KICT 한국건설기술연구원
KOREA INSTITUTE of CIVIL ENGINEERING and BUILDING TECHNOLOGY

건축기술의 기후테크 전환을 통한 탄소중립과 건물에너지 혁신

한국건설기술연구원
건축에너지연구본부

최 경 석 선임연구위원



KICT 한국건설기술연구원
KOREA INSTITUTE of CIVIL ENGINEERING and BUILDING TECHNOLOGY

01. 건물부문 탄소중립 정책(ZEB)

02. 저탄소 에너지공유 커뮤니티 구축

03. 스마트 외장재·설비 융복합 기술



KICT 한국건설기술연구원
KOREA INSTITUTE of CIVIL ENGINEERING and BUILDING TECHNOLOGY

PART
01

건물부문 탄소중립 정책 (ZEB)



국내 건물부문 에너지소비 현황

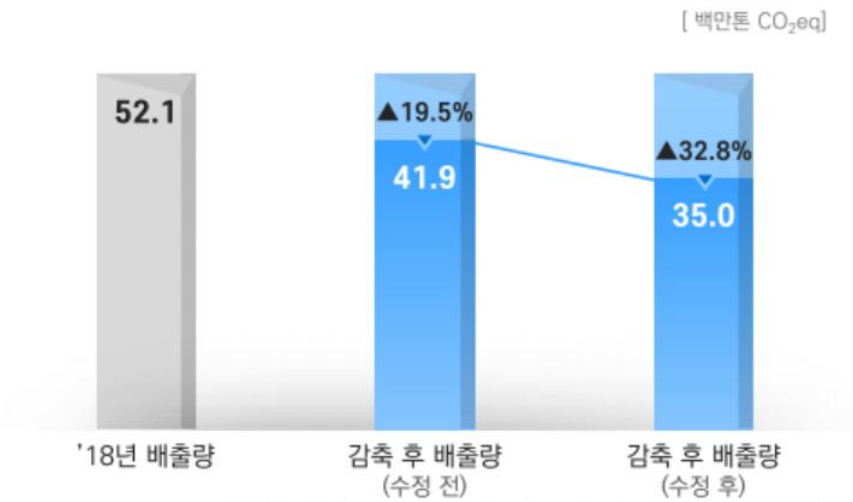
국가 NDC 상향 2018년 배출량 기준 2030년까지 온실가스감축 26.3% ▶ 40%

건물부문 온실가스 감축 목표

'18년 배출량 대비 '30년
19.5% → **32.8%**로
감축목표강화

2030년까지
17.1백만톤 감축 필요

"NDC 상향에 따른 온실가스 감축 목표 증가"



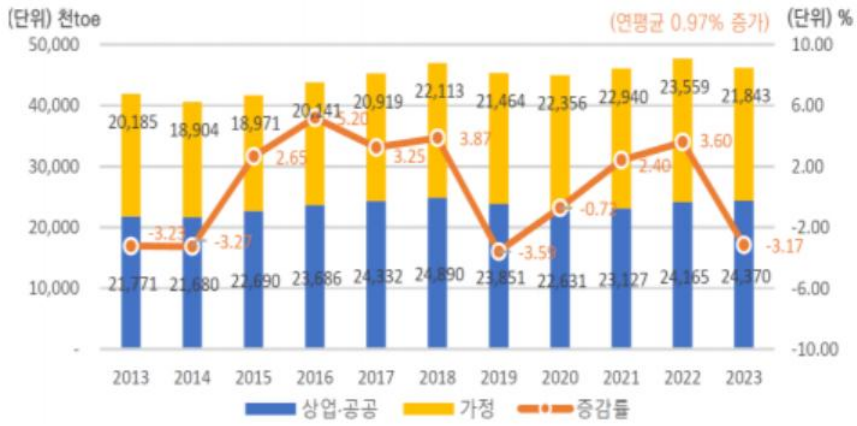
* NDC : Nationally Determined contribution, 국가 온실 가스 감축목표

건물부문 에너지소비 현황

'18년까지 증가추세에서
'19년부터 감소추세로 전환

2019 코로나 감소 후 증가추세
2023년 다시 감소추세

"건물부문(가정·상업·공공) 최종에너지소비는 주춤"



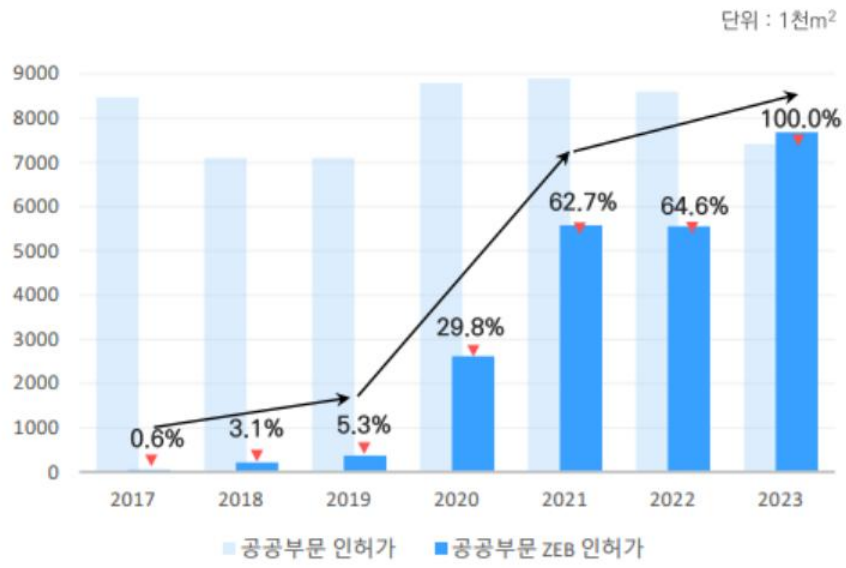
* 출처 : 온실가스종합정보센타(www.gir.go.kr/mail.jsp, 2024.5.22)

국가 NOC 달성과 에너지·경제적 측면에서 한번 지으면 최소 30년 이상 유지되는 건물 특성 상 초기에 건물 에너지 성능을 확보하는 것이 중요

국내 ZEB 정책 동향

"2020년 공공부문 ZEB 의무화를 시작으로 ZEB 인증시장이 확대되고 있으며,"
ZEB 확산 가속화를 위해 분리된 유사인증제도 통합·간소화하고 목표 달성을 위한 제도 강화 발표

공공부문 ZEB 에너지건축물 인증 현황 - 연면적 기준



※ '22년까지 연면적 1천m² 미만은 ZEB 의무화 미적용으로 공공부문 중 인증 미취득은 1천m² 미만의 건축물이 차지

ZEB 인증제도 통합 관련 국가 계획

건물부문 탄소중립 목표

(백만톤CO^2eq)

52.1('18년) → 35.0('30년)(▼32.8%) → 6.2('50년)(▼ 88.1%)

녹색건축 활성화 방안 ('21.06)

국토교통 탄소중립 로드맵 ('21.12)

규제개선

- 건축물에너지효율등급제+제로에너지건축물인증제 통합 → 완료('25)

정책 반영 사항 ('25.1, 예정)

공공 등급 상향 및 민간 ZEB 수준 강화

- 공공 건물에 대해 ZEB 4등급으로 강화(17개 용도) → 완료('25)
- 민간 건물에 대해 ZEB 5등급 수준 설계기준 강화 → 반영중('25)

'23년 연면적 5백m² 이상 공공건축물 대상 제로에너지의무화 시행

인허가 면적 중 ZEB (예비)인증 면적은 '22년 64.6% → '23년 100.0%로 증가

2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향 및 도전적 감축목표 설정

목표달성을 위해 인증제도 간소화 및 공공 선도로 민간 ZEB 확산 가속화

ZEB 의무화 로드맵

"2020년부터 연면적 1천m² 이상 공공 신축 건물을 시작으로 단계적 의무화를 추진"
공공부문이 민간부문을 보다 적극 선도하면서 탄소중립 달성하도록 ZEB 로드맵 수립



2020
- 공공 1,000㎡ (5등급)

2023
- 공공 500㎡ (5등급)
- 공공 공동주택 30세대 (5등급)

등급 강화

등급상향 제도정비

2024
- 공공 500㎡ (4등급,17개용도)
- 민간 1,000㎡ (5등급 수준)
- 공동주택 30세대 (5등급 수준)

등급 강화

민간확산 제도정비

2025
- 공공 500㎡ (3등급,일부용도)
- 민간 500㎡ (5등급 수준)

