

Green Building 2017: Korea Exhibition & Conference

국내 제로에너지주택 건설사례

년 년 년

한국건설생활환경시험연구원

성 욱 주

suj21c@kcl.re.kr

1. 배경

제로에너지빌딩(ZEB ; Zero Energy Building)

녹색건축물 조성 지원법, 제

건축물에 필요한 에너지 부하를 최소화하고 신·재생에너지를 활용하여 에너지 소요량을 최소화하는 녹색건축물
13474호, 15.08.11.



Post 2020 신기후체제 대응 국가 에너지수요관리 핵심전략

산업부 8대 에너지신산업 ZEB

- 분산전원의 핵심 수요관리 요소
- 건축과 신재생에너지 효율향상 및 최적조합을 통한 ZEB 구현



국토부 7대 신산업 ZEB

- 시범사업을 통한 ZEB 상용화 추진
- 인센티브 및 금융지원 정책 수립
- 건물외피 단열성능 극대화를 통한 ZEB구현



ZEB 보급확대를 통한 경제활성화 및 국가 온실가스 감축 이행

1. 배경

정책 현황

ZERO ENERGY BUILDING 의무화 로드맵



유형별 시범 사업단 추진		
저층형	고층형	타운형
<ul style="list-style-type: none"> 대상 : 7층 이하 에너지 고효율 지원 <ul style="list-style-type: none"> - 소규모 정비사업 - 소규모 업무시설 등 	<ul style="list-style-type: none"> 대상 : 7층 초과 학교/공공용 지원 <ul style="list-style-type: none"> - 대규모 정비사업 - 세종시 등 신도시 	<ul style="list-style-type: none"> 지구단위 제로에너지타운 조성 <ul style="list-style-type: none"> - 지자체 에너지자립 마을

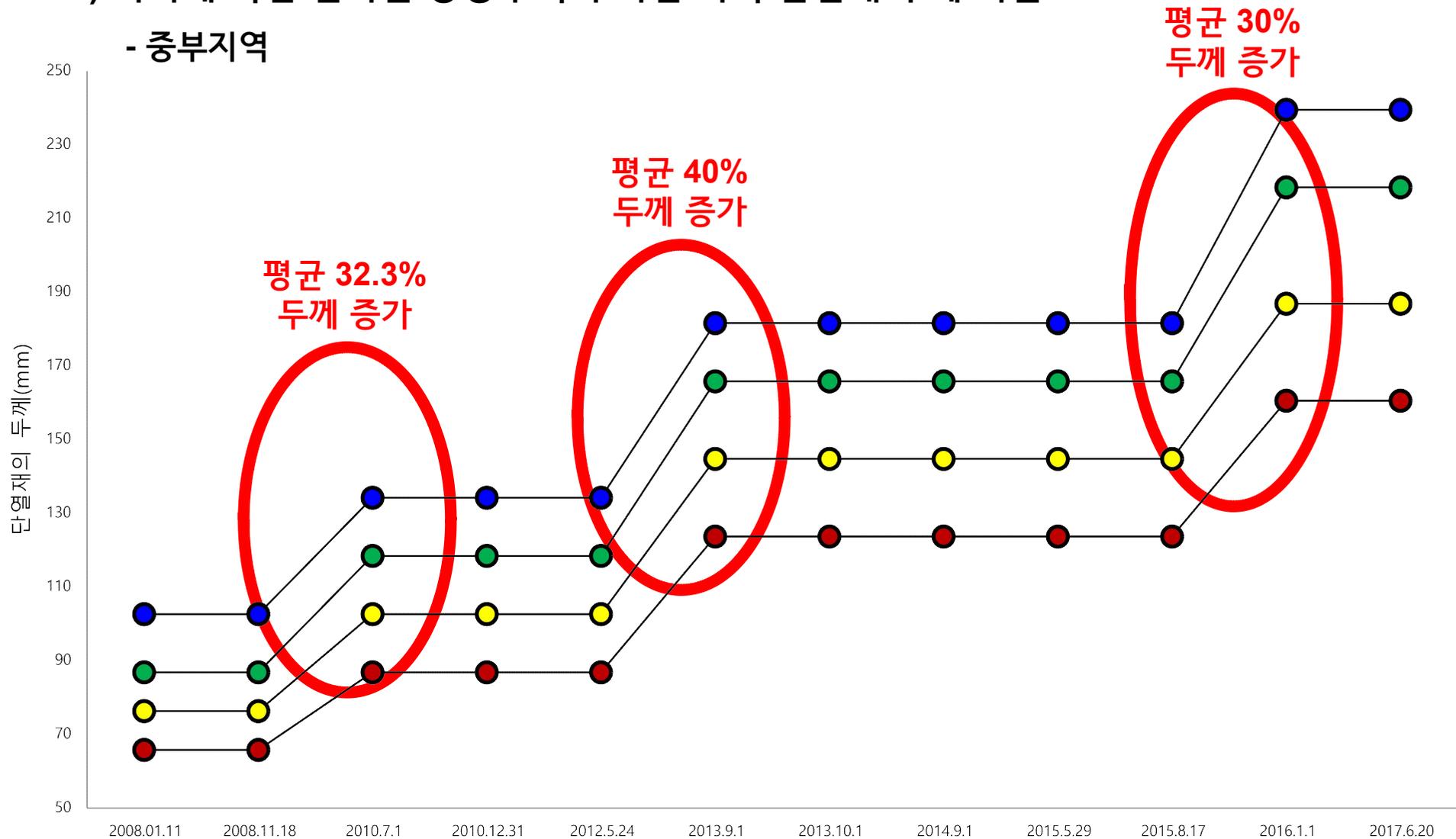
'17년 제로인증제 도입(시장형 공기업~)
'20년 공공부문 제로에너지빌딩 의무화
'25년 민간부문 제로에너지빌딩 의무화

인센티브	금융지원
<ul style="list-style-type: none"> •용적률 15% 완화 •세제지원 (취득세, 재산세 15% 감면) 	<ul style="list-style-type: none"> • 녹색기술 및 인증을 통한 용자, 기술보증, 마케팅 지원 • 신재생에너지 설치비 50%, 패시브기술 공사비 보조

