

2025 제로에너지건축 전문인력 양성교육

건물컨설팅 실무교육



2025
제로에너지건축
전문인력 양성교육

건물컨설팅 실무교육
(오프라인)

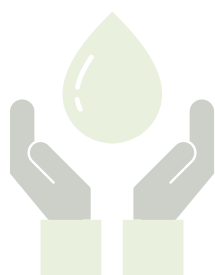
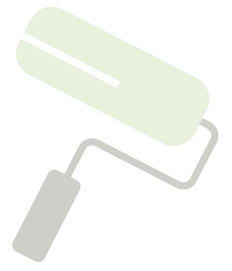
Contents

2025 제로에너지건축 전문인력 양성교육
건물컨설팅 실무교육(오프라인)

PART A

설계 컨설팅

A.1 ECO2 활용 주거건물 컨설팅 실무	8
1. ECO2 용도프로필에 따른 에너지패턴 검토	8
2. 공동주택 에너지성능 평가 시 입력되는 주 기술요소	9
3. 공동주택 기술요소 우선순위 도출	10
4. 공동주택 ZEB 설계 가이드라인	11
5. 공동주택 ZEB 추가공사비 검토	11
6. 공동주택 ECO2 활용 컨설팅 사례_수원당수 공공주택지구	13
A.2 ECO2 활용 비주거건물 컨설팅 실무	20
1. ECO2 용도프로필에 따른 에너지패턴 검토	20
2. 비주거시설 에너지성능 평가 시 입력되는 주 기술요소	21
3. 비주거시설 EPI 공통인자를 고려한 컨설팅	22
4. 비주거시설 ECO2 활용 컨설팅 사례_홍성군 신청사	23
5. 비주거시설 ECO2 활용 컨설팅 사례_세운재정비촉진지구	33
A.2 신재생에너지 컨설팅 실무	38
1. 에너지자립률 vs 신재생에너지 공급비율	38
2. 에너지자립률 확보를 위한 신재생에너지 설치 고려사항	42
3. 인센티브를 고려한 제로에너지 경제성 검토	46



**2025
제로에너지건축
전문인력 양성교육**

건물컨설팅 실무교육
(오프라인)



**ZERO ENERGY BUILDING
TRAINING TO BE PROFESSIONALS**

PART A

설계 컨설팅

[A.1]

ECO2 활용 주거건물 컨설팅 실무

ECO2 용도프로필에 따른 에너지패턴 검토
공동주택 에너지성능 평가 시 입력되는 주 기술요소
공동주택 기술요소 우선순위 도출
공동주택 ZEB 설계 가이드라인
공동주택 ZEB 추가공사비 검토
공동주택 ECO2 활용 컨설팅 사례_수원당수 공공주택지구

[A.2]

ECO2 활용 주거건물 컨설팅 실무

ECO2 용도프로필에 따른 에너지패턴 검토
비주거시설 에너지성능 평가 시 입력되는 주 기술요소
비주거시설 EPI 공통인자를 고려한 컨설팅
비주거시설 ECO2 활용 컨설팅 사례_홍성군 신청사
비주거시설 ECO2 활용 컨설팅 사례_세운재정비촉진지구

[A.3]

신재생에너지 컨설팅 실무

에너지자립률 vs 신재생에너지 공급비율
에너지자립률 확보를 위한 신재생에너지 설치 고려사항
인센티브를 고려한 제로에너지 경제성 검토

A.1

ECO2 활용 주거건물 컨설팅 실무

교육 목표

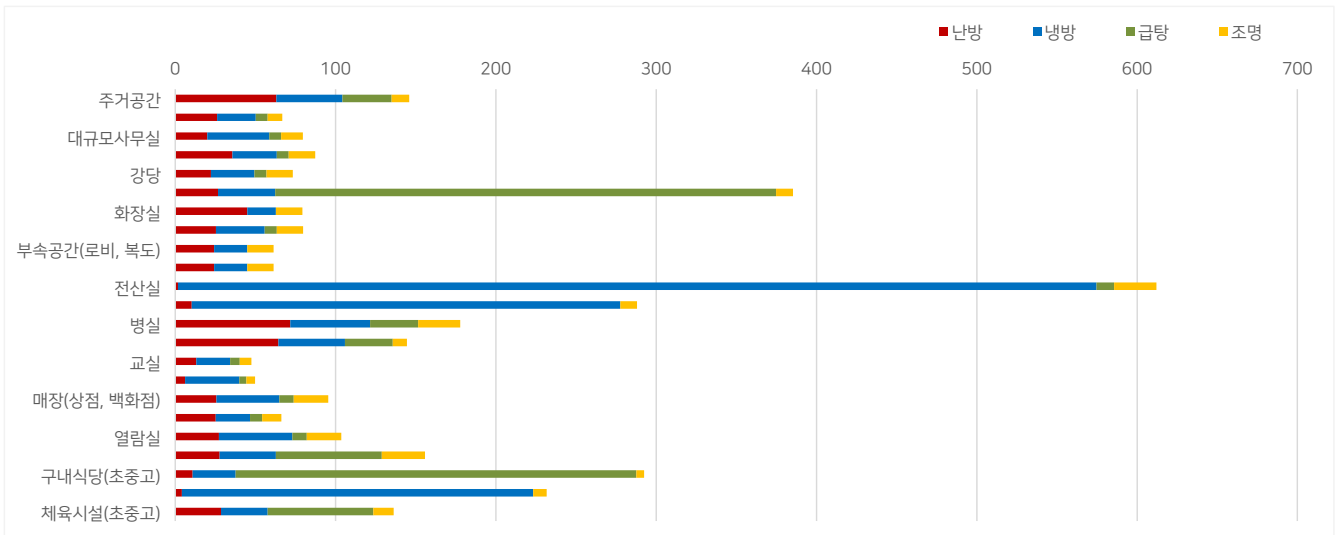
- ECO2 활용** * 주거시설의 부하특성에 따른 제로에너지 기술요소 우선순위 검토
주거건물 컨설팅 실무 * 제로에너지 공동주택 실무사례 소개

1 ECO2 용도프로필에 따른 에너지패턴 검토

◎ 용도프로필별 에너지패턴 검토(에너지요구량)

- 1. ECO2 용도프로필에 따라 사용시간, 운전시간, 연간 사용일수, 설정 요구량, 열발열원이 상이함
- 2. 에너지요구량(건물부하) 비교 시, 24시간 사용되는 주거공간/병실/ 객실의 난방부하가 높게 산출됨
→ "난방부하 저감 중요"
- 3. 반대로 열발열원이 높은 대규모사무실, 전산실, 주방 및 조리실 등은 냉방부하가 높게 산출됨
→ "냉방부하 저감 중요"

[단순패턴비교용]



◎ 용도프로필별 에너지 소비특성을 고려한 에너지절감 요소기술 적용

에너지 사용 특성	주거	비주거
	<p>난방 > 냉방</p> <p>“난방에너지 절감 기술요소 및 전체에너지 증약 30%를 차지하는 급탕에너지 절감 필요”</p>	<p>난방 < 냉방</p> <p>“냉방에너지 절감 기술요소 및 조명에너지 절감 필요”</p>
구분	주거	비주거
패시브	외피성능 강화: 외피 및 창호 단열성능 강화	일사차단: 차양 및 유리 차폐성능 강화
	열교 및 기밀성능 강화: 열교차단재 및 기밀테이프 시공	조명밀도 최적화*를 고려한 평면계획
액티브	개별난방: 고효율 보일러(콘덴싱 보일러) 적용	고효율 열원기기(냉방효율) 적용
	지역난방: 기계실 중앙배치를 통한 배관손실 최소화	순환펌프 동력 및 배관손실 최소화
	고효율 전열교환기 설치	최적의 공조방식 적용 (변풍량 or 정풍량)
	고효율 LED 조명기기 적용 (조명밀도 6.0W/m ² 이하)	고효율 LED 조명기기 적용 (조명밀도 6.0W/m ² 이하)
	지하주차장 디밍제어 센서조명 적용	

2 공동주택 에너지성능 평가 시 입력되는 주 기술요소

◎ ECO2 분석가능 요소기술

- ECO2 분석가능 기술요소 중, 공동주택 에너지성능 평가 시 입력되는 주 기술요소 선정
- 공동주택의 경우 난방부하 민감도가 높으므로 침기울, 창호 열관류율의 우선 순위가 높으며 자립률 확보를 위한 태양광 설치 고려 필수

구분	기술요소		
패시브	사용프로필	유리 SHGC 성능 / 차양설치	
	방위	현관문, 방화문 열관류율	
	열저장능력 및 열교가산치	침기울	
	구조체 및 창호 열관류율	-	
액티브	조명	조명밀도	
	공조처리 기기	열회수율 (난방 / 냉방)	급 / 배기팬 동력
		공조기 최대풍량 및 온도 설정치	급 / 배기팬 압력손실, 효율, 풍량
	열원설비	효율 (% , COP)	제어방식
		급수온도 / 환수온도	용량 및 동력
	분배 시스템	배관 길이	순환펌프 동력
		배관 단열 및 설치장소	순환펌프 제어방식
	신·재생에너지	태양광(설치용량/모듈면적/모듈방위/모듈종류/모듈기울기/모듈효율)	
지열(설치용량/1차펌프동력/2차펌프동력/히트펌프 COP)			
연료전지(열생산능력/열생산효율/발전효율)			
태양열(설치용량/집열기 유형/집열판 방위/펌프 정격동력/탱크체적 및 설치장소)			

패시브	외벽, 지붕, 바닥 열관류율
	단열방식
	창호 열관류율
	현관문, 방화문 열관류율
액티브	침기울
	조명밀도
	공조기기 열회수율
신·재생	열원설비 효율
	태양광(옥상, 입면)
	지열, 연료전지

3 공동주택 기술요소 우선순위 도출

◎ 민감도 분석을 통한 기술요소 우선순위 도출

- 종합적으로 패시브 요소 중 침기울 및 창호가 에너지 민감도가 가장 높았으며
 - 침기울 강화를 위한 기밀시공/ 창호 단열성능 개선)
- 액티브 요소 중 조명밀도 및 전열교환기 효율
 - 고효율 LED 조명기기 적용 및 최적 평면계획, 전열교환기 열교환 효율 개선)
- 신재생에너지 중 태양광 PV가 가장 민감도가 높은 것으로 나타남
 - 자립률 확보를 위한 태양광 PV 최적배치)

순위	개별난방	지역난방
1	침기울	침기울
2	태양광	태양광
3	조명밀도	조명밀도
4	창호(직접)	창호(직접)
5	외벽(직접)/ 전열교환기 효율	외벽(직접)/ 전열교환기 효율

◎ 비용효율 평가를 통한 기술요소 우선순위 도출

- 변수별 기술요소 에너지절감률 및 공사비 증액을 고려하여 비용효율이 우수한 기술요소 선정

순위	중부1		중부2		남부		제주	
	지역난방	개별난방	지역난방	개별난방	지역난방	개별난방	지역난방	개별난방
1	창호(직접)3	창호(직접)3/ 발코니외측창1	발코니외측창1/ 현관문1	현관문1	현관문1	창호(간접)1	발코니외측창1/ 현관문1	현관문1
2	창호(간접)1	-	-	발코니외측창1	창호(간접)1	발코니외측창1	-	창호(간접)1
3	현관문1	현관문1	창호(직접)3	창호(직접)3	발코니외측창1	현관문1	창호(간접)1	발코니외측창1
4	발코니외측창1	창호(간접)1	창호(간접)1	창호(간접)1	창호(간접)2	창호(간접)2	창호(간접)2	창호(간접)2
5	전열교환기1	전열교환기1	전열교환기1	전열교환기1	전열교환기1	옥상 BAPV	옥상 BAPV	옥상 BAPV
6	옥상 BAPV	옥상 BAPV	창호(간접)3	옥상 BAPV	옥상 BAPV	전열교환기1	전열교환기1	전열교환기1
7	조명밀도2	바닥1	옥상 BAPV	창호(간접)3	창호(직접)3	창호(직접)3	조명밀도2	조명밀도2
8	조명밀도1	조명밀도1	조명밀도1	조명밀도1, 2	조명밀도2	조명밀도1,2	조명밀도1	조명밀도1
9	지붕1	조명밀도2	조명밀도2	-	바닥1/조명밀도1	-	입면 BAPV	창호(직접)3
10	바닥1	지붕1	바닥1	지붕1	-	바닥1/입면 BAPV	창호(직접)3	입면 BAPV
11	입면 BAPV	외벽(간접)2	지붕1	외벽(직접)1	입면 BAPV	-	외벽(간접)1	외벽(간접)1
12	외벽(간접)1	외벽(간접)1	입면 BAPV	바닥2	외벽(간접)1	외벽(간접)1	지붕1	외벽(간접)2
13	외벽(간접)2	입면 BAPV	바닥2	바닥1/입면 BAPV	창호(직접)1	외벽(간접)2	외벽(간접)2	창호(직접)2
14	바닥2	외벽(간접)3	외벽(직접)1	-	바닥2	바닥2	창호(직접)2	외벽(직접)1
15	외벽(간접)3/바닥3	바닥3	외벽(간접)2	외벽(간접)3	외벽(간접)2	창호(직접)1	외벽(직접)1	외벽(간접)3
16	-	바닥2	외벽(간접)3/바닥3	바닥3	외벽(직접)1	외벽(간접)3	지붕2	지붕1
17	지붕2	외벽(직접)1/지붕2,3	-	외벽(간접)2	바닥3	바닥3	외벽(간접)3/바닥2	외벽(직접)2
18	지붕3	-	외벽(간접)1	외벽(간접)1	외벽(간접)3	외벽(직접)1	-	지붕2
19	외벽(직접)1	-	지붕2	외벽(직접)2	지붕1	외벽(직접)2	외벽(직접)2	바닥2, 바닥3
20	외벽(직접)3	외벽(직접)3	외벽(직접)2	지붕3	외벽(직접)2	지붕1	바닥3	-