등급 강화 / 대상 확대

2030
- 공공 500㎡ (1등급,일부용도)

등급 강화

2050



국토교통 2050 탄소중립 로드맵 발표('21.12)

제로에너지건축물(ZEB) 정의

각국의 ZEB 정의는 국가별 기술·시장 수용여건에 따라 다르게 통용되며, 성능 수준에 따라 크게 4단계로 구분

제로에너지건축물 수준

- **ZEB Ready** — 자국 시장수용능력에 따라 충격을 완화하고자 정의한 **신재생에너지를 제외한 저에너지건축물**
- **nZEB** — 경제적 현실성을 고려, 건축물에 사용하는 에너지용도를 구분하여 **한정된 용도의 에너지사용량을 제로화**
- **NZEB** — 건물 효율화를 통해 **에너지 사용량을 큰 폭으로 저감**하고 신재생 에너지를 통해 **연간 에너지 사용량을 '0'으로 유지**
- **Plus Energy Building** — 건물이 필요한 에너지보다 더 많은 에너지를 생산하여 **저장하거나 인접한 건물 또는 전력망에 공급**

▸▸ 국가별 ZEB 정의

ZEB Ready	표준 건물 대비 고효율 외피·에너지절약설비 적용을 통해 1차 에너지소비량을 50% 절감한 건축물
Zero Energy Ready home	향후 신재생에너지시스템 설치 시, 신재생에너지시스템*이 연간 에너지소비량의 전부 또는 대부분을 상쇄 가능한 고효율·고성능 주택 * 신재생에너지 설치 의무는 없으나, 향후 태양광 설비 설치가 가능하도록 PV-Ready Checklist를 완료해야 함
ZEB	건축물에 필요한 에너지부하를 최소화하고 신·재생에너지를 활용하여 에너지소요량을 최소화하는 건축물
nZEB	표준 건물 대비 1차 에너지소비량을 신축건물 40%, 기축 건물 55% 이상 감축한 건축물
nZEB	건물규정에서 요구하는 단열, 시스템 효율 등을 충족한 표준 건축물 보다 CO_2 배출량이 적은 건축물
nZEB	매우 높은 에너지성능을 갖춘 건물로 필요한 에너지량이 거의 '0'이거나 매우 적으며, 대지 또는 인근에서 생산된 재생에너지원으로 에너지를 공급받는 건축물
nZEB	에너지소비가 거의 '0' 또는 매우 낮고, 신재생 사용 비중이 최소 10%를 차지하는 높은 에너지성능을 가진 건축물
nZEB	에너지수요가 건물 경계 내에서 생산되는 재생에너지원에 의해 충당되는 높은 에너지성능을 가진 건축물
nZEB	신재생에너지를 사용하여 1차 에너지 소요량이 냉방을 하지않을 경우 70kWh/m^2·yr, 냉방을 할 경우 110kWh/m^2·yr를 초과하지 않도록 설계된 건축물 (RT2012 기준)
Positive Energy Building	패시브 수준을 준수하되, 건물에서 필요로 하는 에너지보다 더 많은 양의 에너지를 생산하고 건물 내부에서 사용되는 에너지원 뿐만 아니라 남는 에너지원을 기타 에너지원으로 제공 가능한 건물

제로에너지건축물(ZEB) 정의

제로에너지건축물 법적 정의

녹색건축물 조성 지원법 제2조

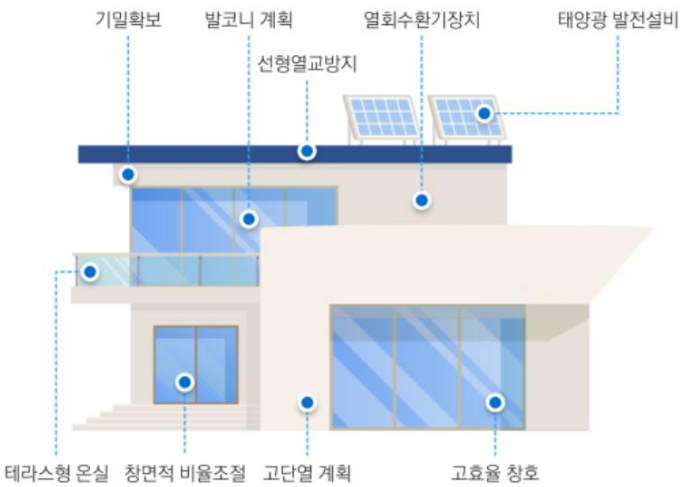
건축물에 필요한 **에너지부하를 최소화**하고 신에너지 및 재생에너지를 활용하여 **에너지 소요량을 최소화**하는 녹색건축물을 말한다.

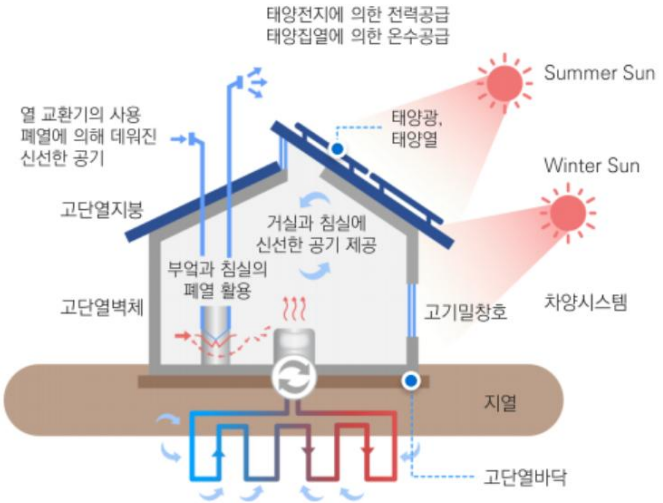
패시브기술로 에너지 부하 ↓ **액티브**기술로 에너지 효율 ↑ **신·재생에너지**로 에너지 자립 ↑

