

[연구개발계획서 작성시 주의사항]

제안시 제출하는 연구개발계획서의 연구목표, 내용, 성과, 예산 등은 RFP에 표기된 내용을 중심으로 필히 작성바랍니다.

(본 기획보고서는 참고자료로 활용바랍니다.)

제 출 문

국토해양부 장관 귀하

이 보고서를 “제로에너지 주택 실증단지 구축 및 최적화 모델 개발 기획”과제의 최종보고서로 제출합니다.

주관연구기관명 : 명지대학교 산학협력단

주관연구책임자 : 이 명 주

연구 원 : 추 소 연, 이 승 훈

차 지 원, 김 동 우

임 인 혁, 김 정 운

김 현 아, 박 선 욱

보 고 서 요 약 서

과제고유번호	2012-연구기획-A03	해 당 단 계 연 구 기 간		단 계 구 분	기획단계	
연 구 사 업 명		건설교통기술 연구개발 사업				
연 구 과 제 명	대 과 제 명	제로에너지 주택 실증단지 구축 및 최적화 모델 개발 기획				
	세부과제명					
연 구 책 임 자	이 명 주	해당단계 참 여 연구원수	9	해당단계 연 구 비 (천원)	90,000	
		총연구기간 참 여 연구원수	9	총연구비 (천원)	90,000	
연구기관명 및 소 속 부 서 명	명지대학교 산학협력단		참여기업명			
국제공동연구	상대국명 :		상대국연구기관명 :			
위 탁 연 구	연구기관명 :		연구책임자 :			
제로에너지 주택 실증단지 구축 및 최적화 모델 개발 기획 ○ 제로에너지 주택 실현을 위한 실증단지를 직접 구축하고 기술을 검증하여, 해외진출 및 공공에너지 정책 실현 가능한 최적화 모델 개발 추진				보고서면수	-	
색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	제로에너지	패시브주택	실증단지	표준설계	모니터링
	영 어	Zero Energy	Passive House	Demonstration complex	Standard design	Monitoring

보 고 서 요 약 서

I. 연구의 제목

‘제로에너지 주택 실증단지 구축 및 최적화 모델 개발’ 에서 ‘제로에너지 주택 활성화 위한 실증단지 구축 및 최적화 모델 개발’ 로 변경

II. 기술의 정의 및 필요성

1. 제로에너지 주택 실증단지 기술의 정의

제로에너지 주택 실증단지는 에너지절약기술을 통해 주택 및 단지 에너지 요구량을 최소화하고, 신재생에너지기술을 사용하여 단지 전체(난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명) 1차 에너지소요량 제로를 달성하는 경제적이면서도 친환경적인 주택단지를 의미한다.

2. 제로에너지 주택 실증단지 연구의 필요성

- 2025년까지 단계별 제로에너지 주택 의무화(국가 로드맵 실현)
- 국내 제로에너지 기술에 대한 부정적 국내외 인식(과잉 초기투자) 개선 필요
- 국내 주택시장에서 보급 가능한 제로에너지 주택모델 제시
- 주택 요소기술 위주 개발로 인한 융합기술 필요
- 주택 단지에 최적화된 신재생에너지 시스템 필요
- 단순 홍보 목적이 아닌 경제성을 갖춘 실증단지 필요
- 제로에너지 주택 및 단지 시공경험 및 전문 기술인력 양성 필요
- 주택단지 모니터링을 통한 탄소배출 절감량 데이터 확보 필요

Ⅲ. 국내외 동향 및 환경 분석

1. 국내 제로에너지 주택 개발현황

- 제로에너지 주택에 대한 일반인 인식 부족
- 주택 탄소배출 절감 효율성 검토 부재
- 녹색건축물 조성지원법의 구체적인 실행기준 부재
- 제로에너지 주택 실 거주를 통한 쾌적성 평가 부재
- 제로에너지 주택 실증단지 부재
- 제로에너지 주택 시장 형성 부진

2. 국내 시장현황

- 고유가로 인한 주택 유지 관리비 상승
- 제로에너지 달성 상승비에 대한 구체적 정보 부재

3. 국내 관련 기술개발 동향

- 국내 설계/시공/엔지니어링 기술 부족
- 기개발 자재 성능기준 불명확
- 민간 기업 기술 공개의 어려움
- 제로에너지 자재 보급화 어려움

4. 환경동향

- 친환경 단지조성 기술 비상용화
- 제로에너지 주택 실내 환경에 대한 거주성 평가 부재

5. 국외 에너지 관련 정책현황

- 건축물 에너지 절감과 관련이 있는 독일 국가정책
 - 에너지 절약법 Energieeinsparverordnung (EnEV)

- 임대주택에 대한 관리 및 유지비용 저감정책 (Betriebskosten bei Mietwohnungen)
 - 탄소 건물 리노베이션 프로그램 (CO2-Gebäudesanierungsprogramm)
 - 사회 기반시설의 에너지 효율화 (Energietische Modernisierung der sozialen Infrastruktur)
 - 재생가능에너지 열 이용법 (EEWärmeG)
 - 연방정부 건물에 대한 에너지효율화 프로그램
- 영국
 - 2016년 신축 건축물 탄소제로의무화를 선언하였고,
 - 2020년에는 전체 전력 중 40~50%를 신·재생에너지로 생산하도록 선언.
 - 2030년에는 모든 주택 에너지효율화
 - 2060년에는 전력생산에서 화석연료 사용 제로, 이산화탄소 배출량 최소 60% 저감 목표
 - 또한 영국은 주택에너지 효율화를 위한 ‘그린딜(Greenddeal)사업 추진계획 발표
 - 유럽연합(EU)
 - 2002년 건물에너지 절약성능지침을 수립
 - EPBD(Energy Performance of Buildingsdirectives, 2002) ,건축물 에너지 성능인증을 첨부하도록 의무화.
 - 2020년까지 20% 에너지소비를 줄이는 목표를 발표. 유럽연합이 제정한 기후 에너지통합법은 2020년까지 이산화탄소 배출을 1990년의 20% 수준으로 감축하고, 재생에너지 비율을 20%까지 확대하여 에너지효율을 20% 더 높이자는 전략.
 - 2015년까지 국가별로 신축건축물에 대한 에너지성능향상 방안제시, 2018년까지 신축건물 중 공공기관의 제로에너지 수준 의무화, 2020년까지 모든 신축건물의 제로에너지 수준 의무화를 목표.
 - 유럽연합의 기후. 에너지 통합법.¹⁾
 - 건축물 에너지 성능 지침 (EPBD)²⁾

