

# 제로에너지건축물 컨설팅 지원 우수사례집





## 제로에너지건축물 컨설팅 우수사례집

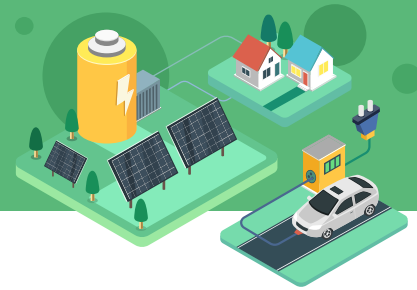


## 2018-2021 제로에너지건축물 에너지최적화 컨설팅 실적 (127건)

순번	프로젝트명	순번	프로젝트명
1	하남감일 제3초등학교	39	강구 건강활력센터
2	하남감일 제2중학교	40	예주 행복드림센터
3	하남시 위례 도서관	41	영덕군 미래인재양성도서관
4	노무현 센터	42	전주시 청년센터 청년청
5	낙동강 권역 본부 사옥	43	영동군 가족센터
6	부평2동 행정복지센터	44	고창군립중앙도서관(생활문화센터)
7	금샘도서관 기본설계	45	김해시 생활 속 행복순환센터
8	수영구 도서관	46	온산읍 종합 행정복지타운
9	전북혁신도시 복합혁신센터	47	나라기움 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	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	철도역사 에너지 성능개선 사업_영주역사	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_내포래어린이집
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 올누리 행복가족센터	74	동두천 장애인스포츠클럽센터
37	다어울림 복합문화체육센터	75	동두천 행복드림센터(시민수영장)
38	영덕읍 다함께 행복청사	76	어린이과학관 및 과학교육캠프관



## 제로에너지건축물 컨설팅 우수사례집



## 2018-2021 제로에너지건축물 에너지최적화 컨설팅 실적 (127건)

순번	프로젝트명	순번	프로젝트명
77	사천시 생활밀착형 국민체육센터	102	오백장군갤러리
78	동탄9동 행정복지센터	103	돌박물관
79	화성시북부노인복지관	104	화순군민 종합문화센터
80	대은 본사	105	에스디엔 본사 사옥
81	국립항공박물관	106	서울출입국·외국인청
82	(가칭)기후위기대응교육센터	107	천주교 수원교구 목감성당
83	한국상하수도협회	108	대전 중동 근린생활시설
84	진흥빌딩	109	서울 면목동 근린생활시설
85	돌마름주택	110	소상공인 복합클러스터 조성사업
86	소백산국립공원 북부사무소(본관)	111	포항(포항방향) 휴게소
87	소백산국립공원 북부사무소(별관)	112	한류공연관광 콤플렉스
88	계룡산국립공원사무소	113	한전 관악동작지사
89	지리산(경남) 함양분소	114	대전체육중고등학교(교사동)
90	국가기상통합운영센터	115	송도 고급주택 시범사업-A type
91	중리근린공원 복합문화센터	116	송도 고급주택 시범사업-B type
92	도시철도 2호선 차량기지	117	송도 고급주택 시범사업-C type
93	화성 반다비 체육센터	118	양평종합체육센터 건립사업
94	소백산국립공원 부석분소	119	군포시 부곡동 종합사회복지관
95	제주 해양레저체험센터	120	인천검단 AA16BL
96	장애인 내일기움 직업교육센터	121	여수 죽림1지구 공동주택 A2BL 부대복리시설
97	UNIST 3D프린팅 융합기술센터	122	여수 죽림1지구 공동주택 A4BL 부대복리시설
98	제주 혁신도시 복합혁신센터 실시설계	123	화성동탄2 신주거문화타운 공동주택용지 A-106BL
99	(가칭)충청북도교육청 환경교육센터	124	화성동탄2 신주거문화타운 공동주택용지 A-107BL
100	경인지역본부 청사	125	화성 동탄2 트라이엄파크 복합문화공간
101	향남문화복합센터	126	포항 기숙사 양학타운
		127	포스코 건설 ENG 센터
총		127 건	



## 2018-2021 제로에너지건축물 에너지최적화 컨설팅 용도별 비율

용도	업무시설	문화 및 집회시설	교육 연구시설	운동시설	노유자시설	근린생활 시설	기타	총
건수	31건	20건	20건	18건	10건	6건	22건	총127건
비율	24.4%	15.8%	15.8%	14.2%	7.9%	4.7%	17.2%	100%

※ 기타 : 공장, 국방군사시설, 의료시설, 관광휴게시설



## 제로에너지건축물 에너지최적화 컨설팅 지원사업

### 사업목적

민간 및 소규모 공공건축물 대상 단계별(설계/시공/운영) 기술·시장 정보 제공 등 컨설팅 지원을 통해 제로에너지건축물 구축비용의 최적화 절감방안 마련

### 지원대상

기본설계 또는 실시설계, 운영단계의 건축물 중 제로에너지건축물 인증을 취득하고자 하는 건축주  
→ 컨설팅 지원 후 1년 이내 제로에너지건축물 예비인증 및 본인증 신청 필수이며, 지원받은 건축물은 우수사례 홍보 및 사례집 제작에 활용됨

### 참여 건축물 기준

구 분		참여기준
1순위	자발적 인증대상	① 공공건축물 : 연면적 1천㎡ 미만 신축·재축·별동 증축 건축물 또는 연면적 2만㎡ 미만 리모델링 건축물 ② 민간건축물 : 연면적 2만㎡ 미만 건축물 ③ 공동주택 및 단독주택 등 : 300세대 이하 (공공, 민간 모두 가능)
	의무 인증대상	① 공공건축물 : 4등급 이상의 제로에너지건축을 계획하고 있는 연면적 1천㎡~ 2만㎡ 미만의 신축·재축·별동 증축 건축물 (4등급 이상의 제로에너지건축물 인증 必)
2순위	의무 인증대상	① 공공건축물 : 연면적 1,000㎡~ 20,000㎡미만 신축·재축·별동 증축 건축물

※ 의무인증대상 : 공공건축물은 녹색건축물조성지원법 시행령 [별표1]의 요건 1의 소유 또는 관리 주체

## 단계별 에너지최적화 컨설팅 프로세스

- ✓ 대상 건축물 설계 · 시공 단계를 고려한 에너지 최적화 컨설팅 및 패시브 · 액티브 기술 분석을 통한 에너지자립률 · 공사비 최적화 방안 제시



### 설계단계 ▶▶▶

#### 기본설계 단계

1. 제로에너지건축물 기본 가이드라인 제공
2. 법적기준을 고려한 의무 인증에 대한 가이드라인 제공  
(신재생설치비율, 제로에너지, 에너지효율등급, 녹색건축인증 등)
3. 에너지자립률 확보에 필수적인 태양광 설치용량 제안
4. 제로에너지 인증 취득 시 공사비 증액 요인 검토
5. 제로에너지 인증 취득 시 인센티브 검토를 통한 투자회수기간 산정

#### 실시설계 단계(예비인증)

#### 예비인증

1. 건축, 기계, 전기, 통신 등 필요도서 취합 및 ECO2 시뮬레이션 분석을 통한 인증신청 전 제로에너지인증 만족여부 사전 검토
2. 연간 에너지비용 해석을 통한 기존안 대비 에너지비용 절감액 산출
3. 일조시뮬레이션 프로그램을 통한 대상부지 일조시간 해석  
(총일조 5시간 이상 구간 태양광 설치가능 범위 제시)
4. BEMS 기본 가이드라인 및 기밀성/열교차단 성능 개선을 고려한 가이드라인 제공





## 제로에너지건축물 컨설팅 우수사례집



시공단계 ▶▶▶

## 착공 단계

1. 현장 시공을 위한 현장 매뉴얼 전달  
(구조체 및 창호단열성능, 설비시스템 효율, 조명밀도, 신재생에너지 설치용량, BEMS 또는 원격검침계량기 설치 가이드라인)
2. 향후 본인증 단계를 고려한 공사 일정 및 주요 고려사항 협의

## 준공 단계(본인증)

본인증

1. 실시설계 단계에서 계획한 기술요소에 대한 사전 검증  
(건축물에너지 효율등급 본인증 및 BEMS 적정성 등)
2. 최종 선정된 설비시스템 효율을 고려한 에너지성능 재검토
3. 에너지자립률 확보에 필수적인 태양광 시스템의 효율개선을 고려한 최적용량 재산정  
(제로에너지 등급 향상 가능여부 판단)



## 기술요소별 컨설팅 항목

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



## 제로에너지건축물 에너지최적화 컨설팅 우수사례 목록

순번	구분	프로젝트명	지역	신축/기존	건물용도	인증 등급	컨설팅 연도
1	ZEB 본인증	동탄 7동 도서관(왕배푸른숲 도서관)	경기	신축	교육연구	ZEB1	2020
2		무등산국립공원사무소	광주	신축	업무	ZEB2	2019
3		한국전력공사 영종지사	인천	신축	업무	ZEB3	2019
4		철산어린이집	경기	기존 (리모델링)	노유자	ZEB3	2020
5		부평2동 행정복지센터	인천	신축	업무	ZEB5	2018
6		삼척본부 어린이집	강원	신축	노유자	ZEB5	2020
7		금정구 금샘도서관	부산	신축	교육연구	ZEB5	2018
8	ZEB 예비인증	동탄 9동 행정복지센터	경기	신축	업무	ZEB1	2021
9		소백산 국립공원 부석분소	경북	신축	제1종근린생활	ZEB1	2022
10		영주 철도역사	경북	신축	문화 및 집회	ZEB2	2019
11		월명산 전망대	전북	신축	관광 휴게	ZEB3	2020
12		어린이과학관 및 과학교육캠프관	부산	신축	문화 및 집회	ZEB4	2020
13		감염병 대응센터	전북	신축	의료	ZEB4	2020
14		내포래어린이집	서울	기존 (리모델링)	제2종근린생활	ZEB5	2021
15		나라기움 부산 온타워	부산	신축	업무	ZEB5	2020
16		낙동강권역부문 사옥 건립공사	대구	신축	업무	ZEB5	2018
17		경기신용보증재단 사옥	경기	신축	업무	ZEB5	2019
18		서울바이오허브 글로벌협력동	서울	신축	교육연구	ZEB5	2020
19		온산읍 종합 행정복지타운	울산	신축	업무	ZEB5	2020
20		동탄2 실내배드민턴장	경기	신청	운동	ZEB5	2020

✓ 대상건축물 현황(입지·지형·기후) 및 환경성능(일조·소음·기류) 분석과 컨설팅에 의한 에너지·공사비 절감효과 비교·분석 등 다각적 측면에서 에너지최적화 컨설팅이 수행된 건축물을 중심으로 우수사례 선정



## 조감도



## 건물개요 및 인증결과

본인증

지역	경기
위치	화성시 동탄2 택지지구
연면적	2,195.54㎡
규모	지상 2층
용도	교육연구시설
인증 취득일	2021.01.04
인증 등급	제로에너지건축물



## 적용 기술

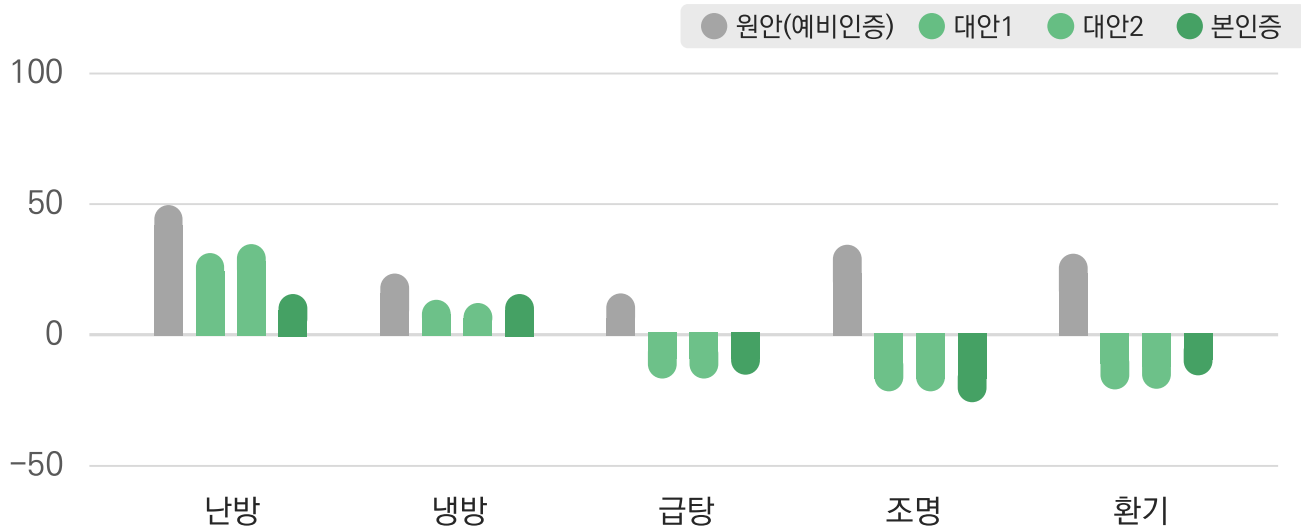
기술구분	원안(예비인증)	컨설팅 제안	최종(본인증)
패시브 기술	창호	24mm 로이복층유리 (SHGC 0.516)	24mm 컬러로이복층유리(아르곤, SHGC 0.26)
	단열	외단열_비드법보온판 2종1호 135mm	
	기타	-	엘리베이터, 회전문 하부, 창호 등 기밀테이프 시공 열교 취약부위 열교차단 파스너 적용
액티브 기술	냉·난방	온열원시스템 : GSHP (COP_난방 : 1.55, 급탕 : 100%) 냉열원시스템 : GSHP (COP_냉방 : 1.59)	온열원시스템 : GSHP (COP_난방 : 1.66, 급탕 : 100%) 냉열원시스템 : GSHP (COP_냉방 : 1.48)
	환기	전열교환기(열회수율_난방 : 70%, 냉방 : 45%)	전열교환기 (열회수율_난방 : 71%, 냉방 : 55%)
	조명	고효율 LED조명(조명밀도 4.5 W/㎡)	고효율 LED조명 (조명밀도 6.5W/㎡)
신재생 기술	태양광	옥상, 고정식 PV 58.32kWp (360W, 단결정)	옥상, 고정식 PV 50.40 kWp (420W, 발전효율 19.47%) 주차장, 고정식 PV 112.56 kWp (420W, 발전효율 19.47%)

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

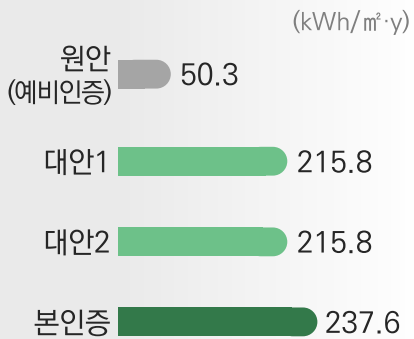


## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교

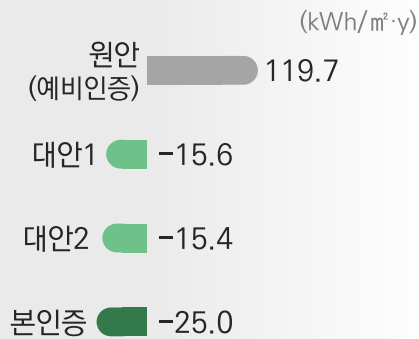
### 1차에너지소요량



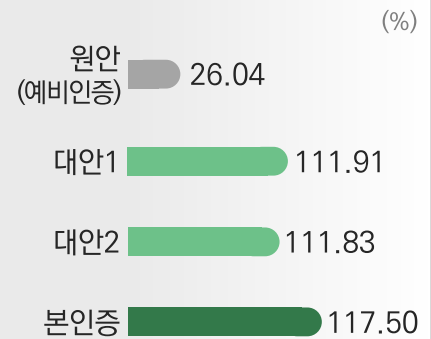
#### 신재생에너지 생산량



#### 등급용 1차에너지소요량



#### 에너지 자립률

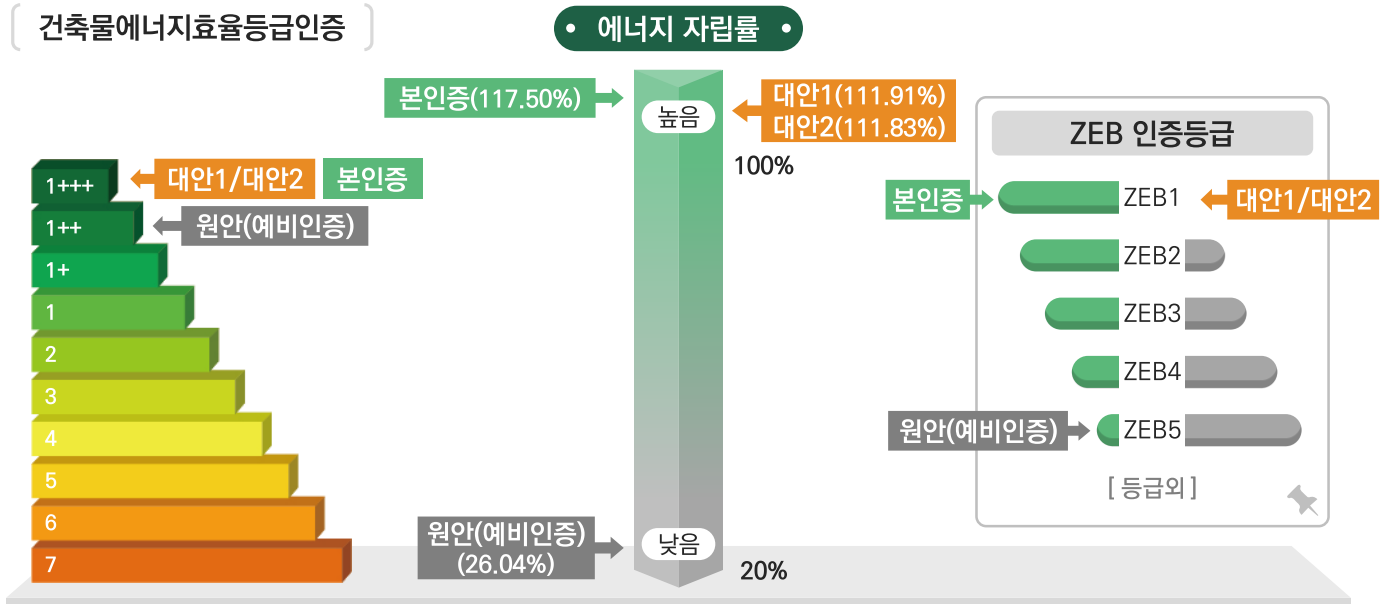


구분		1차에너지 소요량 (kWh/㎡·y)					합계	1차에너지 생산량 (kWh/㎡·y)	등급용 1차에너지 소요량 (kWh/㎡·y)	에너지 자립률 (%)
		난방	냉방	급탕	조명	환기				
원안 (예비인증)		51.1	25.4	16.4	27.7	22.0	142.7	50.3	119.7	26.04
컨 설팅	대안1	25.0	10.7	-14.5	-24.6	-19.6	-23.0	215.8	-15.6	111.91
	대안2	29.1	7.1	-14.6	-24.8	-19.7	-22.9	215.8	-15.4	111.83
본인증		8.4	15.1	-12.9	-31.3	-14.7	-35.4	237.6	-25.0	117.50





## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교



## 에너지 최적설계 전/후 공사비 절감효과 비교

최적설계 내용	시스템 개선을 위한 추가 공사비(원)	신재생 공사비 절감효과(원)	공사비 증액 검토
외피성능 최적화 (창호성능 개선, 기밀테이프 시공) → 설비시스템 용량 최적화	- (기밀테이프 시공비용 제외)	175,500,000 (태양광 65kWp 절감효과)	
전열교환기 열회수율 개선 조명밀도 최적화	-	81,000,000	(증)163,959,000
태양광 용량 및 효율개선 (58.32kWp→162.96kWp)	273,459,000	-	



## 조감도



## 건물개요 및 인증결과

본인증

지역	광주광역시
위치	동구 윤림동
연면적	2,079.21 m <sup>2</sup>
규모	지상 3층
용도	업무시설
인증 취득일	2020.10.15
인증 등급	제로에너지건축물



## 적용 기술

기술구분	원안(예비인증)	컨설팅 제안	최종(본인증)
패시브 기술	창호	28mm 로이복층유리(아르곤, SHGC 0.516)	
	단열	비드법보온판 2종1호 120mm	
	기타	-	엘리베이터, 회전문 하부, 창호 등 기밀테이프 시공 열교 취약부위 열교차단 파스너 적용
액티브 기술	냉·난방	열원시스템 : EHP (COP_난방:3.87, 냉방:3.41) 급탕시스템 : 전기온수기 (효율: 100%)	
	환기	고효율 LED조명 (조명밀도 4.3 W/m <sup>2</sup> )	
신재생 기술	태양광	옥상, 고정식 PV 99.54 kWp (395W, 발전효율 19.81%)	고정식 PV 543.07 m <sup>2</sup>

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



## BEMS 용도별/ 에너지원별 계측포인트 검토

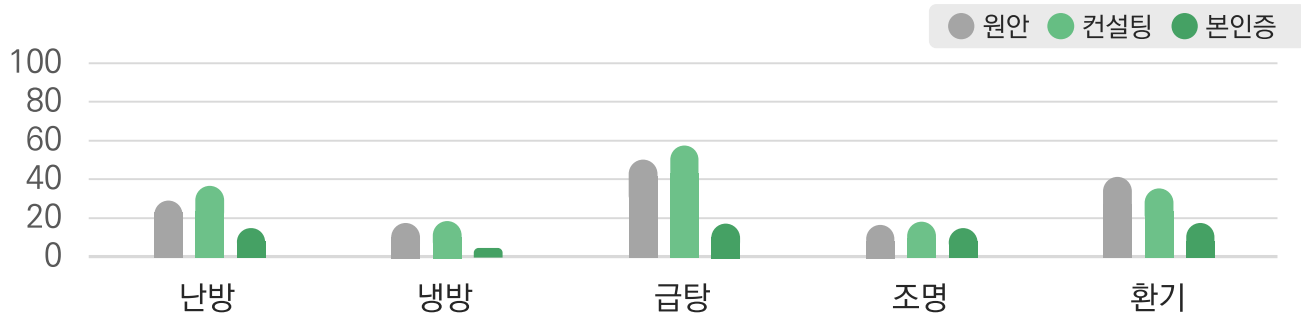
구분		계측 포인트	
		총 수량	최적화 수량
전기 포인트	LN-M	4	1
	LN-1A	17	6
	LN-1B	31	10
	LN-2	25	8
	LN-3	21	8
	LN-K	13	5
	EHP-PH	8	5
	ELEV-1	1	1
	LN-EX	17	17
	LN-H	10	10
실내환경(온습도, CO2)		6	6
제어연동		6	6
신재생에너지		6	6
합 계		165	91

✓ 소규모 업무시설에 최적화된 계측 포인트 선정으로 공사비 최적화  
→ 전등과 전열이 혼재된 전기 계측포인트 최적화를 통해 총 계측포인트 165개에서 91개로 축소



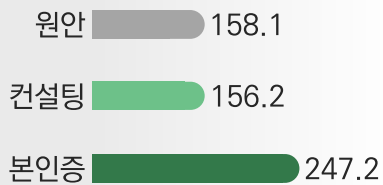
## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교

## 1차에너지소요량



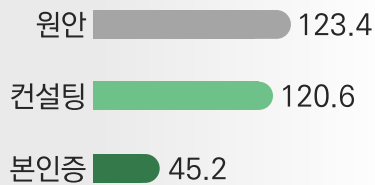
## 1차에너지 생산량

(kWh/m²·y)



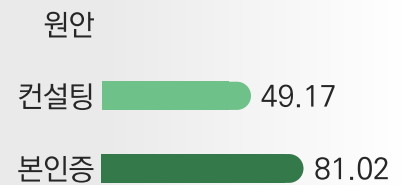
## 등급용 1차에너지소요량

(kWh/m²·y)



## 에너지 자립률

(%)



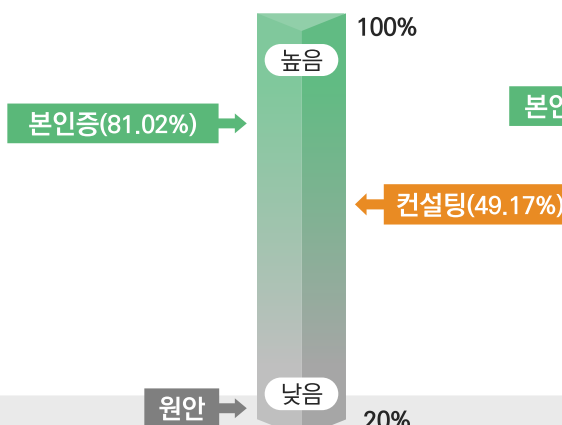
구분	1차에너지 소요량 (kWh/m²·y)					합계	1차에너지 생산량 (kWh/m²·y)	등급용 1차에너지 소요량 (kWh/m²·y)	에너지 자립률 (%)
	난방	냉방	급탕	조명	환기				
원안	30.6	18.2	47.9	15.7	41.5	153.9	158.1	123.4	-
컨설팅	36.7	19.3	57.2	16.1	32.2	161.5	156.2	120.6	49.17
본인증	12.4	4.7	19.3	6.3	15.2	57.9	247.2	45.2	81.02

## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교

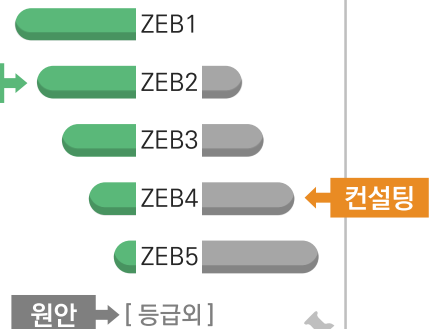
## 건축물에너지효율등급인증



## 에너지 자립률



## ZEB 인증등급







## 조감도



## 건물개요 및 인증결과

본인증

지역	인천광역시
위치	인천 중구 운서동
연면적	4,178.01 m <sup>2</sup>
규모	지하1층 ~ 지상3층
용도	업무시설
인증 취득일	2020.10.15
인증 등급	제로에너지건축물



## 적용 기술

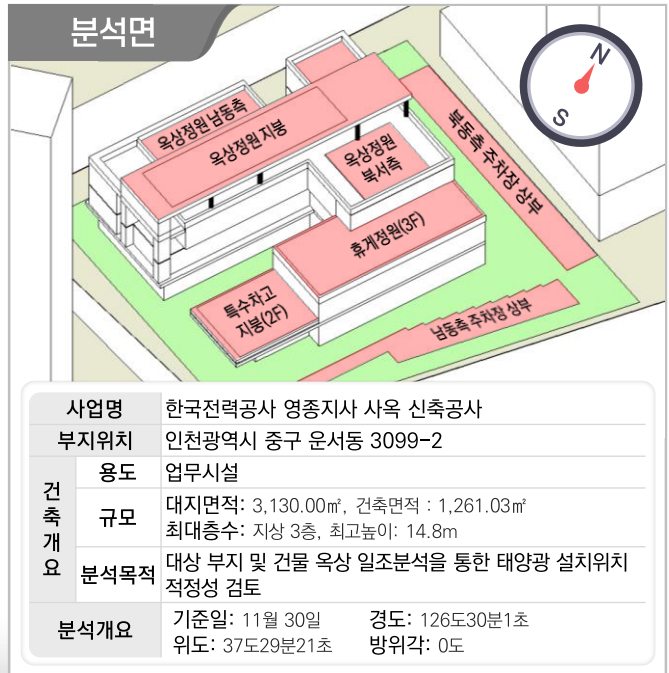
기술구분	원안	컨설팅 제안	최종(본인증)
패시브 기술	창호	24mm 로이복층유리 (SHGC 0.516)	24mm 컬러로이복층유리(아르곤, SHGC 0.26)
	단열	외단열_압출법보온판특호 120mm	
	기타	-	엘리베이터, 회전문 하부, 창호 등 기밀테이프 시공 열교 취약부위 열교차단 파스너 적용
액티브 기술	냉·난방	열원시스템 : EHP (COP_난방 : 3.69, 냉방 : 3.41)	열원시스템 : GHP (COP_난방 : 4.14, 냉방 : 5.31)
	환기	전열교환기(열회수율_난방 : 70%, 냉방 : 45%)	전열교환기 (열회수율_난방 : 66%, 냉방 : 55%)
	조명	고효율 LED조명 (조명밀도 4.5 W/m <sup>2</sup> )	고효율 LED조명 (조명밀도 6.94 W/m <sup>2</sup> )
신재생 기술	태양광	옥상, 고정식 PV 32.4 kWp (400W, 발전효율 19.3%)	고정식 PV 95.6 kWp (옥상 56.8 kWp, 주차장 PV 38.8 kWp, (400W, 발전효율 19.3%))
	지열	난방용량 : 207.9 kW, 냉방용량 : 263.7 kW (밀폐형)	난방용량 : 251.9 kW 냉방용량 : 253.3 kW (밀폐형)

