 반영하여 추가 가이드라인 개발목표 선정

Step 02 에너지 패턴 분석 및 사례검토를 통한 주요 인자 도출

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

Step 04 에너지통합설계를 위한 최적화 가이드 개발

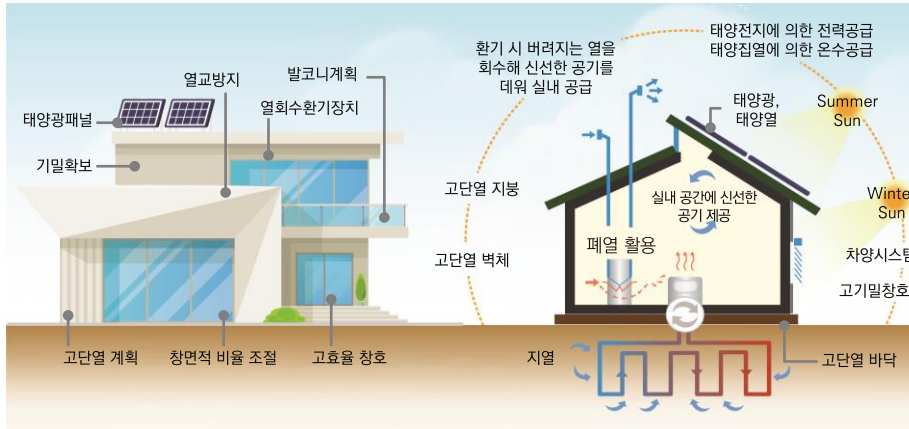
3. 한계점

- 본 자료에 제시된 결과는 “제로에너지건축물 에너지 최적화 컨설팅 용역”을 통해 도출된 결과로 법적 효력이 없으며 단순 참고용으로만 활용 가능함
- “제로에너지건축물 에너지 최적화 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
- 리모델링 건축물의 경우 노후도에 따른 기술요소 우선순위를 선정했으며, 거주자의 쾌적성 및 효율적인 유지관리 방안을 추가적으로 제공하였음
- 병원 및 전산센터 등 에너지 패턴이 상이한 건축물 및 기존 건축물의 노후화에 대한 영향이 큰 리모델링 건축물은 해당 지침서의 내용과 차이가 발생할 수 있음
- 추후 건축물의 용도 특성 및 노후도를 고려한 추가적인 신축 및 리모델링 건축물의 제로에너지 최적화 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



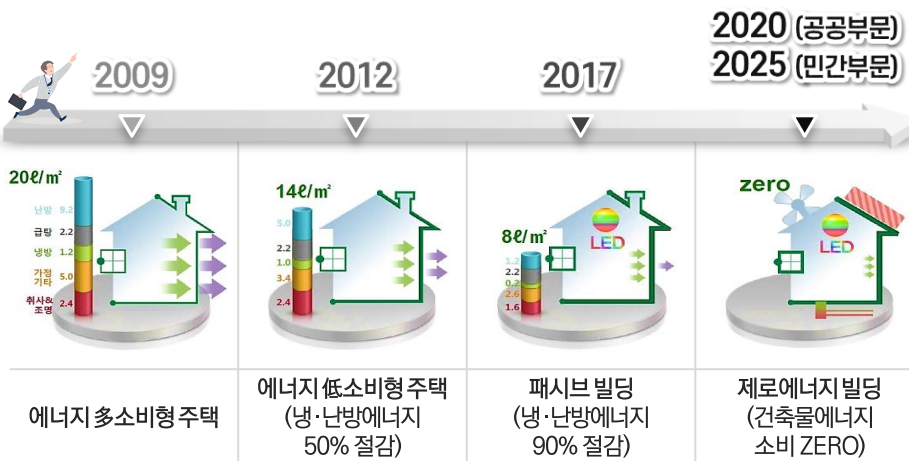
패시브³⁾(Passive)

냉·난방에너지사용량 최소화
(단열·기밀성능강화 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. 탄소중립을 고려한 제로에너지건축물 구현

- ▶ 합리적인 제로에너지건축물 구현을 위해서는 에너지자립률⁵⁾뿐만 아니라 건물의 에너지요구량 최소화에 대한 중요성 인지 및 해당 가이드의 단계별 에너지통합설계 적용 필요
- ▶ 2050 탄소중립 추진전략에 따른 에너지 전환 가속화를 반영한 탄소중립 실현을 위한 제로에너지 건축물 구현 필요
- ▶ 에너지 자립률 = $\frac{1차에너지생산량 (kWh / m^2 \cdot \text{년})}{1차에너지소비량 (kWh / m^2 \cdot \text{년})} \times 100$



02 제로에너지건축물 개요

3. 제로에너지건축물 보급 가속화

- ▶ 2020년부터 1천㎡ 이상 공공건축물을 시작으로 2050년까지 제로에너지 건축이 단계적으로 의무화

	'20년	'23년	'24년	'25년	'30년	'50년
2019 로드맵	공공 (1,000㎡ 이상) ZEB 5등급			공공(500㎡ 이상) ZEB 5등급 민간(1,000㎡ 이상) ZEB 5등급 공동주택 ZEB 수준	민간(500㎡ 이상) ZEB 수준	
2020 로드맵	공공(1,000㎡ 이상) ZEB 5등급	공공(500㎡ 이상) ZEB 5등급		민간(1,000㎡ 이상) ZEB 5등급 공동주택 ZEB 수준	민간(500㎡ 이상) ZEB 수준	
2021 로드맵	공공(1,000㎡ 이상) ZEB 5등급	공공(500㎡ 이상) ZEB 5등급 공동주택(공공) ZEB 수준	공공(500㎡ 이상) ZEB 4등급 공동주택(민간) ZEB 수준	민간(1,000㎡ 이상) ZEB 수준	공공(500㎡ 이상) ZEB 3등급 민간(500㎡ 이상) ZEB 수준	공공건축물 1등급



- ▶ 건축물 유형별 맞춤형 확산 사업을 추진하고, 지구·도시단위로 제로에너지 보급확산
- ▶ “구리시 갈매역세권”, “성남시 복정1지구” 도시단위 제로에너지 시범사업지구로 지정
- ▶ 탄소중립 실현을 위한 “제로에너지 특화도시(수원당수2지구)” 조성 추진



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"> (BEMS) 데이터 수집 및 표시(원별, 용도별), 주요 설비 효율분석, 제어시스템 연동 등 9개 항목 평가 (전자식 원격검침계량기) 데이터 수집 및 표시(원별, 용도별), 주요 설비 효율분석, 계측기 관리 등 6개 항목 평가
건물에너지 해석 프로그램(ECO2) 평가 	건물에너지 해석 프로그램(ECO2) 평가 	체크리스트 평가항목별 적용여부 판단
주거용: $90kWh/m^2 \cdot \text{년}$ 미만 비주거용: $140kWh/m^2 \cdot \text{년}$ 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

※ BEMS or 전자식 원격검침계량기 설치: 건축물의 에너지절약설계기준이 개정(제2022-52호, '22.1.28. 6개월 이후 시행됨)에 따라 하반기에 해당기준 변경 예정

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

※ 인증기관 : 국토안전관리원, 한국건물에너지기술원, 한국건설기술연구원, 한국교육녹색환경연구원, 한국부동산원, 한국생산성본부인증원, 한국에너지기술연구원, 한국환경건축연구원, 한국에너지공단

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



02 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 세제혜택

- ▶ 취득세 인증 등급에 따라 인증 수수료 최대 20% 감면
(지방세특례제한법 제47조의2 및 같은 법 시행령 제24조의4)

인증등급	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급
감면비율	20%			18%	15%

3 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%			50%	30%

4 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)

5 주택도시기금 대출한도 상향

- ▶ 제로에너지건축물 인증을 받은 공공분양주택, 국민임대주택, 행복주택, 통합 공공임대주택, 공공임대주택, 민간임대주택 대상 주택도시기금 대출한도 20% 상향
(2022년 주택도시기금 운용계획_국토교통부)

6 신·재생에너지 설치 보조금

- ▶ 태양광, 지열 등 신·재생에너지 설치보조금 신청 시 가점 부여

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

7 에너지이용 합리화 자금 지원

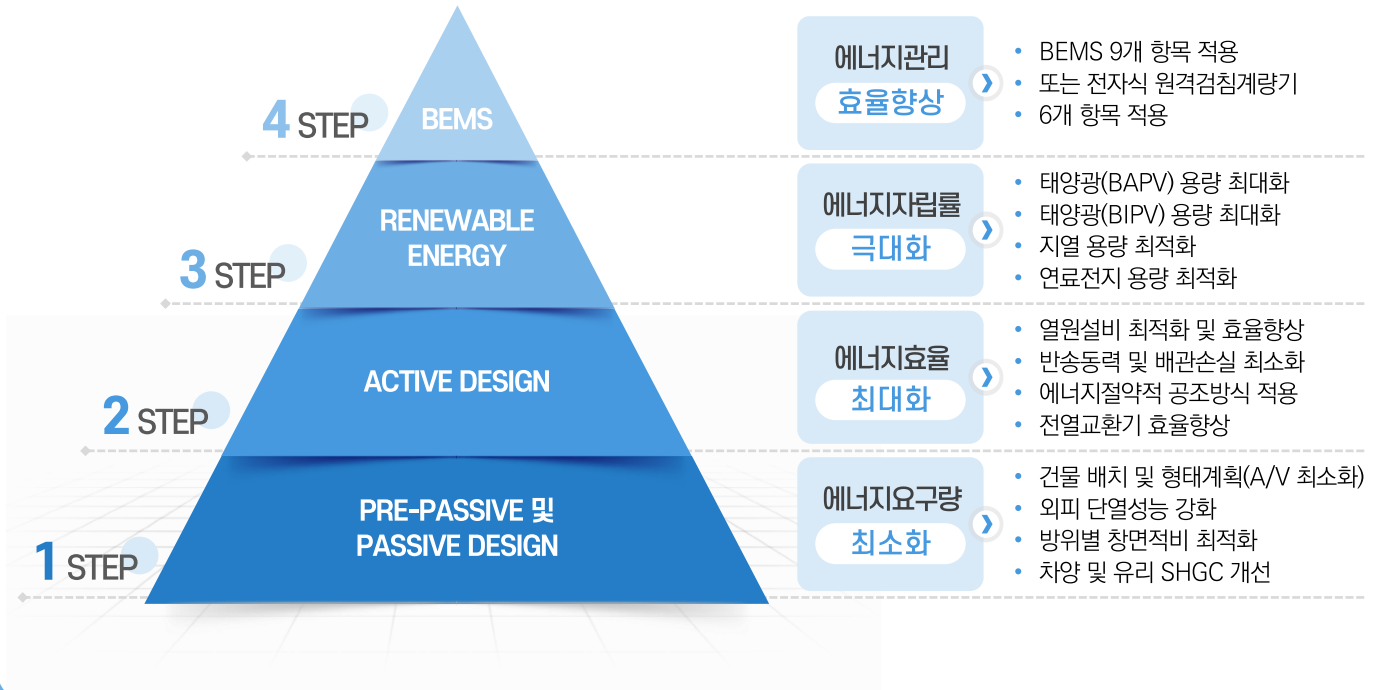
- ▶ 절약시설 설치사업 신청 시 투자비를 장기저리로 융자 지원 (단, 공동주택 제외)

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



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, 지열, 연료전지, 태양열, 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

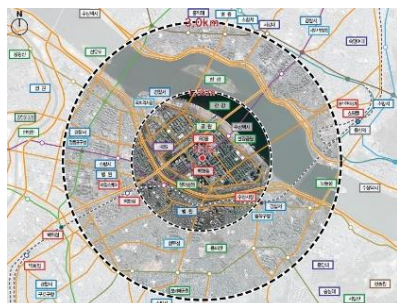
입지분석

- 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

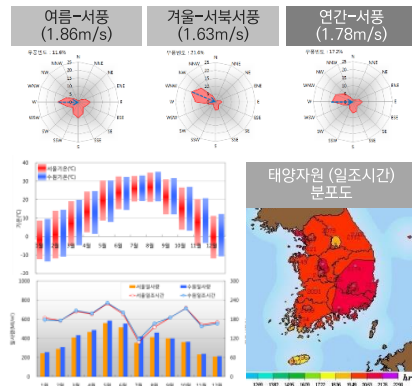
기후분석

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

↓

- 일반적으로 최근 10년치 통계값 사용
- 정확한 통계작업 필요

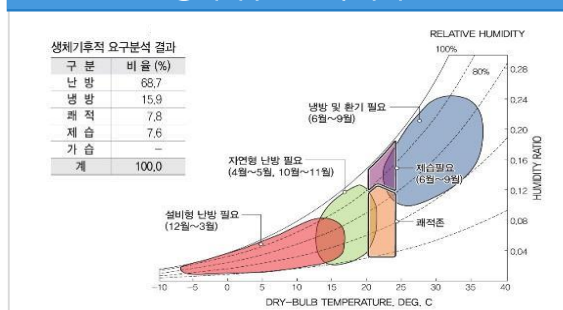
※ 참고자료 : 기상청 기후관측자료, 기상연보, 환경영향평가서



입지 및 지형분석 사례



생체기후도 분석 사례



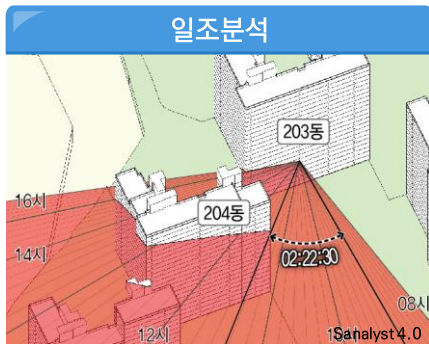
03 제로에너지건축물 기술요소

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

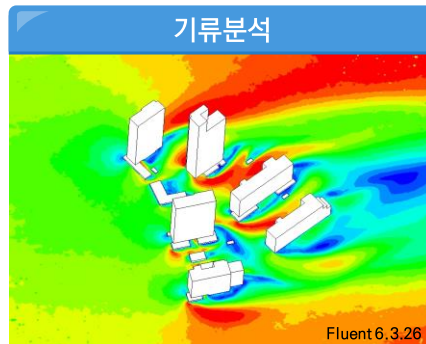
▶ 부지 내 일조, 기류, 소음환경을 고려한 토지이용계획 수립

▶ 일조, 기류, 소음환경 등 종합적인 환경영향 분석을 통해 부지 내 조닝계획 마련

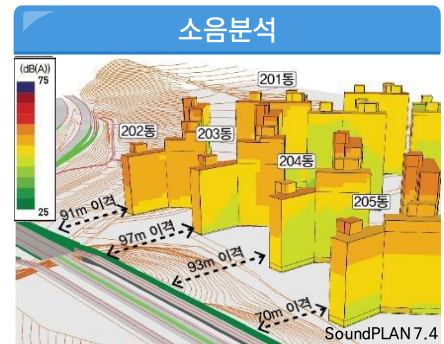
- 일조 : 인접시설 일조침해 및 주변 자연환경 산지 및 지형에 의한 일조침해 검토
- 기류 : 부지 내 기류정체역 분석을 통한 바람길 확보 방안 검토
- 소음 : 도로소음 영향범위 및 주변 소음발생시설을 고려한 이격거리 검토