4 공동주택 ZEB 설계 가이드라인

◎ LH 제로에너지 공동주택 설계 가이드라인(ZEB 5등급)_총괄표

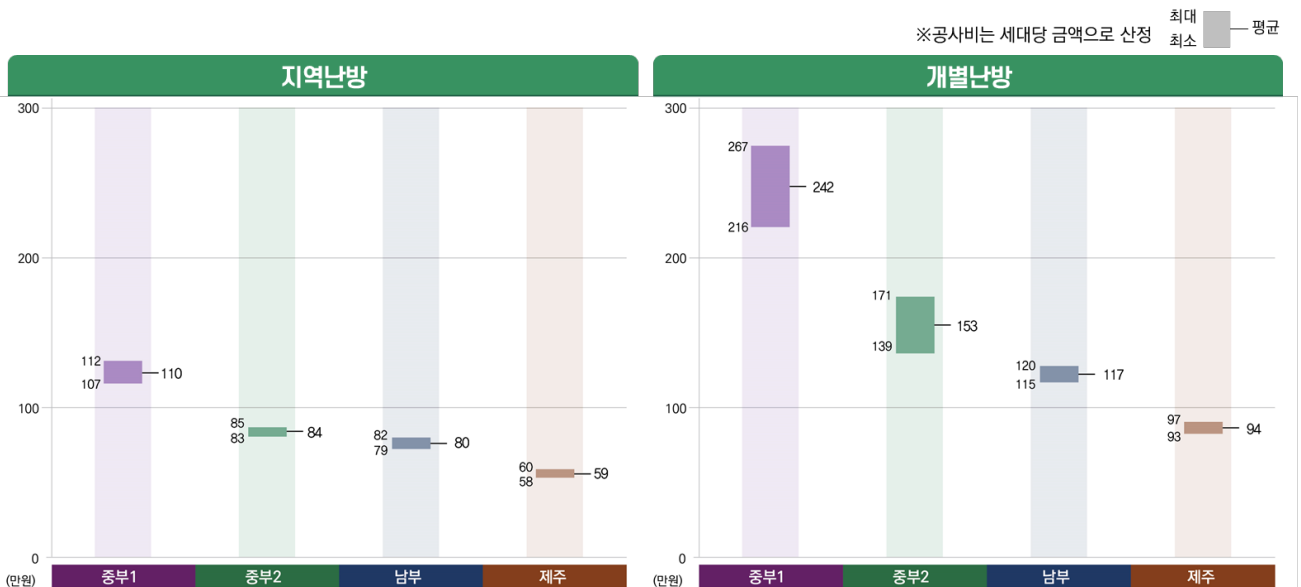
※현행 법적기준(친주) 대비 강화된 기술요소

기술요소	중부1	중부2	남부	제주
패시브				
확장 (직접)	0.80W/m ² K 22m로이복층이중창(사)	0.80W/m ² K 22m로이복층이중창(사)	0.80W/m ² K 22m로이복층이중창(사)	0.80W/m ² K 22m로이복층이중창(사)
창호 비확장 (간접)	1.00W/m ² K 22m일반+로이 이중창	1.40W/m ² K 16m일반복층이중창	1.40W/m ² K 16m일반복층이중창	1.40W/m ² K 16m일반복층이중창
비확장 (직접)	2.10W/m ² K 22m로이복층유리	2.10W/m ² K 22m로이복층유리	2.10W/m ² K 22m로이복층유리	2.10W/m ² K 22m로이복층유리
외벽 (직접)	0.15W/m ² K 경질외장재 165mm	0.17W/m ² K 경질외장재 145mm	0.22W/m ² K 비드법2중재 140mm	0.25W/m ² K 비드법2중재 120mm
(간접)	0.21W/m ² K 경질외장재 115mm	0.24W/m ² K 경질외장재 100mm	0.31W/m ² K 비드법2중재 95mm	0.35W/m ² K 비드법2중재 85mm
지붕 (직접)	0.13W/m ² K 비드법2중재 180°+60°mm	0.13W/m ² K 비드법2중재 180°+60°mm	0.18W/m ² K 비드법2중재 110°+60°mm	0.25W/m ² K 비드법2중재 60°+60°mm
바닥 (간접)	0.18W/m ² K 비드법2중재 90°+70°mm	0.21W/m ² K 비드법2중재 90°+45°mm	0.31W/m ² K 비드법2중재 90°+0°mm	0.41W/m ² K 비드법2중재 90°+0°mm
현관문/생활문 (직·간접)	1.40W/m ² K	1.40W/m ² K	1.40W/m ² K	1.40W/m ² K
액티브				
단열방식	내단열	내단열	내단열	내단열
기밀성능	6.0회/h 이하	6.0회/h 이하	6.0회/h 이하	6.0회/h 이하
열원효율	개별난방: 92%이상 콘덴싱보일러	개별난방: 92%이상 콘덴싱보일러	개별난방: 92%이상 콘덴싱보일러	개별난방: 92%이상 콘덴싱보일러
환기효율	전열교환기 (난방70%, 냉방45%)	전열교환기 (난방70%, 냉방45%)	전열교환기 (난방70%, 냉방45%)	전열교환기 (난방70%, 냉방45%)
조명설비	5 W/m ² 이하 (LED 조명 적용)	5 W/m ² 이하 (LED 조명 적용)	5 W/m ² 이하 (LED 조명 적용)	5 W/m ² 이하 (LED 조명 적용)
신재생				
태양광	지역난방 세대당 300W 이상 개별난방 세대당 610W 이상	지역난방 세대당 300W 이상 개별난방 세대당 605W 이상	지역난방 세대당 300W 이상 개별난방 세대당 440W 이상	지역난방 세대당 300W 이상 개별난방 세대당 390W 이상

5 공동주택 ZEB 추가공사비 검토

◎ 제로에너지 5등급 적용에 따른 추가공사비 검토

- 현행 법적기준(친주) 대비
ZEB 5등급 달성을 위해 지역난방 단지는 세대당 58~112만 원, 개별난방 단지는 세대당 93~267만 원 추가
- 1차에너지 환산계수(지역난방 0.728, 개별난방 1.1) 등의 이유로 ECO2 프로그램 평가 시 지역난방 대비 개별난방이 불리함



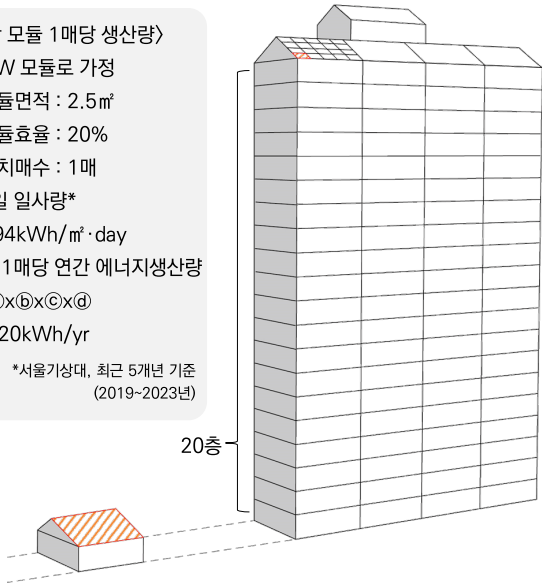
◎ 도심지에 계획되는 고층형 공동주택(26~49층) 검토

- 에너지자립률 확보에 유리한 옥상면 태양광 PV 최대 설치 시, 제로에너지 달성에 유리
- 용적률이 높은 고층형 공동주택은 옥상부에 설치가능한 세대당 태양광 설치 가용면적 부족
→ 에너지자립률 확보의 한계

〈태양광 모듈 1매당 생산량〉

- 500W 모듈로 가정
- ①모듈면적 : 2.5㎡
- ②모듈효율 : 20%
- ③설치매수 : 1매
- ④1일 일사량* : 3.94kWh/㎡·day
- 모듈 1매당 연간 에너지생산량
= ①x②x③x④
= 720kWh/yr

*서울기상대, 최근 5개년 기준 (2019~2023년)



	1개층	20개층
옥상		
세대수	1세대	20세대
옥상면적	50㎡	50㎡
세대당 옥상면적	50㎡ ÷ 1 = 50㎡/세대	50㎡ ÷ 20 = 2.5㎡/세대
세대당 태양광 설치가능매수	50㎡ ÷ 2.5㎡ = 20매 설치가능	2.5㎡ ÷ 2.5㎡ = 1매 설치가능
세대당 연간 에너지생산량	20매 x 720kWh/yr = 14,400kWh	1매 x 720kWh/yr = 720kWh

“층수 n배 증가 → 에너지생산량 n배 감소”

- 도심지 고층형 공동주택의 경우
옥상부 태양광 설치밀도가 낮으며 입면부 음영영향으로 인한 세대당 태양광 설치 가용면적 부족
- ZEB 5등급 달성을 위해 지역난방은 41층, 개별난방은 36층 이상일 경우
추가적인 신재생에너지 연계 필요 (고등급 가이드 선 적용)

목표등급	구분	■ 옥상 BAPV ■ 옥상 BAPV + 입면 BAPV ■ 미래기술 적용 필요				
		26~30층	31~35층	36~40층	41~45층	46~49층
ZEB 5등급	지역 난방	중부1	옥상 BAPV	옥상 BAPV + 입면 BAPV		미래기술 적용 필요(연료전지)
		중부2	옥상 BAPV	옥상 BAPV + 입면 BAPV		미래기술 적용 필요(연료전지)
		남부	옥상 BAPV	옥상 BAPV + 입면 BAPV		
		제주	옥상 BAPV	옥상 BAPV + 입면 BAPV		
	개별 난방	중부1	옥상 BAPV + 입면 BAPV		미래기술 적용 필요(지열 또는 캐스케이드)	
		중부2	옥상 BAPV + 입면 BAPV		미래기술 적용 필요(지열 또는 캐스케이드)	
		남부	옥상 BAPV + 입면 BAPV			
		제주	옥상 BAPV + 입면 BAPV			

6 공동주택 ECO2 활용 컨설팅 사례_수원당수 공공주택지구

◎ 개요

- 사업명 : 수원당수 공공주택지구 공동주택
- 위치 : 경기도 수원시 권선구 금곡동 당수동 일원
- 용도 : 공동주택 및 부대복리시설
- 연면적 : 49,331.18㎡
- 대지면적 : 30,833.00㎡

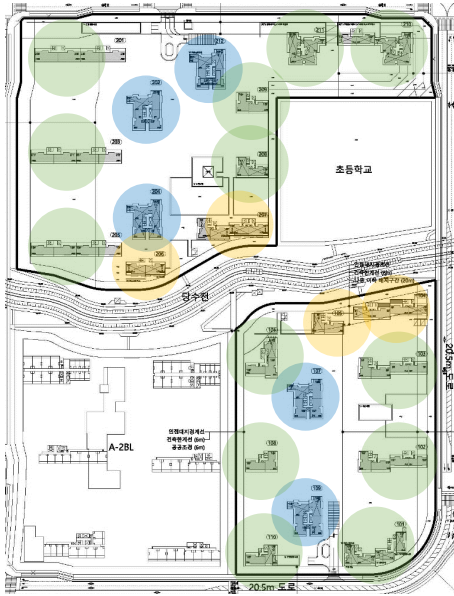
구분	C-3BL	D-3BL	
구성타입	60㎡~85㎡	60㎡~85㎡	85㎡초과
세대수	452세대	392세대	305세대
		(합계) 697세대	
최고층수	19층	23층	



◎ 주요 지침사항

- 지형변화 최소화, 저영향 개발 등 자연과 공존하는 미래주거단지 조성
- 양호한 채광 및 일조 확보와 자연환경에 대한 조망 확보를 고려한 배치 계획, 주변도시와 연계·소통하여 균형을 이루고 시너지를 낼 수 있는 가로축 형성
- 열섬현상, 미세먼지 등 미기후 대응 및 에너지절감을 고려한 배치 계획, 자연지반 확보, 친환경 조경시설물 및 식재 계획, LID기법 적용 등 친환경 녹색단지로 계획
- 결로 방지를 위한 단열 및 창호계획과 적절한 환기 및 채광계획을 제시하여 에너지 절감과 쾌적한 실내환경 조성
- 양질의 주택을 건설하는 기업 우대(제로에너지 건축물인증, 건축물 에너지효율등급 및 장수명 주택 건설인증 등)

◎ 특화 구역별 에너지자립률 목표 설정



구역	블럭별 해당 동	층수	세대수	자립률 확보
생태마을 연계 주동	D3BL : 206,207동	5~10층	38세대	100%이상
	C3BL : 103,104,105동	8~9층	82세대	
타워형 주동	D3BL : 202,204,212 동	19~23층	246세대	40%이상
	C3BL : 106,107,109동	16~19층	198세대	
일반 주동	D3BL : 201,203,205,208~211동	18~22층	413세대	60%이상
	C3BL : 101,102,108,110동	14~18층	262세대	
C-3BL	-	8~19층	452세대	60%
D-3BL	-	5~22층	697세대	60%
전체	-	5~23층	1,149세대	60%

- 수원당수 2지구 제로에너지 특화도시 기본계획을 반영한 특화 주동별 자립률 확보 계획 (수원당수 전체 지구의 DNA장착)
- 생태마을 연계 주동 자립률 100%, 일반 주동 60%, 타워형 주동 자립률 40% 확보로 전체 에너지자립률 60% 이상 확보

◎ 제로에너지 달성을 위한 패시브/액티브/신재생 고려사항

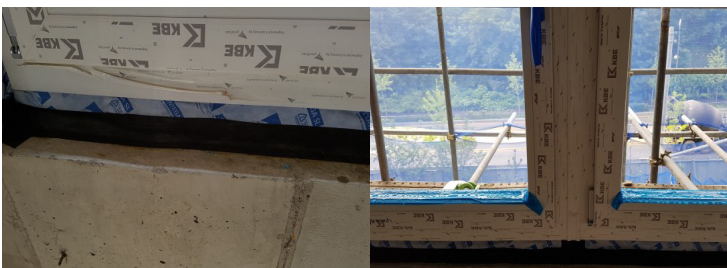
구분	공동주택
건축	단열 - LH ZEB 설계가이드라인, 에너지절약형 친환경주택 단열기준 적용
	창호 - 로이복층 이중창 적용 (열관류율 0.8W/m ² K 이하)
	기타 - 기밀시공을 통한 침기를 최소화 난방부하 저감 (본인증 시, 블로어도어 테스트를 통해 적용 가능)
기계	열원설비 최적화 - 패시브 기술을 반영한 냉·난방부하 산정으로 설비용량 최적화
	난방/급탕 설비 - 지역난방 적용 시, 배관길이 최적화(기계실 최적배치, 층별조닝)
	전열교환기 - 고효율 전열교환기 적용 (난방 열회수율 75% 이상)
	펌프제어 - 순환펌프 인버터 제어방식 적용(난방 및 급탕 순환펌프)
전기	조명 - 고효율 LED 조명기기 적용으로 전체 평균 조명밀도 최적화 (평균 조명밀도 6W/m ² 이하)
	신재생 - 제로에너지건축물인증 등급 목표를 고려한 옥상/입면 태양광PV 설치 검토 (설치면적 부족 시, 연료전지 급탕연계 고려) - 고효율 태양광 PV 적용
기타	원격검침 또는 BEMS - 세대 원별 계측(월패드 또는 모바일) + 공용부(부대복리, 주민공동시설) 용도별 계측 필요(난방, 냉방, 급탕, 조명 등) + 신재생 발전량(태양광)

◎ 단열검토

부위	단열재 종류	열전도율 (W/m·K)	에너지절약형 친환경주택 건설기준(고시기준)			내제로에너지 설계 단열기준			비고	
			열관류율 (W/m²·K)	단열재 두께 (mm)	적용 열관류율	열관류율 (W/m²·K)	단열재 두께 (mm)	적용 열관류율		
벽체	외기 직접	비드법 2종2호	0.032	0.170	190	0.164	0.170	190	0.164	-
		경질우레탄 2종2호	0.023		135	0.166		135	0.166	
	외기 간접	비드법 2종2호	0.032	0.240	130	0.234	0.240	130	0.234	-
		경질우레탄 2종2호	0.023		95	0.230		95	0.230	
지붕	외기 직접	비드법 2종2호	0.032	0.150	210	0.149	0.130	250(▲40)	0.126	약 15.4%
		경질우레탄 2종2호	0.023		155	0.146		175(▲20)	0.129	
	외기 간접	비드법 2종2호	0.032	0.210	150	0.206	-	-	-	-
		경질우레탄 2종2호	0.023		110	0.202		-	-	
바닥 (난방)	외기 직접	비드법 2종2호	0.032	0.170	190	0.165	0.170	190	0.165	-
		경질우레탄 2종2호	0.023		135	0.167		135	0.167	
	외기 간접	비드법 2종2호	0.032	0.240	130	0.233	0.210	150(▲20)	0.203	약 14.3%
		경질우레탄 2종2호	0.023		95	0.229		105(▲10)	0.208	