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

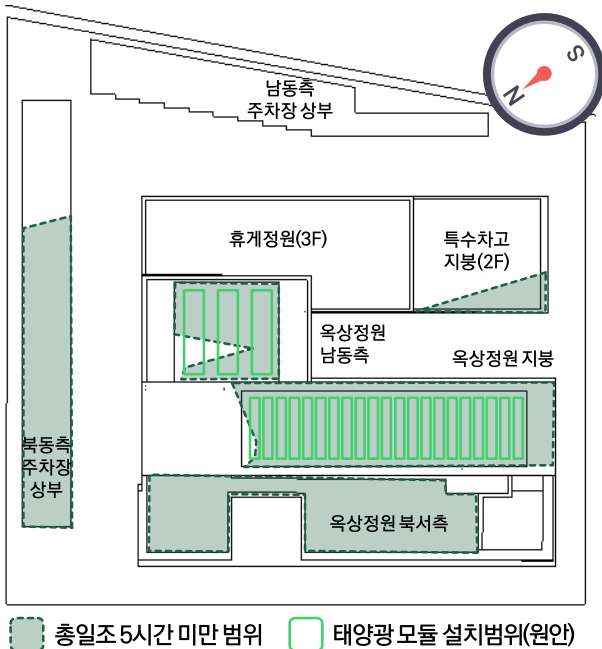


## 일조분석을 통한 태양광 설치위치 검토

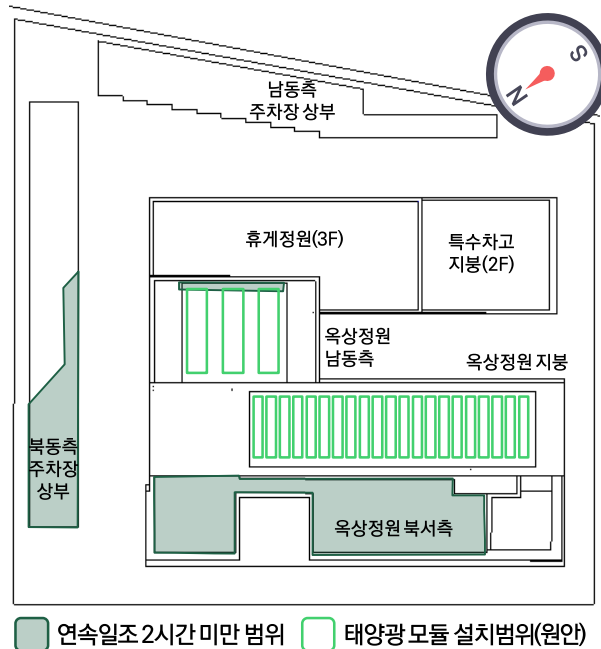
### 일조분석 개요



### 총일조 5시간 미만 기준으로 분석



### 연속일조 2시간 미만 기준으로 분석

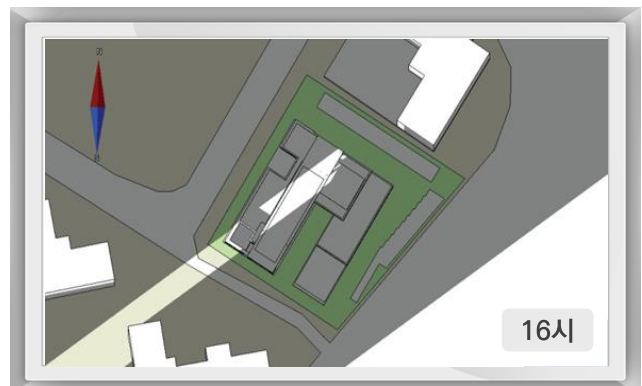
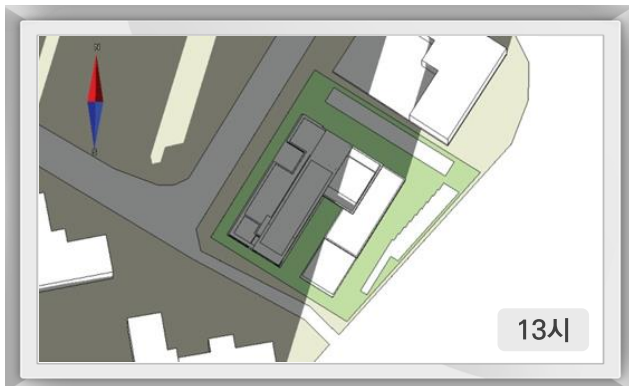


- ✓ 신재생에너지 설치기준 총일조 5시간 이상 검토결과, 남서측 공동주택으로 인한 태양광PV 일조영향 발생
- ✓ 제로에너지 인증을 고려한 연속일조 2시간 이상 검토결과, 원안 및 태양광 추가설치위치 일조기준 만족



## 일조분석을 통한 태양광 설치위치 검토

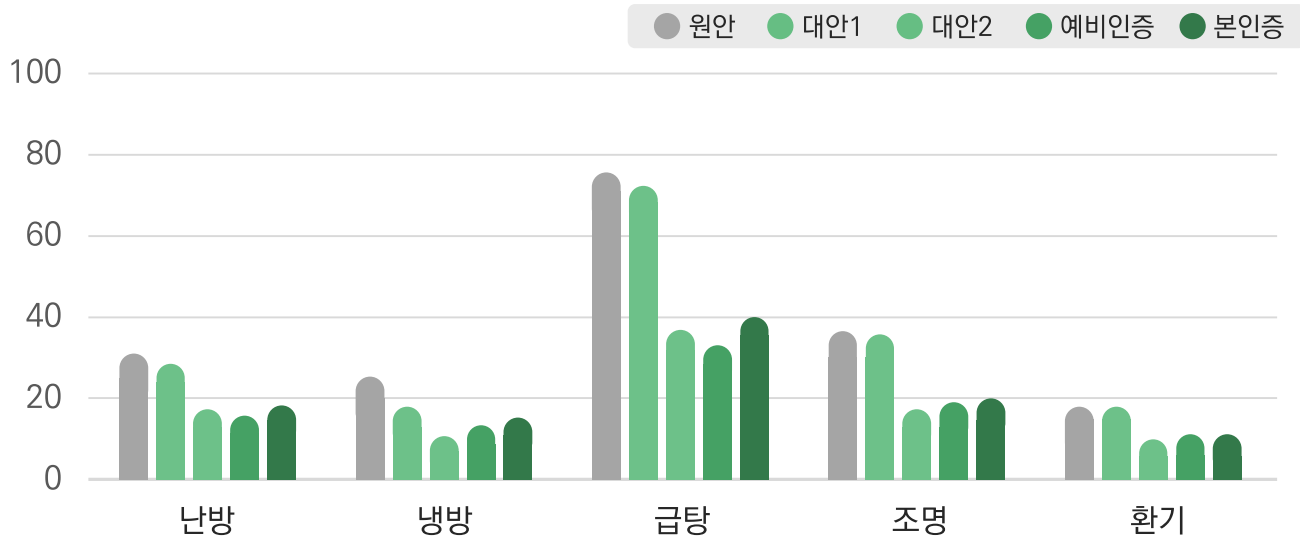
### 일조분석 - 시간대별 그림자



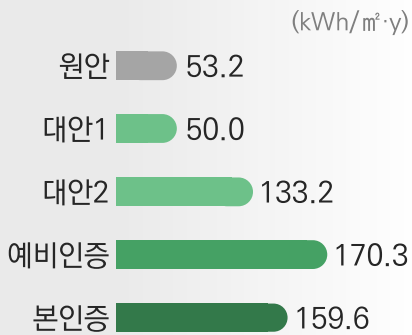


## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교

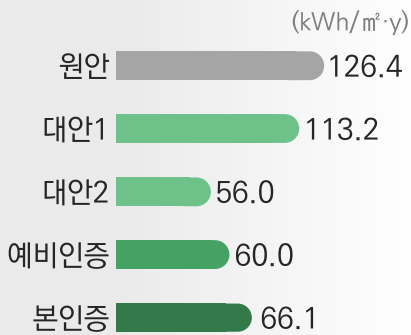
### 1차에너지소요량



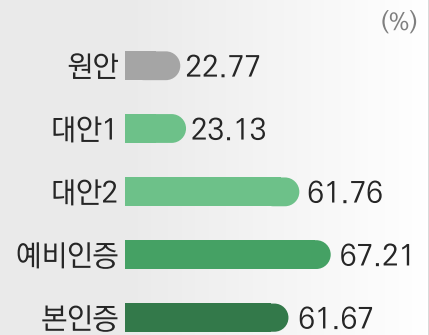
### 1차에너지 생산량



### 등급용 1차에너지소요량



### 에너지 자립률

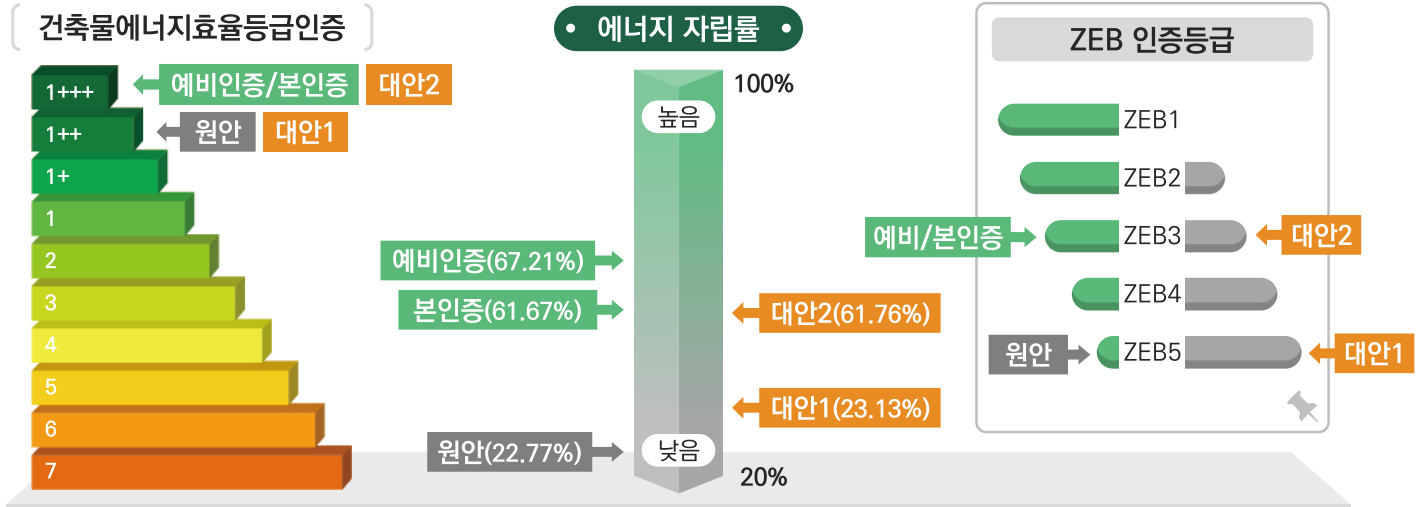


구분	1차에너지 소요량 (kWh/m²·y)					합계	1차에너지 생산량 (kWh/m²·y)	등급용 1차에너지 소요량 (kWh/m²·y)	에너지 자립률 (%)
	난방	냉방	급탕	조명	환기				
원안	31.1	25.5	73.1	34.2	16.6	180.5	53.2	126.4	22.77
컨설팅	대안1	30.2	14.6	71.8	33.6	166.4	50.0	113.2	23.13
	대안2	14.8	7.3	35.7	16.7	82.5	133.2	56.0	61.76
예비인증	14.2	11.0	31.0	18.4	8.5	83.1	170.3	60.0	67.21
본인증	17.3	12.9	39.9	20.7	8.4	99.2	159.6	66.1	61.67





## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교



## 에너지 최적설계 전/후 공사비 절감효과 비교

최적설계 내용	시스템 개선을 위한 추가 공사비(원)	신재생 공사비 절감효과(원)	공사비 증액 검토
외피성능 최적화 (창호성능 개선, 기밀테이프 시공) → 설비시스템 용량 최적화	- (기밀테이프 시공비용 제외)	43,200,000 (태양광 14.4kWp 절감효과)	(증)47,400,000
시스템에어컨 COP 향상	-	1,800,000 (태양광 0.6kWp 절감효과)	
태양광 PV 추가 설치 - 옥상 32.4 → 옥상, 주차장 95.6 kWp	92,400,000	-	



## 조감도



## 건물개요 및 인증결과

본인증

지역	경기
위치	광명시 철산2동
연면적	577.0㎡
규모	지하 1층, 지상 3층
용도	노유자시설
인증 취득일	2020.12.15
인증 등급	제로에너지건축물



## 적용 기술

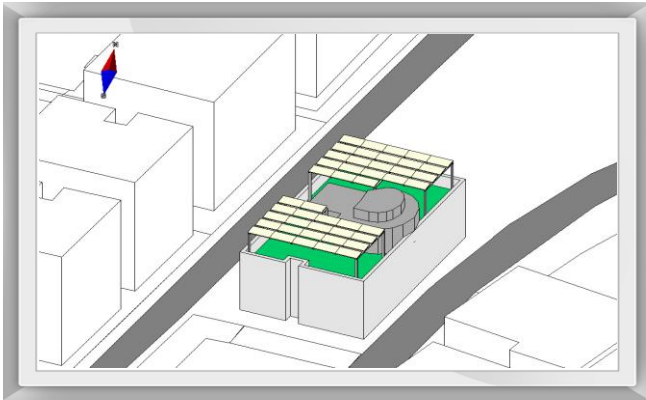
기술구분	원안	컨설팅 제안	최종(본인증)
패시브 기술	창호 12mm 일반복층유리 (SHGC 0.717) 22mm 일반복층유리 (SHGC 0.717)	44mm 로이복층유리(이중창, SHGC 0.266) 22mm 로이복층유리(SHGC 0.516)	
	단열 내단열_경질우레탄2종2호 40mm	외단열_PF보드 90mm	
	기타 -	엘리베이터, 화전문 하부, 창호 등 기밀테이프 시공 열교 취약부위 열교차단 파스너 적용	
액티브 기술	냉·난방 온열원시스템 : 가스보일러 (효율 : 80%) 냉열원시스템 : EHP (COP_냉방 : 2.89~3.43)	온열원시스템 : 가스보일러 (효율 : 92%) 냉열원시스템 : EHP (COP_냉방 : 3.10~4.10)	
	환기 -	전열교환기(열회수율_난방 : 72%, 냉방 : 61%)	전열교환기(열회수율_난방 : 74%, 냉방 : 63%)
	조명 형광등 + LED조명 (조명밀도 6.94 W/㎡)	고효율 LED조명(조명밀도 5.51 W/㎡)	
신재생 기술	태양광 옥상 고정식 BIPV 17.0 kWp (250W 모듈, 단결정)	옥상 고정식 PV 17.0 kWp (420W, 발전효율 20.26%)	옥상 고정식 PV 18.90 kWp (420W, 발전효율 19.6%)

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

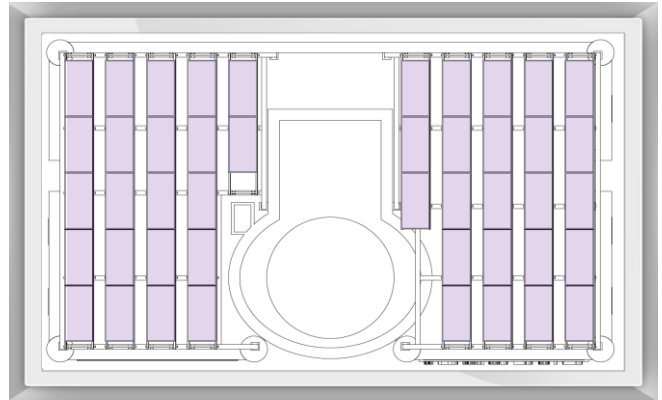


## 일조분석을 통한 태양광 설치위치 검토

### 분석 모델링



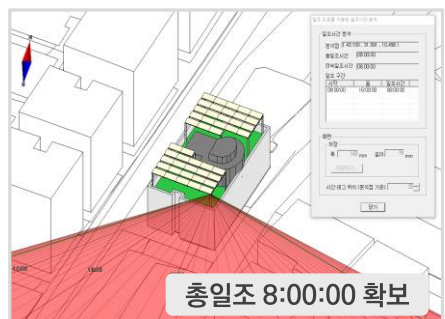
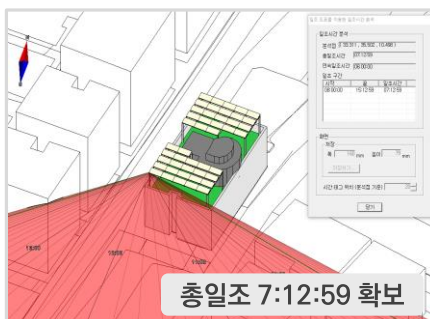
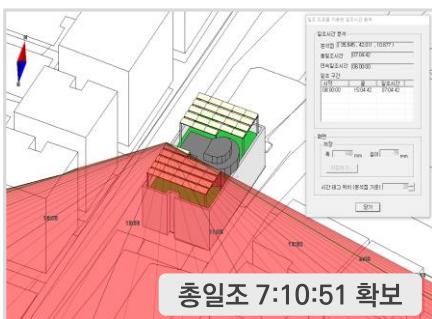
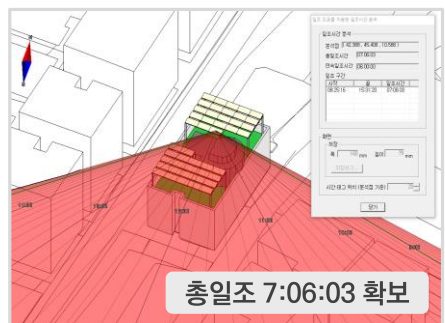
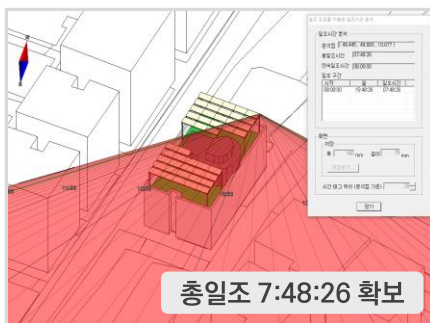
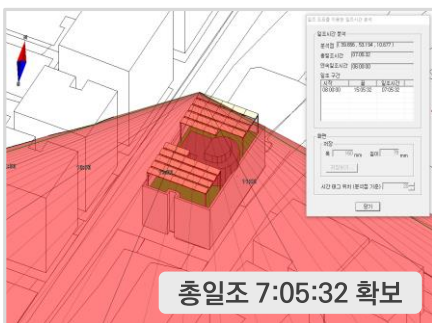
### 태양광 설치계획



	내용
건물명	시립철산어린이집
대지위치	경기도 광명시 철산 2동
위도	37 ° 28' 56"
경도	126 ° 51' 43"
분석기준일	11월 30일

	내용
모듈출력	420W
모듈효율	20.26%
모듈규격	2,080mm × 1,030mm
총 설치용량	18.9 kWp
설치각도	10 °

### 일영차트 분석

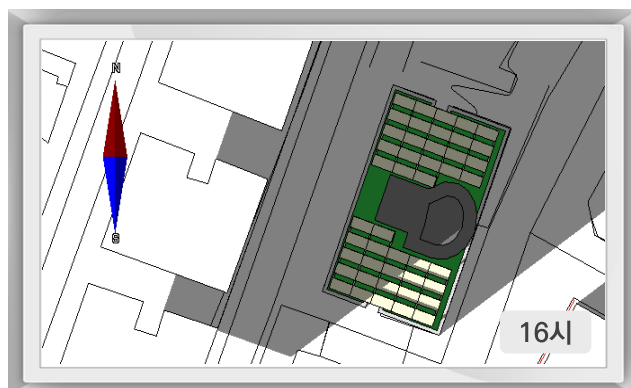
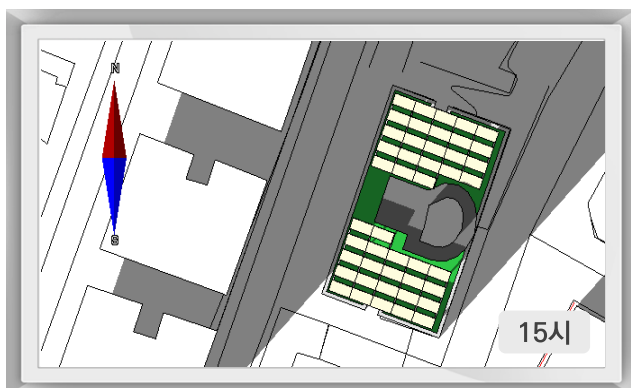
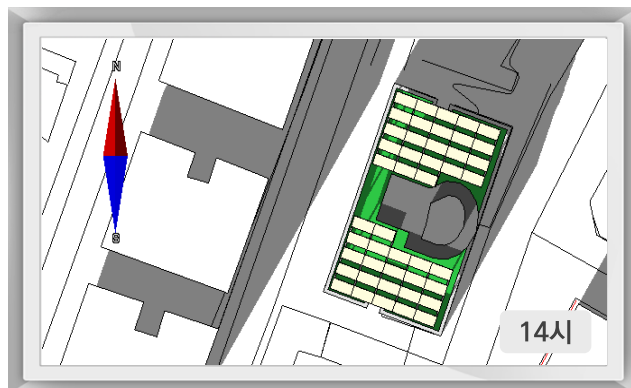
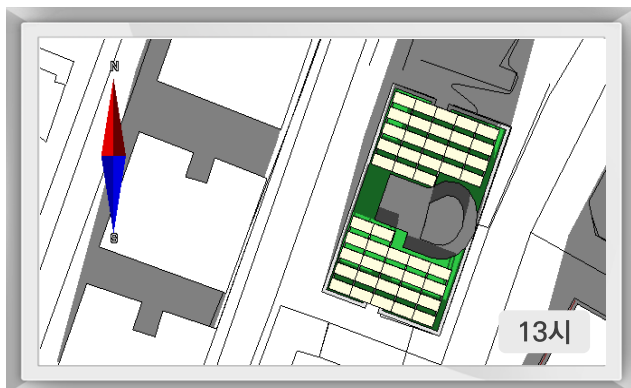
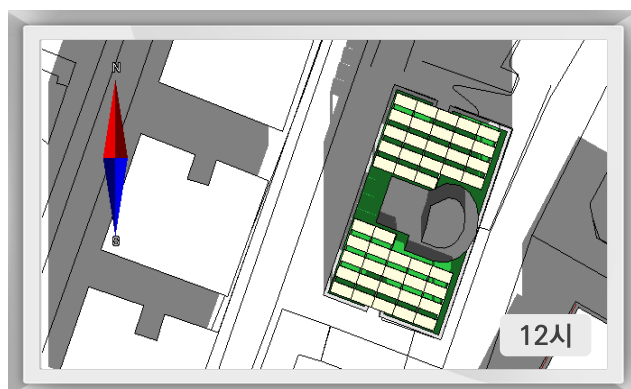
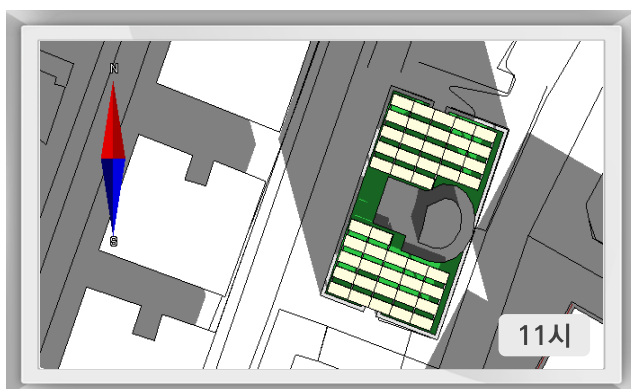
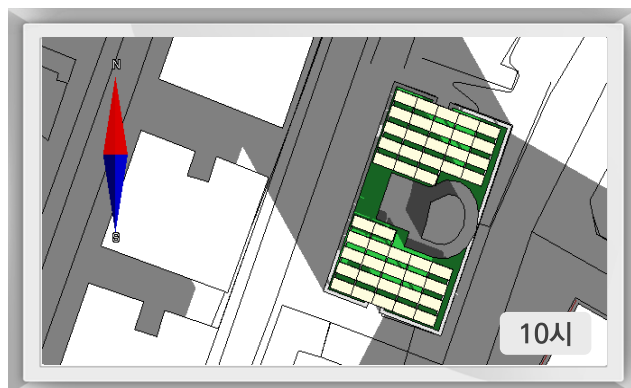
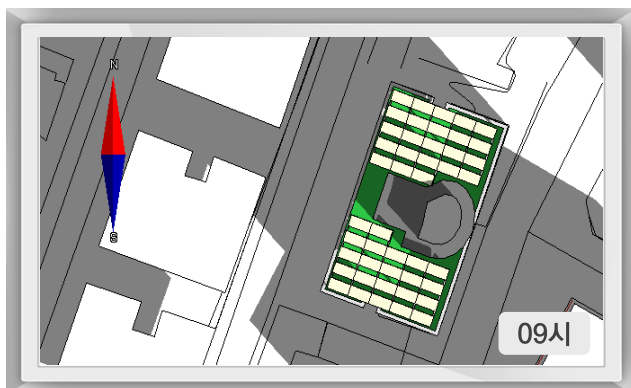


✓ 전체 태양광 모듈 총일조 7시간 이상 확보로 신재생에너지 발전 성능 극대화



## 일조분석을 통한 태양광 설치위치 검토

### 일조분석 - 시간대별 그림자







## 리모델링을 통한 패시브·액티브 적용기술 검토

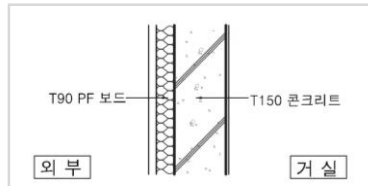
### 리모델링 (패시브) 주요 적용 기술

항목		리모델링 전	리모델링 후	개선 효과
외피	외벽 열관류율	0.580 W/㎡·K	0.211 W/㎡·K	174.9% 향상
	바닥 열관류율	0.580 W/㎡·K	0.121 W/㎡·K	379.3% 향상
	지붕 열관류율	0.410 W/㎡·K	0.137 W/㎡·K	199.3% 향상

※ 기존건축물 열관류율 : 1998년 인허가 대상으로 당시 법적 열관류율 기준 적용

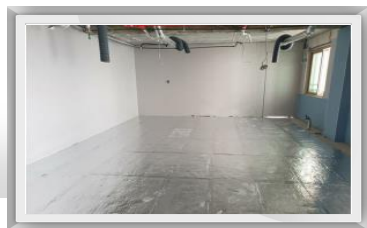
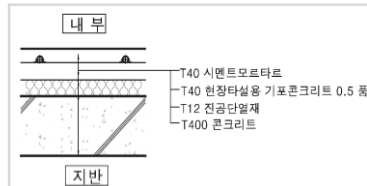
#### 벽체

- PF보드 90mm 적용(외단열)
- 준불연단열재 적용으로 열성능 및 화재 안정성 확보



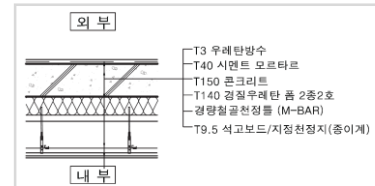
#### 바닥

- 진공단열재 12mm 적용
- 단열성능 확보 및 실내 층고 확보를 위하여 활용

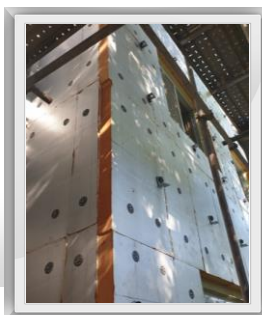


#### 지붕

- 경질우레탄 2종2호140mm 적용
- 준불연단열재 적용으로 열성능 및 화재 안정성 확보



### 열교차단 화스너 시공예시 및 효과



※ 출처 : ㈜이비엠리더 열교차단파스너 카달로그

#### 열교저감 성능비교

구 분		일반 파스너	열교차단 파스너	비 고
온도(℃)	실외 공기온도	-7.05	-7.18	△ 0.13
	구조체 표면온도	8.82	15.15	△ 6.33
	실내 공기온도	17.93	18.39	△ 0.46
열류량(W/㎡)	실내측	18.77	9.31	△ 49.6%



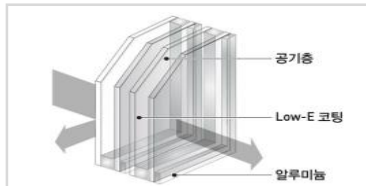
## 리모델링을 통한 패시브·액티브 적용기술 검토

### 리모델링 (패시브) 주요 적용 기술

항목	리모델링 전		리모델링 후		개선 효과
	열관류율	SHGC	열관류율	SHGC	
외피	이중창	4.000W/m <sup>2</sup> ·K 0.717 (12mm 일반복층유리)	0.983W/m <sup>2</sup> ·K	0.266 (44mm 로이복층유리 이중창)	306.9% 향상
	단창	2.800W/m <sup>2</sup> ·K 0.717 (22mm 일반복층유리)	1.469W/m <sup>2</sup> ·K	0.516 (24mm 로이복층유리)	90.6% 향상

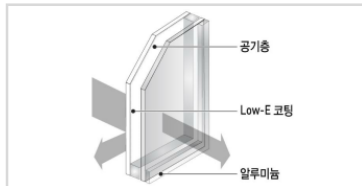
#### 이중창

-로이복층 이중창  
(T22 + T22 로이복층유리)



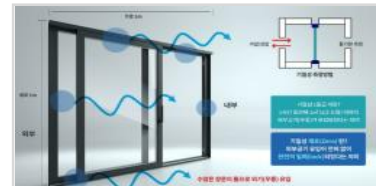
#### 단창

-로이복층 단창  
(T24 로이복층 유리)



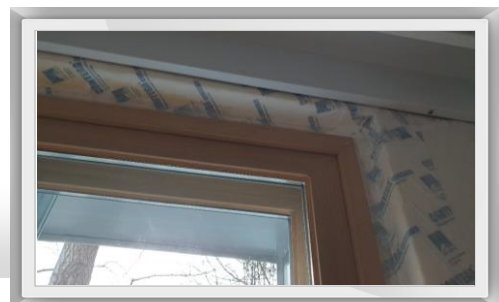
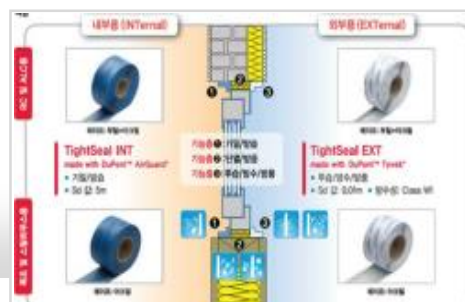
#### 기밀성