패시브
고단열, 고기밀창호
외부차양 등

액티브
고효율설비, LED
에너지관리 시스템 등

신·재생에너지
태양광, 태양열, 지열,
연료전지 등





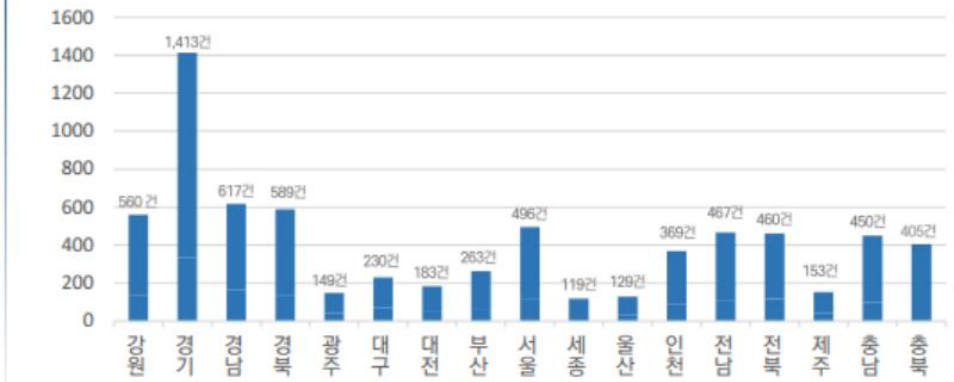
제로에너지건축물(ZEB) 인증제도

2024년 12월 31일 기준

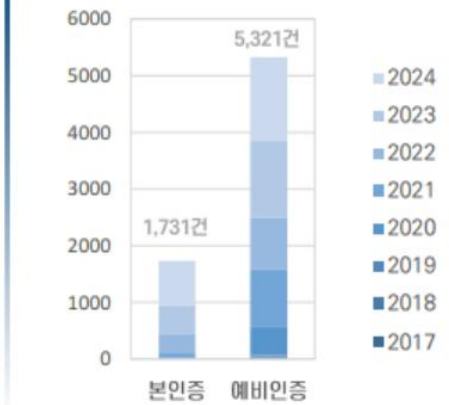
연도별 인증현황



지역별 인증현황



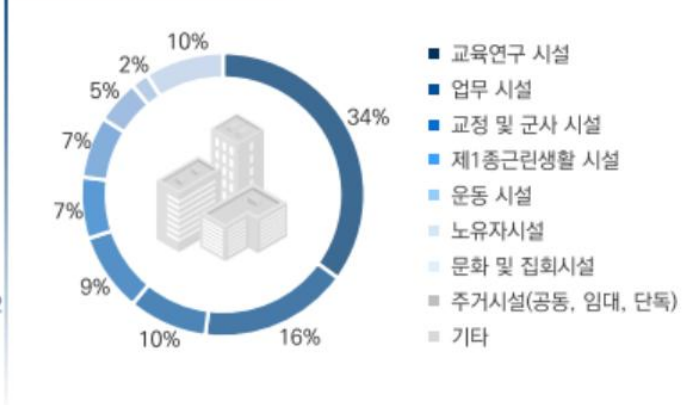
인증 구분 현황



건물 규모별 인증 현황

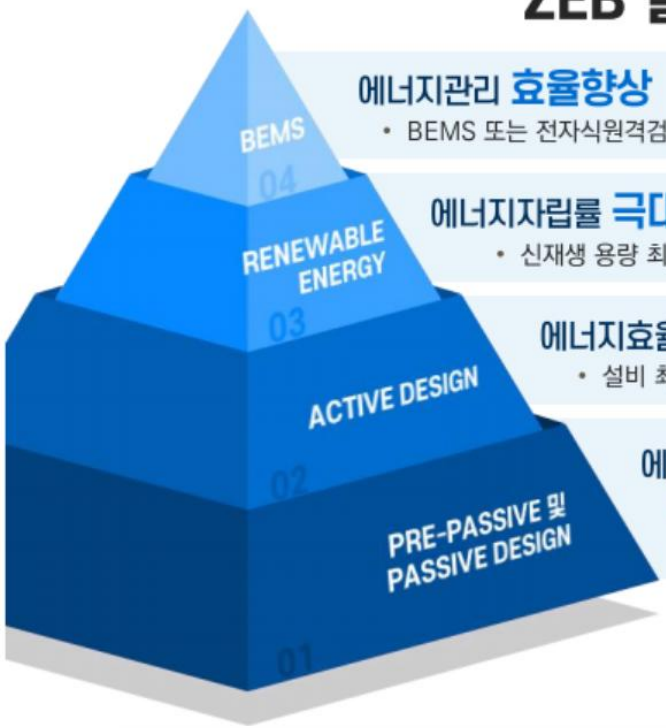


건물 용도별 인증현황



제로에너지건축물(ZEB) 설계 프로세스 및 난이도

ZEB 설계 Process



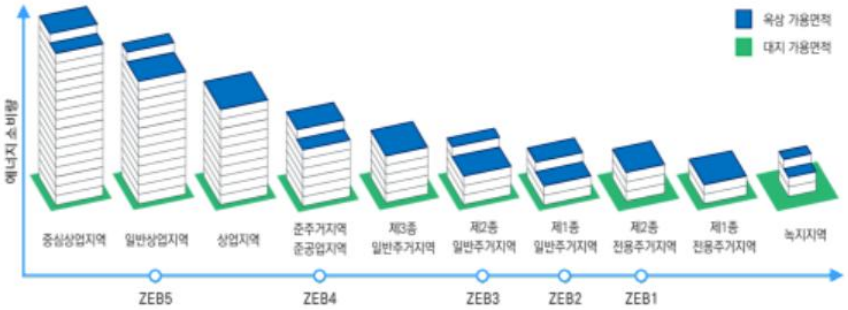
에너지관리 효율향상
- BEMS 또는 전자식원격검침기

에너지자립률 극대화
- 신재생 용량 최대화

에너지효율 최대화
- 설비 최적화 및 효율향상

에너지요구량 최소화
- 건물배치, 향 등 계획
- 외단열 등 단열계획

세부 용도지역별 ZEB 달성 난이도



건폐율이 높고, 용적률이 낮을수록 ZEB 등급 달성 유리

건폐율이 낮을 경우	용적률이 높을 경우
옥상 가용면적 제한으로 태양광 PV 설치 불리	건물 연면적에 비해 옥상 가용면적이 적으므로 태양광 PV 설치가 제한적



- 도심지 내 위치한 용적률이 높은 건물의 경우 **용도지역에 따라 ZEB 달성을 위한 난이도 차이가 매우 크게 발생**
- 건물의 여건에 따른 ZEB 최적화 process 고도화로 대규모, 용적율 높은 건축물의 고등급의 달성 방안 마련이 필요

제로에너지건축물(ZEB) 에너지평가 개선점

건축물에너지 평가 프로그램 현황

① 신기술에 적용의 어려움



- ZEB를 위한 신재생시스템 적용은 필연적
  - 현재 태양광 〉 지열 〉 연료전지 평가 가능

→ 다양한 신기술 평가 방법이 필요

② 5대 에너지 중심 평가



- 5개로 구분된 냉난방 설비 유형만 평가 가능
  - 복사냉난방, 제습시스템, 제트공조 등과 같이 공간 특성에 맞춘 기술은 적용 불가

→ 다양한 설비 시스템 시장 확대 제한됨

③ 용도, 기준 등 수시 검토 필요



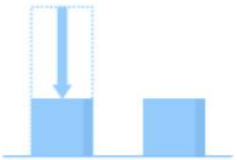
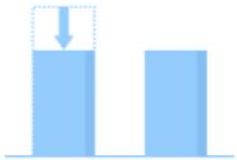
- 건물 실 용도를 20개의 용도프로필로 평가
  - → '22년 3개 용도프로필 추가
- 1차 에너지 환산계수
  - → 2012년 데이터값 사용 중

→ 기준의 주기적 갱신이 요구됨

"건물에너지 해석 프로그램의 개선점 극복을 위해 **단계적인 개선책 마련 필요**"

공사 단계별 ZEB 컨설팅과 적용성

사업개시 → 건축심의 → 사업승인(인허가) → 착공 → 준공

	ZEB 적용성 : 상	ZEB 적용성 : 중	ZEB 적용성 : 하
	① 건물 배치 및 형태 변경 가능 ② 패시브 및 액티브 기술요소의 다양한 반영 가능 ③ 적용 가능한 대안 다각도 검토	① 창면적비 등 건물 형태 변경 불가 ② 반영가능한 기술요소 선별 필요 ③ 적용 가능한 신재생 검토	"목표 ZEB 등급을 위한 신재생에너지만 고려 공사비 과다 발생"
			
	부지 환경 성능 분석	**용도별 제로에너지 방안 마련**	**적용 가능한 기술요소 한계**
	✓ 통합설계팀 구성 (건축, 기계, 전기, 토목, 구조, 시공, 친환경 등) 에너지절약 계획을 위한 부지분석(입지, 지형, 기후) ✓ 부지분석을 통한 환경성능별 조닝계획 – 일조, 바람길, 소음, 에너지 성능 고려 ✓ 부하저감형 배치 및 형태계획 – 토지이용계획에 따른 배치계획, 건물부하를 고려한 형태계획, 적용가능한 제로에너지 기술요소 제안 ✓ 외피면적, 창면적비 최적화 – 건물부하를 고려한 외피계획, 적용가능한 친환경 아이템 제안 ✓ 열원설비 용량 최적화 – 부하 저감을 반영한 설비용량 적용으로 동력 저감 및 공사비 절감	✓ 패시브 기술요소 – 벽체, 지붕, 바닥 단열 수준 검토 – 창호 열관류율, SHGC 수준 검토 – 기밀성능 확보방안 검토 ✓ 액티브 기술요소 – 기계실 위치 및 열원설비(효율, 반송동력) 고려 – 조명밀도 최소화 방안 검토 ✓ 신재생에너지 – 부하특성을 고려한 신재생 적정 계획 수립 – 건축물 용도를 고려한 ZEB 수준 검토 – 일조 시뮬레이션을 통한 설치 위치 검토	✓ 패시브, 액티브 기술요소는 반영이 거의 불가능 ✓ 추가 태양광 발전 시스템만으로 컨설팅 진행 가능 ✓ 현장관리 계획

공사 단계별 ZEB 컨설팅과 적용성



제도 지원

- 컨설팅 및 기술지원 관련 법 개정
  ; 제로에너지 컨설팅 업체 등록제 도입
  ; 공공기관 친환경 컨설팅 의무화
- 지역별 조례 및 규제개선
  ; 지자체별 ZEB 확대를 위한 인센티브 마련
  (예: ZEB 인증취득 시 신재생 의무비율 완화)
- 세제 혜택 및 금융 지원
  ; 제로에너지 건축물 설계를 적용하는 기업 및 컨설팅 업체에 대한 세금 감면 및 보조금지원