1) 전의찬.이상훈. 미국의 기후변화·녹색성장 관련 입법 동향분석. 국회 입법조사처 연구용역보고서.2009년.
 2) 백정훈.SUSB newsletter 2008.12

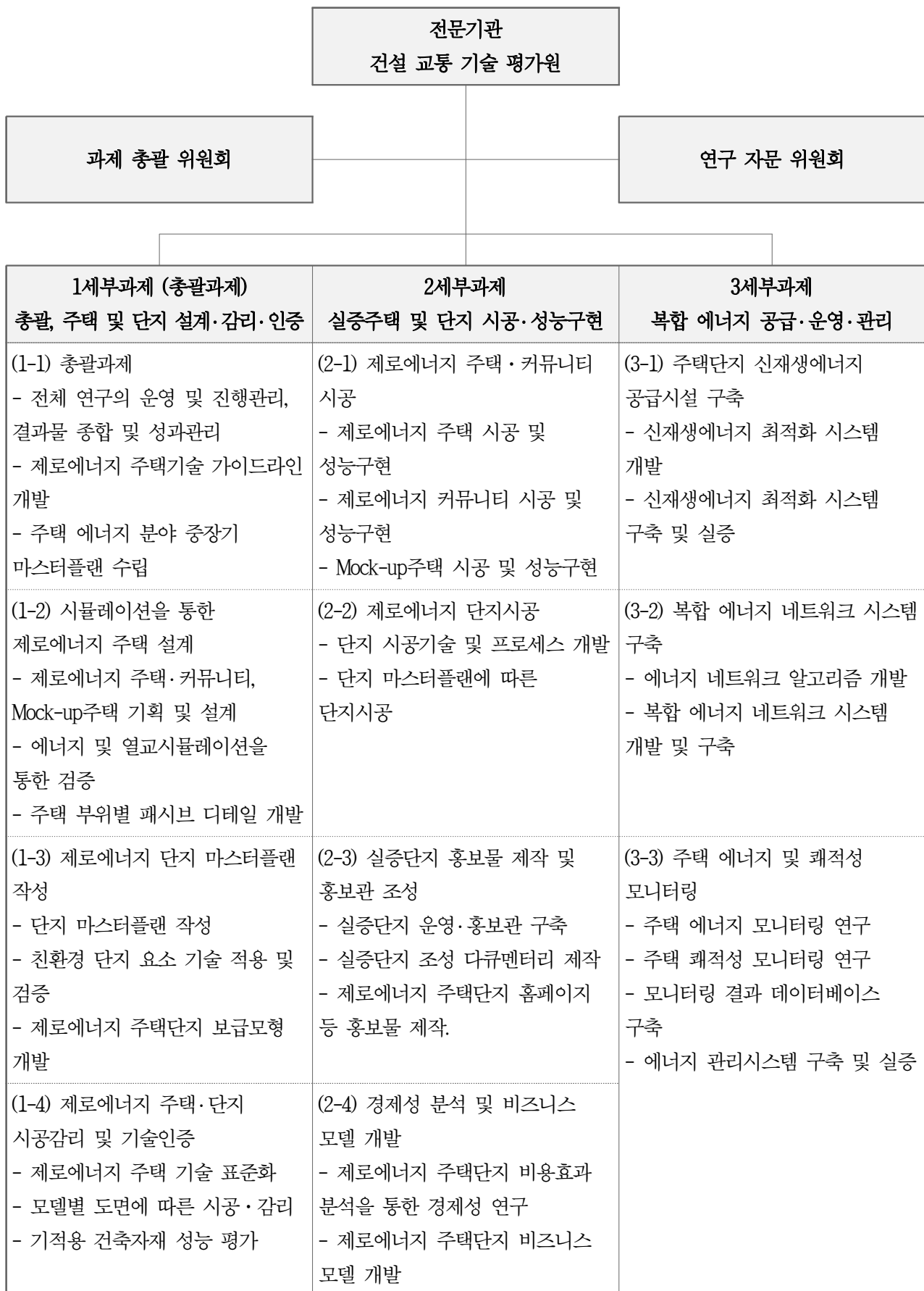
IV. 연구 개발과제 추진전략 및 구성

1. 연구과제 비전 및 목표에 따른 추진전략

- 제로에너지 주택 국가성능기준 마련
 - 녹색건축물 조성을 위한 제도 및 법규의 실 데이터 구축
 - 제로에너지 주택단지 성능기준 마련 및 기준달성
 - R&D 연구와 국내기업 협력프로젝트
- 국가 제로에너지 주택 및 단지기술 확보
 - 국가 제로에너지 주택 및 단지기술 확보
 - 기 개발된 에너지절감 및 친환경 단지기술의 융합
 - 제로에너지 주택단지 기술 및 성능기준 마련
- 제로에너지 주택구축 및 성능확보
 - 건축기획부터 단계별 건축설계 프로세스 검토
 - 국내 기 개발 제로에너지 주택기술 융합
 - 제로에너지 주택성능 확보(패시브요소+신재생)
 - 국내 주택시장에서 보급 가능한 사업성 확보
 - 실 거주자를 통한 거주성 평가
 - 입주 후 에너지모니터링
- 제로에너지 주택 인식개선을 통한 보급 확대
 - 제로에너지 주택 쾌적성 및 경제성 실증
 - 제로에너지 주택 초기투자대비 회수기간 실증