- 비용효율적인 제로에너지 달성을 위해서 지붕(외기직접) 바닥(외기간접) 부위 단열성능 약 15% 향상 필요 (태양광 설치용량 최적화)
- 비드법 및 경질우레탄2종2호 기준, 단열재 두께 15~40mm 증가 필요

◎ 기밀시공(침기울 확보 방안)



다용도 기밀테이프(검정)+전용 접착제로 내부 추가 보강

외부용 창호 기밀테이프

- 방수 기능
- 습기를 빼는 투습 기능

내부용 창호 기밀테이프

- 방습 기능

다용도 기밀테이프

- 투습 기능

외부용 창호 기밀테이프



내부용 창호 기밀테이프



전용 접착제



다용도 기밀테이프



◎ 신재생에너지(태양광 PV) 설치면적 검토

- C3블럭: 75㎡ 142세대, 85㎡ 310세대
- D3블럭: 75㎡ 40세대, 85㎡ 352세대, 107㎡ 305세대 (전용면적 각각 74.68㎡, 84.68㎡, 106.68㎡)

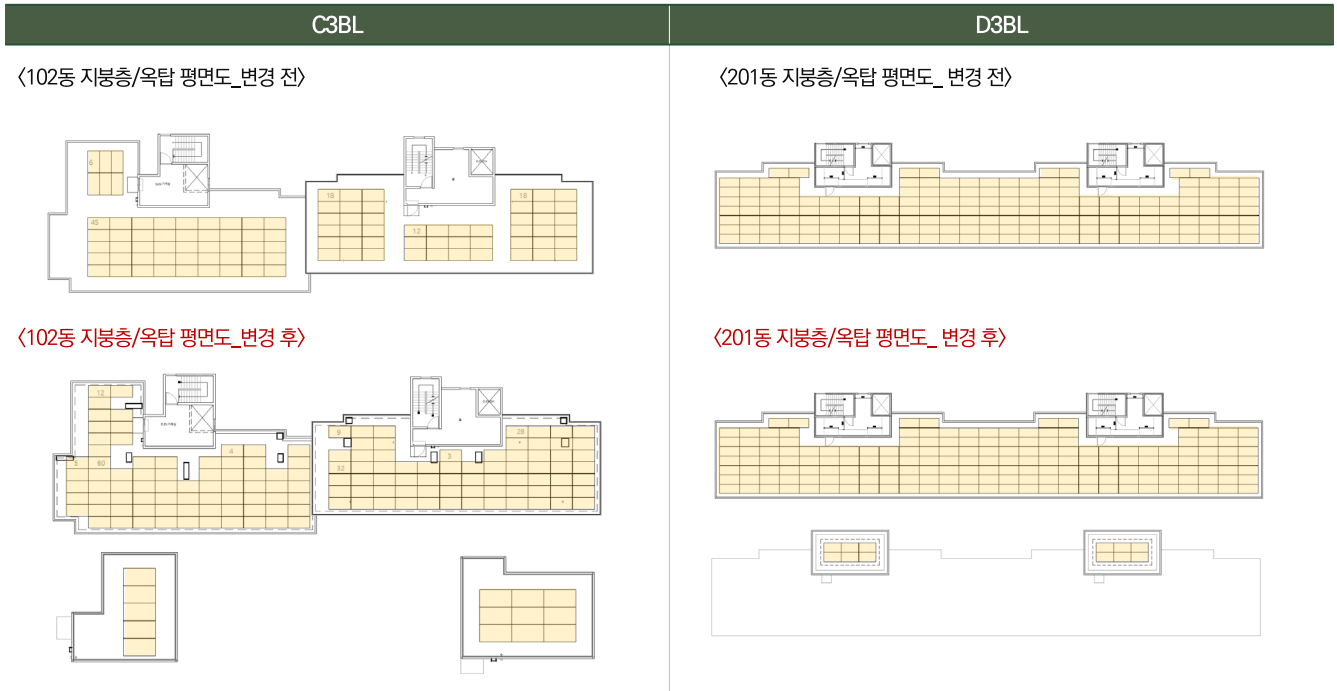
구분		전체 단지	C3 블럭	D3 블럭
옥상	100% 면적	8,557.92㎡	3,572.50㎡	4,985.42㎡
	적용가능 면적(70%)	5,990.54㎡	2,500.75㎡	3,489.79㎡
	태양광 매수	2,688개	1,122개	1,566개
	태양광 용량	1236.48kWp	516.12kWp	720.36kWp
측벽	100% 면적	15,592.15㎡	6,407.98㎡	9,184.17㎡
	적용가능 면적(50%)	7,796.07㎡	3,203.99㎡	4,592.08㎡
	태양광 매수	3,499매	1,438매	2,061매
	태양광 용량	1,609.54kWp	661.48kWp	948.06kWp
입면	100% 면적	65,435.93㎡	25,385.60㎡	40,050.33㎡
	적용가능 면적(10%)	6,543.59㎡	2,538.56㎡	4,005.03㎡
	태양광 매수	2,938매	1,139매	1,799매
	태양광 용량	1,351.48kWp	523.94kWp	827.54kWp
총 계		4,197.50kWp	1,905.78kWp	2,291.72kWp

- 태양광 설치가능 용량 약 4,197.50kWp (C3BL 1,905.78kWp, D3BL 2,291.72kWp)
- 옥상 적용가능 면적 70%, 측벽 적용가능 면적 50%, 입면 적용가능 면적 10%로 설치 위치 및 음영을 고려

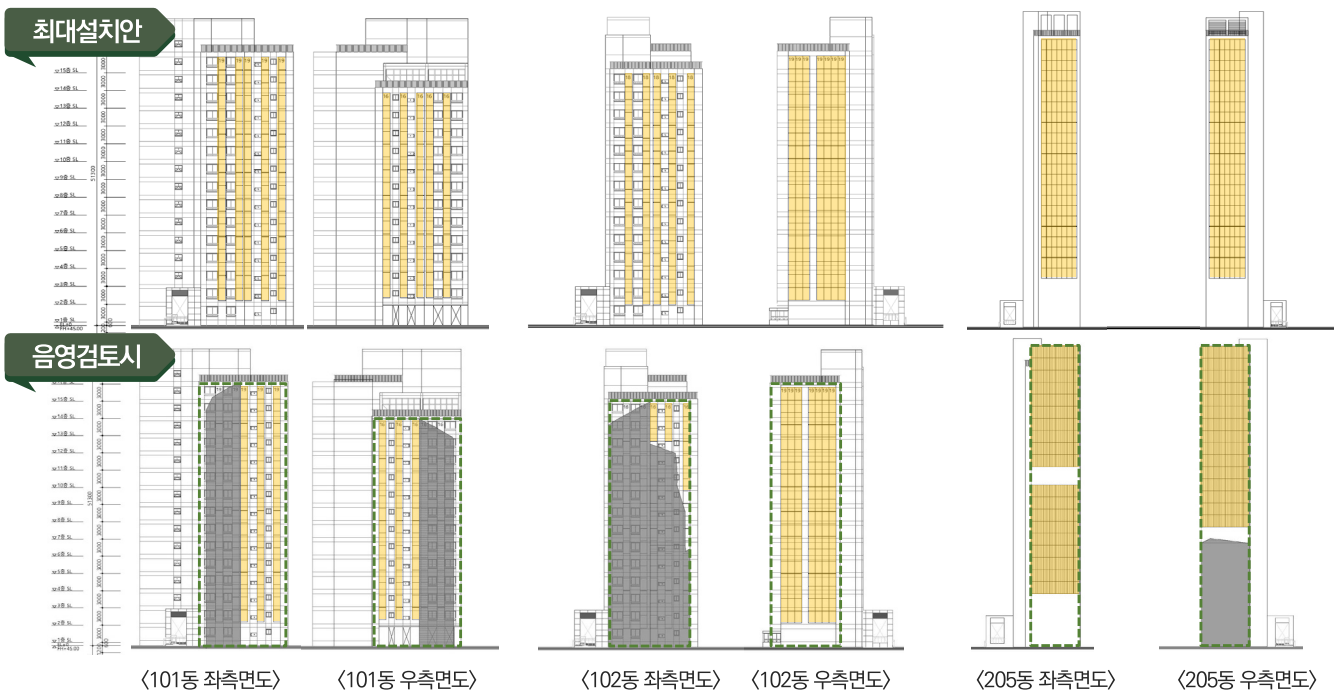
구분		법적기준(에너지효율 1+수준)		제로에너지 건축물인증				
		조명밀도 8W/㎡	조명밀도 6W/㎡	ZEB 5	ZEB 4	ZEB 3	ZEB 2	ZEB 1
필요용량	전체	411.70kWp	308.66kWp	1,204.28kWp	2,408.56kWp	3,612.84kWp	4,817.12kWp	6,021.40kWp
	세대당 용량	0.358kWp	0.269kWp	1.048kWp	2.096kWp	3.144kWp	4.192kWp	5.241kWp
	C3블럭	148.58kWp	111.32kWp	435.16kWp	870.32kWp	1,305.48kWp	1,740.64kWp	2,175.80kWp
	D3블럭	263.12kWp	197.34kWp	769.12kWp	1,538.24kWp	2,307.36kWp	3,076.48kWp	3,845.60kWp
옥상(PV)	전체	411.70kWp	308.66kWp	1,204.28kWp	1,204.28kWp	1,204.28kWp	설치공간 부족	설치공간 부족
	C3블럭	148.58kWp	111.32kWp	435.16kWp	435.16kWp	435.16kWp		
	D3블럭	263.12kWp	197.34kWp	769.12kWp	769.12kWp	769.12kWp		
측벽(PV)	전체	-	-	-	1,565.57kWp	1,565.57kWp		
	C3블럭	-	-	-	565.71kWp	565.71kWp		
	D3블럭	-	-	-	999.86kWp	999.86kWp		
정면(PV)	전체	-	-	-	-	1,445.13kWp		
	C3블럭	-	-	-	-	522.19kWp		
	D3블럭	-	-	-	-	922.94kWp		
태양광 공사비		8.23억원	6.17억원	24.09억원 (+15.86억원)	86.71억원 (+78.48억원)	144.51억원 (+136.28억원)	-	-

※ 옥상 태양광PV 모듈 200만원/kWp, 입면 태양광PV 모듈 400만원/kWp 계산

◎ 일조분석을 통한 태양광 설치위치 검토(옥상/ 옥탑부)

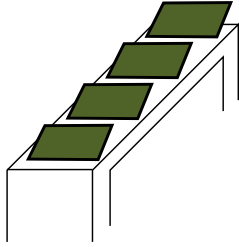


◎ 일조분석을 통한 태양광 설치위치 검토(측벽/ 정면부)



◎ 신재생에너지 설치 디자인 검토

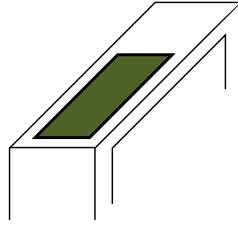
BAPV



디자인 제약 / 설치면적小



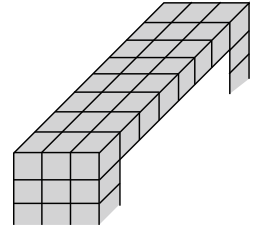
BIPV



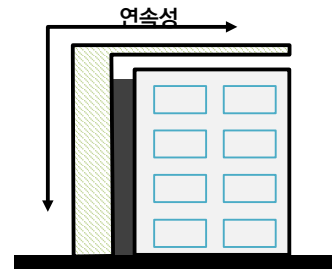
지붕(파넬)으로 활용가능 / 설치면적中



BIPV 모듈형



입면과 연속성 강화 /
설치면적극대화



◎ 참고 서적 및 사이트

1. <제로에너지건축물 인증 기술요소 참고서>, <https://zeb.energy.or.kr>
2. <제로에너지건축물 컨설팅 지원 우수사례집>, <https://zeb.energy.or.kr>

A.2

ECO2 활용 비주거건물 컨설팅 실무

교육 목표

ECO2 활용 비주거건물 컨설팅 실무

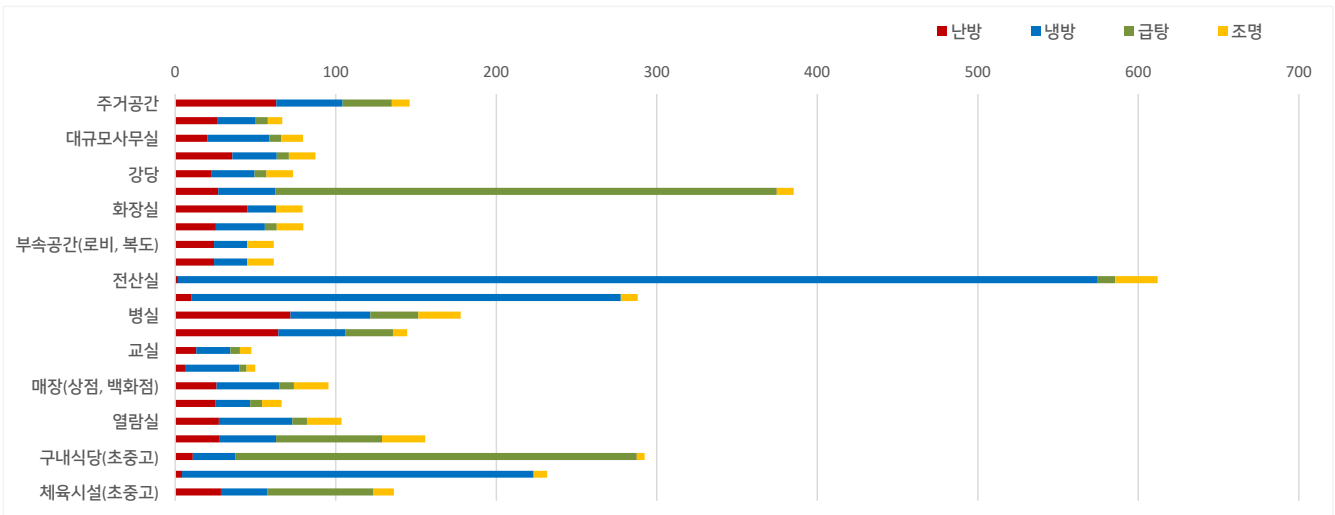
- * 비주거시설의 부하특성에 따른 제로에너지 기술요소 우선순위 검토
- * 제로에너지 비주거시설 실무사례 소개