2. 건축물에너지절약 설계기준 강화현황

1) 외기에 직접 면하는 공동주택의 거실 외벽 단열재 두께 기준

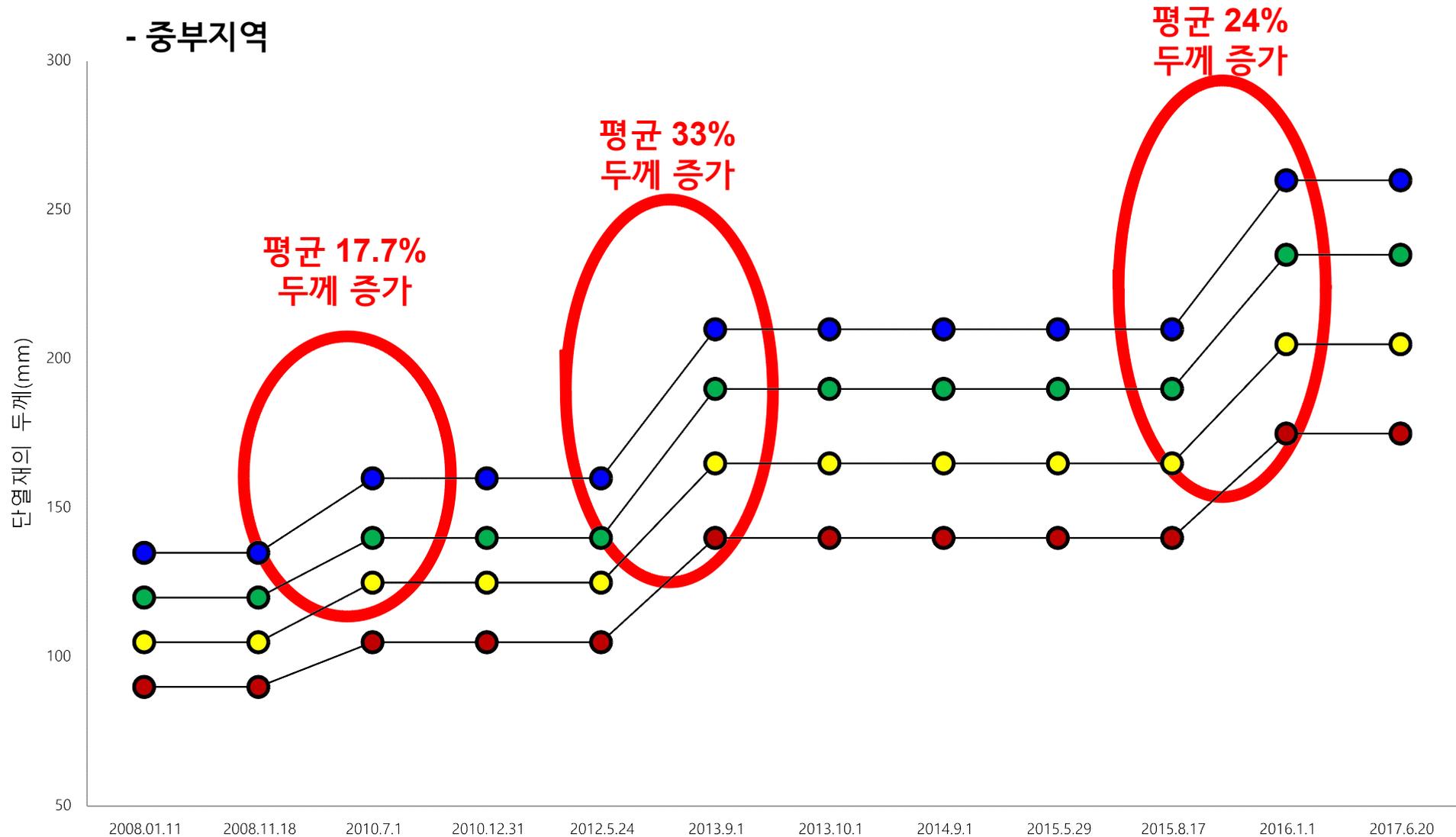
- 중부지역



2. 건축물에너지절약 설계기준 강화현황

2) 외기에 직접 면하는 최하층의 거실 바닥의 단열재 두께 기준

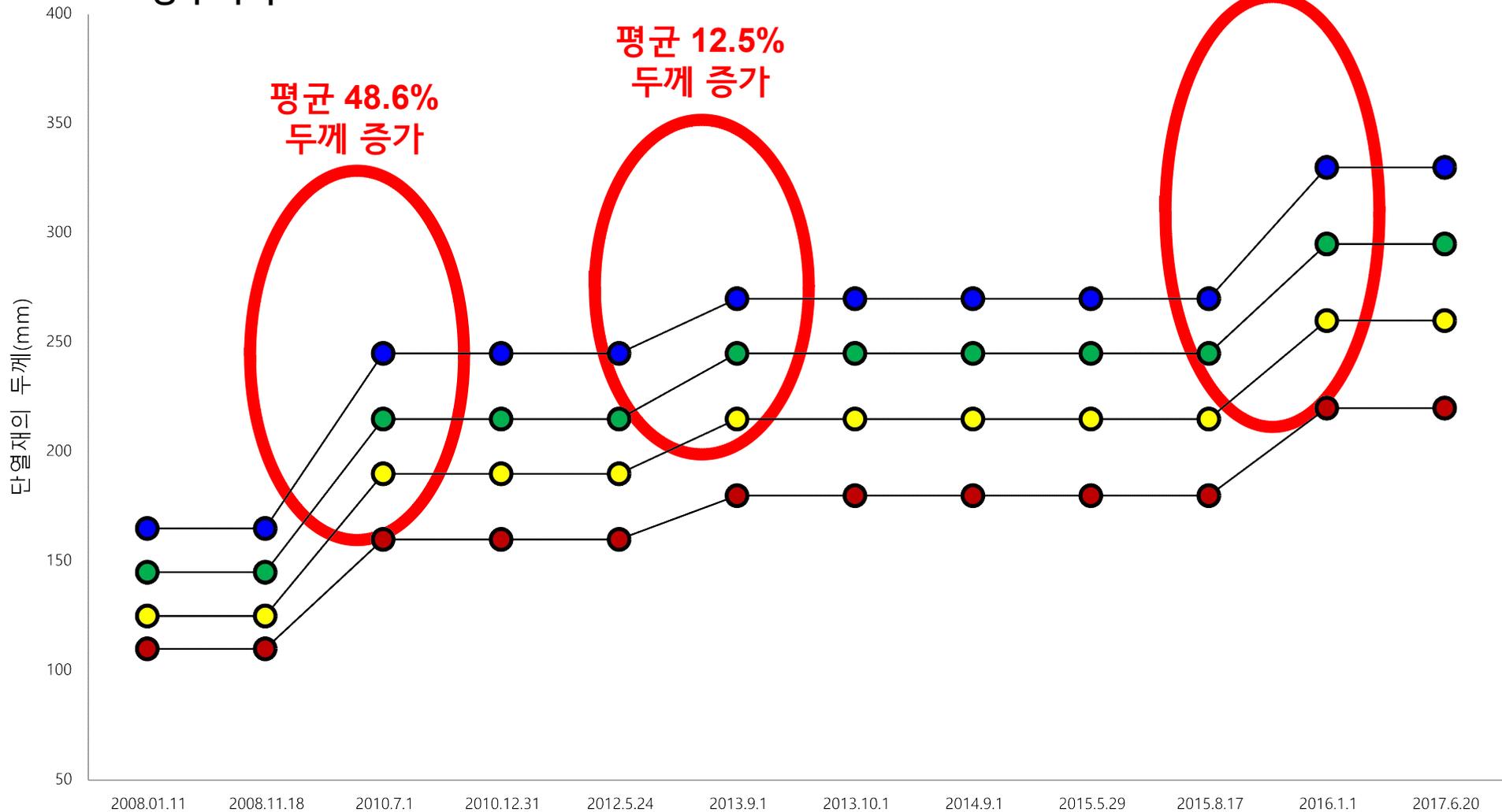
- 중부지역



2. 건축물에너지절약 설계기준 강화현황

3) 외기에 직접 면하는 최상층의 거실 반자 또는 지붕 단열재 두께 기준

- 중부지역



2. 건축물에너지절약 설계기준 강화현황

✓ 건축물의 에너지 절약 설계기준 개정안

가. 건축물 에너지 소비 총량기준 (안 제 4조, 21조 및 22조 개정 - 2017년 6월 20일 부터 시행)

- 연면적 3천㎡ 이상 업무시설에 대해 건축물 에너지 소요량 적합기준을 제시
- 기준 만족시, 에너지성능지표 작성을 면제 가능토록 완화

나. 에너지절약계획서 사전확인 (안 제 3조의2 신설)

- 건축허가 이전에도 에너지절약계획서 검토가 가능토록 하여 신청인의 민원처리 편의 확대

다. 열교부위 단열성능 평가기준 (안 제 7조 개정, 별표 11 신설)

- 열교발생 부위별 선형 열관류율 계산을 통하여 건축물의 열교성능을 세부 평가토록 지표 전환

2. 건축물에너지절약 설계기준 강화현황

✓ 건축물의 에너지 절약 설계기준 개정안

라. BEMS 설치관련 배점 확대 (에너지절약계획 설계검토서 전기설비부분 8호)

- 일정규모 이상의 공공건축물*에 대하여 BEMS설치 의무 반영
*설치 의무 : 연면적 1만㎡ 이상의 신축 공공건축물은 BEMS 설치 의무화

마. 원격검침전자식계량기 설치 (안 제 5조 및 10조 개정)

- 연면적 3천㎡ 이상 업무시설, 교육연구시설 용도 공공건축물 의무설치

바. 차양장치 인정범위 확대 (제5조제10호 더)

- 차양을 태양열의 실내유입을 저감하기 위한 장치뿐만 아니라 구조체도 일사 차단성능이 있으면 차양으로 인정

3. 국내 제로에너지주택 실증사례

국내 제로에너지빌딩은 2005년 3L 하우스 단독주택를 시작으로 시범/실증 건물들이 지속적으로 출현해왔으며, 현재 기축된 제로에너지빌딩들에 대한 사례는 아래와 같이 정리할 수 있음.

연도별 제로에너지빌딩 건축 사례



3L 하우스
[단독주택]
[2005]



3L하우스
(공동주택)
[2006]



그린투모로우
[2009]



e+그린홈
[2011]



제로카본그린홈
[2013]

3. 국내 제로에너지주택 실증사례

(1) 사례 1-3L 하우스(단독주택)

▪ 건물개요

3L 하우스(단독주택): 국내 최초 3L 하우스 개념을 도입한 건물이며, 에너지절감요소를 적용하여 평방미터(m²)당 3리터의 연료로 쾌적한 환경을 실현하는 주택

구분	내용
위치	경기도 용인시
용도	주거시설(단독주택)
준공연도	2005년
규모	층수: 지상 2층
설계/시공	대림산업(주), 한국BASF(주), (주)퓨얼셀파워
패시브 적용요소	1) 고단열/고기밀 2) 이중외피
액티브 적용요소	1) 설비기기 효율화(폐열회수 환기시스템)
신재생에너지 적용요소	1) 연료전지 2) 지중덕트



(1) 사례 1-3L 하우스(단독주택)

■ 적용된 요소기술

1) 패시브

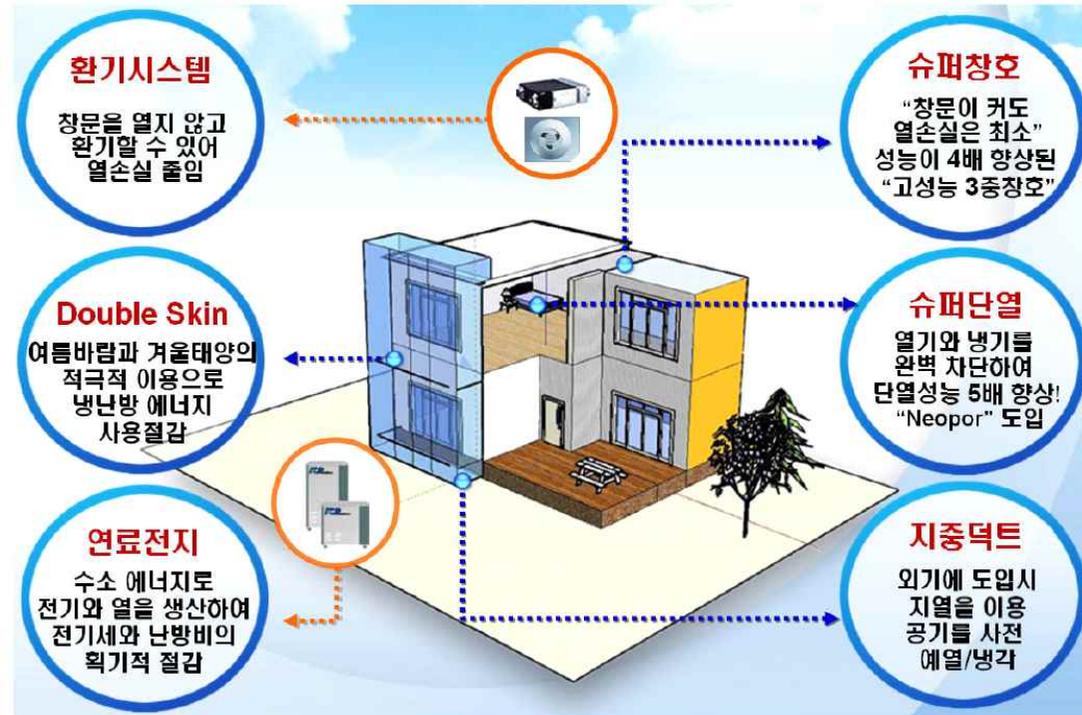
- 고단열/고기밀: 고효율 단열재 및 창호, 잠열보유 플라스터(PCM:상변화물질)
- 이중외피: 자연형 태양열획득(난방)

2) 액티브

- 설비기기 효율화: 폐열회수 환기시스템

3) 신재생에너지

- 연료전지 열병합 발전시스템
- 지중덕트



[3L House(단독주택)의 부위별 적용 기술요소 개념도]

■ 에너지 성능 평가

영국 IES(社)의 VE프로그램(ApacheSim: ESP-r기반)을 활용한 에너지성능 평가를 진행

시뮬레이션 결과: 난방설정온도 20°C 지정 시 난방부하 11.49kWh/m²·y(1.1 Liter/m²·y) 발생

참고자료

- 1) 원중서(2006)-초에너지절약주택(3리터 하우스)의 설계 및 시공
- 2) 박선호(2006)-3L House의 설계, 시공 및 평가

(2) 사례 2-3L 하우스(공동주택)

▪ 건물개요

3L 하우스(공동주택): 3L 하우스(단독주택) 이후, 공동주택 시범 적용

구분	내용
위치	충북 대전시
용도	주거시설(공동주택)
준공연도	2006년
규모	층수: 지하 1층, 지상 3층 연면적: 3,200㎡
설계/시공	대림산업(주)
패시브 적용요소	1) 고단열/고기밀 2) 자연채광 3) 외부 블라인드
액티브 적용요소	1) 고효율 조명기구 2) 자동 환기시스템
신재생에너지 적용요소	1) 태양광 발전시스템 2) 풍력 발전시스템 3) 지열시스템/지중 덕트시스템



(2) 사례 2-3L 하우스(공동주택)

▪ 적용된 요소기술

1) 패시브

- 고단열/고기밀: 외단열시스템, 고성능창호(Low-E 유리, 삼중유리), 옥상녹화
- 자연채광: 지하실 조명

2) 액티브

- 고효율조명기구: LED 조명기구
- 자동 환기시스템: CO2 센서를 활용한 자동운전

3) 신재생에너지

- 태양광 발전시스템
- 풍력 발전시스템
- 지열시스템/지중 덕트시스템: 지열을 활용한 실내 열교환



[3L House(공동주택)의 부위별 적용 기술요소 개념도]

