

# 제로에너지 건축물 인증 기술요소 참고서

ZERO ENERGY BUILDING \_ Technology & Component



# CONTENTS

## ZERO ENERGY BUILDING \_ Technology & Component

### 1. 제작 배경 03 p

- 1) 작성목적 및 필요성
- 2) 추진방향 및 실적
- 3) 한계점

### 2. 제로에너지건축물 개요 05 p

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

### 3. 제로에너지건축물 가이드라인 09 p

- 단계별 에너지통합설계
- 프리패시브 기술
- 1) 패시브기술
- 2) 액티브 기술
- 3) 신재생에너지 기술
- 4) BEMS 및 전자원격검침계량기

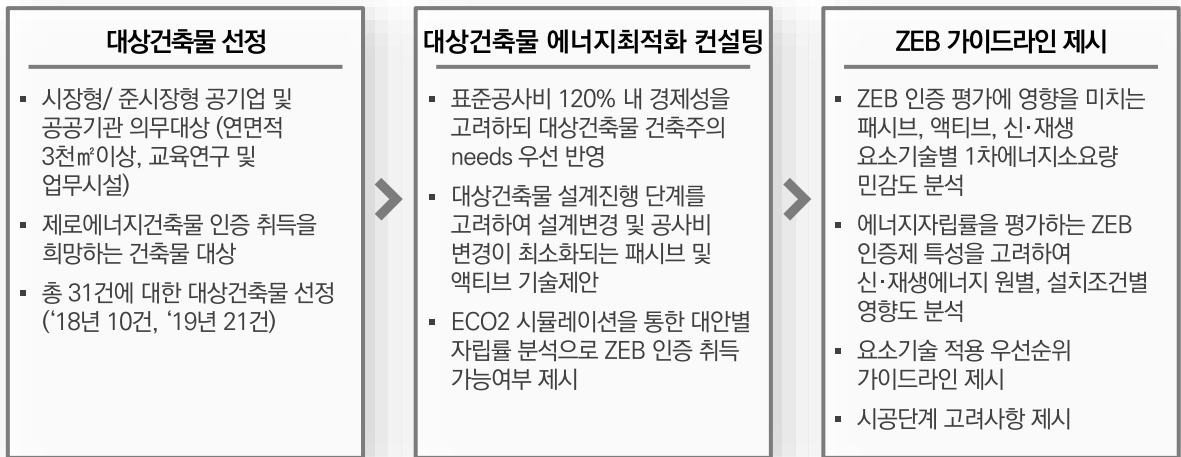
### 4. 제로에너지건축물 사례 29 p

### 1) 작성목적 및 필요성

- ☑ 건축주, 설계사 및 시공사가 스스로 제로에너지건축물을 구현하는데 도움이 될 수 있는 제로에너지건축물 인증 기술요소 참고자료를 제공

### 2) 추진방향 및 실적

- ☑ 패시브/액티브 기술분석을 통한 에너지자립률 최적화 방안제시로 공사비 증가를 최소화 하면서, 제로에너지 건축물 인증 취득이 가능하도록 설계 및 시공 단계 시 적용가능한 제로에너지 건축물 인증 기술요소 참고서 제작



- ☑ 본 자료는 비주거/주거 건축물에 대한 가이드라인 제시로 건축주, 설계사 및 시공사에게 건물의 용도에 따라 표준공사 120% 이내에 경제적인 제로에너지 건축물 인증 취득이 가능하도록 제로에너지건축물 인증 평가틀을 기반으로 1차에너지 소요량 민감도 분석을 통한 기술요소별 참고자료 제공

| 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) |              |

# 제로에너지 건축물 인증 기술요소 참고서

## I ZEB 인증 기술요소 참고서 제작 배경

### ☑ 2018~2019 제로에너지빌딩 에너지최적화 컨설팅 실적 (31건)

| 구분 | 프로젝트 명              | 구분 | 프로젝트 명                 |
|----|---------------------|----|------------------------|
| 1  | 하남감일 제3초            | 16 | 김천 혁신도시 복합혁신센터         |
| 2  | 하남감일 제2중            | 17 | 울산 혁신도시 복합혁신센터         |
| 3  | 하남시 위례 도서관 신축공사     | 18 | 원주 혁신도시 복합혁신센터         |
| 4  | 노무현 센터 신축 공사        | 19 | 부산 혁신 어울림센터            |
| 5  | 낙동강 권역부문 사옥 건립공사    | 20 | 판교 운중동 패시브하우스          |
| 6  | 부평2동 행정복지 센터        | 21 | 원주중앙공원2구역 공원건축물        |
| 7  | 금정구 금샘도서관 건립공사      | 22 | 철도역사(영주역사) 에너지 성능개선 지원 |
| 8  | 수영구 도서관 재 건립공사      | 23 | 무등산국립공원사무소             |
| 9  | 전북(전주) 혁신도시 복합혁신 센터 | 24 | 1군지사 행정동               |
| 10 | 금정구 금샘도서관 건립공사 실시설계 | 25 | 마들보건지소                 |
| 11 | 한국전력공사 영종지사         | 26 | 반려동물 지원센터              |
| 12 | 기상, 지진장비 인증센터       | 27 | 1군지사 체육관               |
| 13 | 제주 혁신도시 복합혁신센터      | 28 | 1군지사 생활관               |
| 14 | 충북 혁신도시 복합혁신센터      | 29 | 경기신용보증재단               |
| 15 | 부산 혁신도시 복합혁신센터      | 30 | 청주전시관                  |
|    |                     | 31 | 장위4구역 주택재개발정비사업        |

- 표준공사비 120% 이내에서 에너지최적화 설계를 희망하는 건축물을 대상으로 수요조사 실시 및 약 31건의 컨설팅 진행
- 2018년 10건의 최적화 컨설팅을 진행하였으며, 제로에너지 예비인증 8건 완료
- 2019년 21건의 최적화 컨설팅을 진행하였으며, 제로에너지건축물 가이드라인 고도화
- 제로에너지 최적화 컨설팅을 통해 제로에너지 건축물 인증 활성화 기여

### 3) 한계점

- ☑ 본 자료에 제시된 결과는 “제로에너지빌딩 에너지최적화 컨설팅 용역”을 통해 도출된 결과로 법적 효력이 없으며 단순 참고용으로만 활용 가능하며, “제로에너지빌딩 에너지최적화 컨설팅 사례”를 통한 제로에너지 건축물 인증 취득에 적용된 기술요소에 대해 분석한 내용을 기반으로 도출된 결과임
- ☑ 건축물 용도별 비주거/주거로 나누어 가이드라인을 제시하고 있으나 병원 및 전산센터 등의 에너지 사용패턴이 상이한 비주거 건물의 경우 해당 지침서의 내용과 차이가 발생함.
- ☑ 따라서 추후 건축물의 용도특성을 고려하여 상위 6개 용도에 대한 보다 상세한 제로에너지건축물 가이드라인 마련이 필요함.

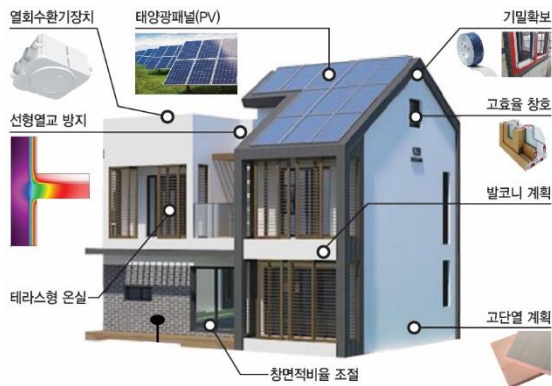


# 제로에너지 건축물 인증 기술요소 참고서

## I 제로에너지건축물 개요

### 1) 제로에너지 건축물 정의

☑ 건물에 필요한 에너지부하<sup>1)</sup>를 최소화하고 신에너지 및 재생에너지를 활용하여 에너지 소요량<sup>2)</sup>을 최소화하는 녹색건축물



|                                  |   |                                    |   |                                       |
|----------------------------------|---|------------------------------------|---|---------------------------------------|
| <b>패시브<sup>3)</sup>(Passive)</b> |   | <b>액티브<sup>4)</sup>(Active)</b>    |   | <b>제로에너지건축 (Zero Energy Building)</b> |
| 냉·난방 에너지사용량 최소화 (단열·기밀성능 강화 등)   | + | 고효율 기기 적용 및 신·재생에너지 생산 (태양광, 지열 등) | ⇒ |                                       |

| 2009        | 2012                         | 2017                    | 2020(공공부문) / 2025(민간부문)   |
|-------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------|
|             |                              |                         |                           |
| 에너지 다소비형 주택 | 에너지 저소비형 주택 (냉·난방에너지 50% 절감) | 패시브 빌딩 (냉·난방에너지 90% 절감) | 제로에너지 빌딩 (건축물에너지 소비 ZERO) |

### 2) 경제적인 제로에너지 건축물 구현

☑ 경제적인 제로에너지 건축물 구현을 위해서는 에너지자립률<sup>5)</sup> 뿐만 아니라 건물의 에너지요구량 최소화에 대한 중요성 인지 및 해당 가이드라인의 단계별 에너지통합설계 적용으로 제로에너지 건축물 실현 가능



## 3) 제로에너지 건축물 보급 가속화

- 2020년부터 1천㎡ 이상 공공건축물을 시작으로 2030년까지 제로에너지 건축이 단계적으로 의무화되고, “구리시 갈매역세권”, “성남시 북정1” 공공주택지구에서 도시단위 제로에너지 시범사업이 최초로 시행될 예정

### 제로에너지건축! 단계적 확산

제도적 여건변화 등을 고려한 수정된 세부로드맵에 따라 단계적 확대



### 제로에너지건축! 건축물 단위에서 지구·도시단위로 확산

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



## 관련 용어

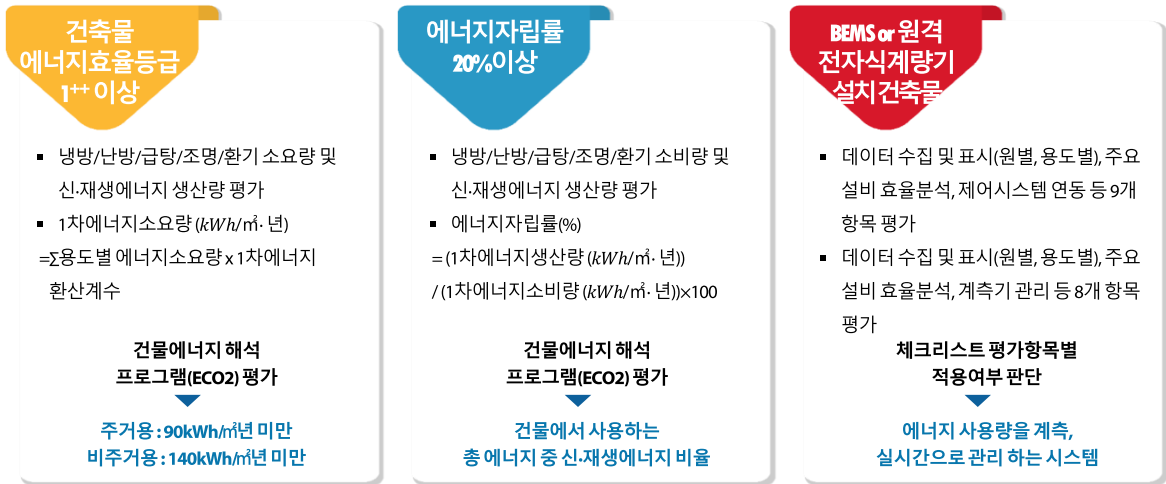
- 에너지부하(에너지요구량)**  
특정조건(내·외부온도, 재실자, 조명기구 등)하에서 실내를 쾌적하게 유지하기 위해 건물이 요구하는 에너지
- 에너지 소요량**  
에너지 요구량에 설비의 손실량을 모두 더한 값
- 패시브**  
전기, 열 등 별도의 에너지가 소비되지 않는 요소 설계로 건물방위, 형태, 단열성능, 기밀성능 등 건축적 설계요소
- 액티브**  
별도의 에너지가 소비되는 요소 설계로 보일러, 냉동기 등 설비적 설계요소
- 에너지자립률**  
건물에서 사용하는 총 에너지 대비 신·재생에너지에 의해 생산되는 에너지의 비율