- 부지 내 일조가능시간 검토
- 일조환경을 고려한 건물배치 위치 확인



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

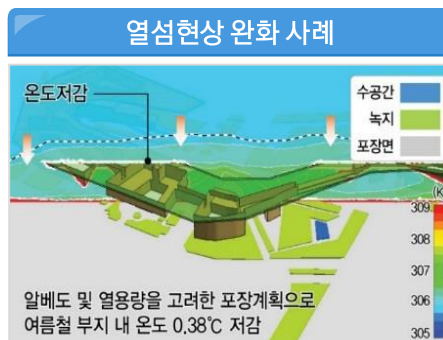


- 부지에 영향을 미치는 소음원 검토
- 소음 영향범위 검토

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

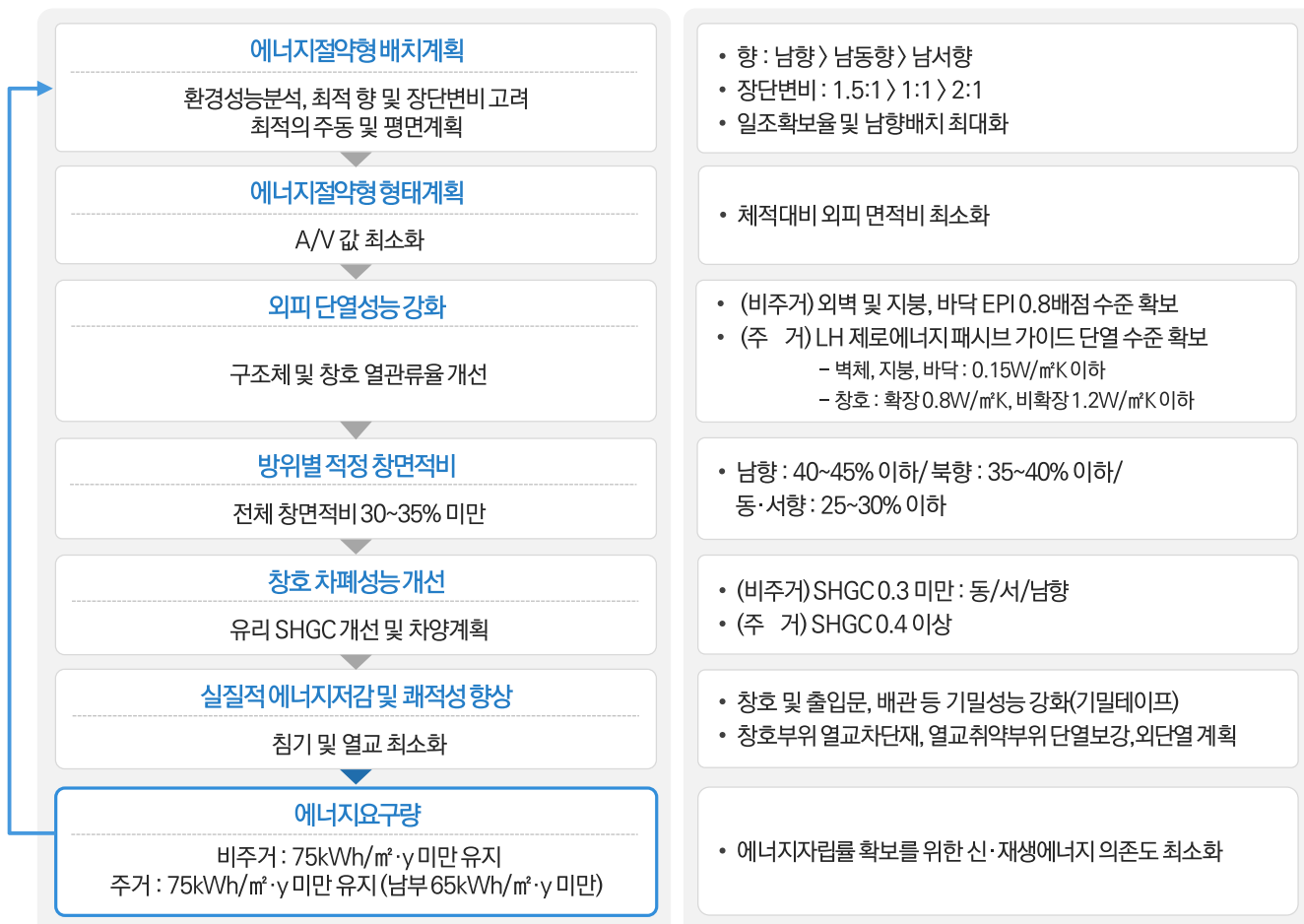
인간과 동식물 같은 다양한 생물종의 공동 서식 장소

03 제로에너지건축물 기술요소

패시브 기술



요소기술

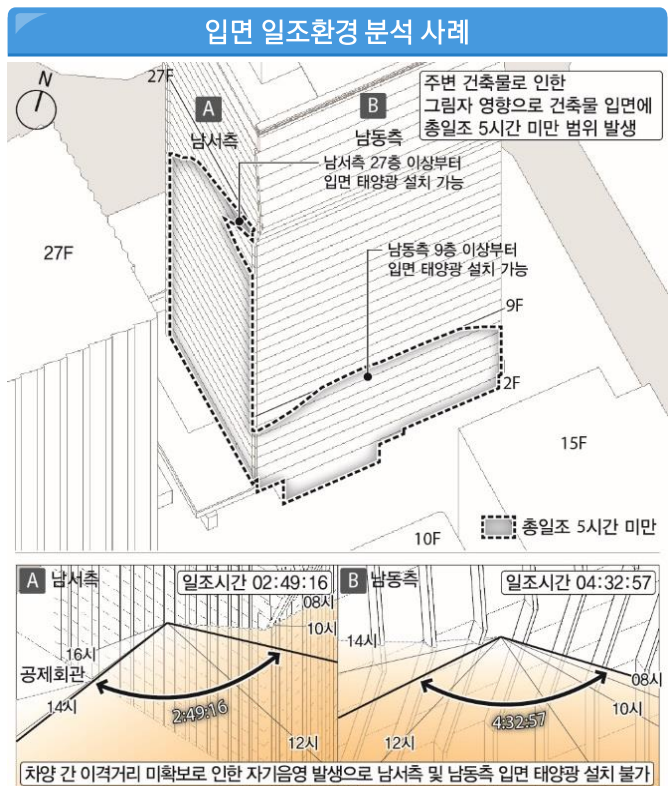
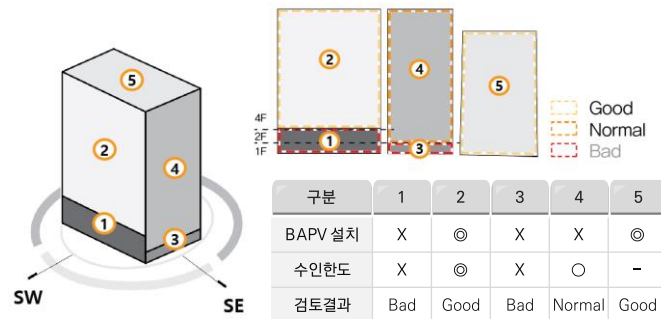
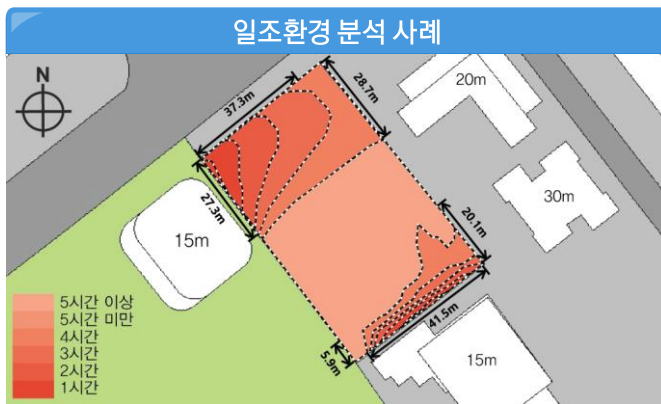


3 제로에너지건축물 기술요소

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

▶ 일조 : 부지 및 실내 일조환경을 고려한 배치계획 수립

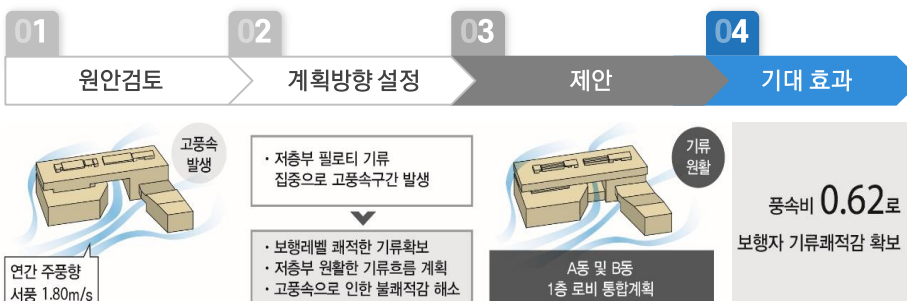
- 일조조건을 최대화하기 위해서는 건물의 크기, 형태, 위치를 조정할 필요가 있으며, 부지 내 시설간 일조영향 검토도 필요
- 태양에너지를 활용하기 위하여 신·재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침¹⁾에 의거하여 1일 5시간(춘계(3~5월)·추계(9~11월) 기준) 이상 확보 가능한 위치(건물 외부공간, 옥상면, 입면) 검토
- 태양광(BAPV, BIPV)²⁾ 등 신·재생에너지원의 설치가능한 최대 면적 확보 및 대안 검토 필요



▶ 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 제2021-14호

2) 태양광 발전 시스템

BAPV: 건물 부착형 (Building Attached PhotoVtaic)
BIPV: 건물일체형 (Building Integrated PhotoVtaic)

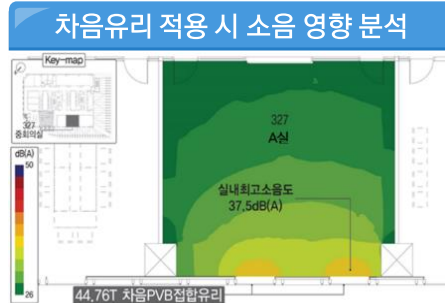
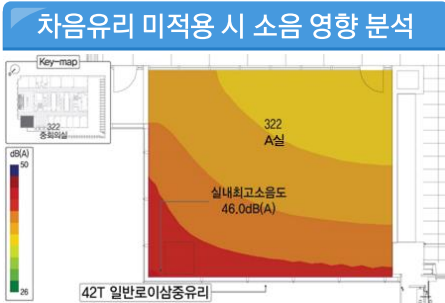
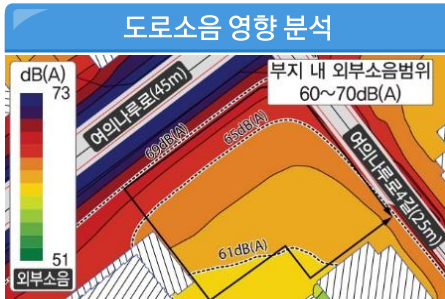
3) 보퍼트 풍력계급표

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 소음 시뮬레이션 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

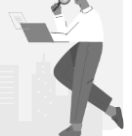
소음차단 성능을 가지는 고기능성 유리

2) 장단변비

건물의 세로 방향의 길이 대비 가로 방향 길이의 비

3) 자연형 태양열 시스템

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



①-2 에너지절약형 배치계획 : 최적 방위 및 장단변비²⁾ 고려

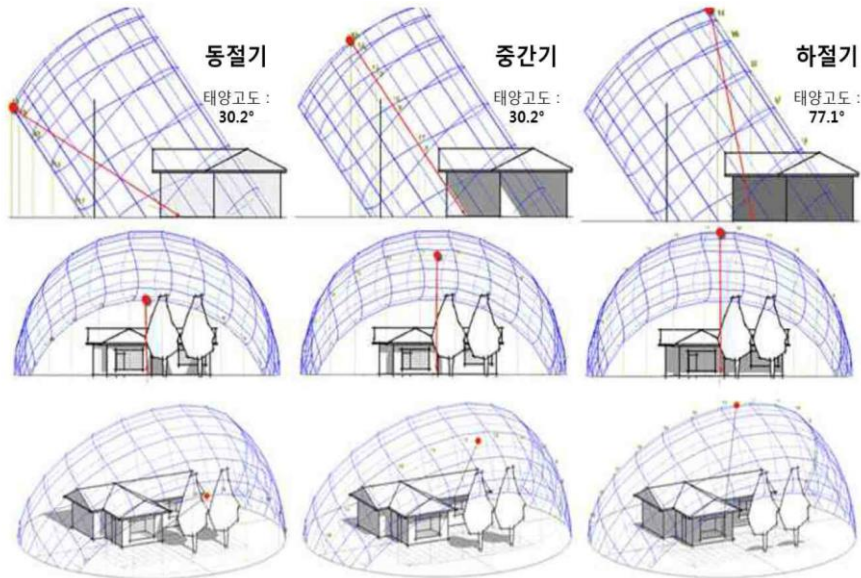
▶ 향 : 남향 > 남동향 > 남서향

- 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

▶ 연중 태양궤적¹⁾을 고려한 건물계획



관련 용어

1) 태양궤적

태양이 움직이는 길을 표현한 것으로 연중 태양위치 및 고도를 의미함

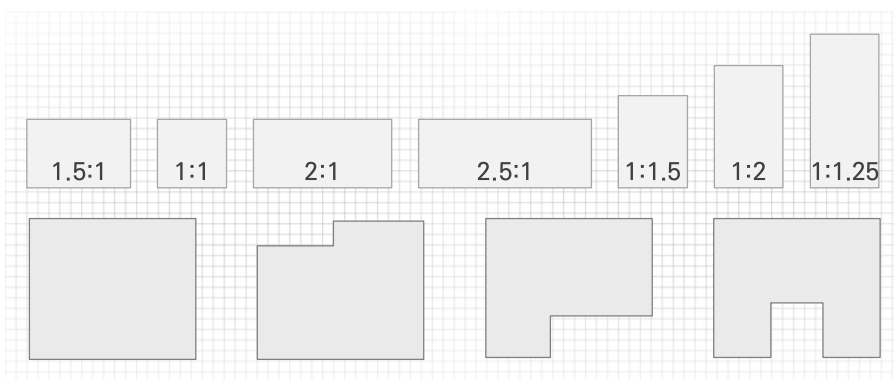
2) 수열량

구조체가 외부로부터 획득하는 열의 양

▶ 장단변비 : 1.5:1 > 1:1 > 2:1

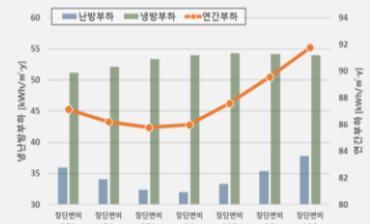
- 실의 기능과 공간 구성요소의 영향, 일조와 일사 등을 고려하여 겨울철 수열량²⁾ 증가, 여름철의 수열량 감소에 유리한 동·서간 장방형 평면 계획 고려
- 건물의 외피면적이 증가할수록 에너지 소비도 증가하게 되므로 대지 주변 및 기후조건을 고려하여 적정 외피면적 계획 수립
- 건물의 형태계획 시 장방형의 형태로 건물의 요철(凹凸)을 최소화하여 외피면적을 최소화 하는 것이 중요함

장단변비 및 평면형태



참고

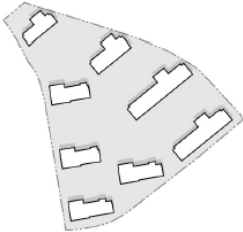
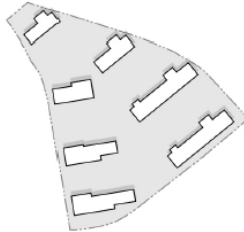
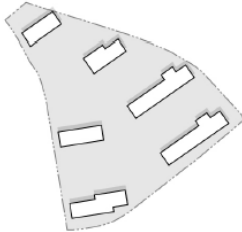
※장단변비에 따른 냉·난방부하
국가건축정책위원회
건축물패시브디자인가이드(2012)



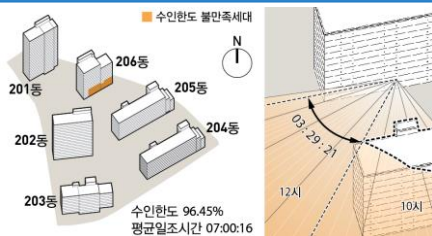
03 제로에너지건축물 기술요소

①-3 에너지절약형 배치계획 : 최적의 주동 및 평면계획 (주거)

▶ 일조확보를 및 남향배치 최대화를 고려한 최적의 주동계획

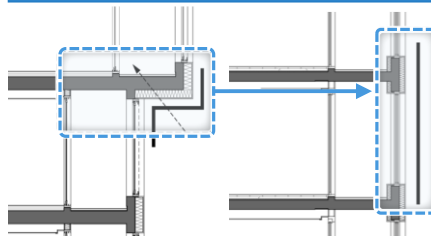
구분	8개동	7개동	6개동
배치도			
외피면적	35,144.94㎡	34,442.04㎡ (2% ↓)	33,035.01㎡ (3% ↓)
최고층수	18층	20층	27층
수인한도 만족비율 ¹⁾	94.20%	95.97%	96.45%
일조시간	06:05:00	06:15:10	07:00:16
일조확보율 ²⁾	91.67%	94.55%	94.91%

단위세대 일조환경 향상



- 남향배치 100%를 통한 최적 6개 주동계획
- 인동거리 확보로 일조시간 07:00:16 확보

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

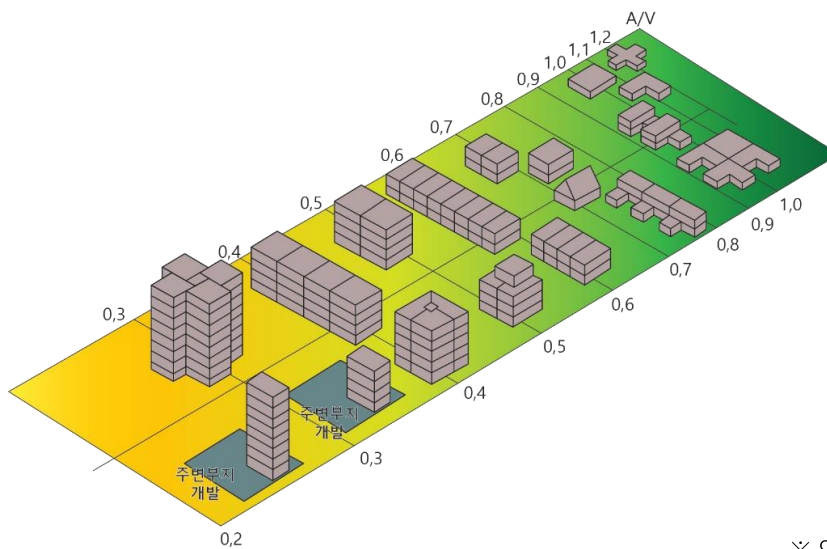
구분	장단변비 1:1	장단변비 1:1.75	장단변비 1:1.75 (조명배치 변경)
실면적 200㎡	 <p>평균조도 466 lux 균제도³⁾ 0.67</p>	 <p>평균조도 461 lux 균제도 0.73</p>	 <p>평균조도 433 lux 균제도 0.74</p>
실면적 100㎡	 <p>평균조도 467 lux 균제도 0.65</p>	 <p>평균조도 463 lux 균제도 0.68</p>	 <p>평균조도 434 lux 균제도 0.72</p>