(3) 사례 3 - 그린투모로우(Green Tomorrow)

▪ 건물개요

구분	내용
위치	경기도 용인시 기흥구 중동
용도	주거시설(시범주택)
준공연도	2009년
규모	2개동 676.1㎡ (전시관: 400.5㎡, 홍보관: 275.5㎡)
설계	(주)삼우종합설계사무소
시공	(주)삼성물산
인증	LEED Platinum(컨설팅: Ove Arup & Partners Hong Kong)
패시브 적용요소	1) 고단열/고기밀 2) 자연환기 3) 축열 활용
액티브 적용요소	1) 소비전력 저감요소 2) 조명 제어 및 고효율 조명기구 3) 설비기기 효율화
신재생에너지 적용요소	1) 태양광 발전시스템 2) 태양열 급탕시스템 3) 지열 히트펌프 4) 풍력발전



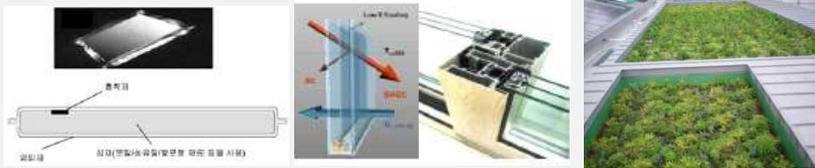
(3) 사례 3 - 그린투모로우(Green Tomorrow)

■ 적용된 요소기술

1) 패시브

- **고단열/고기밀:** 외벽체(외벽, 지붕)와 창호의 단열성능을 국내법규기준을 크게 상회하도록 계획(시뮬레이션 검증), 이중외피 적용
- **자연환기:** 실과 창호의 최적 배치로 실외공기 유입을 통한 중간기 실내 환기 및 냉방부하 저감 기대
- **축열 활용:** (주간) 발코니로 유입된 일사로 열을 바닥 축열재에 저장 후, (야간) 중간벽으로 순환
<그린투모로우와 국내 법규상의 단열기준 비교>

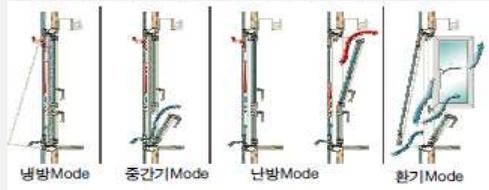
구분		그린투모로우	국내법규기준
외벽		0.097	0.470
지붕(외기 직접 면하는 분위)	열관류율 (W/m ² ·°C)	0.078	0.290
	지붕(외기 간접 면하는 분위)	0.089	0.520
열관류율(U-value)		0.78	2.70
창호	창면적비	25	25
	차폐계수	0.54	0.85



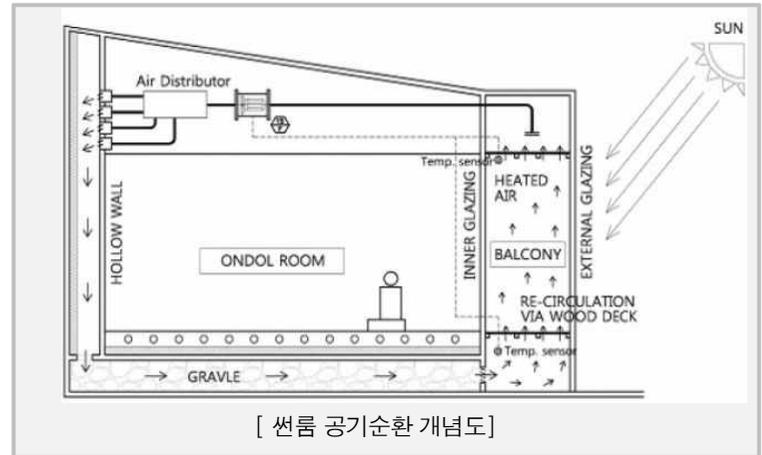
[진공단열보드(VIP)]

[3중 Low-E 유리]

[옥상녹화]



[이중외피]

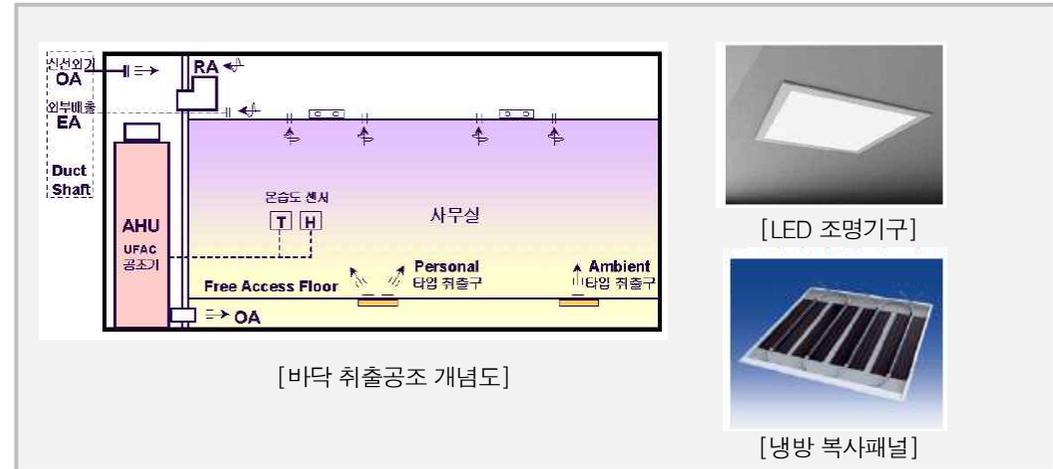


(3) 사례 3 - 그린투모로우(Green Tomorrow)

■ 적용된 요소기술

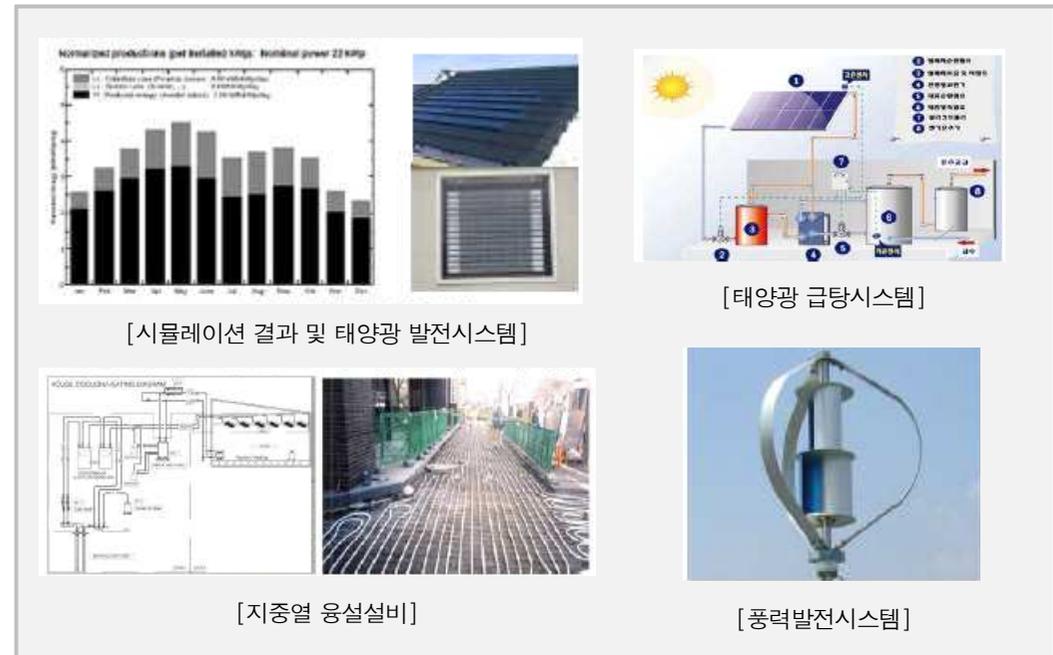
2) 액티브

- 소비전력 저감요소: 대기전력차단, 직류전원(DC) 배전 및 가전(교류에서 직류 변환 과정을 생략함으로써 에너지 손실분 제거)
- 조명 제어 및 고효율 조명기구: 인체감지 및 조도 센서, LED 조명기구 활용
- 설비기기 효율화(홍보관): 바닥 취출공조, 복사냉방



3) 신재생에너지

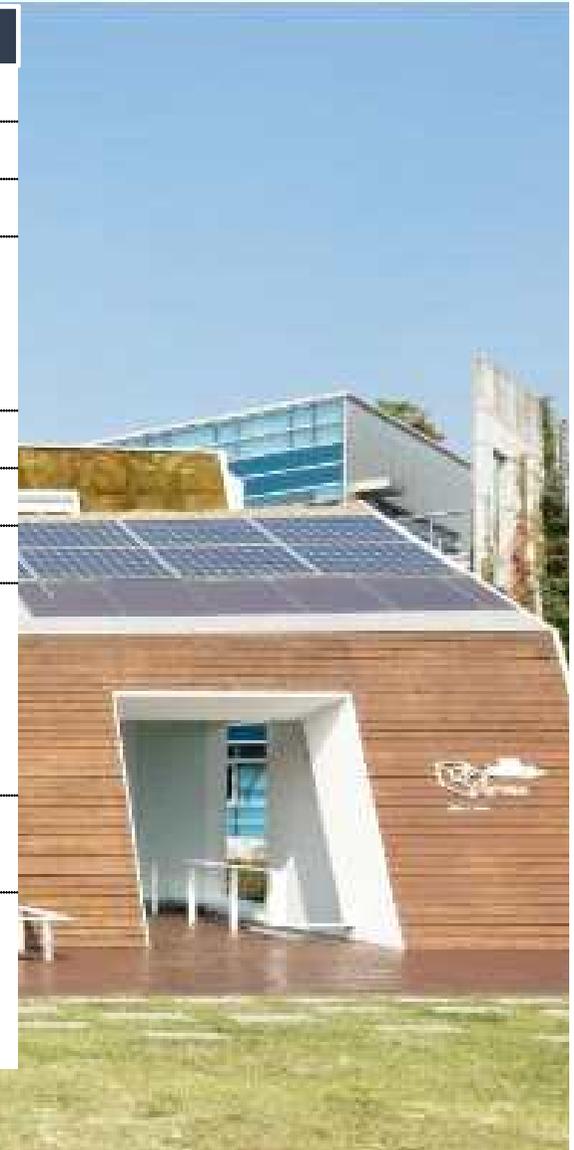
- 태양광 발전시스템: 블라인드형, 지붕형 태양광 발전 (연간 21MWh 생산)
- 태양열 급탕시스템: 평판형(4㎡, 연간 2MWh 집열)
- 풍력발전: 복합 다리우스 수직형(연간 0.2MWh 생산)
- 지중열 냉난방(용량 : 6USRt)
- 용설설비: 지중온도 직접 활용