건축업계 인식개선

- 건축주 및 설계사 인식 변화 유도
  ; ZEB 건축물 가치 상승= 임대료 프리미엄
  : ESG 경영과 연계하여 기업의 적극 참여 유도
- 제로에너지 컨설팅을 필수 요소로 규정
  ; 공모 및 입찰 시 제로에너지 컨설팅 의무화
  ; 공사 초기 단계 ZEB 수준 결정과 예산반영
- 최저가 낙찰 방식 변경 필요
  ; 에너지성능을 고려한 종합 평가 방식 전환 필요

컨설팅 사업 활성화

- 제로에너지 컨설팅 공공사업 확대
  ; 공공 발주 사업에서 컨설팅 참여 업체 가점 부여
- 기술 표준화
  ; 제로에너지 관련 패시브, 액티브, 신재생에너지 설비 등 표준화 된 가이드라인 마련
- 전문인력 양성
  ; 공식 교육과정 및 자격증 제도 마련
- 컨설팅 데이터베이스 구축
  ; 컨설팅 우수사례를 축적 AI 기반 분석 시스템 구축
  ➔ 실적을 공유하고 참조할 데이터 플랫폼 운영

건물에너지통합설계를 활성화하기 위한 제도, 업계, 컨설팅사의 지원체계 마련 필요

공사 단계별 ZEB 컨설팅과 적용성

제로에너지건축물 에너지 최적화 사례 - 업무시설

Passive
STEP 01 패시브 기술요소 적용

일사제어 개선

창면적비	차양비율	유리 SHGC
40.7% → 31.4%	13.4% → 41.2%	0.58 → 0.20

외벽 단열성능 강화

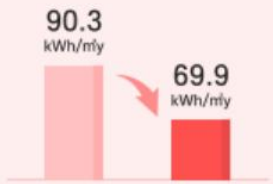
내단열 적용 → 외단열 적용

0.187 → 0.131 (단위 : W/㎡K)

창호 단열성능 강화

로이 복층유리 → 로이 삼중유리

1.311 → 0.980 (단위 : W/㎡K)



에너지요구량 **22.5% 저감**

Active
STEP 02 액티브 기술요소 적용

액티브 설계 최적화

1	지열시스템 성능향상	축열식 지열시스템 적용
2	프리쿨링 시스템 적용	프리쿨링 시스템 적용
3	공조방식 개선	바닥공조 + 천장복사 냉난방
4	공조기 성능향상	전열교환기형 공조기 적용
5	냉동기 반송동력 절감	12℃ 환수 ▸ 15℃ 환수
6	냉난방 설비용량 최적화	12,189 kW ▸ 9,084 kW
7	조명밀도 최적화	5.53 W/㎡ ▸ 4.21 W/㎡
8	에너지저장장치	(신설) 900 kW



1차 에너지소요량 **59.3% 절감**

Renewable
STEP 03 신재생 기술요소 적용

태양광 발전 시스템 적용

구분	설치용량
도본청	154.4 kWp
의회청사	283.5 kWp
부지 내	29.7 kWp
부지 외	517.1 kWp

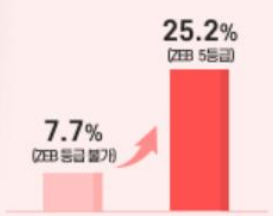
발전효율 17.1% → 발전효율 20.1%

※ 태양광 모듈 개선

지열 히트펌프 적용

지중 5,325.3 kW

천공효율 2.46 RT/공 → 천공효율 2.62 RT/공



에너지자립률 **17.5% 향상**

KICT 한국건설기술연구원
KOREA INSTITUTE of CIVIL ENGINEERING and BUILDING TECHNOLOGY

PART
02

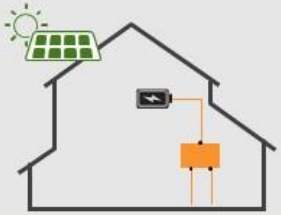
저탄소 에너지공유 커뮤니티 구축



에너지공유 커뮤니티

공간에 대한 공유

- 건물 지붕, 유휴공간 등



건물간 공유

- 서로 다른 에너지 생산/소비 패턴을 가진 건물 (주거, 상업, 공공건물)



설비에 대한 공유

생산 • 신재생에너지(PV, PVT등), 지열 & 수열 히트펌프, 연료전지 등

저장 • 수축열조, ESS 등

연료전지 | ESS | 히트펌프 | 태양광 | EV

공유 자원

전력 및 열 에너지 생산

넷제로 에너지커뮤니티

"에너지 공유/거래"

리모델링 패키지

시민 편익 증대

- 비용편익 증대
- 제로에너지 촉진
- 신재생에너지 수용성 향상
- 탄소중립

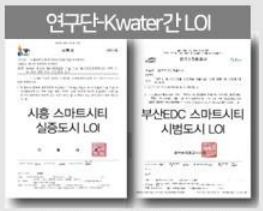
에너지공유 커뮤니티 실증



에너지공유 커뮤니티 실증(신축)

☑ 스마트빌리지 실증 추진 경과

2019.05 과제 제안시 LOI 체결



2019.11 연구단-Kwater 기술협력협약 체결



2020.08 제로에너지건축물 예비인증



2020.12 스마트 빌리지 입주자 모집 선정



2021.12 스마트 빌리지 준공



2022.02 입주민 입주완료 및 전전착수



2022.6 BIPV/에너지공유 플랫폼 난방 및 냉방 공급 운전



2019.09 GS건설, K-water 설계사 검토/선정 (운생동건축사 사무소, 한일MEC)



2020.01 스마트빌리지 기본계획 및 설비 설계





2021.07 스마트빌리지 패시브 단열재 및 BIPV 시공







2021.11 스마트빌리지 기계실 공사

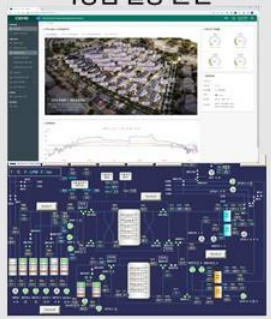




2022.04 제로에너지건축물 등 본인증



2023 스마트빌리지 리빙랩 실증 운전



에너지공유 커뮤니티 실증(신축)

☑ 스마트빌리지 패시브/액티브 설비(56세대)

1. 태양광발전 (500.7 kW)
   - 주거용 건물 BIPV
   - 비주거용 건물 BIPV, 주차장/회랑
2. 중앙 ESS (400 kWh)
3. P2H (지열, 수열 HP 운영)
   - PV 잉여전력으로 열 생산 및 저장 (냉난방 축열조 257 ton, 온수 축열조 82 ton)
4. 전기차 스마트 충전
   - V2G (공용 전기차 활용 추진)
   - 충전시간대 조정 가능한 전기충전기
5. 인공지능 및 빅 데이터
   - ESS 충전, P2H 변환을 인공지능 최적화
6. 블록체인
   - 하이퍼렛져 블록체인을 통한 에너지 데이터 활용
7. 재생에너지 미니 그리드
   - SCF, LCF self-consumption 최적화 운영
8. 가상 발전소
   - 커뮤니티 단위(51세대) 에너지 최적화 운영
9. P2P 전기 거래
   - 5세대 데모주택에 대한 P2P 에너지 거래
10. 사용 시간대 요금
    - TOU 체계를 빌리지 운영사업자가 변동
11. 에너지공유 커뮤니티 설계 tool 개발





2층형(2F) – 19세대

구 분		블록형 A	B	C	D	단독형 E	F	G
세대수		4	2	4	2	5	1	1
면적 (㎡)	공급면적	92.95	100.87	101.30	94.78	98.31	29.51	51.99
	서비스면적	30.95	26.30	32.82	25.37	27.74	13.84	14.53
	마당&테라스	51.46	55.82	43.87	44.91	61.87	61.24	6.50
주차대수		2	2	2	2	2	1	1

3층형(3F) – 37세대

구 분		블록형 A1	A2	B1	B2	단독형 C1	C2	D
세대수		8	8	4	4	4	3	6
면적 (㎡)	공급면적	125.77	125.45	130.00	130.31	129.91	129.91	155.21
	서비스면적	51.97	52.36	59.37	59.77	57.20	57.20	56.35
	마당&테라스	47.34	47.34	99.36	97.63	90.45	89.42	95.44
주차대수		1.83	1.83	1.83	1.83	2	2	2