2. 연구 개발과제 구성 및 세부과제 조직

- 1세부과제 : 제로에너지 주택 및 단지구현을 위한 핵심기술 확보
- 2세부과제 : 제로에너지 주택실증단지 최적화 모델 조성
- 3세부과제 : 주택 신재생에너지 및 모니터링 핵심기술 확보
- 과제총괄위원회 : 연구단을 운영하고, 연간운영계획, 핵심과제 참여기관의 변경 등 연구단 운영에 관한 주요사항 심의
- 자문위원회 : 총괄연구팀을 전문적, 기술적으로 보완하기 위한 구성요소로 연구에 필요한 관련전문가로 구성.



3. 연구의 내용

- 1세부과제(총괄, 주택 및 단지 설계·감리·인증)

- (1-1) 총괄과제

- 전체 연구의 운영 및 진행관리 결과물 종합 및 성과관리
 - 제로에너지 주택기술 가이드라인 개발
 - 주택 에너지 분야 중장기 마스터플랜 수립

- (1-2) 시뮬레이션을 통한 제로에너지 주택 설계

- 제로에너지 주택·커뮤니티, Mock-up주택 기획 및 설계
 - 에너지 및 열교시뮬레이션을 통한 검증
 - 주택 부위별 패시브디테일 개발

- (1-3) 제로에너지 단지 마스터플랜 작성

- 제로에너지 단지 마스터플랜
 - 친환경 단지요소 기술 실증

- (1-4) 제로에너지 주택·단지 시공감리 및 기술인증

- 도면에 따른 시공감리
 - 열교 및 기밀시공성능 검증
 - 적용 건축자재 성능 분석
 - 제로에너지 관련기술 인증 취득개발

- 2세부과제(제로에너지 주택·단지 시공 및 BM개발)

- (2-1) 제로에너지 주택·커뮤니티 시공

- 제로에너지 주택·커뮤니티, Mock-up주택 시공 및 성능구현

- (2-2) 제로에너지 단지시공

- 단지 시공 기술 및 프로세스 개발
 - 단지 마스터플랜에 따른 시공

- (2-3) 실증단지 홍보물 제작 및 홍보관 조성

- 실증단지 운영·홍보관 구축
- 실증단지 조성 다큐멘터리, 홈페이지 등 홍보물 제작

(2-4) 경제성 분석 및 비즈니스 모델 개발

- 제로에너지 주택단지 비용효과 분석을 통한 경제성 연구
- 제로에너지 주택단지 비즈니스 모델 개발

• 3세부과제(복합에너지 공급·운영·관리)

(3-1) 주택단지 신재생에너지 시스템 최적화

- 신재생에너지 최적화시스템 개발 및 구축

(3-2) 복합 에너지 네트워크 시스템 구축

- 복합에너지 네트워크 시스템 개발 및 구축

(3-3) 주택 에너지 및 쾌적성 모니터링

- 주택 에너지 및 쾌적성 모니터링 연구
- 모니터링 결과 데이터베이스 구축
- 에너지 관리시스템 구축 및 실증

4. 연구의 주요 성과

• 1세부과제(총괄, 주택 및 단지 설계·감리·인증)

- 전체 연구 연차, 중간, 최종보고서
- 제로에너지 주택기술 가이드라인
- 주택 에너지 분야 중장기 마스터플랜
- Mock-up 주택 및 제로에너지 주택·커뮤니티 설계도서
- 주택 및 커뮤니티 에너지 및 열교시물레이션 보고서
- 주택 부위별 패시브디테일 보고서
- 제로에너지 단지 마스터플랜 설계도서
- 제로에너지 주택단지 감리보고서

- 열교 및 기밀시공 검증보고서
 - 적용 건축자재 성능 분석보고서
 - 제로에너지 기술인증
- 2세부과제(제로에너지 주택 시공)
 - Mock-up 주택
 - 제로에너지 주택단지 (주택 50채 이상, 의무설치 대상 부대·복리시설)
 - 제로에너지 주택단지 시공기술 및 프로세스 연구보고서
 - 실증단지 운영 및 홍보관
 - 실증단지 조성 다큐멘터리
 - 실증단지 홈페이지 등 홍보물
 - 제로에너지 주택단지 비즈니스 모델
 - 제로에너지 주택단지 비용효과 분석을 통한 경제성 연구보고서
- 3세부과제(복합에너지 공급·운영·관리)
 - 주택/단지 최적화 신재생에너지 시스템
 - 복합에너지 네트워크 시스템
 - 주택 에너지 사용량 및 온습도 모니터링
 - 주택 실거주자 쾌적성 모니터링
 - 실증단지 모니터링 데이터베이스
 - 에너지 관리 시스템

V. 사전타당성 검토

1. 정책적 타당성

- 저탄소 제로에너지주택 실현을 통한 건축분야 기술 확보
- 지역경제 파급효과와 국토균형개발
- 상위계획과의 연관성 성과 및 문제점
- 건축물 전 생애 단계별 녹색화 방안 필요
- 국고지원의 적합성
- 환경성
- 추진의지