-기밀성 1등급 창호 100% 적용  
(통기량 1.00m<sup>3</sup>/h·m<sup>2</sup>)



#### 창호 기밀테이프

- 창호 주변 기밀 테이프 시공으로 침기율 감소





## 리모델링을 통한 패시브·액티브 적용기술 검토

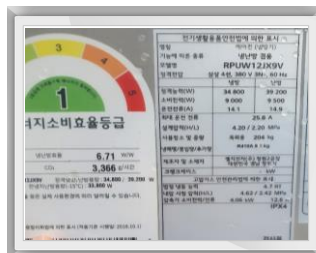
### 리모델링 (액티브) 주요 적용 기술

항목		리모델링 전	리모델링 후 개선 효과(성능)	기타 내용
설비	보일러	- 효율 80% (용량 확인불가)	- 효율 92%이상 (용량 87.52kW)	에너지소비효율 1등급
	EHP	- 성적계수(COP) 2.89~3.43 (용량 확인불가)	- 성적계수(COP) 4.10 적용 (OAC-1 64kW)	에너지소비효율 1등급
	에어컨	- PAC-1 10kW - PAC-2 9kW	- 성적계수(COP) 3.33 적용 - 성적계수(COP) 3.10 적용	냉방기기 유지관리 주기적인 교체로 기존 제품 활용
	조명	- 형광등+LED 사용	- 고효율 LED 조명기구 사용 (전체 LED 100% 교체)	조명밀도 : 5.51 W/m <sup>2</sup>
	전열 교환기	- (미 설치)	- 전열교환기 적용 (유효전열교환효율 냉방 63%, 난방 74%)	미세먼지 저감 75% 필터 적용
	태양광	- (미 설치)	- 18.9kWp 설치 (효율 19.6% 적용)	420W 모듈 45장 설치
	BEMS	- (미 설치)	- BEMS 설치 (전기, 가스 용도별 계측)	15분마다 계측 (웹에서 확인)

보일러



EHP



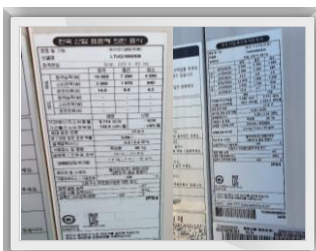
전열 교환기



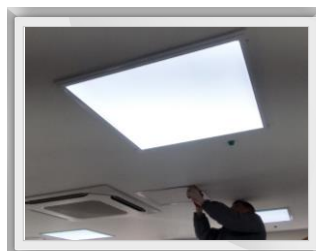
BEMS



에어컨-PAC



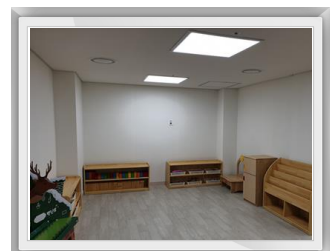
LED



태양광



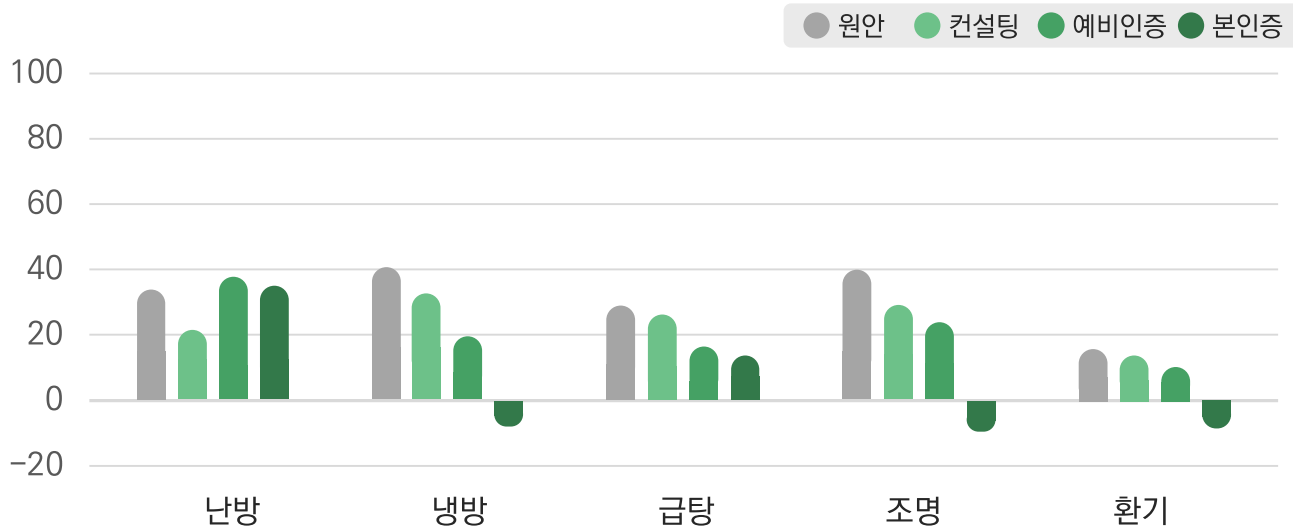
친환경 벽지, 페인트



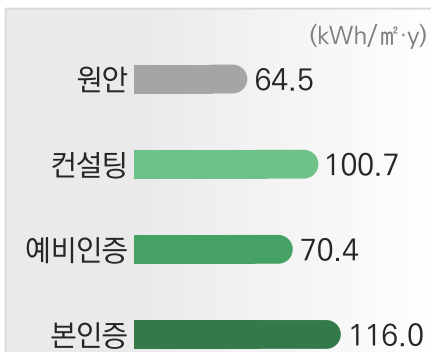


## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교

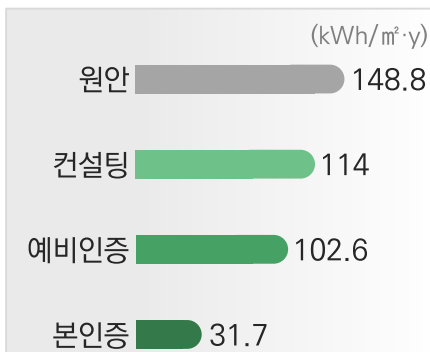
## 1차에너지소요량



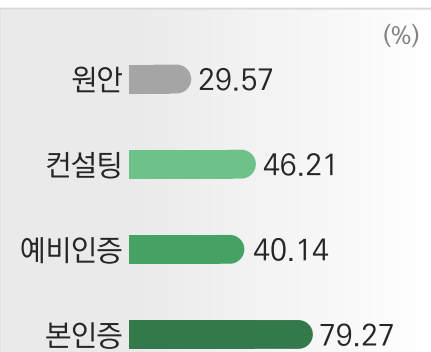
## 1차에너지 생산량



## 등급용 1차에너지소요량



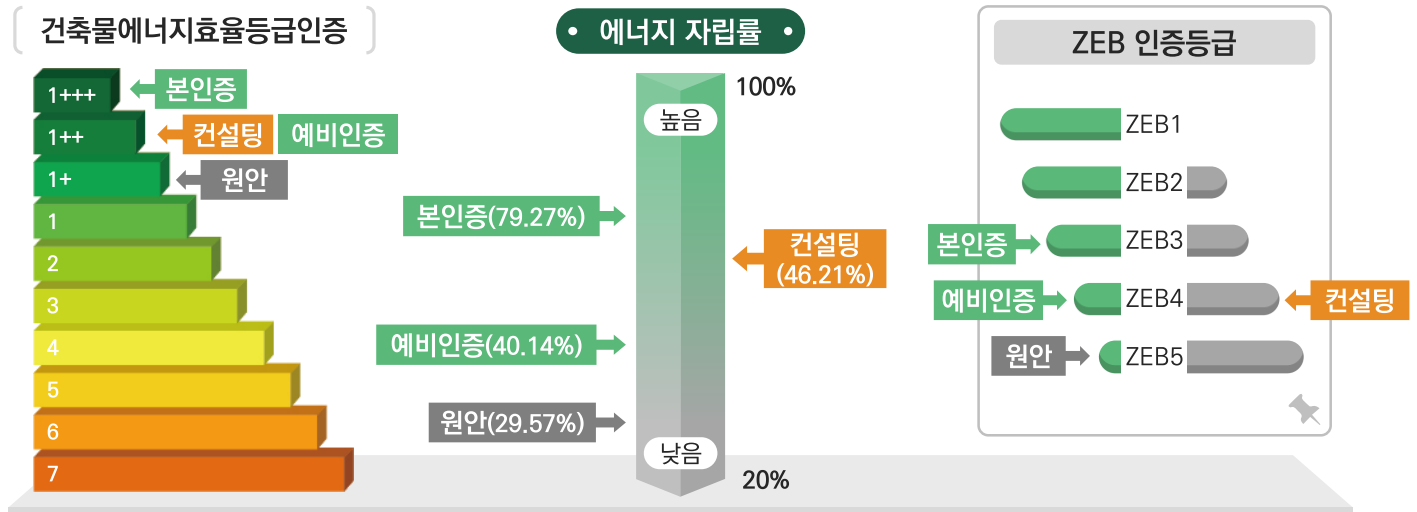
## 에너지 자립률



구분	1차에너지 소요량 (kWh/m²·y)					합계	1차에너지 생산량 (kWh/m²·y)	등급용 1차에너지 소요량 (kWh/m²·y)	에너지 자립률 (%)
	난방	냉방	급탕	조명	환기				
원안	31.8	41.1	27.0	39.6	14.1	153.6	64.5	148.8	29.57
컨설팅	24.3	28.9	26.3	27.8	9.9	117.2	100.7	114.0	46.21
예비인증	35.9	23.0	13.2	22.9	10.0	105.0	70.4	102.6	40.14
본인증	34.5	-5.0	11.2	-6.7	-3.7	30.3	116.0	31.7	79.27



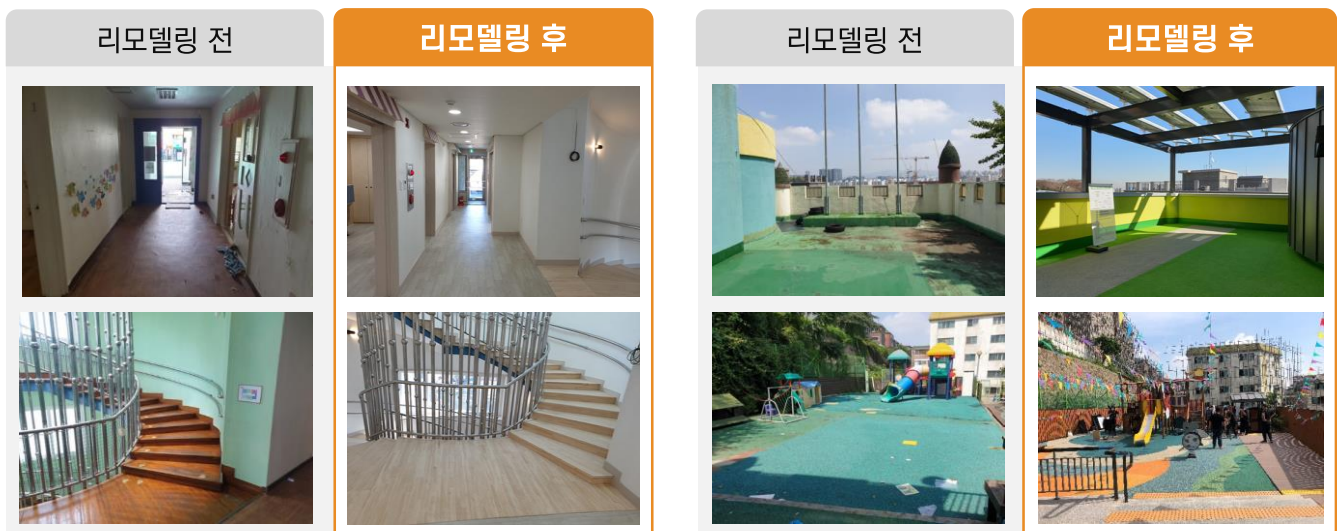
## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교



## 에너지 최적설계 전/후 공사비 절감효과 비교

최적설계 내용	시스템 개선을 위한 추가 공사비(원)	신재생 공사비 절감효과(원)	공사비 증액 검토
태양광 수평면 BIPV 감축 설치 - 옥상 17.0 kWp → 0 kWp	-	102,000,000	(감)56,100,000
태양광 고정식 PV 추가 설치 - 옥상 0 kWp → 17.0 kWp	45,900,000	-	

## 리모델링 전/후 실내외 사진 비교







## 조감도



## 건물개요 및 인증결과

본인증

지역	인천광역시
위치	인천 부평구 부평동
연면적	3,705.64㎡
규모	지하 2층, 지상 4층
용도	업무시설
인증 취득일	2021.05.17
인증 등급	제로에너지건축물



## 적용 기술

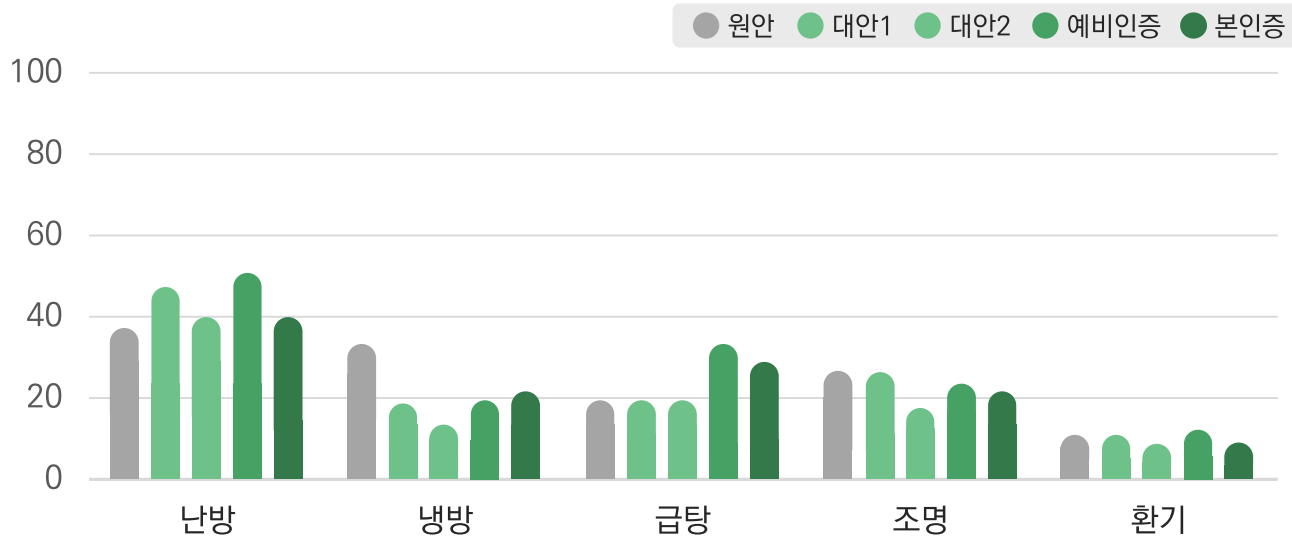
기술구분	원안	컨설팅 제안	최종(본인증)
패시브 기술	창호	42mm 로이삼중유리 (아르곤, SHGC 0.345)	42mm 컬러로이삼중유리 (아르곤, SHGC 0.18)
	단열	외단열_PF보드 150mm	외단열_PF보드 80mm
	기타	-	엘리베이터, 회전문 하부, 창호 등 기밀테이프 시공 열교 취약부위 열교차단 파스너 적용
액티브 기술	냉·난방	열원시스템 : EHP (COP_난방 : 2.68, 냉방 : 2.84) GHP (COP_난방 : 1.46, 냉방 : 1.57)	온열원시스템 : GHP (COP_난방 : 1.81, 급탕 : 97.4%) 냉열원시스템 : GHP (COP_냉방 : 1.63)
	환기	전열교환기 (열회수율_난방 : 66.3%, 냉방 : 78.5%)	전열교환기 (열회수율_난방 : 78%, 냉방 : 65%)
	조명	LED조명 (조명밀도 6.5 W/㎡)	고효율 LED조명 (조명밀도 5W/㎡ 이하)
신재생 기술	태양광	옥상, 고정식 PV 24.05 kWp (370W, 발전효율 18.99%)	옥상, 계단탑 고정식 PV 42.55 kWp (370W, 발전효율 18.99%)
	연료 전지	열생산능력 : 5 kW (열생산효율 : 57.8%, 발전효율 36.8%)	열생산능력 : 8.73 kW (열생산효율 : 47.4%, 발전효율 32.59%)

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

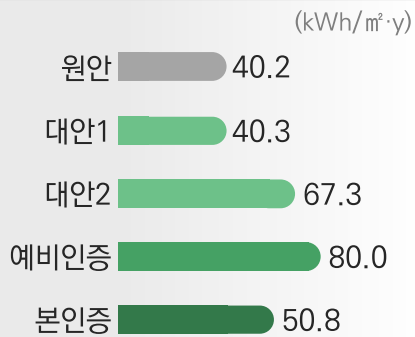


## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교

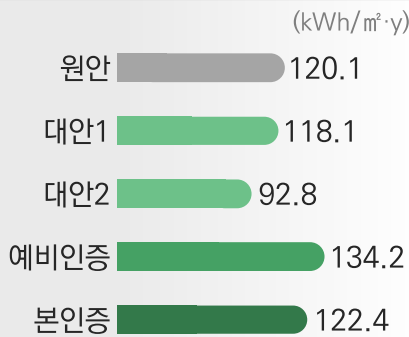
### 1차에너지소요량



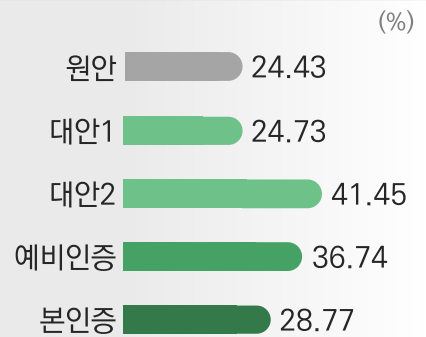
#### 1차에너지 생산량



#### 등급용 1차에너지소요량



#### 에너지 자립률



구분	1차에너지 소요량 (kWh/m²·y)					합계	1차에너지 생산량 (kWh/m²·y)	등급용 1차에너지 소요량 (kWh/m²·y)	에너지 자립률 (%)
	난방	냉방	급탕	조명	환기				
원안	35.5	32.9	19.8	27.7	8.4	124.3	40.2	120.1	24.43
컨설팅	대안1	48.2	18.3	19.8	27.6	8.3	122.3	40.2	24.73
	대안2	40.1	15.7	19.5	15.3	4.6	95.1	67.3	41.45
예비인증	48.3	22.2	33.0	24.3	10.0	137.8	80.0	134.2	36.74
본인증	39.8	23.2	29.8	23.8	9.2	125.8	50.8	122.4	28.77

The infographic illustrates the mapping between building energy efficiency levels and ZEB certification levels. On the left, a staircase represents energy efficiency levels from 1 to 7. In the center, a vertical bar shows the percentage of buildings in each level: 100% (Level 1), 41.45% (Level 2), 24.73% (Level 3), 36.74% (Level 4), 28.77% (Level 5), 24.43% (Level 6), and 0% (Level 7). On the right, ZEB certification levels from ZEB1 to ZEB5 are shown, with corresponding energy efficiency level ranges indicated by arrows.

Energy Efficiency Level	Percentage	ZEB Certification Level
1	100%	ZEB1
2	41.45%	ZEB2
3	24.73%	ZEB3
4	36.74%	ZEB4
5	28.77%	ZEB5
6	24.43%	Below ZEB5
7	0%	Below ZEB5

최적설계 내용		시스템 개선을 위한 추가 공사비(원)	신재생 공사비 절감효과(원)	공사비 증액 검토
대안1 (ZEB5)	외피성능 최적화 (창호성능 개선, 기밀테이프 시공)	- (기밀테이프 시공비용 제외)	5,000,000 (태양광 1.6kWp 절감효과)	공사비 0.5억원 절감효과
대안2 (ZEB4)	외피성능 최적화 (창호성능 개선, 기밀테이프 시공)	- (기밀테이프 시공비용 제외)	5,000,000 (태양광 1.6kWp 절감효과)	(증)44,950,000
	태양광 고정식 PV 추가 설치 - 옥상 24.05 → 옥상, 계단탑 42.55 kWp	49,950,000	-	



## 조감도



## 건물개요 및 인증결과

본인증

지역	강원
위치	삼척시 갈천동
연면적	746.56㎡
규모	지상 4층
용도	노유자시설
인증 취득일	2021.07.15
인증 등급	제로에너지건축물



## 적용 기술

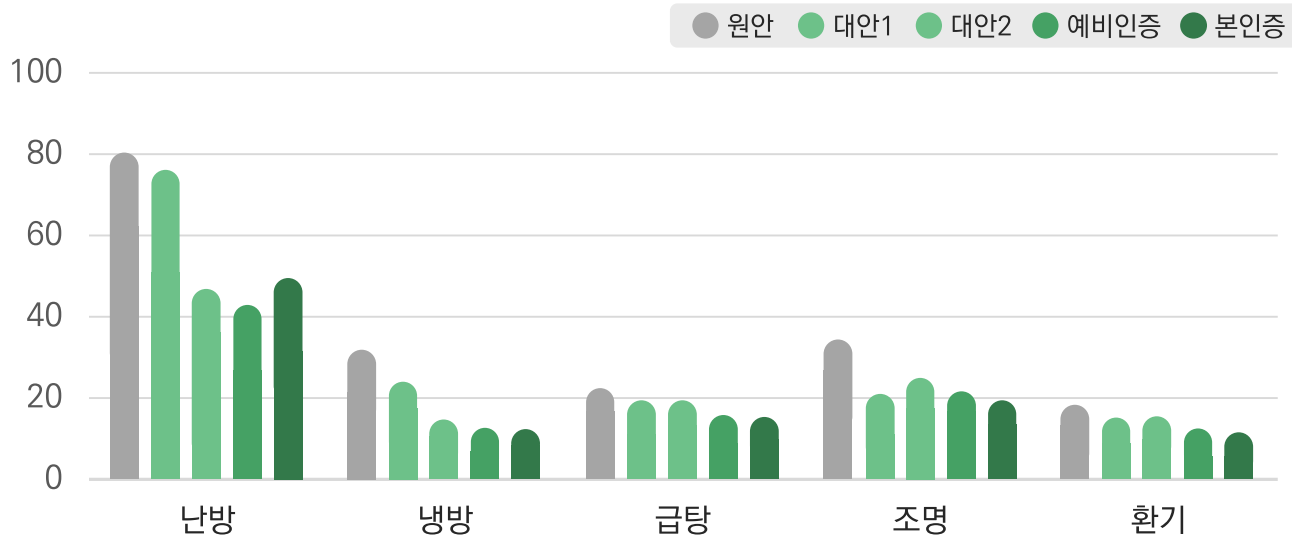
기술구분	원안	컨설팅 제안	최종(본인증)
패시브 기술	창호	24mm 로이복층유리 (아르곤, SHGC 0.516)	24mm 컬러로이복층유리 (아르곤, SHGC 0.26)
	단열 (지붕)	외단열_글라스울보온판48k 220mm	외단열_글라스울보온판 48k 310mm
	기타	-	엘리베이터, 회전문 하부, 창호 등 기밀테이프 시공 열교 취약부위 열교차단 파스너 적용
액티브 기술	냉·난방	온열원시스템 : EHP (COP_난방 : 3.27, 급탕 : 84%) 냉열원시스템 : EHP (COP_냉방 : 3.84)	온열원시스템 : EHP (COP_난방 : 4.54, 급탕 : 100%) 냉열원시스템 : EHP (COP_냉방 : 4.12)
	조명	고효율 LED조명 (조명밀도 5.95 W/㎡)	
신재생 기술	태양광	-	옥상 고정식 PV 8.40 kWp (420W, 발전효율 20.26%)

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



## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교

## 1차에너지소요량



## 1차에너지 생산량

(kWh/m²·y)

원안	
대안1	40.3
대안2	38.3
예비인증	62.1
본인증	63.2

## 등급용 1차에너지소요량

(kWh/m²·y)

원안	177.7
대안1	138.1
대안2	135.0
예비인증	106.5
본인증	93.4

## 에너지 자립률

(%)

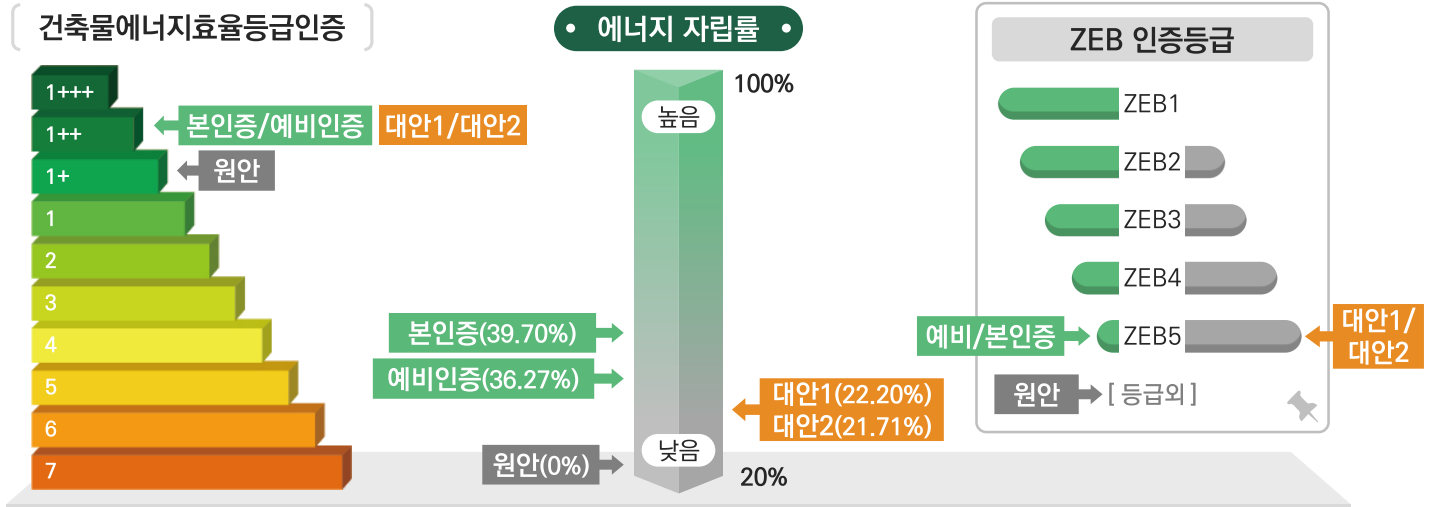
원안	
대안1	22.20
대안2	21.71
예비인증	36.27
본인증	39.70

구분	1차에너지 소요량 (kWh/m²·y)					합계	1차에너지 생산량 (kWh/m²·y)	등급용 1차에너지 소요량 (kWh/m²·y)	에너지 자립률 (%)
	난방	냉방	급탕	조명	환기				
원안	80.2	31.2	22.5	31.4	16.3	181.6	-	177.7	-
컨설팅	대안1	62.4	24.3	17.5	24.4	141.2	40.3	138.1	22.20
	대안2	69.3	13.9	17.6	24.6	138.1	38.3	135.0	21.71
예비인증	51.2	11.7	14.9	20.8	10.5	109.1	62.1	106.5	36.27
본인증	42.4	10.4	13.6	19.8	9.8	96.0	63.2	93.4	39.70





## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교



## 에너지 최적설계 전/후 공사비 절감효과 비교

최적설계 내용	시스템 개선을 위한 추가 공사비(원)	신재생 공사비 절감효과(원)	공사비 증액 검토
대안1 (ZEB5)			
태양광 고정식 PV 추가 설치 - 지붕 8.82 kWp	23,814,000	-	(증)16,814,000
외피성능 최적화 (단열/창호성능 개선, 기밀테이프 시공)	- (기밀테이프 시공비용 제외)	7,000,000 (태양광 2.6kWp 절감효과)	
대안2 (ZEB5)			
태양광 고정식 PV 추가 설치 - 지붕 8.40 kWp	22,680,000	-	(증)22,680,000



## 조감도



## 건물개요 및 인증결과

본인증

지역	부산광역시
위치	금정구 부곡동
연면적	7,833.84㎡
규모	지하 3층, 지상 3층
용도	교육연구시설 (도서관)
인증 취득일	2021.12.08
인증 등급	제로에너지건축물