3 제로에너지건축물 기술요소

② 에너지절약형 형태계획 : A/V값 최소화

▶ 체적대비 외피면적비(A/V값) 최소화

- A/V비 검토 : 낮을수록 에너지성능이 우수하므로 매스계획 시 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 합 계 = 3,021 SFAR = 5.00 SFAR = 1.67		전체 부피 = 32,000 외피 면적 = 3,864 S/V = 0.120 상층부 면적 = 1,618 1층 면적 = 1,932 합 계 = 3,550 SFAR = 2.00 SFAR = 1.09
	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 = 4,435 S/V = 0.138 상층부 면적 = 1,600 1층 면적 = 1,600 합 계 = 3,200 SFAR = 2.77 SFAR = 1.38
	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 = 4,800 S/V = 0.150 상층부 면적 = 1,600 1층 면적 = 1,600 합 계 = 3,200 SFAR = 3.00 SFAR = 1.50



03 제로에너지건축물 기술요소

③ 외피 단열성능 강화

비주거 건축물

- 단열 및 창호 열관류율 **법적기준¹⁾ 수준 유지**
(비주거 건축물의 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
		로이복층유리 or 로이삼중유리	로이복층유리	로이복층 or 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 단열방식 : 외단열, 내단열

- ▶ (신축 건축물) 단열성능 및 열교, 기밀성능을 고려하여 외단열 권장
- ▶ (리모델링 건축물) 외단열을 권장하나 인접대지 경계선, 외부부착 설치물(외단열) 및 실내 공간 면적 축소(내단열) 등의 기존 건물의 상태 고려해야 함

구분	외단열	내단열
설치위치		
축열 성능	<ul style="list-style-type: none"> 구조체 외부 설치 축열 성능 높음 	<ul style="list-style-type: none"> 구조체 내부 설치 축열 성능 낮음
단열재	<ul style="list-style-type: none"> 화재확산 방지구조, 준불연 (난연 2등급) 단열재 적용 	<ul style="list-style-type: none"> 유해가스(화재 시), 유기화합물 (VOC) 미배출 단열재 적용
유의사항	<ul style="list-style-type: none"> 외부 가설 설치 필요 외부 부착 설치물, 인접 대지 경계선 고려 (배관배선 이설 가능) 연결부위 점형 열교 발생 유의 	<ul style="list-style-type: none"> 실내공간 면적 축소 추가 기밀성능 확보 조치 필요 재실 공사 불가능 시공 시 기후 무관



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 높음을 의미

3) EPI

Energy Performance Index, 건축물의 에너지성능지표

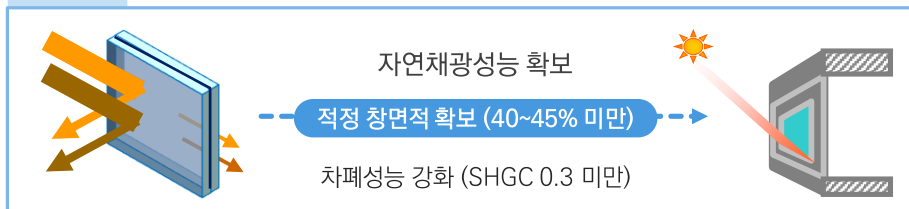
4) 창면적비

건축물의 외벽(벽체+창호) 면적 대비 창호 면적의 비율

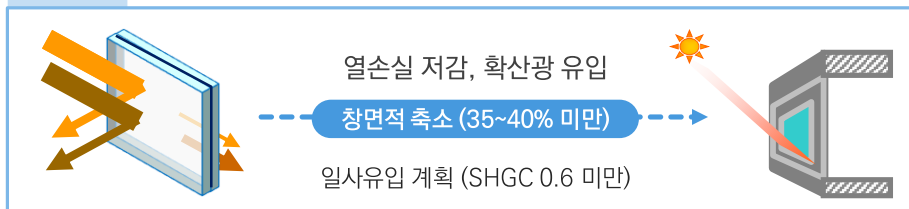
⑤ 방위별 적정 창면적비⁴⁾ : 전체 창면적비 30~35% 미만

- ▶ 입면 디자인 및 방위별 부하특성을 고려한 유리 적용으로 최적 창면적비 계획
- ▶ 적용 비율: 남>북>동·서

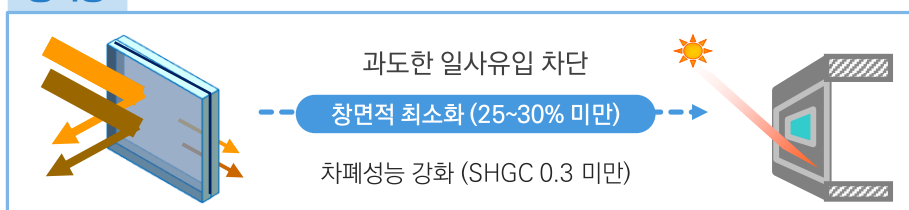
남향



북향



동서향



03 제로에너지건축물 기술요소

⑥-1 창호 차폐성능 개선 : 용도 및 방위별 유리 SHGC⁵⁾ 개선

▶ (비주거) 동·서·남향 유리 SHGC : 0.3 미만, 북향 유리 SHGC : 0.6 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
28T 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



관련 용어

5) SHGC (태양열취득계수)

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

6) VT (가시광선 투과율)

유리를 통해 투과되는 가시광선의 비율

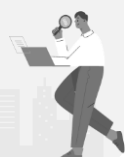
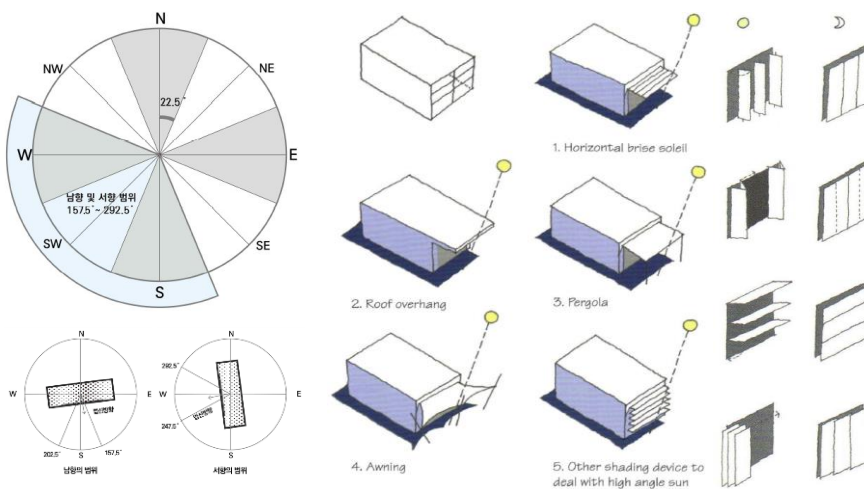
7) LSG

LSG = 가시광선투과율(VT) / 태양열취득계수(SHGC)

LSG 값이 클수록 업무시설 적용에 유리

⑥-2 차양시스템 적용

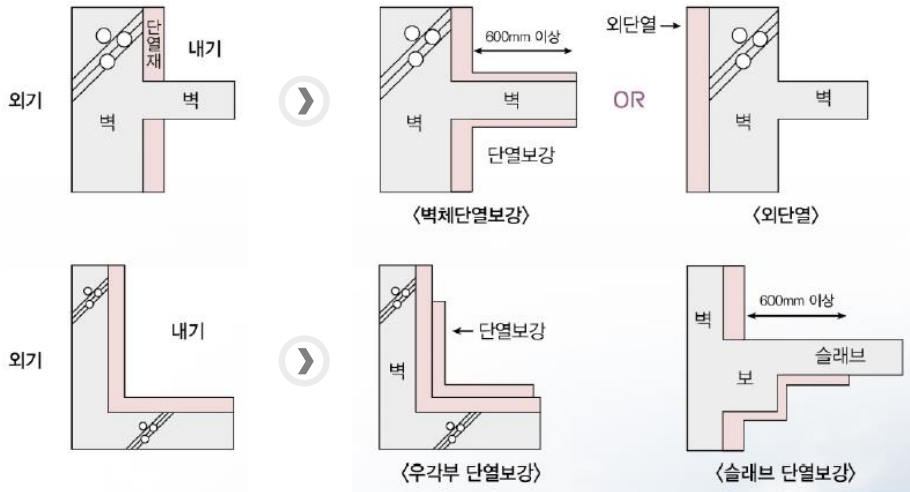
▶ 공공건축물(업무시설, 교육연구시설)은 거실 외피면적당 평균 태양열 취득 39W/㎡미만(에너지성능지표 건축부문 7번 항목 배점 0.6점 이상) 의무 적용(건축물의 에너지절약 설계기준 의무사항 건축부문 7번 항목)



3 제로에너지건축물 기술요소

⑦ 실질적 에너지저감 및 쾌적성 향상: 열교¹⁾ 및 침기²⁾ 최소화

▶ 열교 최소화 방안-1 (구조체)



관련 용어

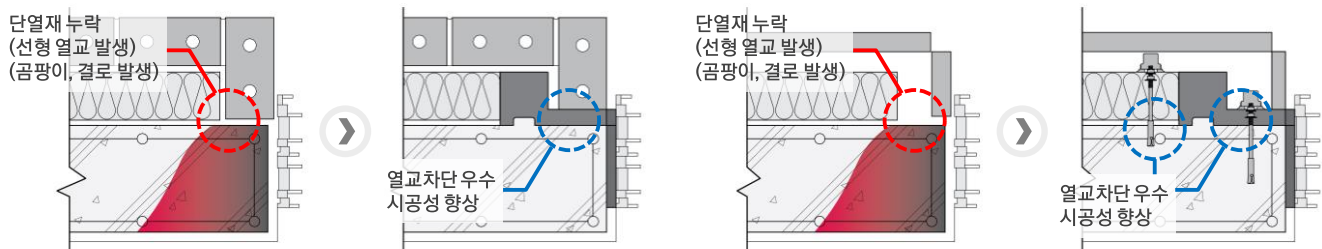
1) 열교

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

03 제로에너지건축물 기술요소

액티브 기술



요소기술



3 제로에너지건축물 기술요소

① 열원설비 최적화: 냉·난방 설비 용량 최적화

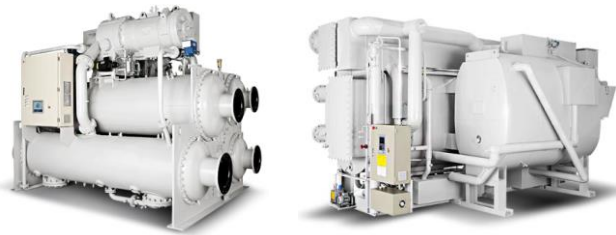
- ▶ 프리패시브 및 패시브 설계기법의 효과를 반영한 냉·난방부하 재산정으로 **설비용량 최적화**
- 단열성능, 유리 SHGC 개선 등의 부하저감을 고려한 설비용량 재산정

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



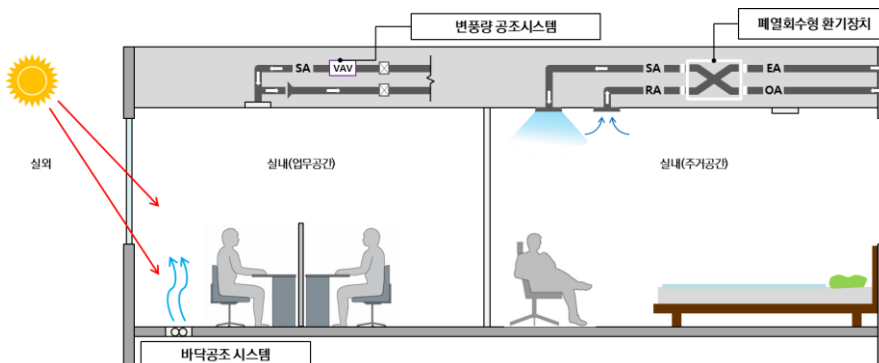
고효율기자재



- ▶ 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

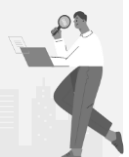
(제10조(에너지 공급 안정 및 효율향상을 위한 전력 수요관리시설 설치)의 제1항) 공공기관에서 에너지의 효율적 이용과 온실가스 배출 저감을 위하여 공공기관이 추진하여야 하는 사항을 규정

6) 변풍량 공조방식

덕트 내에서 바람의 양이 가변적인 공조방식

7) 정풍량 공조방식

일정한 송풍량에 온도만 조절하는 공조방식



3 제로에너지건축물 기술요소

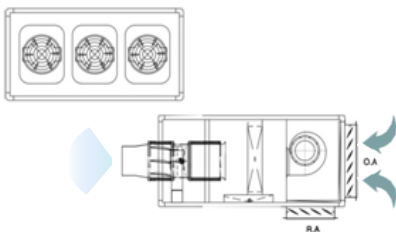
③-2 최적의 공조방식 : 체육시설 등의 대공간 제트공조기¹⁾

▶ 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

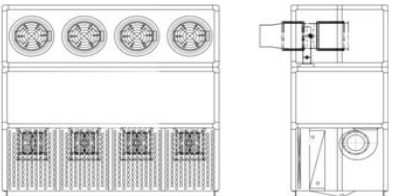
수평형 제트공조기

수평형 제트공조기 구성도



수직형 제트공조기

수직형 제트공조기 구성도

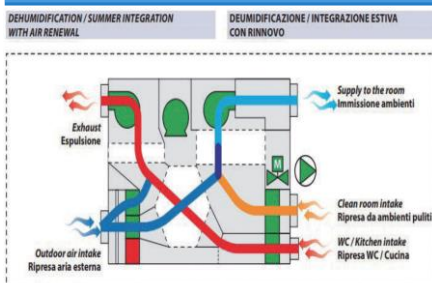


③-3 최적의 공조방식 : 제습 시스템을 이용한 냉·난방공조

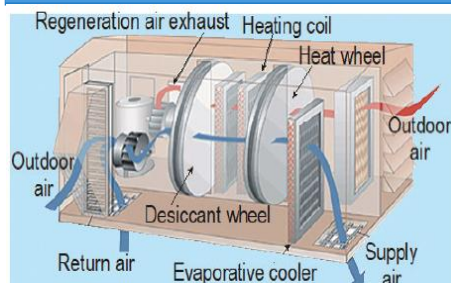
▶ 내부의 습기 발생이 많은 체육시설의 특성을 고려하여 잠열제어(습기제거)를 통한 **냉·난방부하 저감 및 실내 쾌적성 향상**

- 별도의 재열열원 없이 에너지절약적인 제습용 냉방 공조 유닛
- 고분자 제습 소재를 이용한 습도조절 및 전력소비 50% 이상 절감

데시컨트 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) 데시컨트 제습 시스템

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

3) 휴미컨 시스템

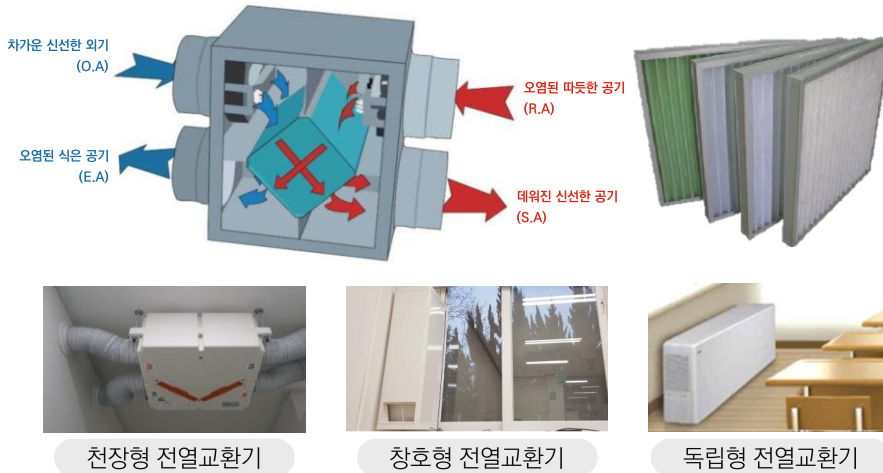
습도(Humidity)와 조화기(Conditioner)의 합성어로 습도 조절장치이며, 제습, 열회수 환기, 탈취, 청정, 냉방의 모든 기능을 수행. 기존 데시컨트 제습원리 기반이나, 기존 제습제에서 초흡습성 고분자를 개발하여 이를 바탕으로 성능, 효율 기능, 구조면에서 우수한 시스템을 구축