1 ECO2 용도프로필에 따른 에너지패턴 검토

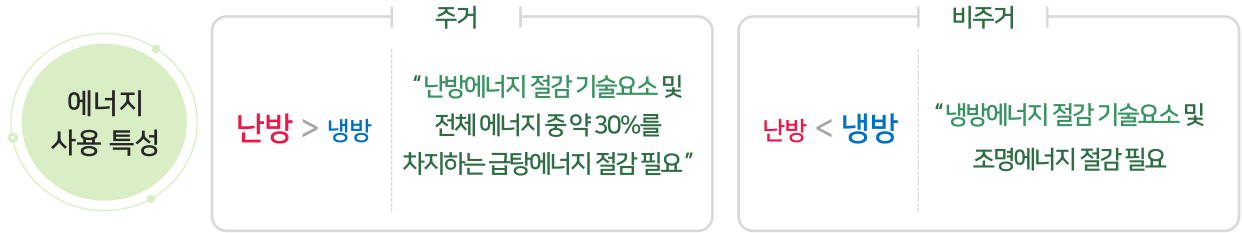
◎ 용도프로필별 에너지패턴 검토(에너지요구량)

- 1. ECO2 용도프로필에 따라 사용시간, 운전시간, 연간 사용일수, 설정 요구량, 열발열원이 상이함
- 2. 에너지요구량(건물부하) 비교 시, 24시간 사용되는 병실/ 주거공간의 난방부하가 높게 산출됨
→ "난방부하 저감 중요"
- 3. 반대로 열발열원이 높은 전산실, 주방 및 조리실, 사무실 등은 냉방부하가 높게 산출됨
→ "냉방부하 저감 중요"

[단순패턴비교용]



◎ 용도프로필별 에너지 소비특성을 고려한 에너지절감 요소기술 적용



구분	주거	비주거
패시브	외피성능 강화: 외피 및 창호 단열성능 강화	일사차단: 차양 및 유리 차폐성능 강화
	열교 및 기밀성능 강화: 열교차단재 및 기밀테이프 시공	조명밀도 최적화*를 고려한 평면계획
액티브	개별난방: 고효율 보일러(콘덴싱 보일러) 적용	고효율 열원기기(냉방효율) 적용
	지역난방: 기계실 중앙배치를 통한 배관손실 최소화	순환펌프 동력 및 배관손실 최소화
	고효율 전열교환기 설치	최적의 공조방식 적용 (변풍량 or 정풍량)
	고효율 LED 조명기기 적용 (조명밀도 6.0W/m ² 이하)	고효율 LED 조명기기 적용 (조명밀도 6.0W/m ² 이하)
	지하주차장 디밍제어 센서조명 적용	

2 비주거시설 에너지성능 평가 시 입력되는 주 기술요소

◎ ECO2 입력변수 및 에너지민감도(비주거 시설)

구분	입력	민감도		
		비주거	주거	
패시브	구조체 및 창호 열관류율	중	상	
	유리 SHGC 성능	상 (낮을수록 유리)	상 (높을수록 유리)	
	침기율	하	최상	
액티브	조명	최상	최상	
	공조처리기기	열화수율 (난방/냉방)	중	중
		급/배기팬 동력	중상	중상
	열원설비	효율 (% COP)	상	상
		제어방식	상	중
	분배 시스템	용량 및 동력	중	중
		배관 길이	중	중
		배관 단열 및 설치장소	하	하
	순환펌프 동력	상	상	
신·재생에너지	태양광(설치용량/ 모듈면적/ 모듈방위/ 모듈종류/ 모듈기울기/ 모듈효율)	최상	최상	
	지열(설치용량/ 1차펌프동력/ 2차펌프동력/ 히트펌프 COP)	중	중	
	연료전지(설치용량/ 열생산능력/ 열생산효율/ 발전효율)	하	상(지역난방)	
	태양열(설치용량/ 집열기 유형/ 집열판 방위/ 솔라펌프 정격동력 등)	하	하	

3 비주거시설 EPI 공통인자를 고려한 컨설팅

◎ 에너지성능지표(EPI) 공통인자를 고려한 컨설팅 고려



EPI 에너지성능지표
평가항목

“공통인자를 고려한 컨설팅”

ECO2 분석가능
기술요소



건축

1. 외벽의 평균 열관류율
2. 지붕의 평균 열관류율
3. 최하층 거실바닥의 평균 열관류율
7. 냉방부하저감을 위한 거실 외피면적당 평균 태양열취득

전기

1. 거실의 조명밀도
8. 건물에너지관리시스템(BEMS) 또는 건축물에 상시 공급되는 에너지원 별로 전자식 원격검침계량기 설치

신재생

1. 전체난방설비용량에 대한 신재생에너지 용량 비율
2. 전체냉방설비용량에 대한 신재생에너지 용량 비율
3. 전체급탕설비용량에 대한 신재생에너지 용량 비율
4. 전체조명설비전력에 대한 신재생에너지 용량 비율

기계

1. 난방설비
2. 냉방설비
3. 공조용 송풍기의 우수한 효율설비 채택
4. 냉온수, 냉각수 순환, 급수 및 급탕 펌프의 우수한 효율설비 채택
5. 이코노마이저시스템 등 외기냉방시스템의 도입
6. 고효율 열회수형 환기장치 채택
8. 열원설비의 대수분할, 비례제어 또는 다단계 제어 운전
9. 공기조화기 팬에 가변속제어 등 에너지절약적 제어방식 채택
11. 전체 급탕용 보일러 용량에 대한 우수한 효율설비 용량 비율
12. 냉방 또는 난방순환수, 냉각수 순환 펌프의 대수제어 또는 가변속제어 등 에너지절약적 제어방식 채택

4 비주거시설 ECO2 활용 컨설팅 사례_홍성군 신청사

◎ 개요

- 지상7층, 전체 연면적 24,216.76㎡의 공공업무시설에 해당됨
- 기존 제로에너지 5등급 수준으로 제로에너지 4등급 상향을 목표로 최적화 컨설팅 지원



구분	내용
사업유형	공공/신축
설계단계	기본설계
지역	충청남도 홍성군 홍성읍
연면적	24,216.76㎡
규모	지하1층, 지상7층
용도	업무시설
목표등급	원안 ZEB 5등급 → ZEB 4등급 상향

◎ 원안 설계수준 및 등급 상향안 제시

- 원안 설계 검토결과 냉방부하 저감을 위한 유리 설계 미반영 (컬러유리 적용으로 SHGC 성능 강화 필요)
- 단열의 경우 면적이 큰 외벽의 경우
 - 공사비 최적화를 위한 법적 단열두께로 절감, 지붕/바닥은 약 15% 성능 강화 (EPI 0.8배점 수준)
- 신재생에너지의 경우
 - 효율이 낮은 BIPV를 고효율 PV로 변경, 연료전지를 삭제하고 지열 적용 (가스히트펌프 대체열원 활용)

기술구분		원안(ZEB5)	상향안(ZEB4)
패시브 기술	창호	24mm 로이복층유리 (SHGC 0.516)	24mm 컬러로이복층유리 (SHGC 0.250)
	단열	(외벽) PF보드 90mm (지붕) PF보드 140mm (바닥) PF보드 100mm	(외벽) PF보드 80mm (지붕) PF보드 180mm (바닥) PF보드 130mm
	기타	-	배관, 창호 등 기밀성 1등급 창호
액티브 기술	냉·난방	냉·난방 EHP, GHP (COP_난방: 1.52~3.78, 냉방: 1.38~5.42)	고효율 EHP, 지열히트펌프 (COP_난방: 3.75~4.56, 냉방: 3.17~5.42)
	환기	전열교환기(열회수율_난방: 70%, 냉방: 45%)	
	조명	LED 조명 (조명밀도 4.86W/㎡)	고효율 LED 조명 (조명밀도 4.42W/㎡)
신재생 기술	태양광	고정식 PV 356.40kWp (540W, 단결정) BIPV 376.70kWp	고정식 PV 453.00kWp (600W, 발전효율: 21.5%)
	지열	-	수직밀폐형 지열 2,430.50kW
	연료전지	연료전지(PEMFC) 18.00kW	-

◎ 패시브 설계기법 (창면적비, 유리 SHGC 개선)

● 패시브 계획_외벽 열관류율

구분	단열재 종류	열전도율 (W/m·K)	열관류율(W/m ² ·K)			비고
			법적기준	단열재 두께(mm)	적용 열관류율	
원안	W1(외기직접): PF보드	0.020	0.240	90	0.209	-
	Wa(외기간접): PF보드	0.020	0.340	60	0.299	
	Wb(외기간접): 압출법보온판 특호	0.027		80	0.302	
제안	W1(외기직접): PF보드	0.020	0.240	80(▼10)	0.234	제로에너지 가이드라인
	Wa(외기직접): PF보드	0.020	0.340	60	0.299	
	Wb(외기간접): 압출법보온판 특호	0.027		70(▼10)	0.340	

● 패시브 계획_유리 SHGC

구분	유리 종류	창면적비	법적기준	적용 열관류율	SHGC	비고
원안	24T 로이복층유리(아르곤)_투명	30% 이상	1.500 W/m ² ·K	1.389 W/m ² ·K	0.516	-
제안	24T 로이복층유리(아르곤)_컬러	30% 미만	1.500 W/m ² ·K	1.171 W/m ² ·K	0.250	제로에너지 가이드라인

- 외벽 열관류율: 제로에너지 가이드라인(EPI 0.8배점)을 고려한 단열성능 최적화 제안
- 유리 SHGC: 냉방부하 저감을 위한 SHGC 0.3 이하 계획 제안 (공사비 변동없음)

◎ 패시브 설계기법 (단열최적화)

● 패시브 계획_지붕 열관류율

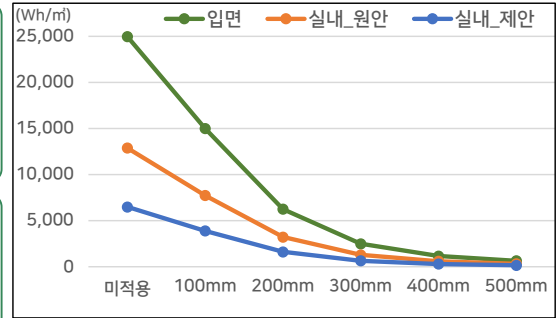
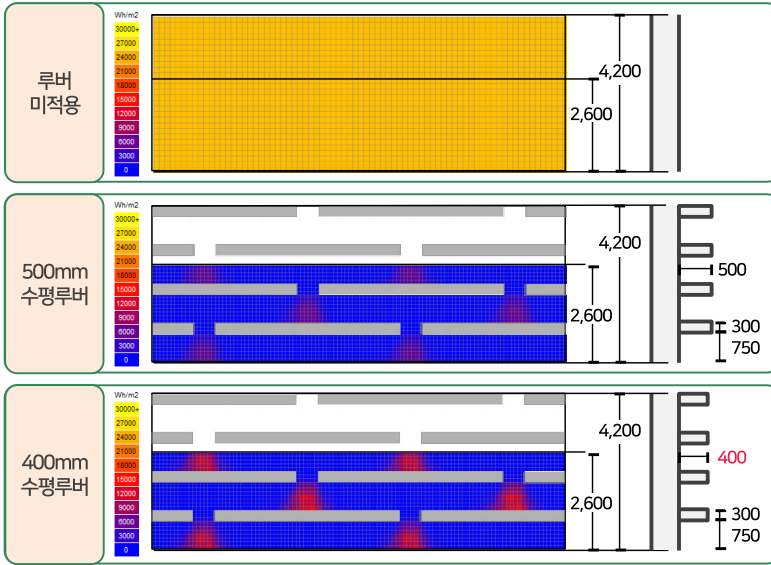
구분	단열재 종류	열전도율 (W/m·K)	열관류율(W/m ² ·K)			비고
			법적기준	단열재 두께(mm)	적용 열관류율	
원안	R1(외기직접): PF보드	0.020	0.150	140	0.138	-
	R2(외기간접): 그라스울 48K	0.033		220	0.146	
제안	R1(외기직접): PF보드	0.020	0.150	180(▲40)	0.108	제로에너지 가이드라인
	R2(외기간접): 그라스울 48K	0.033		300(▲80)	0.108	

● 패시브 계획_바닥 열관류율

구분	단열재 종류	열전도율 (W/m·K)	열관류율(W/m ² ·K)			비고
			법적기준	단열재 두께(mm)	적용 열관류율	
원안	F1(외기직접): PF보드	0.020	0.200	100	0.191	-
	Fa(외기간접): PF보드	0.020	0.290	70	0.261	
	Fb(외기간접): PF보드	0.020		80	0.231	
제안	F1(외기직접): PF보드	0.020	0.200	130(▲30)	0.149	제로에너지 가이드라인
	Fa(외기간접): PF보드	0.020	0.290	90(▲20)	0.207	
	Fb(외기간접): PF보드	0.020		90(▲10)	0.207	

● 지붕·바닥 열관류율: 제로에너지 가이드라인(EPI 0.8배점)을 고려한 단열성능 최적화 권장

◎ 패시브 설계기법 (차양길이에 따른 일사량 검토)



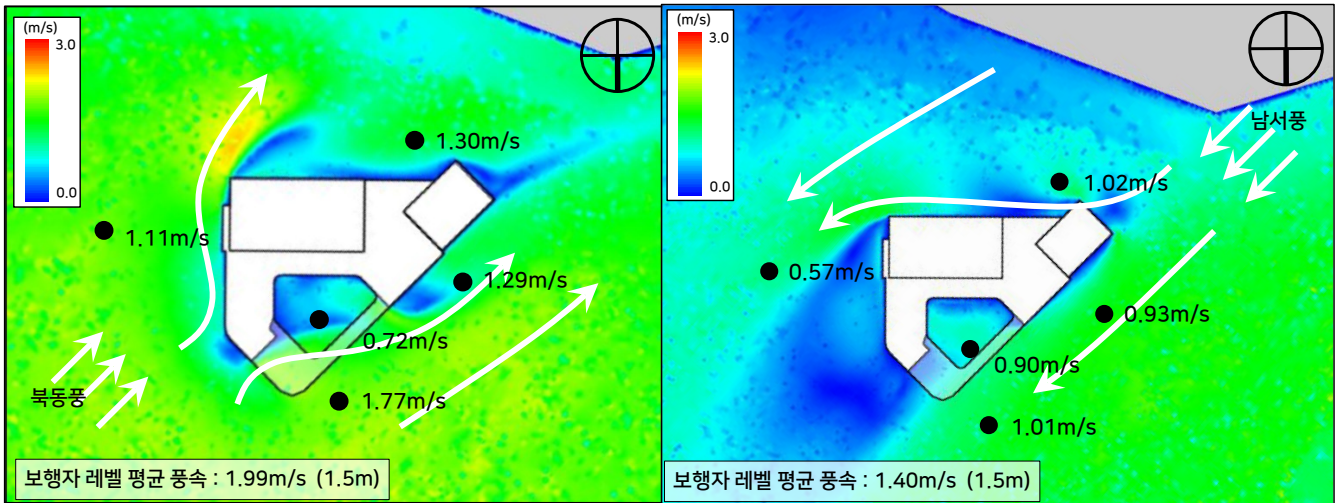
수평루버 돌출길이	입면 직달일사량	실내유입 직달일사량	
		원안 (SHGC 0.516)	제한 (SHGC 0.260)
500mm	650Wh/m ²	335Wh/m ²	169Wh/m ²
400mm	1,174Wh/m ²	606Wh/m ²	305Wh/m ²
300mm	2,500Wh/m ²	1,290Wh/m ²	650Wh/m ²
미적용	24,974Wh/m ²	12,887Wh/m ²	6,493Wh/m ²