(4) 사례 4 - e+ 그린홈

▪ 건물개요

구분	내용
위치	경기도 용인시
용도	교육연구시설
준공연도	2011년
규모	층수: 지하 1층, 지상 2층 대지면적: 5,525.0㎡ 건축면적: 295.3㎡ 연면적: 394.4㎡
설계	코오롱글로벌 친환경건축연구소(공동 운생동건축사사무소)
시공	코오롱건설
인증	패시브하우스 PH인증(독일 패시브하우스협회)
패시브 적용요소	1) 고단열 2) 자연환기 3) 축열 활용 4) 자연채광 5) 외부차양
액티브 적용요소	1) 소비전력 저감요소 2) 설비기기 효율화
신재생에너지 적용요소	1) 태양광 발전시스템 2) 태양열 급탕시스템 3) 지열 히트펌프 4) 풍력발전



(4) 사례 4 - e+ 그린홈

■ 적용된 요소기술

1) 패시브

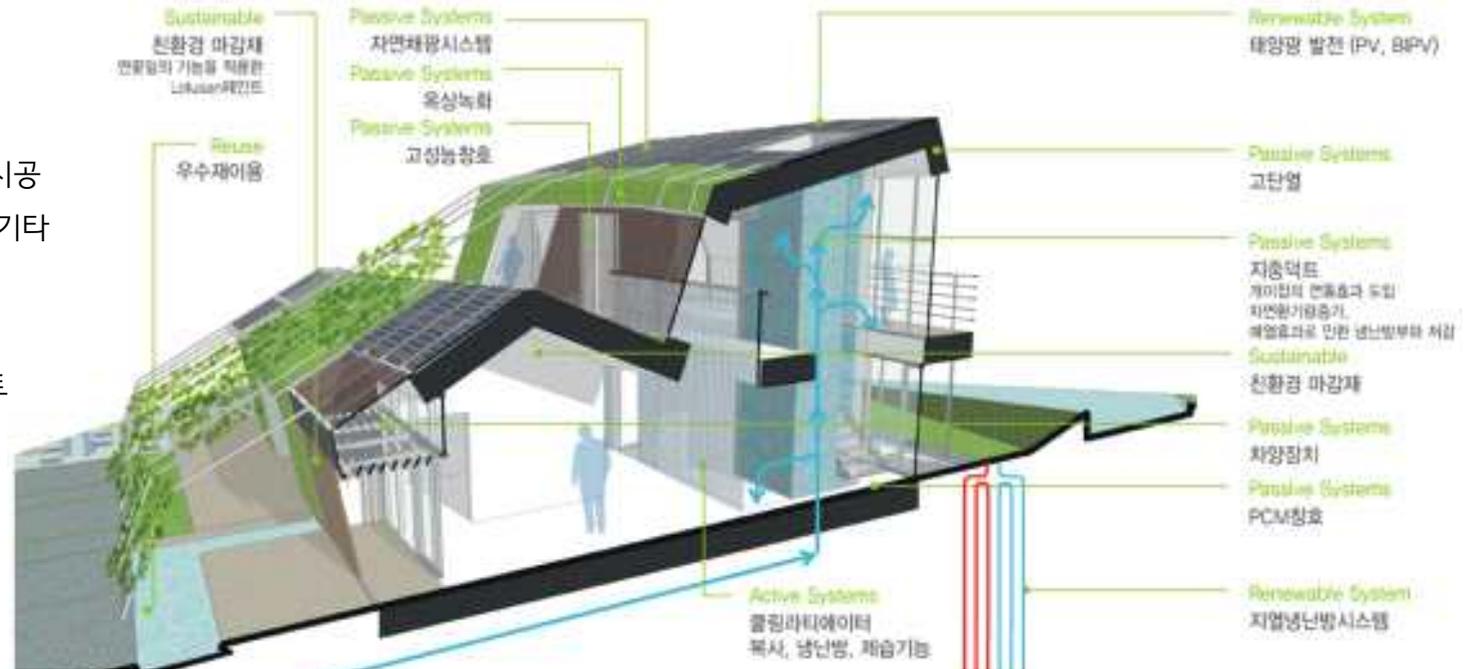
- **고단열/고기밀:**
건식외단열, 고기밀화 시공
- **자연환기:** 연돌효과, 환기타워
- **축열 활용**
- **자연채광:** 수직채광덕트
- **외부차양**

2) 액티브

- **소비전력저감요소:**
LED조명, 절약형기기
- **설비기기 효율화:**
쿨링라디에이터, 복사냉난방

3) 신재생에너지

- **태양광 발전시스템(결정형모듈 PV, 박막투과형 BIPV)**
- **태양열 급탕시스템(메가집열기, 창호일체형 집열기)**
- **지열 히트펌프, 지중열교환**
- **풍력 발전**



[e+ 그린홈 적용 요소기술 개념도]

<에너지 성능 지표별 설계기준 및 실측정치>

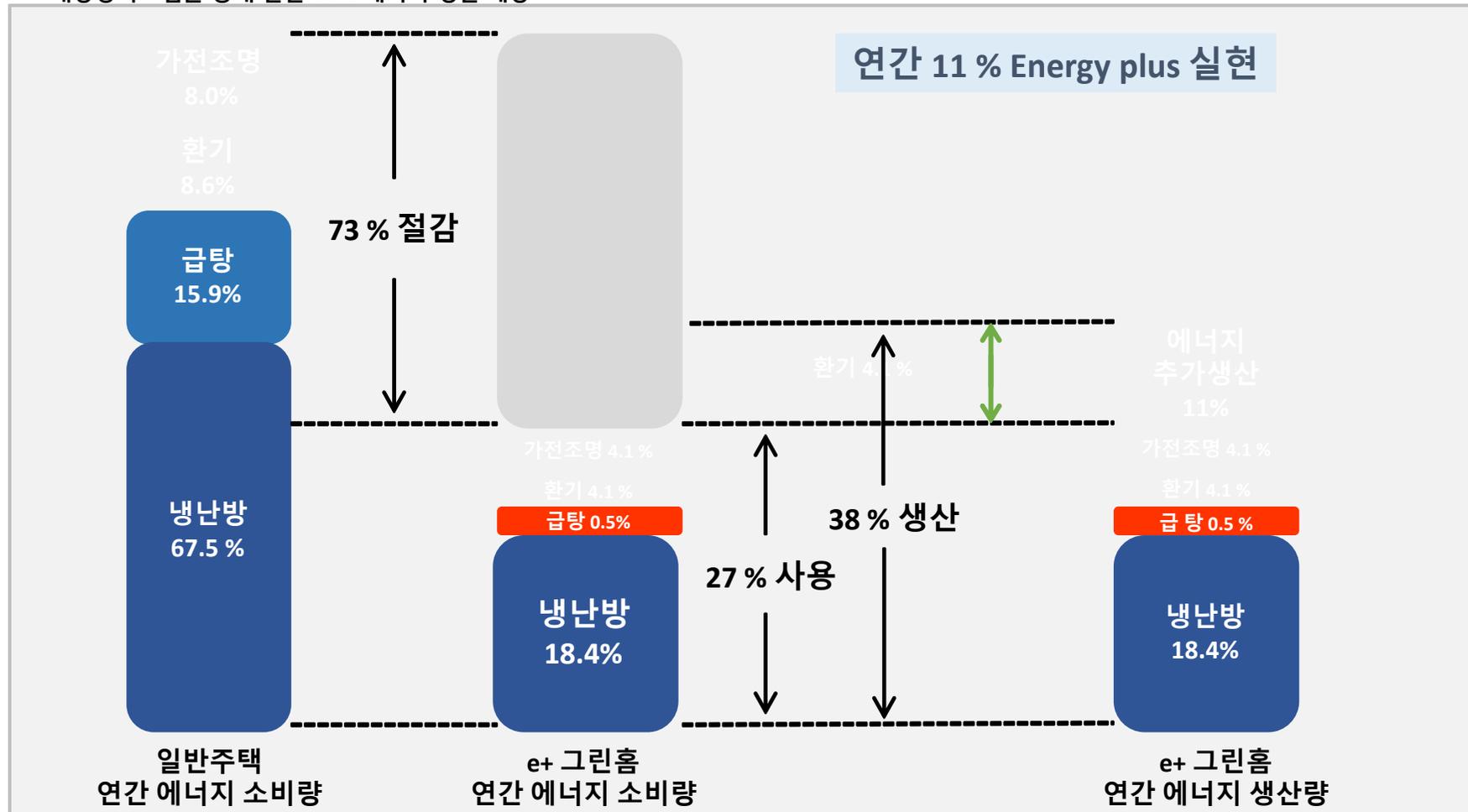
구 분	기 준	e+ 그린홈 실측정치
난방 에너지 요구량		
1차 에너지 요구량		
기밀성능		0.52 h ⁻¹
외벽체 열관류율		
차음 시스템 효과		

: 이성진(2012)-e+ Green Home 피시브하우스 설계 및 시공 과정 소개

(4) 사례 4 - e+ 그린홈

■ 적용요소 성능검증을 위한 시뮬레이션 결과 분석

패시브 요소, 설비 제어, 태양열/지열시스템 등을 적용하여 Base 모델 대비 연간 에너지 소비량을 73% 절감하고, 태양광시스템을 통해 연간 38% 에너지 생산 예상