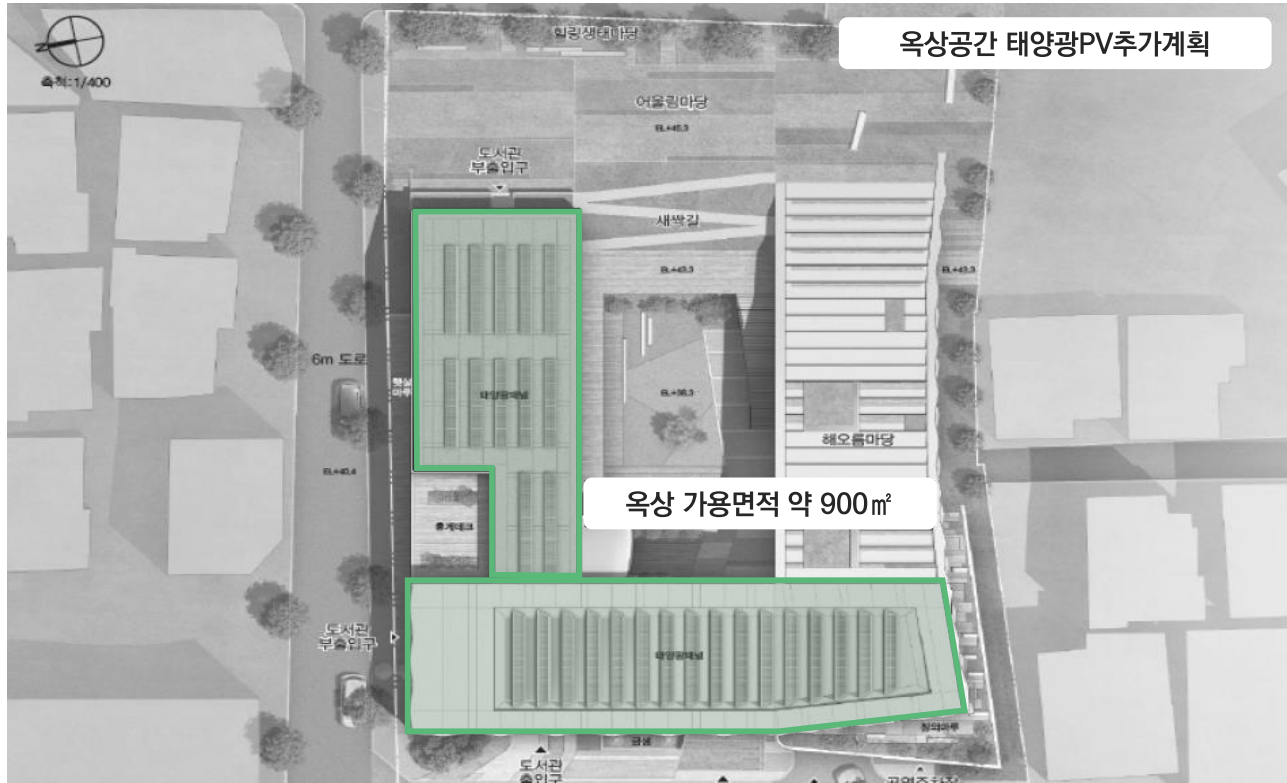
## 적용 기술

기술구분		원안(컨설팅)	예비인증	최종(본인증)
패시브 기술	창호	28mm 로이복층유리 (아르곤, SHGC 0.516)	28mm 로이복층유리 (아르곤, SHGC 0.26)	
	단열	외단열_고성능 난연패널폼단열재 60mm		
	기타	-	엘리베이터, 회전문 하부, 창호 등 기밀테이프 시공 열교 취약부위 열교차단 파스너 적용	
액티브 기술	냉·난방	열원시스템 : EHP (COP_난방: 3.69, 냉방: 3.41)	열원시스템 : GHP (COP_난방: 1.72, 냉방: 1.58)	열원시스템 : GHP (COP_난방: 1.64, 냉방: 1.46)
	환기	-	전열교환기 (열회수율_난방: 72%, 냉방: 50%)	
			-	향온흡습기 설치용량 (난방 35kW, 냉방 80.25kW)
신재생 기술	태양광	옥상, 고정식 PV 75 kWp (300W) + 실내루버형 집광채광장치 101.9 m²	옥상, 고정식 PV 440.33 m²	옥상, 고정식 PV 414.75 m²

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

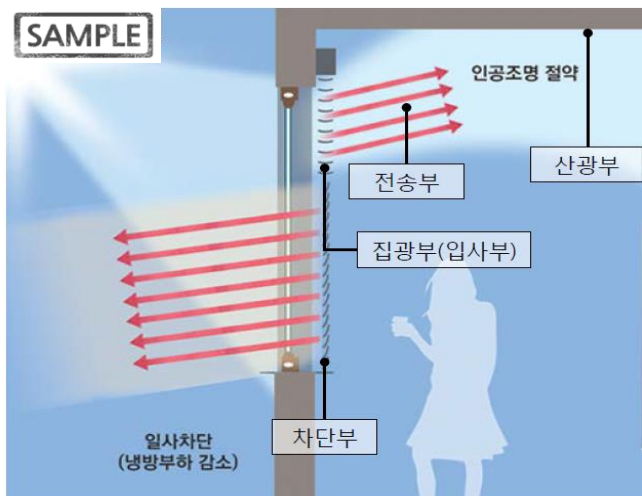


## 일조분석을 통한 태양광 설치위치 검토



- ✓ 태양광 PV 30도 각도 설치 시, 1kW당 설치면적 약 7㎡ 필요 (태양광 패널간 음영을 고려한 이격거리 포함 면적임)
- ✓ 옥상면을 모두 활용하여 태양광 PV 설치 시, 최대 약 120kWp 설치 가능

## 실내 루버형 집광채광 시스템 검토

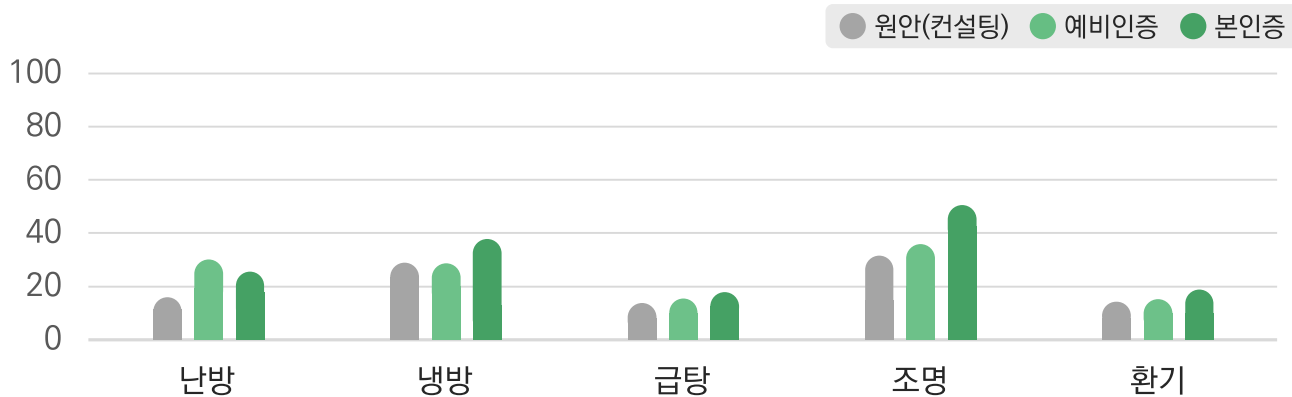


- ✓ 조명에너지 부하 절감으로 인한 신재생에너지원으로 인정이 가능하며, 빛을 실내로 들어오게 하는 오목한 부분에 해당되는 상단 집광부 면적만 설치용량으로 인정됨
- ✓ 업무, 교육시설 등 주간의 실내 쾌적도(시환경, 열환경 등)가 재실자에 미치는 영향이 높은 곳에 효과적으로 적용

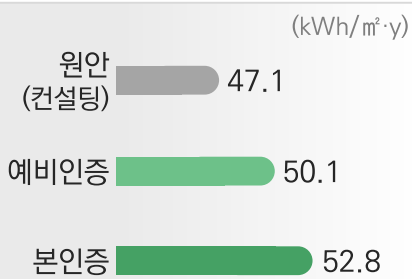


## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교

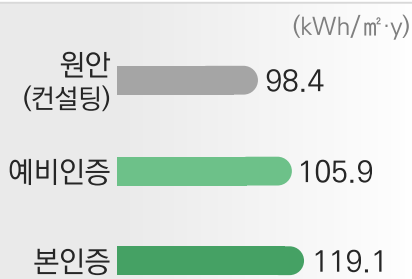
### 1차에너지소요량



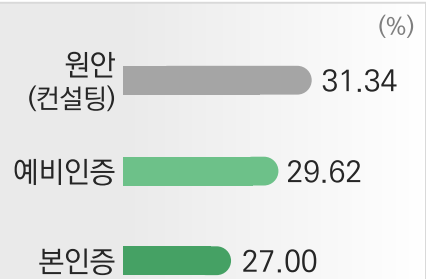
#### 1차에너지 생산량



#### 등급용 1차에너지소요량

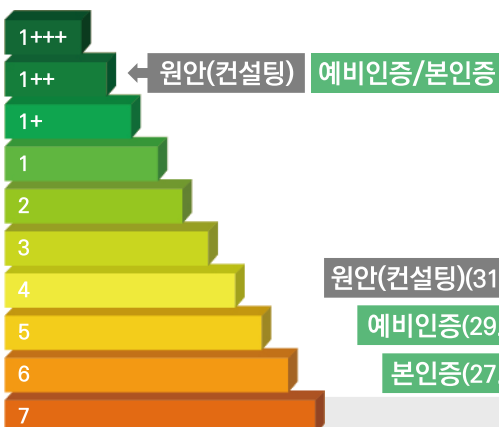


#### 에너지 자립률



구분	1차에너지 소요량 (kWh/m <sup>2</sup> ·y)					합계	1차에너지 생산량 (kWh/m <sup>2</sup> ·y)	등급용 1차에너지 소요량 (kWh/m <sup>2</sup> ·y)	에너지 자립률 (%)
	난방	냉방	급탕	조명	환기				
원안(컨설팅)	13.5	29.5	13.5	28.0	12.5	103.3	47.1	98.4	31.34
예비인증	29.6	29.6	14.7	32.0	13.0	105.9	50.1	105.9	29.62
본인증	23.6	37.7	16.5	48.1	16.6	142.5	52.8	119.1	27.00

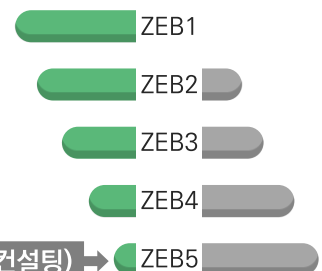
#### 건축물에너지효율등급인증



#### 에너지 자립률



#### ZEB 인증등급





## 조감도



## 건물개요 및 인증결과

예비인증

지역	경북
위치	화성시 동탄2신도시
연면적	5,114.45㎡
규모	지하 1층, 지상 3층
용도	업무시설
인증 취득일	2021.07.14
인증 등급	제로에너지건축물



## 적용 기술

기술구분	원안	컨설팅 제안(예비인증)
패시브 기술	창호	39mm 로이삼중유리 (아르곤)
	단열	외단열_안티화이어보드 220mm
	기타	-
액티브 기술	냉·난방	온열원시스템 : GSHP (COP_난방 : 4.34, 냉방 : 4.34) 냉열원시스템 : GSHP (COP_냉방 : 4.85)
	환기	전열교환기 (열회수율_난방 : 63.5%, 냉방 : 49.1%)
	조명	고효율 LED조명 (조명밀도 6.53 W/㎡)
신재생 기술	태양광	옥상, 고정식 PV 362.03kWp (발전효율 20.12%)
	지열	밀폐형 393.75kW(45공)

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





### 평균 조명밀도 산출을 통한 조명부하 검토

구분	전체면적	전체전력량	조명밀도 (W/m <sup>2</sup> )
B1F	50.48m <sup>2</sup>	284W	5.63W/m <sup>2</sup>
1F	1501.43m <sup>2</sup>	10860W	7.23W/m <sup>2</sup>
2F	1,555.38m <sup>2</sup>	10471W	6.73W/m <sup>2</sup>
3F	747.32m <sup>2</sup>	4680W	6.26W/m <sup>2</sup>
평균 조명밀도	3,851.55m <sup>2</sup>	26,295W	6.82W/m <sup>2</sup>

✓ 평균 조명밀도 6.82W/m<sup>2</sup>(비난방공간, ex 기계실 제외) → 5.0W/m<sup>2</sup> 이하로 조명 부하 절감 권장

### 순환펌프(인버터제어) 적용 검토

펌프																
창비 번호	수량	용도	형식	설치 위치	유량 ℓ/min	양정 m	관경		전기사양		효율		예비	비상 전원	제어	
							흡입	토출	소비 전력 kW	전원 Ph-v-Hz	A	B				
P-01	1SET	급수 가압용	부스터	기계실	90x3	47	65	65	1.5x3	3-380-60	55.68	50.77	-	0	인버터	기타표준부속품 일체 포함
P-02	2	급탕 순환펌프	라인형	기계실	38	10	40	40	0.55	3-380-60	-	-	1	-	-	기타표준부속품 일체 포함
P-03	4	기계실 배수펌프	수중형	기계실	200	13	-	50	1.5	3-380-60	-	-	1	0	-	기타표준부속품 일체 포함
P-04	2	PIT배수 펌프	수중형	기계실	100	13	-	50	1.5	3-380-60	-	-	1	0	-	기타표준부속품 일체 포함
P-05	4	급탕 대류펌프	라인형	기계실	396	15	40	40	1.5	3-380-60	-	-	2	-	-	기타표준부속품 일체 포함
P-06	2	난방 순환펌프	라인형	기계실	180	15	40	40	1.5	3-380-60	-	-	1	-	-	기타표준부속품 일체 포함

✓ 급탕 순환펌프(P-02) 및 지열 2차측 순환펌프(GP-06) 인버터 제어 적용 권장



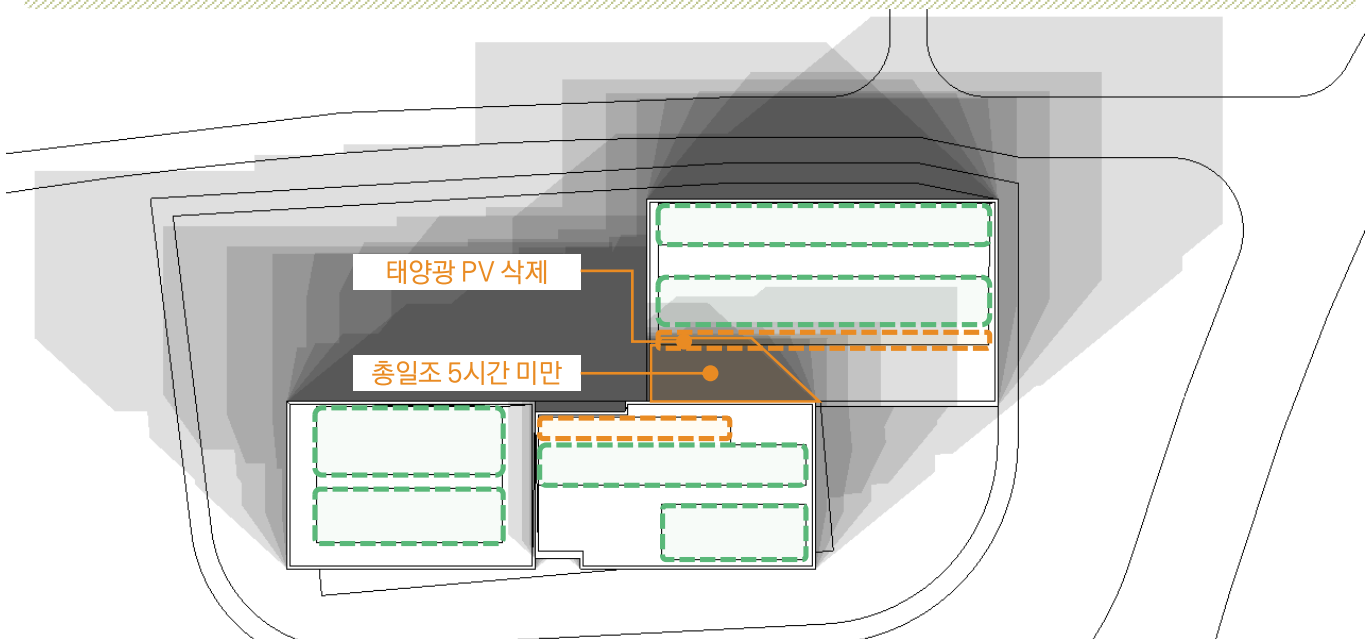
## 기존 설계안 에너지성능

구분	1차에너지 소요량 (kWh/㎡·y)					합계	1차에너지 생산량 (kWh/㎡·y)	등급용 1차에너지 소요량 (kWh/㎡·y)	에너지 자립률 (%)
	난방	냉방	급탕	조명	환기				
컨설팅 제안 (예비인증)	-6.1	-5.5	-7.0	-16.1	-6.1	-40.8	180.7	-34.9	129.1

## 에너지 최적설계 전/후 공사비 절감효과 비교

최적설계 내용		시스템 개선을 위한 추가 공사비(원)	신재생 공사비 절감효과(원)	공사비 증액 검토
대안1 (ZEB1)	태양광 고정식 PV 감축 설치 - 옥상 204.59, 주차장 157.44 → 210.71kWp	-	378,300,000	(감) 378,300,000
대안2	태양광 고정식 PV 추가 설치 - 옥상 210.74 kWp → 366.95kWp	390,525,000	-	(감) 81,975,000
	지열히트펌프 감축 - 밀폐형 393.75kW → 삭제	-	472,500,000	

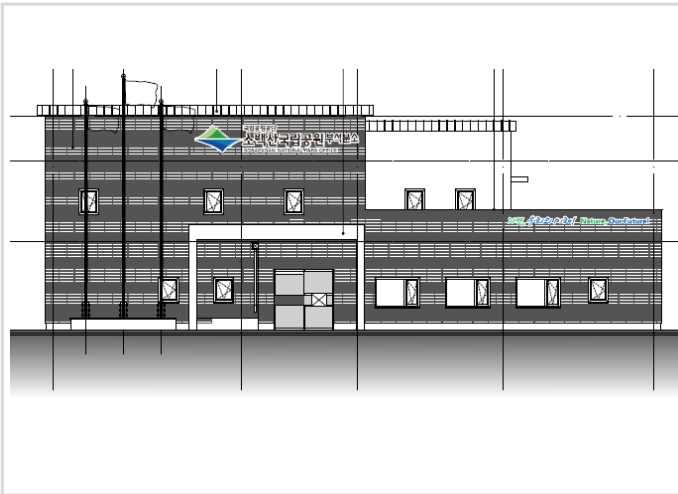
## 일조분석을 통한 태양광 설치위치 검토



✓ 음영 검토를 통한 총일조 5시간 미만 구간 검토 → 주차장 하단 일부 구간 만족 미달 구간 삭제 필요



## 조감도



## 건물개요 및 인증결과

예비인증

지역	경북
위치	봉화군 법전면
연면적	340.23㎡
규모	지상 2층
용도	제1종근린생활시설
인증 취득일	2022.03.02
인증 등급	제로에너지건축물



## 적용 기술

기술구분	원안	컨설팅 제안(예비인증)
패시브 기술	창호	47mm 로이삼중유리 (아르곤, SHGC)
	단열	내단열_비드법보온판2종3호 200mm
	기타	- 엘리베이터, 회전문 하부, 창호 등 기밀테이프 시공 열교 취약부위 열교차단 파스너 적용
액티브 기술	냉·난방	열원시스템 : EHP (COP_난방 : 4.796, 냉방 : 4.854) 급탕시스템 : 전기온수기 (효율 : 100%)
	환기	전열교환기 (열회수율_난방 : 77%, 냉방 : 67%)
	조명	고효율 LED조명 (조명밀도 6.43 W/㎡)
신재생 기술	태양광	옥상 고정식 PV 17.55 kWp (450W, 발전효율 20.7%)

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

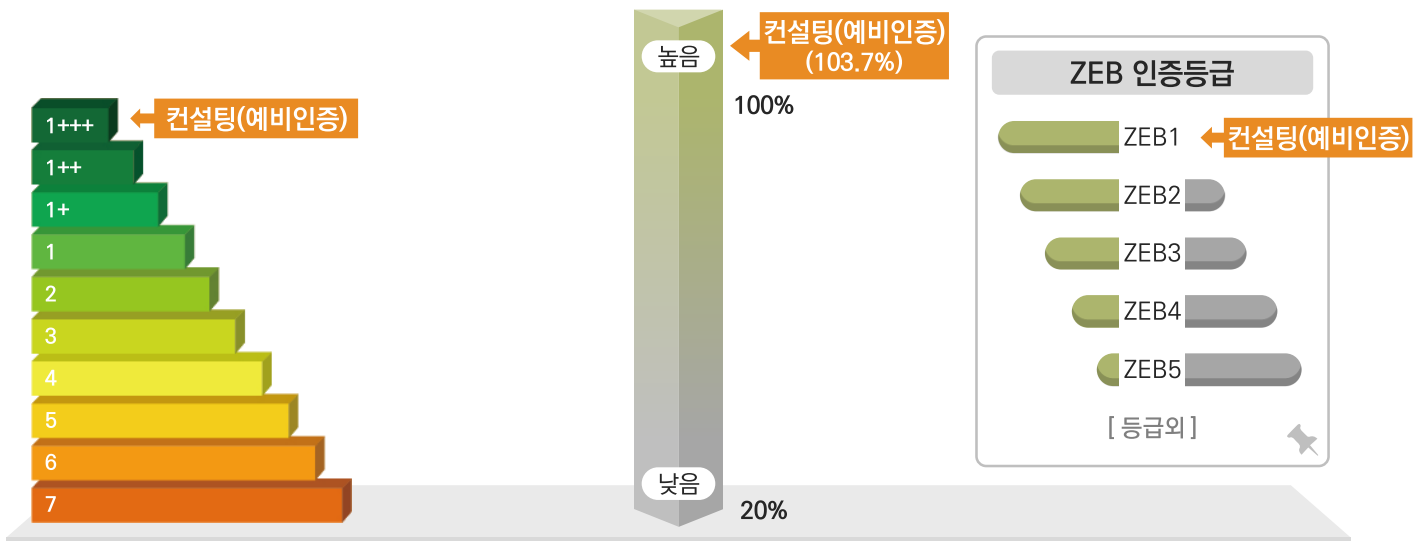


## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교

구분	1차에너지 소요량 (kWh/㎡·y)					합계	1차에너지 생산량 (kWh/㎡·y)	등급용 1차에너지 소요량 (kWh/㎡·y)	에너지 자립률 (%)
	난방	냉방	급탕	조명	환기				
컨설팅 제안 (예비인증)	-1.8	-0.4	-0.8	-1.7	-1.0	-5.7	159.5	-5.4	103.7

[ 건축물에너지효율등급인증 ]

• 에너지 자립률 •



## 에너지 최적설계 전/후 공사비 절감효과 비교

최적설계 내용		시스템 개선을 위한 추가 공사비(원)	신재생 공사비 절감효과(원)	공사비 증액 검토
컨설팅 (ZEB1)	태양광 PV 추가 설치 - 고정식 PV 17.55 kWp	43,875,000	-	(증)43,875,000



## 조감도



## 건물개요 및 인증결과

예비인증

지역	경북
위치	영주시 휴천동
연면적	2,243.05㎡
규모	지상 3층
용도	운수시설(철도역사)
인증 취득일	2020.11.19
인증 등급	제로에너지건축물



## 적용 기술

기술구분	원안	컨설팅 제안
패시브 기술	창호	43mm 양면로이삼중유리 (아르곤) 43mm 컬러로이삼중유리 (아르곤, SHGC 0.3미만) 24mm 로이복층유리 이중창 (아르곤, SHGC 0.341미만)
	단열	외단열_경질우레탄 2종2호 100mm 외단열_경질우레탄 2종2호 80mm
	기타	- 엘리베이터, 회전문 하부, 창호 등 기밀테이프 시공 열교 취약부위 열교차단 파스너 적용
액티브 기술	냉·난방	열원시스템 : GSHP (COP_난방 : 3.85, 냉방 : 4.44) 급탕시스템 : 전기온수기 (효율 : 100%)
	환기	전열교환기 (열회수율_난방 : 63.5%, 냉방 : 49.1%)
	조명	고효율 LED조명 (조명밀도 6.53 W/㎡)
신재생 기술	태양광	주차장 고정식 PV 18.24 kWp (380W 모듈) 옥상, 주차장 고정식 PV 67.64 kWp (380W 모듈)
	지열	난방용량 : 331.8 kW, 냉방용량 : 325.8 kW (밀폐형)

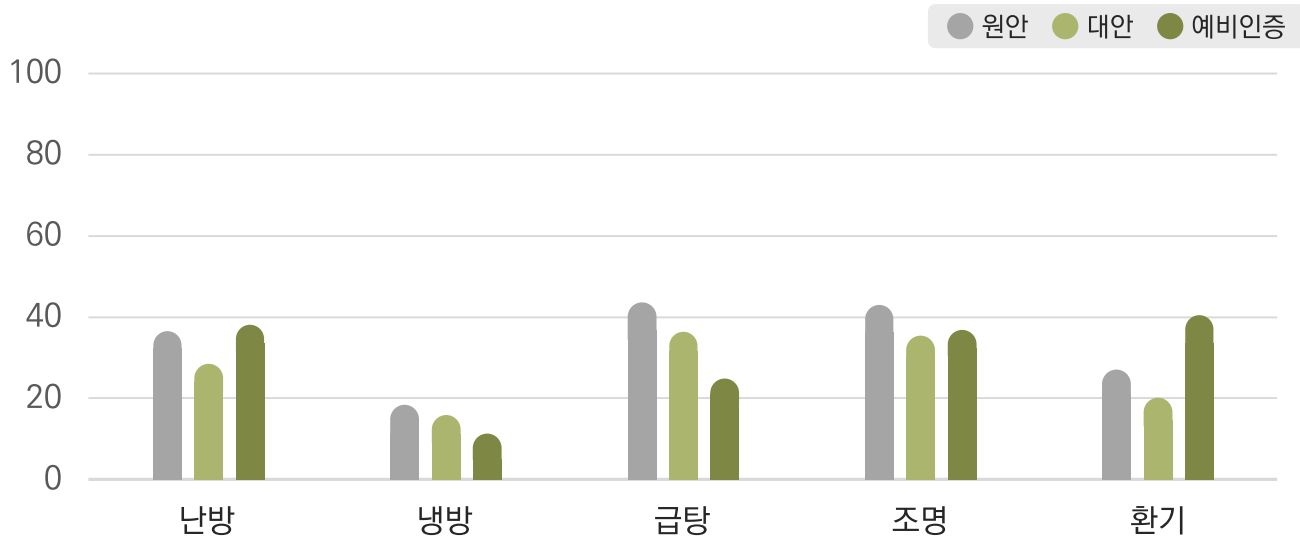
\* SHGC (Solar Heat Gain Coefficient) : 태양열취득률, SHGC가 높을수록 실내 일사유입량이 높아져 난방부하 저감





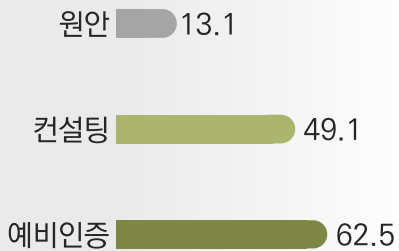
## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교

### 1차에너지소요량



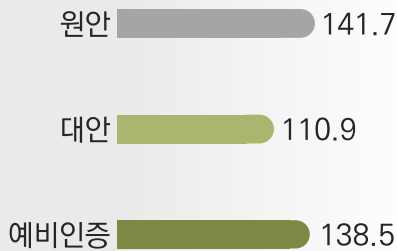
#### 1차에너지 생산량

(kWh/m²·y)



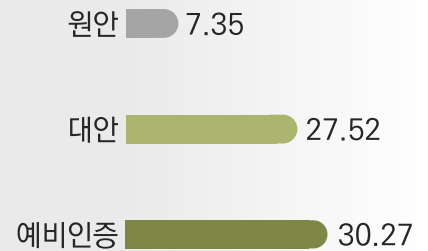
#### 등급용 1차에너지소요량

(kWh/m²·y)



#### 에너지 자립률

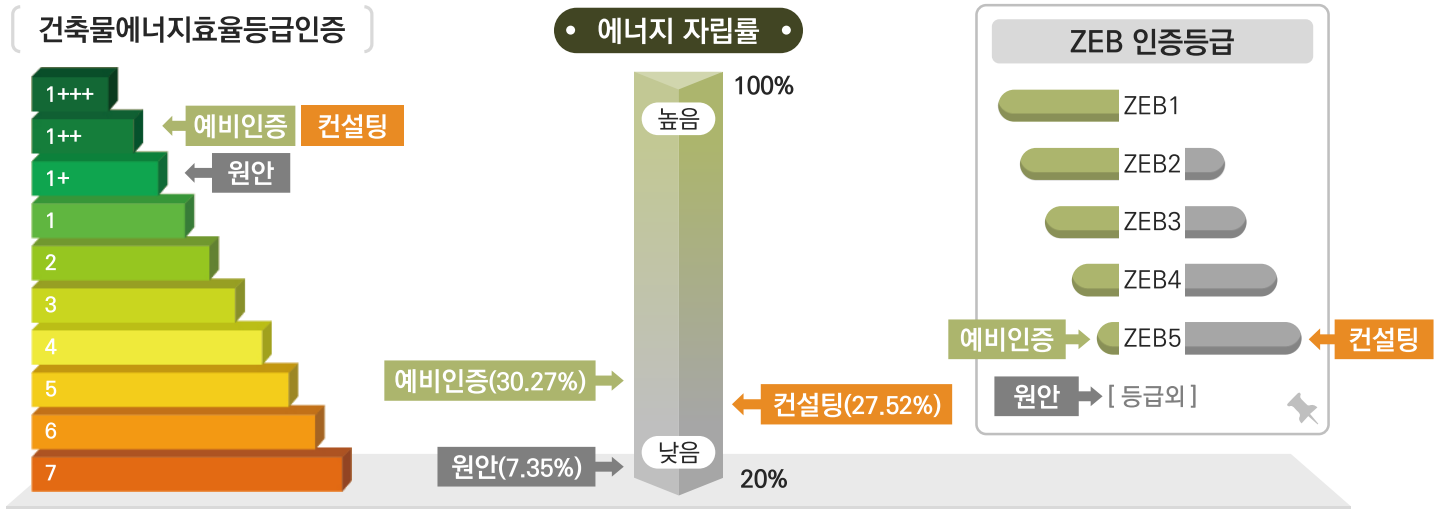
(%)