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



### 4) 제로에너지 건축물 인증기준

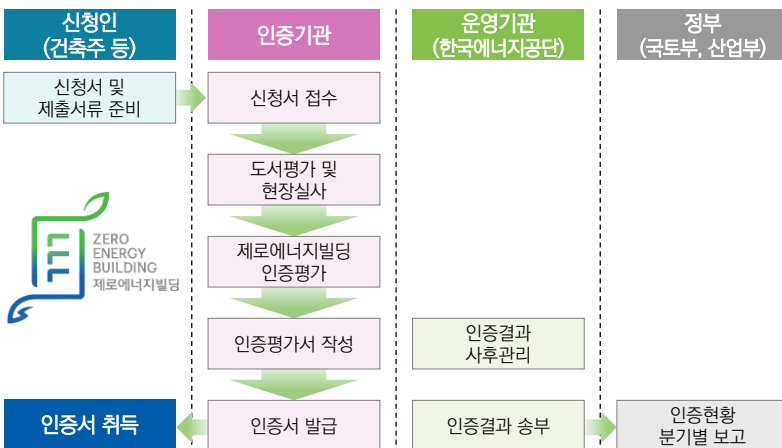
☑ 건축물에너지효율<sup>1)</sup> 1++등급 이상을 충족하고 건물에너지 모니터링 시스템(BEMS<sup>2)</sup>)을 설치한 건축물 중 에너지자립률에 따라 5개 등급으로 구분



| 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 검토되고 개별적인 인증절차를 진행하는 것보다 간편하고 인증취득까지의 소요기간이 단축



※ 한국에너지공단 통합콜센터 : 1670 - 1507

※ 제로에너지건축물 인증 홈페이지 : [zeb.energy.or.kr](http://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 건물에너지관리 시스템을 말함

### 6) 제로에너지 건축물 인센티브

#### 1 건축기준 완화

☑ 지방자치단체 조례에서 정한 최대 용적률, 건축물 높이 등 건축 완화

| 인증 등급 | 건축기준 최대 완화 비율 | 에너지자립률                   |
|-------|---------------|--------------------------|
| 1등급   | 15%           | 에너지자립률이 100% 이상인 건축물     |
| 2등급   | 14%           | 에너지자립률이 80이상~100%미만인 건축물 |
| 3등급   | 13%           | 에너지자립률이 60이상~80%미만인 건축물  |
| 4등급   | 12%           | 에너지자립률이 40이상~60%미만인 건축물  |
| 5등급   | 11%           | 에너지자립률이 20이상~40%미만인 건축물  |

※ 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 에너지 절약시설 설치 지원

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

※ 2020년 에너지이용합리화 자금지원 지침(산업통상자원부)에 따라 당해연도 동일투자사업장당 지원한도액(150억원 이내)까지 신청가능(3년 거치 5년 분할 상환, 변동이자)

#### 4 주택도시기금 대출한도 확대

☑ 제로에너지건축물 인증을 받은 공공임대주택 및 분양주택에 대해 주택도시기금 대출한도 20% 상향 (2020년 주택도시기금 운용계획\_국토교통부)

#### 5 주택건설사업 기반시설 기부채납 부담률 완화

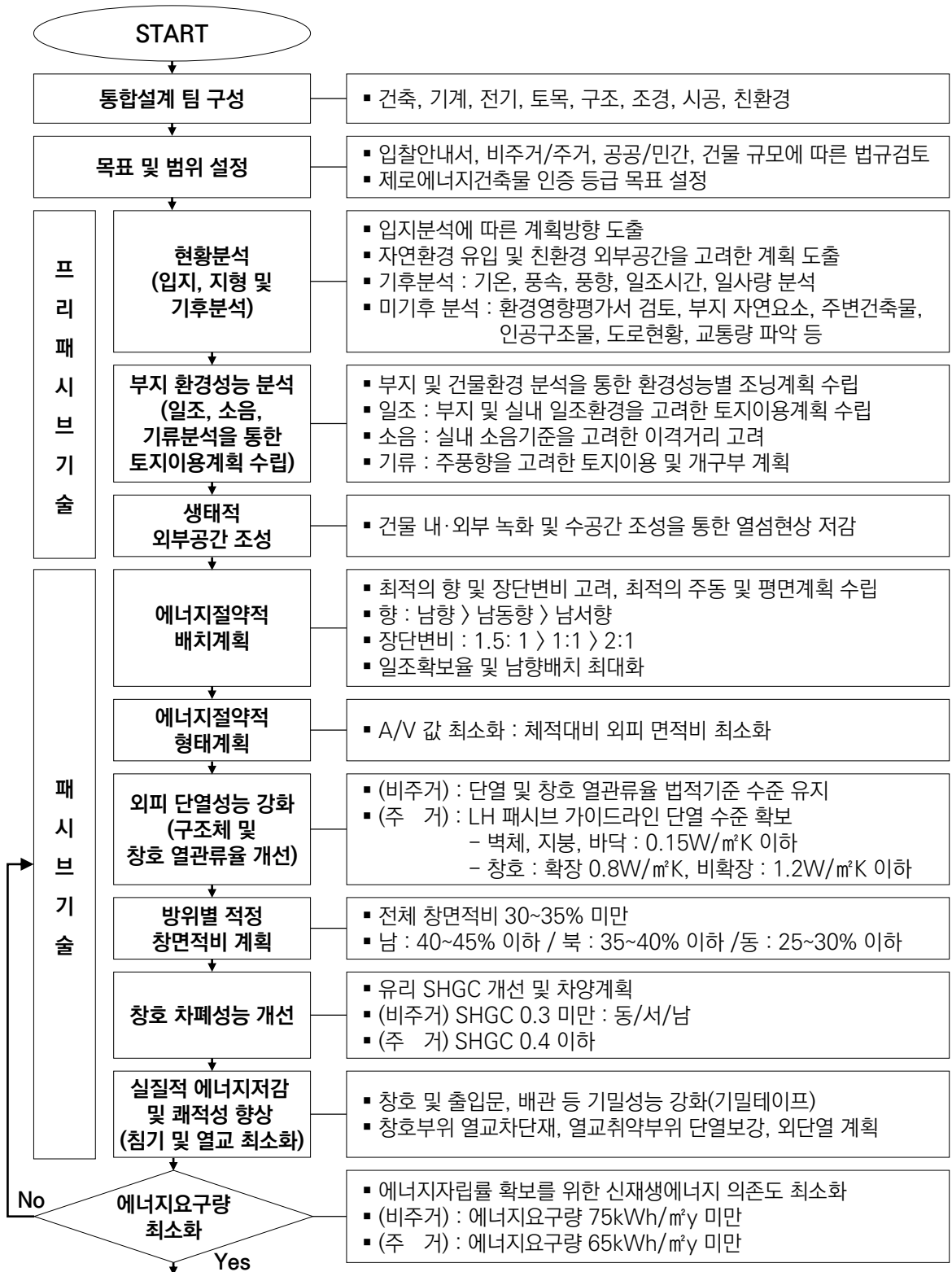
☑ 기반시설 기부채납 부담 수준 (해당 사업부지 면적의 8%)에 대해 최대 15% 경감률 적용 (주택건설사업 기반시설 기부채납 운영기준 2-2-2)

#### 6 세제혜택

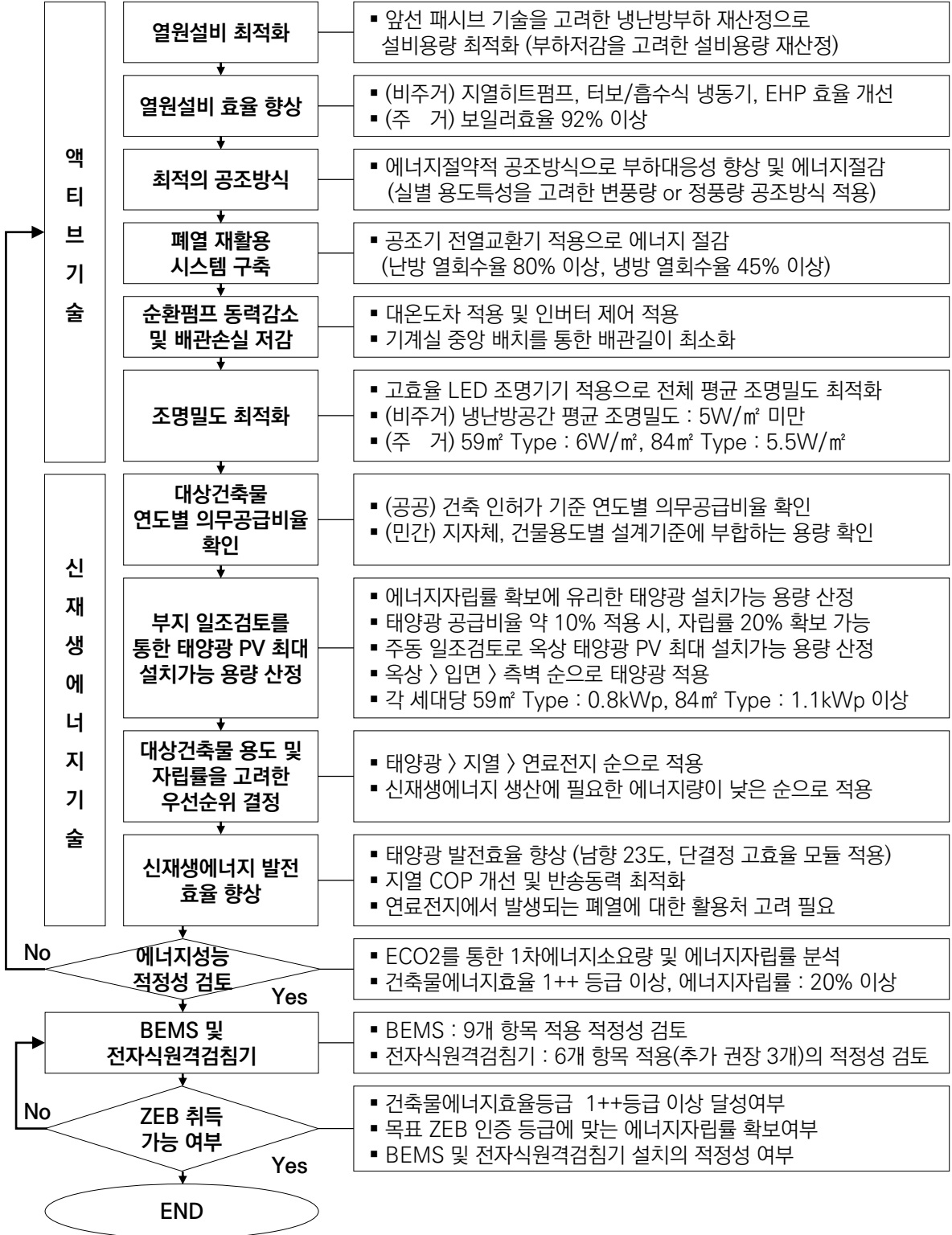
☑ 취득세 최대 15% 감면 (지방세특례제한법 제47조의2 및 같은 법 시행령 제24조의4)



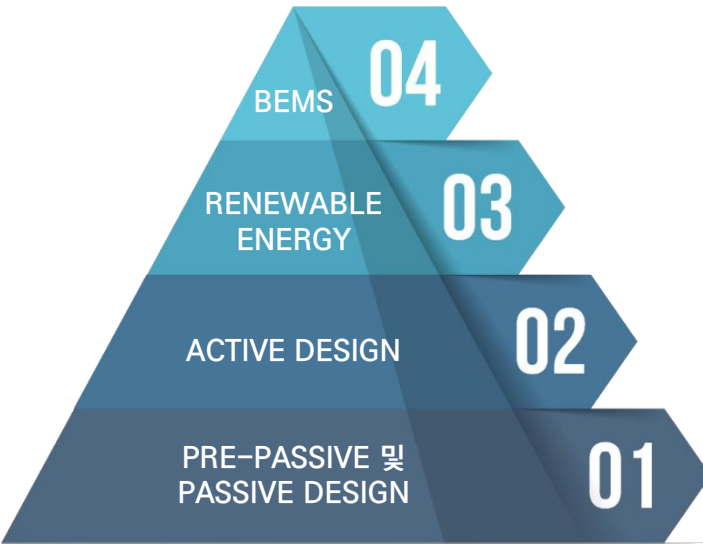
### 제로에너지 건축물 구현을 위한 통합설계 프로세스 - 1



### 제로에너지 건축물 구현을 위한 통합설계 프로세스 - 2



### 단계별 에너지통합설계



#### 에너지관리 효율향상

- BEMS 9개 항목 적용
- 또는 전자식원격검침기 6개 항목 적용 (추가 권장 3개)