3 제로에너지건축물 기술요소

④ 고효율 열회수형 환기장치 적용 : 전열교환기¹⁾ 열회수율 향상

▶ 공조기 전열교환기 적용으로 에너지절감

- 난방열회수율 70~80% 이상, 냉방열회수율 45% 이상
- 저압손 고효율 필터 적용 (압력손실이 적고 고효율의 필터 적용)
- 공사범위 및 천정고를 고려한 전열교환기: 천장형(신축, 전면 리모델링), 창호형, 독립형



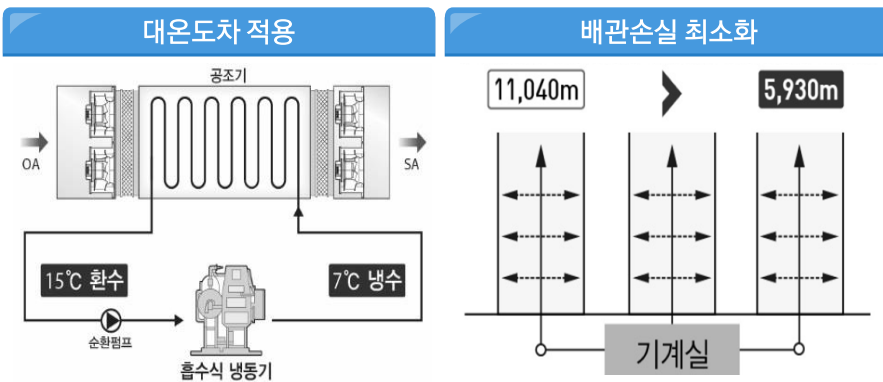
천장형 전열교환기

창호형 전열교환기

독립형 전열교환기

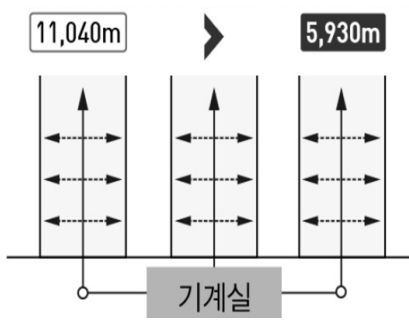
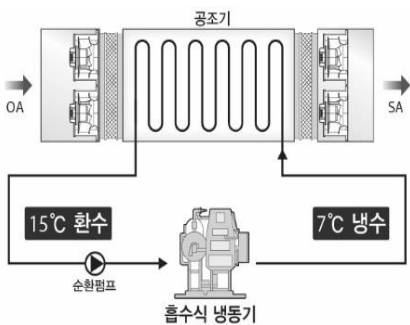
⑤ 순환펌프²⁾ 동력 및 배관손실 저감

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



대온도차 적용

배관손실 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 5~6W/m² 이하 적용
 - (주거) 59m² Type : 6W/m², 84m² Type : 5.5W/m² 이하 적용



관련 용어

1) 전열교환기

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

2) 순환펌프

냉각수를 복수기의 냉각관 안에서 순환시키는 펌프

3) 열저항

열관류율의 역수로 단위는 m²·K/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



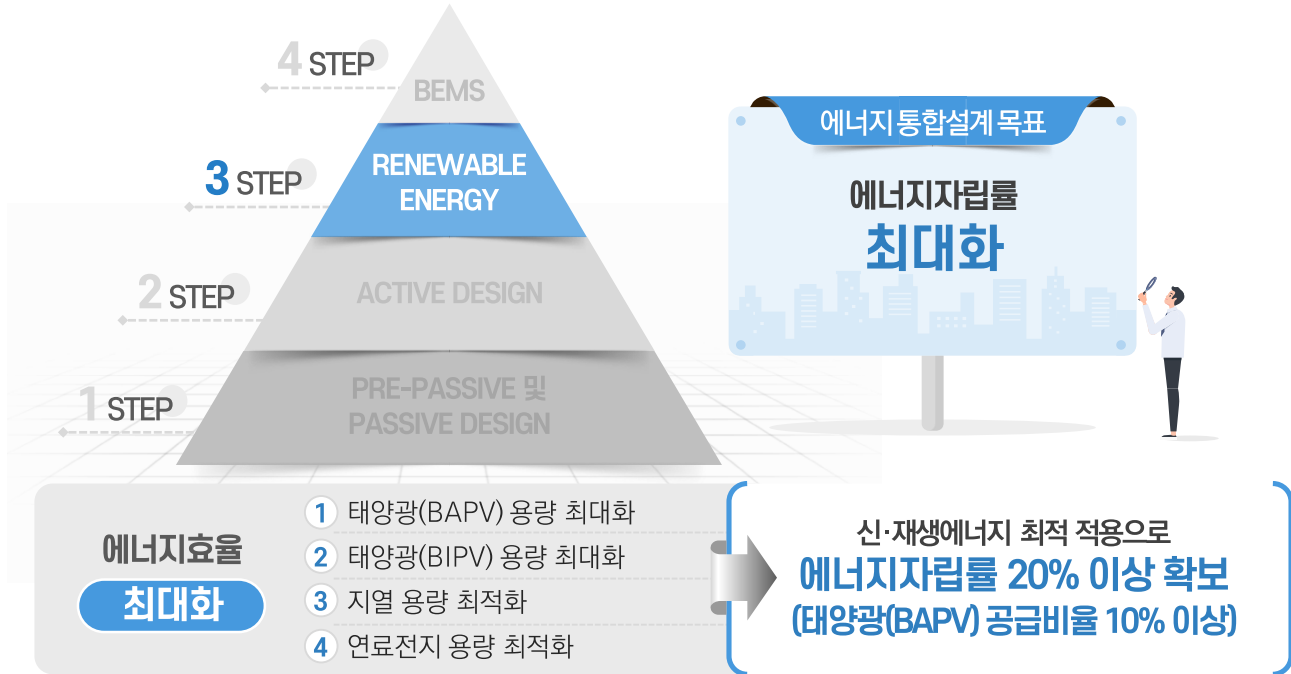
참고

※단위세대 적정 조도수준 확보 및 조명밀도 최소화를 고려한 합리적인 평면계획



03 제로에너지건축물 기술요소

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, 인천광역시, 대전광역시 등 녹색설계기준 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

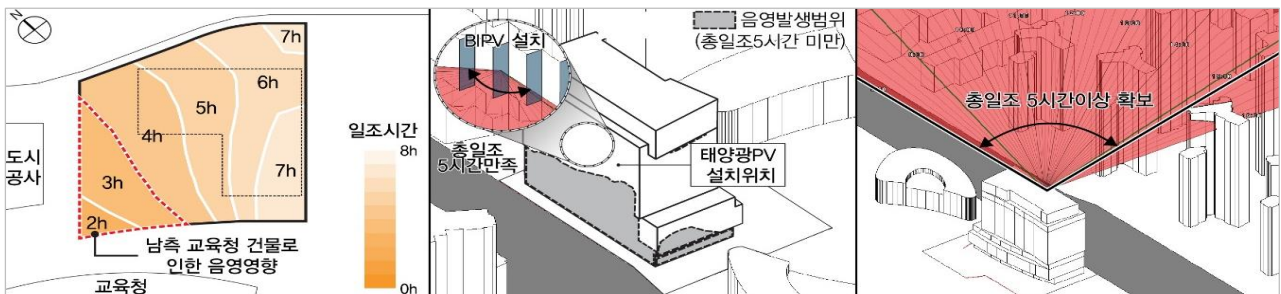
한국에너지공단
신·재생에너지센터 공고
제2021-14호,
신·재생에너지 설비의 지원
등에 관한 지침

② 부지 일조검토를 통한 태양광 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(BAPV) 기준 공급비율 약 10% 적용 시, 에너지자립률 20% 확보 가능

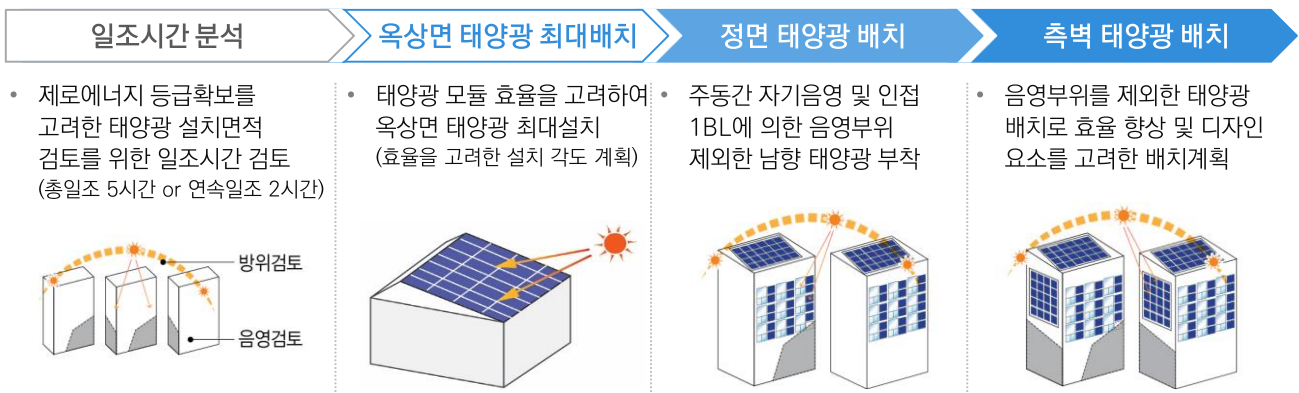


◆ 주거 건축물

- ▶ 주동 일조검토로 옥상 태양광 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 적용



03 제로에너지건축물 기술요소

③ 신·재생에너지 적용

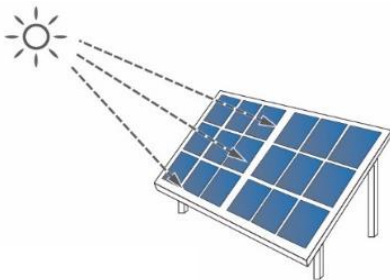
- ▶ 에너지자립률 확보에 유리한 **신·재생에너지 유형 고려 필요**
- ▶ 에너지자립률 20%(ZEB 5등급) 확보를 위한 **대상 건축물 용도별 신·재생에너지 공급비율**(태양광(BAPV) 기준)

건축물 용도			신·재생공급비율(%)	에너지자립률(%)
비주거 시설	업무시설, 문화 및 집회시설, 노유자시설		10% 이상	20% 기준 (ZEB 5등급)
	학교시설	신축 (교실 + 부속시설)	15% 이상	
		별동증축 (부속시설)	30% 이상	
	운동시설	수영장 미포함	15% 이상	
주거시설	공동주택		59㎡ TYPE 0.8kWp/세대 84㎡ TYPE 1.1kWp/세대	
	단독주택		84㎡ TYPE 1.6kWp/세대	

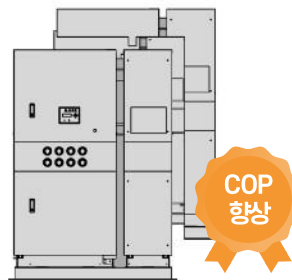
※ 학교시설 중 부속시설: 체육시설, 구내식당 용도의 건축물

④ 신·재생에너지 발전 효율 향상

- ▶ **태양광 발전효율 향상**: 남향 설치 각도 23도 이상(지역 위도를 고려한 설치 각도 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**



설치 각도 23도 이상



지열히트펌프

관련 용어

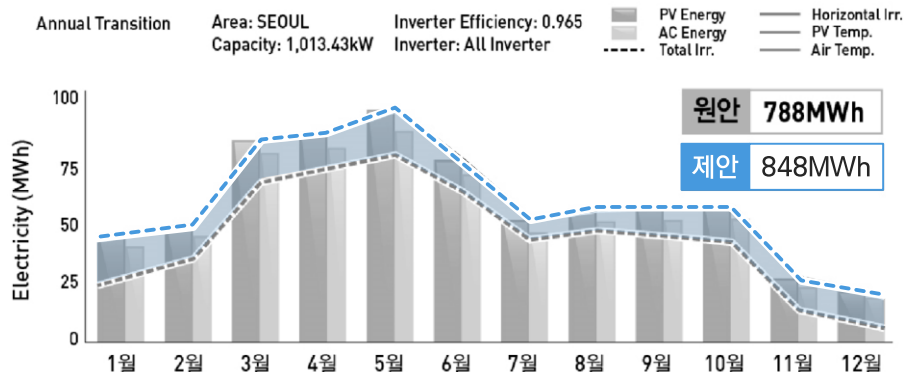
3) COP

Coefficient of performance, 성능 계수

4) 폐열

에너지의 생산 혹은 소비 과정에서 사용되지 못하고 버려지는 열

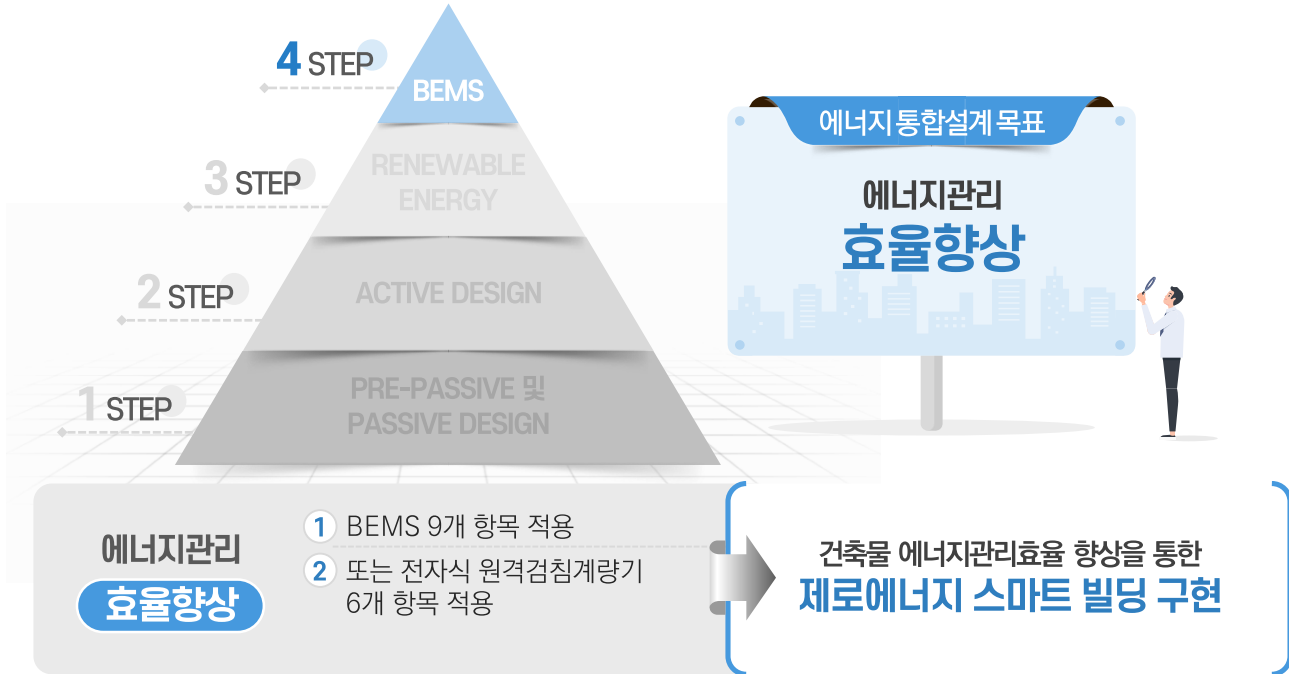
태양광(BAPV) 발전량 검토 예시





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	○	-
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	○	-
6	실내·외 환경 정보 제공	온도, 습도 등 실내·외 환경정보 제공 및 활용	○	-
7	에너지 소비량 예측	에너지사용량 목표치 설정 및 관리	○	-
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

※ 건축물의에너지절약설계기준이 개정(제2022-52호, '22.1.28. 6개월 이후시행)됨에 따라 하반기에 해당기준 변경 예정

04 제로에너지건축물 가이드

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 : 로이복층유리 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 선정
- 열원설비 COP 향상 및 최적의 공조방식 적용, 폐열 재활용, 반송동력 및 배관길이 최소화
- 조명부하 저감을 위한 고효율 LED 조명기기 100% 적용 및 평면계획으로 조명밀도 5~6W/㎡ 적용