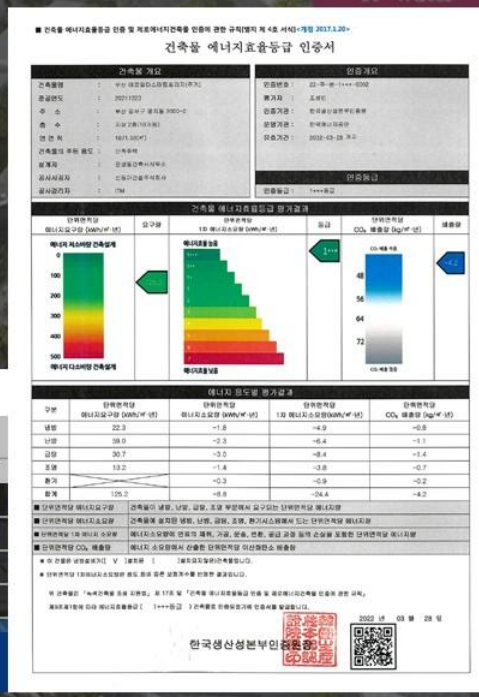


에너지공유 커뮤니티 실증(신축)

☑ 건축물에너지효율등급 및 제로에너지건축물 본인증 획득

1단계(19세대) K-water

2단계(37세대) 사업자공모





건축물에너지효율등급 본인증

구분	평가결과	
	주택	커뮤니티
에너지 요구량(kWh/㎡)	125.2	91.4
에너지 소요량(kWh/㎡)	-8.8	-5.0
1차 에너지 소요량(kWh/㎡)	-24.4	-13.3
CO_2 발생량(kgCO_2/㎡)	-4.2	-2.4

평가등급 1+++ 등급

제로에너지건축물 본인증

구분	평가결과	
	주택	커뮤니티
단위면적당 1차에너지소비량(kWh/㎡·년)	248.3	302.3
단위면적당 1차에너지생산량(kWh/㎡·년)	272.7	315.9
에너지자립률(%_합계, 대지 내)	109.8	104.5

제로에너지건축물 인증등급 1등급

에너지공유 커뮤니티 실증(공급기반 설비 기술)

▶ 신재생에너지연계복합에너지시스템구축완료및운전



[스마트빌리지 수요관리/저장 연계 복합에너지 시스템]

- 전력 생산/저장 설비
  - (생산) 태양광 발전설비 : 총 500.7 kW

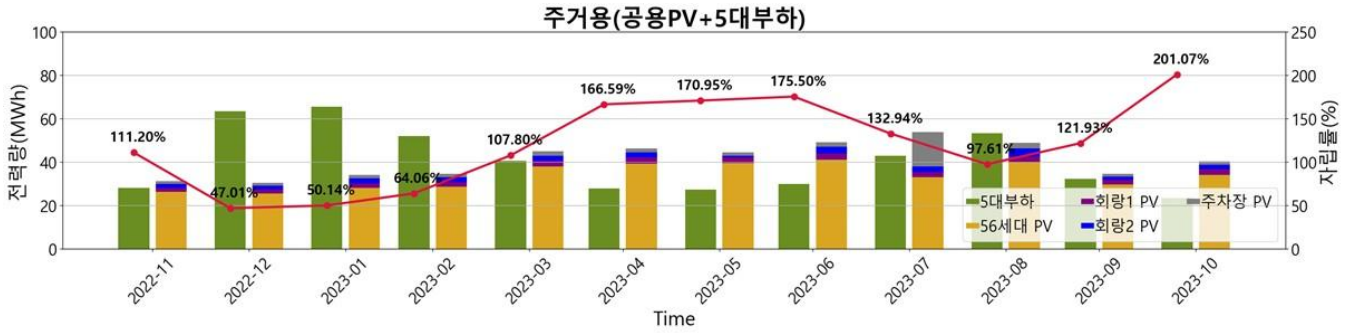
용량 [kW]	주택 BIPV	커뮤니티 시설	공용부
19세대	90.4	(홍보관) 43.1	46.8 (주차장,회랑)
37세대	225.3	(LWP) 77.0	18.1 (회랑)

  - (저장) ESS : 400 kWh

- 열 생산/저장 설비
  - (생산) 히트펌프 설비 : 총 266 RT

용량 [RT]	지열원	수열원	동시냉난방
커뮤니티 시설	-	15 RT	-
56세대 + LWP	110 RT	130 RT	-
데모주택	-	-	11 RT (5+6)

  - (저장) 축열조 : 냉난방공급 282 m^3, 온수전용 75 m^3

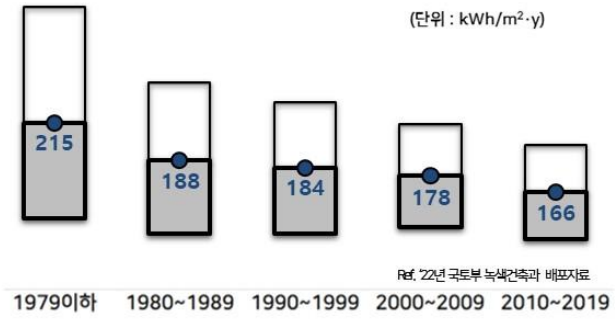


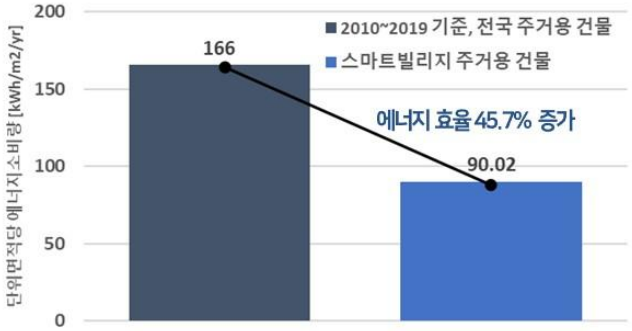
에너지공유 커뮤니티 실증(공급기반 설비 기술)

▶ 신재생에너지 연계 복합에너지 시스템 구축 완료 및 운전

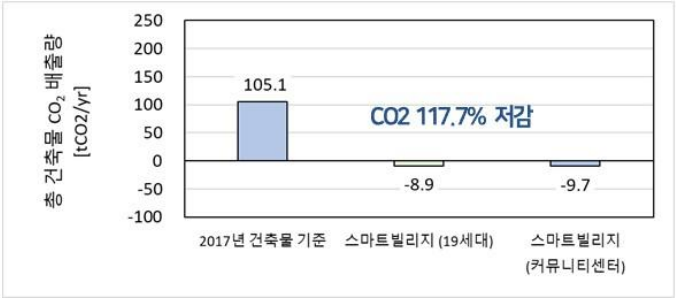
- 2010~2019, 전국 주거용 건물 대비 에너지 효율 45.7% 증가
- (2022.11-2023.10) 스마트빌리지 56세대 주거용 건물 면적당 에너지 사용량 (5대부하+플러그 부하): 90.02 kWh/m^2/yr
- 2010~2019 기준, 전국 주거용 건물 면적당 에너지 사용량 : 166 kWh/m^2 /yr

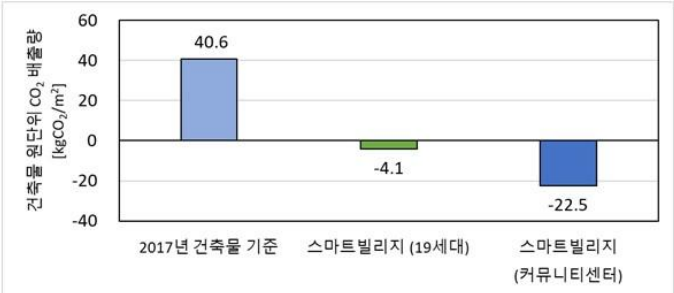
(참고: 단위면적당 건물에너지사용량 꾸준히 감소, 국토교통부 보도자료(2022.5.31))





- 스마트빌리지 중 19세대 주거용(2,160m^2) 및 비주거용(428.9m^2) 건물 원단위 CO_2 배출량 : -7.2 kgCO_2/ m^2 → = - 18.6 tCO_2/yr
- 2017년 기준 전국 건축물 원단위 CO_2 배출량 : 40.6 kgCO_2/m^2 → 총 CO2 배출량 = 105.1 tCO_2/yr
- *국가에너지통계에 따른 건물부문 온실가스 배출량 추계 및 특성, 대한건축학회 논문집(2019)
- 2017년 기준 전국 건축물 원단위 CO_2 배출량 대비 123.7 tCO_2/yr 저감 및 117.7 % 저감