#### 에너지자립률 극대화

- 태양광 PV 용량 최대화
- BIPV 용량 최대화
- 지열 용량 최적화
- 연료전지 용량 최적화

#### 에너지효율 최대화

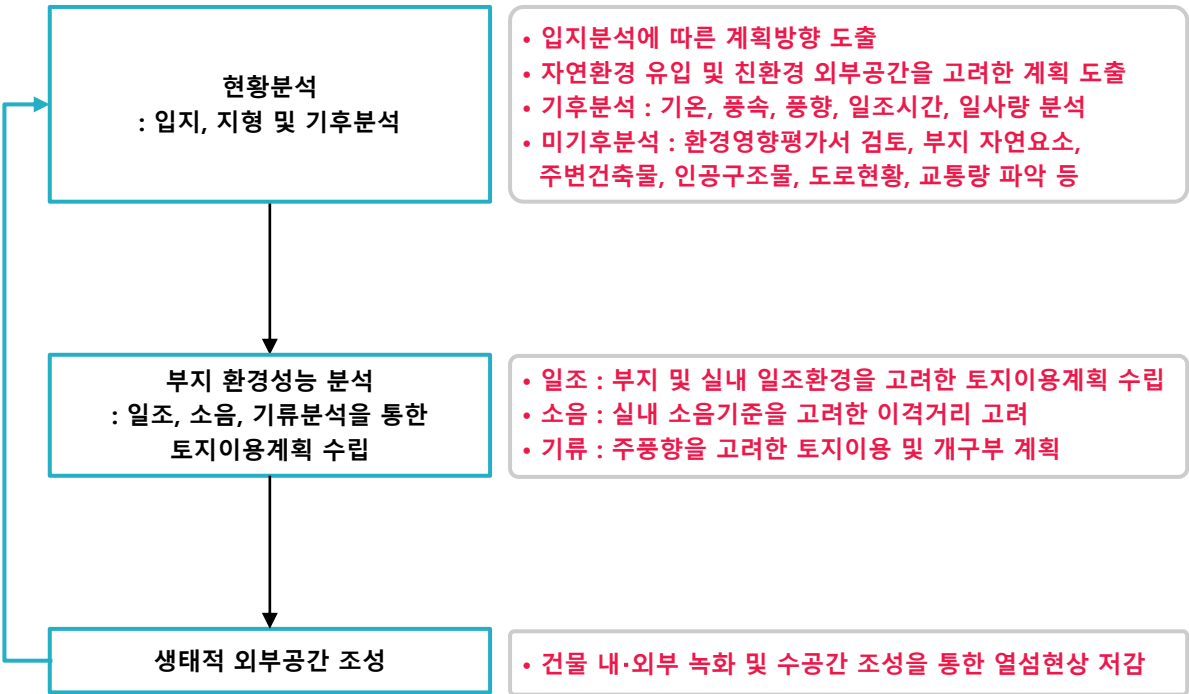
- 열원설비 최적화 및 효율향상
- 반송동력 및 배관손실 최소화
- 에너지절약적 공조방식 적용
- 전열교환기 효율향상

#### 에너지요구량 최소화

- 건물 배치 및 형태계획 (A/V 최소화)
- 외피 단열성능 강화
- 방위별 창면적비 최적화
- 차양 및 유리SHGC 개선

### 프리패시브 기술

#### ☑ 요소기술

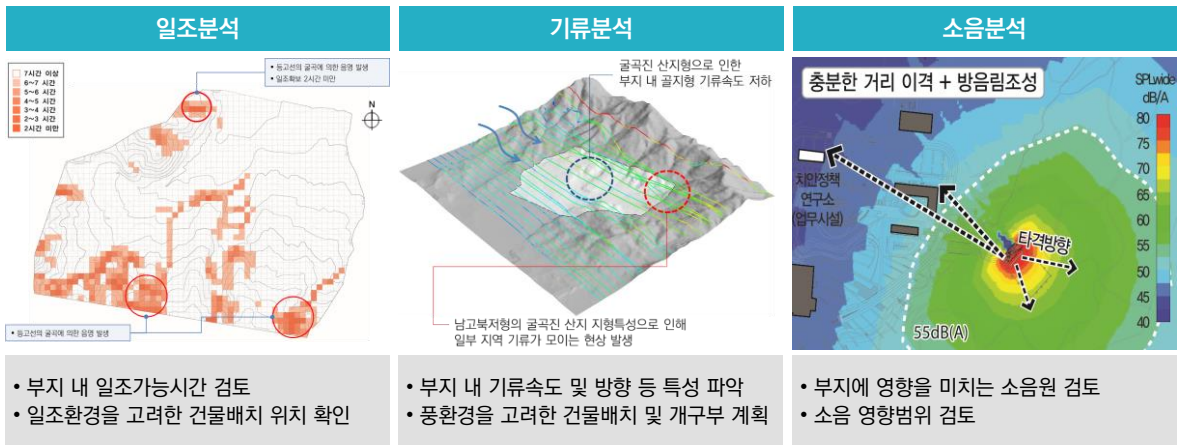






### 2 부지 환경성능 분석 : 일조, 기류, 소음분석을 통한 토지이용계획 수립

- ☑ 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 지형)에 의한 일조침해 검토
  - 기류 : 부지 내 기류정체역 분석을 통한 바람길 확보 방안 검토
  - 소음 : 도로소음 영향범위 및 주변 소음발생시설을 고려한 이격거리 검토



### 3 생태적 외부공간 조성

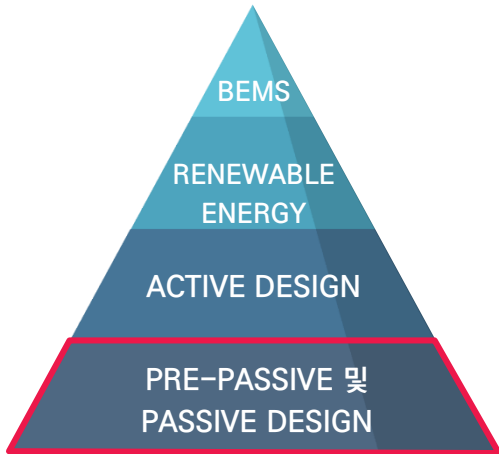
- ☑ 건물 내·외부 녹화 및 수공간 조성을 통한 건물부하 및 열섬현상<sup>1)</sup> 저감
  - 옥상 및 입면녹화 : 건물 냉·난방부하 약 2~3% 저감 및 열섬완화
  - 부지 내 생태(녹지 및 수공간) 조성 : 부지 내 생태공간(자연지반녹지<sup>2)</sup>, 생태면적률<sup>3)</sup>, 수공간)을 조성하는 것은 주변 서식지 보호, 우수의 유출 최소화 및 열섬완화에 효과가 큼
  - 녹색건축인증의 자연지반녹지율, 생태면적률, 바이오톱<sup>4)</sup> 조성 항목을 고려한 친환경 계획 수립 필요



#### 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 가운데 자연 순환 기능이 있는 토양의 면적이 차지하는 비율
- 4) 바이오톱  
인간과 동식물 같은 다양한 생물종의 공동 서식 장소

### 1) 패시브 기술



“에너지 통합설계 목표”

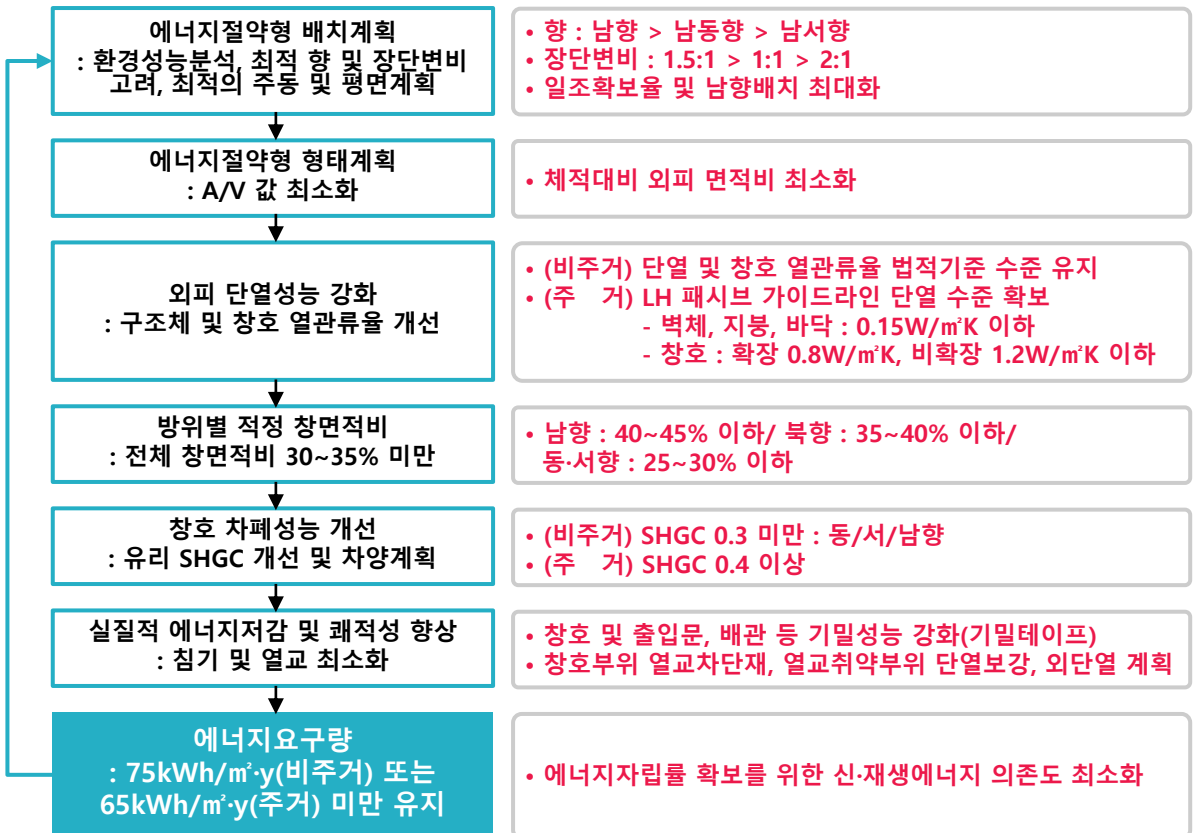
에너지요구량  
**최소화**

에너지요구량  
**최소화**

- 건물 배치 및 형태계획
- 외피 단열성능 강화
- 방위별 창면적비 최적화
- 차양 및 유리SHGC 개선

패시브 설계기법을 통한  
신·재생에너지 의존도 최소화

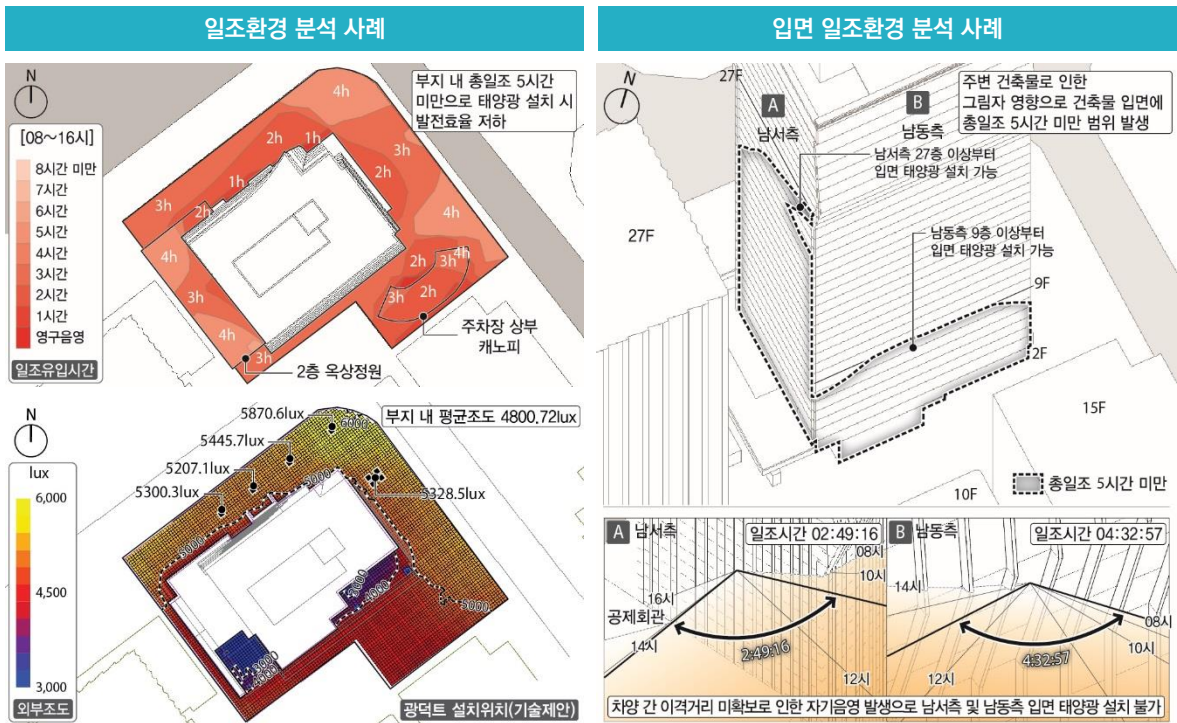
#### ☑ 요소기술



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

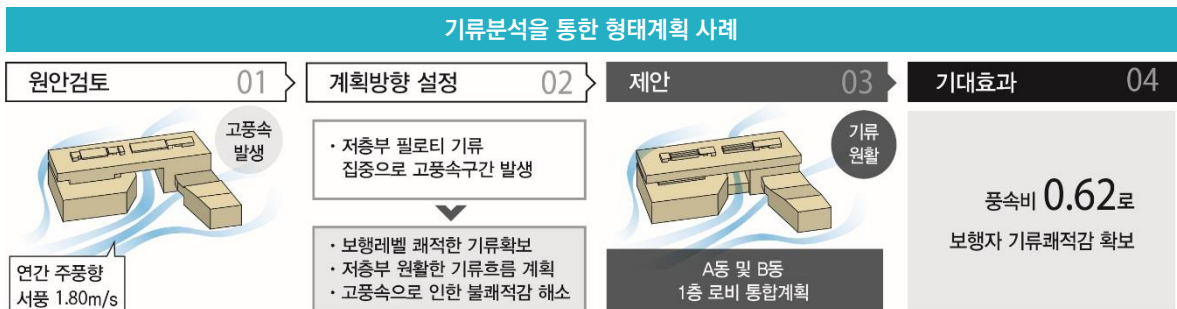
#### ☑ 일조 : 부지 및 실내 일조환경을 고려한 배치계획 수립

- 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 지침<sup>1)</sup>에 의거하여 1일 5시간(춘계(3~5월)·추계(9~11월) 기준) 이상 확보 가능한 위치(건물 외부공간, 옥상면, 입면) 검토
- 태양광 및 BIPV<sup>2)</sup> 등 신·재생에너지원의 설치가능한 최대 면적 확보 및 대안 검토 필요