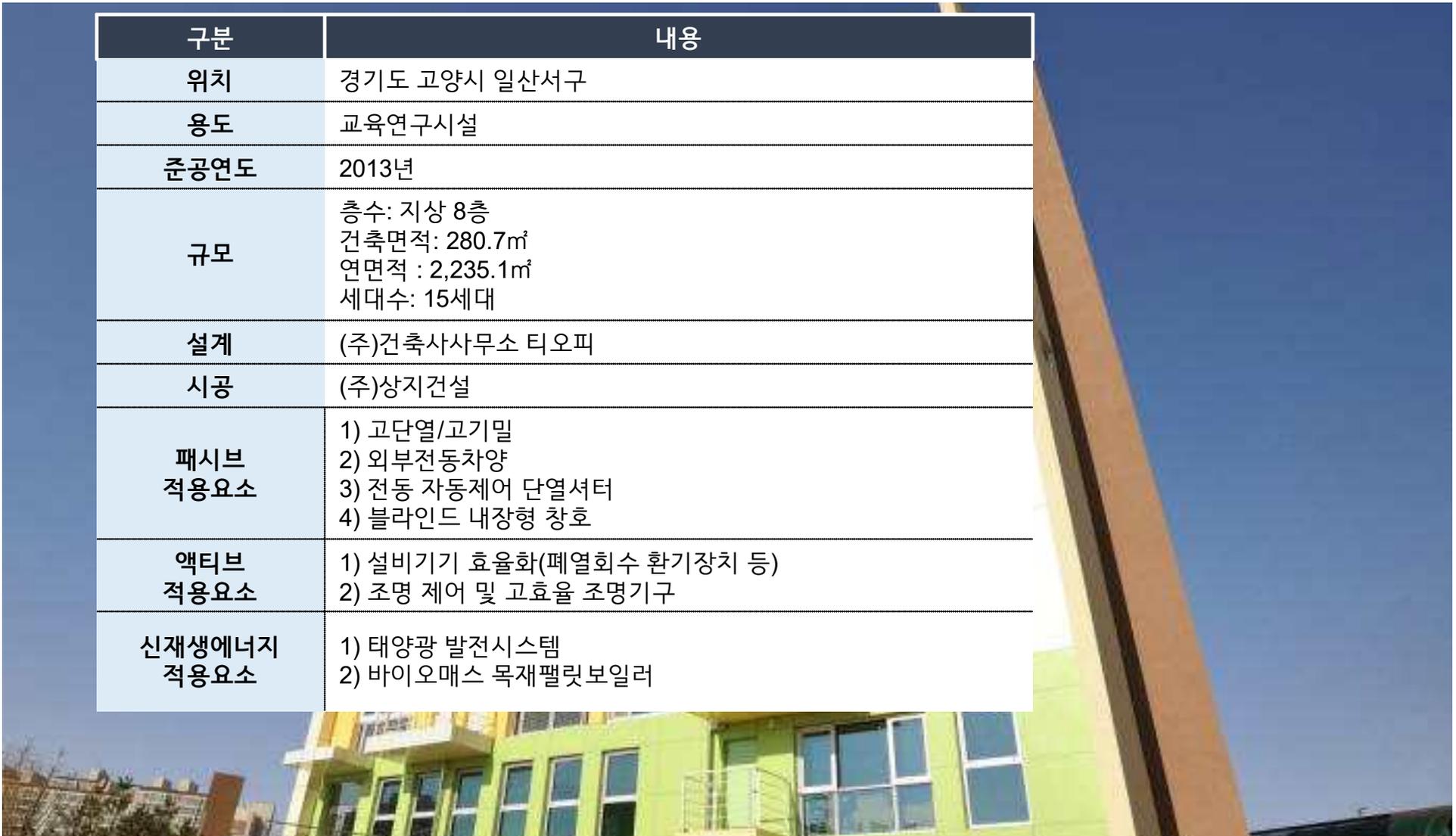
[적용요소별 시뮬레이션 결과]

(5) 사례 5 - 제로카본 그린홈

▪ 적용된 요소기술

제로카본 그린홈 실증주택: 패시브, 신재생에너지시스템 및 모니터링 시스템이 적용된 공동주택

구분	내용
위치	경기도 고양시 일산서구
용도	교육연구시설
준공연도	2013년
규모	층수: 지상 8층 건축면적: 280.7㎡ 연면적 : 2,235.1㎡ 세대수: 15세대
설계	(주)건축사사무소 티오피
시공	(주)상지건설
패시브 적용요소	1) 고단열/고기밀 2) 외부전동차양 3) 전동 자동제어 단열셔터 4) 블라인드 내장형 창호
액티브 적용요소	1) 설비기기 효율화(폐열회수 환기장치 등) 2) 조명 제어 및 고효율 조명기구
신재생에너지 적용요소	1) 태양광 발전시스템 2) 바이오매스 목재펠릿보일러



(5) 사례 5 - 제로카본 그린홈

■ 적용된 요소기술

1) 패시브

- 고단열/고기밀:
외단열시스템, 진공유리(창호, 문)
- 외부전동차양: 4~8층 남측면
- 전동 자동제어 단열셔터
- 블라인드 내장형 창호: 3층 남측 전면

2) 액티브

- 설비기기 효율화:
폐열회수 환기장치,
난방 및 환기 제어시스템
- 조명 제어 및 고효율 조명기구:
조명제어시스템, LED조명

3) 신재생에너지

- 태양광발전 시스템(옥상 PV, 벽체 BIPV)
- 바이오매스 목재펠릿보일러



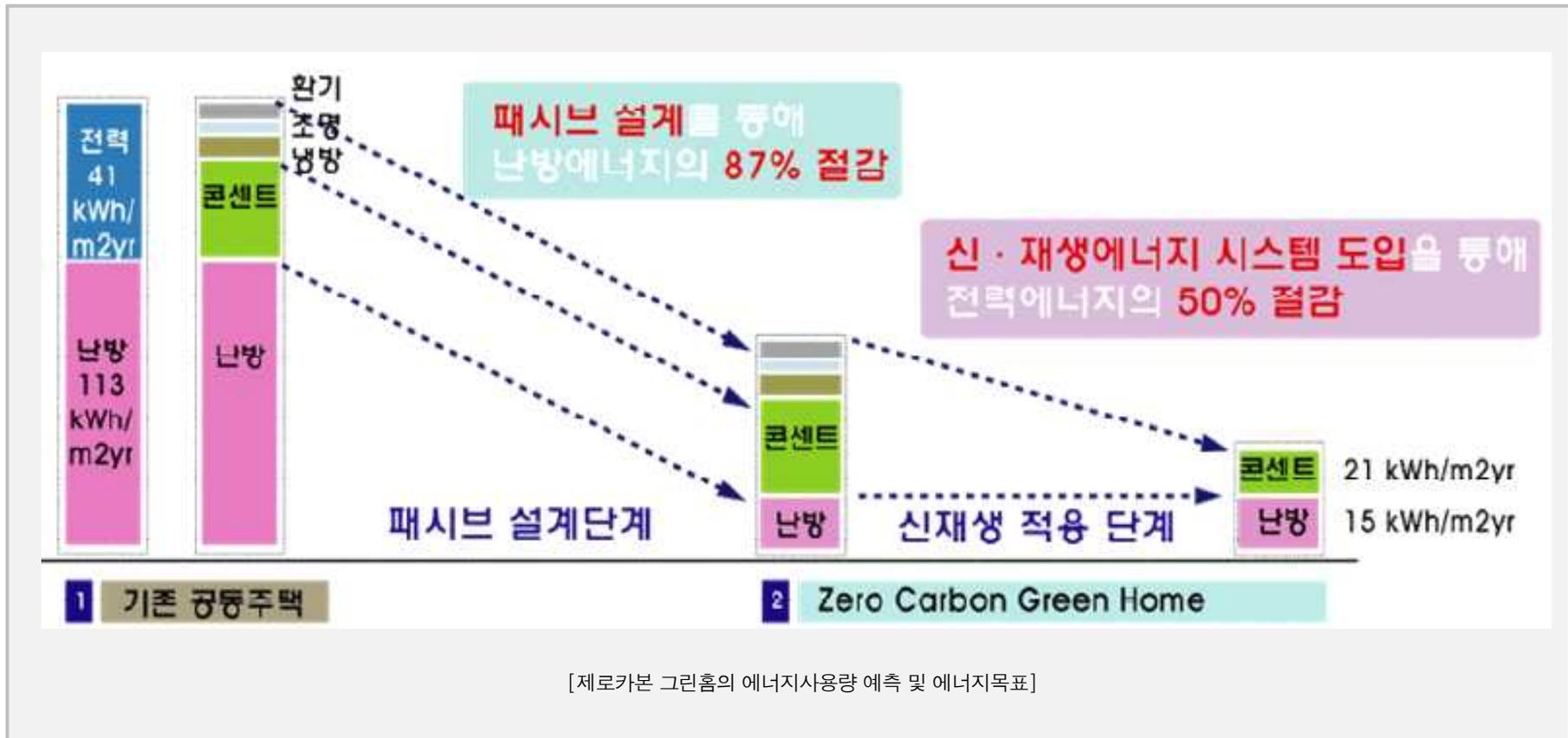
[제로카본 그린홈 요소기술별 적용부위]

(5) 사례 5 - 제로카본 그린홈

▪ 적용된 요소기술

제로카본 그린홈은 난방에너지 소요량은 $15\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{y}$, 전기에너지 소요량은 $21\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{y}$ 로 설계됨.

기존 공동주택과 비교하면 패시브 설계를 통한 난방에너지 87%, 신재생에너지 시스템을 통한 전기에너지 50% 절감을 기대할 수 있음.



4. 국토부 제로에너지빌딩 시범사업 선정현황

■ 규모별 분류

규모에 따라 3종류로 나눌 수 있으며, 저층형 4개, 고층형 2개, 타운형 2개 총 10개 건에 대한 제로에너지 시범사업 진행 중

저층형

사업명	내용
 <p>진천군 제로에너지 시범단지</p>	<ul style="list-style-type: none"> 농촌형 제로에너지 주택단지의 사업모델 제시 유형: 주거/단독주택 위치: 충북 진천군
 <p>아산 중앙도서관</p>	<ul style="list-style-type: none"> 공공도서관으로서 지자체 주도의 모델 개발 및 제시 유형: 비주거/문화시설 위치: 충남 아산시
 <p>행복도시 1-1생활권</p>	<ul style="list-style-type: none"> 블록형 단독주택 단지모델 제시 유형: 주거/단독주택 위치: 세종시 고운동
 <p>천호동 가로주택 정비사업</p>	<ul style="list-style-type: none"> 소규모 정비사업으로 차별화된 제로에너지 주거모델 제시 및 보급 확산 기대 유형: 주거/가로주택정비사업 위치: 서울시 강동구
 <p>KCC 서초사옥</p>	<ul style="list-style-type: none"> 업무용 건물에 대한 저층형사업모델 구축 및 제로에너지빌딩 홍보관으로 활용 가능 유형: 비주거/업무시설 위치: 서울시 서초구

고층형

사업명	내용
 <p>송도 힐스테이트레이크</p>	<ul style="list-style-type: none"> 대규모 제로에너지빌딩 시범사업으로 실증을 통한 민간 시장 참여 확대 기대 유형: 주거/공동주택 위치: 인천시 연수구
 <p>장위4구역 주택재개발사업</p>	<ul style="list-style-type: none"> 민간 주도의 주택재개발사업으로 인근 지역개발 및 녹색건축 확산 촉진 기대 유형: 주거/정비사업 위치: 서울시 성북구

타운형

사업명	내용
 <p>경기도 신청사</p>	<ul style="list-style-type: none"> 타 공공기관 및 민간으로 제로에너지 건축 확산 효과 기대 유형: 비주거/업무시설 위치: 경기도 수원시
 <p>행복도시 5-1생활권 제로에너지 스마트시티</p>	<ul style="list-style-type: none"> 도시 내 에너지 자립과 향후 도시 간 에너지거래가 가능할 전망 유형: 주거, 상업, 공공건축물 위치: 세종시 합강리

5. 충북혁신도시 제로에너지하우스 실증단지 조성계획

■ 추진배경

- 전국 유일의 태양광 특화도시인 '솔라그린시티' 조성 가속화
- 건물에너지관련 연구기관 혁신도시 이전에 따른 정주여건 강화
- 대규모 주택단지 조성에 따른 인구 유입으로 지역경제 활성화 도모

■ 사업개요

- 위치 : 진천군 덕산면(예정)
- 기간 : 2015 ~ 2020(6년)
- 총사업비 : 813억원 (국비 28, 도비 5, 시군비 8, 민자 772)
- 규모 : 부지 132,000㎡ (40,000평 정도)
- 참여기관 : 도, 진천군, 충북TP, 충북개발공사(미정) 등
- 단지구성 : 연구기관(본원 및 시험동) + 실증주택 + 홍보시설 등
- 내용 : 전국 최고 수준의 제로에너지 실증 모범단지 조성

■ 사업내용

(1) 『진천 건축 환경/에너지 클러스터』구축

- "제로 에너지 하우스 시범 단지"와 "충북 태양광 R/D 클러스터" 등의 연계를 통한 진천 건축 환경 / 에너지 클러스터 구축으로 국내 건축 환경/에너지 산업의 기술개발 허브로 발돋움.