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

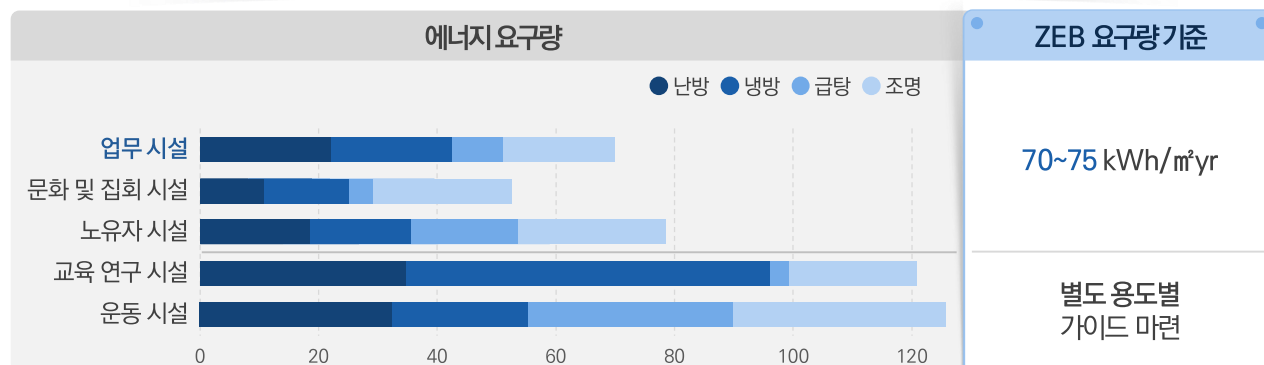
- 해당 건축물의 신·재생에너지 의무공급비율 확인 (연도별 의무공급비율_건축 인허가 기준 적용)
- 일조검토를 통해 태양광 최대 설치가능 용량 선정 (태양광(BAPV) 신·재생에너지 공급비율 10% 이상 적용)
- 태양광 모듈 및 설치 각도를 고려한 최적의 시스템 제안 (남향 23도 이상, 단결정 고효율 모듈 적용)
- 신·재생에너지 의무공급비율을 고려한 추가 설치용량은 지열 시스템으로 우선 제안 (자립률 확보에 유리)



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



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

04 제로에너지건축물 가이드

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 0.3 미만의 유리 적용
 - 남부 및 제주도 : 로이복층유리 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
- 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 5~6W/㎡ 적용



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

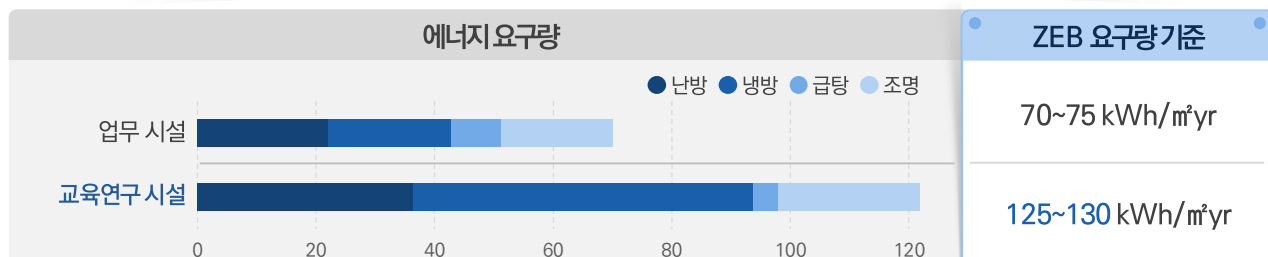
- 해당 건축물의 신·재생에너지 의무공급비율 확인 (연도별 의무공급비율_건축 인허가 기준 적용)
- 부지 일조검토를 통해 태양광 최대 설치가능 용량 산정 (신축(교실 + 식당/체육관)인 경우 태양광(BAPV) 신·재생에너지 공급비율 15% 이상, 별도 증축(식당/체육관)인 경우 30% 이상)
- 태양광 모듈 및 설치 각도를 고려한 최적의 시스템 제안 (남향 23도 이상, 단결정 고효율 모듈 적용)
- 신·재생에너지 의무공급비율을 고려한 추가 설치용량은 지열 시스템으로 우선 제안 (자립률 확보에 유리)



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 높을수록 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/㎡y 미만에 비해 높은 130kWh/㎡y 미만으로 산정
- 신축 건축물 기준 신·재생에너지 의무공급비율 기준 태양광(BAPV) 최소 설치 비율 15% 이상, 별도 증축 기준 30% 이상 필요



04 제로에너지건축물 가이드

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 \Rightarrow EPI 0.8~0.9 배점
- 조명부하 저감을 위한 고효율 LED 조명기기 100% 적용 및 평면계획으로 조명밀도 $8W/m^2$ 이하 적용



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

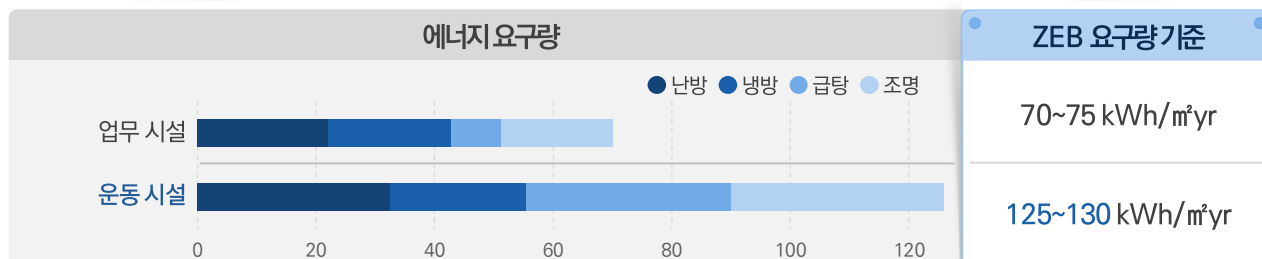
- 해당 건축물의 신·재생에너지 의무공급비율 확인 (연도별 의무공급비율_건축 인허가 기준 적용)
- 부지 일조검토를 통해 태양광 최대 설치가능 용량 산정
 - (수영장 미포함 시) ZEB 5등급 : 옥상 태양광(BAPV) 신·재생에너지 공급비율 15% 이상 적용
 - (수영장 포함 시_수영장 제습 공조시스템 적용한 경우) ZEB 5등급 : 옥상 태양광(BAPV) 신·재생에너지 공급비율 20% 이상 적용
- 태양광 모듈 및 설치 각도를 고려한 최적의 시스템 제안 (남향 23도 이상, 단결정 고효율 모듈 적용)



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
 \rightarrow 1차 에너지소요량을 절감 및 자립률 확보를 위해서는 실내기형 냉·난방기(제트공조기)등 적용 권장
- 업무시설 대비 난방, 급탕요구량이 높으며, 높은 층고로 인한 조명밀도($8W/m^2$)를 고려
 \rightarrow 제로에너지건축물 달성을 위한 요구량 기준이 업무시설 $75kWh/m^2y$ 미만에 비해 높은 $130kWh/m^2y$ 미만으로 산정
- 신·재생에너지 공급비율 기준 태양광(BAPV) 최소 설치 비율 15% 이상 필요
수영장 (제습 공조시스템 적용) 포함 시 신·재생에너지 공급비율 기준 태양광(BAPV) 최소 설치 비율 20% 이상 필요



04 제로에너지건축물 가이드

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 (일조확보율 및 남향배치 최대화)
- LH 제로에너지 패시브 가이드의 단열(구조체 및 창호) 수준 확보
 - 벽체, 지붕, 바닥 : $0.15\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ 이하
 - 창호 : 확장부분($0.8\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ 이하), 비확장부분($1.2\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ 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 70~80% 이상
- 고효율 LED 조명기기 100% 및 평면계획으로 조명밀도 $5\sim 6\text{W}/\text{m}^2$ 적용
 - 59m^2 Type : $6\text{W}/\text{m}^2$
 - 84m^2 Type : $5.5\text{W}/\text{m}^2$



3 신·재생에너지 최대화

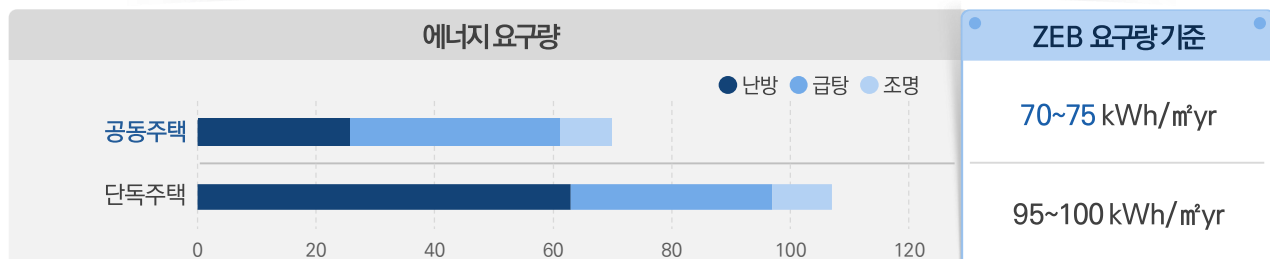
- 주동 일조검토를 통해 옥상 태양광 최대 설치가능 용량 산정
- 태양광 모듈 및 설치 각도를 고려한 최적의 시스템 제안 (남향 23도 이상, 단결정 고효율 모듈 적용)
 - 59m^2 Type : $0.8\text{kWp}/\text{세대}$
 - 84m^2 Type : $1.1\text{kWp}/\text{세대}$
- 제로에너지건축물 구현을 위한 단지 내·외 에너지자립률 20% 이상 확보 필요
 - 옥상 면적 70% 태양광(BAPV) 적용 시, 에너지자립률 분석결과 : 일반_옥상 14%, 입면 6%, 요구량 75 미만_옥상 20%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



- 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"
- 단독주택 대비 난방요구량이 낮으며, 최상, 최하층 대비 중간 세대가 많아 외기 직접 면하는 구조체 및 창면적 비율이 낮음
→ 제로에너지건축물 달성을 위한 요구량 기준 공동주택 $75\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{yr}$ 로 산정
- 여러 개의 동이 하나의 단지를 구성하는 공동주택 특성상 기계실 중앙 배치를 통한 배관 길이 최소화 필요
- 조명부하 저감을 위해 타입별 조명 밀도 최적화 필요 → 조명 밀도 $6.0\text{W}/\text{m}^2$ 이하
- 신·재생에너지 의무공급비율 기준 태양광(BAPV) 가 84m^2 Type기준 세대당 1.1kWp 설치 필요

04 제로에너지건축물 가이드

단독주택 가이드



1 에너지요구량 최소화 (신·재생에너지 의존도를 낮추기 위해 요구량 100 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 (외단열 시공 권장)
 - 벽체, 지붕, 바닥 : $0.15\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ 이하
 - 창호 : 확장부분 $0.8\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ 이하, 비확장부분 $1.2\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ 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 선정
- 보일러효율 92% 이상, 전열교환기 난방 열효율 70~80% 이상
- 고효율 LED 조명기기 100% 및 평면계획으로 조명밀도 $8\text{W}/\text{m}^2$ 이하 적용



3 신·재생에너지 최대화

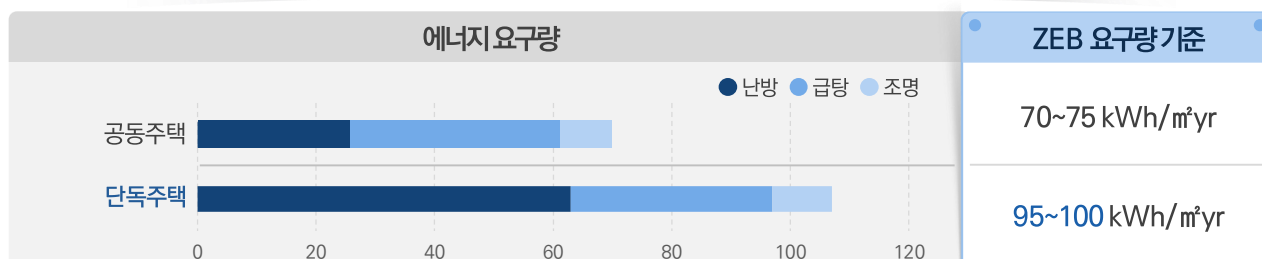
- 주동 일조 검토를 통해 옥상 태양광 최대 설치 가능 용량 선정
- 태양광 모듈 및 설치 각도를 고려한 최적의 시스템 제안 (남향 23도 이상, 단결정 고효율 모듈 적용)
 - 84m^2 Type : $1.6\text{kWp}/\text{세대}$
- 제로에너지건축물 구현을 위한 단지 내·외 에너지자립률 20% 이상 확보 필요



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 $75\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{yr}$ 미만에 비해 높은 $100\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{yr}$ 미만으로 선정
 - 외단열 시공 및 기밀테이프 시공 적용 권장
- 단독주택 특성상 공동주택 대비 층고와 천장고가 높아 조명밀도 최적화가 필요함
 - 에너지절약형 친환경주택의 건설기준에 해당되는 $8.0\text{W}/\text{m}^2$ 이하 수준 권장
- 신·재생에너지 의무공급비율 기준 태양광(BAPV) 가 84m^2 기준 공동주택 $1.1\text{kWp}/\text{세대}$ 대비 높은 $1.6\text{kWp}/\text{세대}$ 설치 필요
- 단독주택은 공동주택 대비 태양광 설치 가능한 공간 면적이 크므로 수평이 아닌 남향 기준 23도 이상 각도로 설치

04 제로에너지건축물 가이드

그린리모델링 : 비주거 가이드



1 에너지요구량 최소화 (사용승인 후 10년 미만인 경우, 투자 회수기간을 고려하여 제외)

- 지역별 법적 단열 기준(벽체 및 창호, 지붕, 바닥) 확보 및 결로 취약 부위(벽체 우각부, 창호 주위) 개선
 - 인접대지 경계선, 외부 부착 설치물 (외단열) 및 실내 공간 면적 축소(내단열) 등 기존 건물의 상태 고려, 외단열 권장
 - 방위별 유리성능 SHGC(남향, 동서향 0.3 미만, 북향 0.6 미만) 적용으로 일사제어 및 기초부하 저감
- ※ 법적기준 적용 대상 여부(냉·난방 면적 500㎡ 미만, 대수선 제외) 및 기존 단열재 활용 가능 여부 확인 필요



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

- 냉·난방 열원 설비 개선(에너지소비효율 1등급 기기 적용, COP 향상), 노출 냉매배관 덮개 설치
- 공사범위 및 천정고를 고려한 전열교환기 적용: 천장형(신축, 전면 리모델링), 창호형, 독립형
- 조명부하 저감을 위한 고효율 LED 조명기기 적용 및 디밍제어로 조명밀도 5~6W/㎡ 적용



3 신·재생에너지 최대화 / BEMS 또는 전자식 원격검침계량기 설치

- 일조검토를 통해 태양광 최대 설치가능 용량 산정 (태양광(BAPV) 신·재생에너지 공급비율 10% 이상 적용)_옥외주차장 및 옥상
- 자립률 및 설치면적을 고려한 추가 설치용량은 태양광(BIPV) 시스템으로 우선 제안_기존 구조물 및 외벽 활용
- BEMS 또는 전자식 원격검침계량기 설치로 통합 유지관리시스템 구축(소규모인 경우 전자식 원격검침 계량기 권장)



4 공용공간 환경 개선

- 화장실 전기식 순간 온수기 설치로 온수 공급
- 화재안전관련 시설물 교체 및 점검
- 복도 및 지하주차장 재실감지 센서 등기구 적용
- 개폐가능한 창호 면적 확보로 공기환경 개선



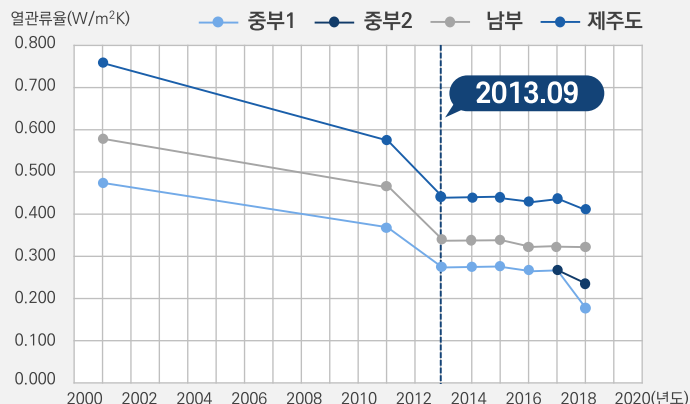
참고

사용연한에 따른 제로에너지 그린리모델링

▶ 법적 기준 단열 성능(「건축법 시행규칙」, 「에너지절약설계기준」)은 2013년 09월 시행일 이후 대폭 강화되었음

	중부1	중부2	남부	제주도
2001.01	0.47	-	0.58	0.76
2011.02	0.36	-	0.45	0.58
2013.09	0.27	-	0.34	0.44
2014.09	0.27	-	0.34	0.44
2015.08	0.27	-	0.34	0.44
2016.01	0.26	-	0.32	0.43
2017.06	0.26	0.26	0.32	0.43
2018.09	0.17	0.24	0.32	0.41