구분	1차에너지 소요량 (kWh/m²·y)					합계	1차에너지 생산량 (kWh/m²·y)	등급용 1차에너지 소요량 (kWh/m²·y)	에너지 자립률 (%)
	난방	냉방	급탕	조명	환기				
원안	36.2	15.7	42.8	43.9	26.5	165.1	13.1	141.7	7.35
컨설팅	28.3	12.3	33.5	34.4	20.8	129.3	49.1	110.9	27.52
예비인증	38.8	8.6	22.9	35.3	38.4	144.0	62.5	138.5	30.27



## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교

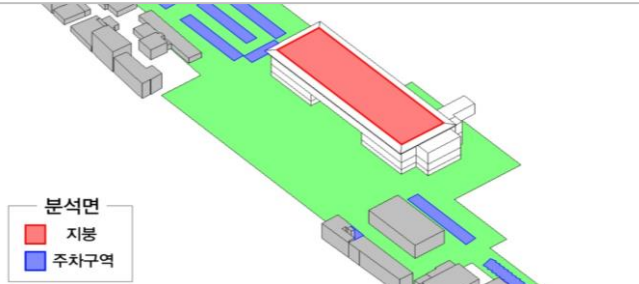
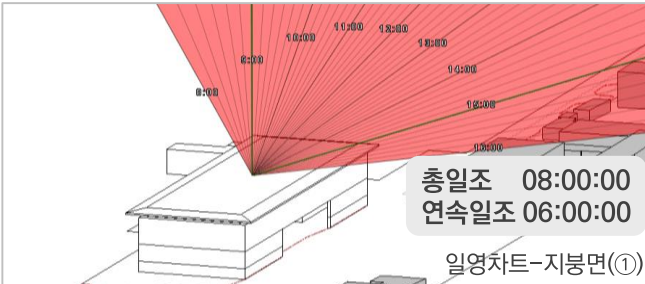
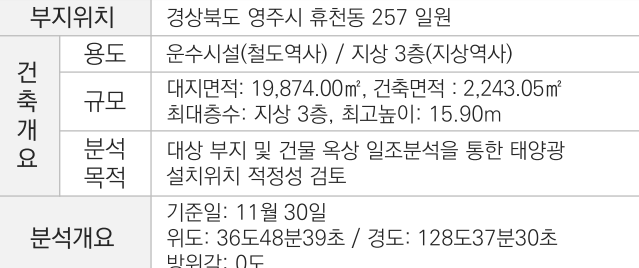
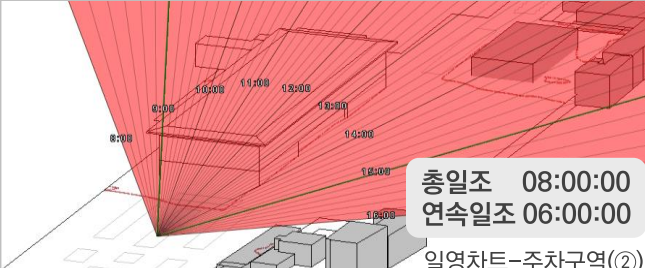


## 에너지 최적설계 전/후 공사비 절감효과 비교

최적설계 내용	시스템 개선을 위한 추가 공사비(원)	신재생 공사비 절감효과(원)	공사비 증액 검토
태양광 고정식 PV 추가 설치 - 옥상 18.24 kWp → 67.64 kWp	133,380,000	-	(증)133,380,000

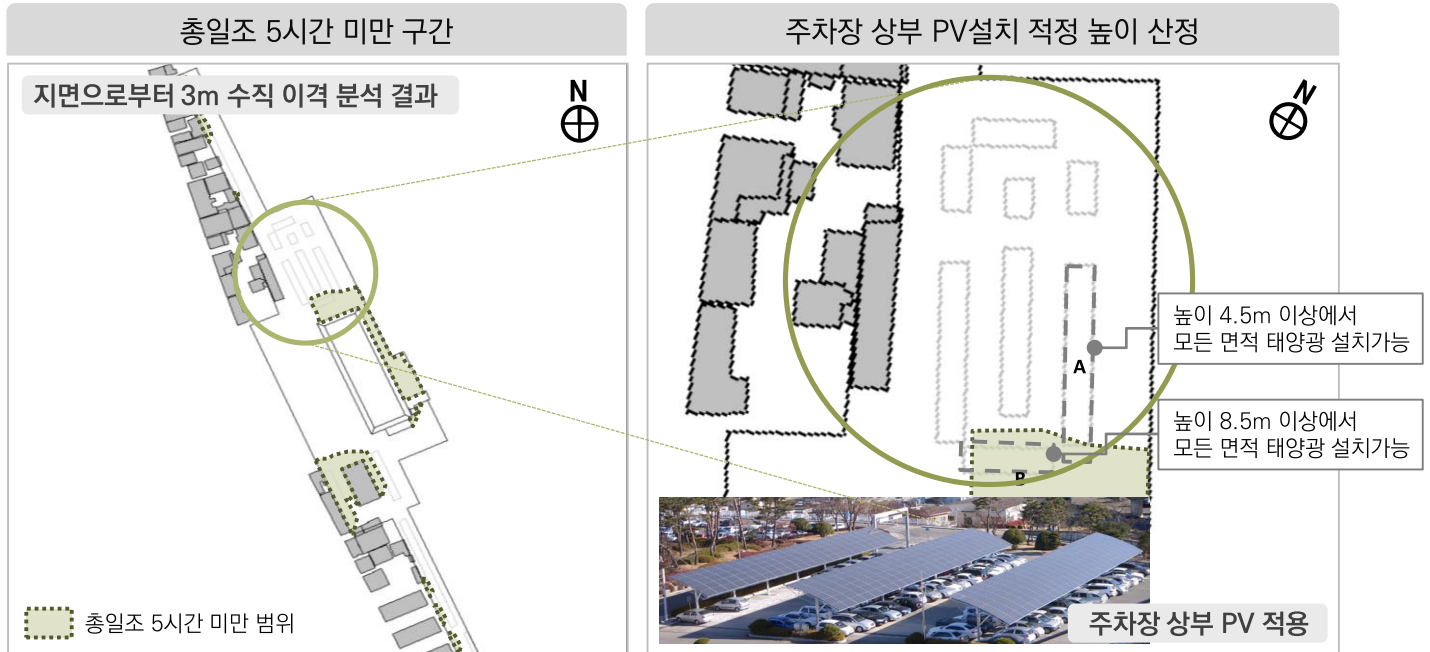
## 일조분석을 통한 태양광 설치위치 검토

### 개요

모델링		지붕면	
 <div data-bbox="162 1731 282 1809"><b>분석면</b> <span style="color: red;">■</span> 지붕 <span style="color: blue;">■</span> 주차구역</div>		 <div data-bbox="1222 1689 1455 1761"><b>총일조 08:00:00</b> <b>연속일조 06:00:00</b></div> <div data-bbox="1255 1781 1455 1809">일영차트-지붕면(①)</div>	
사업명	철도역사(영주역사)_도담~영천 영주역 외 2개역사 신축/중축설계		
부지위치	경상북도 영주시 휴천동 257 일원		
건축개요	용도	운수시설(철도역사) / 지상 3층(지상역사)	
	규모	대지면적: 19,874.00㎡, 건축면적: 2,243.05㎡ 최대층수: 지상 3층, 최고높이: 15.90m	
	분석목적	대상 부지 및 건물 옥상 일조분석을 통한 태양광 설치위치 적정성 검토	
분석개요	기준일: 11월 30일 위도: 36도48분39초 / 경도: 128도37분30초 방위각: 0도		
주차구역 (지면으로부터 3m 수직이격)			
		 <div data-bbox="1222 2064 1455 2132"><b>총일조 08:00:00</b> <b>연속일조 06:00:00</b></div> <div data-bbox="1235 2149 1455 2172">일영차트-주차구역(②)</div>	

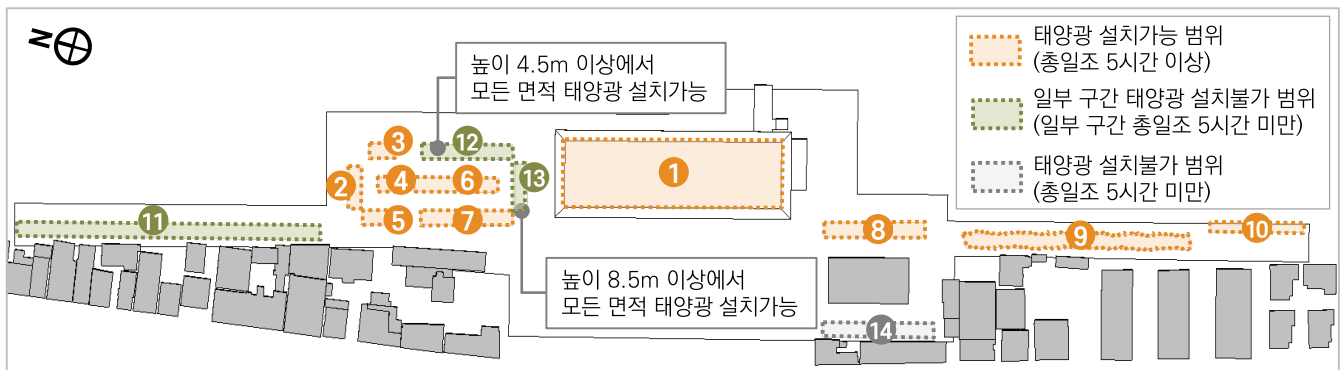


## 일조분석을 통한 태양광 설치위치 검토



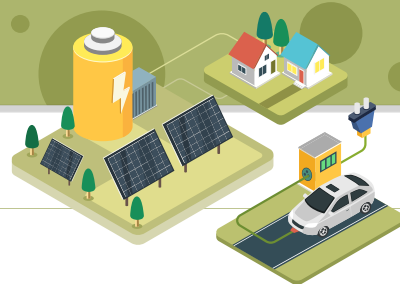
- ✓ 주차구역 지면으로부터 3m 상부의 총일조 5시간 이상 검토결과, 계획건물 및 인접건물로 인한 일조영향 발생
- ✓ 총일조 5시간 만족구간 내 태양광PV 설치가능 용량(매수) 검토 필요 (역사 옥상부 및 주차장 상부)

## 태양광 PV설치가능 용량 및 구간 검토



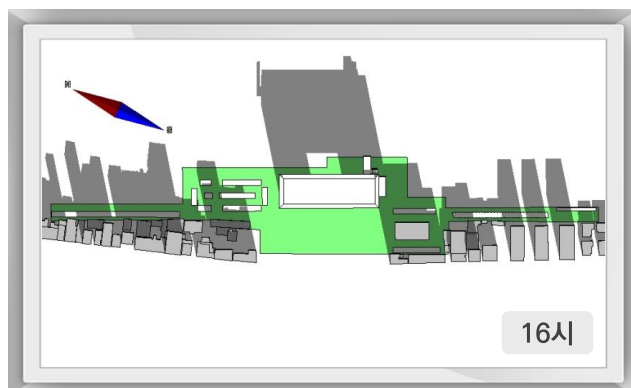
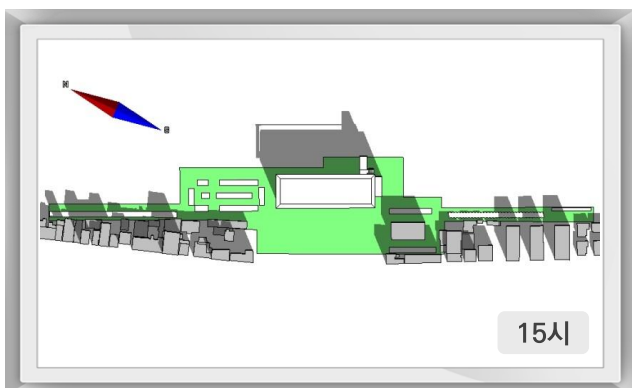
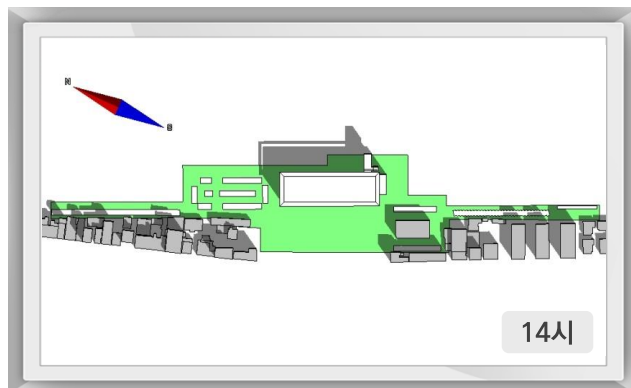
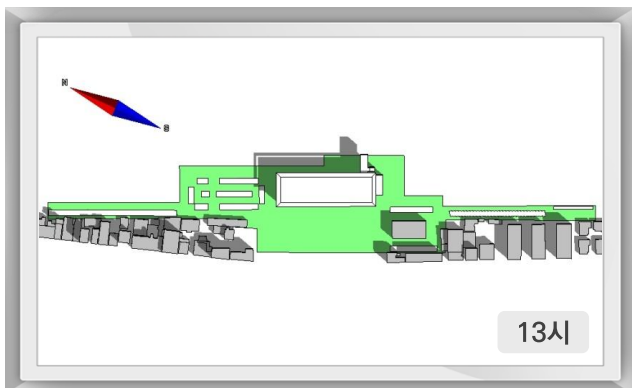
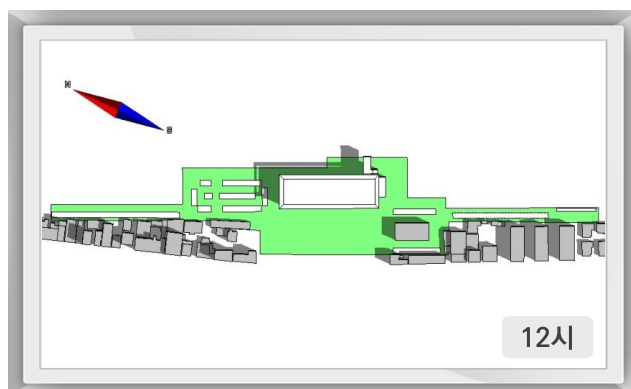
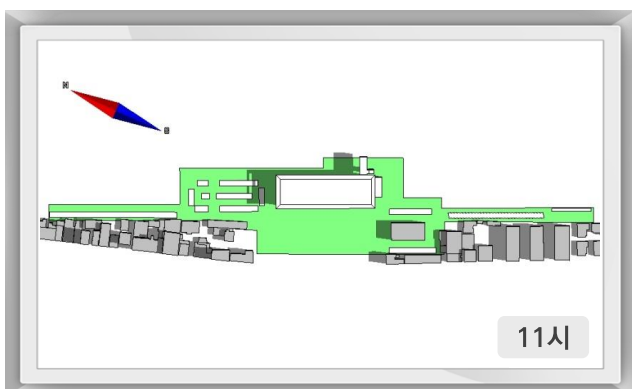
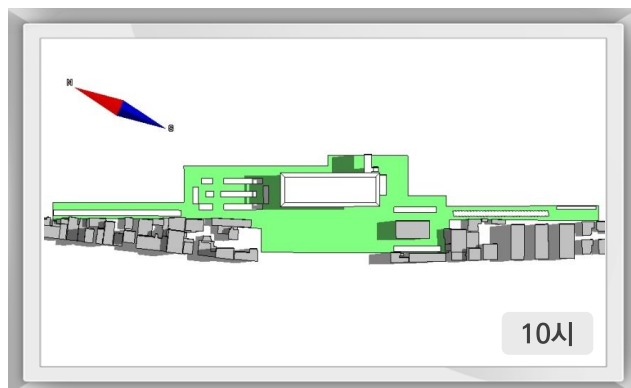
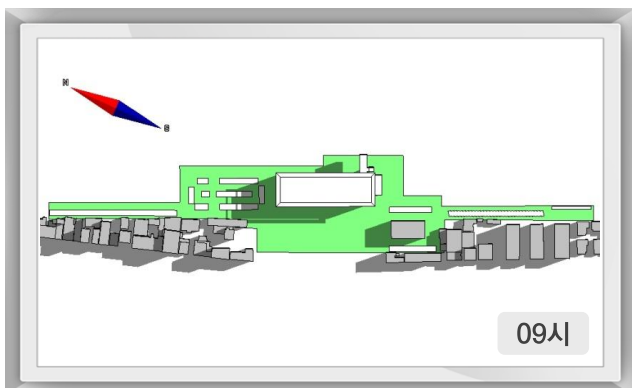
구분	총일조 5시간 이상 만족										일부구간 총일조 5시간 미만		합계
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
면적(㎡)	1899.36	76.50	51.00	38.25	63.75	165.75	178.50	193.50	424.32	92.82	583.28	178.50	4,028.03
용량(kW)	316.230	11.620	7.470	5.810	9.960	25.730	28.220	29.880	68.060	14.110	68.060	26.560	612.540
매수	762	28	18	14	24	62	68	72	164	34	164	64	1,476

- ✓ 2020년 신재생에너지 의무공급비율 30% 이상 확보를 위해 태양광PV 207.50kWp(500매) 이상 설치 필요
- ✓ 역사 옥상부 태양광PV 약 316.23kWp, 주차장 상부 태양광PV 약 296.31kWp 설치 가능
- ✓ 지열, 연료전지 등 추가 설치를 통해 태양광PV 설치용량 축소가 가능하지만, 에너지자립률 20% 이상 확보를 위해 최소 태양광 PV 70.55kWp 이상 설치 필요 (신재생에너지 공급비율 10% 이상)



## 일조분석을 통한 태양광 설치위치 검토

### 일조분석 - 시간대별 그림자





## 조감도



## 건물개요 및 인증결과

예비인증

지역	전북
위치	군산시 신흥동
연면적	1,605.26㎡
규모	지하 1층, 지상 4층
용도	관광휴게시설
인증 취득일	2021.04.30
인증 등급	제로에너지건축물



## 적용 기술

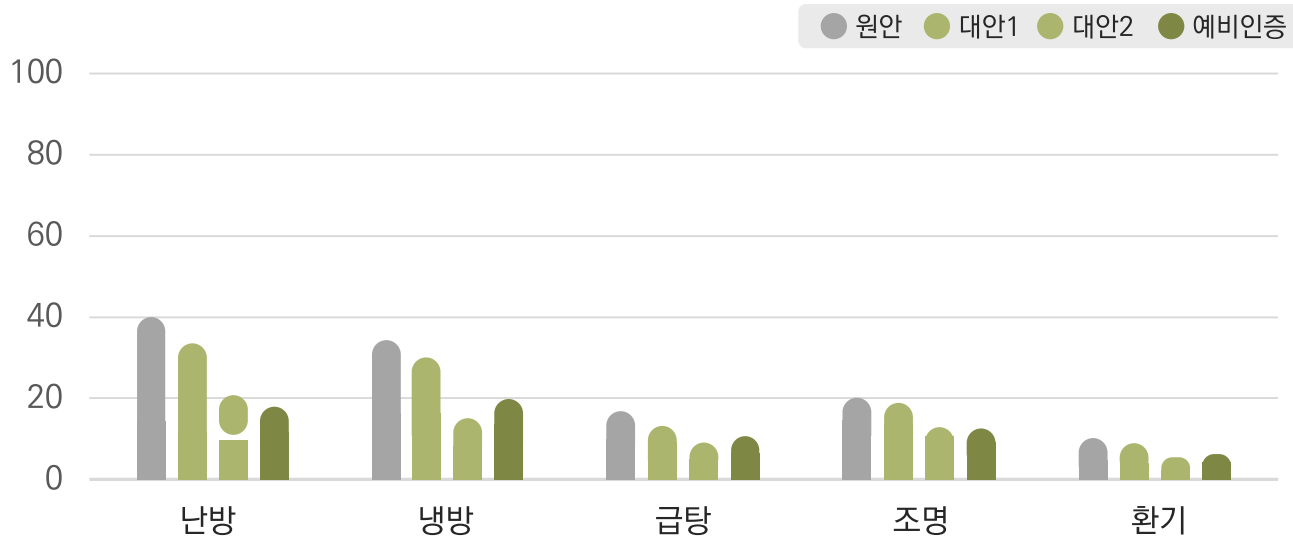
기술구분	원안	컨설팅 제안
패시브 기술	창호	24mm 로이복층유리(SHGC 0.516)
	단열	외단열_PFB드 80mm
	기타	-
액티브 기술	냉·난방	열원시스템 : EHP (COP_난방 : 4.38, 냉방 : 3.97)
	조명	고효율 LED조명 (조명밀도 4.23 W/㎡)
	태양광	주차장 고정식 PV 39.6 kWp (440W, 발전효율 20.20%)
신재생 기술	지열	-
		엘리베이터, 회전문 하부, 창호 등 기밀테이프 시공 열교 취약부위 열교차단 파스너 적용
		고정식 PV 57.2 kWp (옥상 17.6 kWp, 주차장 39.6 kWp) (400W, 발전효율 19.3%)
		지열히트펌프 35 usRT

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



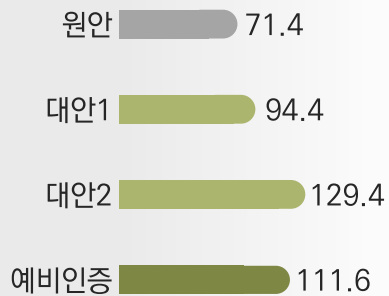
## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교

## 1차에너지소요량



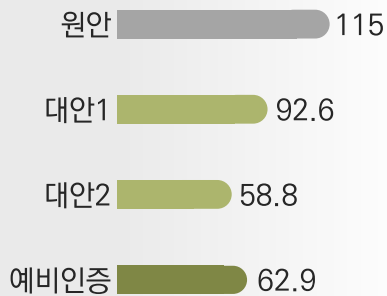
## 1차에너지 생산량

(kWh/m²·y)



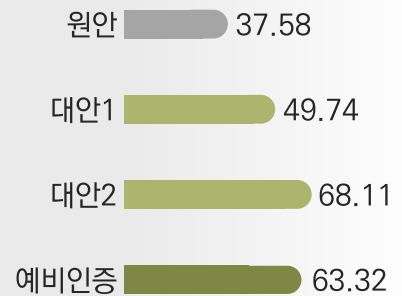
## 등급용 1차에너지소요량

(kWh/m²·y)



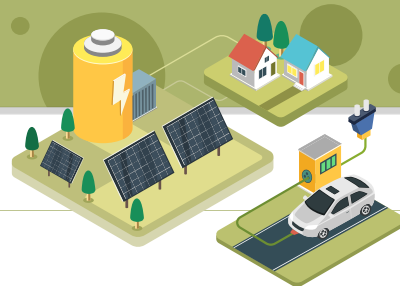
## 에너지 자립률

(%)

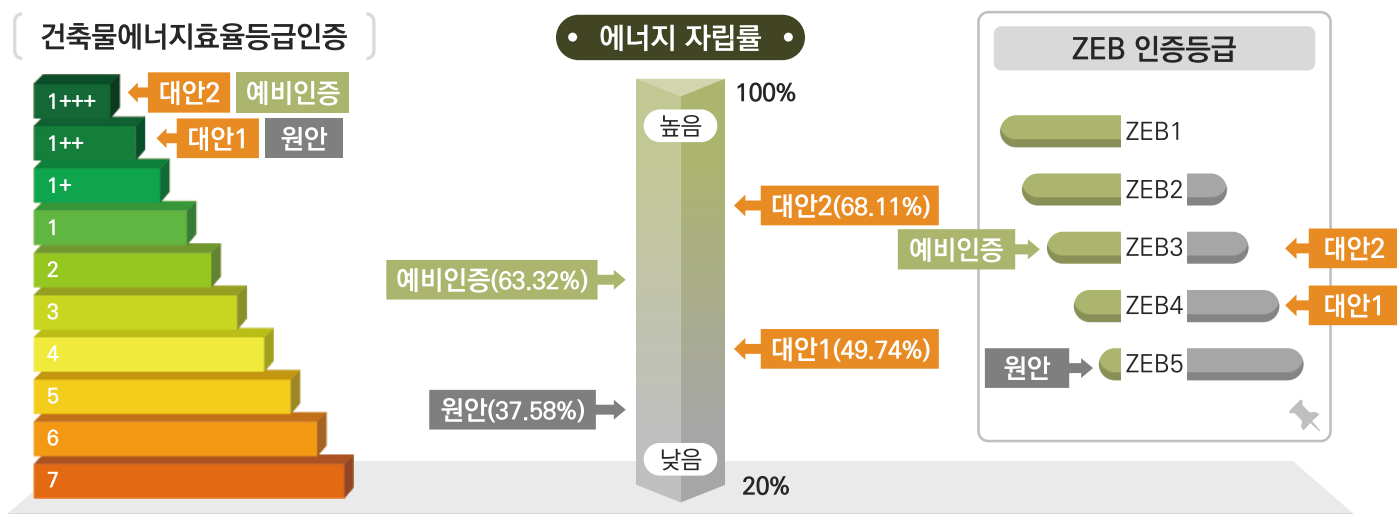


구분	1차에너지 소요량 (kWh/m²·y)					합계	1차에너지 생산량 (kWh/m²·y)	등급용 1차에너지 소요량 (kWh/m²·y)	에너지 자립률 (%)
	난방	냉방	급탕	조명	환기				
원안	40.5	33.6	14.0	20.4	10.1	118.6	71.4	115.0	37.58
컨설팅	대안1	32.6	27.0	11.3	16.4	95.4	94.4	92.6	49.74
	대안2	20.7	17.1	7.2	10.4	60.6	129.4	58.8	68.11
예비인증	18.1	22.1	8.2	10.3	6.0	64.7	111.6	62.9	63.32





## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교



## 에너지 최적설계 전/후 공사비 절감효과 비교

	최적설계 내용	시스템 개선을 위한 추가 공사비(원)	신재생 공사비 절감효과(원)	공사비 증액 검토
대안1 (ZEB4)	태양광 BIPV 추가 설치 - 남측 입면 28.60 kWp	171,600,000	-	(증)171,600,000
대안2 (ZEB3)	태양광 고정식 PV 추가 설치 - 옥상 39.6 kWp → 57.2 kWp	47,500,000	-	(증)195,180,000
	지열히트펌프 추가 설치 - 용량 35 usRT	147,680,000	-	

※ 신재생에너지 의무공급비율 30% 이내에서 신재생에너지설비 설치로 법적기준 대비 공사비 증액없이 ZEB 2등급 까지 달성 가능



## 조감도



## 건물개요 및 인증결과

예비인증

지역	부산광역시
위치	기장군 기장읍
연면적	6,151.01㎡
규모	지하 1층, 지상 4층
용도	문화 및 집회시설
인증 취득일	2020.11.27
인증 등급	제로에너지건축물



## 적용 기술

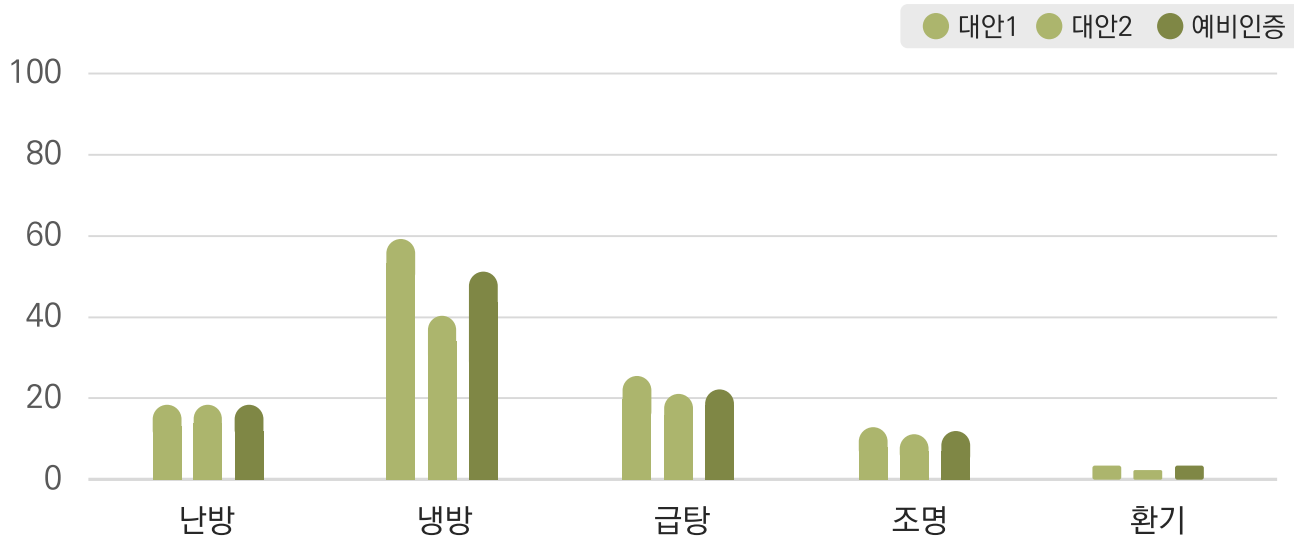
기술구분	컨설팅 제안	예비인증
패시브 기술	창호	24mm 로이복층유리 (아르곤, SHGC 0.516)
	단열	외단열_압출법보온판 1호 100mm
	기타	엘리베이터, 회전문 하부, 창호 등 기밀테이프 시공 열교 취약부위 열교차단 파스너 적용
액티브 기술	냉·난방	열원시스템 : 흡수식냉온수기 (COP_난방 : 0.87, 냉방 : 1.21) 급탕시스템 : 전기온수기 (효율 : 100%)
	환기	전열교환기 (열회수율_난방 : 74%, 냉방 : 67%)
	조명	고효율 LED조명 (조명밀도 2.93 W/㎡)
신재생 기술	태양광	옥상, 입면 고정식 PV 189.39 kWp (420W, 390W 모듈) 옥상, 입면 고정식 PV 210.39 kWp (420W 모듈, 발전효율 19.49%) (390W 모듈, 발전효율 19.56%)