(1) "제로에너지 하우스 시범 단지"를 통한 충청권 기업의 기술 지원

- 패시브 기술 : 건축설계사, 건설시공사, 단열재, 마감재 등 제조업체
- 액티브 기술(신재생에너지) : 태양광, 태양열, 지열 등
- 에너지 관리 시스템 기술 : EMS (Energy Management System)

(2) 진천을 중심으로한 "제로 에너지 하우스 실증"의 허브(Hub) 구축

- 제로 에너지 하우스 관련 기업들의 기술융합 기반 조성
- 충북도내 태양광 관련 기업들과 기관(충북TP, 에기연 등)의 융합, 기술 교류 및 검증 역할
- "제로 에너지 하우스 홍보관" 건립을 통한 기술 보급 및 관광객 유치



6. 기술구현 개선방안 제언

국내 산업기술 현황

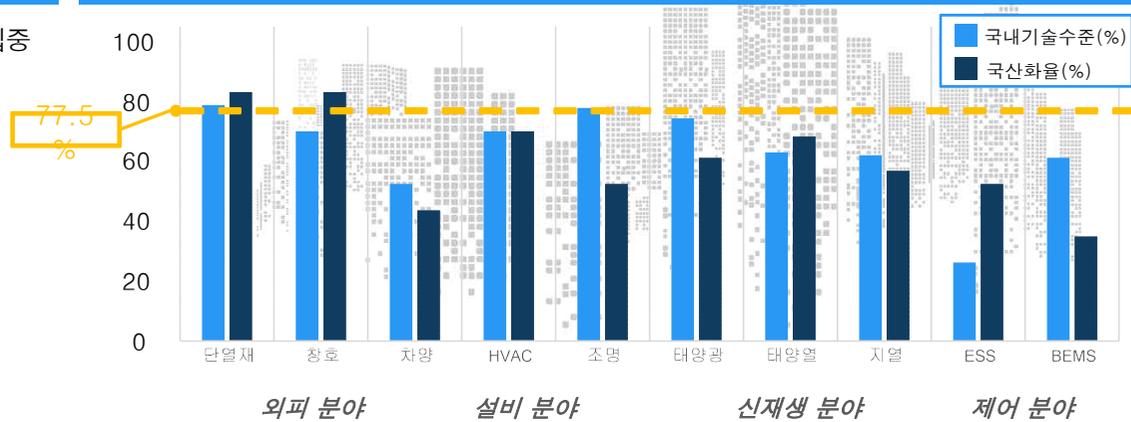
건물에너지관련 R&D 현황

외피, 조명, 설비 등 에너지효율 향상 요소 기술 개발에 집중



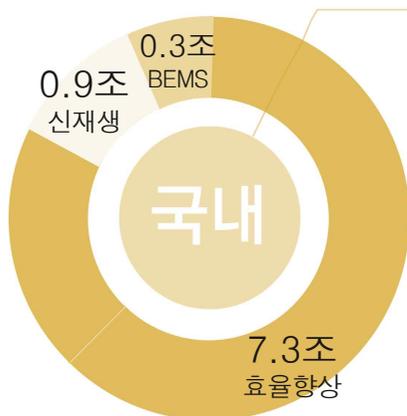
※ 출처: 국가과학기술지식정보원 2014년 기술수준조사 결과
 - 분석방법: 수평조사(국제 동 연구회의 분야별 기준)
 - 키워드: 건물, 외피, 단열, 조명, 에너지, 설비, 신재생에너지, 전기, 조명

선진국 대비 국내 요소기술 수준 및 국산화율



※ 출처: 2013-2014 에너지기술 시장 전망 (산업통상자원부, 한국에너지기술평가원) 외 다수

국내 산업시장 규모



약 8.6조
(2014년 기준)

Issue

- 신기후체제 대응 에너지신산업정책
- ZEB의무화 정책(민간 2025년)
- ZEB인증제 도입(2017.01)
- GR/ESCO 활성화
- 고효율 제품인증



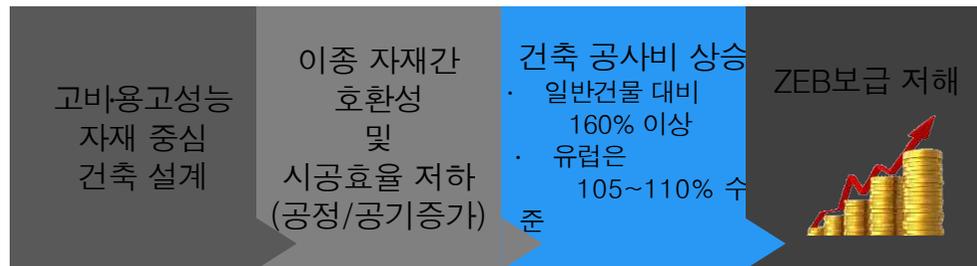
※ 출처: 2013-2014 에너지기술 시장 전망 (산업통상자원부, 한국에너지기술평가원) 외 다수