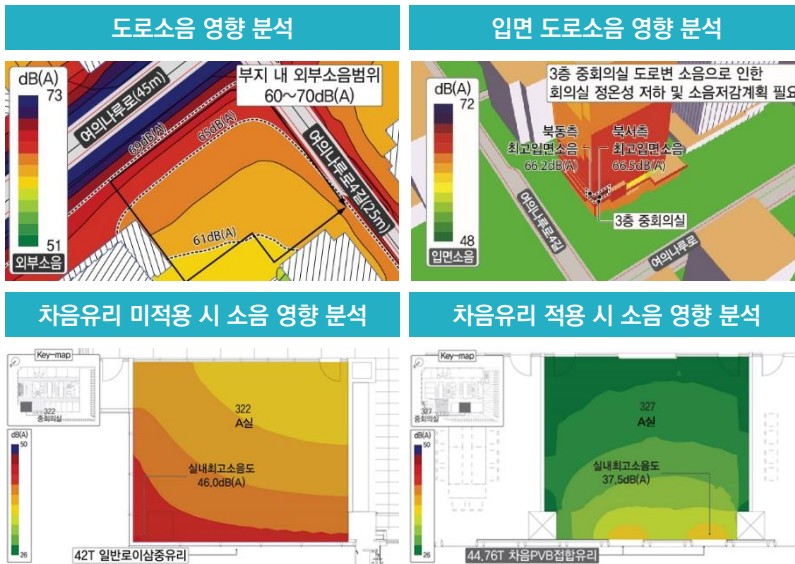
#### ☑ 기류 : 주풍향을 고려한 배치 및 개구부 계획

- 부지 내 바람길분석, 평균 풍속, 전후면 풍압검토, 풍속비 등을 정량적으로 비교분석하여 건물의 배치, 형태, 개구부 위치 등의 적정성 검토
- 기류분석을 통한 정체기류 감소 및 쾌적한 보행기류 확보 여부는 보퍼트 풍력계급표<sup>3)</sup>를 활용하여 확인



### ☑ 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 차음유리<sup>4)</sup> 적용 등의 입면계획 검토



### 1-2 에너지절약형 배치계획 : 최적 방위 및 장단변비<sup>5)</sup> 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 시스템<sup>6)</sup> 및 태양에너지를 활용한 신·재생에너지 설비의 설치 위치 및 면적 고려



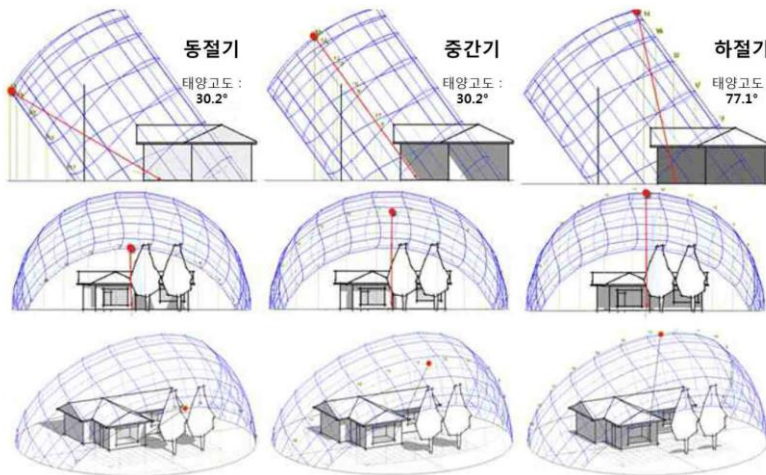
### 관련 용어

- 1) 신·재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침  
한국에너지공단  
신·재생에너지센터,  
신·재생에너지센터 공고 제2019-11호
- 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
- 4) 차음유리  
소음차단 성능을 가지는 고기능성 유리
- 5) 장단변비  
건물의 세로 방향의 길이 대비 가로 방향 길이의 비
- 6) 자연형 태양열 시스템  
열매체 구동장치를 별도로 활용하지 않고, 온실, 트롬울과 같이 남측의 창문이나 벽 등 구조물을 활용하여 태양열을 집열하는 장치



### 1-3 에너지절약형배치계획: 최적방위 및 장단변비 고려(비주거)

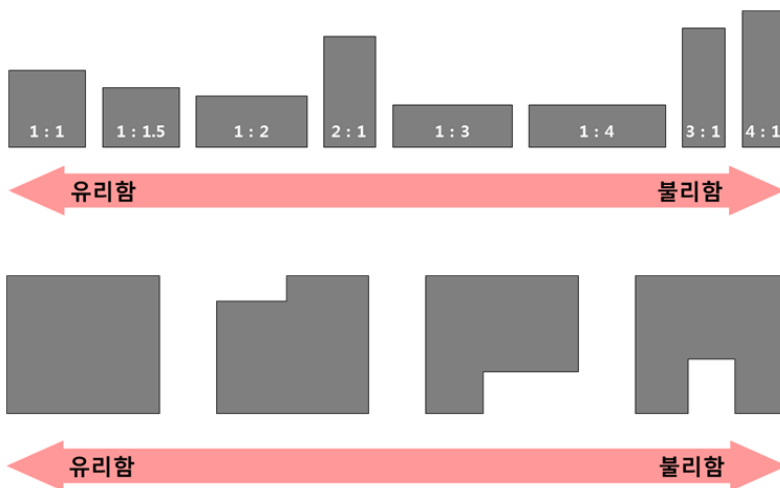
☑ 연중 태양궤적<sup>1)</sup>을 고려한 건물계획



☑ 장단변비 : 1:1.5 > 1:1 > 1:2

- 실의 기능과 공간 구성요소의 영향, 일조와 일사 등을 고려하여 겨울철 수열량 증가, 여름철의 수열량<sup>2)</sup> 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



#### 관련 용어

##### 1) 태양궤적

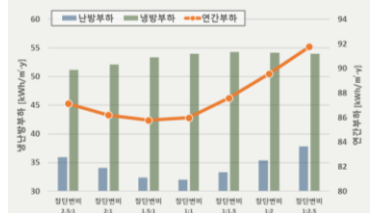
태양이 움직이는 길을 표현한 것으로 연중 태양위치 및 고도를 의미함

##### 2) 수열량

구조체가 외부로부터 획득하는 열의 양

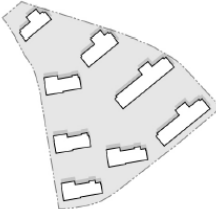
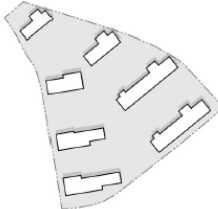
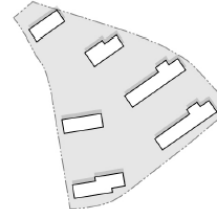
#### 참고

※장단변비에 따른 냉·난방부하  
국가건축정책위원회  
건축물패시브디자인가이드라인(2012)

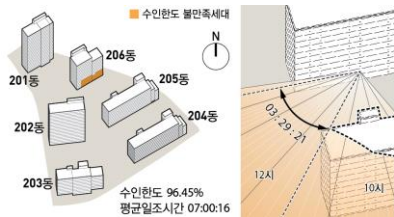


### 1-4 에너지절약형 배치계획 : 최적의 주동 및 평면계획 (주거)

☑ 일조확보를 및 남향배치 최대화를 고려한 최적의 주동계획

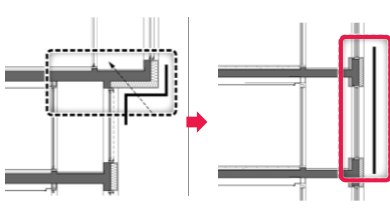
| 구분                      | 8개동   | 7개동   | 6개동   |
|-------------------------|---|---|---|
| 배치도                     |  |  |  |
| 외피면적                    | 35,144.94㎡  | 34,442.04㎡(2% ↓)  | 33,035.01㎡ (3% ↓)   |
| 최고층수                    | 18층   | 20층   | 27층   |
| 수인한도 만족비율 <sup>1)</sup> | 94.20% 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

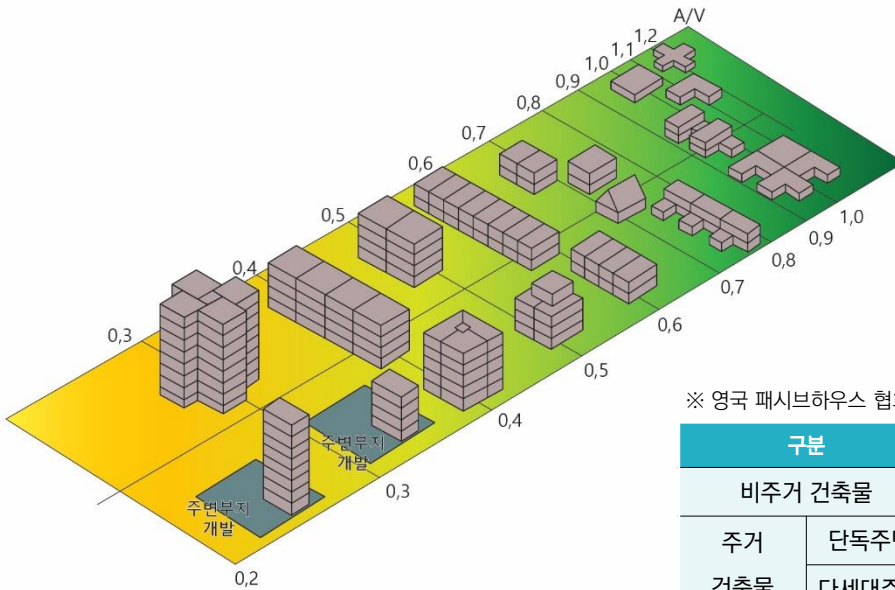
☑ 에너지효율 및 조명밀도 최소화를 고려한 평면계획

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

### 2 에너지절약형 형태계획 : A/V값 최소화

#### ☑ 체적대비 외피면적비 최소화

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

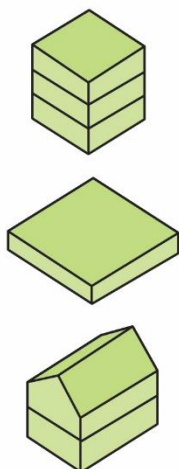


※ 영국 패시브하우스 협회 자료

| 구분        |       | A/V비      |
|-----------|-------|-----------|
| 비주거 건축물   |       | 0.5 이하    |
| 주거<br>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 매스계획 시 S/V 비 검토

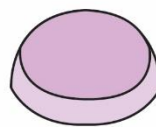
#### 건물형상에 따른 동일 체적상 외피면적 대 체적비 차이



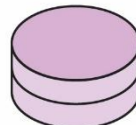
|       |          |             |
|-------|----------|-------------|
| 전체 부피 | = 32,000 |             |
| 외피 면적 | = 5,039  | S/V = 0.157 |
| 3층 면적 | = 1,007  |             |
| 2층 면적 | = 1,007  | SFAR = 5.00 |
| 1층 면적 | = 1,007  |             |
| 합 계   | = 3,021  | SFAR = 1.67 |

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

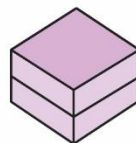
|           |          |             |
|-----------|----------|-------------|
| 전체 부피     | = 32,000 |             |
| 외피 면적     | = 4,754  | S/V = 0.148 |
| 상층부 면적    | = 1,350  |             |
| 1층 면적     | = 1,350  | SFAR = 1.76 |
| 합 계(지붕포함) | = 2,700  |             |



|        |          |             |
|--------|----------|-------------|
| 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 |