2. 기술적 타당성

- 입지 선정 및 주택유형에 대한 기준 및 제도분석 필요
- 에너지절약 및 생산관련 기술공법 개발 필요
- 패시브 주택 요소기술 성능분석
- 신재생에너지 설치공법 분석
- 단지 조성 기법 분석
- 복합에너지 네트워크 및 관리시스템 활용기법 분석

3. 경제적 타당성

- 일반주택단지 VS. 제로에너지주택단지(R&D상승비용)

목 차

1장. 제로에너지 주택 실증단지의 정의 및 필요성	15
1절. 제로에너지 주택 실증단지의 정의 및 필요성	15
2절. 제로에너지 주택 단지 조성에 사용되는 기술	19
2장. 국내외 동향 및 환경 분석	24
1절. 국내외 정책 및 사회 동향	24
2절. 국내외 시장현황 및 전망	38
3절. 기술 및 환경 동향분석	40
4절. 유사과제 분석	48
3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략	49
1절. 비전 및 목표	49
2절. 기술개발에 따른 미래상(파급효과)	50
3절. 연구개발과제 구성	54
4절. 세부과제별 주요내용 및 추진전략	70
5절. 세부과제 간 연계관계	76
6절. 과제별 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵	77
7절. 성과의 활용방안	79
8절. 연구의 수행체계 제안	80

4장. 사전타당성 검토	83
1절. 정책적 타당성	83
2절. 기술적 타당성	88
3절. 경제적 타당성	90
5장. 인력투입계획 및 소요예산 산정	93
1절. 연구일정에 따른 인력 투입계획	93
2절. 소요예산 산정	95
3절. 실증단지 구축을 위한 조직구성 제한사항	98
6장. 과제 제안요구서	103
부 록	117
부록1. 연구비 세부항목	117
부록1. 제로에너지 주택 실증단지 법규검토	149
부록2. 건설기술 관리법 시범사업 관련자료	166

1장. 제로에너지 주택 실증단지의 정의 및 필요성

1절. 제로에너지 주택 실증단지의 정의 및 필요성

1. 제로에너지 주택 실증단지의 필요성

가. 2025년까지 단계별 제로에너지 주택 의무화(국가 로드맵 실현)

우리나라는 지구온난화와 에너지 부족 문제를 극복하기 위한 국제 사회에 노력에 발 맞추어, 2008년 건국 60주년 8.15 경축사를 시작으로 2010년 발효된 저탄소 녹색성장기 본법과 지속가능 발전법 등 국가적 차원의 활발한 정책 활동을 하고 있다.

특히, 건축물 분야는 현재 국가 에너지 소비량의 약 23%, 국가 온실가스 배출량의 약 25% 이상을 차지하고 있으며, 선진국으로 갈수록 쾌적성·편의에 대한 요구 증가로 인해 우리나라 건축물의 에너지 소비 비중이 40% 까지 증가할 것으로 예상된다.

정부에서는 ‘녹색건축물 활성화를 통한 녹색 선진 국가 구현’이라는 국가적 차원의 비전과 ‘2020년까지 건축물에 의한 온실가스 배출량 30% 감축을 목표로 설정하고 에너지 기준 강화, 그린홈 사업 등 다양한 시책을 추진 중이다.



[그림1.1] 건축물 분야 국가 로드맵 실현

나. 국내 제로에너지 기술에 대한 부정적 국내외 인식 개선 필요

에너지 절약형 건축물에 대한 국민들이 갖는 부정적 인식으로는 초기투자비용이 높아 경제적이지 못하다는 것이다. 또한 여전히 국민들이 느끼지 못하고 있는 에너지절약형 건물의 긍정적인 측면은 쾌적하다는 사실이다. 지어진 적도 없지만 지어졌다 하더라도 경험한 적이 없는 상황에서 에너지절약 주택이 갖는 장점을 국민들에게 인식시키기에는 역부족인 상황이다. 즉, 현재까지 개발된 에너지절약형 건물은 분양에 의한 실거주자가 없기 때문에 에너지 절감주택에 대한 거주성 평가가 제대로 이루어지지 않고 있으며, 많은 거주성 평가 자료의 비교 분석 없이는 에너지 절감형 주택의 실내 환경과 에너지비용 절감에 따른 체감효과에 대한 객관성을 갖기 어렵다는 것이다.

에너지 절약형 건축물은 대부분 에너지 성능 향상이라는 물리적인 부분에 초점을 맞추고 있지만, 건축물의 물리적 요소뿐만 아니라 실내 온도, 습도, 내부 공기의 움직임의 유지에 의한 실거주자의 쾌적도 향상에 대한 실효성까지도 검토되어야 객관적 거주성평가가 이루어질 수 있다.

에너지절약형 건축물은 초기 투자비용에 대한 회수 기간이 길기 때문에, 건축주가 투자하기 쉽지 않다. 따라서 실증을 통해 초기투자비용의 회수기간이 얼마나 되는지에 대한 검토와, 분양 또는 임대를 통해 거주자의 삶 속에서 거주환경의 쾌적성과 건강에 긍정적 영향을 끼치는 요소들을 발굴하고 경제적 가치에 대한 분석 등 통합 연구가 필요하다.

다. 주택 및 단지 기 개발 기술의 융합기술 개발 및 실증 연구 필요

국내에 개발되었거나 개발 중인 에너지 절약형 주택은 모델하우스이면서 개별주택이다. 단지규모 제로에너지 주택사업은 경제적인 측면에서 예측하지 못하는 어려움을 수반하기 때문에 국내 건설시장에서 이루어지고 있지 않는 상황이다.