6. 기술구현 개선방안 제언

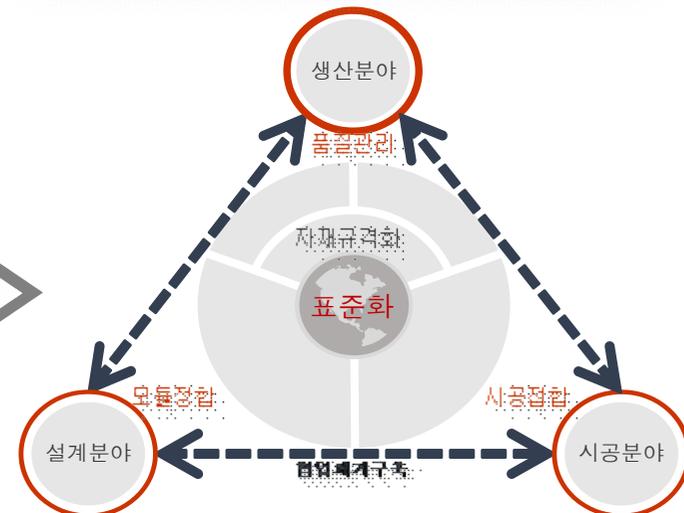
ZEB 장애요인 및 극복방안

ZEB 보급 장애 요인

고비용 / 고성능 자재 중심의 건축 설계 - 시공효율 저하- 건축 공사비 상승
ZEB 보급 저해를 야기시키는 現 실정

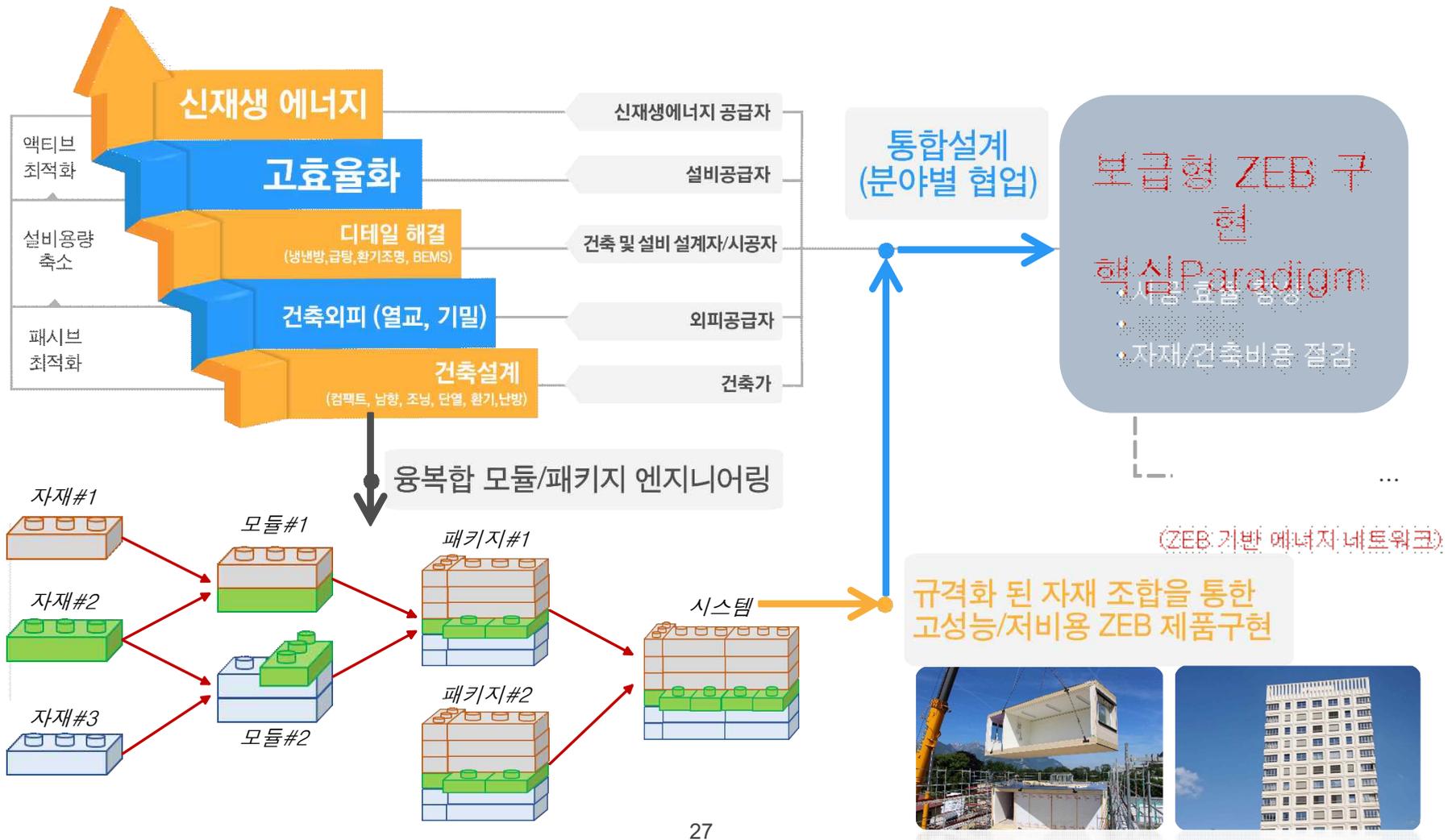


장애요인 극복 방안



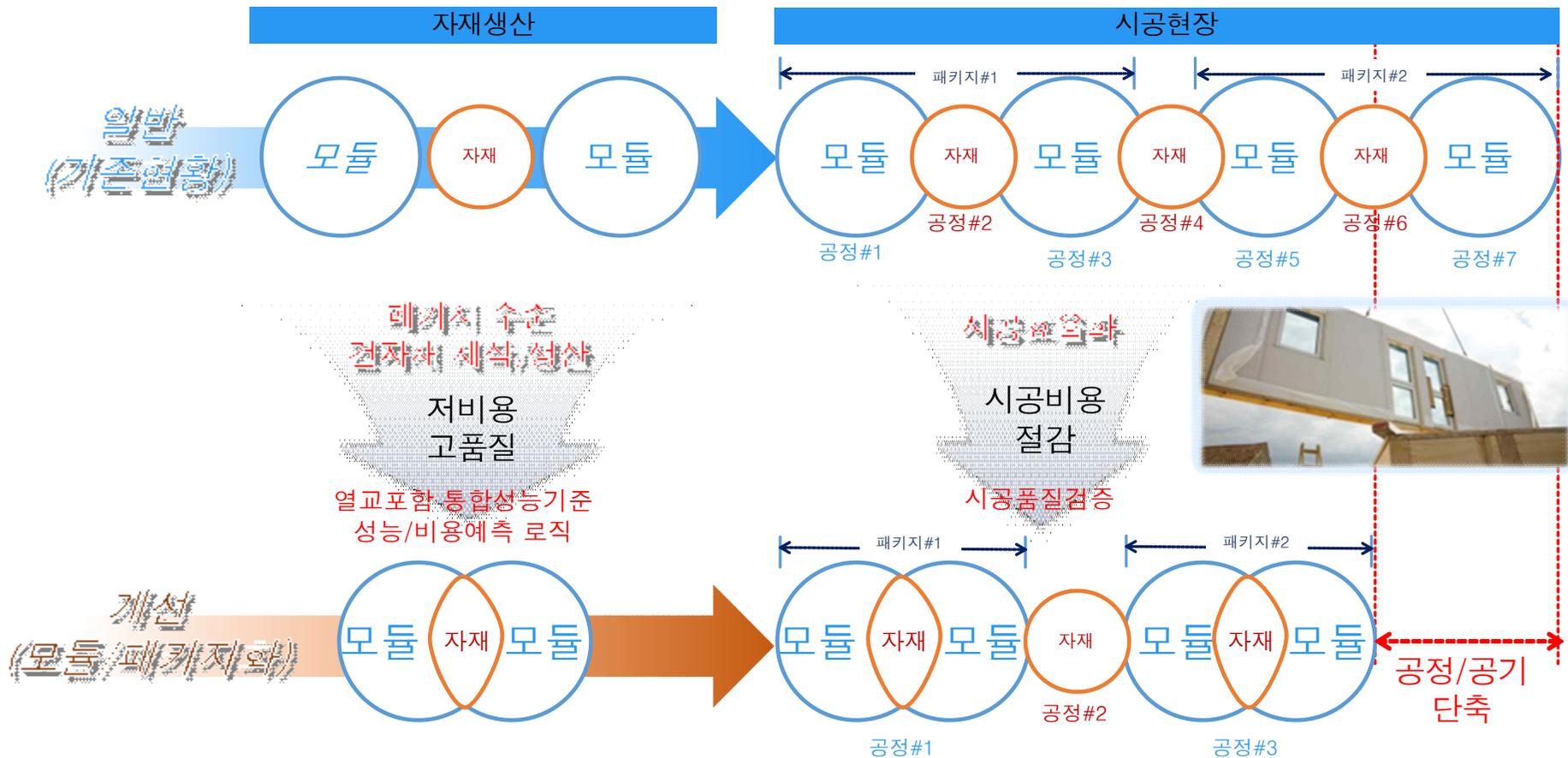
6. 기술구현/개선방안 제언

ZEB 통합설계 구현을 위한 융복합 모듈/패키지화



6. 기술구현/개선방안 제언

건자재 융복합 모듈/패키지화 기대효과



6. 기술구현/개선방안 제언

시공품질 검증 CQI

시공효율화 가이드라인(패키지시방)

1. Air Cooled Chiller
2. Heat Pump
3. Automated Roller Blind
4. Glazing
5. Regenerative Drive Elevator
6. Floor Insulation
7. Heating Controls/ Rooms Thermostat
8. Automated Exterior Window Blind
9. Insulation
10. Insulated Wall System
11. Heating Controls/ Radiator Thermostat
12. Heat Recovery Ventilation
13. Humidity Sensitive Air Inlets
14. Heat Pump
15. Automated Roller Blind
16. Humidity Controlled Extract Unit
17. Lighting
18. Surfaces
19. Automated Airing
20. Insulation
21. Sealants
22. Roof Window
23. Solar-controls/ Low E-window Film
24. Air Tightness Membrane

ZEB 특성화
패키지부위별 표준시방서 작성

DB화

시공 디테일도

성능평가

시공사진

시방서

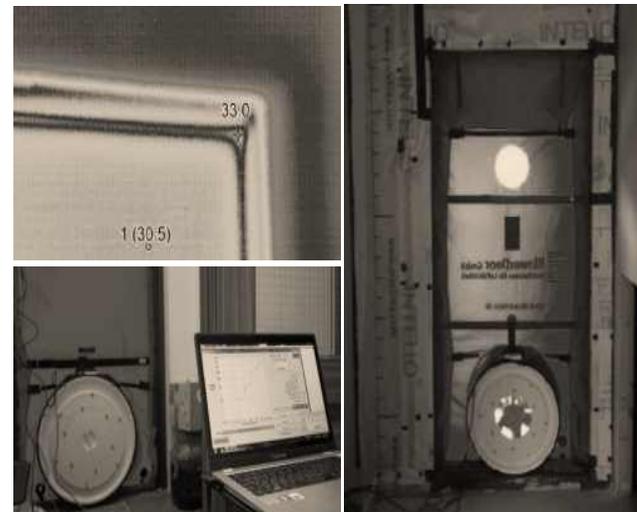
시공

시공품질검증 CQI(Construction Quality Index)