3 외피 단열성능 강화

비주거 건축물

☑ 단열 및 창호 열관류율 법적기준<sup>1)</sup> 수준 유지  
(비주거건축물의 경우 냉방부하 저감을 동시에 고려해야 함)

| 구분   |                    | 법적기준<br>(중부2지역 비주거) | 법적기준<br>(남부지역 비주거) | 제로에너지 가이드라인<br>(법적기준대비 약 30% 강화)                                    |
|------|--------------------|---------------------|--------------------|---|
| 외벽   | 열관류율 <sup>2)</sup> | 0.24 W/㎡·K          | 0.32 W/㎡·K         | EPI <sup>3)</sup> 0.8 배점 수준<br>(벽체단열 법적기준 수준 유지,<br>창면적비 30~35% 적용) |
|      | PF보드 단열 두께 기준      | 85mm                | 60mm               |   |
| 지붕   | 열관류율               | 0.15 W/㎡·K          | 0.18 W/㎡·K         | EPI 0.8 배점 수준<br>(단열성능 약 30~35% 적용)                                 |
|      | PF보드 단열 두께 기준      | 130mm               | 110mm              |   |
| 바닥   | 열관류율               | 0.20 W/㎡·K          | 0.25 W/㎡·K         | EPI 0.8 배점 수준<br>(단열성능 약 30~35% 적용)                                 |
|      | PF보드 단열 두께 기준      | 100mm               | 80mm               |   |
| 창호성능 |                    | 1.5 W/㎡·K           | 1.8 W/㎡·K          | 1.0~1.5 W/㎡·K   |
|      |                    | 로이삼중유리              | 로이복층유리             | 로이삼중 시스템 창호<br>(열관류율/기밀성 동시 고려)                                     |

주거 건축물

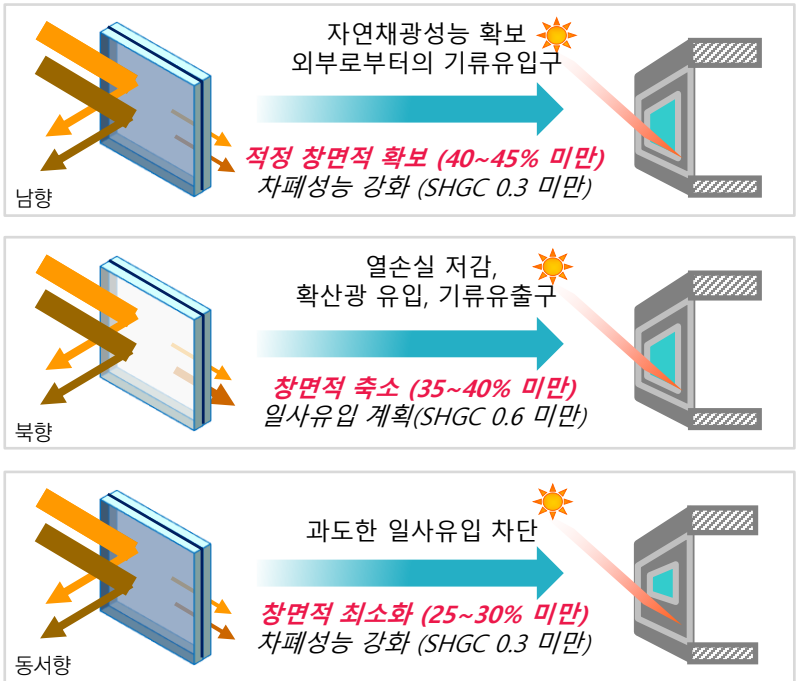
☑ 단열 및 창호 열관류율 LH 패시브 가이드라인 기준 적용  
(주거건축물의 경우 난방부하 저감에 대한 민감도가 큼)

| 구분   |               | 에너지절약형<br>친환경주택기준<br>(중부2지역 주거) | 에너지절약형<br>친환경주택기준<br>(남부지역 주거) | LH 패시브<br>가이드라인 | SH 제로에너지<br>가이드라인 | 패시브하우스     |
|------|---------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------|-------------------|------------|
| 외벽   | 열관류율          | 0.17 W/㎡·K                      | 0.22 W/㎡·K                     | 0.15 W/㎡·K      | 0.09 W/㎡·K        | 0.15 W/㎡·K |
|      | PF보드 단열 두께 기준 | 115mm                           | 85mm                           | 130mm           | 220mm             | 130mm      |
| 지붕   | 열관류율          | 0.15 W/㎡·K                      | 0.18 W/㎡·K                     | 0.15 W/㎡·K      | 0.09 W/㎡·K        | 0.11 W/㎡·K |
|      | PF보드 단열 두께 기준 | 130mm                           | 110mm                          | 130mm           | 220mm             | 180mm      |
| 바닥   | 열관류율          | 0.17 W/㎡·K                      | 0.22 W/㎡·K                     | 0.15 W/㎡·K      | 0.10 W/㎡·K        | -          |
|      | PF보드 단열 두께 기준 | 115mm                           | 85mm                           | 130mm           | 200mm             | -          |
| 창호성능 | 열관류율          | 0.9 W/㎡·K                       | 1.0 W/㎡·K                      | 0.8 W/㎡·K       | 0.8 W/㎡·K         | 0.85 W/㎡·K |
|      | SHGC          | -                               | -                              | 0.40 이상         | 0.46 이상           | -          |



### 4 방위별 적정 창면적비<sup>4)</sup> : 전체 창면적비 30~35% 미만

☑ 남향 : 40~45% / 북향 : 35~40% / 동서향 : 25~30%



### 5-1 창호 차폐성능 개선 : 용도 및 방위별 유리 SHGC<sup>5)</sup> 개선

☑ (비주거) 동 · 서 · 남향 유리 SHGC : 0.3 미만

- 중부 1 / 중부 2 지역

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

- 남부 / 제주도 지역

| 구분                    |     | 열관류율<br>(W/㎡·K) | 가시광선<br>투과율(VT) | SHGC | LSG  | 유리컬러     |
|-----------------------|-----|-----------------|-----------------|------|------|----------|
| 24T<br>로이<br>복층<br>유리 | 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    |

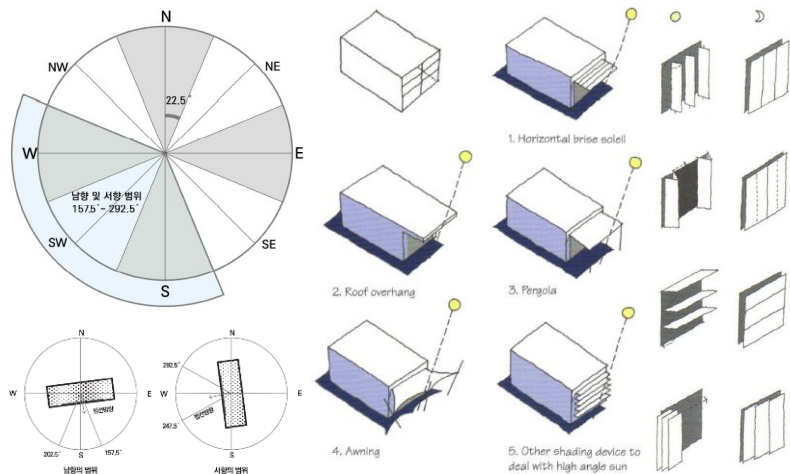
☑ (주거) 유리 SHGC : 0.4 이상

### 관련 용어

- 법적기준**  
국토교통부 고시 '건축물의 에너지절약 설계기준'의 [별표1] 지역별 건축물 부위의 열관류율표
- 열관류율**  
1㎡ 면적을 가지는 구조체의 실외 및 실내 온도차가 1℃일 때, 발생하는 열류량(W). 값이 낮을수록 단열성능이 좋을 의미
- EPI**  
Energy Performance Index, 건축물의 에너지성능지표
- 창면적비**  
건축물의 외벽(벽체+창호) 면적 대비 창호 면적의 비율
- SHGC (태양열취득계수)**  
태양광을 유리가 얼마나 차단하는지를 나타내는 계수로 0~1 범위를 가지며 낮은 SHGC 일수록 태양열 획득이 적음
- VT(가시광선 투과율)**  
유리를 통해 투과되는 가시광선의 비율
- LSG = 가시광선투과율(VT) / 태양열취득계수(SHGC)**  
LSG 값이 클수록 업무시설 적용에 유리

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)



※ 101Rules of THUMBS\_for Low Energy Architecture

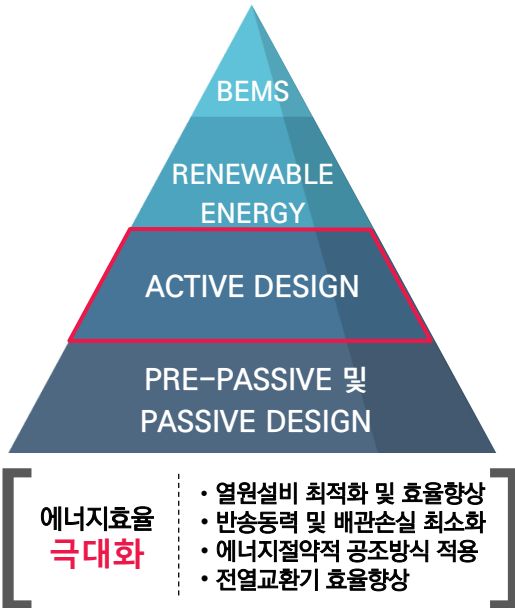
관련 용어

- 1) 침기  
구조체의 틈새 등으로 외부의 차가운 공기가 실내로 유입되는 것
- 2) 열교  
단열재가 누락되거나 열전도율이 상이한 이질재료의 접합으로 인해 해당 부위로 열이 건너가는 다리라는 의미

6 실질적 에너지저감 및 쾌적성 향상 : 침기<sup>1)</sup> 및 열교<sup>2)</sup> 최소화

|      | 창호(틀) 부위                     | 파이프 및 덕트 부위                              | 조적벽 부위                                 | 전기배선 부위                               |
|------|------------------------------|--|--|---------------------------------------|
| 시공자재 | 실런트, 기밀테이프                   | 실런트, 기밀테이프                               | 단열 우레탄폼, 기밀테이프                         | 기밀소켓, 기밀테이프                           |
| 시공공정 | 창호공사 시<br>(단열재 시공 전)         | 조적공사 전                                   | 미장공사 전                                 | 내장공사 후                                |
| 시공위치 | 창틀-구조체 접합부                   | AD/PD 입상 배관                              | 조적벽 배관 관통 부위                           | 세대 분전반, 홈넷                            |
| 시공방법 | 창틀-구조체<br>접합부(실내측)<br>단열재 시공 | 배관주변 틈새 실런트 충전<br>후 기밀테이프 문어발<br>형태 가공적용 | ERV, 스펙링클러 넓은<br>틈새 폼 충전 후<br>기밀테이프 시공 | 규격과 맞는 경우 기밀소켓<br>적용, 그 외 기밀테이프<br>시공 |
|      |                              |  |  |                                       |

### 2) 액티브 기술

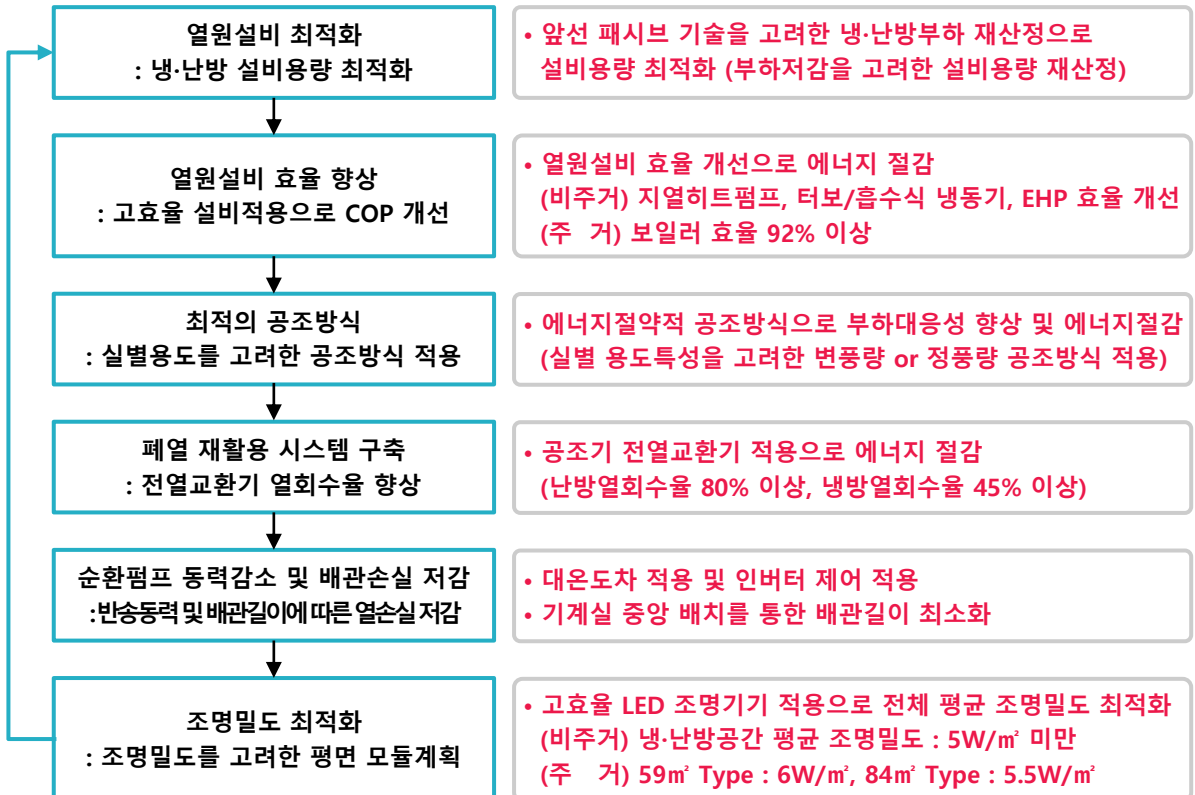


“에너지 통합설계 목표”