에너지공유 커뮤니티 실증(기축)

☑ 시흥시 스마트시티 실증 추진경과

2020.05 시흥시-건설연 간 MOU 체결

2021.01 에너지모니터링 시스템 장비 설치 (ABC행복학습타운 6개동)



2021.09 신현동 행정복지센터 착공

2021.12 신현동 행정복지센터 준공



2022.07 군자동 행정복지센터 착공



2022.10 ABC행복학습타운 에너지공유 설비 실증(PV/ESS/EMS)



2022.12 군자동 행정복지센터 준공



2023.02 군자동 행정복지센터 언론보도 (MBC뉴스데스크)



2023.04 건설연-영주시-경북TP MOU 체결



2023.11 경북테크노파크 실증 (프리패브건식외단열시스템 적용)



~2023 실증지 모니터링 수행 (신현동, 군자동, ABC행복학습타운)



에너지공유 커뮤니티 실증(기축)

▶ 건물단위 기술패키지개발 및 리모델링 실증

➢ 기존 건축물 현황 D/B 구축
- 기존 건축물 현황 실측을 통해 건축물의 규모, 용도, 구조별로 선정하여 D/B 구축
- 기존 기술 현황 조사
- 기술패키지 개발을 위한 기술 및 제품 조사



➢ 기술의 모듈화/패키지화 방안 도출

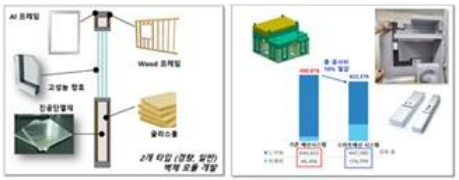


<기술패키지 방안>



<기술패키지 가적용되는 새로운 리모델링 시스템>

➢ 건물단위 기술패키지 개발



<프리패브 건식 벽체 모듈> <프리패브 스마트배선시스템>

➢ 테스트베드 실증 대상 검토

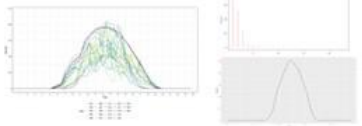


<시흥사 건설연 간MOU체결> <실증 후보지 현장실사>



<프리패브 건식 외단열 표준벽체 모듈 적용을 위한 설계입면도 작성>

➢ 실증 site 대상 건축물 유형별 에너지부하 패턴 및 에너지밸런스 분석



➢ 신현동 행정복지센터 리모델링 실증



<신현동 행정복지센터 기술패키지 적용>

➢ 녹색건축 인증에 관한 규칙 및 녹색건축 인증기준 개정

▶ 녹색건축 인증에 관한 규칙 제7조제3항 개정
(인증 심사전문인력 축소 3인 -> 2인)

기 존	개 정
③ (생략). 단독주택 및 그린리모델링에 대한 경우에는 해당 전문분야 중 2개 분야별 1명 이상의 심사전문인력으로 인증심사단을 구성할 수 있다.	③ (생략). 다만, 단독주택 및 그린리모델링에 대한 인증인 경우에는 해당 전문분야 중 2개 이상의 분야에서 각 분야별로 1명 이상의 심사전문인력으로 인증심사단을 구성할 수 있다.

▶ 녹색건축 인증 기준 별표 12 녹색건축인증 수수료 개정(그린리모델링)

건축물 용도별	기존	개정
주거용 건축물	60만원	60만원
비주거용 건축물	200만원	120만원

비주거 건축물 200만원 → 120만원, 출장비 및 인증영판 포함

➢ 군자동 행정복지센터 리모델링 실증



<군자동 행정복지센터 기술패키지 적용>

➢ ABC행복학습타운 에너지공유설비 구축



▶ 태양광발전시스템
- 총 105.84 Kw 설치
- ABC홀 37.8 kW, 상상관 45.36 kW, 열림관 22.68 kW

▶ 에너지저장시스템
- PCS 100.5 kW, BAT 216 kWh 설치

▶ 에너지모니터링시스템
- 전력계측장비 및 태양광발전량 계측장비 설치
- 에너지저장시스템의 EMS와 데이터 연동
- 에너지 데이터 실시간 계측 및 모니터링



➢ 신현동 행정복지센터 에너지 모니터링 수행



에너지공유 커뮤니티 실증(기축)

▶ 개발 기술패키지 적용으로 공사비용 절감 및 냉·난방부하 절감

개발성과: 리모델링 단계별 공사비용 절감

- 군자동 행정복지센터 공사비 분석 결과, 주요 공법인 프리패브 건식 외단열 시스템(외벽) 및 건식 외단열외방수 시스템(옥상) 적용으로 기존공법 대비 29% 공사비 절감 가능

원가발생요인	개발공법	기존공법	차이	증감
외벽 및 철거	511,760	551,973	-40,212	-7.29%
옥상 및 철거	92,693	74,045	18,648	25.19%
폐기물/이사 및 임대료	3,563	227,053	-223,490	-98.43%
계	608,017	853,072	-245,054	-28.73%

<주요 공법별 공사원가 총 차이>



<원가항목별 비교>



<공종별 비교>

개발성과: 냉·난방부하 절감

- 신현동 행정복지센터 시뮬레이션 분석 결과, 냉·난방부하 44%(난방부하 47%, 냉방부하 28%) 절감
- 군자동 행정복지센터 시뮬레이션 분석 결과, 냉·난방부하 62%(난방부하 67%, 냉방부하 43%) 절감



<실증 건물 리모델링 전·후 냉·난방부하 비교 그래프>



<신현동 시뮬레이션 결과>



<군자동 시뮬레이션 결과>

- 신현동의 경우 리모델링 후 2022년에는 월별 평균 에너지사용량 22%, 하절기(8월) 최대 48% 절감하였으며, 2023년에는 월별 평균 에너지사용량 26%, 하절기(8월) 최대 37% 절감
- 군자동의 경우 리모델링 전(2021년)에 비해 리모델링 후(2023년) 월별 평균 에너지사용량 13% 절감, 동절기(1월) 최대 29% 절감

KICT 한국건설기술연구원
KOREA INSTITUTE of CIVIL ENGINEERING and BUILDING TECHNOLOGY

PART
03

스마트 외장재·설비 융복합 기술

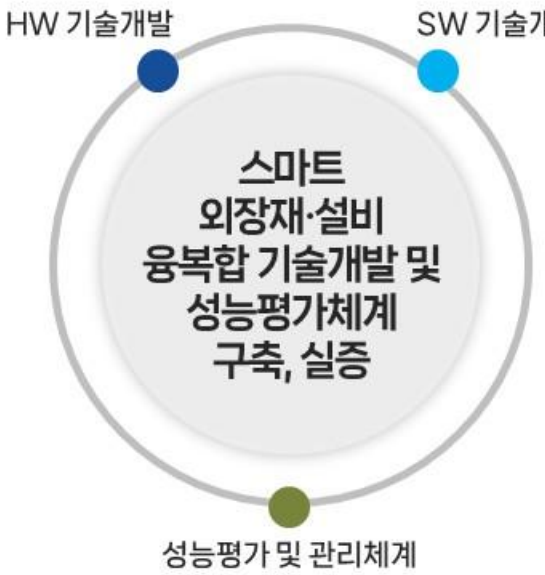


스마트 외장재·설비 융복합 기술

스마트 외장재·설비 융복합 기술개발과 통합성능평가, 인증서비스 체계 구축 및 실증을 통한 비즈니스 모델 개발은 5대 핵심기술과 26개 세부기술 및 6종의 신소재 응용/융합기술로 구성됨

스마트 융복합 외장재 기술

1. 능동형 차양 및 커튼월 패키지화
   - 커튼월 차양기술 융합
   - 벽체/패널
2. 외장재/설비 융합 스마트 신소재
   - 진동저감
   - 창
   - 필름
   - 결로방지
   - 조명부하
   - 단열
3. 지능형 열공급 및 PCM 융합열교환 시스템
   - 잠열축열 신소재 소자
   - 환기 외피 시스템
4. BIPV 통기구조 기술
5. 화재안전, 배연, 환기용 수직 창 기술
6. 열생산, PC 중단열 기술
7. 융복합 외장재 성능평가 및 검증