〈지역별 외벽 직접 열관류율(W/㎡K) (2001~2018)〉



- ▶ 사용승인 10년 이전 건축물은 단열성능 열악, 기존 단열의 노후화 및 성능 저하로 현행 법적기준 준수, 추가 단열보강 고려
- ▶ 사용승인 10년 이후 건축물은 경제성(투자회수기간)을 고려하여 제외

04 제로에너지건축물 가이드

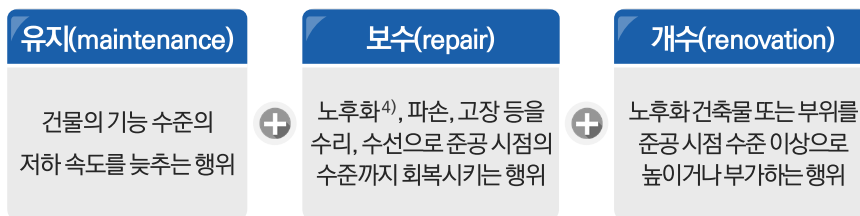
리모델링 건축물

1 리모델링 건축물 정의

- 리모델링은 건축물의 노후화 억제와 기능 향상을 목적을 위해
 - 「건축법」: 대수선¹⁾ 및 일부 증축²⁾ 또는 개축³⁾하는 행위
 - 「주택법」: 대수선 및 사용검사일 또는 사용승인일부터 15년 이상 공동주택의 범위 내 연면적, 세대 수, 층수 증축 등의 행위

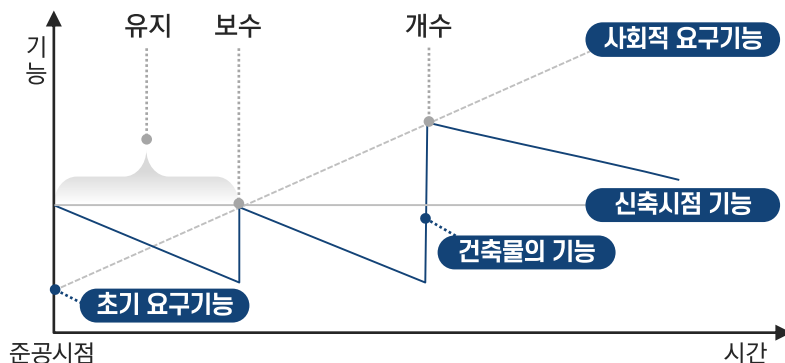
2 리모델링의 개념과 범위

- 리모델링은 유지(maintenance), 보수(repair), 개수(renovation)로 구성*



* 윤영선, 리모델링의 개념과 용어 정의 (2000)

리모델링 건축물 개념도



관련 용어

1) 대수선

증축·개축 또는 재축에 해당하지 아니하는 것

2) 증축

기존 건축물이 있는 대지에서 건축물의 건축면적, 연면적, 층수 또는 높이를 늘리는 것

3) 개축

기존 건축물의 전부 또는 일부를 해체하고 그 대지에 종전과 같은 규모의 범위에서 건축물을 다시 축조하는 것

4) 노후화

건축물이 장기간에 걸쳐 각종 인위적, 자연적 원인 등에 의해 건축물의 전체 또는 그 부분의 성능이나 기능이 저하되는 것

5) 녹색건축물

에너지이용 효율 및 신·재생 에너지의 사용비율이 높고 온실가스 배출을 최소화하면서 건축물과 환경에 미치는 영향을 최소화하고 동시에 쾌적하고 건강한 거주환경을 제공하는 건축물

참고

건축물의 건축 또는 대수선은 인허가 대상이나, 대수선은 에너지절약계획서 제출 예외 대상임

그린리모델링 건축물

1 기존 건축물의 에너지성능 개선 및 그린리모델링

- 그린리모델링은 「기존 건축물의 에너지성능 개선 기준」을 포함한 에너지 성능 향상 및 효율 개선 등을 통하여 녹색건축물⁵⁾로 전환하는 활동(「녹색건축물 조성 지원법」)

기존 건축물의 에너지성능 개선

- 건축물의 에너지효율을 높이기 위하여 기존 건축물을 녹색건축물로 전환하는 것
- 기존 건축물이란, 사용승인을 받은 후 10년이 지난 건축물
- 공사의 범위: 기존 건축물의 리모델링·증축·개축·대수선 및 수선(다만, 수선은 창·문, 설비·기기, 단열재 등을 통하여 에너지성능을 개선하는 공사로 한정)

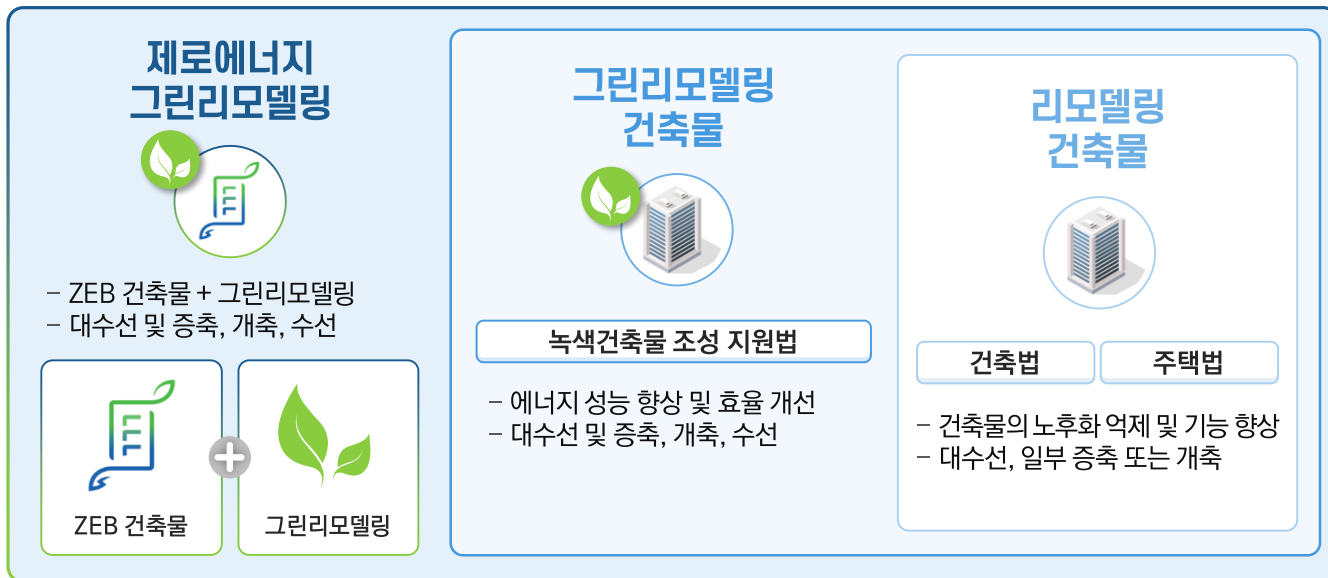
그린리모델링

- 그린리모델링이란, 에너지 성능향상 및 효율 개선 등을 위한 리모델링이며,
- 그린리모델링 사업이란, 이를 통해 기존 건축물을 녹색건축물로 전환하는 활동
 - 건축물의 에너지성능 향상 또는 효율 개선 사업
 - 기존 건축물을 녹색건축물로 전환하는 사업
 - 그린리모델링 사업발굴, 기획, 타당성 분석, 설계·시공 및 사후관리 등에 관한 사업
 - 그린리모델링을 통한 에너지 절감 예상액의 배분을 기초로 재원을 조달하여 그린리모델링을 하는 사업

04 제로에너지건축물 가이드

그린리모델링을 통한 제로에너지건축물 구현 프로세스

- ▶ 리모델링: 건축물의 노후화 억제와 기능 향상을 목적을 위해 대수선 및 일부 증축 또는 개축하는 행위 「건축법」, 「주택법」
- ▶ 그린리모델링: 기존 건축물의 에너지 성능 향상 및 효율 개선 등을 통하여 녹색건축물로 전환하는 활동, 증축·개축·대수선 및 수선
- ▶ 제로에너지 그린리모델링
: 기존 건축물의 에너지 성능 향상 및 효율 개선 등을 포함하여 제로에너지건축물인증 추진하는 건축물로 정의함



가이드 적용 프로세스

	PRE-PASSIVE	PASSIVE DESIGN	ACTIVE DESIGN	RENEWABLE ENERGY
신축 건축물	<ul style="list-style-type: none"> 입지, 지형 및 기후분석 부지 환경성능 분석 생태적 외부공간 조성 	<ul style="list-style-type: none"> 비주거: 냉방부하, 주거: 난방부하 우선고려 창호 열관류율 및 유리 성능 SHGC 구조체 열관류율 	<ul style="list-style-type: none"> 조명밀도 최적화 열원설비 COP 향상 열회수율(난방/냉방) 향상 	<ul style="list-style-type: none"> 신재생에너지원 민감도 및 건물 특성에 따른 우선 적용 태양광(BAPV)BIPV) > 지열 히트펌프 > 연료전지
리모델링 건축물 (사용승인 10년 미만)	<ul style="list-style-type: none"> 리모델링 건축물인 경우 건물 이전 불가, 제외 	<ul style="list-style-type: none"> 경제성을 고려하여 제외 	<ul style="list-style-type: none"> 조명밀도 최적화 열원설비 COP 향상 열회수율(난방/냉방) 적용 	<ul style="list-style-type: none"> 신재생에너지원 민감도 및 건물 특성에 따른 우선 적용 태양광(BAPV)BIPV) > 지열 히트펌프 > 연료전지
리모델링 건축물 (사용승인 10년 이상)	<ul style="list-style-type: none"> 리모델링 건축물인 경우 건물 이전 불가, 제외 	<ul style="list-style-type: none"> 창호 열관류율 및 유리 성능 SHGC 구조체 열관류율 (단열 방식 고려) 	<ul style="list-style-type: none"> 조명밀도 최적화 열원설비 COP 향상 열회수율(난방/냉방) 향상 	<ul style="list-style-type: none"> 신재생에너지원 민감도 및 건물 특성에 따른 우선 적용 태양광(BAPV)BIPV) > 지열 히트펌프 > 연료전지

05 효율적 운영수단

그린리모델링을 통한 제로에너지건축물 구현 프로세스

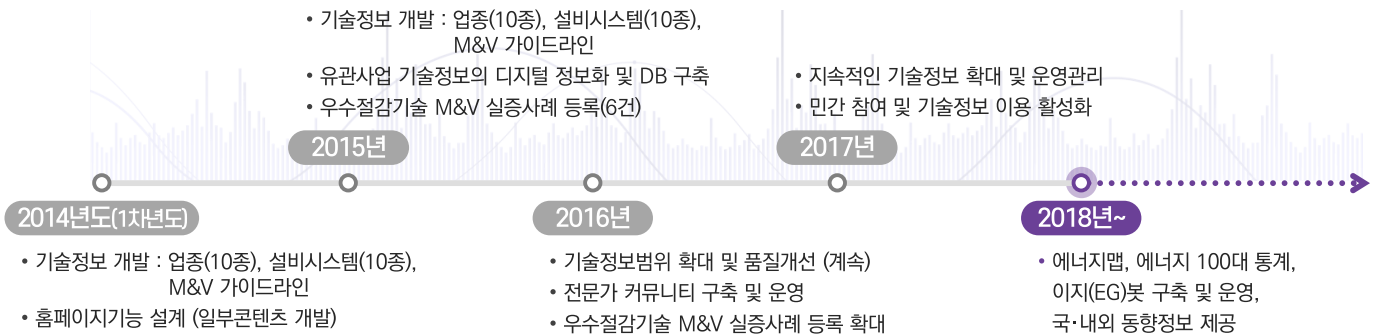
▶ 「녹색건축물 조성 지원법」제 15조의 2(녹색건축물의 유지·관리)

: 녹색건축물의 소유자 또는 관리자는 유지·관리하여야하며, 건축허가를 받아 녹색건축물을 리모델링·증축·개축·대수선하는 경우에 유지·관리의 적합 여부 확인을 위한 점검이나 실태조사를 할 수 있음

EG-TIPS 에너지온실가스종합정보 플랫폼 (<https://tips.energy.or.kr/>)

▶ 에너지절감 및 온실가스감축 종합 포털(Energy Green house gas Total Information Platform Service)

- 정부사업에서 발생하는 유관 기술정보 연계, 연구 개발 및 민간 전문가 참여로 업종·설비별 절감기법과 기업적용 사례를 DB로 구축하고, 묻고 답하기, 커뮤니티 활동 등 민간 집단지성간 지식교류의 장을 제공함
- 2015년에 EG-TIPS 홈페이지를 오픈하였으며, 향후 지속적인 콘텐츠 보강과 이용 편리성 개선으로 지식 포털로 자리매김하고, 우수한 절감기술이 시장에서 투자 확대될 수 있는 지식기반을 만들어 나갈 계획임



▶ 기술정보 구성

- 업종별(19종) : 에너지 다소비 업종별로 주요 절감기법과 해당 업종별 일반현황, 에너지통계 및 관련기관에 대한 정보 제공
: 광업, 식품, 섬유, 목재, 제지, 정유, 석유화학, 유리, 요업, 시멘트, 철강, 비철금속, 기계, 반도체, 디스플레이, 전기전자, 자동차, 조선, 기타제조
- 설비시스템별(19종) : 에너지 설비시스템별로 주요 절감기법과 해당 업종별 일반현황, 에너지통계 및 관련기관에 대한 정보 제공
: 보일러/스팀 시스템, 냉동(냉수)시스템, 압축공기 시스템, 가열(요로) 시스템, 펌핑(펌프/팬) 시스템, 건조 시스템, 조명 시스템, 공조 시스템, 클린룸 시스템, 건물 시스템, 수변전 시스템, 열교환 시스템, 열이송 시스템, 열저장 시스템, 환경설비 시스템, 태양광 발전 시스템, 친환경 자동차, 풍력, ESS



05 효율적 운영수단

패시브 기술

구분			내용
건물 시스템	개요	건물시스템의 개요	건물에너지 절감의 필요성 및 전망, 에너지관련제도, 쾌적지표, 평가도구, 부하계산법 등
		환경조절 및 에너지자립화 방안	저에너지건축물 환경조절 및 에너지자립화 방안 세부기술 소개
		종합적 에너지 성능 향상 방안	에너지성능 향상요소(대지, 방위, 공간, 창호, 단열, 침기, 기계설비 등)
		건물에너지 정보 네트워킹 및 모니터링	개요, 산업환경분석(특징, 구조), 시장환경분석(해외 및 국내시장)
	구조체	단열	패시브 건축물에서의 단열의 중요성, 열교 현상 설명 및 열교 방지의 중요성
		창호	창호 선택 시 고려사항, 권장 값 제시
	패시브설비	환경조절과 기후디자인	자연형 조절(기후에 따른 외피), 설비형 조절(냉난방, 조명, 동력장치)
		패시브시스템의 기본개념	자연형 태양열시스템, 패시브설비의 중요성
		태양열시스템의 이용 원리	태양열시스템 원리(집열부, 축열부, 이용부) 및 장점
		종합적인 에너지 성능 향상	건물의 에너지성능 향상방법
		패시브 설비 요소기술	자연채광, 차양, 조명, 누기, 축열체, 태양열, 자연환기, 폐열 회수, 고효율 설비 등
		건축물 패시브 설비 에너지 절감 기술	기밀재(기밀테이프, 고무가스켓) 사용, 옥상·벽면녹화 조성 등
	건축구조	건축설비(외피 단열/창호) 에너지 절감 기술	단열 강화, 고단열 유리·샷시 교체, 유리 단열필름 도입 등
	에너지절감 사례	건축물 에너지 절감 설계 우수사례	우수사례(강남 세곡 보금자리지구, HIP그린홈, 그림홈플러스)

① 기밀재 적용

▶ 기밀재 적용을 통한 침기 개선

- 침기가 많이 발생하는 곳은 창호와 구조체 사이의 틈새이지만 그대로 두거나 우레탄폼으로 주입하고 마감하는 경우가 많으므로 이 공간을 단열재로 채우고 공기를 차단하기 위해 기밀테이프 추가 시공 권장됨
- 기밀층/방습층은 온도가 따뜻한 내부 쪽에 설치하고, 외부 쪽은 방수/투습층을 형성하여 겨울철 내부의 습기가 틈새로 들어가지 못하게 차단할 함
- 목조나 스틸 주택 같은 건식구조 방식이 콘크리트구조에 비해 기밀성 확보가 더 어려우며, 각종 전기나 기계배선재가 벽체와 만나는 공간도 기밀성을 유지할 수 있도록 조치해야 함

▶ 절감 사례

- 주민센터 출입구는 이중문(방풍구조)로 설치되어 있으나 틈새에 별도의 침기 차단시설이 되어있지 않아 냉난방시 침기에 따른 실내 냉·난방열이 외부로 상당히 많이 손실될 것으로 예상됨
- 진단 시 주민센터 주출입구 틈새부분의 외기손실량 측정결과 풍속은 약 0.88 m/sec로 측정되었으며 실내온도는 24.7℃, 외기온도는 30.1℃로 약 5.4℃의 온도차가 발생함
- 시설 특성상 대부분의 에너지를 냉·난방용으로 사용하므로, 주민센터 주출입구 틈새에 고무 가스켓을 시공하여 주출입구 틈새를 외기침입을 최소화 함
- 기대효과 : 총 에너지사용량 대비 절감률 0.58%