**에너지효율  
극대화**

액티브 설계기법을 통한  
설비효율 향상으로  
에너지소요량 최소화

#### ☑ 요소기술



### 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
  - (지열히트펌프<sup>1)</sup>, 터보냉동기<sup>2)</sup>, 흡수식냉동기<sup>3)</sup>, 개별 EHP<sup>4)</sup> 효율 개선)
    - 연면적 1,000㎡ 이상의 공공건축물은 전력 대체 냉방설비를 전체 냉방용량의 약 60% 이상 설치 의무(공공기관 에너지이용 합리화 추진에 관한 규정<sup>5)</sup>)
    - 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



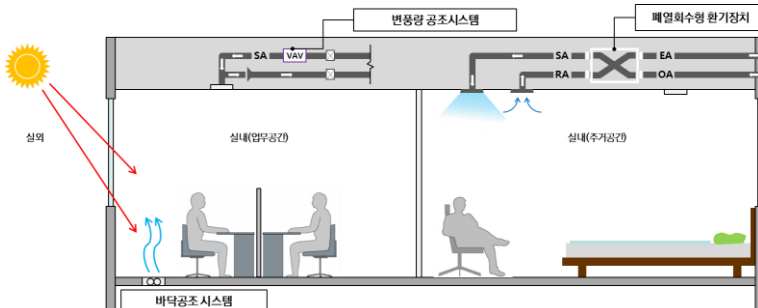
고효율기자재



- ☑ 가정용보일러는 보일러효율 92% 이상 적용

### 3 최적의 공조방식

- ☑ 에너지절약적 공조방식 적용으로 부하 대응성 향상 및 에너지절감
  - 업무, 주거, 부속공간 등 용도별 특성을 고려한 최적의 공조방식 (변풍량<sup>6)</sup> or 정풍량<sup>7)</sup> 설계
  - 바닥공조시스템은 실내 바닥급기구를 통해 냉·난방을 하는 공조시스템으로 재실자의 온열쾌적성 향상 및 유지관리에 용이



### 관련 용어

- 지열히트펌프**  
외부 환경과 무관하게 땅속의 온도가 항상 일정하다는 것을 이용하여, 땅속으로부터 더운 여름에는 찬 공기가, 겨울철에는 따뜻한 공기가 실내로 유입하도록 한 냉·난방 체계
- 터보냉동기**  
고속으로 회전하는 날개차의 원심력으로 냉매 가스를 압축하는 냉동 방식
- 흡수식냉동기**  
끓는점이 서로 다른 냉매와 흡수제를 이용하는 냉동기
- EHP**  
전기모터를 사용하여 컴프레서를 구동하는 히트펌프
- 공공기관 에너지이용 합리화 추진에 관한 규정**  
(제10조(에너지 공급 안정 및 효율 향상을 위한 전력 수요관리시설 설치)의 제1항) 공공기관에서 에너지의 효율적 이용과 온실가스 배출 저감을 위하여 공공기관이 추진하여야 하는 사항을 규정
- 변풍량 공조방식**  
덕트 내에서 바람의 양이 가변적인 공조방식
- 정풍량 공조방식**  
일정한 송풍량에 온도만 조절하는 공조방식



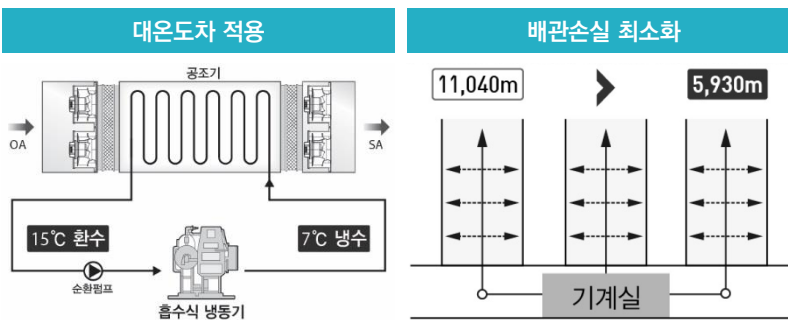
### 4 폐열재활용 시스템 구축 : 전열교환기<sup>1)</sup> 열회수율 향상

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



### 5 순환펌프<sup>2)</sup> 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 열저항<sup>3)</sup>을 갖는 단열재로 단열함
- ☑ 대온도차<sup>4)</sup> 및 인버터 제어<sup>5)</sup> 적용
- ☑ 기계실 중앙 배치를 통한 배관길이 최소화



### 6 조명밀도<sup>6)</sup> 최적화 : 조명밀도를 고려한 평면 모듈계획

- ☑ 공공기관은 공공기관 에너지이용 합리화 추진에 관한 규정<sup>7)</sup>에 의거 고효율 LED 조명기기 100% 적용 의무
- ☑ 고효율 LED 조명기기 적용으로 전체 평균 조명밀도 최적화
  - (비주거) 냉·난방공간 평균 조명밀도 5~6W/m<sup>2</sup> 미만 적용
  - (주거) 59m<sup>2</sup> Type : 6W/m<sup>2</sup> , 84m<sup>2</sup> Type : 5.5W/m<sup>2</sup> 미만 적용

#### 관련 용어

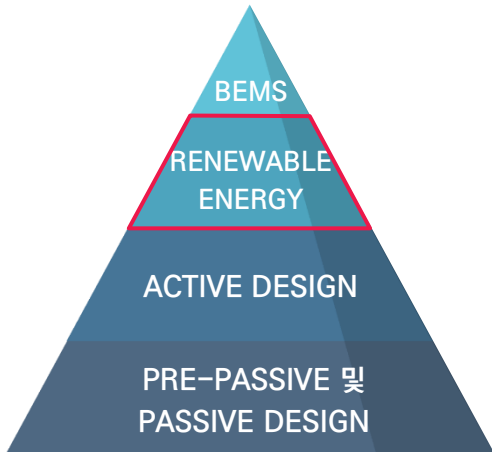
- 전열교환기**  
배기하는 열에 의하여 외기에서 들어오는 공기를 따듯하게(또는 차갑게) 해 주기 위한 열교환기
- 순환펌프**  
냉각수를 복수기의 냉각관 안에서 순환시키는 펌프
- 열저항**  
열관류율의 역수로 단위는 m<sup>2</sup>·K/W. 열저항이 높을수록 단열성능이 우수함을 의미
- 대온도차 방식**  
온도 차이를 크게 함으로써 유량을 줄이고 펌프나 송풍기 동력을 절감하는 방식
- 인버터제어**  
유도 전동기를 구동하는 방식
- 조명밀도**  
조명기기의 소비전력을 실내 바닥면적으로 나눈 값
- 공공기관 에너지이용 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



### 3) 신·재생에너지 기술



“에너지 통합설계 목표”

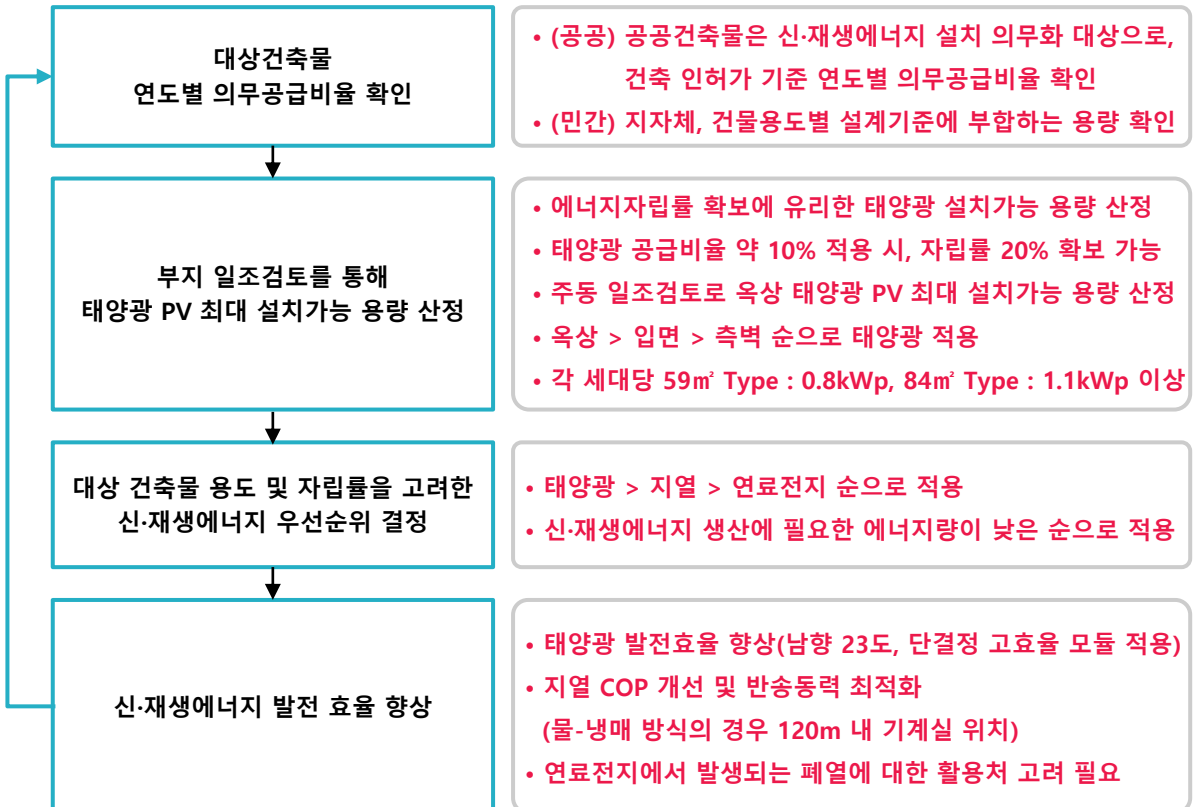
에너지자립률  
**최대화**

에너지효율  
**최대화**

- 태양광 PV 용량 최대화
- BIPV 용량 최대화
- 지열 용량 최적화
- 연료전지 용량 최적화

신·재생에너지 최적 적용으로  
에너지자립률 20% 이상 확보  
(태양광 공급비율 10% 이상)

#### ☑ 요소기술



### 1 대상건축물 연도별 의무공급비율<sup>1)</sup> 확인

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

| 해당 연도     | '11~'12 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020~ |
|-----------|---------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 공급의무비율(%) | 10      | 11   | 12   | 15   | 18   | 21   | 24   | 27   | 30    |

☑ 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

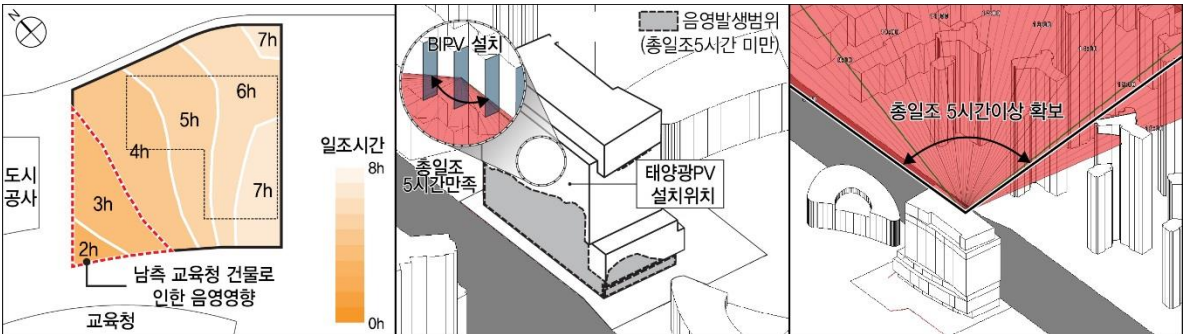
### 2 부지 일조검토를 통한 태양광 PV 최대 용량 산정

#### 비주거 건축물

☑ 에너지자립률 확보에 가장 유리한 태양광 설치가능 용량 산정

- 태양광 설비 시공 기준<sup>2)</sup> : 일조시간은 1일 5시간(춘계(3~5월), 추계(9~11월)기준) 이상 확보 필요

☑ 태양광 공급비율 약 10% 적용 시, 에너지자립률 20% 확보 가능

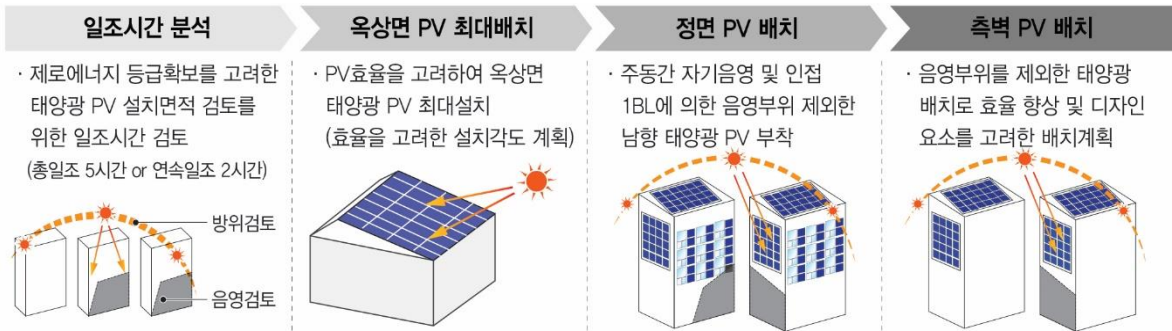


#### 주거 건축물

☑ 주동 일조검토로 옥상 태양광 PV 최대 설치가능 용량 산정

- 태양광 설비 시공 기준<sup>2)</sup> : 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