단지차원의 에너지 절약 요소와 신재생에너지를 융합한 단지차원 융합기술은 개별 건축물 에너지 절감 기술 이외에도 주동의 배치, 생태환경 조성, 단지 내부 도로의 배치 등 단지 에너지절감 요소에 대한 기술까지도 함께 적용하여야 한다.

라. 국내 주택시장에서 보급 가능한 제로에너지 주택모델 제시

현재 국내에서는 앞 다투어 에너지절약형 건축물이 지어지고 있으나, 대부분 실제로 거주하는 공간이 아닌 기업의 기술력을 보여주기 위한 홍보성격의 모델하우스로 만들어지고 있다.

1) 과천국립과학관 내 그린홈 모델하우스

	- 면 적: 83.17제곱미터 - 시공비용: 그린홈 공사비: 2억7천4백만 원 외부공사(소규모 전시장, 어린이 놀이 공간 포함) - 공사비: 1억8천6백만 원 - 완 공: 2009년
---	---

[그림1.2] 과천국립과학관 내 그린홈 모델하우스 (출처: (주)제드앰제이 건축사사무소)

이 건축물은 2009년 지식경제부 산하 한국에너지관리공단 연구프로젝트로 기존 건축물 대비 2.7배 높은 공사비가 소요됨. 가격상승의 요인은 21세기 차세대 고효율주택 신기술과 신재생에너지 설치비용 그리고 새로운 건축 시공 기술비이다.

2) 그린홈 100만호 사업

그린홈 100만호 보급사업은 2020년까지 신·재생에너지주택(Green Home) 100만호 보급을 목표로 태양광, 태양열, 지열, 소형풍력, 연료전지 등의 신·재생에너지를 주택에 설치할 경우 설치 기준단가의 일부를 정부가 보조 지원하는 사업이다.

그린빌리지 사업은 마을단위(10가구 이상, 아파트 등 공동주택 포함)에 신·재생에너지 지원을 설치하는 경우 설치비의 일부를 보조 지원하는 사업으로, 추진 시 마을회관, 경로당, 노인정 등 주민편의시설 신청 불가하며, 신청자는 마을(공동주택) 대표, 주택 및 건물 소유자, 기타 법인 등

3) 삼성 그린 투모로우³⁾



- 위치: 경기도 용인시 기흥구 중동(용인동백지구)
- 면적: 총 400.54㎡ 규모
- 그린투모로우는 현관, 거실, 주방, 침실, 서재, 한실, 복도로 구성되어있고 층고는 3.3~4.15m.
- 에너지 성능: 0.5리터 하우스
건축외피나 시스템으로 에너지 사용을 56% 절감하고 신재생에너지를 생산해 제로에너지를 구현

[그림1.3] 삼성 그린투모로우 (출처: 삼성 그린 투모로우 홈페이지)

그린투모로우에 적용된 68가지 기술은 삼성물산 건설부문 자체개발 및 국내 기술을 활용한 것으로 친환경 건축물이 곧바로 활성화될 수 있도록 바로 적용 가능한 기술만을 적용했다.

제로에너지를 위한 기술은 고성능외피, 창호, 축열자재, 자연환기, 열회수환기, 직류배전, LED조명, 태양광발전, 태양열 급탕, 풍력 등 총 34여 건이며, 탄소제로를 위해 자원 재활용, 폐기물저감, 친환경 건축자재 등 총 18건의 기술이 적용되었다. 생활의 편의를 위한 RFID 이용 식자재 및 의류관리, 래미안 에너지관리시스템, 스마트그리드, 카서버 시스템 등 16건의 기술도 사용.

그린투모로우는 실거주가 가능한 건축물임과 동시에 향후 친환경 기술의 효율성 검증 등의 시험장 역할을 할 수 있도록 건설돼 일반 주택건설비와는 차이가 크다.

마. 제로에너지 주택 실증단지에 대한 경제성의 검증 필요

경제성 평가는 어떤 사업에 투입되는 비용과 그 결과를 비교 검토함으로써 경제적 효율성을 평가하고자 하는 분석방법으로 건설, 환경 등의 다양한 투자 사업에서 사업의 타당성과 경제적 가치를 추정하기 위해 시행된다.

제로에너지 주택은 설계단계에서 건축물의 향과 배치를 적절히 고려한다 할지라도 에너지 성능 기준에 따른 고품질, 고성능의 자재를 사용함으로써 자재비가 증가되며, 이를 위한 시공비 상승에 따른 초기 투자비용의 상승이 불가피하다. 제로에너지 주택이 가진 경제적 측면에서의 초기투자비를 기준으로 건축물 완공 후 절감되는 운영비를 감가 상각시켜 국내에서 투자비용이 회수되는 예상기간을 알려주는 것은 중요한 의미를 가지고 있다.