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

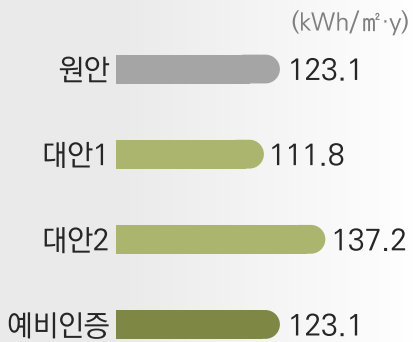


## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교

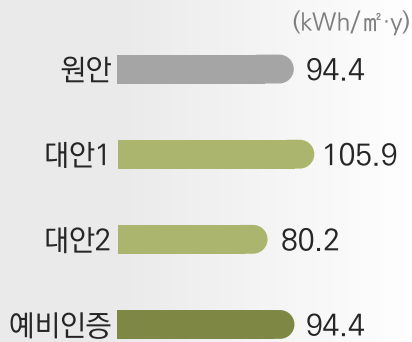
1차에너지소요량



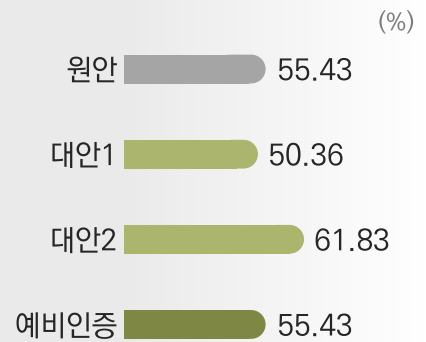
1차에너지 생산량



등급용 1차에너지소요량



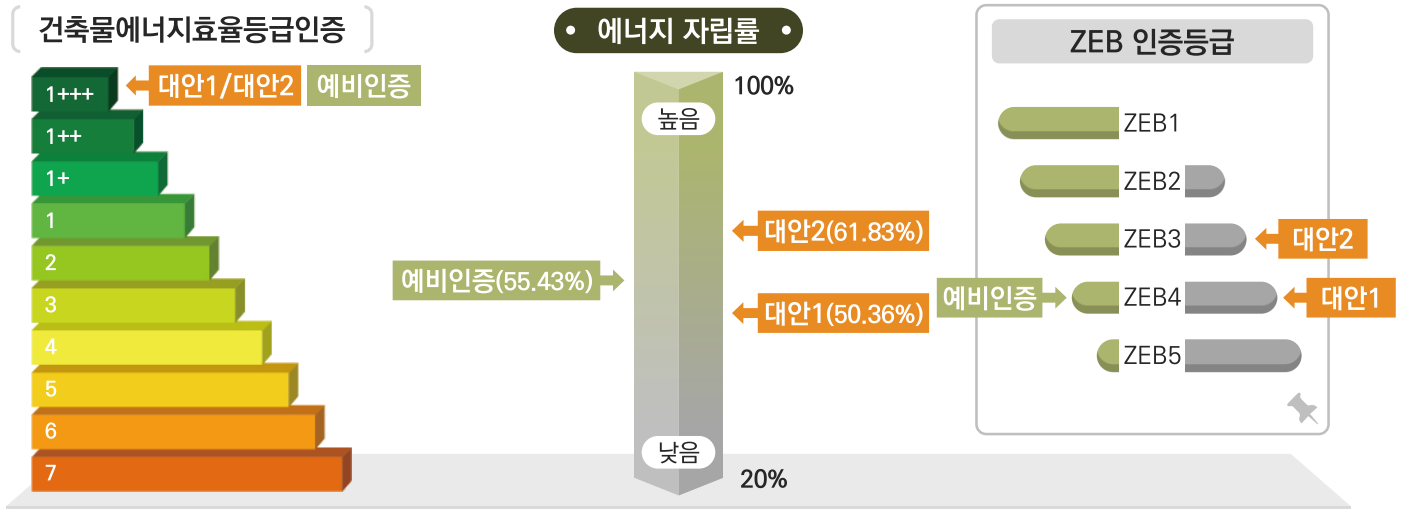
에너지 자립률



구분		1차에너지 소요량 (kWh/㎡·y)					합계	1차에너지 생산량 (kWh/㎡·y)	등급용 1차에너지 소요량 (kWh/㎡·y)	에너지 자립률 (%)
		난방	냉방	급탕	조명	환기				
컨 설 팅	대안1	15.4	58.8	23.9	10.1	2.0	110.2	111.8	105.9	50.36
	대안2	15.1	41.6	21.2	5.7	1.1	84.7	137.2	80.2	61.83
예비인증		15.3	51.2	22.7	8.2	1.6	99.0	123.1	94.4	55.43



## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교



## 에너지 최적설계 전/후 공사비 절감효과 비교

최적설계 내용	시스템 개선을 위한 추가 공사비(원)	신재생 공사비 절감효과(원)	공사비 증액 검토
대안1 (ZEB5)  태양광 고정식 PV 감축 설치 - 옥상, 남측면 189.39 kWp → 옥상 173.40 kWp	-	43,173,000	(감)43,173,000
대안2 (ZEB4)  태양광 고정식 PV 추가 설치 - 옥상, 남측면 189.39 kWp → 옥상, 남측면, 주차장 210.39 kWp	56,700,000	-	(증)56,700,000



## 조감도



## 건물개요 및 인증결과

예비인증

지역	전북
위치	전주시 덕진구
연면적	4,963㎡
규모	지하 1층, 지상 5층
용도	의료시설
인증 취득일	2021.04.20
인증 등급	제로에너지건축물



## 적용 기술

기술구분	원안(컨설팅)	예비인증
패시브 기술	창호	22mm 로이복층유리 (아르곤, SHGC 0.25)
	단열	외단열_비드법보온판 2종2호 135mm
	기타	엘리베이터, 회전문 하부, 창호 등 기밀테이프 시공 열교 취약부위 열교차단 파스너 적용
액티브 기술	냉·난방	열원시스템 : GSHP (COP_난방 : 4.43, 냉방 : 6.96) 급탕시스템 : 전기온수기 (효율 : 100%)
	환기	전열교환기 (열회수율_난방 : 70%, 냉방 : 45%)
신재생 기술	태양광	옥상 고정식 PV 205.8 kWp (420W 모듈 가정)
	지열	설치용량 219.80kW
		옥상, 고정식 PV 215.88 kWp (420W 모듈 가정)
		난방용량 : 846.25 kW, 냉방용량 : 867.30 kW (개방형)

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



## BEMS 용도별/ 에너지원별 계측포인트 검토

구분	평가항목	평가방법	BEMS	원격검침
1	데이터 수집 및 표시	건물 전체 에너지를 관리하고 표시하는 기능 평가 - 수집된 건물에너지의 에너지원별(전기/연료/열등) 표시 여부	○	○
2	정보감시	수집되는 에너지 정보를 확인 및 관리 기능 평가 - 에너지관리에 영향 미치는 요소 중 5종 이상의 관제값에 대한 기준값 입력 및 비교 평가 여부	○	○ (권장)
3	데이터 조회	건물에너지관리시스템(전자식원격검침시스템)을 통하여 수집된 정보의 조회 기능 평가 - 특정기간(일간, 주간, 년간등)을설정하여데이터조회가능여부	○	○
4	에너지소비 현황 분석	에너지 소비 현황 파악 및 증감 요인 분석 기능 평가 - 2종 이상의 에너지원단위와 3종 이상의 에너지용도에 대한 에너지소비 현황 및 증감 분석 여부	○	
5	설비의 성능 및 효율 분석	에너지 사용 설비의 성능 및 효율을 분석하고 에너지효율화 방안을 도출하는 기능 평가 - 에너지사용량이 전체의 5% 이상인 모든 열원설비 기기별 성능 및 효율 분석 여부	○	○ (권장)
6	실내외 환경 정보 제공	외기 및 실내의 온도와 습도 등 정보를 분석 및 제어에 활용하는 기능 평가 - 온도, 습도 등 실내외 환경정보 제공 및 활용 여부	○	
7	에너지 소비량 예측	건물의 운영에 따른 에너지소비량을 예측하는 기능 평가 - 에너지사용량 목표치 설정 및 관리 여부	○	○ (권장)
8	에너지 비용 조회 및 분석	에너지 비용을 파악하고 비용 절감 방안을 도출하는 기능 평가 - 에너지원별사용량에 따른 에너지비용 조회 가능 여부	○	○
9	제어시스템 연동	에너지 효율적인 방향으로 설비를 제어하는 기능 평가 - 사용하는 설비 중 1종 이상 설비의 자동제어 연동여부	○	
10	계측기 관리	데이터를 제공하는 계측기의 관리 수준 평가 - 설치된 모든 계측기의 구입일, 스펙, 관리등급 등 장비이력에 대한 기록관리 및 검교정 현황을 파악하여 관리하는 여부		○
11	데이터 관리	데이터 관리 절차 등 수준 평가 - 관리대상 및 종류, 검색, 보관 및 보호방법 등 데이터관리 처리절차를 문서화하고 관제점 일람표를 대상으로 수집/저장/백업 대상을 목록화 하여 작성 관리 여부		○

✓ L-BEMS 설치로 건물 에너지관리 시스템 적용  
(일반 BEMS 대비 경제성이 높아 규모가 작은 건축물에서 활용가능)





## 조감도



## 건물개요 및 인증결과

예비인증

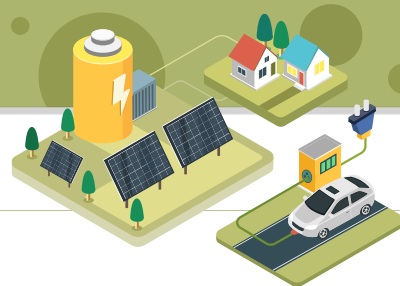
지역	서울특별시
위치	성북구 동소문동
연면적	503.89㎡
규모	지상 5층
용도	제2종근린생활시설
인증 취득일	2021.02.18
인증 등급	제로에너지건축물



## 적용 기술

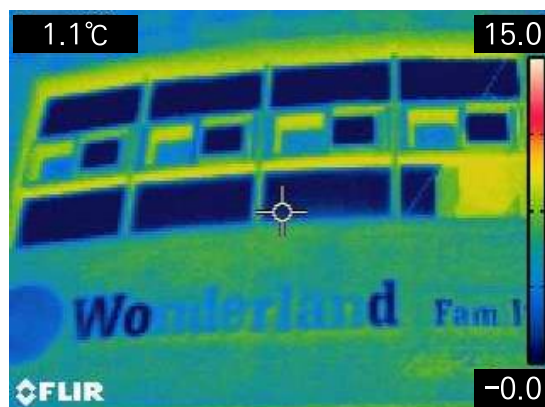
기술구분	원안	컨설팅 제안
패시브 기술	창호	6mm 일반복층창
	단열	내단열_압출법보온판 65mm
	기타	-
액티브 기술	냉·난방	온열원시스템 : 온수보일러 냉열원시스템 : 패키지에어컨
	조명	형광등 및 LED조명 (조명밀도 5.56 W/㎡)
신재생 기술	태양광	-

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

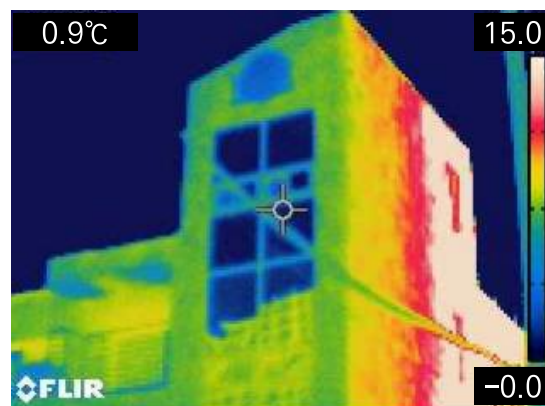


### 현장답사 및 열화상 촬영

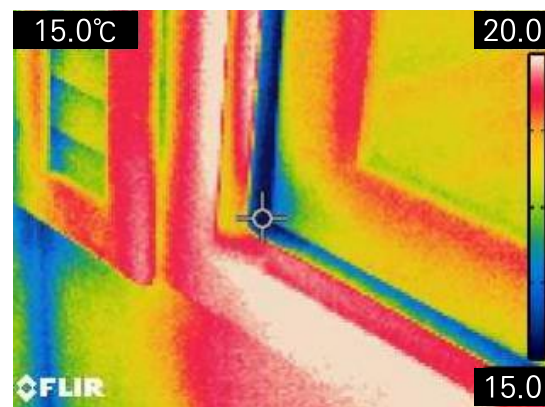
전면



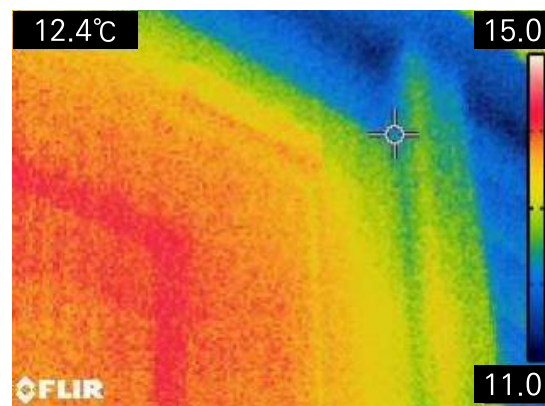
좌측면



지상  
1층 교실



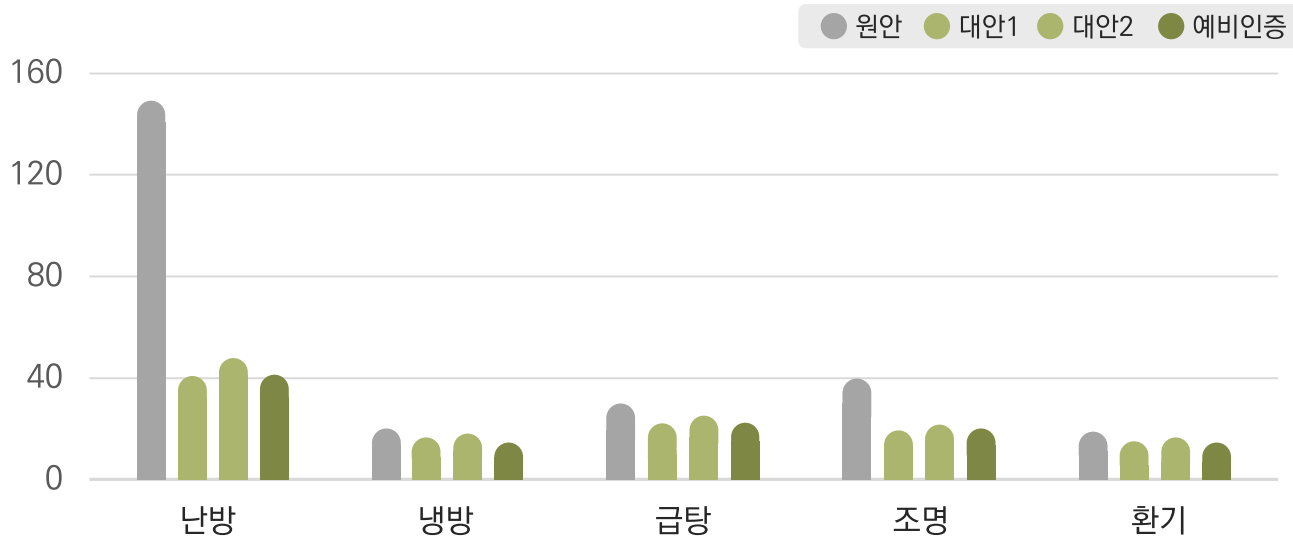
지상  
2층 교실





## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교

## 1차에너지소요량



## 1차에너지 생산량

(kWh/m²·y)

원안	
대안1	46.5
대안2	30.1
예비인증	38.9

## 등급용 1차에너지소요량

(kWh/m²·y)

원안	238.4
대안1	99.7
대안2	115.5
예비인증	101.3

## 에너지 자립률

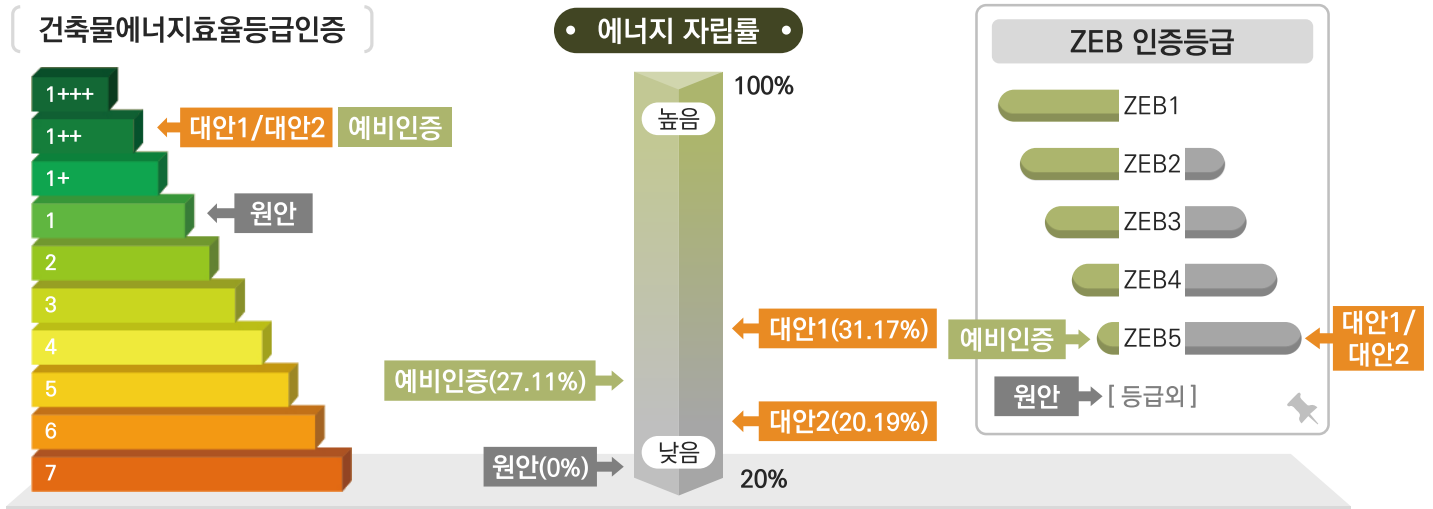
(%)

원안	
대안1	31.17
대안2	20.19
예비인증	27.11

구분	1차에너지 소요량 (kWh/m²·y)					합계	1차에너지 생산량 (kWh/m²·y)	등급용 1차에너지 소요량 (kWh/m²·y)	에너지 자립률 (%)
	난방	냉방	급탕	조명	환기				
원안	142.9	16.7	24.6	41.4	16.3	241.9	-	238.4	-
컨설팅	대안1	44.9	12.0	15.7	19.6	102.7	46.5	99.7	31.17
	대안2	50.9	14.3	18.0	23.3	119.0	30.1	115.5	20.19
예비인증	44.2	12.5	15.1	21.3	11.5	104.6	38.9	101.3	27.11



## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교



## 에너지 최적설계 전/후 공사비 절감효과 비교

	최적설계 내용	시스템 개선을 위한 추가 공사비(원)	신재생 공사비 절감효과(원)	공사비 증액 검토
대안1 (ZEB5)	태양광 고정식 PV 추가 설치 - 옥상 8.62 kWp	21,550,000	-	(증)21,550,000
대안2 (ZEB5)	태양광 고정식 PV 추가 설치 - 옥상 5.98 kWp	14,950,000	-	(증)14,950,000





## 조감도



## 건물개요 및 인증결과

예비인증

지역	부산광역시
위치	남구 대연동
연면적	10,186.11㎡
규모	지하 2층, 지상 7층
용도	업무시설
인증 취득일	2021.04.23
인증 등급	제로에너지건축물



## 적용 기술

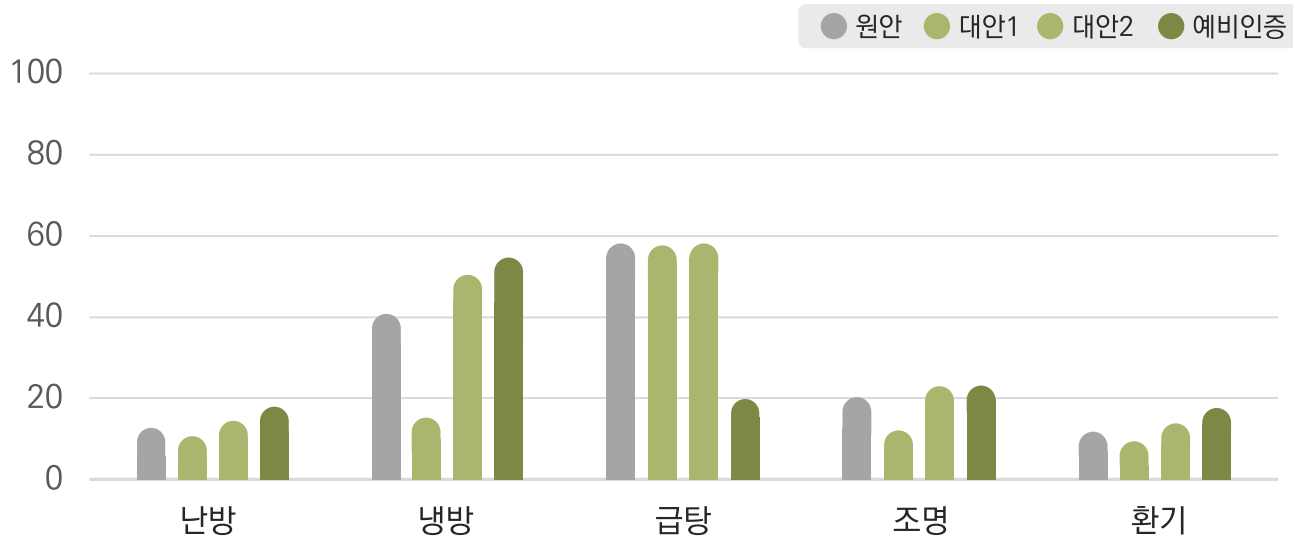
기술구분	원안	컨설팅 제안
패시브 기술	창호 26mm 로이복층유리 (아르곤, SHGC 0.516)	28mm 컬러 로이복층유리 (아르곤, SHGC 0.25)
	단열 외단열_경질우레탄 2종1호 120mm	
	기타 -	엘리베이터, 회전문 하부, 창호 등 기밀테이프 시공 열교 취약부위 열교차단 파스너 적용
액티브 기술	냉·난방 열원시스템 : EHP, GHP 및 지열히트펌프	
	조명 고효율 LED조명 (조명밀도 4.47 W/㎡)	
신재생 기술	태양광 옥상 고정식 PV 113.76 kWp (395W, 발전효율 19.81%)	옥상 고정식 PV 79.79 kWp (395W, 발전효율 19.81%)
	지열 난방용량 : 535.8 kW, 냉방용량 : 585.0 kW (밀폐형)	

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

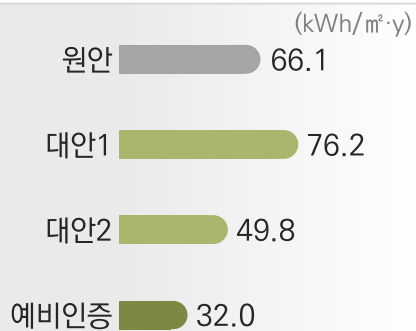


## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교

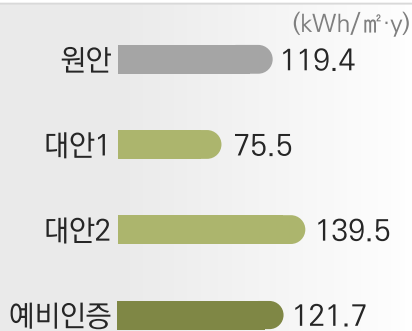
## 1차에너지소요량



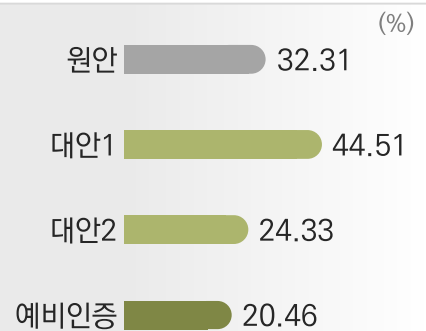
## 1차에너지 생산량



## 등급용 1차에너지소요량



## 에너지 자립률

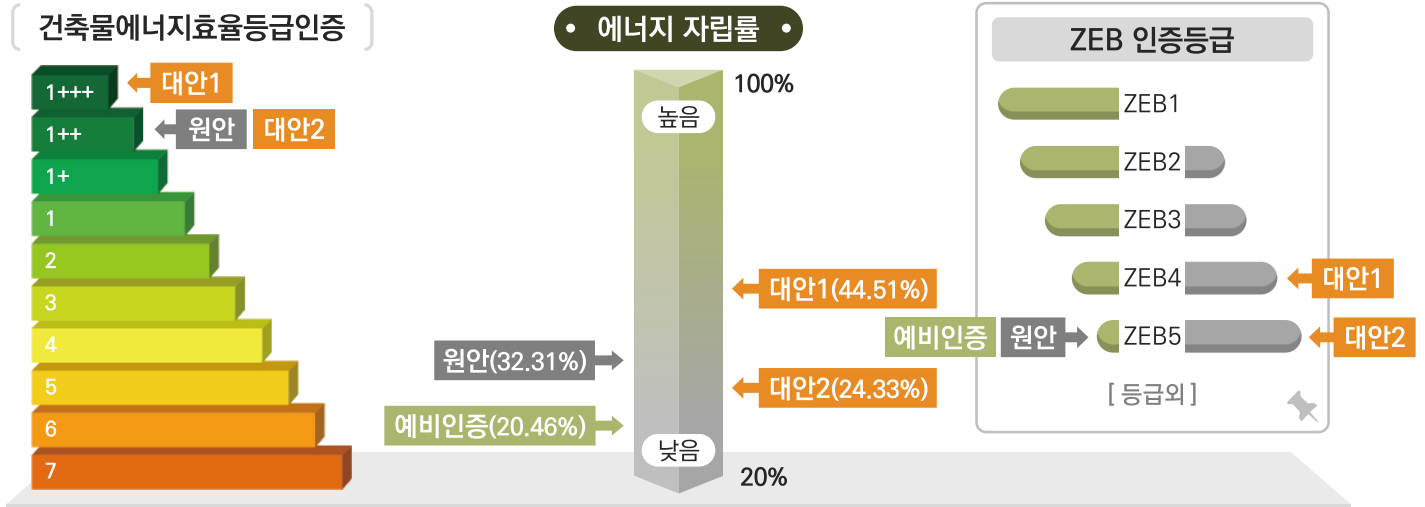


구분	1차에너지 소요량 (kWh/m²·y)					합계	1차에너지 생산량 (kWh/m²·y)	등급용 1차에너지 소요량 (kWh/m²·y)	에너지 자립률 (%)
	난방	냉방	급탕	조명	환기				
원안	11.0	41.5	57.2	19.3	9.5	138.5	66.1	119.4	32.31
컨설팅	대안1	9.2	12.5	56.6	11.2	95.0	76.2	75.5	44.51
	대안2	13.2	49.2	57.5	23.5	154.9	49.8	139.5	24.33
예비인증	15.5	51.6	19.1	23.4	14.8	124.4	32.0	121.7	20.46





## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교



## 에너지 최적설계 전/후 공사비 절감효과 비교

최적설계 내용	시스템 개선을 위한 추가 공사비(원)	신재생 공사비 절감효과(원)	공사비 증액 검토
대안1 (ZEB4)			
외피성능 최적화 (창호성능 개선, 기밀테이프 시공)	- (기밀테이프 시공비용 제외)	65,700,000 (태양광 7kWp 절감효과)	(증)17,082,000
태양광 고정식 PV 추가 설치 - 옥상 113.76kWp → 144.42kWp	82,782,000	-	
대안2 (ZEB5)			
태양광 고정식 PV 감축 설치 - 옥상 113.76kWp → 79.79kWp	(태양광 7kWp 절감효과)	101,000,000	(감)101,000,000



## 조감도



## 건물개요 및 인증결과

예비인증

지역	대구광역시
위치	북구 칠성동
연면적	17,399.98㎡
규모	지하 4층, 지상 10층
용도	업무시설
인증 취득일	2019.04.22
인증 등급	제로에너지건축물