### 3 신·재생에너지 적용 우선순위

☑ 에너지자립률 확보에 유리한 태양광 > 태양광 BIPV > 지열 > 연료전지 순으로 고려

- 신·재생에너지 생산에 필요한 에너지량이 낮은 순으로 고려

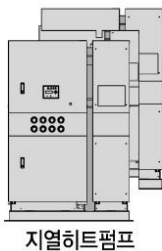
신재생에너지원별 에너지자립률 민감도 분석

| 원별       | 1차에너지소요량(kWh/㎡·yr) | 에너지자립률(%) | 우선순위 |
|----------|--------------------|-----------|------|
| 지열히트펌프   | 203.0              | 8.10%     | 3    |
| 연료전지     | 225.8              | 3.42%     | 4    |
| 태양광 PV   | 117.9              | 52.81%    | 1    |
| 태양광 BIPV | 221.7              | 11.24%    | 2    |

※ 서울시 공공용 업무시설 신재생에너지 공급비율 25% 기준으로 분석

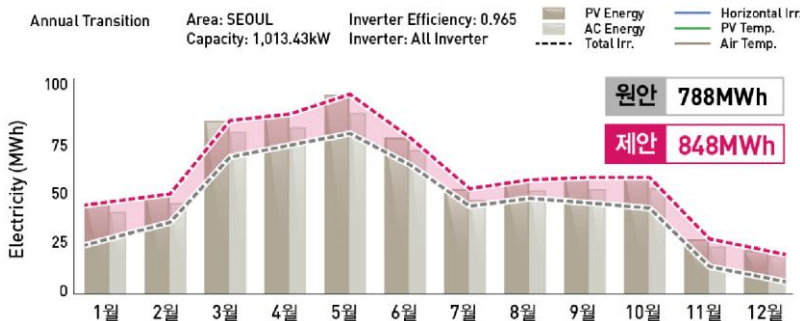
### 4 신·재생에너지 발전효율 향상

- ☑ 태양광 발전효율 향상 : 남향 설치각도 23도 이상,  
단결정 고효율 PV 모듈 적용
- ☑ 지열 COP<sup>3)</sup> 개선 및 반송동력 최적화 : 물-냉매 방식의 경우  
120m내 지열기계실 위치
- ☑ 연료전지 적용 시 발생하는 폐열<sup>4)</sup>에 대한 활용처 고려 필요



COP 향상

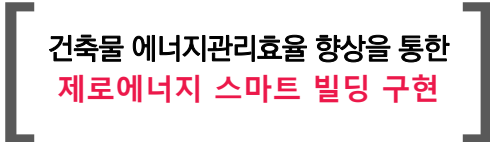
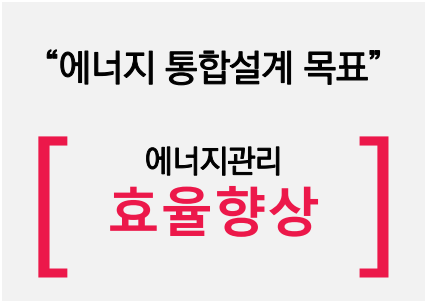
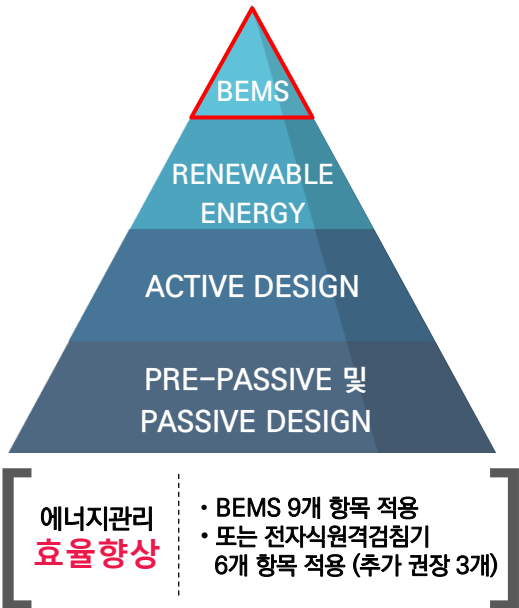
태양광 발전량 검토 예시



#### 관련 용어

- 1) 의무공급비율  
(‘신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행령’ 제15조 제1항 제1호)  
예상에너지사용량 대비 신·재생에너지 생산량 비율
- 2) 태양광 설비 시공 기준  
한국에너지공단 신·재생에너지센터 공고 제2019-11호, 신·재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침
- 3) COP  
Coefficient of performance, 성능 계수
- 4) 폐열  
에너지의 생산 혹은 소비 과정에서 사용되지 못하고 버려지는 열

### 4) BEMS 및 전자원격검침계량기



| 구분 | 평가항목           | 평가방법  | BEMS | 원격검침      |
|----|----------------|---|------|-----------|
| 1  | 데이터 수집 및 표시    | 대상건물에서 생산저장사용하는 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 | ○    | ○<br>(권장) |
| 3  | 데이터 조회         | 일간, 주간, 월간, 연간 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                                      | ○    | ○<br>(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  | ○    | ○<br>(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



### 비주거 가이드라인

#### ◎ Step 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 지역별 단열(구조체 및 창호) 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

#### ◎ Step 2. 에너지효율 극대화 (연간 에너지비용 절감을 위한 고효율 기기적용 및 반송동력 최적화)

- 패시브 계획을 통한 향상된 에너지요구량에 최적화된 열원용량 재산정
- 열원설비 COP 향상 및 최적의 공조방식 적용, 폐열 재활용, 반송동력 및 배관길이 최소화
- 조명부하 저감을 위한 고효율 LED 조명기기 100% 적용 및 평면계획으로 조명밀도  $5\text{W}/\text{m}^2$  미만 유지

#### ◎ Step 3. 신·재생에너지 최대화 (태양광 공급의무비율 10% 이상 적용 → Step 1~2 설계 반영 시 자립률 만족 가능)

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

### 주거 가이드라인

#### ◎ Step 1. 에너지요구량 최소화 (신·재생에너지 의존도를 낮추기 위해 요구량 65 미만 유지)

- 에너지절약적인 최적의 주동 및 배치계획 여부 확인 (일조확보를 및 남향배치 최대화)
- LH 패시브 가이드라인의 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 패시브 가이드라인의 창호 SHGC 0.4 이상 적용계획으로 난방부하 저감
- 실질적인 에너지저감 및 쾌적성 향상을 위한 기밀성 강화 및 열교차단 기법 적용으로 침기 및 열교 최소화

#### ◎ Step 2. 에너지효율 극대화 (연간 에너지비용 절감을 위한 고효율 기기적용 및 에너지절약적 제어방식 적용)

- 패시브 계획을 통한 향상된 에너지요구량에 최적화된 열원용량 재산정
- 보일러 효율 92% 이상, 전열교환기 난방 열회수율 80% 이상, 기계장비에 대한 대수분할, 비례제어, 다단제어, 인버터 등 에너지절약적 제어방식 고려
- 고효율 LED 조명기기 100% 및 평면계획으로 조명밀도  $6\text{W}/\text{m}^2$  미만
  - $59\text{m}^2$  Type :  $6\text{W}/\text{m}^2$       -  $84\text{m}^2$  Type :  $5.5\text{W}/\text{m}^2$

#### ◎ Step 3. 신·재생에너지 최대화 (태양광 공급의무비율 10% 이상 적용 → Step 1~2 설계 반영 시 자립률 만족 가능)

- 주동 일조검토를 통해 옥상 태양광 PV 최대 설치가능 용량 산정
- PV 모듈 및 설치각도의 향상을 고려한 최적의 시스템 제안 (남향 23도 이상 설치, 단결정 고효율 PV 모듈 적용)
  - $59\text{m}^2$  Type :  $0.8\text{kWp}/\text{세대당}$     -  $84\text{m}^2$  Type :  $1.1\text{kWp}/\text{세대당}$
- 제로에너지건축물 구현을 위한 단지 내외 에너지자립률 20% 이상 확보 필요
  - 옥상 면적 70% 태양광 적용 시, 에너지자립률 분석결과 : 일반\_옥상 14%, 입면 6%, 요구량 65 미만\_옥상 20% 확보 가능

### 1) 판교 제2테크노밸리 기업지원허브



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

| 구 분                            | 기 술 내 용 |   |        |
|--------------------------------|---------|---|--------|
|                                | 기술구분    | 적용 사항   |        |
| 패시브<br>기술                      | 창호      | 로이삼중창 (법적기준('15) 대비 61.66% 성능 향상)   |        |
|                                | 단열      | 외단열 공법_PF 보드 120mm (법적기준('15) 대비 78.80% 성능 향상)                                |        |
|                                | 창면적비    | 창면적비 최적화 (31.35%)   |        |
|                                | 일사저감    | 차양일체형 외피 적용 (중앙제어 롤스크린)   |        |
| 액티브<br>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 (존별 제어설비적용)  |        |
|                                | 조명      | 고효율 LED조명 적용 (조명밀도 4.18W/㎡)   |        |
| 신·재생<br>기술<br>(공급비율<br>23.46%) | 태양광     | 고정식 PV 612.75kWp (옥상)<br>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) | -      |

### 2) 경기도신청사



|             |                                    |
|-------------|------------------------------------|
| 위치          | 경기도 수원시                            |
| 연면적         | 147,904.13㎡                        |
| 규모          | 지하 4층, 지상 22층                      |
| 용도          | 업무시설                               |
| 추진일정        | 20' 준공예정 <span>예비인증</span>         |
| 인증 취득       | 제로에너지건축물 3등급                       |
| 에너지<br>평가결과 | 요구량 69.1kWh/㎡·y<br>소요량 45.1kWh/㎡·y |
| 자립률         | 60.54%                             |

| 구 분                            | 기 술 내 용 |  |        |
|--------------------------------|---------|--|--------|
|                                | 기술구분    | 적용 사항  |        |
| 패시브<br>기술                      | 창호      | 로이삼중창 (법적기준('16) 대비 53.06% 성능 향상 적용)                           |        |
|                                | 단열      | 외단열 공법_PF 보드 140mm (법적기준('16) 대비 98.47% 성능 향상)                 |        |
|                                | 창면적비    | 창면적비 최적화 (31.28%)  |        |
|                                | 일사저감    | 차양일체형 외피 적용 + 자동제어 롤스크린 (SHGC* 0.2)                            |        |
| 액티브<br>기술                      | 냉 · 난방  | 열원설비 효율 향상 및 반송동력 최소화  |        |
|                                | 냉 · 난방  | 천장 복사 냉·난방시스템 및 바닥공조 시스템 적용                                    |        |
|                                | 환기      | 전열교환기 (열회수율_난방 : 70% / 냉방 : 59%)                               |        |
|                                | 모니터링    | BEMS를 이용한 자동제어 (존별 제어설비적용)                                     |        |
|                                | 조명      | 고효율 LED조명 적용 (조명밀도 4.13W/㎡)                                    |        |
| 신·재생<br>기술<br>(공급비율<br>30.98%) | 태양광     | 고정식 PV 2,180.80kWp (옥상, 바닥, 폴대형 적용)<br>모듈 : 400W, 발전효율 : 19.3% | 19.57% |
|                                | 지열      | 지열히트펌프 4,998.60kW  | 11.42% |
|                                | ESS     | ESS(에너지 저장장치) 900kW 설치   | -      |

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

3) 아산중앙도서관



|             |                                     |
|-------------|-------------------------------------|
| 위치          | 충청남도 아산시                            |
| 연면적         | 9,037.21㎡                           |
| 규모          | 지하 1층, 지상 5층                        |
| 용도          | 교육 연구시설                             |
| 추진일정        | 18' 준공 <span>본인증</span>             |
| 인증 취득       | 제로에너지건축물 5등급                        |
| 에너지<br>평가결과 | 요구량 47.1kWh/㎡·y<br>소요량 101.4kWh/㎡·y |
| 자립률         | 28.86%                              |