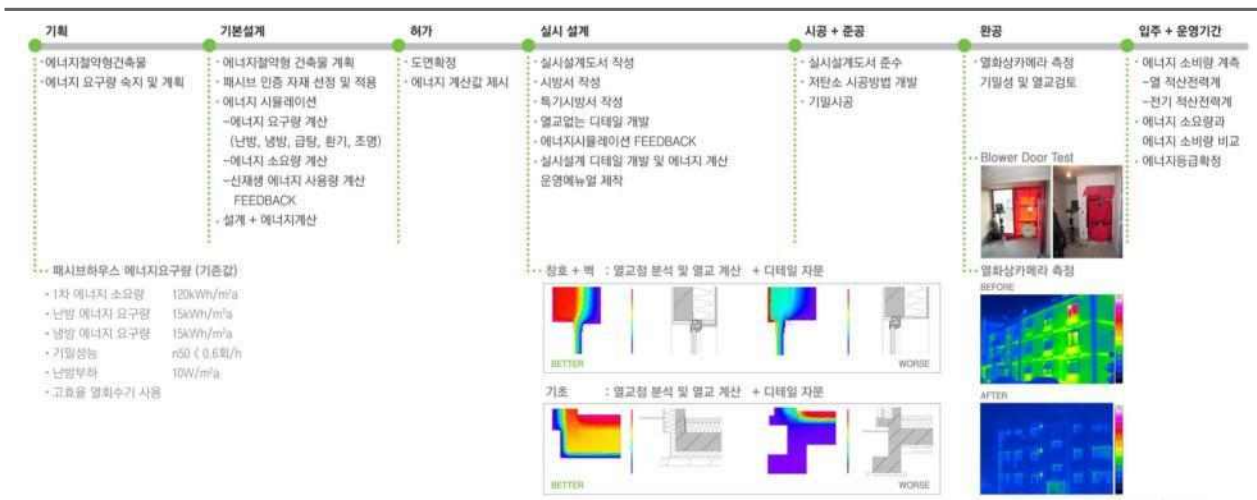
3) 삼성그린투모로우 홈페이지

바. 제로에너지 주택 단지 조성을 위한 프로세스 미개발

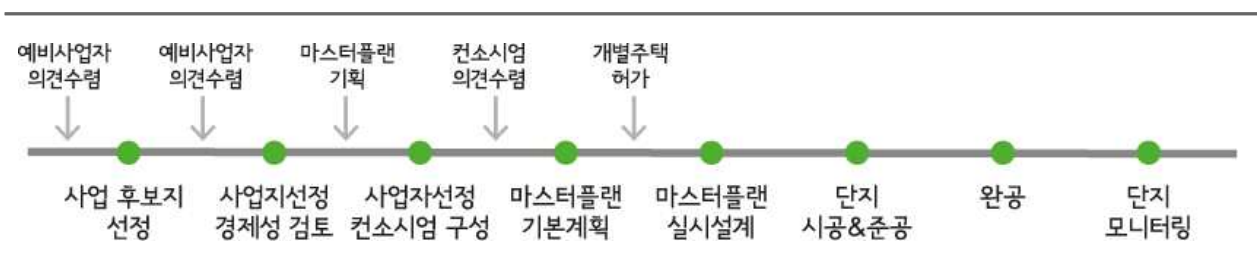
제로에너지 주택 및 단지를 실현하기에는 기존에 사용되는 설계 및 시공 프로세스는 많은 문제점을 가지고 있다.

특히 설계 단계에서는 지속적인 에너지 시뮬레이션과 열교시뮬레이션을 통해 설계안에 대한 에너지 성능 평가가 이루어져야 하며, 시공 단계에서는 시공 정확성을 확보하기 위해 기밀성 테스트와 열화상 카메라 촬영 등의 검증 프로세스가 필요하다.

제로에너지 주택 단지를 실현하기 위해서는 다양한 과정에서 전문가들 간의 통합적 자문과 협력을 통해 융합기술 구현을 위한 새로운 프로세스의 개발이 필요하다.



[그림1.2] 에너지절약형/제로에너지건축물 설계진행 프로세스 (출처: (주)드앰제이 건축사사무소)



[그림1.3] 에너지절약형/제로에너지 단지 설계진행 프로세스 (출처: (주)드앰제이 건축사사무소)

사. 제로에너지 주택 설계 디테일 및 시공기술인력 양성 필요

에너지절약형 건축물은 건축물이 필요로 하는 에너지 요구량을 줄임과 동시에 쾌적한 환경을 계획하는 것에서부터 시작한다. 실시설계 단계에서부터 열교시뮬레이션에 대한 검증, 완공단계에서는 열화상카메라와 기밀성테스트로 재검증한 디테일을 표준디테일화 하여야 함에도 불구하고 디테일 기술에 대한 개발이 매우 미흡한 실정이다.

설계 디테일과 더불어 오랜 시간과 자금의 투자가 필요한 것이 에너지 절약형 건축 설계 경험과 시공기술 인력을 양성하는 것이다. 수십 년을 걸쳐 발전해온 외국의 에너지 절약형 건축은 현장에서 꾸준히 축적되고 수정된 결과물이다.

아. 실거주자의 거주성 평가 및 에너지 모니터링 연구 필요

인체는 증발과 대류, 복사, 전도에 의해 열손실이 일어나며, 기온, 습도, 기류 그리고 주위벽면온도는 쾌적한 실내환경 조성에 큰 영향을 미친다.⁴⁾ 또한 공간의 쾌적성을 결정하는 물리적 요소는 벽체표면온도, 바닥온도, 벽체 축열 능력, 상대습도, 풍속, 온도차에 의한 진폭 비율 등이 있다.⁵⁾

실내 쾌적성은 ISO 7730에서 정의하는 PMV와 PPD라는 열 쾌적 지표에 반영되는 요소로서 쾌적성의 분야에서는 중요하게 다루어지고 있는 항목이다. 하지만 이러한 물리적 요소의 분석으로는 실 사용자에게 쾌적성을 판단하기에 무리가 있다.

건축물 내의 거주자들의 에너지 소비 행태는 국가별, 기후별, 지역별 등의 조건과 개인의 차이에 의해 많은 차이를 보이며, 에너지 시뮬레이션이 건물 시공상 발생하는 오류나 결함을 판단하지 못하므로 시뮬레이션 값과 실제 측정한 데이터와는 많은 차이를 보인다.

따라서 분양 또는 임대를 통해 실거주자에 의한 제로에너지 실내 쾌적성에 대한 거주성 평가와 실제 사용되는 에너지량을 지속적으로 모니터링 하여 비교 분석할 필요가 있다.