- 남향 유리 SHGC 0.3 미만 반영을 통해 차양길이 500mm → 400mm 축소 가능
- 동·서향은 유리 SHGC 0.3 미만 반영 시 차양을 설치하지 않아도 원안대비 일사량은 줄어드나 향특성을 고려하여 설치 권장

◎ 패시브 설계기법 (바람길 분석)

● 곱풍(낮) 기준 분석결과

● 산풍(밤) 기준 분석결과



- 인접 지형을 고려한 미기후 분석(산곡풍)으로 이용자 쾌적성 증대 (중앙 광장 열린배치로 바람길 확보)
- 주풍향을 고려한 개폐창 계획으로 맞통풍 유도 (북동방향 기류유입구/ 남서방향 기류유출구 계획)

◎ 액티브 설계기법 (열원설비 및 공조방식 개선)

● 열원설비 최적화 및 효율향상

구분	열원설비	냉방COP	난방 COP	비고
원안	냉·난방EHP	2.48~2.90	3.49~3.78	-
	냉·난방GHP	1.38~1.54	1.51~1.79	-
	주방 및 화장실_급탕 진공온수보일러	-	-	-
제안	고효율 냉·난방EHP	3.17~4.42	3.75~4.56	-
	지열히트펌프	4.92~5.42	4.16~4.20	GHP를 지열히트펌프로 대체
	주방전용_급탕 캐스케이드 대수제어	-	-	-

● 공조방식 최적화

구분	적용사항	비고
원안	주방 급배기 인버터 미적용	-
	지하주차장 배기팬 대수제어 미적용	-
제안	주방 외조기, 배기팬 인버터 제어	-
	지하주차장 CO농도에 의한 배기팬 대수제어	-

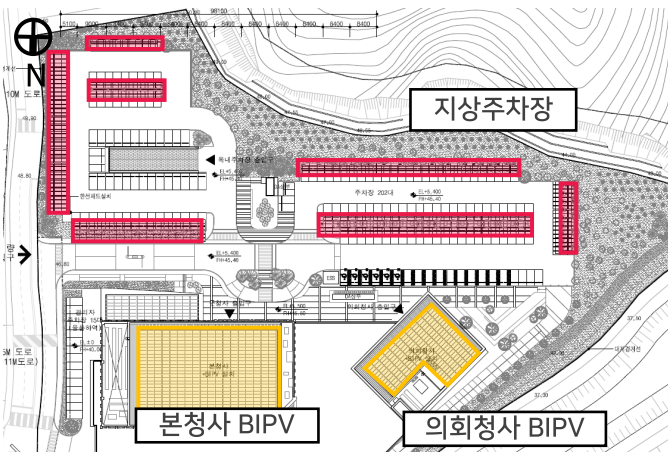
- 패시브 성능 개선 후 냉·난방 부하 재산정으로 설비용량 최적화 및 고효율 설비 적용
- 지열 활용 냉·난방 시스템 적용으로 원안 GHP 100% 대체(신재생에너지 의무공급비율 준수, 열원설비 공사비 절감)
- 외조기 및 급배기팬 인버터 제어로 동력 저감, 지하주차장 CO농도에 의한 배기팬 대수제어로 에너지 절감
- 조명밀도 최적화 (4.85W/m² → 4.42W/m²)로 조명에너지 절감

◎ 신재생에너지 활용계획

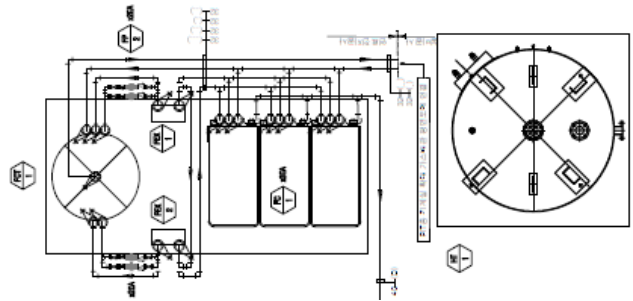
- 원안(ZEB5)_의무공급비율 15.68% (미준수)

원안 (자립률 32.19%)		태양광 고정식 PV_주차장 356.40kWp + 태양광 일체형 PV_옥상 376.70kWp + 연료전지 18kW						
신재생	설치위치	단위에너지생산량 (kWh/kW-yr)	원별보정계수	원별설치규모 (kW, m ²)	원별 신재생에너지 발생량(kWh/yr)	총 발생량 (kWh/yr)	원별공급비율	공급비율
태양광 고정식 PV	주차장	1,358	0.95	356.40	459,791.64	1,239,406.31	5.82%	15.68%
건물일체형 PV	옥상	1,358	0.95	376.70	485,980.67		6.15%	
연료전지(PEMFC)	기계실	7,415	2.20	18.00	293,634.00		3.71%	

- 태양광 PV 및 BPV 설치위치

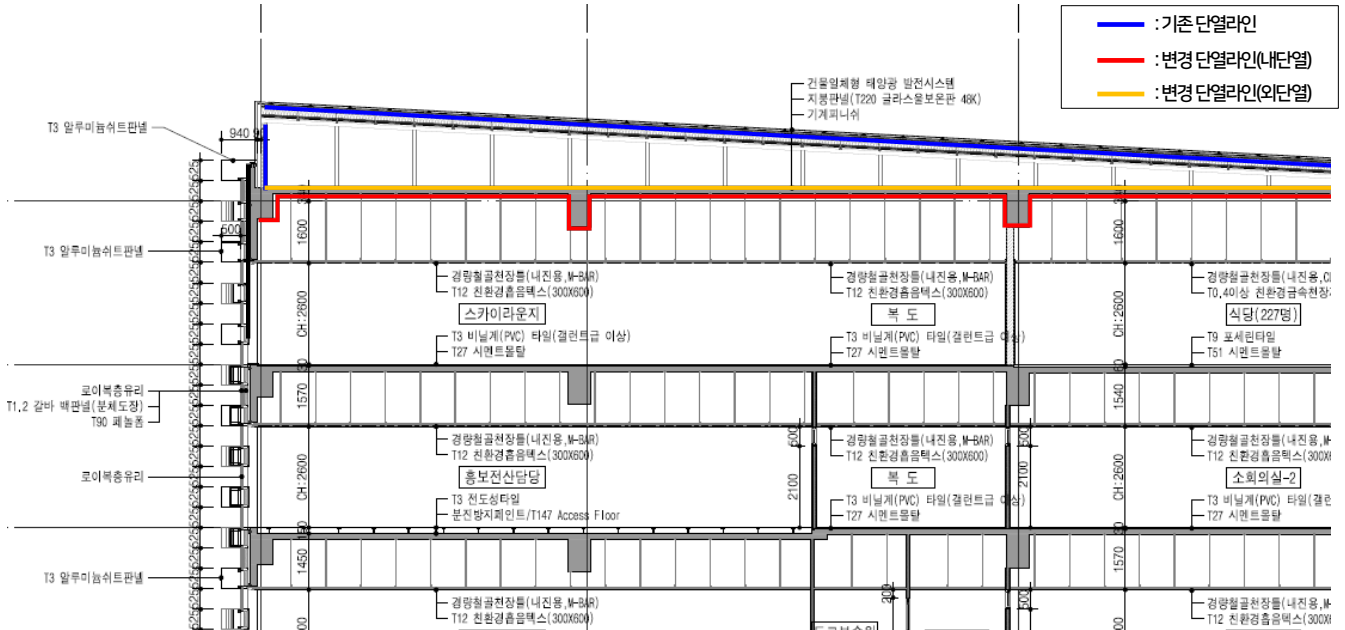


- 연료전지

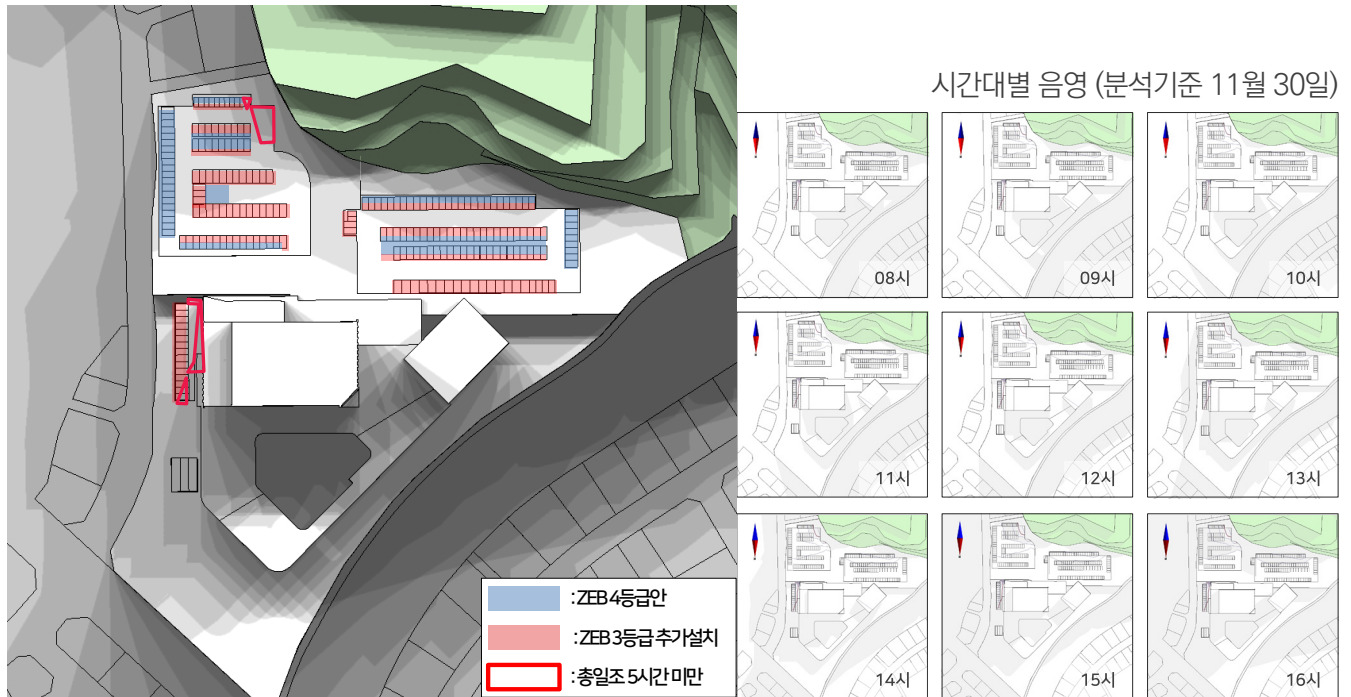


- 원안(ZEB5) : 옥상 태양광 BIPV 376.70kWp + 지상주차장 PV 356.40kW + 연료전지(PEMFC) 18kW 설치
- 신재생에너지 공급비율 15.68%로 인허가 공급비율 불만족 + 에너지자립률 32.19%로 ZEB 5등급 수준

● 지붕층 단열라인 끊김구간 개선 필요



● 지붕층 단절된 단열라인으로 열교발생 → 끊김없는 지붕층 단열라인 계획 필요(내단열 또는 외단열 계획)_외단열



● 음영검토를 통해 태양광 설치위치 검토
(신·재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침, 준계·추계 기준 총 일조 5시간 이상 확보)

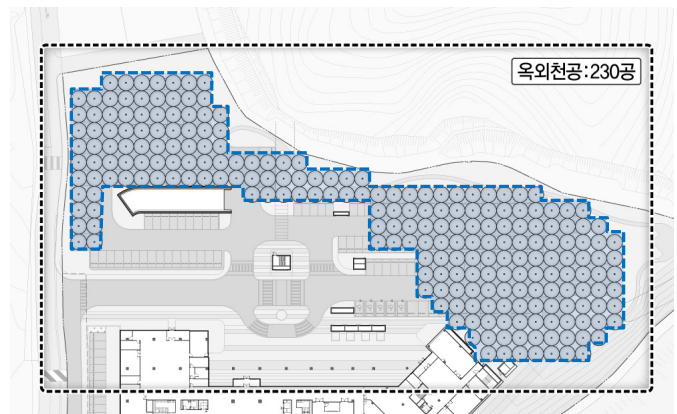
- 상향안(ZEB4, 자립률 50% 이상) 검토

상향안 (자립률 50.30%)		태양광 고정식 PV 453.00kWp + 수직밀폐형 지열 2,430.53kW						
신재생	설치위치	단위에너지생산량 (kWh/kW-yr)	원별보정계수	원별설치규모 (kW,㎡)	원별 신재생에너지 발생량(kWh/yr)	총 발생량 (kWh/yr)	원별공급비율	공급비율
태양광 고정식 PV	주차장+옥상	1,358	0.95	453.00	584,415.30	3,230,383.12	7.40%	40.89%
수직밀폐형 지열	기계실	864	1.26	2,430.53	2,645,967.82		33.49%	

- 태양광 PV 및 BIPV 설치위치



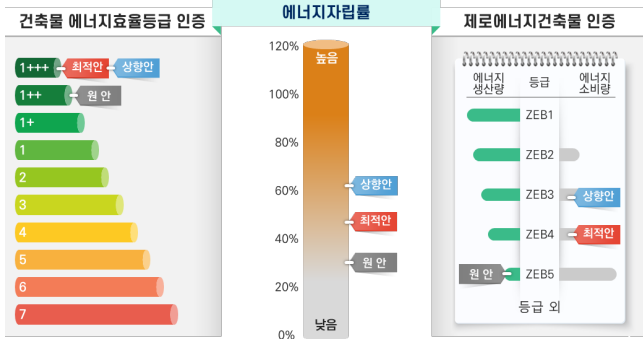
- 수직밀폐형 지열



- 상향안(ZEB4) : 옥상 태양광+지상주차장 PV 453.00kWp + 수직밀폐형 지열 2,430.53kW 설치
- 원안대비 연료전지 삭제 및 태양광 추가설치로 1.3억원 증액, 에너지자립률 50.3% 달성, 2030년 공급의무비율 준수

◎ 컨설팅 효과분석

● 에너지성능 검토



● 원안 대비 공사비 증감 검토

구분	최적 설계 성능	공사비증감	절감 효과
최적안 (ZEB4)	패시브 외벽·지붕·바닥 단열 최적화 창면적비 30% 미만 적용	-	(감) 0.6억
	액티브 고효율 EHP, 지열히트펌프 적용 캐스케이드 시스템 적용 배기팬 인버터 제어, 조명밀도 최적화	(감) 17.3억	
	신재생 고정식 PV 453.0kWp 수직밀폐형 지열 2,430.5kW	(증) 16.7억	

● 에너지성능·에너지비용·탄소배출량 검토

구분	원안	최적안
에너지효율등급	1++ 등급	1+++ 등급
제로에너지건축물	5 등급	4 등급
에너지자립률	32.19%	50.30%
연간 에너지비용	139,115,000 원	84,568,000 원
연간 탄소배출량	522.89 tCO ₂	346.30 tCO ₂