시공단계별/ 현장평가 항목/절차서

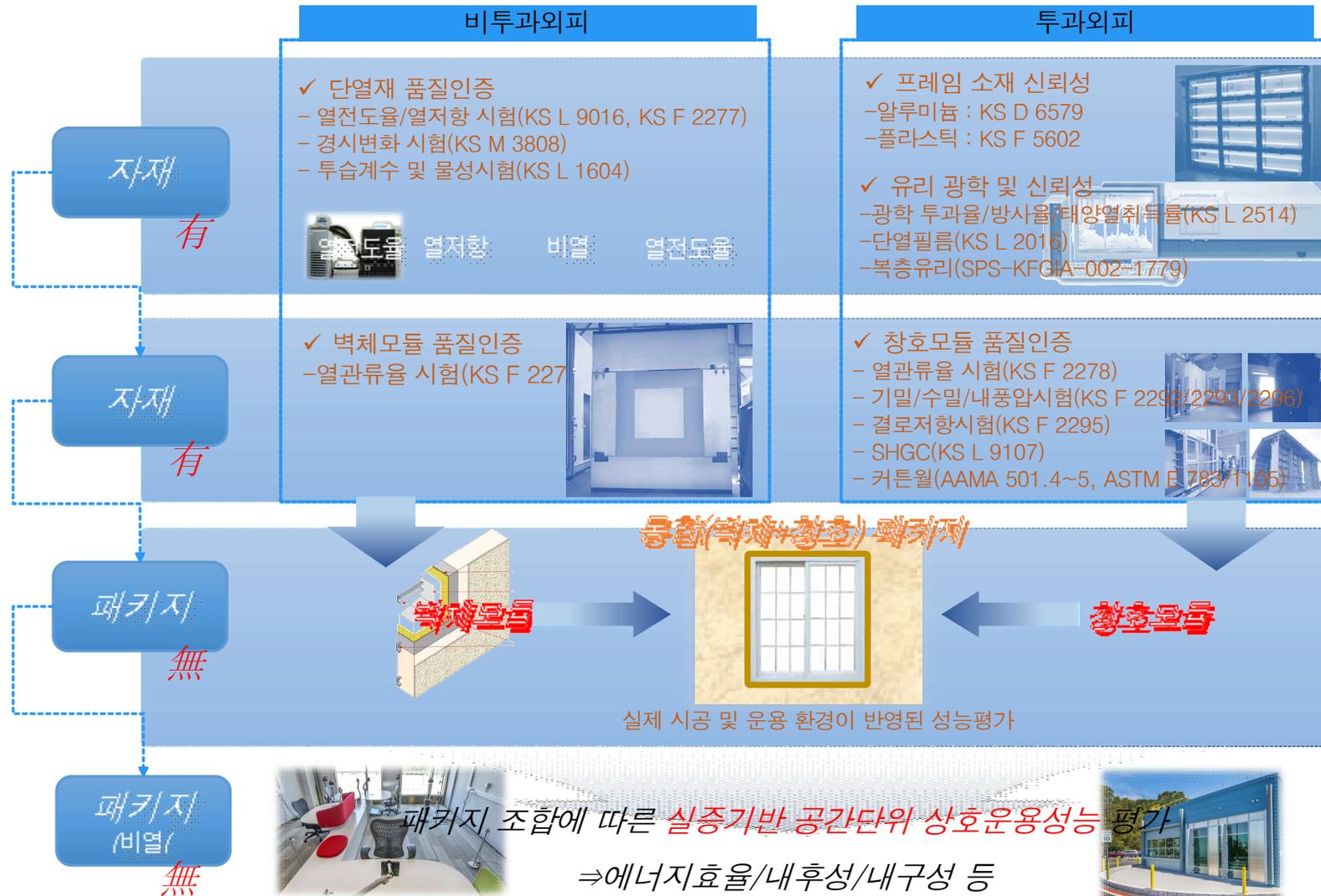
- 열교 및 기밀성능
- 공정 별 기밀/열화상진단 방법론 개발

⇒ 건자재 패키지 시공품질 확보



6. 기술구현/개선방안 제언

건자재 품질인증 체계

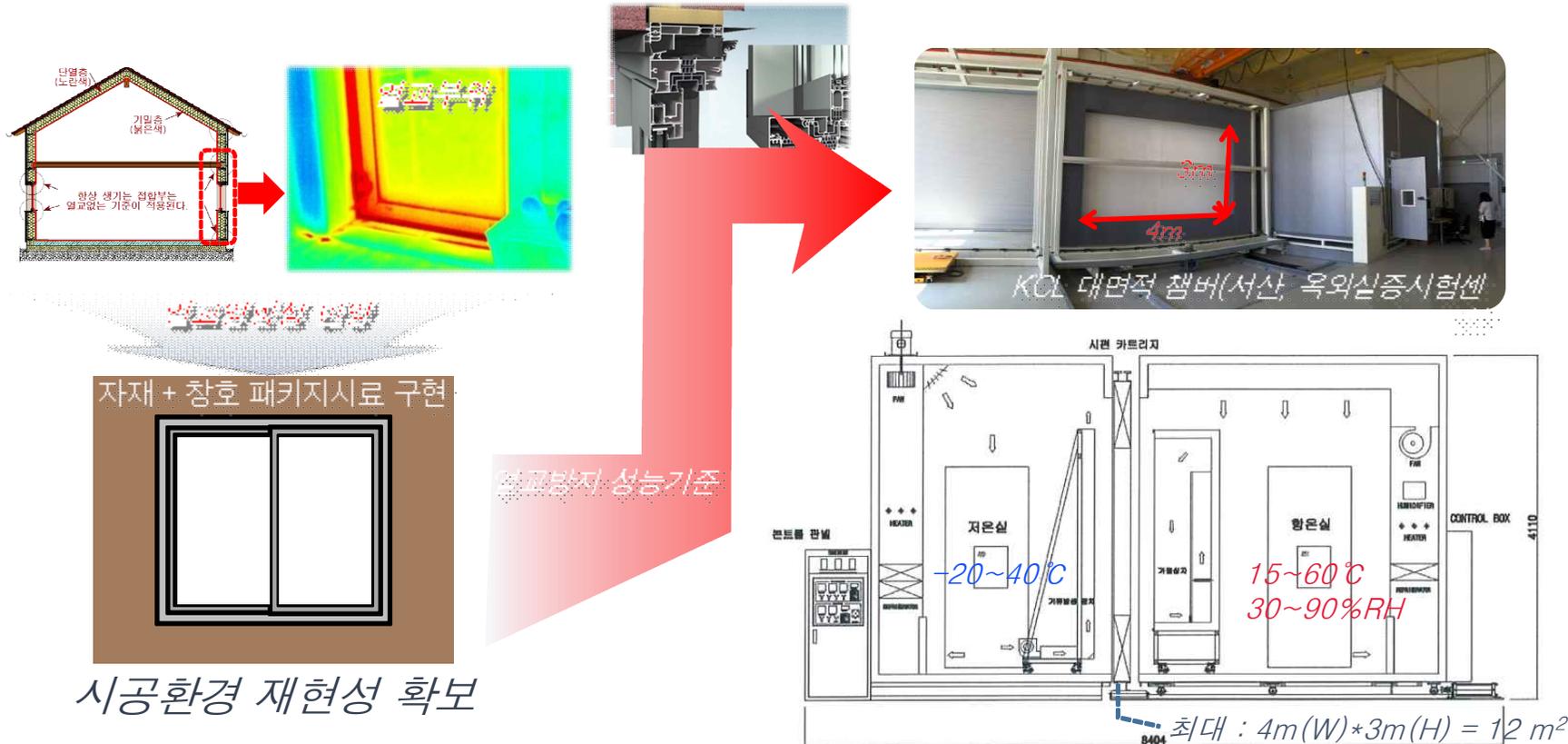


6. 기술구현/개선방안 제언

대면적 패키지 단열성능평가

✓ 벽체+창호 통합 외피패키지 단열성능 평가

- 이종부재(창호, 벽체, 차양, 셔터, 기타 부속자재 등)의 접합에 따른 열교 영향성 반영
- 실제 시공환경 재현성 확보 → 열교방지 성능기준 제시 → 접합부 디테일 개선에 기여



6. 기술구현/개선방안 제언

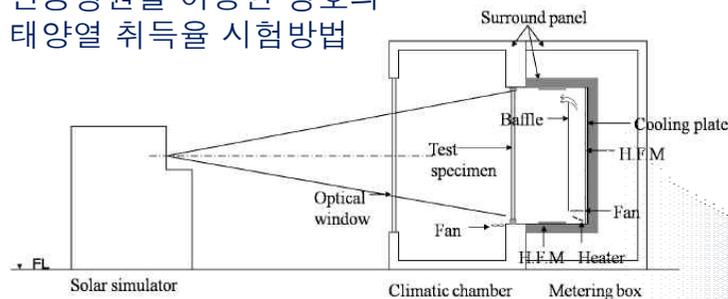
차양통합외피 광학성능 및 신뢰성 평가

에너지/채광

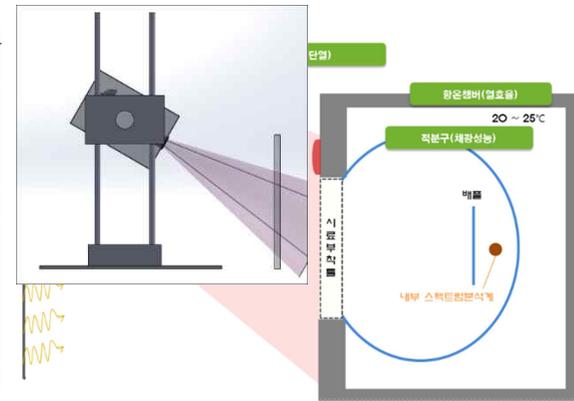
- ✓ 기존 투과외피 모듈 일사열취득계수 시험규격(KS L 9107) 개선
- 개선방안 : 직달일사+천공광+입사각구현 솔라시뮬레이터, 적분구 통합 챔버
- SHGC, 채광효율, 최대출력광속 산출

KS L 9107

인공광원을 이용한 창호의 태양열 취득율 시험방법



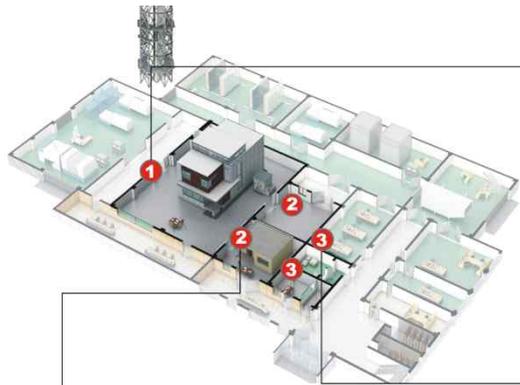
※ 현재 KICT, KCL 평가 수행중



태양 입사각 구현 광학성능 평가

장치구성	설명
1. 태양광시뮬레이터	직사일광+천공광 구현을 통한 복사열차단 및 채광성능 검증 직사일광 태양 입사각 구현능
2. 실내환경챔버	차양장치를 통한 일사열취득량 계측 칼로리미터(SHGC측정기능)
3. 적분구	차양장치를 통한 채광량(광속)측정, 환경챔버 내부 탈부착 이동성 확보
4. 일사계	외부 태양광 시뮬레이터 일사량 계측
5. 스펙트럼분석계	내외부 채광량(광속)측정 계측기
6. 시료부착틀	다양한 형태의 차양장치 시료설치에 대응하기 위한 폭넓이 가변형 구조

6. 기술구현/개선방안 제언



1 대형 기후환경 실험실 [20×25×20m]

- 실험대형건축물종합성능평가구현(다양한환경조건)



2 중형 기후환경 실험실 [10×10×4.5m]

- 모의주택/기능성 건설자재/BIPV, Energy Harvest



3 소형 기후환경 실험실 [5×5×3.5m]

- 대형 열관류시험/축진 환경시험/바이오, 생활환경



실규모 Building 종합성능평가

열/에너지 효율성

열교부의 단열성능

주거환경성능

시공 효율성

실제 시공상태에서의 외피시스템 구성 패키지 간 운용 안전성, 내후성, 에너지효율 평가

⇒ 단열/결로 및 거주성능, 내후축진시험

실규모 Element 종합성능평가

열/에너지 효율성

열관류/기밀/수밀

도시식생/육상녹화

BIPV 환경성능

대형 열관류 시험/축진환경시험

(주거시공방식구조지형)

- 온도 : -10 ~ +60℃
- 습도 : 10 ~ 90%
- 일사 : 800 ~ 1,200 0 W/m²
- 조사면적 : 10m(L) x 10m(W)
- 강우 : 150mm/h, 25mm/h, 40mm/h
- 강설 : 50mm/h

6. 기술구현/개선방안 제언

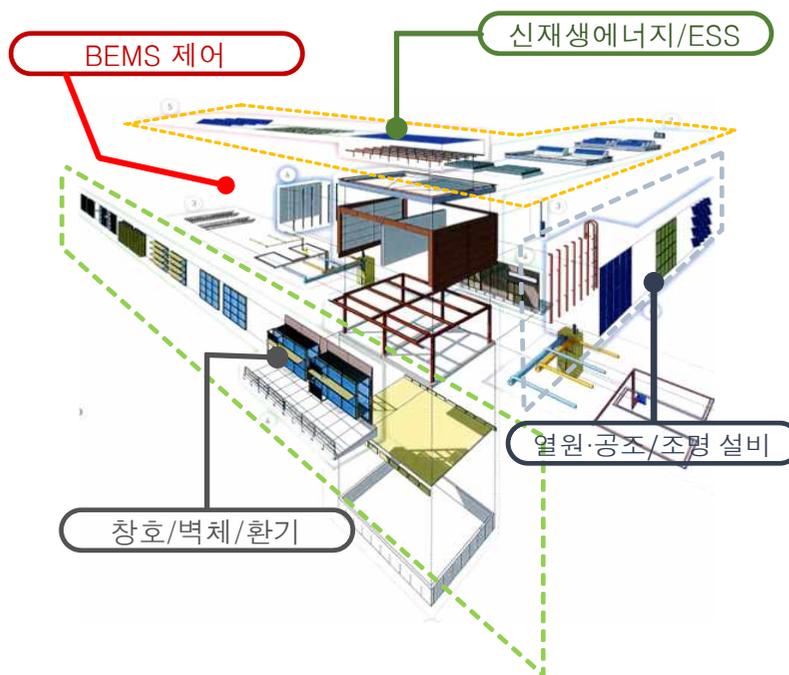
시스템 공간단위 상호운영성능(적용성) 평가

LBNL FLEXLAB (Flexible + Laboratory)

옥외실증기반 시스템 운용성능평가 인프라

*약 180억 투입(2014년 완공)

-제로에너지빌딩 산업계의 다양한 요구성능/신기술에 유연하게 대응할 수 있는
회전/가변 실증구조(Reconfigurable kit of parts)



- ✓ 옥외실증, 건물운용상황 재현
- ✓ 건물 용처별 시험평가 기반구축
- ✓ 재실자, 조명, 기기 사용패턴 구현
- ✓ AC/DC 다중 배전체계 구축



- 건물에너지 효율향상 요소부품·시스템 운용호환성 및 안정성
- 에너지자립률 검증
- 제로에너지빌딩 경제성평가



6. 기술구현/개선방안 제언

시장 요구성능에 대응, ZEB 보급활성화를 위한 산업기술 구현/선순환 생태계



경제 활성화/온실가스 감축이행



**THANK
YOU.**