## 적용 기술

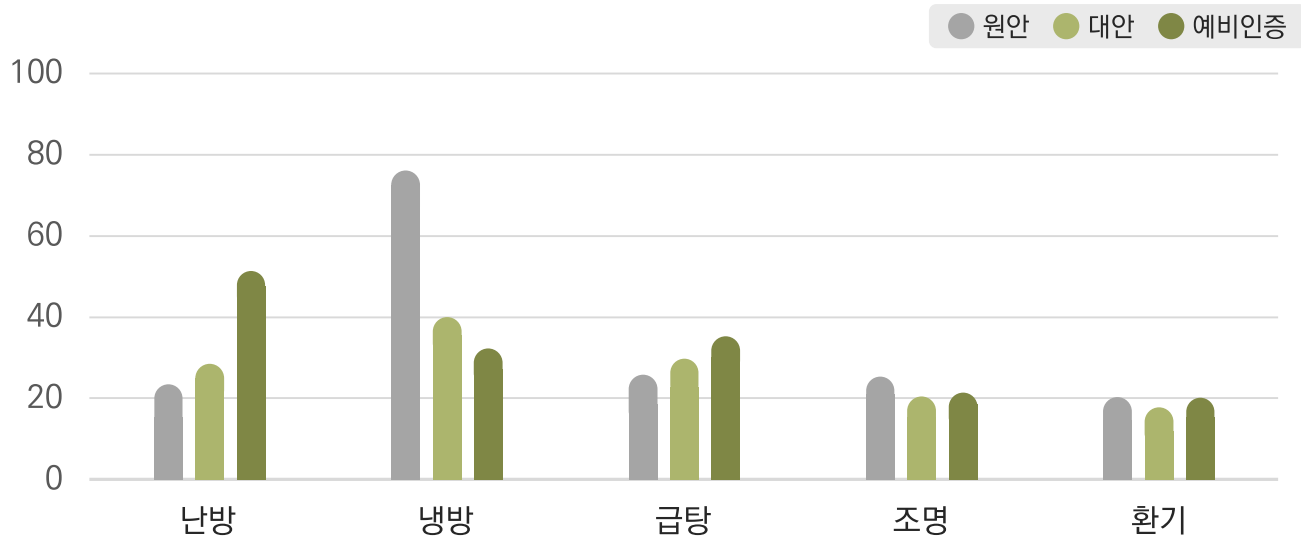
기술구분	원안	컨설팅 제안
패시브 기술	창호 26mm 로이복층유리 (아르곤, SHGC 0.516)	24mm 컬러 로이복층유리 (아르곤, SHGC 0.330)
	단열 외단열_PFB드 100mm	외단열_PFB드 60mm
	기타 -	엘리베이터, 회전문 하부, 창호 등 기밀테이프 시공 열교 취약부위 열교차단 파스너 적용
액티브 기술	냉·난방 열원시스템 : GHP, EHP	
	조명 고효율 LED조명 (조명밀도 7.76 W/㎡)	
신재생 기술	태양광 옥상 고정식 PV 162 kWp (400W, 발전효율 19.3%)	옥상 고정식 PV 162 kWp (400W, 발전효율 19.3%)
	남측/동측 입면 BIPV 120.24 kWp (334W 모듈)	남측 입면 BIPV 84.16 kWp (334W 모듈)
	열료 전지 열생산능력 10kW (열생산효율 : 53.5%, 발전효율 : 37%)	열생산능력 10kW 2EA (열생산효율 : 53.5%, 발전효율 : 37%)

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



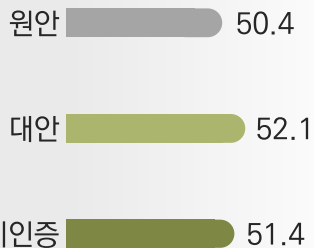
## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교

1차에너지소요량



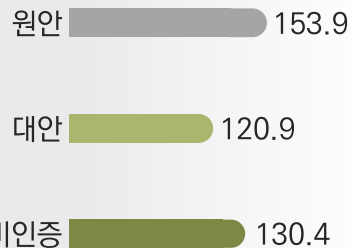
1차에너지 생산량

(kWh/m²·y)



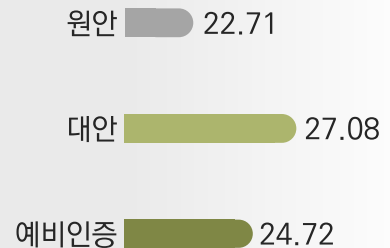
등급용 1차에너지소요량

(kWh/m²·y)



에너지 자립률

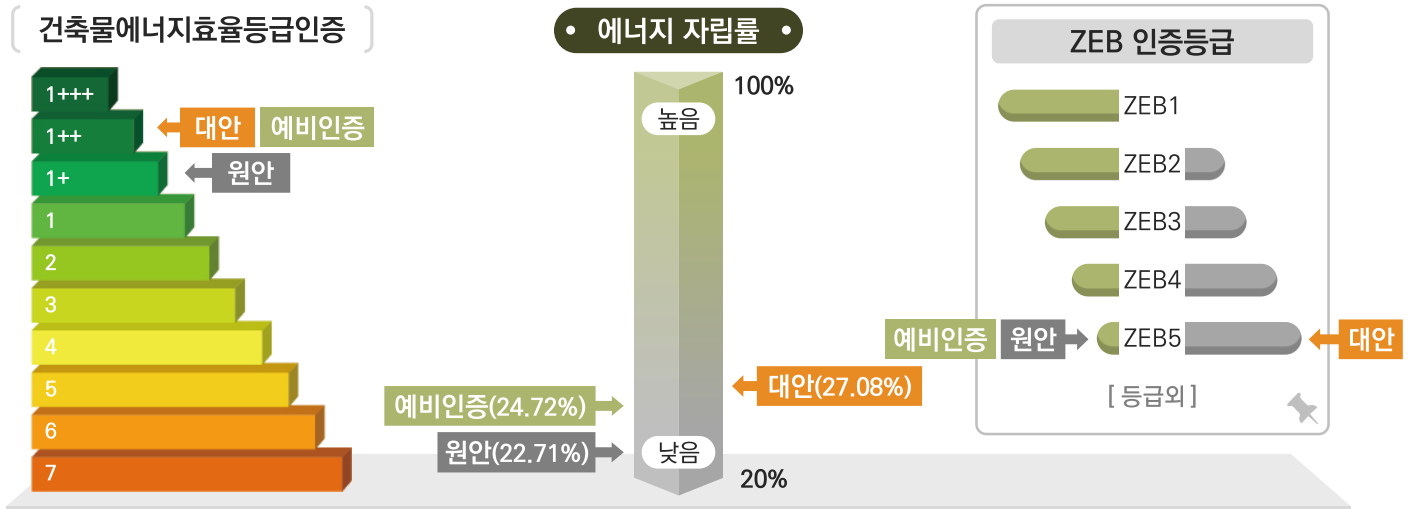
(%)



구분	1차에너지 소요량 (kWh/m²·y)					합계	1차에너지 생산량 (kWh/m²·y)	등급용 1차에너지 소요량 (kWh/m²·y)	에너지 자립률 (%)
	난방	냉방	급탕	조명	환기				
원안	24.1	74.1	28.3	25.6	19.6	171.7	50.4	153.9	22.71
컨설팅	28.4	41.8	31.2	22.0	16.8	140.2	52.1	120.9	27.08
예비인증	49.3	31.3	34.0	22.6	19.6	156.7	51.4	130.4	24.72



## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교



## 에너지 최적설계 전/후 공사비 절감효과 비교

최적설계 내용	시스템 개선을 위한 추가 공사비(원)	신재생 공사비 절감효과(원)	공사비 증액 검토
외피성능 최적화 (단열/창호성능 개선, 기밀테이프 시공)	- (기밀테이프 시공비용 제외)	362,790,000 (태양광 120kWp 절감효과)	(감) 394,580,000
태양광 고정식 PV 모듈 및 각도 변경 - 남/동측 면 120.24 → 남측면 84.16 kWp	-	169,290,000	
태양광 고정식 PV 추가 설치 - 용량 10 kW 1대, 5kW 1대 → 10kW 2대	137,500,000	-	



## 조감도



## 건물개요 및 인증결과

예비인증

지역	경기
위치	수원시 영통구
연면적	41,595.57㎡
규모	지하5층, 지상 14층
용도	업무시설
인증 취득일	2020.12.23
인증 등급	제로에너지건축물



## 적용 기술

기술구분	원안검토(실시설계)	컨설팅 제안
패시브 기술	창호 28mm 로이복층유리 (SHGC 0.516)	28mm 컬러 로이복층유리 (아르곤, SHGC 0.16)
	단열 외단열_PFB드 85mm	
	기타 -	엘리베이터, 회전문 하부, 창호 등 기밀테이프 시공 열교 취약부위 열교차단 파스너 적용
액티브 기술	냉·난방 열원시스템 : 천장매입 덕트연결형 FCU로 냉난방, OHU를 통한 환기 급탕시스템 : 지역난방	
	환기 전열교환기 (열회수율_난방 : 70%, 냉방 : 58%)	
	조명 고효율 LED조명 (조명밀도 4.99 W/㎡)	고효율 LED조명 (조명밀도 4.62 W/㎡)
신재생 기술	태양광 고정식 PV 229.775 kWp 입면 BIPV 141.075 kWp	고정식 PV 229.775 kWp 입면 BIPV 203.445 kWp
	50 kW	집광채광루버 1,350 m2 설치로 대체
	지열 용량 : 1,003.80 kW (개방형)	

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





## 일조분석을 통한 태양광 설치위치 검토

### 입지 및 지형분석



#### 도로현황

- 계획부지 주변으로 도청로(6차선) 인접  
버스전용차선(2차선) 광교중앙역환승센터  
지하 진입으로 7차선→6차선으로 변경
- 북서~남쪽으로 신분당선(지하철) 지나감  
→ 도로 소음 영향범위 검토 후, 주변 소음에 의한  
실내 전달소음 최소화 방안 고려

#### 주변현황

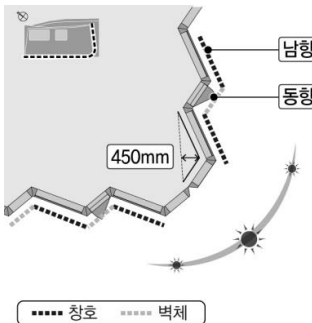
- 동측, 북측, 서측으로 고층 주거단지와 인접
- 주풍향인 서측에 고층주거단지 위치
- 부지 서북측 주상복합, 부지 남동측 경기도  
대표도서관 계획 예정  
→ 부지주변현황을 고려한 일조 및 기류흐름 확보

#### 지형검토

- 대상부지 주변의 지형은 완만한 평지
- 지형으로 인한 일조 및 기류영향 미미

### 입면 방위개선을 통한 발전효율 개선

#### 원 안



##### 정면

구분	창호 방위
4~14층	남서향 64°

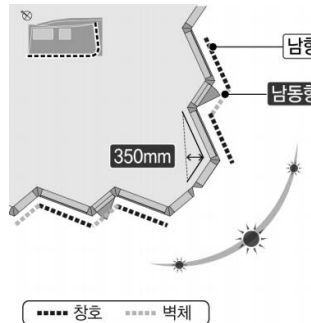
##### 우측면

구분	창호 방위
5~6층	도향 71°
7~11층	남동향 67°
12~14층	동향 73°

총일조시간 05:41:31

- 창호 입면돌출 자기음영으로 BIPV효율 저하

#### 제 안



##### 정면

구분	창호 방위
4~14층	남서향 59°

##### 우측면

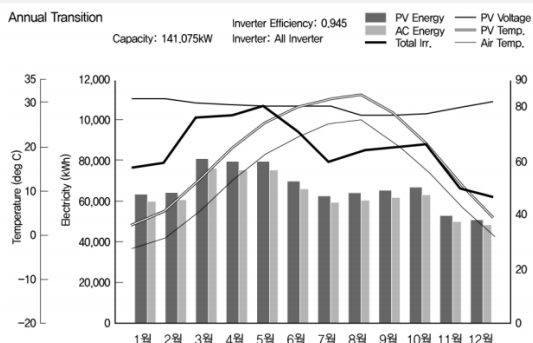
구분	창호 방위
5~6층	남동향 66°
7~11층	남동향 63°
12~14층	동향 68°

총일조시간 06:00:51

- 입면돌출길이 조정을 통한 방위 개선으로 BIPV효율 향상

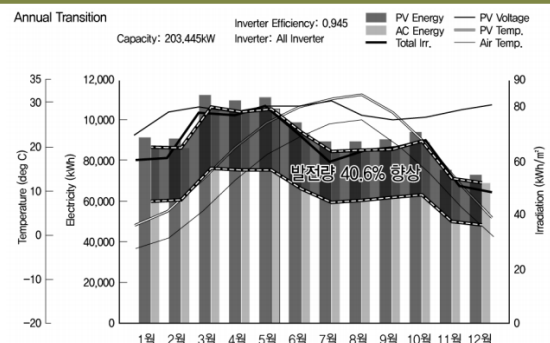
### 시뮬레이션을 통한 태양광 발전량 검토

#### 원 안



- 연간 태양광 BIPV 발전량 75,525.4 kWh/y

#### 제 안



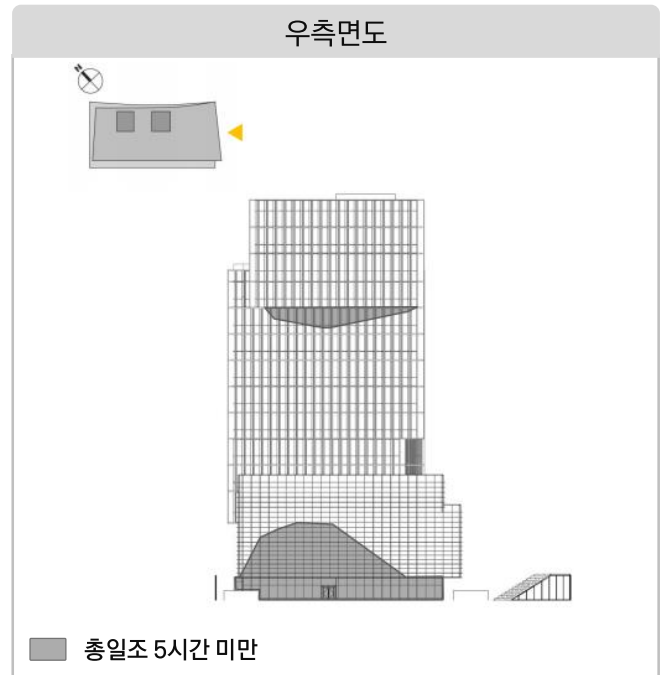
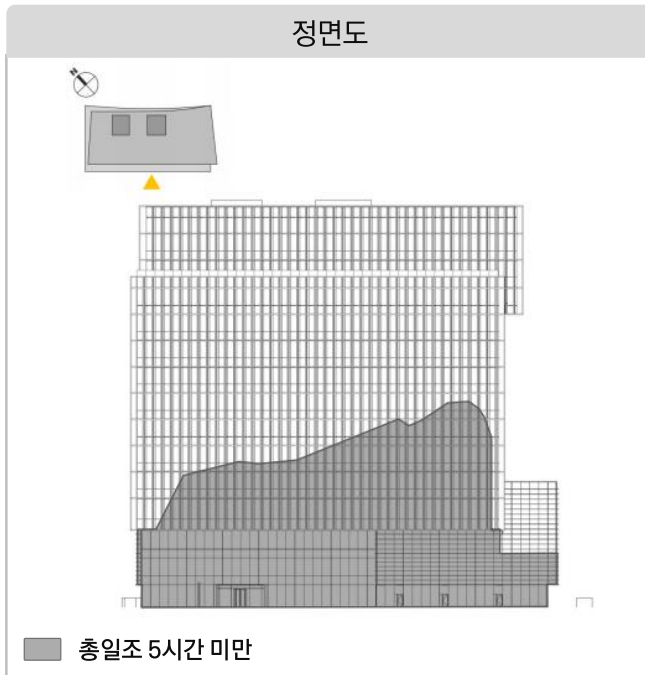
- 연간 태양광 BIPV 발전량 106,238.4 kWh/y로 40.6% 향상





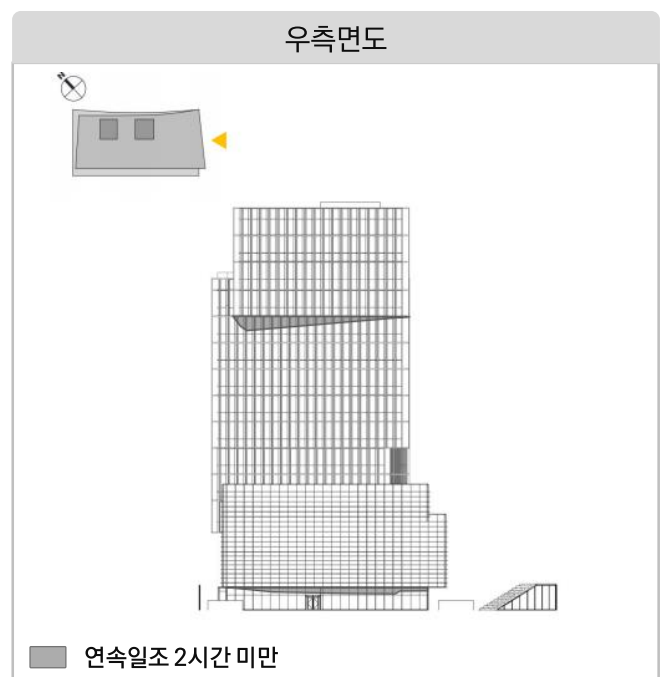
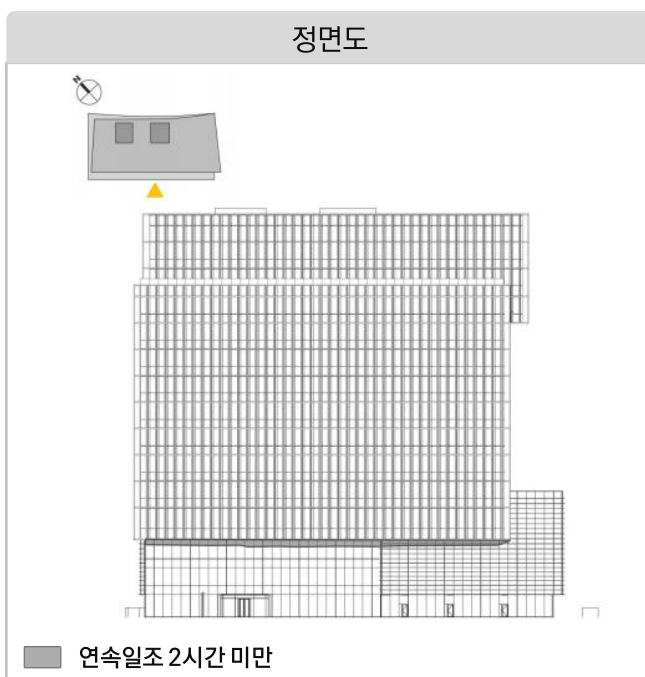
## 일조분석을 통한 태양광 설치위치 검토

### 입면 일조분석결과\_총일조 5시간



✓ 건물 돌출부 및 남서측 공동주택 건축물의 영향으로 총일조 5시간 미만 구간 발생

### 입면 일조분석결과\_연속일조 2시간

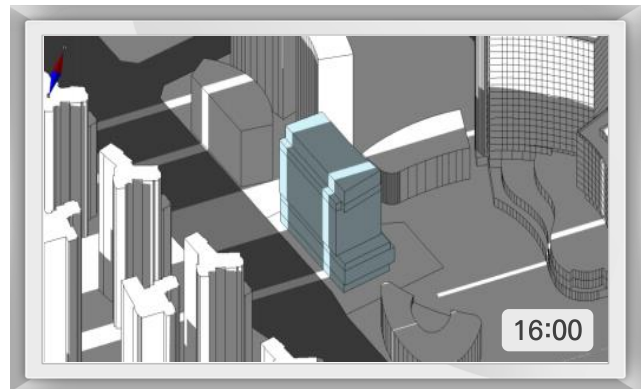
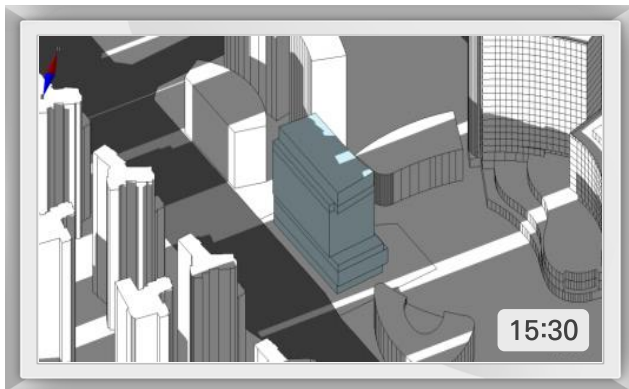
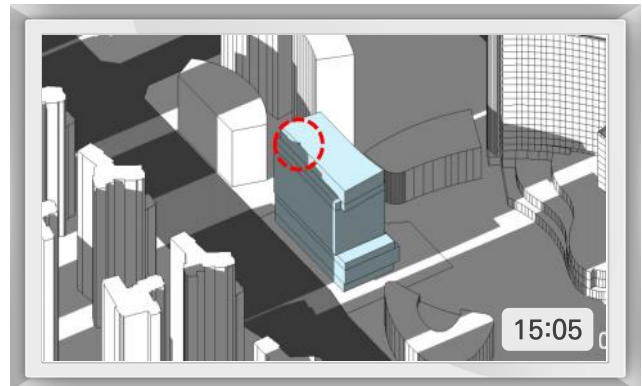
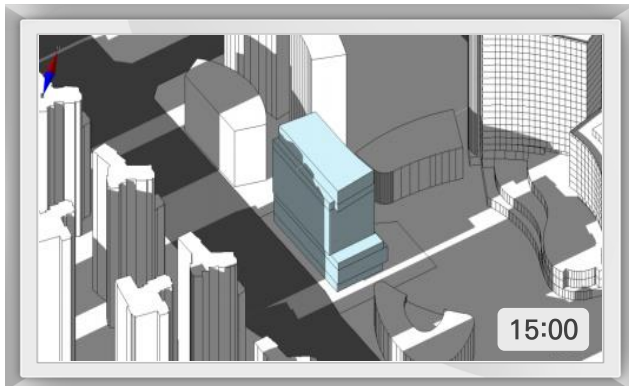


✓ 총일조 5시간 이상 범위 태양광 우선 설치 후 용량 부족 시, 연속일조 2시간 범위 태양광 추가설치 검토 필요



## 일조분석을 통한 태양광 설치위치 검토

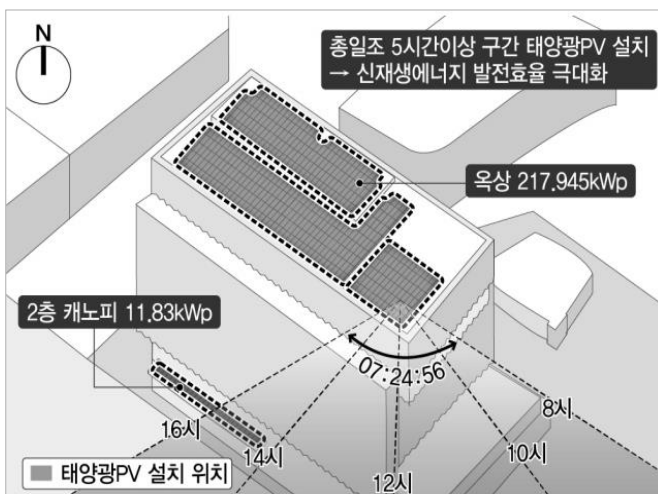
### 옥상면 일조분석결과



✓ 옥상면은 15시 5분 이후 음영영향이 발생하지만, 전체 옥상면 총일조 7시간 이상 만족함

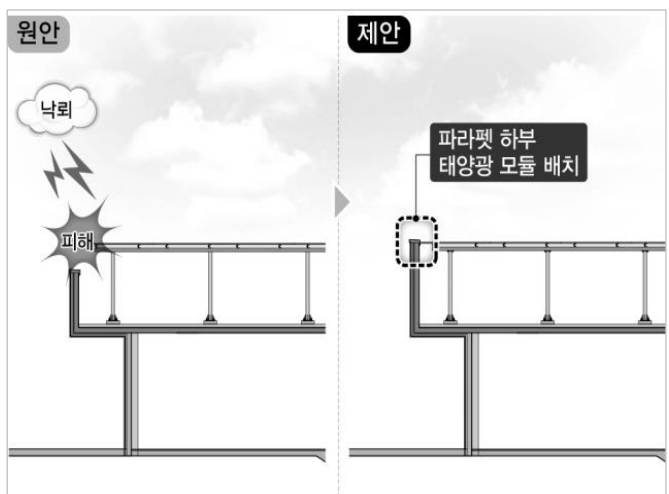
### 일조분석을 통한 태양광 설치위치 최적화

#### 일조시간 분석을 통한 태양광 설치위치 검토



• 총일조 5시간 이상 확보가능한 옥상부 태양광 패널 설치

#### 낙뢰안전성 확보의 태양광 설비

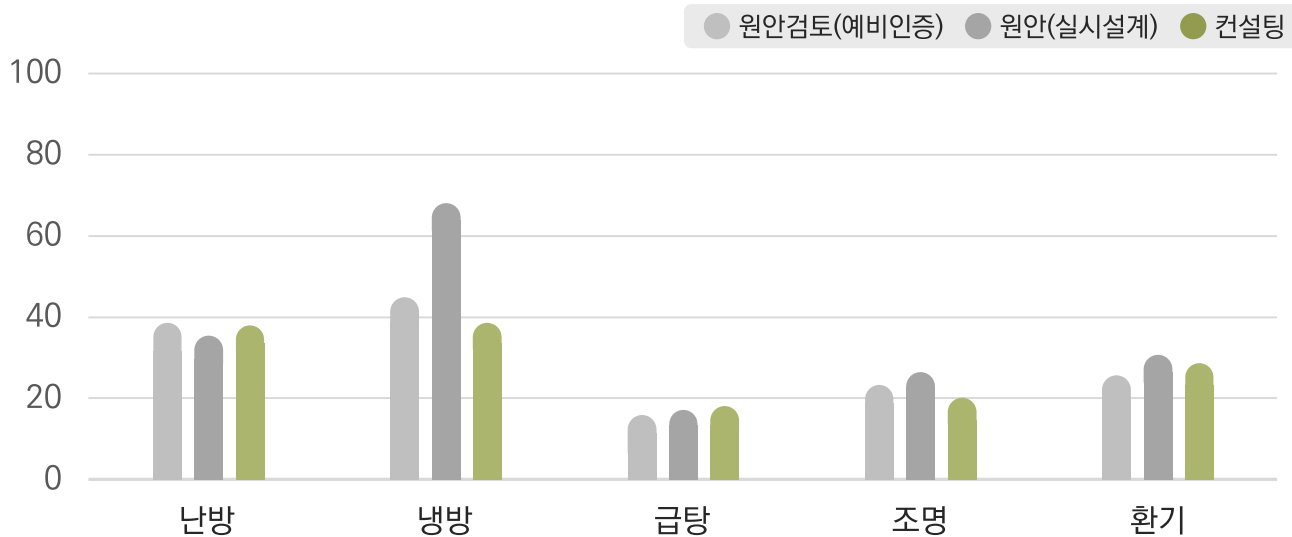


• 태양광모듈과 피뢰침과의 간섭 개선하여 안전성 향상

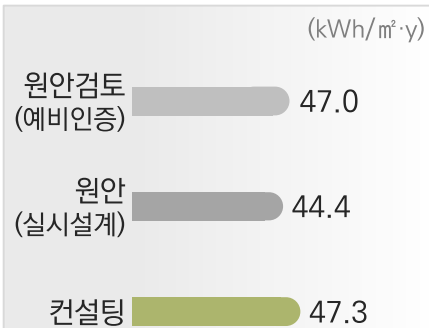


## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교

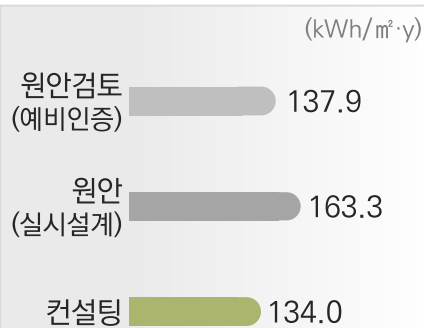
## 1차에너지소요량



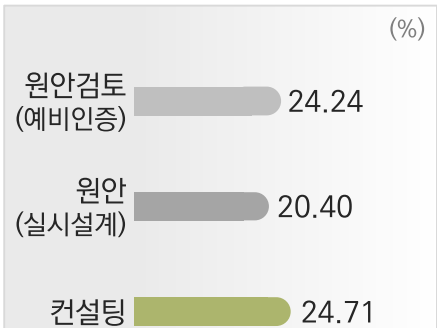
## 1차에너지 생산량



## 등급용 1차에너지소요량



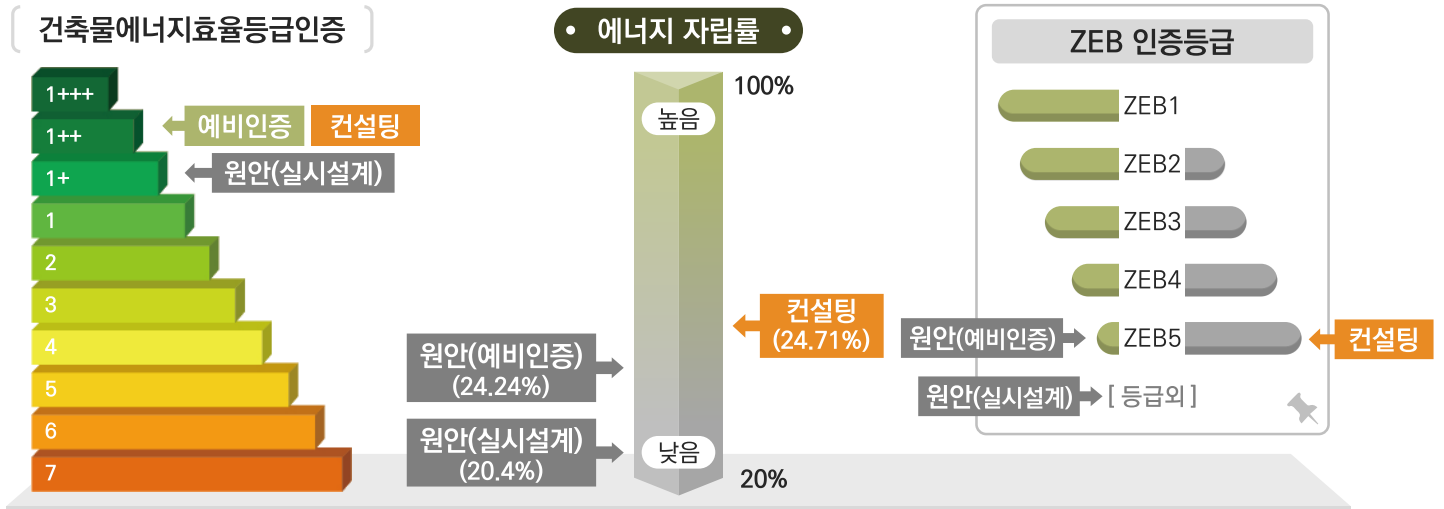
## 에너지 자립률



구분	1차에너지 소요량 (kWh/m²·y)					합계	1차에너지 생산량 (kWh/m²·y)	등급용 1차에너지 소요량 (kWh/m²·y)	에너지 자립률 (%)
	난방	냉방	급탕	조명	환기				
원안검토(예비인증)	35.0	46.1	15.1	23.5	27.2	146.9	47.0	137.9	24.24
원안(실시설계)	32.2	66.9	15.9	26.5	31.8	173.3	44.4	163.3	20.4
컨설팅	37.2	38.5	16.3	21.9	30.2	144.1	47.3	134.0	24.71



## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교



## 에너지 최적설계 전/후 공사비 절감효과 비교

최적설계 내용	시스템 개선을 위한 추가 공사비(원)	신재생 공사비 절감효과(원)	공사비 증액 검토
태양광 BIPV 추가 설치 - 남/동측 입면 141.075 → 203.445 kWp	374,220,000	-	(증)254,220,000
연료전지(50kW) 삭제 → 집광채광루버(1,350m <sup>2</sup> ) 추가 설치	-	120,000,000	



## 조감도



## 건물개요 및 인증결과

예비인증

지역	서울특별시
위치	동대문구 회기동
연면적	14,729.25㎡
규모	지하2층, 지상 7층
용도	교육연구시설
인증 취득일	2020.07.16
인증 등급	제로에너지건축물



## 적용 기술

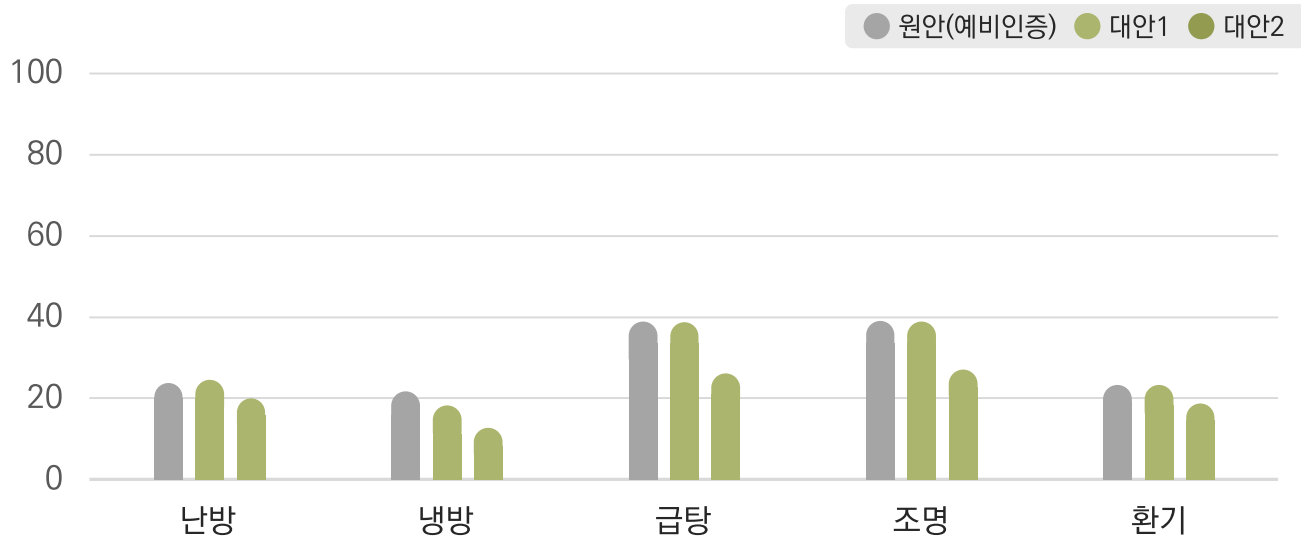
기술구분	원안(예비인증)	컨설팅 제안
패시브 기술	창호	24mm 로이복층유리 (아르곤, SHGC 0.516)
	단열	외단열_PF보드 100mm
	기타	-
액티브 기술	냉·난방	열원시스템 : GSHP (COP_난방 : 4.02 냉방 : 4.86) 급탕시스템 : 전기온수기 (효율 : 100%)
	환기	전열교환기 (열회수율_난방 : 76%, 냉방 : 69%)
	조명	고효율 LED조명 (조명밀도 6.53 W/㎡)
신재생 기술	태양광	옥상 고정식 PV 93.375 kWp (415W 모듈, 발전효율 19.4%)
	지열	난방용량 : 845.35 kW, 냉방용량 839.39 kW (밀폐형)

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

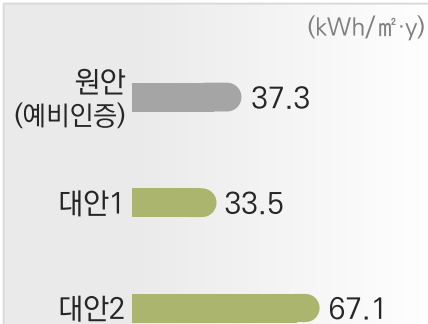


## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교

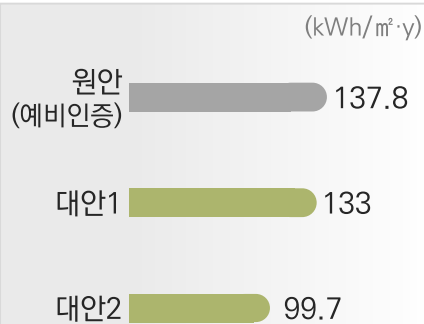
## 1차에너지소요량



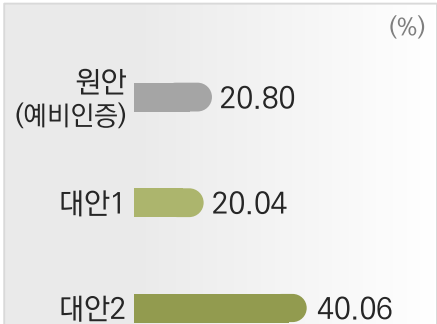
## 1차에너지 생산량



## 등급용 1차에너지소요량



## 에너지 자립률

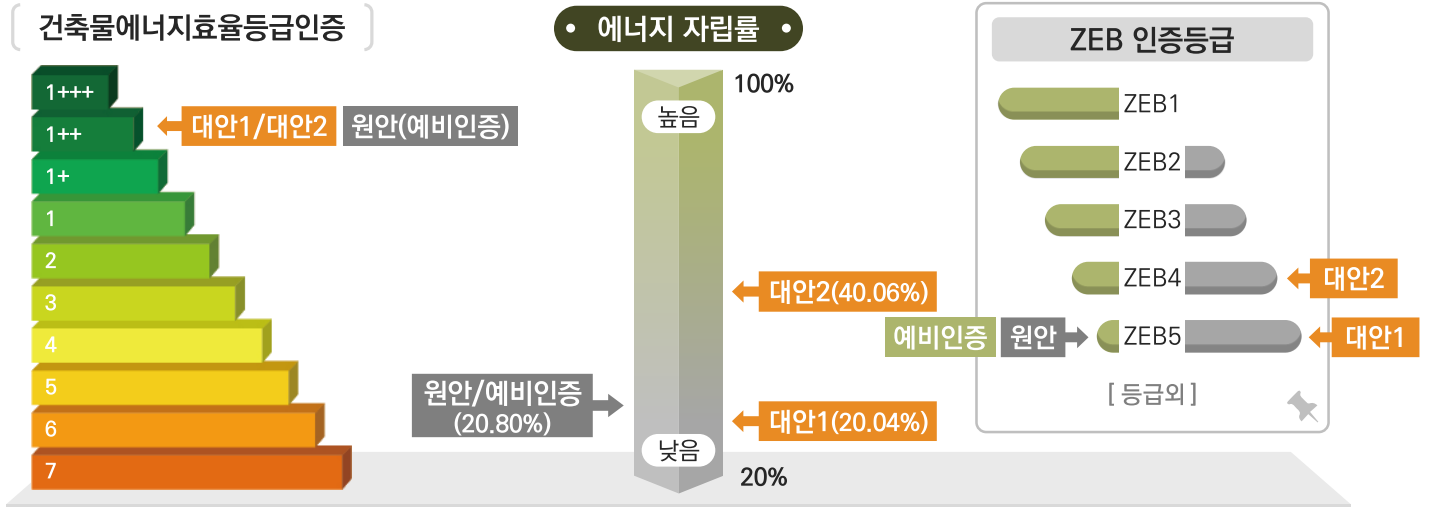


구분	1차에너지 소요량 (kWh/m²·y)					합계	1차에너지 생산량 (kWh/m²·y)	등급용 1차에너지 소요량 (kWh/m²·y)	에너지 자립률 (%)
	난방	냉방	급탕	조명	환기				
원안 (예비인증)	25.3	22.5	36.4	35.8	22.0	141.9	37.3	137.8	20.80
컨설팅	대안1	27.1	16.0	36.4	35.8	22.0	137.2	33.5	20.04
	대안2	20.3	12.0	27.3	26.8	16.5	102.9	67.1	40.06





## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교



## 에너지 최적설계 전/후 공사비 절감효과 비교

최적설계 내용	시스템 개선을 위한 추가 공사비(원)	신재생 공사비 절감효과(원)	공사비 증액 검토
대안1 (ZEB5)	외피성능 최적화 (창호성능 개선, 기밀테이프 시공)	(기밀테이프 시공비용 제외)	18,900,000 (태양광 7kWp 절감효과)
	태양광 고정식 PV모듈 및 각도 변경 - 모듈 효율 개선, 수평 10도 → 23도	-	-
대안2 (ZEB4)	태양광 고정식 PV 추가 설치 - 옥상 93.24 kWp → 187.32 kWp	(태양광 7kWp 절감효과)	-
			(증)235,000,000



## 조감도



## 건물개요 및 인증결과

예비인증

지역	울산광역시
위치	울주군 온산읍
연면적	16,235.79㎡
규모	지하 2층, 지상 6층
용도	노유자시설
인증 취득일	2021.01.07
인증 등급	제로에너지건축물



## 적용 기술

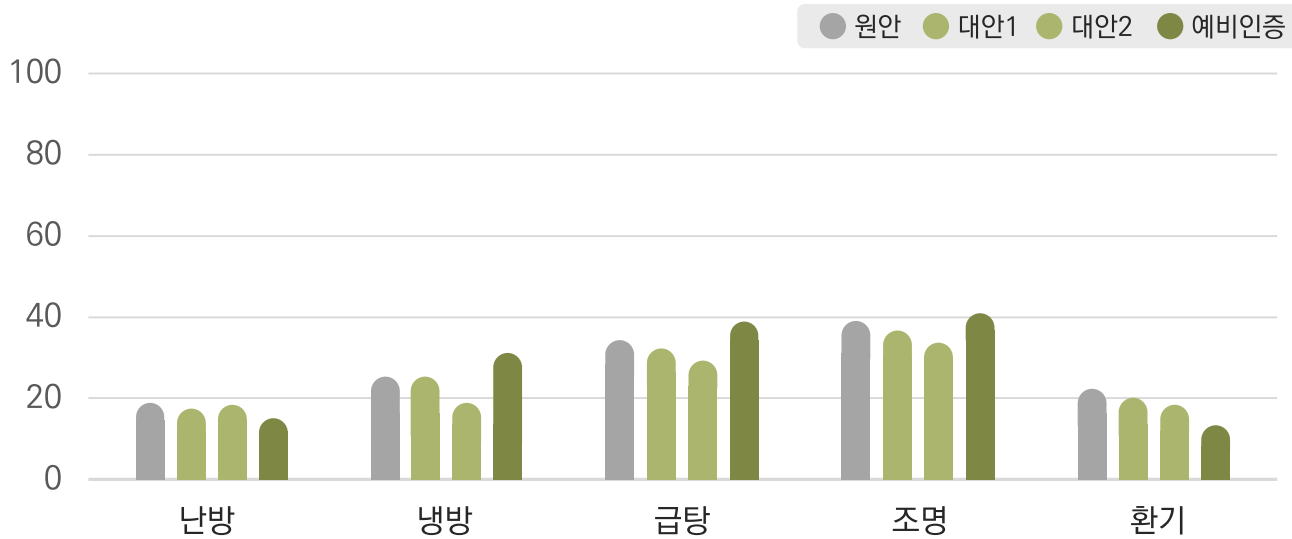
기술구분	원안(예비인증)	컨설팅 제안
패시브 기술	창호 24mm 로이복층유리 (아르곤, SHGC 0.516)	24mm 컬러 로이복층유리 (아르곤, SHGC 0.26)
	단열 외단열_준불연 EPS 단열재 100mm	
	기타 -	엘리베이터, 회전문 하부, 창호 등 기밀테이프 시공 열교 취약부위 열교차단 파스너 적용
액티브 기술	냉·난방 열원시스템 : GHP (COP_난방 : 1.70, 냉방 : 1.47) 급탕시스템 : 전기온수기 (효율 : 100%)	
	환기 전열교환기 (열회수율_난방 : 70%, 냉방 : 55%)	
	조명 고효율 LED조명 (조명밀도 7.76 W/㎡)	
신재생 기술	태양광 옥상 고정식 PV 144.48 kWp (430W 모듈)	옥상, 고정식 PV 144.48 kWp (455W 모듈, 발전효율 20.30%)
	남측 입면, 지붕 수평면 BIPV 144.48 kWp (430W 모듈)	지붕 수평면 BIPV 55.90 kWp (430W 모듈, 발전효율 19.87%)
	지열 설치용량 : 425 kW (개방형)	

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

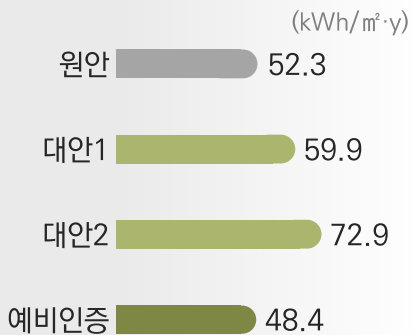


## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교

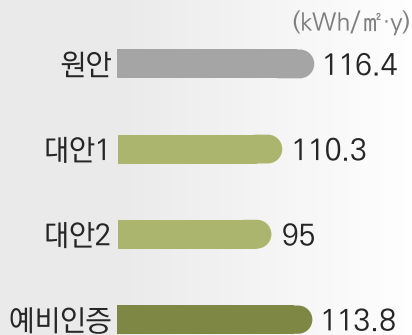
### 1차에너지소요량



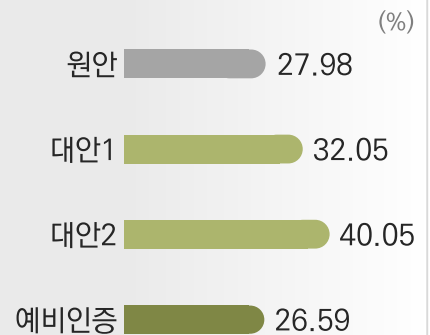
### 1차에너지 생산량



### 등급용 1차에너지소요량



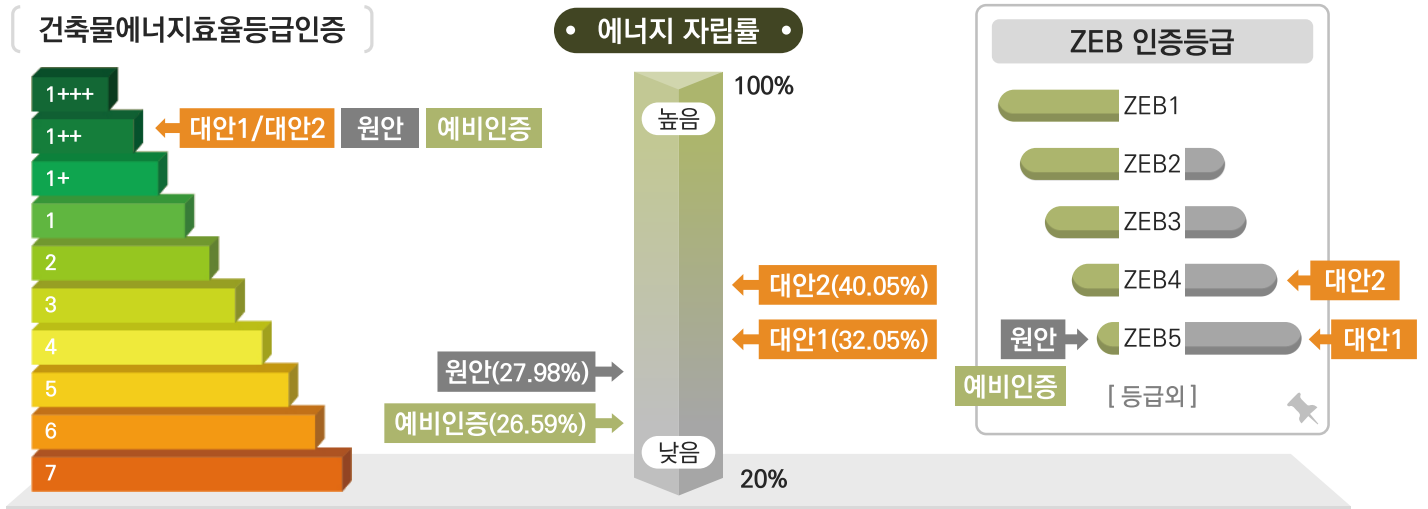
### 에너지 자립률



구분		1차에너지 소요량 (kWh/㎡·y)					합계	1차에너지 생산량 (kWh/㎡·y)	등급용 1차에너지 소요량 (kWh/㎡·y)	에너지 자립률 (%)
		난방	냉방	급탕	조명	환기				
원안		16.7	25.3	32.1	38.7	21.6	134.6	52.3	116.4	27.98
컨 설 팅	대안1	16.4	25.0	29.6	35.8	20.2	127.0	59.9	110.3	32.05
	대안2	17.2	18.9	25.3	30.5	17.2	109.1	72.9	95.0	40.05
예비인증		14.2	28.7	38.2	41.2	11.3	133.6	48.4	113.8	26.59



## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교



## 에너지 최적설계 전/후 공사비 절감효과 비교

최적설계 내용	시스템 개선을 위한 추가 공사비(원)	신재생 공사비 절감효과(원)	공사비 증액 검토
대안1 (ZEB5)			
태양광 BIPV 감축 설치 - 남측/지붕면 144.48 kWp → 55.90 kWp	-	531,480,000	(감)531,480,000
태양광 고정식 PV 모듈 변경 - PV 모듈 효율 개선	-	-	
대안2 (ZEB4)			
외피성능 최적화 (창호성능 개선, 기밀테이프 시공)	(기밀테이프 시공비용 제외)	48,150,000 (태양광 17.8kWp 절감효과)	공사비 0.48억원 절감효과
태양광 고정식 PV 모듈 변경 - PV 모듈 효율 개선	-	-	



## 조감도



## 건물개요 및 인증결과

예비인증

지역	경기도
위치	화성시 오산동
연면적	4,668.33㎡
규모	지하 1층, 지상 2층
용도	운동시설
인증 취득일	2020.12.08
인증 등급	제로에너지건축물



## 적용 기술

기술구분	원안	컨설팅 제안
패시브 기술	창호 39mm 로이삼중유리 (아르곤, SHGC 0.374)	39mm 컬러로이삼중유리 (아르곤, SHGC 0.15)
	단열 외단열_글라스울보온판 48K 150mm	
	기타 -	엘리베이터, 회전문 하부, 창호 등 기밀테이프 시공 열교 취약부위 열교차단 파스너 적용
액티브 기술	냉·난방 열원시스템 : 지역난방 및 흡수식 냉동기 (난방 : 100%, 냉방 : 72%) 급탕시스템 : 지역난방 (효율 : 100%)	
	환기 전열교환기 (열회수율_난방 : 72%, 냉방 : 52%)	
	조명 고효율 LED조명 (조명밀도 7.30 W/㎡)	
신재생 기술	태양광 옥상 고정식 PV 152.88 kWp (420W 모듈, 발전효율 19.49%)	옥상, 고정식 PV 423.78 kWp (420W 모듈, 발전효율 20.26%)

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

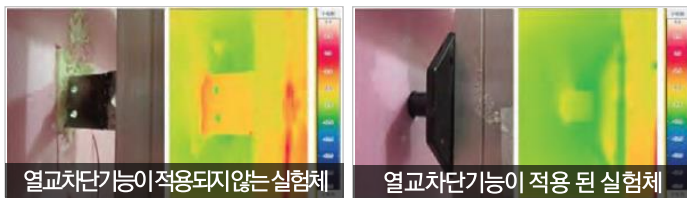


## 기밀, 열교차단을 통한 패시브 적용기술 검토

### 기밀성능 향상 기술

구분	창호(틀) 부위	파이프 및 덕트 부위	조적벽부위	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, 홈넷
시공방법	창틀 - 구조체 접합부 (실내측) 단열재 시공	배관주변 틈새 실런트 충진 후 기밀테이프 문어발 형태 가공적용	ERV, 스프링클러 넓은 틈새 폼 충진 후 기밀테이프 시공	규격과 맞는 경우 기밀소켓 적용, 그 외 기밀테이프 시공
				

### 열교차단 기술



#### 온도, 열류량 측정 결과

구분		기존 파스너	열교차단 파스너	비고
온도 [°C]	실외측	-7.05	-7.18	Δ0.13
	구체측	8.82	15.15	Δ6.33
	실내측	17.93	18.39	Δ0.46
열류량[W/m²]	실내측	18.77	9.31	49.60%

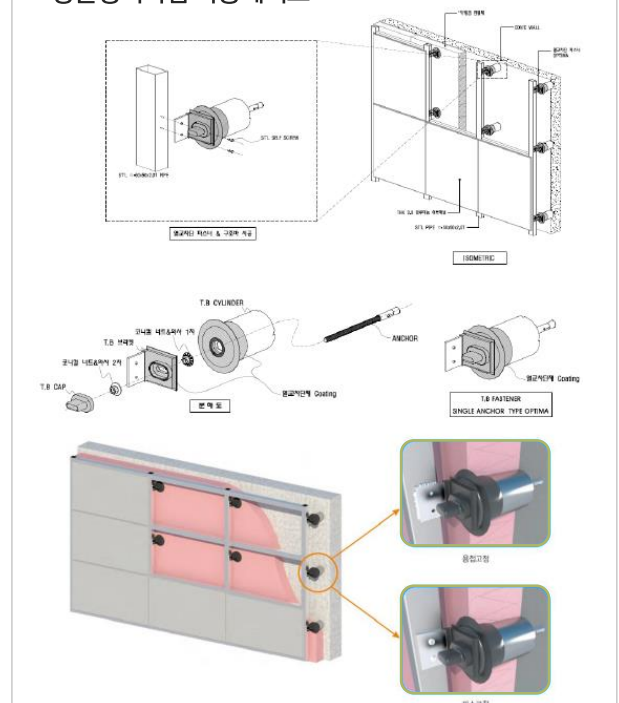
#### 결로방지 성능 비교

	기존 파스너	열교차단 파스너	비고
항온실 표면온도	9.8°C	14.8°C	
항온실 TDR	0.36	0.18	
결로 발생 온도	0.4°C	-18.4°C	실내온도 20°C, 상대습도 50% 기준

#### 열교차단 파스너의 성능 개선에 따른 에너지 소비 저감효과

구분	외벽 상당 열관류율 [W/m²K]	에너지소비량 [KWh/m² yr.]			저감율 [%]	비고
		난방	냉방	연간		
기존 파스너 적용	1.00	6.5	11.4	17.9	-	2014년 에너지조사보고서 (에너지경제연구원)
열교차단 파스너 적용	0.35	2.6	12.1	14.7	17.9	

#### 싱글앵커타입 시공예시도

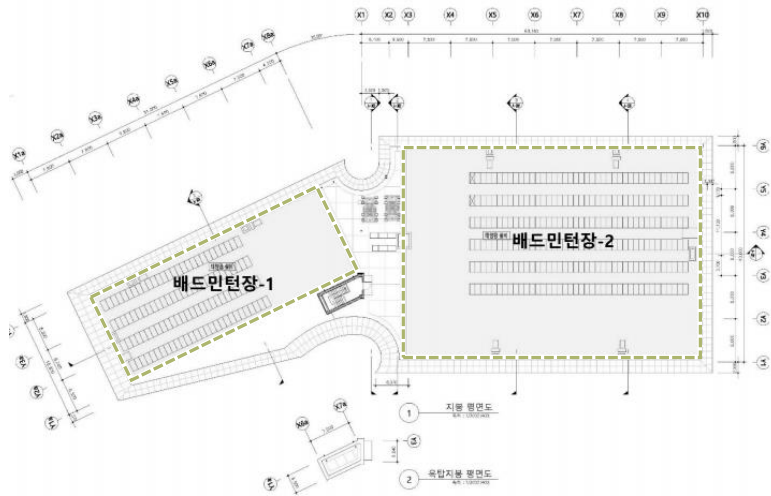


✓ 파스너 시공방법 개선 및 열교차단 파스너 시공으로 외벽 결로방지성능 향상





## 신재생에너지 설치 가능 면적 및 용량 검토

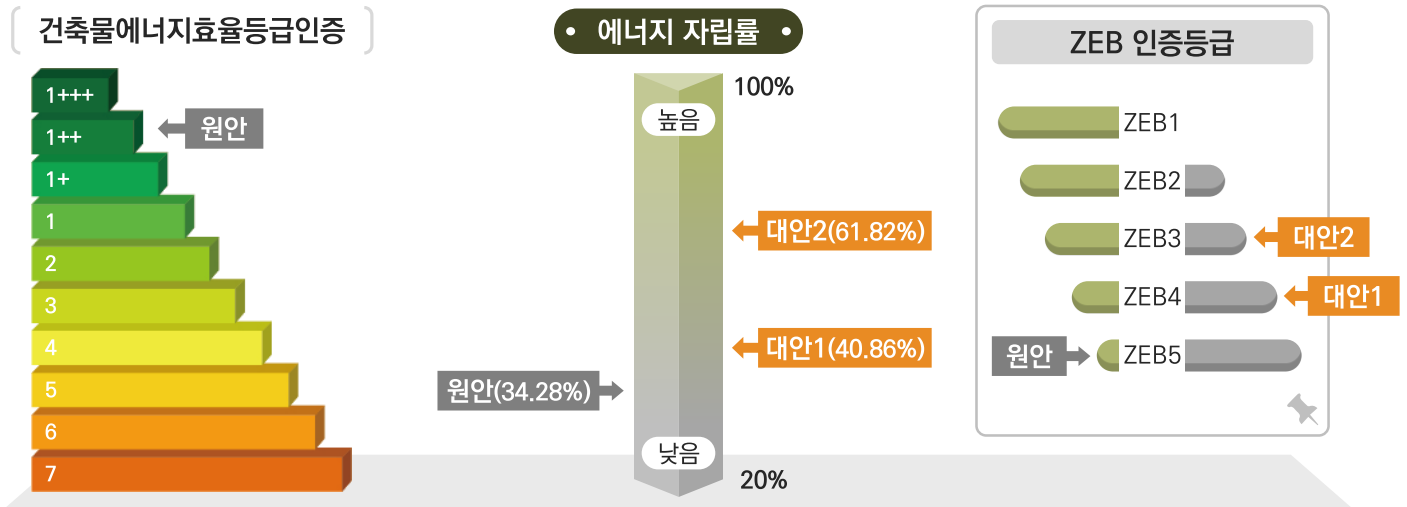


태양광 PV 최대 설치 면적 산정

구분	현안		최대 설치시	
항	남	남서	수평	
모듈(W)	420W		420W	
모듈면적	2.155		2.072	
모듈효율	19.49%		20.26%	
모듈 개수	112EA	252EA	323EA	735EA
용량 (kWp)	47.04	105.84	135.7	308.7
	152.88kWp		444.36kWp (추가 291.48kWp)	
설치 면적 (m <sup>2</sup> )	241.36	543.06	669.26	1,522.92
	784.42m <sup>2</sup>		2,192.18m <sup>2</sup> (추가 1,407.76m <sup>2</sup> )	

- ✓ 태양광 PV 설치 가능 면적 : 배드민턴장-1 지붕 면적 : 958.8 m<sup>2</sup> → 669.26 m<sup>2</sup> (약 323매 설치 가능)  
 배드민턴장-2 지붕 면적 : 2,178 m<sup>2</sup> → 1,524.6 m<sup>2</sup> (약 735매 설치 가능)  
 → 총 446.36 kWp 추가 설치 가능 (옥상 면적의 70% 설치 기준)

## 에너지 최적설계 전/후 에너지 성능 향상 비교



## 에너지 최적설계 전/후 공사비 절감효과 비교

최적설계 내용		시스템 개선을 위한 추가 공사비(원)	신재생 공사비 절감효과(원)	공사비 증액 검토
대안1 (ZEB4)	태양광 고정식 PV 추가 설치 - 지붕 152.88kWp → 159.60kWp	20,000,000	-	(증)20,000,000
대안2 (ZEB3)	태양광 고정식 PV 추가 설치 - 지붕 152.88kWp → 256.20kWp	310,000,000	-	(증)310,000,000