4) 건축 열환경 이론 및 분석 기초, 서승직, 최원기, 일진사

5) Bauphysik, Walter Bläsi, 8. Auflage, 2011

2. 제로에너지 주택 실증단지 정의

제로에너지 실증단지란 “에너지절약기술을 통해 주택 및 단지 에너지 요구량을 최소화하고, 신재생에너지기술을 사용하여 1차에너지소요량 제로를 달성하는 경제적이면서도 친환경적인 주택단지”를 의미한다.

첫째로, 제로에너지 주택은 건물의 라이프사이클 중에서 준공 후 주택 사용단계에서 소요 하는 에너지(난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기)를 제로로 하는 주택을 의미한다.

둘째로, 주택의 내부 공간에서 인간에게 편리하고 쾌적한 환경을 제공한다는 것은, 에너지 절감을 위해 주택의 거주성과 쾌적성이 절대 희생되지 않아야함을 의미한다.

셋째로, 주택의 외부공간에서 인간에게 편리하고 쾌적한 환경을 제공한다는 것은 인간 중심적인 디자인과 단지 전체가 화석에너지가 아닌 신재생에너지를 사용함으로써 이산화탄소 배출을 최소화함을 의미한다.

마지막으로 제로에너지 주택 실증단지는 “건물초기투자비용에 따른 회수기간을 최소화함으로써 차기 건설시장에서 매매 또는 임대 가능한 주택단지 모델창출”을 목표로 한다.

2절. 제로에너지 주택 단지 조성에 사용되는 기술

1. 기술의 분류

가. 제로에너지 주택 요소기술

1) 패시브(Passive) 기술

패시브기술로는 외피면적의 최소화, 단열성능의 강화, 외단열, 고단열 유리 및 패시브 창호의 사용, 여름철 실내 직사광선 유입차단, 자연채광 및 자연환기의 활용, 벽면률 확대를 통한 축열성능 강화, 자연환기 활용, 옥상 및 벽면 녹화 등이 있다.

2) 액티브(Active) 기술

액티브기술은 고효율 설비장치와 신재생 에너지 기술을 통해 주택에서 필요로 하는 에너지를 고효율 화하고, 전기나 가스 사용을 신재생 에너지로 대체하는 기술이다.

나. 제로에너지 단지 요소기술

1) 친환경단지 요소기술

토지이용 및 배치기법, 친환경 외부공간조성 기법, 수(水)순환 시스템, 투수형 블록, 상하수 공급처리 시스템, 식재 배치계획 등이 있다.

2) 제로에너지 커뮤니티 기술

단지는 적정 규모의 커뮤니티시설을 계획하여, 제로 에너지 성능을 달성하도록 계획하여야 한다.

3) 에너지 네트워크 기술

단지 내에서 생산된 신재생에너지 및 열(스팀) 등의 에너지를 각 세대별로 공급하기 위한 에너지 네트워크이다. 전력과 열 모두에 대한 네트워크 시스템과 모니터링과 제어가 가능한 시스템 등의 선택은 전체 단지의 성격에 맞춰 제시가능하다.

4) 제로에너지 단지 통합 운영관리 기술

제로에너지 단지의 에너지 사용 상황을 모니터링하고, 실내외 온습도 현황 등을 통해 실내 쾌적성을 분석하여 데이터베이스를 구축한다. 이 자료를 바탕으로 단지를 통합 운영 관리한다.

다. 제로에너지 주택 및 단지 실현 기술

1) 제로에너지 주택 및 단지 시공 기술

제로에너지 주택 및 단지의 시공을 위해 공정상 필요한 기술들에 대한 실증이 필요하다. 단열시공, 방수시공, 기밀시공, 열교차단시공 등 주택 설계과정상 시뮬레이션 결과와 실제 성능과의 오차를 줄이기 위한 기술이다.

2) 제로에너지 주택 설계 및 감리 기술

에너지 및 열교 시뮬레이션을 통한 설계, 부분 디테일 설계 기술, 제로에너지 단열 및 기밀성 검증 기술 등이 있다.

3) 제로에너지 Mock-up 건물 기술

제로에너지 주택단지를 구축하기 전 시행착오를 최소화하고 최적화된 에너지 성능을 설정하기 위해 Mock-up 주택을 설계 및 시공한다.