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



### 4) 서울에너지드림센터



|             |                                   |
|-------------|-----------------------------------|
| 위치          | 서울특별시 마포구                         |
| 연면적         | 3,762.32㎡                         |
| 규모          | 지하 1층, 지상 3층                      |
| 용도          | 업무시설                              |
| 추진일정        | 12' 준공                            |
| 인증 취득       | 제로에너지건축물 3등급                      |
| 에너지<br>평가결과 | 소요량 53.5kWh/㎡·y<br>생산량 143kWh/㎡·y |
| 자립률         | 60.37%                            |

본인증

| 구 분        | 기 술 내 용  |  |
|------------|----------|--|
|            | 기술구분     | 적용 사항  |
| 패시브<br>기술  | 창호       | 로이 삼중창 + 기밀테이프 시공 (법적기준 (11') 대비 140% 성능 향상 적용)                  |
|            | 단열       | 경사면 암면단열재 250mm 적용<br>(법적기준 (11') 대비 157% 성능 향상 적용)              |
|            | 형태       | 경사형 매스를 통한 자연채광 확보 및 일사유입 저감<br>바람개비 형태 경사지붕에 반사율 높은 마감재료 적용     |
|            | 유리 SHGC* | 0.5 / 0.3 방위를 고려한 유리 SHGC 계획 (+EVB 외부전동블라인드)                     |
|            | 기밀       | 환기횟수 0.1회 (일반건물 5.0회, 에너지절약건물 3.0회 수준)                           |
| 액티브<br>기술  | 냉 · 난방   | 바닥복사냉·난방   |
|            | 냉 · 난방   | 냉방 바이패스 운전 (히트펌프 없이 지열 열교환)                                      |
|            | 환기       | 수평형 공기조화기 (급기팬 효율 71%, 환기팬 효율 73%)<br>VAV 시스템 적용 (CO2 농도에 따른 조절) |
|            | 조명       | 고효율 LED 100% 적용  |
| 신·재생<br>기술 | 태양광      | 고정식 PV 272.16kWp (315W 모듈, 발전효율 19.37%)                          |
|            | 지열       | 지열 112kW   |

5) 한국에너지공단 신사옥



|             |                                     |
|-------------|-------------------------------------|
| 위치          | 울산광역시 중구                            |
| 연면적         | 24,348.10㎡                          |
| 규모          | 지하 3층, 지상 8층                        |
| 용도          | 업무시설                                |
| 추진일정        | 19' 준공                              |
| 인증 취득       | 제로에너지건축물 5등급                        |
| 에너지<br>평가결과 | 요구량 74.1kWh/㎡·y<br>소요량 115.6kWh/㎡·y |
| 자립률         | 20.12%                              |

본인증

| 구 분        | 기 술 내 용 |  |
|------------|---------|--|
|            | 기술구분    | 적용 사항  |
| 패시브<br>기술  | 창호      | 로이삼중유리(아르곤) (법적기준(11') 대비 100% 성능 향상)              |
|            | 단열      | 그라스울 보온판 48K 165mm (법적기준(11') 대비 133.16% 성능 향상)    |
|            | 창면적비    | 창면적비 최적화 (23.48%)                                  |
|            | 일사제어    | 광선반 + EVB 외부전동블라인드                                 |
| 액티브<br>기술  | 냉 · 난방  | 지열히트펌프 (난방 COP 4.03, 냉방 COP 5.58)                  |
|            | 냉 · 난방  | AHU, FCU, 천장복사냉·난방 적용                              |
|            | 환기      | 전열교환기 (열회수율_난방: 75%, 냉방: 53%)                      |
|            | 모니터링    | BEMS를 이용한 자동제어                                     |
|            | 조명      | 고효율 LED조명 적용                                       |
| 신·재생<br>기술 | 태양광     | 고정식 PV 572.03㎡ (수평설치)<br>BIPV 164.31㎡ (수평 & 수직 설치) |
|            | 지열      | 1,271.70kW (개방형)                                   |
|            | 태양열     | 평판형 97.45㎡ (남향, 급탕용)                               |

6) 송도 힐스테이트 레이크



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

본인증

| 구 분        | 기 술 내 용 |  |
|------------|---------|--|
|            | 기술구분    | 적용 사항  |
| 패시브<br>기술  | 창호      | 로이복층유리 이중창(아르곤) (법적기준(15') 대비 76.47% 성능 향상 적용) |
|            | 단열      | 경질우레탄 2종2호 100mm (법적기준(15') 대비 45.16% 성능 향상)   |
|            | 배치      | 전세대 남향배치                                       |
|            | 기밀      | 환기횟수 평균 1.52회 (일반건물 5.0회, 에너지절약건물 3.0회 수준)     |
| 액티브<br>기술  | 난방      | 지역난방 (컴팩트 설비 유닛)                               |
|            | 급탕      | 지역난방   |
|            | 냉방      | 해당사항 없음  |
|            | 환기      | 전열교환기 (열회수율_난방 : 73.5% / 냉방 : 65.6%)           |
|            | 모니터링    | BEMS 적용  |
|            | 조명      | 고효율 LED조명 적용 (조명밀도 7.26W/㎡)                    |
| 신·재생<br>기술 | 태양광     | 세대당 태양광 설치용량 : 0.89kWp<br>모듈 325W / 효율 16.85%  |

7) 행복도시 로렌하우스



|          |                                     |
|----------|-------------------------------------|
| 위치       | 세종시 고운동                             |
| 연면적      | 5,305.53㎡                           |
| 규모 및 세대수 | 지상 2층<br>60세대 (84 타입)               |
| 용도       | 단독주택                                |
| 추진일정     | 19' 준공 <span>예비인증</span>            |
| 인증 취득    | 제로에너지건축물 5등급                        |
| 에너지 평가결과 | 요구량 94.7kWh/㎡·y<br>소요량 -12.3kWh/㎡·y |
| 자립률      | 35.48%                              |

| 구 분        | 기 술 내 용 |   |
|------------|---------|---|
|            | 기술구분    | 적용 사항   |
| 패시브<br>기술  | 창호      | 로이복층유리 이중창(아르곤) (법적기준('16) 대비 82.52% 성능 향상 적용)                  |
|            | 단열      | 외단열공법_비드법보온판 2종2호 200mm<br>(법적기준('16) 대비 64.55% 성능 향상 적용)       |
|            |         | 단열재 20mm 이상 충진 출입문  |
|            | 기밀      | 84C 환기횟수 0.647 , 84B 환기횟수 0.789<br>(일반건물 5.0회, 에너지절약건물 3.0회 수준) |
|            | 열교      | 부위별 선형 열관류율 0.4W/m·K 미만   |
| 액티브<br>기술  | 난방      | 콘덴싱 가스보일러 (효율 85.84%)   |
|            | 냉방      | 해당사항 없음   |
|            | 환기      | 전열교환기 (열회수율_난방: 77%, 냉방: 54%)                                   |
|            | 모니터링    | 원격검침  |
|            | 조명      | 고효율 LED조명 적용 (세대당 조명밀도 5.88W/㎡)                                 |
|            | 기타      | 대기전력자동차단콘센트 30%이상 적용, 일괄소등스위치 1개소                               |
| 신·재생<br>기술 | 태양광     | 단결정 PV 모듈 / 세대당 태양광 설치면적 : 22.16㎡                               |

8) 김포한강 로렌하우스



|          |                                    |
|----------|------------------------------------|
| 위치       | 경기도 김포시                            |
| 연면적      | 10,600.38㎡                         |
| 규모 및 세대수 | 지상 2층<br>120세대 (84타입)              |
| 용도       | 단독주택                               |
| 추진일정     | 19' 준공 <span>예비인증</span>           |
| 인증 취득    | 제로에너지건축물 5등급                       |
| 에너지 평가결과 | 요구량 89.6kWh/㎡·y<br>소요량 39.5kWh/㎡·y |
| 자립률      | 31.56%                             |

| 구 분        | 기 술 내 용 |   |
|------------|---------|---|
|            | 기술구분    | 적용 사항   |
| 패시브<br>기술  | 창호      | 로이복층유리 이중창(아르곤) (법적기준('16) 대비 50.37% 성능 향상 적용)                  |
|            | 단열      | 외단열공법_비드법보온판 2종3호 175mm<br>(법적기준('16) 대비 17.31% 성능 향상 적용)       |
|            |         | 단열재 20mm 이상 충진 출입문  |
|            | 기밀      | 84B 환기횟수 0.614 , 84A 환기횟수 2.034<br>(일반건물 5.0회, 에너지절약건물 3.0회 수준) |
|            | 열교      | 부위별 선형 열관류율 0.4W/㎡·K 미만   |
| 액티브<br>기술  | 난방      | 콘덴싱 가스보일러 (효율 89.82%)   |
|            | 냉방      | 해당사항 없음   |
|            | 환기      | 전열교환기 (열회수율_난방: 77%, 냉방: 54%)                                   |
|            | 모니터링    | 원격검침  |
|            | 조명      | 고효율 LED조명 적용 (세대당 조명밀도 4.25W/㎡)                                 |
|            | 기타      | 단지 내 전기차 충전소 계획   |
| 신·재생<br>기술 | 태양광     | 단결정 PV 모듈 / 세대당 태양광 설치면적 : 14.99㎡                               |



9) 오산세교 로렌하우스



|          |                                    |
|----------|------------------------------------|
| 위치       | 경기도 오산시                            |
| 연면적      | 9,422.86㎡                          |
| 규모 및 세대수 | 지상 2층<br>118세대 (84타입)              |
| 용도       | 단독주택                               |
| 추진일정     | 19' 준공 <span>예비인증</span>           |
| 인증 취득    | 제로에너지건축물 5등급                       |
| 에너지 평가결과 | 요구량 80.3kWh/㎡·y<br>소요량 43.3kWh/㎡·y |
| 자립률      | 29.56%                             |

| 구 분        | 기 술 내 용 |   |
|------------|---------|---|
|            | 기술구분    | 적용 사항   |
| 패시브<br>기술  | 창호      | 로이복층유리 이중창(아르곤) (법적기준('16) 대비 31.86% 성능 향상 적용)                    |
|            | 단열      | 외단열공법_비드법보온판 2종3호 175mm<br>(법적기준('16) 대비 17.31% 성능 향상 적용)         |
|            |         | 단열재 20mm 이상 충전 출입문  |
|            | 기밀      | 84A2 환기횟수 0.610 , 84C2 환기횟수 2.001<br>(일반건물 5.0회, 에너지절약건물 3.0회 수준) |
|            | 열교      | 부위별 선형 열관류율 0.4W/m·K 미만   |
| 액티브<br>기술  | 난방      | 콘덴싱 가스보일러 (효율 89.82%)   |
|            | 냉방      | 해당사항 없음   |
|            | 환기      | 전열교환기 (열회수율_난방: 77%, 냉방: 54%)                                     |
|            | 모니터링    | 원격검침  |
|            | 조명      | 고효율 LED조명 적용 (세대당 조명밀도 4.16W/㎡)                                   |
|            | 기타      | 단지 내 전기차 충전소 계획   |
| 신·재생<br>기술 | 태양광     | 단결정 PV 모듈 / 세대당 태양광 설치면적 : 13.64㎡                                 |

### 10) 과천 지식정보타운 S-3BL



|          |                                    |
|----------|------------------------------------|
| 위치       | 경기도 과천시                            |
| 연면적      | 76,115.01㎡                         |
| 규모 및 세대수 | 지하 2층, 지상 37층<br>547세대 (55,59타입)   |
| 용도       | 공동주택                               |
| 추진일정     | 20' 준공예정 <span>예비인증</span>         |
| 인증 취득    | 제로에너지건축물 5등급                       |
| 에너지 평가결과 | 요구량 84.2kWh/㎡·y<br>소요량 85.0kWh/㎡·y |
| 자립률      | 21.69%                             |

| 구 분     | 기 술 내 용  |   |
|---------|----------|---|
|         | 기술구분     | 적용 사항   |
| 패시브 기술  | 창호       | 로이복층사중창(아르곤) (법적기준('18) 대비 28.7% 성능 향상 적용)      |
|         | 유리 SHGC* | 0.42  |
|         | 단열       | 경질우레탄보온판 2종1호 165mm (법적기준('18) 대비 27.82% 성능 향상) |
| 액티브 기술  | 난방       | 지역난방  |
|         | 냉방       | 해당사항 없음   |
|         | 환기       | 전열교환기 (열회수율_난방 : 75%, 냉방 : 67%)                 |
|         | 모니터링     | -   |
|         | 기타       | -   |
| 신·재생 기술 | 태양광      | 세대당 태양광 설치용량 : 0.49kWp                          |
|         |          | 모듈 390W (효율 19.5%), 총 272.22kWp                 |

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