● 원안 대비 투자회수기간 검토

구분	최적안
초기 투자비 증감액	(감) 59,765,000 원
연간 에너지비용 증감액	(감) 54,547,000 원
초기 투자비 회수기간	-년

● 최적안(ZEB4): 초기 투자비 5,976만 원 절감, 연간 에너지비용 5,454만원 절감, 연간 탄소배출량 176.59t CO₂ 저감

5 비주거시설 ECO2 활용 컨설팅 사례_세운재정비촉진지구

◎ 개요

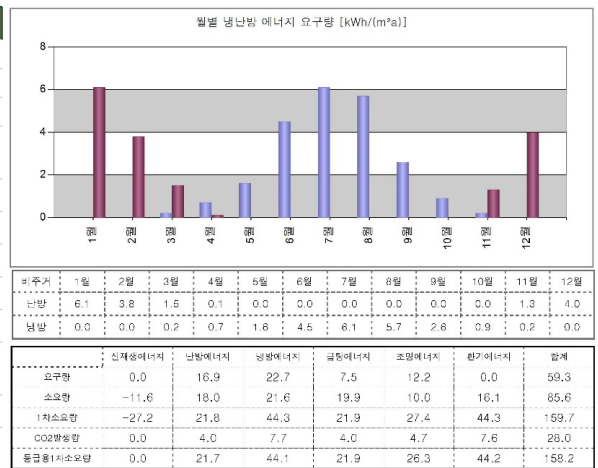
- 지하8층~지상37층, 전체 연면적 133,024.18㎡의 업무시설에 해당됨
- 도심지 고층건축물의 제로에너지 5등급 추진을 위한 최적화 컨설팅
 - 태양광 설치면적의 한계로 제로에너지 달성 난이도 상



구분	내용
건물명	세운재정비촉진지구 5-1,3구역
대지위치	서울특별시 중구 삼림동 190-3번지 일원
용도	업무시설, 근린생활시설
대지면적	6,424.60㎡
건축면적	3,211.66㎡
연면적	133,024.18㎡
규모	지하 8층, 지상 37층

◎ 원안 에너지성능 검토

구분	원설계안 적용사항	법적	가이드라인 기준	
형별성능내역	외벽(W1)	0.215 W/m ² ·K	0.240 W/m ² ·K이하	0.240 W/m ² ·K이하
	지붕(R1)	0.108 W/m ² ·K	0.150 W/m ² ·K이하	0.110 W/m ² ·K이하
	바닥(F1)	0.129 W/m ² ·K	0.200 W/m ² ·K이하	0.150 W/m ² ·K이하
	창호(G1)	1.250 W/m ² ·K SHGC 0.5	1.500 W/m ² ·K -	1.5 W/m ² ·K이하 (창면적비 30~35%) SHGC 0.3미만
단열계획	외단열		-	
침기율	1.5(비주거외기적접기준)		-	
평균 조명밀도	5.2W/m ²		5~6W/m ² 이하	
전열교환기	미적용		난방 70%, 냉방 45%	
냉난방	빙축열용 터보 냉동기, 흡수식 냉온수기, 지열히트펌프		고효율 COP 펌프 인버터 제어	
급탕	가스보일러		펌프 인버터 제어	
신재생 에너지	태양광	PV (옥상) 166,005kWp (595W, 효율 21.3%) BIPV (입면) 총 2,034.14kWp : (남) 422.94kWp (서) 805.6kWp (동) 805.6kWp	단결정 고효율 모듈	
	지열	냉방 2,339,536kW / 난방 2,252,976kW (180공)	고효율 COP 순환펌프 인버터 제어	



	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	16.9	22.7	7.5	12.2	0.0	59.3
소요량	-11.6	18.0	21.6	19.9	10.0	16.1	85.6
1차소요량	-27.2	21.8	44.3	21.9	27.4	44.3	159.7
CO2당량	0.0	4.0	7.7	4.0	4.7	7.6	28.0
등급용1차소요량	0.0	21.7	44.1	21.9	26.3	44.2	158.2

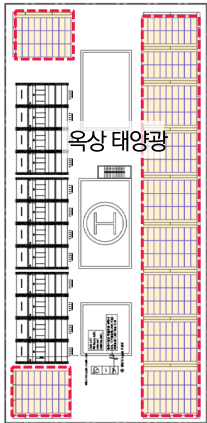
에너지자립률(현재): 14.55% 단위면적당 1차에너지자립률(대지): 27.2 단위면적당 1차에너지자립률: 186.9
 에너지자립률(대지): 0.00% 단위면적당 1차에너지자립률(대지): 0.0 단위면적당 1차에너지자립률: 186.9

- 원안 검토 결과
 - 1차에너지소요량 158.2kWh/m²y, 에너지 자립률 14.55% → 제로에너지건축물인증 5등급 달성 불가
- 패시브: 제로에너지 가이드라인 고려 단열두께 최적화, 유리 SHGC 0.3미만 적용 (컬러유리 적용으로 냉방부하 저감)
- 액티브: 펌프 인버터 제어, 전열교환기 적용
- 신재생: ZEB달성을 위한 신재생에너지 최적화 및 추가 신재생에너지 대안 검토 필요

◎ 에너지성능 개선방안 검토

구분	적용사항	에너지 요구량 (kWh/m ² y)	1차에너지 소모량 (kWh/m ² y)	에너지 자립률(%)
STEP 0	원안검토	59.3kWh/m ² y	158.2kWh/m ² y	14.55%
STEP 1	단열성능 최적화 <ul style="list-style-type: none"> 단열성능 과다 → 제로에너지 가이드라인 수준 (벽체 법적 수준, 지붕, 바닥 EPI 0.8배점 수준) 	59.2kWh/m ² y	158.3kWh/m ² y	14.55%
STEP 2	유리 SHGC <ul style="list-style-type: none"> G1: SHGC 0.516 → 0.23 	57.0kWh/m ² y	147.8kWh/m ² y	15.23%
STEP 3	전열교환기 적용 <ul style="list-style-type: none"> 업무시설 전열교환기 적용 (AHU101, 102, 103, 104) 근생시설 전열교환기 적용 (AHU201, 202, 203, 204) 	56.6kWh/m ² y	119.0kWh/m ² y	17.73%
		55.4kWh/m ² y	114.1kWh/m ² y	18.34%
STEP 4	반송동력저감 <ul style="list-style-type: none"> 냉·난방펌프 인버터 제어방식 적용 업무시설 냉수 순환펌프(P-101, 102, 103) 근생시설 흡수식냉온수기 냉수 순환펌프(P-201) 업무시설 보일러 온수 순환펌프(P-106) 지열히트펌프 인버터 제어방식 적용 지열 2차측 순환펌프(P-117) 	55.4kWh/m ² y	112.0kWh/m ² y	18.61%
		55.5kWh/m ² y	111.7kWh/m ² y	18.66%
STEP 5	냉방성능향상 <ul style="list-style-type: none"> 빙축열 터보냉동기 COP 향상 3.5 → 4.5 	55.4kWh/m ² y	108.9kWh/m ² y	19.04%

◎ 원안 신재생에너지 원별 에너지자립률 민감도 분석



- 설치용량 : 166.005kWp
- 설치 매수 : 279매



남측 BIPV

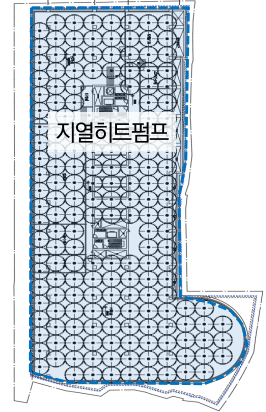


서측 BIPV



동측 BIPV

- 설치용량 : (남) 422.94kWp (서) 805.6kWp (동) 805.6kWp
- 설치매수 : (남) 1,596매 (서) 3,040매 (동) 3,040매



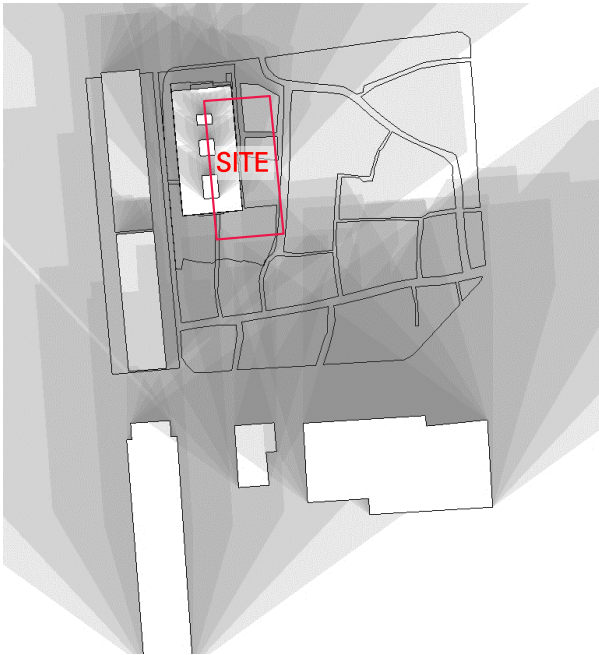
지열히트펌프

- 냉방 : 2,339.536kW
- 난방 : 2,252.976kW

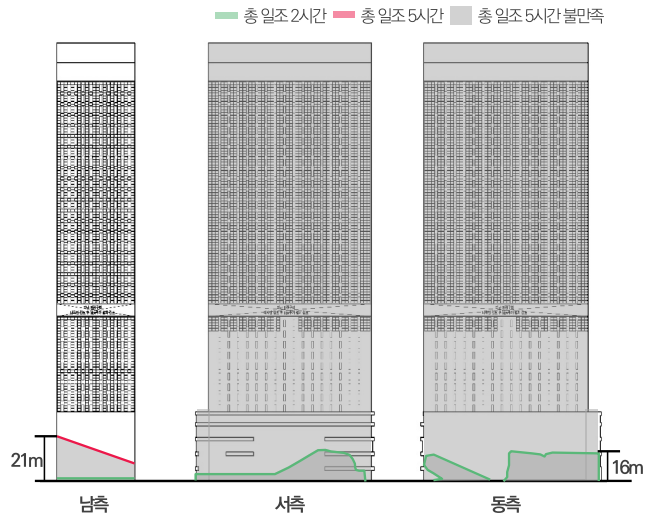
구분	용량	비고	에너지자립률
태양광 PV	166.06kWp	지붕 약 26.5%	3.09%
태양광 BIPV	남향	422.94kWp	입면 약 43.7%
	동향	805.6kWp	입면 약 39.4%
	서향	805.6kWp	입면 약 47.9%
지열에너지 시스템	2,252.976kW	-	1.03%
			19.04%

◎ 신재생에너지 최적대안 검토

● 음영 분석 (11/30일, 08-16시)

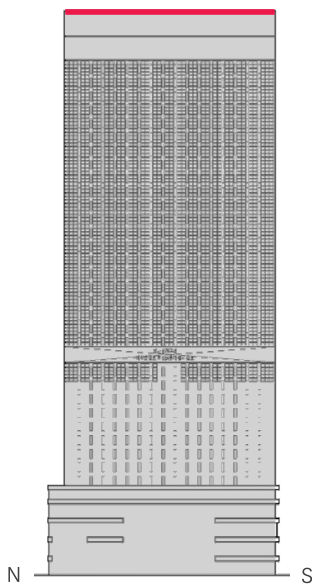


● 입면 음영 분석 결과

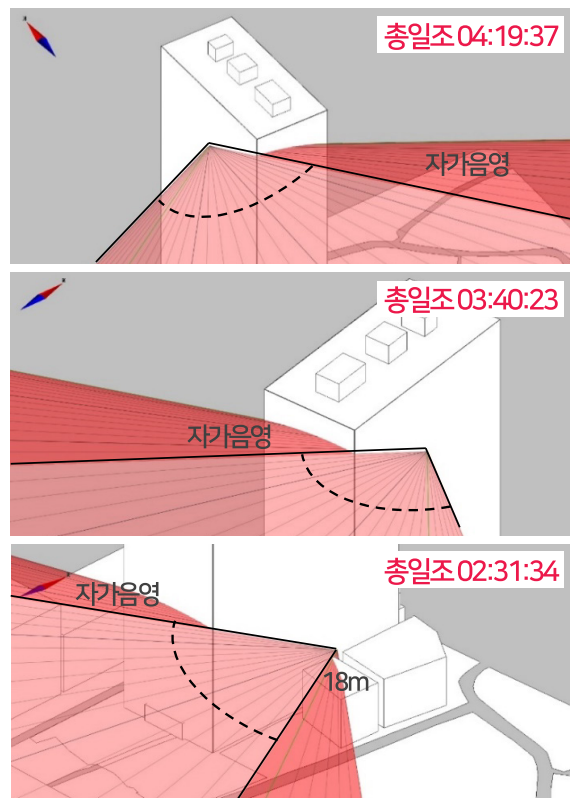
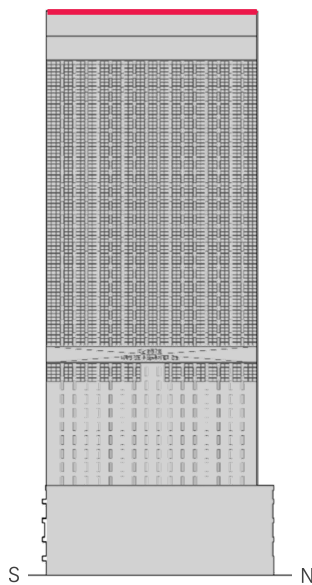


● 음영 및 일조분석을 통한 태양광 설치 기준 및 위치 검토 → 음영 및 일조시간 고려, 동측 > 서측 > 남측 순으로 삭제 권장

● 서측 음영 분석 결과



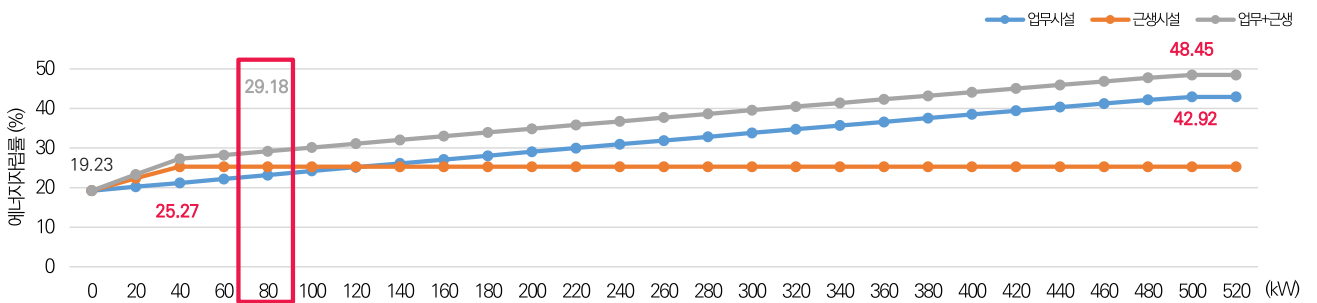
● 동측 음영 분석 결과



● 서측, 동측 음영 분석결과, 자기음영 및 인접건물로 인해 전 구간 총 일조 5시간 불만족

구분	적용사항	에너지 요구량 (kWh/m ² /y)	1차에너지 소요량 (kWh/m ² /y)	에너지 자립률(%)
STEP 5	• 패시브, 액티브 대안 적용	55.4kWh/m ² /y	108.9kWh/m ² /y	19.04%
STEP 6	• 지열히트펌프 2개층 추가연결(기계 검토자료 반영)	55.6kWh/m ² /y	109.0kWh/m ² /y	19.23%
STEP 7	• 연료전지 업무+근생시설 급탕연결시 80kW (연료전지 SOFC 타입 : 발전효율 57.7% / 열생산 효율 40.7%)	55.6kWh/m ² /y	97.8kWh/m ² /y	29.05%
STEP 8	• 동측입면 805.6kWp → 미적용 • 서측입면 805.6kWp → 328.8kWp (서측 입면 설치비율 43.7% → 19.6%)	55.6kWh/m ² /y	109.5kWh/m ² /y	20.52%