스마트 융복합 시스템 최적 운영

1. 외장재와 설비 기술의 융합을 위한 IUES 모듈의 디자인
2. 에너지 성능예측 및 성능평가 분석기술
3. IUES 맞춤형 실내환경 통합 제어기술
4. 사용자 반응정보 기반 실내환경 능동제어 알고리즘
5. 딥러닝 /강화학습 기반 환경조건 및 사용자 패턴 기반의 조명, 공조 능동제어 기술
6. 재실자 반응형 제어기술
7. OCR 저감기술 기반 사용자 반응성 향상 스마트 웹 및 앱
8. 제어/운영을 통한 경제성 평가법 개발

스마트 융복합 설비 기술

1. 히트펌프 하이브리드 설비 기술
2. 에너지 하베스팅 외장재 시스템
3. 융복합 패키지 성능 검증 기술

스마트 융복합 시스템 통합품질 인증체계

1. 공간단위 시험법
2. 공간단위 시험장치
3. 공간단위 성능평가, 제품표준
4. 통합 품질인증 체계

스마트 융복합 시스템 전생애주기 관리체계

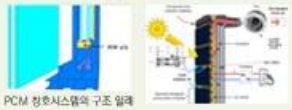
1. BIM 기반, 설계 지원 Tool
2. 웹베이스 IBLM 프로그램
3. 실증 수행 지침서
4. 금융 비즈니스 모델

스마트 외장재·설비 융복합 기술

+ 핵심 개발기술 및 융복합 연구네트워크

패시브건축기술 | 액티브설비기술 | 통합제어기술 | 전생애관리기술 | BZ 모델개발 | 성능평가

- 에너지자립형 차양(A-1-1 ①)
- 중공층 통기량 제어(A-2-2)
  Test Bed, 실증사업 총괄



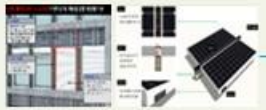
- 스마트 외장재 설계/디자인
- 능동제어 효율 평가
- 경제성 향상 방안

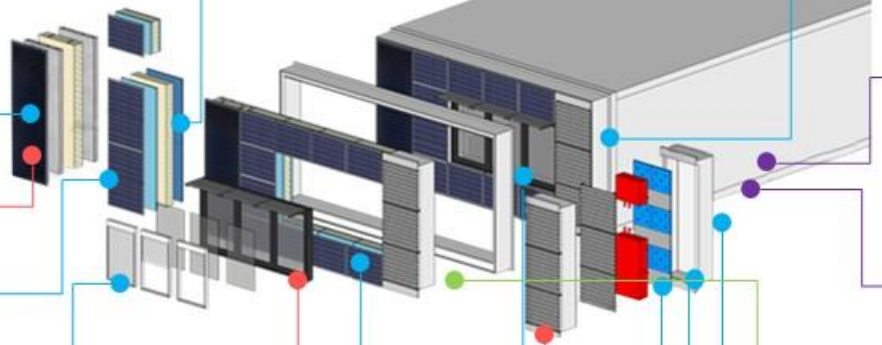


- 고단열 패널시스템 및 시공법 (A-1-1 ②)



- 차량 일체형 창/커튼월(A-1-1 ①)
- BIPV 통기구조(A-2-1)
- 스마트 외장재 시제품 통합

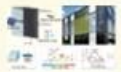




- 스마트 윈도우 필름(A-1-2 ③)
- PCM 신소재 (A-1-2 ④,⑤)
- 난연단열재(A-1-2 ⑥)
- 소음/진동저감 신소재 (A-1-2 ①, A-1-2 ②)



- 이종열원 통합 히트펌프 하이브리드 기술(B-1-1, B-3-1)
- 자립형 센서 (B-2-1)



- PCM 융합 열교환시스템(A-1-3)
- 실내환경 통합 제어
- 쾌적제어
- 딥러닝/강화학습 능동제어



- 스마트 외장재 ·설비 융복합 시스템 통합제어



- 스마트 외장재 성능평가 시뮬레이션(A-4-1)



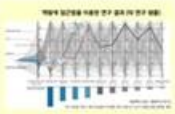
- 스마트 외장재 공간단위 성능평가
- 통합 품질인증 서비스, 표준화



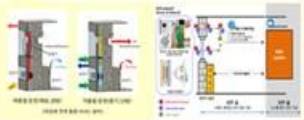
- 외장재 통합형 3.0kW급 AAHP(Heat Pump) 양산 제품 개발(B-1,B-3-1)



- 융복합 외장재 설비 시스템 성능평가 모델 및 AI기반 최적 통합제어



- 이종열원 통합 히트펌프 하이브리드 기술(B-1-1, B-3-1)
- 자립형 센서(B-2-1)



기존 기술과의 차별성

1 외피와 설비, 에너지 시스템의 통합

2 공장 제작 기반 시공 구조

3 책임 일원화로 전 과정 효율 극대화

단순한 성능 개선이 아닌 건설 방식 패러다임의 전환

외피를 '부재'에서 '시스템'으로 전환

기존 기술1 (커튼월 시스템)

기존기술	신청기술
	태양광 발전
채광창	채광창
환기창	환기창
	공조설비 설치부





기존 커튼월 시스템에 신재생, 설비 기능 추가

기존 기술2 (패널라이징 시스템)

기존기술	신청기술



골조를 공장 제작하여 현장설치 후 마감공사 진행



유닛 설치와 동시에 마감공사 완료

후속 공정 최소화한 공기단축 최적화 시스템

기존 기술과의 차별성

여러 공종의 통합

6개 개별 공종

- 단열
- 창호
- 방수
- 외장마감
- 태양광
- 냉난방, 환기

공종 통합 모듈화

기존기술 | 신청기술

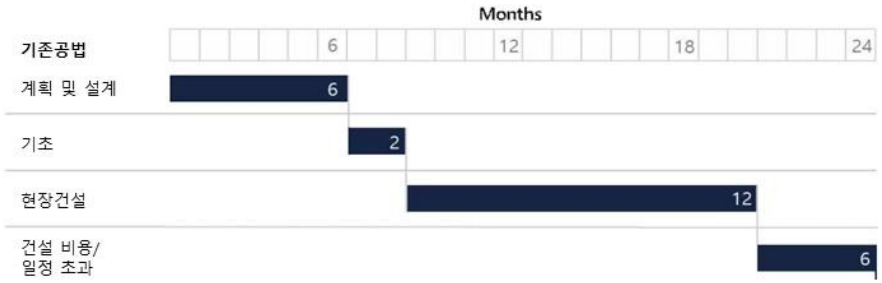


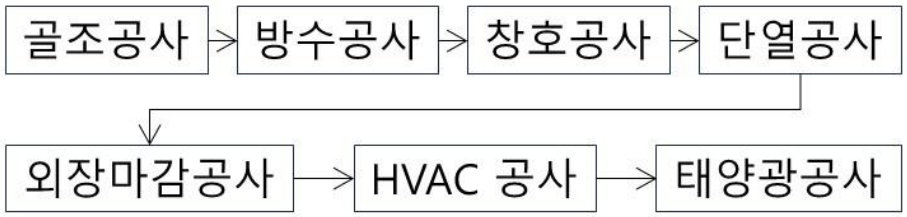
외피와 설비, 에너지 시스템의 통합

기존 기술과의 차별성

생산방식의 혁신 (OSC)

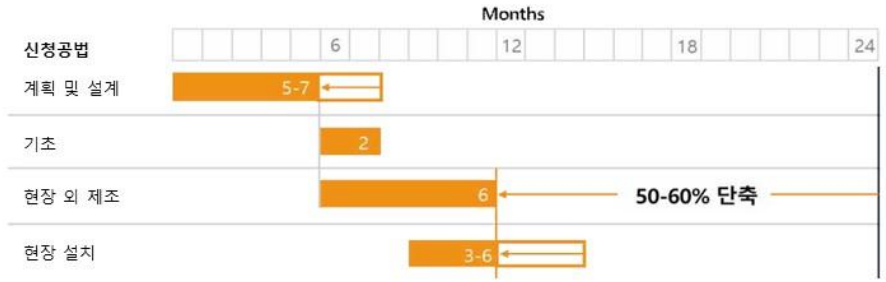
기존기술





선행 공종 시공 이후 진행되는 기존 공법

신청기술





공장 제작 **현장 운송** **현장 설치**

공장 제작 기반 시공 구조

기존 기술과의 차별성

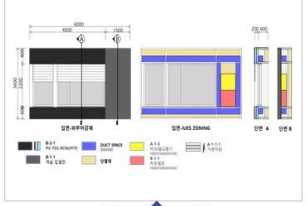
단일 책임시공 기반 통합 관리

기존기술		신청기술
설계 / 시공 / 유지관리 분리	**구조**	단일 책임시공 구조
책임 주체 불명확	**주체**	설계-시공-유지관리 통합
문제 발생시 책임 전가	**시공 관리**	책임 주체 명확
유지관리 정보 단절	**유지관리**	유지관리 일관성 확보
건축주, 설계자, 시공자 모두 부담 증가	**결과**	모든 이해관계자 업무 효율 향상