창호 기밀테이프 적용



출입문 틈새 고무 가스켓 적용



05 효율적 운영수단

② 외부 차양 설치

▶ 여름, 겨울철의 일사 제어를 통한 냉방부하 저감

- 차양은 방위에 따라 효과적인 것을 설치
- 수평 차양은 고도가 높은 남측에 적용하며, 북측은 연직 루버, 동서 측은 연직 대각선 부착 루버 계획



③ 옥상 녹화의 도입

▶ 옥상녹화 계획으로 단열 및 열 환경 개선

- 녹화를 통한 배수층이나 뿌리를 방지하는 시트 등의 설치로 지붕 단열성능 향상
- 수종은 크게 성장하지 않는 관목 식물 및 경량토양 계획(수목의 종에 따라 토양의 두께 결정)

구분	개요	적재하중의 기준(kg/m ²)	수종
재래 공법	- 고목을 포함하여, 지상 녹화의 방법을 옥상에서 전개하는 공법 - 토양은 자연 토양을 개량하여 사용한다.	500~1000	고목~잔디까지 다양한 식재 가능
인공경량 토양공법	- 옥상의 부분 녹화 방법으로 일반적으로 채택되고 있는 공법 - 배수층과 보수성 성능을 높인 인공 토양층을 조합시킨 공법 ※토양 두께 400mm 정도면 중목 식재도 가능	100~500	중.저목~잔디
박층녹화 공법	- 방수 제조회사 등이 개발한 팔레트(palette)나 매트(mat) 등에 인공 경량 토양과 관수 장치 등을 조합시킨 박층의 녹화 방법	30~100	잔디, 만년초, 잡초



④ 벽면 녹화의 도입

▶ 벽면 녹화는 직사광선에 의한 건물 온도상승 제어로 에너지 절감

- 벽면 녹화 시 설치할 장소의 일사나 바람의 영향 파악 및 장소에 적합한 식물이나 녹화 방법 고려(토양, 보조재의 이용, 하중부담)
- 유지관리를 위한 식물의 뿌리 설치 장소나 식물에 의한 피복의 속도 등을 추가로 고려해야 함

토양	피복의 속도 (식물의 성장)	유지 관리	
		전정 관리	관수 관리
자연토양	빠르다(양성)	많다	적다
인공경량토양	늦다(억제)	적다	많다

05 효율적 운영수단

액티브 기술

구분			내용
건물 시스템	개요	건물시스템의 개요	건물에너지 절감의 필요성 및 전망, 에너지관련제도, 쾌적지표, 평가도구, 부하계산법 등
		환경조절 및 에너지자립화 방안	저에너지건축물 환경조절 및 에너지자립화 방안 세부기술 소개
		건물에너지 정보 네트워킹 및 모니터링	개요, 산업환경분석(특징, 구조), 시장환경분석(해외 및 국내시장)
	패시브설비	환경조절과 기후디자인	자연형 조절(기후에 따른 외피), 설비형 조절(냉난방, 조명, 동력장치)
	신재생설비	태양열	태양열시스템 종류, 구성, 기술개발 현황, 향후 전망
		지열	지열에너지 이용 기술, 국내외 기술개발 현황
		태양광	태양광 개요, 국내외 산업현황
		연료전지	연료전지 원리·특징·종류, 기술개발 현황, 향후 전망
	하이브리드설비	공기식 집열기	태양열공기난방시스템(SAHS) 개요, 작동원리, 설치사례
		열병합발전 PVT 집열기	시스템 개요, 작동원리, 설치사례
		이중창호형 태양열집열기	시스템 개요, 특징, 구성, 설치사례
	건축설비	열원설비 에너지절감기술	공기비·압력·온도·스케줄 조정, 냉각탑 청소, 냉각수 수질관리, 배관 단열강화 등
		공조설비 에너지절감기술	설정온도·운전·외기유입·제어 조정, Night Purge, 필터 청소, 고효율기기 교체 등
		반송설비 에너지절감기술	유량·회전수 등 제어방식 도입 열회수 펌프, 축열식 열펌프, 온도차 송풍·송수 시스템 등
		조명설비 에너지절감기술	조명기구 청소, 불필요한 시간대 소등, 인버터 안정기로 교체, LED 적용, 제어방식 등
		변전설비 에너지절감기술	불필요한 변압기 차단, 고효율 변압기·저손실 축전기 교체, 자동역률조정 등
		급탕·급수설비 에너지절감기술	급탕설비의 스케일(물때) 제거, 펌프 유량·압력 조정, 배관 단열, 중수도 등
		기타 설비 에너지절감기술	엘리베이터 인버터 제어, 에스컬레이터 센서, 에너지절약형 판매기로 교체 등
	하이브리드설비	건축물 하이브리드 설비 에너지 절감기술	공기식 집열기 UTC 및 열병합발전 PVT 설치사례
조명 시스템	운전관리 합리화	과잉조명의 방지	조명 콘트롤 시스템 적용, 작업공간의 조명조절, 주광조명의 이용
		조명범위의 제한	배선회로의 분할, 개별스위치 설치, 국부조명 설치
		조명의 효율적관리	등기구 개조 및 교체, 청소
		조명 운전관리합리화 절감사례	화장실 재실감지센서 설치, 주차장 조명 조광제어, 조도 센서를 이용한 자연채광 등
	고효율 설비 교체	고효율 램프로 교체설명	고효율 램프 교체(조명 램프별 광속 및 수명)
		고효율 조명설비로 교체사례	LED 교체, 전자식 안정기로 교체
		고효율 조명기기로의 교체방안	고효율 램프 교체 사례
	기타 절감기술	기타 조명설비 절감사례	자연채광용 루프설치, 고천장용 반사갓, 고효율 소방 유도등 교체
공조 (HAVC) 시스템	운전관리 합리화	공조기 운전시간 합리화	공조기 운전시간대 최적화하여 반송동력 절감
		Night Purge	열원기기의 가동없이 차가운 외기를 도입하여 예냉에 이용하는 방법
	기타 절감기술	에너지절약형 공기조화 시스템	인버터운전, 전열교환장치 적용, 제습방법 개선

① 열원설비 에너지 절감기술

▶ 보일러 등 연소설비의 공기비 조정

- 보일러, 냉온수 발생기 등의 연소설비는 공기비 (실 공기율/이론 공기율) 가 큰 경우, 연소용 공기의 과잉 송풍에 의한 배기량이 증가하여 연소온도나 기기효율의 저하가 발생할 수 있기에 열원부하의 상황에 따라서 공기비 조정하여 에너지소비량 절감
- 기준 공기비보다 높은 경우 정기점검 시 기준이 되는 공기비 이하로 조정 (일반적으로 공기비를 0.1 낮게 함에 따라, 연소효율은 0.8% 향상)

▶ 냉각탑 충전재의 청소

- 냉각탑 충전재에 물때나 슬라임(생물막)이 퇴적하여 열 교환효율의 저하 및 전력소비량이 증가하며, 수질 악화, 부식 등의 문제발생이 우려됨
- 정기적(대체로 1회/3개월)으로 육안에 의해 물때나 슬라임 등의 부착 상황을 확인하고, 이것들이 퇴적하고 있는 경우는 이하와 같은 물리적인 청소와 약품 세정 등을 실시하여, 물때나 슬라임 등을 제거

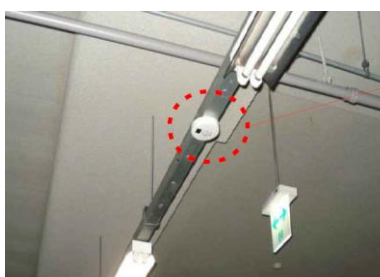
05 효율적 운영수단

② 공조설비 에너지 절감기술

- ▶ **워밍업 시 외기도입량 정지**
 - 하절기나 동절기의 예냉·예열 시에, 통상의 운전 시와 같은 정도의 외기를 받아들이는 것은 여름의 고온다습, 겨울의 저온건조한 공기를 쾌적한 상태로 만들기 때문에 많은 에너지 소비로 이어지므로 예냉·예열 운전 시에 외기 유입 정지하도록 함
- ▶ **외기 냉방**
 - 인체, 조명, OA기기 등에 의한 실내 발열이 증가하여 중간기나 동절기에 냉방이 필요한 빌딩이 늘고 있으며, 이러한 중간기·동절기의 냉방 수요가 많은 빌딩에서는 외기 온도가 실내 온도보다 낮은 경우 자연환기 또는 송풍 운전으로 에너지소비량 절감
- ▶ **환기운전 횟수 적정화**
 - 기전실이나 엘리베이터 기기실 등 공용부의 모든 관리실에 있어서 환기 운전이 과잉 되고 있는 경우가 많으므로 송풍·배풍기의 운전 시간의 단축이나 간헐 운전 계획
- ▶ **코일·필터, 열교환기 청소**
 - 공조기 등의 코일, 필터나 열 교환기 소자의 오염은 먼지에 따른 기내 등의 압력 손실을 크게 하여 풍량의 저하, 냉각·과열·열 회수 능력의 저하나 인버터 이용 때의 회전 수 증가에 따른 팬 동력의 증대로 이어지므로 정기적인 점검을 통한 세정 및 교체 필요

③ 조명 에너지 절감기술

- ▶ **조명 운전관리를 통한 에너지 절감**
 - 불특정 다수가 이용하는 공용화장실의 경우 재실감지센서 적용으로 불필요한 대기전력차단
 - 주차장 사용여부에 관계없이 조명을 상시 점등하는 방식을 효율적인 자동제어 방식으로 변경하여 불필요한 소비전력 절감
 - 주차장 스케줄 제어방식 : 조명의 제어를 정해진 시간대에 따라 ON-OFF하는 방식으로 태양의 일몰시간, 채광조건, 출입시간에 따라 조명의 위치별로 타임 스케줄에 따라 자동 점/소등시켜 조명관리 및 전력을 절감함
 - 주차장 감지센터 ON-OFF방식 : 인체 및 차량의 진출입을 감지하는 센서를 이용하여 출입이 없을 시 최소한의 조명을 제외한 모든 조명을 소등하여 불필요한 전력을 절감하는 방법
 - 주차장 감지센터 조광제어 : 인체 및 차량의 진출입을 감지하는 센서를 이용하여 출입이 없을 시 조광 제어기로 조명 밝기를 최소화(약 15%) 하고 출입이 있을 시에는 조명 밝기를 높게 (약 100%)하여 전력을 절감하는 방법
 - 자연채광이 원활한 주간시간대에는 창문측 조명의 점등률을 제어함으로써 불필요한 조명의 소비전력 절감



- ▶ **등기구의 청소**
 - 불특정 다수가 이용하는 공용화장실의 경우 재실감지센서 적용으로 불필요한 대기전력차단 등기구의 청소를 통해 반사율과 투과율, 실내 표면의 반사율을 높이고, 또한 장시간 사용으로 광속이 저하된 램프를 교체하여 양호한 시환경을 유지하고, 이와 동시에 에너지 절약화를 도모함
 - 등기구에 먼지가 쌓이면 반사판의 반사율, 커버의 투과율, 그리고 실반사율이 저하되면서 실제 조도는 크게 감소되며, 더러워진 상태를 기준으로 조명설계 시 10~20% 과잉조도로 설계되어 전력 손실을 초래함

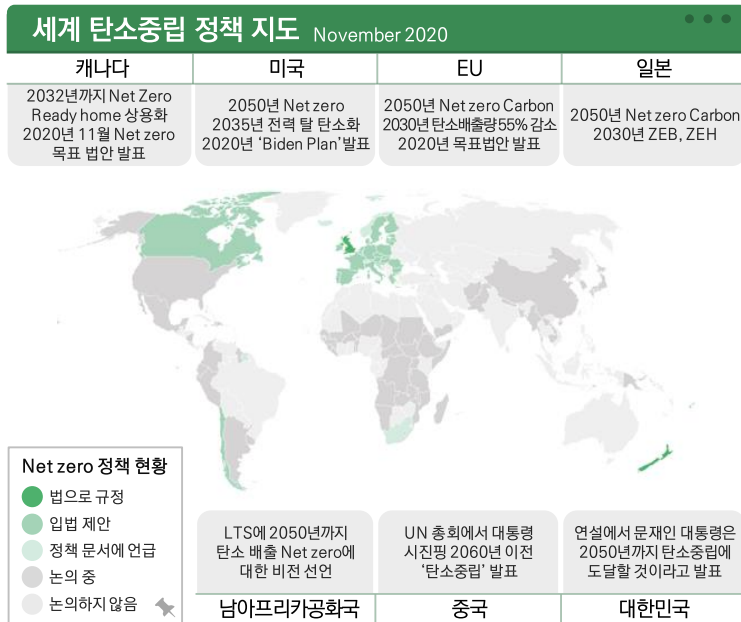


06 해외 제로에너지 정책방향 및 인증제도

해외 제로에너지 현황

▶ 주요국의 제도 현황 및 온실가스감축계획(NDCs, Nationally Determined Contributions) 목표

- 파리협약은 산업화 이전에 비해 1.5~2℃ 온도 상승 제한을 결의, 선진국 뿐만 아니라 개발도상국까지 각국의 NDCs 제출, 이행을 약속
- 2020년 말까지 각국의 장기저탄소발전전략(LEDS, Long-term Low greenhouse gas Emission Development Strategy)을 수립하도록 권고
- 2023년부터 NDCs 목표에 부합하는지 5년마다 이행 점검이 시행될 예정



IPCC*는 2030년 CO₂ 배출량을 2010년 대비 45% 감축 및 2050년 Net zero 제안

국가명	기준 연도	감축 목표	목표 연도
대한민국	2018	40%	2030
미국	2018	54%	2030
영국	2018	55%	2030
EU	2018	60%	2030
일본	2018	61%	2030
캐나다	2018	58%	2030

* IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change, 기후 변화에 관한 정부간 협의체 :기후변화 문제에 대처하기 위해 세계기상기구(WMO)와 유엔환경계획(UNEP)이 1988년에 공동 설립한 국제기구

▶ 국내외 제로에너지 건축물 평가방법

- 제로에너지건축물 평가방법은 각 나라마다 다르며, 평가 기준이 비슷하다고 하더라도 평가 단위 및 평가 요소가 서로 상이
- 국내 제로에너지건축물(ZEB) 개념은 유럽연합의 nZEB 개념과 가장 유사함

	ZEB (ZNE)	nZEB	Net Zero carbon	제로에너지건축물
영문명칭	Zero Energy Building Zero Net Energy	Nearly Zero Energy Building	Net Zero Carbon Zero Carbon Ready	Zero Energy Building
평가기준	$E_{source} \leq 0$ $E_{source} =$ 1차 에너지소비량 - 1차 에너지생산량	해당 국가 1차에너지 제한값 > $E_{primary} > 0$ $E_{primary} =$ 1차 에너지 소비량 - 1차 에너지생산량	건물 운영에 대한 연간 CO ₂ 배출량 ≤ 0 1차에너지소비량 ≤ 1차 에너지생산량 (대지 외 포함)	에너지자립률에 따라 평가 5등급(20%) ~1등급(100%) 에너지 자립률 = 1차 에너지 생산량 /1차 에너지 소비량
평가 단위	1차 에너지 소요량	1차 에너지 소요량 신재생에너지 설치 비율	CO ₂ 배출량	1차 에너지 소요량 신재생에너지 설치 비율
특이사항	플러그 부하 포함	플러그 부하 미포함	신축 건물의 경우 건설 단계부터 CO ₂ 배출 고려	플러그 부하 미포함
주요 활용 국가	,			
관장기관	(미국)US Department of Energy(DOE) (일본) 경제산업성	Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations(REHVA)	UK Green Building Council(GBC)	국토교통부, 산업통상자원부