◎ 연료전지 용량에 따른 에너지자립률 민감도 분석



- 에너지성능 개선방안 검토_SOFC 업무시설 급탕 연결
: 동측 입면 BIPV 삭제 및 서측 입면 BIPV 설치비율 43.7% → 19.6%

◎ 참고 서적 및 사이트

1. <제로에너지건축물 인증 기술요소 참고서>, <https://zeb.energy.or.kr>
2. <제로에너지건축물 컨설팅 지원 우수사례집>, <https://zeb.energy.or.kr>

A.3

신재생에너지 컨설팅 실무

교육 목표

신재생에너지 컨설팅 실무

- * 에너지자립률 vs 신재생에너지 공급비율
- * 에너지자립률 확보를 위한 신재생에너지 설치 고려사항
- * 인센티브를 고려한 제로에너지 경제성 비교

1 에너지자립률 vs 신재생에너지 공급비율

◎ 에너지자립률

● 에너지자립률 산출 기준

$$\text{에너지자립률(\%)} = \frac{\text{연간 단위면적당 1차에너지 순생산량}}{\text{연간 단위면적당 1차에너지 총소요량}} \times 100$$

☑ $\text{연간 단위면적당 1차에너지 순생산량(kWh/m}^2\text{-년)} = \text{대지내 연간 단위면적당 1차에너지 순생산량} + (\text{대지외 연간 단위면적당 1차에너지 순생산량} \times \text{보정계수})$

* $\text{연간 단위면적당 1차에너지 순생산량} = \{(\text{신재생에너지 생산량} - \text{신재생에너지 생산에 필요한 에너지소요량}) \times \text{1차에너지 환산계수}\} / \text{평가면적}$

* $\text{연간 단위면적당 1차에너지 총소요량} = \{(\text{신재생에너지 생산량} - \text{신재생에너지 생산에 필요한 에너지소요량}) \times \text{1차에너지 환산계수}\} / \text{평가면적}$

*보정계수

3가지 항목
모두 만족 시
제로에너지
건축물 인증 가능

☑ $\text{연간 단위면적당 1차에너지 총소요량(kWh/m}^2\text{-년)} = \{(\text{연간 단위면적당 1차에너지 소요량} + \text{연간 단위면적당 1차에너지 순생산량})\}$

● 건축물에너지관리시스템 또는 전자식 원격검침 계량기 설치 확인

제로에너지 인증등급	에너지자립률
ZEB Plus	에너지자립률 120% 이상
ZEB 1	에너지자립률 100% 이상
ZEB 2	에너지자립률 80% 이상
ZEB 3	에너지자립률 60% 이상
ZEB 4	에너지자립률 40% 이상
ZEB 5	에너지자립률 20% 이상

● 에너지자립률은 ECO2 시뮬레이션을 통해 표출되는 5대 에너지원의 1차에너지소요량 값과, 신재생에너지를 통한 순 생산량을 통해 산출됨

◎ 신재생에너지 공급비율

- 공공기관에서 연면적 1,000㎡ 이상의 건축물을 신축, 증축 또는 개축하는 경우 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 및 같은 법 시행령에 따라 의무적으로 설치해야 하며, 건축허가 전에 설치계획서를 신·재생에너지센터에서 검토 받아야 함
- 신·재생에너지 공급의무 비율 [별표 2]

해당 연도	2020~2021	2022~2023	2024~2025	2026~2027	2028~2029	2030 이후
공급의무비율(%)	30	32	34	36	38	40

- 신·재생에너지 공급의무 비율 산정기준 및 방법

- 신·재생에너지 공급의무 비율(%)

$$\text{신·재생에너지 공급의무 비율} = \frac{\text{신·재생에너지 생산량}}{\text{예상에너지사용량}} \times 100$$

- 예상에너지 사용량

$$\text{예상에너지 사용량} = \text{건축 연면적} \times \text{단위에너지 사용량} \times \text{지역계수}$$

- 신·재생에너지 생산량

$$\text{신·재생에너지 생산량} = \text{원별 설치규모} \times \text{단위에너지 생산량} \times \text{원별 보정계수}$$

- 건축물 용도별 단위에너지 사용량

	구분	단위에너지사용량(kWh/m ² ·yr)
공공용	교정 및 군사시설	392.07
	방송통신시설	490.18
	업무시설	371.66
문교·사회용	문화 및 집회시설	412.03
	종교시설	257.49
	의료시설	643.52
	교육연구시설	231.33

상업용	판매 및 영업시설	408.45
	운수시설	374.47
	업무시설	374.47

- 지역계수

구분	지역계수
서울	1.00
인천	0.97
경기	0.99
대전	1.00
충북	1.00
전북	1.04
충남	0.99
세종	0.99
광주	1.01
대구	1.04
부산	0.93
...	...

※ 신·재생에너지 설비의 지원 등에 관한 규정

단위에너지 생산량 및 원별 보정계수 [별표 10]

신·재생에너지원		단위에너지 생산량		원별 보정계수
태양광	고정식	1,358	kWh/kW·yr	0.95
	추적식	1,765		1.47
	BIPV	923		6.12
태양열	평판형	596	kWh/m ² ·yr	1.78
	단일진공관형	745		1.42
	이중진공관형	745		1.42
	공기식무창형	487		1.53
지열 에너지	공기식유창형	557	kWh/kW·yr	2.87
	수직밀폐형	864		1.26
	개방형	864		1.00
집광 채광	프리즘	132	kWh/m ² ·yr	7.76
	광덕트	73		7.77
	실내루버형	184		2.77
연료전지	PEMFC 주1)	7,415	kWh/kW·yr	2.20
	SOFC 주2)	9,198		8.71
수열 에너지	해수	864	kWh/kW·yr	1.30
	하천수	864		1.30
목재펠릿		322	kWh/kg·yr	0.32
소형풍력		2,375	kWh/kW·yr	4.50

1. 신재생에너지 공급비율은 설계단계 초기에 건축물의 규모, 용도, 대상부지를 알면 간단하게 산출이 가능함
2. 분모값이 되는 예상에너지사용량은 기존 산자부의 건축물 용도별 에너지사용량 통계치를 활용하기 때문에 현재 법적기준이 상향된 건축물의 에너지사용량 대비 높음 (예시_공공업무용 371.66 vs ZEB 5등급 기준 130)
3. 분자값이 되는 신재생에너지 생산량의 경우 원별 보정계수로 인해 실제 발전량보다 대부분 높게 산정됨 (모든 신재생에너지원의 가격대비 에너지발생량을 같은 수치로 맞춤_다양한 설치를 유도하기 위함)
4. 이에 시뮬레이션을 통해 산출되는 에너지자립률과 비례적이긴 하나, 상이한 개념임

◎ 동일 공급비율 기준 에너지자립률 민감도 비교

● 비주거

원별	설치용량	에너지자립률(%)
지열히트펌프	6,240.0 kW	4.41 %
연료전지	416.4 kW	1.90 %
태양광(BAPV)	5,265.0 kWp	92.56 %
태양광(BIPV)	1,202.5 kWp	9.69 %

※ 공공건축물 신·재생에너지 공급의무 비율 기준 (24년~25년 : 34%)

● 주거(나급: 지역난방단지)

원별	설치용량	에너지자립률(%)
지열히트펌프	576.00 kW	7.33 %
연료전지	38.50 kW	8.93 %
태양광(BAPV)	486.00 kWp	47.18 %
태양광(BIPV)	111.00 kWp	4.92 %

※ 서울시 신·재생에너지 설치비율 기준 (25년 : 10.5%_대체비율 미반영)



※ 지열히트펌프 : 난방+냉방 연계

※ 연료전지 : 급탕만 연계

1. 에너지자립률 비교시, 태양광 PV 효율을 100%로 봤을 때, BIPV 약 10%, 지열 약 5% 수준
2. 에너지자립률은 공급비율 산정식과 달리 보정계수 없이 실제 발전량을 기준으로 산정하며, 순 생산량만을 인정함
3. 순 생산량 = 신재생에너지 발전량 - 소비되는 에너지 차감 (예_지열히트펌프: 순환펌프 동력 등, 연료전지: LNG 가스소모량)
4. 이에 현재 에너지자립률 확보 시, 가장 비용효율적인 신재생에너지원은 태양광으로 제로에너지 등급 확보의 난이도는 태양광 PV의 설치가능 용량으로 결정됨 (저층 vs 고층 : 옥상 태양광 설치비율이 높은 5층 이하의 건축물이 에너지자립률 확보에 유리)

◎ 제로에너지건축물 인증 기술요소 참고서(한국에너지공단 배포)

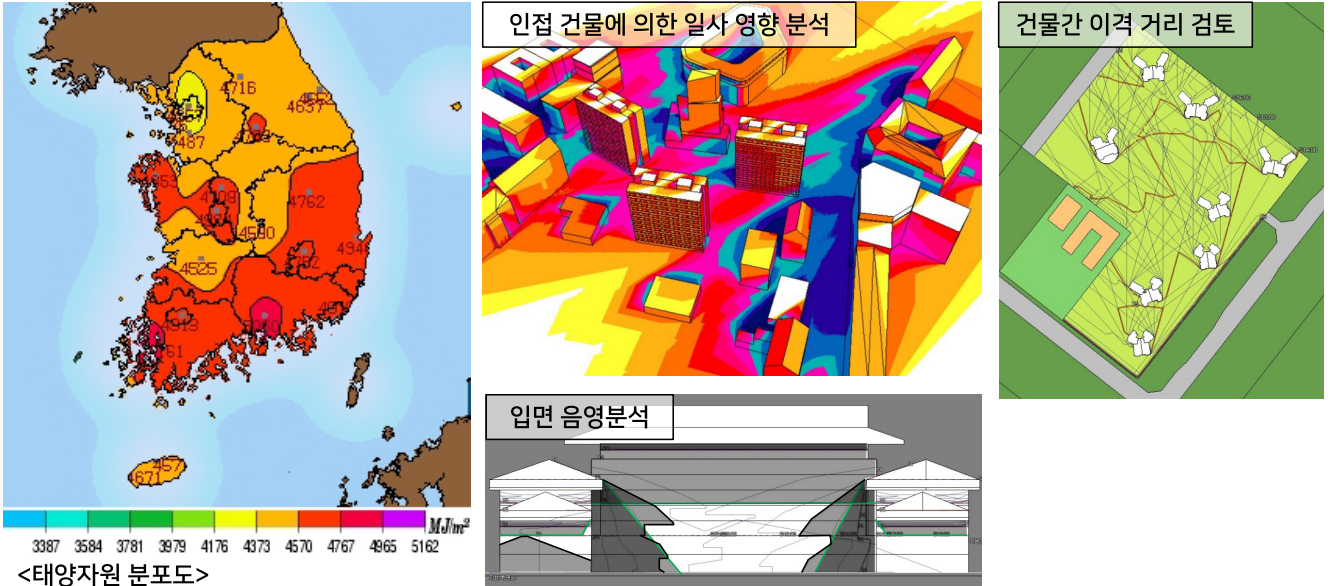
- 에너지자립률 확보에 유리한 신·재생에너지 유형 고려 필요
- 에너지자립률 20%(ZEB 5등급) 확보를 위한 대상 건축물 용도별 신·재생에너지 공급비율(태양광(BAPV) 기준)

건축물 용도		태양광(BAPV)공급비율 및 설치용량		에너지자립률		
비주거 시설 	업무시설		7% 이상		20% 기준 (ZEB 5등급)	
	문화 및 집회시설, 노유자시설		10% 이상			
	학교시설	학교	9% 이상			
		식당/체육관	11% 이상			
	운동시설	수영장 미포함	10% 이상			
	의료시설		6% 이상			
	군사시설	간부숙소	4% 이상			
		생활관	5% 이상			
주거 시설 	공동주택		중부1	개별난방		0.019kWp/m ²
				지역난방		0.011kWp/m ²
			중부2	개별난방	0.014kWp/m ²	
				지역난방	0.009kWp/m ²	
			남부, 제주	개별난방	0.011kWp/m ²	
				지역난방	0.008kWp/m ²	
단독주택		0.020kWp/m ²				

2 에너지자립률 확보를 위한 신재생에너지 설치 고려사항

◎ 신재생에너지 설치를 위한 검토사항

- 태양광 발전 시스템_일조량(기상데이터), 음영시뮬레이션 검토(자기음영 및 주변 건축물로 인한 음영범위)



- 태양자원 분포도 및 지역별 일사량/일조시간 검토 통한 태양광 시스템 적용의 적정성 검토
- 음영분석을 통한 최적의 설치위치 선정
- 태양광 발전 시스템_설치위치에 따른 발전량 비교

설치위치	설치조건	연간 누적일사량 (kWh/m ² ·yr)	연간 발전량 (kWh/kWp·yr)
	① 남향 30°	1,493	1,414
	② 남향 90°	1,022	958
	③ 북향 30°	1,028	867
	④ 북향 90°	546	424
	⑤ 동향 90°	875	728
	⑥ 서향 90°	778	764

※ 태양광 발전량 분석 결과

- 수직벽면 대비 경사각 30°의 경우 발전효율 약 30% 향상
- 남측 수직면의 면적확보가 어려울 경우, 기타 방위 대비 지붕(북향 30도) 설치 시 동서향 대비 10~20% 발전효율 높음

● 태양광 패널 시공



● 태양광 최대설치를 위한 동-서 방향/ 남-북 방향 태양광 설치 (국내 설치기준 개선 필요)