책임 일원화로 전 과정 효율 극대화

기술개발 및 실증 이력

초기 컨셉 및 디자인 — 2020.12



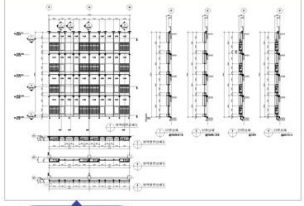
환경공생빌딩 1차 시작품 — 2021.12



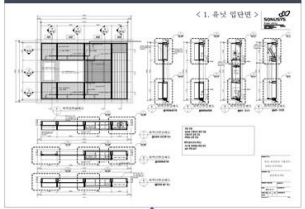
환경공생빌딩 시제품 — 2022.12~2023.02



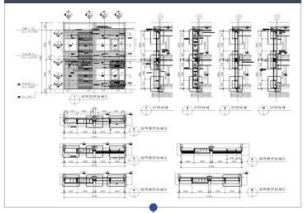
경북테크노파크 IUES 설계 디자인 — 2023.07



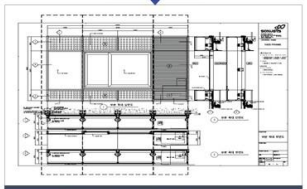
서산 KCL T-LAB 설계 디자인 — 2023.12



군산 이노랩 설계 디자인 — 2024.04~2024.05



2021.05



환경공생빌딩 1차 시작품
디자인 도출 및 설계

2022.03



환경공생빌딩 시제품
디자인 도출 및 설계

2023.12~2024.02



경북테크노파크 IUES 실증



서산 KCL T-LAB IUES 설치전경



군산 이노랩 IUES 설치전경

경북TP 경량소재융복합기술센터
리모델링 공사

4일만에 시공 완료



에너지국가종합실증연구단지
관제센터 신축공사

3일만에 시공 완료

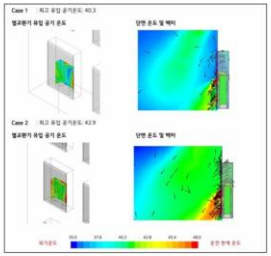


1시간에 5~6개 조립… 외벽 3일만에 '뚝딱'



개발기술 진보성

공장 제작을 통한 품질, 성능, 안전 확보



CFD 해석 검증 완료



허용치 대비 80% 이상 성능 우위

항목	측정값	허용치
고정창 기밀	2.736	14.044
개폐창 기밀	0.144	6.479
정압 수밀	누수 없음	누수 없음

기밀,수밀 필드테스트

정밀 공장 제작(OSC) 기반 고성능·고품질 시공 신뢰성 확보

기존 기술 대비 성능 향상

설계 및 시장 수준		신청기술 개발수준	
1.5 W/㎡K	프로젝트창 열관류율	1.055 W/㎡K	30% 성능 향상
1.5 W/㎡K	고정창 열관류율	0.975 W/㎡K	35% 성능 향상
700mm	HVAC 필요공간	600mm	14% 슬림화
15%	BIPV 발전효율	15.5% (4월 현재 16.8%)	12% 성능 향상

(중부2지역 비주거 기준, 신기술 지정신청서 67p 표 46)

에너지 손실 저감 및 설비공간 축소로 건축물 유지관리 효율 극대화

경제성 확보

27개 교실 3층 규모 교사동 기준 품셈 비교

구분	기존 기술 필요 인력		해당 기술 필요 인력
적용 공종	6종		단일 공종
품 (단위: 인)	창호공	696	75인 (철공 5, 보통인부 2, 15일) 기존 기술 대비 95% 감축
	코킹공	10	
	유리공	66	
	용접공	36	
	철공	31	
	내장공	55	
	비계공	235	
	특별인부	118	
	보통인부	503	
	플랜트전공	92	
	계	1,630 인	

95% 인력 효율화

기존 공법 대비 투입인력을 95% 절감하여 인건비 리스크 감축



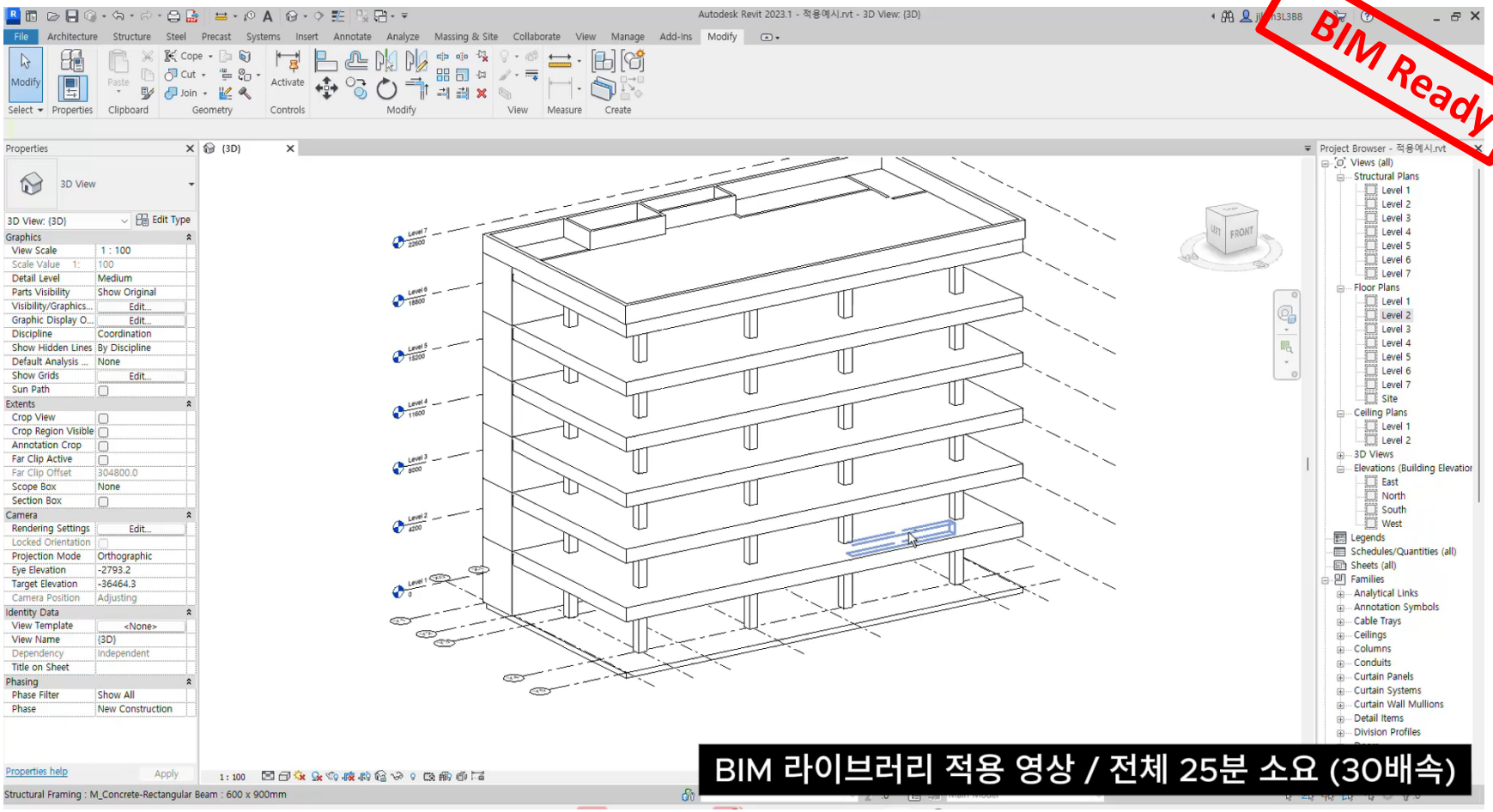
재래식 공법의 추락 사고 위험



모듈화를 통한 고소작업 최소화

고소작업 최소화를 통한 현장 안전 확보

개발기술 진보성



BIM 기반 DfMA 공정 통합


KICT 한국건설기술연구원
감사합니다.