06 해외 제로에너지 정책방향 및 인증제도

국외 제로에너지 건축 정책 및 인증제도

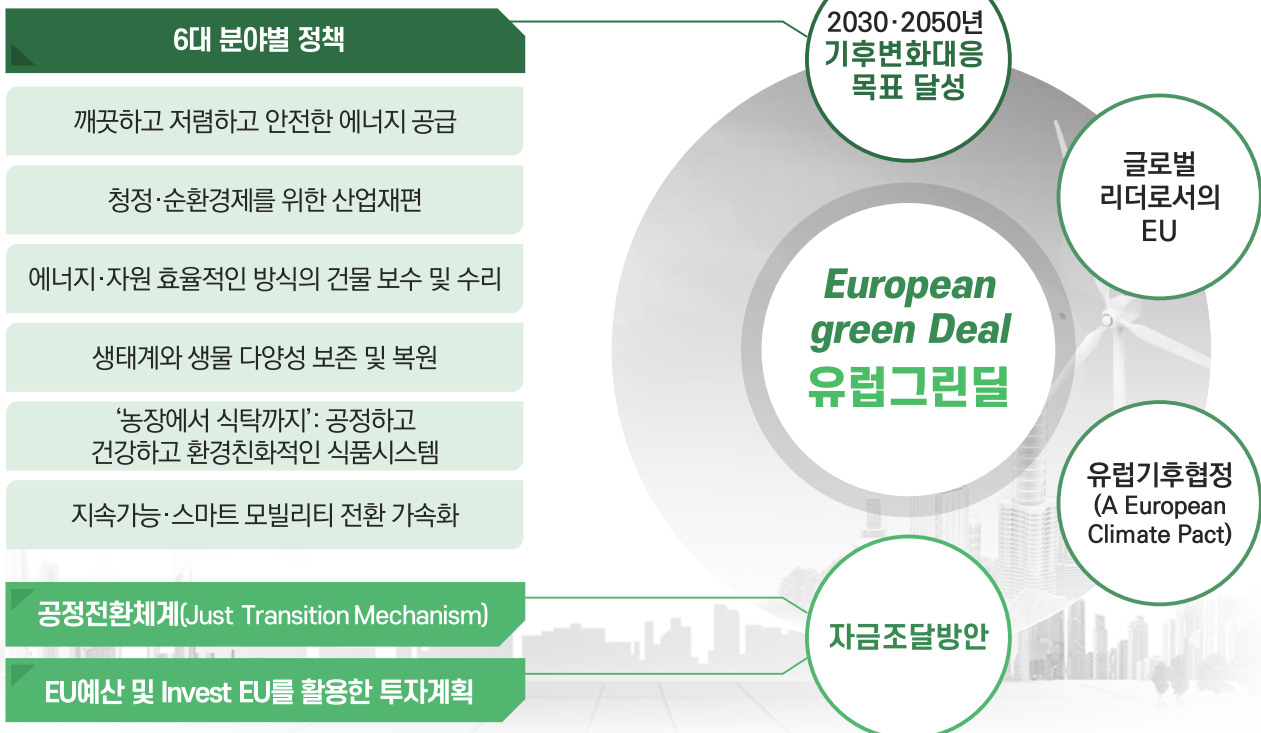
1 EU



▶ 유럽 그린딜(European green Deal), 2019

- 유럽 그린딜은 지속가능한 미래를 위한 EU 경제의 변화를 위한 기후변화 대응 정책이자 경제정책
- 기후변화 대응 목표를 상향(2030년까지 1990년 대비 탄소배출 40% → 55% 감축) 조정함과 이를 달성하기 위한 6대 분야별 정책 제시
- 6대 분야별 정책은 △깨끗하고 저렴하고 안전한 에너지 공급 △청정·순환경제를 위한 산업재편 △에너지 자원 효율적인 방식의 건물 보수 및 수리 △생태계와 생물다양성 보존으로 구성 △친환경적인 식품시스템 △지속가능 스마트 모빌리티 전환 가속화
- 자금조달방안으로 EU예산 및 Invest EU를 활용한 투자계획과 공정전환체계(Just Transition Mechanism) 제시
- 탄소 감축을 위한 기후법(Climate Law) 제정, 탄소 국경세, EU 탄소 배출권 거래제(온실가스 최저가격제) 등 도입

지속가능한 미래를 위한 EU경제의 변화



출처 : EU 공식 웹사이트 (<https://eur-lex.europa.eu/>)

▶ EU 건물에너지 성능 지침(EU Energy Performance of Buildings Directive), 2010

- 2020년까지 전체 온실 가스 배출량을 1990년 수준보다 최소 20%, 국제적 합의에 도달할 경우 30% 감축 목표
- 유럽연합은 2019년 부터 공공 신축 건축물, 2021년부터 모든 신축 건축물 NZEB 달성 목표를 기반으로 EU 회원국들에게 기후 등 조건에 따른 NZEBs(Nearly zero energy buildings) 국가 표준을 설정, 장려할 것을 요구 → 23개 회원국 시행 중, 그 외 개발 및 검토 중
- 건물 매매 및 임대인 변경시마다 에너지 성능 인증서(Energy Performance Certificates, EPC)를 발급받도록 현행화

06 해외 제로에너지 정책방향 및 인증제도

2 영국

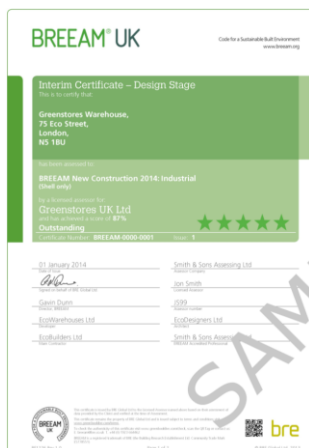


- 2017년 기후변화 대응정책과 중장기적 대응을 위한 기후변화법(Climute Change Act)을 개정
- 2020년에는 녹색 산업 혁명('50년 탄소배출 제로달성, 녹색 일자리 창출)을 위한10대 중점 계획 발표
- 영국은 세계 최초로 '50년 탄소중립을 선언.
- 2030년 까지 주택을 포함한 모든 신축건축물을 탄소배출량 0을 목표로 설정
- 기존 온실가스 감축목표인 '50년까지 '90년 대비 80% 감축에서 탄소 순 배출량 0으로 목표 재설정

▶ BREEAM: BRE(Building Research Establishment)'s Environmental Assessment Method

- 평가항목은 운영관리, 건강 및 웰빙, 에너지, 생태, 오염, 교통, 자재, 수자원, 토지로 총 9가지 항목에 대해 평가
- 총 152점으로, 각 항목에 대한 배점과 가중치를 환산하여 적용하며 Energy항목의 가중치는 약 19%로 중요도가 높은 항목
- Energy 항목은 에너지 시뮬레이션을 통한 원안, 대안의 에너지 요구량, 1차에너지 소비량, CO₂ 배출량 및 해당 건물의 고유 성능계수를 통해 환산 된 CO₂ 배출 감소량으로 판단.

구분	내용
시작년도	1990
인증 / 관리	BRE / Trainer assessors
평가 대상 건축물	Offices, Retail, Industrial, Education, Ecohomes, Healthcare, Bespoke, Multi-residential, International, Courts, Prisons
평가 항목(가중치)	Management (12%)
	Health & Wellbeing (15%)
	Energy (19%)
	Pollution (10%)
	Waste (7.5%)
	Transport (8%)
	Materials (12.5%)
	Water (6%)
	Land Use & Ecology (10%)
	Innovation_추가점수 (10%)



〈BREEAM 예비 인증서 예시〉



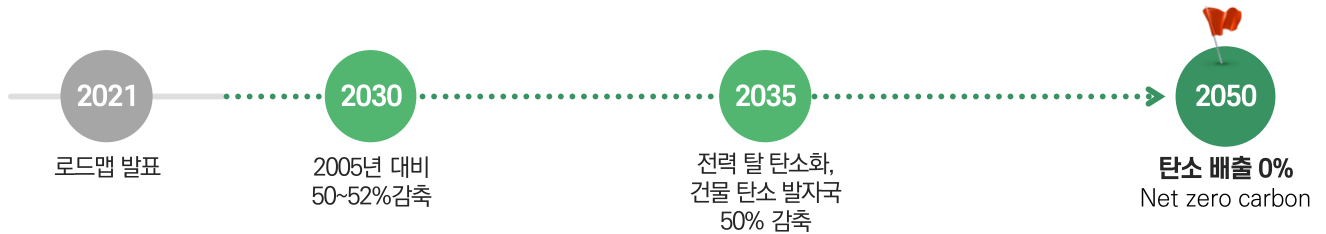
〈BREEAM 본 인증서 예시〉





06 해외 제로에너지 정책방향 및 인증제도

3 미국



- 2021년, 바이든 행정부에서 '50년까지 100% 청정에너지 경제 및 탄소 순 배출량 0(Net Zero)으로 목표 제시
- (캘리포니아) 미국 ZEB 의무화에 선도적 역할을 수행하고 있으며, 2018년에 2020년 로드맵 목표를 '모든 주거건물의 전기소비량 0'을 시작으로 2050년 기준 모든 상업용 건축물 포함 하여 추진(California Energy Efficiency Strategic Plan, 2008제정, 2019개정)
- (뉴욕) 중대형 빌딩 온실가스를 2030년까지 40%, 2050년까지 80% 감축시키는 기후활성화법(Climate Mobilization Act)을 제정
- (LA) '22년까지 그리드 고도화(80억 달러), 녹색교통(매년 8.6억 달러) 투자, '50년까지 온실가스 배출 제로 목표

▶ LEED(Leadership in Energy and Environmental Design) v4, v4.1

- 국제적으로 공인된 친환경 건축물 인증 제도로써, 미국 그린빌딩위원회(USGBC, US Green Building Council)에서 개발, 2000년 시행
- 주택 및 상업시설, 학교, 의료기관 등 건물 유형별로 설계, 시공 및 운영 등 전체적인 Life-Cycle에 대해 평가
- 설계단계부터 시공 완료 후 까지 통합 프로세스, 위치와 교통, 지속가능한 대지, 효율적인 수자원 사용, 에너지 및 대기, 자재 및 자원, 실내환경, 혁신적 계획, 지역 가산점으로 총 9가지 항목, 72개 세부 항목에 대해 배점과 가중치를 환산하여 더해 총점 110점으로 평가
- 이 중 Energy&Atmosphere항목의 배점 비중은 30.0%로 중요도가 높은 항목
- 총점에 따라 Platinum(80점 이상), Gold(60~79점), Silver(50~59점), Certified(40~49점) 4개의 등급으로 분류됨

구분	내용	
시작년도	1998	
인증 / 관리	USGBC / USGBC	
평가 대상 건축물	New construction, Existing buildings O&M, Commercial interiors, Shell & core, Schools, Retail, Healthcare, Homes, Neighborhood development	
평가 항목(비중)	Integrative Process(0.9%)	Materials & Resources (11.8%)
	Location and Transportation(14.5%)	Indoor Environmental Quality (14.5%)
	Sustainable Site (9.1%)	Innovation in Design (5.5%)
	Water Efficiency (10.0%)	Regional Priority (3.6%)
	Energy & Atmosphere (30.0%)	

▶ LEED Zero Program


- LEED Zero Carbon/Energy/Water/Waste Certification로 구성
(단, LEED BD+C 또는 O+M 인증을 받은 프로젝트에 한해 인증 가능)
- (LEED Zero Energy) 연간 사용량 기준으로 건축물에서 사용한 에너지와 대지 내 또는 대지
외에서 신재생에너지로 생산한 에너지가 같아 사용량이 0인 경우 인증.
- 대지 외 신재생에너지의 경우 Green-e Energy 인증을 받은 인증서(EACs) 구매 가능
- (LEED Zero Carbon) 에너지소비에 따른 대지 내 (Net Zero)연간 탄소 배출량이 0인 경우
인증 (상쇄되는 것 포함)
- (LEED Zero Water) 연간 음용수량이 0인 경우 인증
- (LEED Zero Waste) GBCI's TRUE 인증 플래티넘 건축물










06 해외 제로에너지 정책방향 및 인증제도

▶ 리빙빌딩 챌린지(LBC, Living Building Challenge)

- 비영리단체인 국제 생활 미래 연구소(ILFI, International Living Future Institute)의 인증 프로그램(2006년)
- (리빙 빌딩 인증) 장소, 물, 에너지, 건강과 행복, 재료, 공정성, 아름다움 7개 항목으로 이루어져있으며, 20개의 세부 항목에 대해 평가 대상은 건축물, 리모델링, 조경·공공기반시설로 구분하며 각각 유형에 따라 필수 요건을 만족 필요
- (제로에너지 인증) 화석연료를 사용할 수 없으며, 연간 건물에너지요구량의 100%를 사이트 내에서 생산하여 충당해야 함
- (탄소제로 인증) 건축물의 생애주기(50년 기준) 동안 발생하는 탄소배출량을 ZERO로 만드는 것으로, 건물에너지 효율, 재생에너지 종류, 탄소배출량, 탄소계산방식, 탄소 배출권 인증서 인정 기준 등을 만족해야 함

	평가방법	대상	범위	화석연료 사용여부	요구되는 에너지	대지 외 신재생 에너지	비고
 LIVING BUILDING CHALLENGE					<ul style="list-style-type: none"> • 대지 내 에너지 요구량 105% 신재생에너지공급 • 신축: 연간에너지소비량의 70% 절감 • 기존 건축물 35%절감 • 최고 효율 	<ul style="list-style-type: none"> • 대지 내 신재생 적용하는 것을 원칙으로 하며, 대지 외 신재생을 예외 적용 가능 • 같은 지역 내 설치 필수. • 세부 설치 기준 만족 필요 	<ul style="list-style-type: none"> • 탄소발자국의 20%를 절감 필수 (대지 내 저장 포함)
 ZERO ENERGY CERTIFICATION					<ul style="list-style-type: none"> • 신축: ASHRAE 90.1-2010 대비 25% 감소 • 기존 건축물: CBECS 대비 30%감소 	<ul style="list-style-type: none"> • 대지 내 신재생 에너지 적용 후 추가로 한 적용하는 경우 인정 	<ul style="list-style-type: none"> • 탄소발자국 절감 10% + 남은 탄소 배출량 0(상쇄)
 ZERO CARBON CERTIFICATION					<ul style="list-style-type: none"> • 신축: ASHRAE 90.1-2010 대비 25% 감소 • 기존 건축물: CBECS 대비 30%감소 	<ul style="list-style-type: none"> • 대지 내 신재생 에너지 적용 후 추가로 한 적용하는 경우 인정 	<ul style="list-style-type: none"> • 탄소발자국 절감 10% + 남은 탄소 배출량 0(상쇄)
 LEED Zero ENERGY					<ul style="list-style-type: none"> • 인증기준 	<ul style="list-style-type: none"> • 인정(하나의 신재생으로 보므로 대지 내, 외 보정 계수 없음) 	<ul style="list-style-type: none"> • LEED-NC 또는 EBOM 인증 필수, 탄소최소화를 위한 에너지소비시간 계산 필요
 LEED Zero CARBON					<ul style="list-style-type: none"> • 인증기준 	<ul style="list-style-type: none"> • 인정(하나의 신재생으로 보므로 대지 내, 외 보정 계수 없음) 	<ul style="list-style-type: none"> • LEED-NC 또는 EBOM 인증 필수, 탄소최소화를 위한 에너지소비시간 계산 필요
 ZERO CODE™					<ul style="list-style-type: none"> • ASHRAE 90.1-2016 만족 	<ul style="list-style-type: none"> • 대지 내 신재생 에너지 적용 후 추가로 한 적용하는 경우 인정, 	<ul style="list-style-type: none"> • 대지 외 신재생 에너지 및 신재생 종류에 따라 보정 계수 적용

 교통  탄소잠재량  대지 내 에너지 사용량  탄소배출량  원천에너지사용량  시뮬레이션 툴  실제 사용량

※ CBECS(Commercial Buildings Energy Consumption Survey) : 상업건축물 에너지 소비량 조사

4 일본

▶ 2050 녹색성장 전략 (Green Growth Strategy in line with Carbon Neutrality in 2050), 2020

- 경기 침체, 고령화 등을 극복하기 위한 성장 정책의 일환으로 저탄소 사회 구축을 표방하며 녹색성장전략 수립('20.12월)
- '50년까지 탄소중립과 탈탄소 사회 실현을 위해 해상풍력, 수소, 원자력, 전기차 등 14개 분야를 중점 육성하는 산업전략을 발표
- 2030년 까지 2013년 대비 26% →46% 감축으로 목표 상향조정
- 모든 신축 건물에 대해 2030년까지 제로에너지 하우스(ZEH) 또는 제로에너지 건축물(ZEB) 의무화
- ZEH 빌더를 통해 신축된 ZEH를 사거나 ZEH로 개조한 경우 보조금을 지급.



▶ 에너지 기본계획안, 2021

- 2050년 탄소중립 및 2030년 온실가스 감축목표 실현을 위한 제6차 에너지기본계획 초안 및 새로운 2030년 전원구성 목표 발표
- 온실가스 감축을 위해 재생에너지 비중 목표 확대(22~24% → 36~38%)



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
- 101RULES OF THUMBS_For Low Energy Architecture, Huw Heywood
- 건축물 리모델링 시장의 전망과 정책 과제, 한국 건설산업연구원, 2020
- 서울시 기존건물 제로에너지 전환 업무매뉴얼, 서울특별시 기후환경본부(기후변화대응과)
- 신·재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침, 한국에너지공단 신·재생에너지센터, 신·재생에너지센터 공고 제2021-14호
- 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
- EG-TIPS 에너지 온실가스 종합정보 플랫폼, <https://tips.energy.or.kr/main/main.do>
- 주요국 그린뉴딜 정책의 내용과 시사점, 대한무역투자진흥공사, 2021



제로에너지건축물 인증 기술요소 참고서



발행처 : 한국에너지공단 건물에너지실
제로에너지건축물 인증 콜센터 : ☎ 1670-1507
홈페이지 : <https://zeb.energy.or.kr>
발행일 : 2022년 3월

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