● 자중식지붕형 태양광 발전

: 알루미늄 합금 경량 구조물로 지붕하중 대폭 감소, 간편한 설치와 철거, 지붕의 방수구조에 영향을 미치지 않음

◎ 옥탑 구조물을 활용한 태양광 발전시스템 설치

주동 디자인과 연관성 없는 옥상구조물

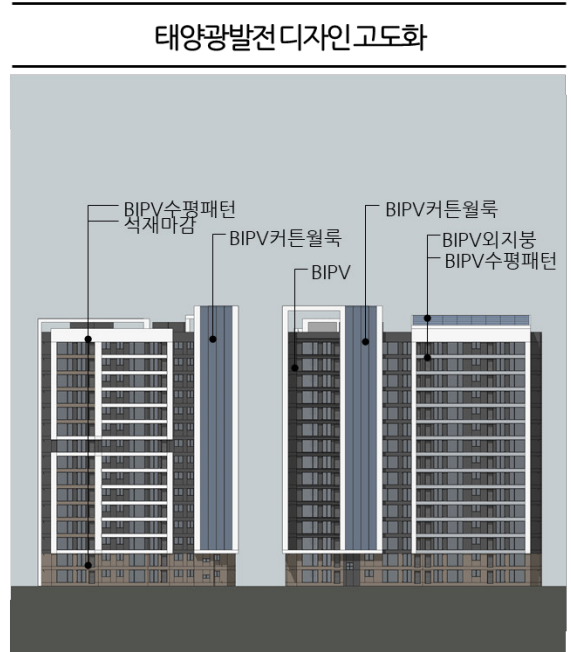
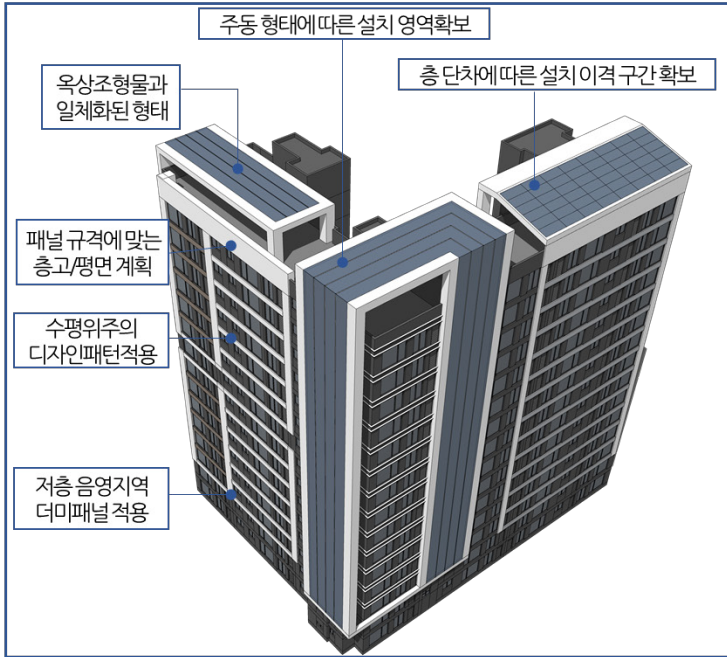


단지를 상징하는 옥상장식물로 활용



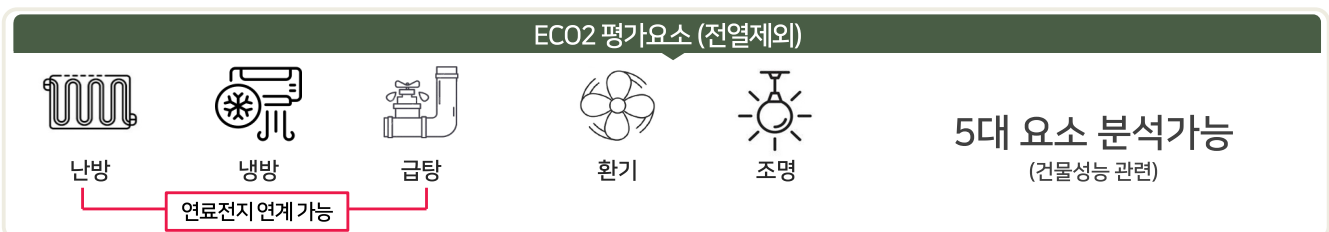
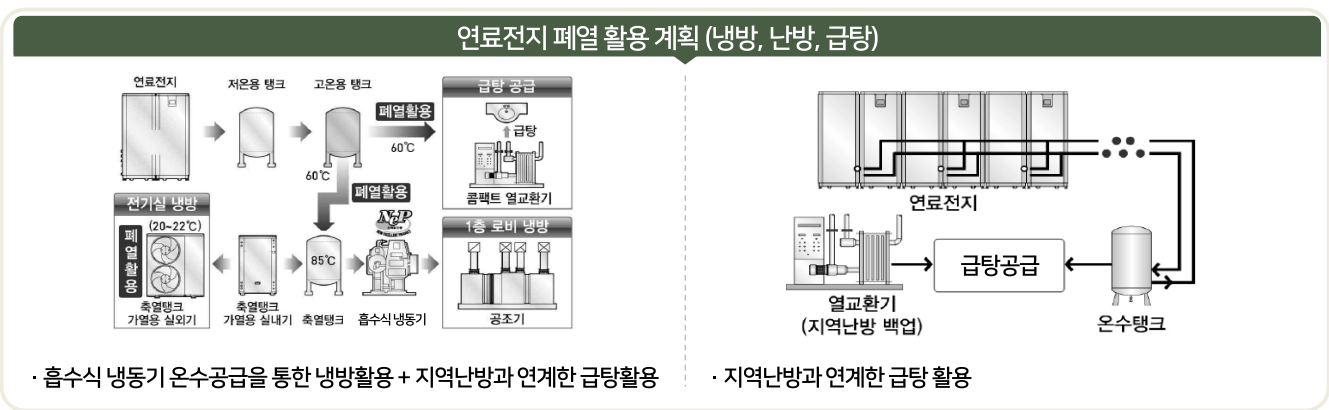
일반적인 옥상 태양광 발전시스템 설치	옥탑 구조물을 활용한 태양광 발전시스템 설치		
	Step 1	Step 2	Step 3
<ol style="list-style-type: none"> 계단탑에 의한 음영영향 난간에 의한 음영영향 태양광 하부공간 활용 불가 *옥상구조물로 인한 태양광 설치불가영역 발생 	<ol style="list-style-type: none"> 계단탑 상부까지 일체화 된 태양광 모듈 배치 가능 난간에 의한 음영영향 미발생 태양광 하부공간 활용 가능 (커뮤니티공간, 녹지공간 등) *옥상구조물로 인한 태양광 설치불가영역 미발생 	<ol style="list-style-type: none"> 복측면발전량을 고려한구조물 경사계획 <p style="text-align: center;">2 3 4 좌동</p> <p style="text-align: right;">*옥상구조물 : 실외기, 냉각탑 등 설비</p>	
<p>신·재생에너지 설치기준에 부합하는 태양광 발전시스템 설치 면적 비율</p> <p style="text-align: center;">약 40% 수준</p>	<p style="text-align: center;">옥상면적 대비 태양광 발전시스템 설치 면적 비율</p> <p style="text-align: center;">약 62% 수준</p>	<p style="text-align: center;">옥상면적 대비 태양광 발전시스템 설치 면적 비율</p> <p style="text-align: center;">약 84% 수준</p>	<p style="text-align: center;">옥상면적 대비 태양광 발전시스템 설치 면적 비율</p> <p style="text-align: center;">약 100% 수준</p>

◎ 시공성 및 효율성을 고려한 디자인 가이드라인



◎ 신재생에너지 설치를 위한 검토사항

- 연료전지 폐열 활용 계획



3 인센티브를 고려한 제로에너지 경제성 검토

◎ 서울시 녹색건축물 설계기준 면제조항

- 서울특별시 녹색건축물 설계기준(제2조제2항_일부내용 발췌)

구분	평가내용	적용기준											
		구분	주거					비주거					
		년	'23	'24	'25	'26	'27	'23	'24	'25	'26	'27	
신·재생 에너지	신·재생 에너지 의무 설치	공공	32%	34%	34%	36%	36%	32%	34%	34%	36%	36%	
		민간	[가]	10%	10.5%	11%	11.5%	12%	14%	14.5%	15%	15.5%	16%
			[나]	9.5%	10%	10.5%	11%	11.5%	13%	13.5%	14%	14.5%	15%
			[다]	9%	9.5%	10%	10.5%	11%	12%	12.5%	13%	13.5%	14%

- 제2조제2항 : 제로에너지건축물(ZEB) 인증 취득 시에는 제1항의 에너지 성능, 에너지 관리, 신·재생에너지 평가를 제외한다



『제로에너지건축물 인증 취득 시에는 제1항의 에너지성능, 에너지관리, 신·재생에너지 평가를 제외한다』에 따라 ZEB 취득 시, 신·재생 의무설치 면제

- 지자체별 녹색설계기준에 의한 신재생에너지 의무설치비율 준수 필요
- 제로에너지건축물 인증 취득 시, 에너지성능 등 신재생에너지 의무설치 면제 가능 (서울시, 부산시, 인천시, 고양시, 세종시 등)

● 주거시설(공동주택) 사례검토_지역난방 고시지역, 25층 이하, 옥상태양광 설치기준

등급	규모	연면적 (㎡)	단위에너지사용량 (kWh/㎡·yr)	지역계수(지역)	예상에너지사용량 (kWh/yr)
가	1,112세대	121,398.15	230.00 (공동주택 단위에너지 사용량)	1.00 (서울)	27,921,574.50

● 서울특별시 녹색건축물 설계기준 검토

※ 신·재생 원별 단가: PV 200만원/kW, BIPV 600만원/kW, 연료전지 2,800만원/kW, 지열130만원/kW

구분	신·재생 원별 설치규모(kW)				신·재생 공사비 (억원)					신·재생 에너지 설치비율	'25년 ZEB 통합안 기준 달성조건	
	PV	BIPV	지열	연료전지	PV	BIPV	지열	연료전지	합계			
친주기준	357.73	-	-	-	7.15	-	-	-	7.15	1.65%	-	
ZEB 인증 확보	옥상부 최대설치 70%	983.14	-	-	-	19.66	-	-	-	19.66	4.54%	자립률 29%수준
	자립률 20%	664.00	-	-	-	13.28	-	-	-	13.28	3.07%	자립률 20%수준
	1차소요량 90미만	376.82	-	-	-	7.54	-	-	-	7.54	1.74%	1차소요량 89.9kWh/m ² /yr
서울특별시 녹색건축물 설계기준 (설치비율기준)	BIPV	983.14	323	-	-	19.66	19.38	-	-	39.04	11.08%	-
	지열	983.14	-	1,660	-	19.66	-	21.58	-	41.24	11.01%	-
	연료전지	983.14	-	-	112	19.66	-	-	31.36	51.02	11.09%	-

- 규모 (가)급의 주거시설에 대해 '25년 제로에너지건축물 통합 인증 (1차소요량 or 자립률 中 택1)에 따라 설치비율 1.74% 수준 내 ZEB 달성 가능
- 제로에너지 인증 확보를 통한 공사비 절감
 - 신재생 비율만족을 위한 공사비 대비 BIPV : 19.38억 원, 지열 : 21.58억 원, 연료전지 31.36억 원

◎ 인센티브

구분	상세 내용													
용적률, 건축물의 높이 등 건축기준 완화	용적률, 건축물의 높이 등 건축기준 완화 - 법 및 조례에서 정하는 기준 용적률·건축물 최고높이에 대하여 인증등급에 따른 완화비용 적용(녹색건축물 조성 지원법 제15조, 에너지절약설계기준 제16조)													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>인증등급</th> <th>ZEB Plus</th> <th>ZEB 1</th> <th>ZEB 2</th> <th>ZEB 3</th> <th>ZEB 4</th> <th>ZEB 5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>건축기준 최대 완화 비율</td> <td>15%</td> <td></td> <td>14%</td> <td>13%</td> <td>12%</td> <td>11%</td> </tr> </tbody> </table>	인증등급	ZEB Plus	ZEB 1	ZEB 2	ZEB 3	ZEB 4	ZEB 5	건축기준 최대 완화 비율	15%		14%	13%	12%
인증등급	ZEB Plus	ZEB 1	ZEB 2	ZEB 3	ZEB 4	ZEB 5								
건축기준 최대 완화 비율	15%		14%	13%	12%	11%								
신·재생에너지 설치보조금 우선 지원	태양광, 지열 등 신·재생에너지설치보조금우선 지원 - 사업별 보조금 총 지원액은 신청용량에 보조금 지원단가를 적용하며, 건물 준공 후 설치확인 결과가 적합한 경우 보조금 지원													
주택도시보증기금 대출한도 상향	제로에너지건축물 인증을 받은 공공임대주택 및 분양주택에 대해 주택도시보증기금대출한도 20% 상향 - '25년도 주택도시보증기금 운용계획													
주택건설사업 기반시설 기부채납 부담률 완화	기반시설 기부채납 부담수준(해당사업부지면적의 8%)에 대해 최대 15% 경감률 적용 - 주택건설사업 기반시설 기부채납 운영기준 2-2-2													
세제혜택	취득세 15~20% 감면 - 지방세특례제한법 제47조의2 녹색건축 인증 건축물에 대한 감면													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>인증등급</th> <th>ZEB Plus</th> <th>ZEB 1</th> <th>ZEB 2</th> <th>ZEB 3</th> <th>ZEB 4</th> <th>ZEB 5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>감면비율</td> <td></td> <td>20%</td> <td></td> <td></td> <td>18%</td> <td>15%</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 취득일로부터 100일 이내에 인증 취득이 불가한 경우, 경감된 취득세를 추정함</p>	인증등급	ZEB Plus	ZEB 1	ZEB 2	ZEB 3	ZEB 4	ZEB 5	감면비율		20%			18%
인증등급	ZEB Plus	ZEB 1	ZEB 2	ZEB 3	ZEB 4	ZEB 5								
감면비율		20%			18%	15%								
에너지 절약시설 설치 지원	절약시설 설치사업 신청 시 투자비의 일부를 장기 저리로 용자지원(단, 공동주택 제외) - 에너지융합리화 사업을 위한 자금지원 지침(산업통상자원부)에 따라 최소 신청금액 2천만원 이상부터 당해연도 동일투자사업장당 지원한도액(300억원 이내)까지 신청가능 (3년 거치 5년 분할상환, 변동이자)													
인증 수수료 감면	제로에너지건축물 인증 표시 의무대상이 아닌 건축물에 대해 제로에너지건축물 인증 수수료 감면													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>인증등급</th> <th>ZEB Plus</th> <th>ZEB 1</th> <th>ZEB 2</th> <th>ZEB 3</th> <th>ZEB 4</th> <th>ZEB 5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>감면비율</td> <td></td> <td>100%</td> <td></td> <td></td> <td>50%</td> <td>30%</td> </tr> </tbody> </table>	인증등급	ZEB Plus	ZEB 1	ZEB 2	ZEB 3	ZEB 4	ZEB 5	감면비율		100%			50%
인증등급	ZEB Plus	ZEB 1	ZEB 2	ZEB 3	ZEB 4	ZEB 5								
감면비율		100%			50%	30%								

◎ 힐스테이트 레이크 송도 인센티브 취득사례

구분	내용	
건물명	인천송도 A11BL 공동주택 건설공사	
대지위치	인천광역시 연수구 송도동 397-11	
용도	공동주택	
대지면적	53,022.00 m ²	
건축면적	8,935.29 m ²	
연면적	155,833.02 m ²	
규모	지하2층, 지상36층	
세대	84m ²	644세대
	99m ²	232세대
	129m ²	10세대
	소계	886세대



● 건축완화 및 인센티브 취득현황

구분	내용
용적률 8% 완화	<ul style="list-style-type: none"> 힐스테이트 레이크 송도는 지구단위지침에 따라 세대수 변경이 불가 84m² 분양성이 더 넓은 타입보다 우수하여 용적률 최대 11% 완화 가능했으나 분양성을 고려하여 8% 완화 신청
지방세 감면	<ul style="list-style-type: none"> 취득세 10% 감면

◎ 참고 서적 및 사이트

1. <제로에너지건축물 인증 기술요소 참고서>, <https://zeb.energy.or.kr>
2. <제로에너지건축물 컨설팅 지원 우수사례집>, <https://zeb.energy.or.kr>

2025 제로⚡에너지건축 전문인력 양성교육

건물컨설팅 실무교육
(오프라인)