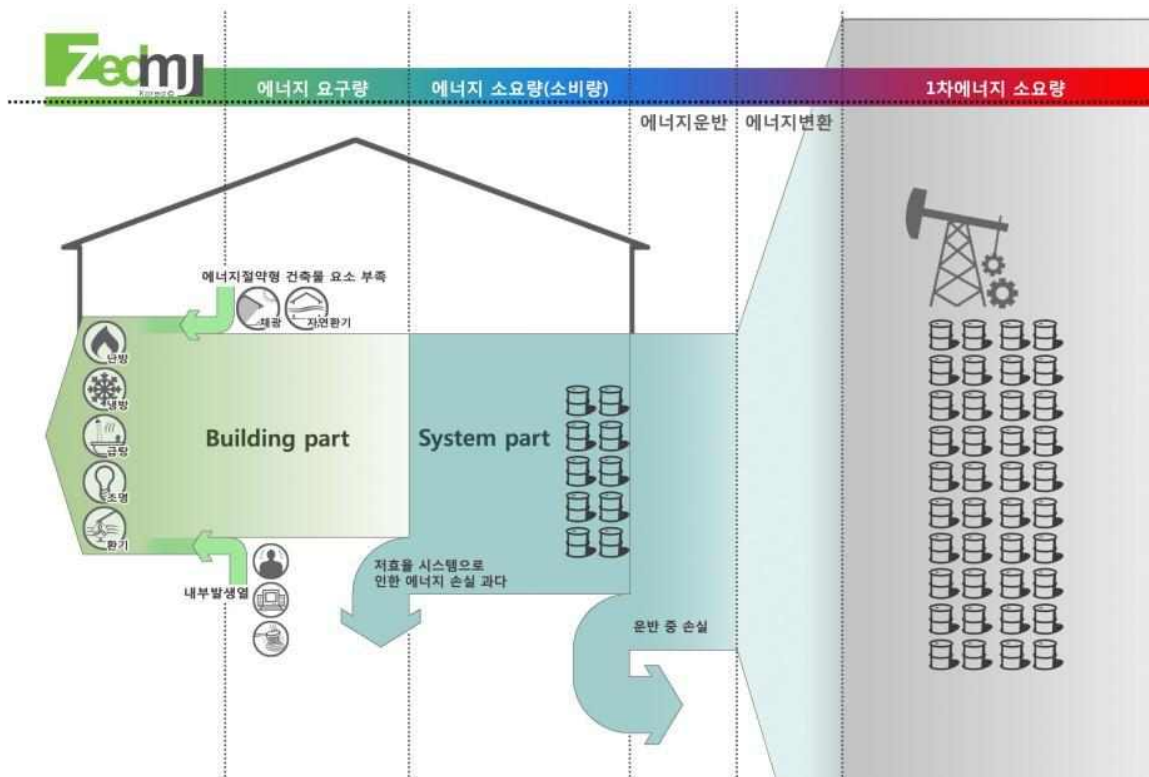
라. 기술의 정의

1) 에너지절약형 주택⁶⁾

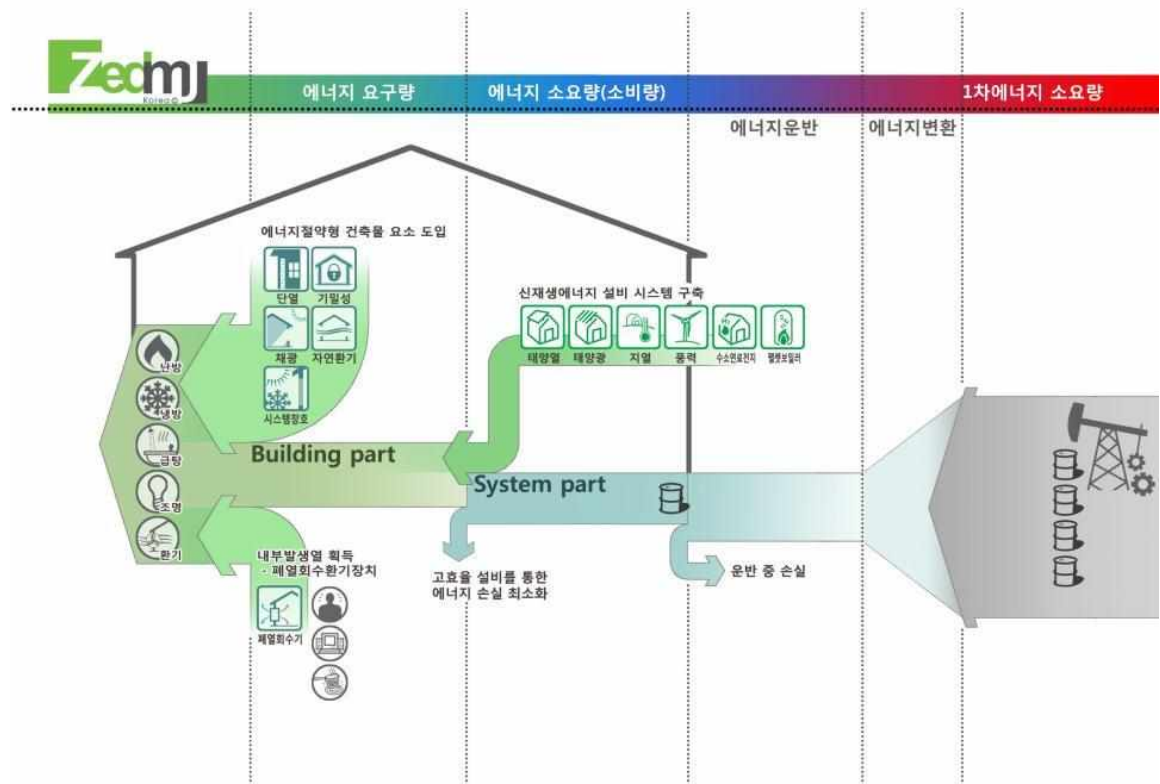
건축물에서 사용하는 에너지는 [건물에너지]와 [생활에너지]로 구분할 수 있다. [건물에너지]는 건축물에 필요한 난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명에너지를 뜻하며, [그림12]에서 보면 기존 건축물은 건축가가 기본설계단계에서 설계를 통해 획득할 수 있는 [자연에너지]와 실내에서 발열되는 [발열에너지]를 최대한 활용하지 않았지만, 에너지절약형 건축물 [그림13]에서는 [자연에너지]와 [발열에너지]를 최대한 활용하여 건축물 [에너지요구량]을 줄인 것으로 알 수 있다.

그러나 아무리 에너지 요구량을 제로에너지로 만들었다고 하여도 에너지요구량을 충족시키기 위한 설비시스템을 가동시키는 [에너지소요량]을 화석에너지에 의존한다면 제로에너지건축물이라고 할 수 없다. [에너지소요량]까지 화석에너지에 의존하지 않고 가동시키기 위해서는 신재생에너지를 사용하여야 한다.

6) 이명주, 제드엠제이건축사사무소, 일반건축물 신재생에너지설비시스템 표준설계가이드라인, 에너지관리공단, 2010.12 pp 24-25



[그림1.5] 기존건축물 원유 사용량

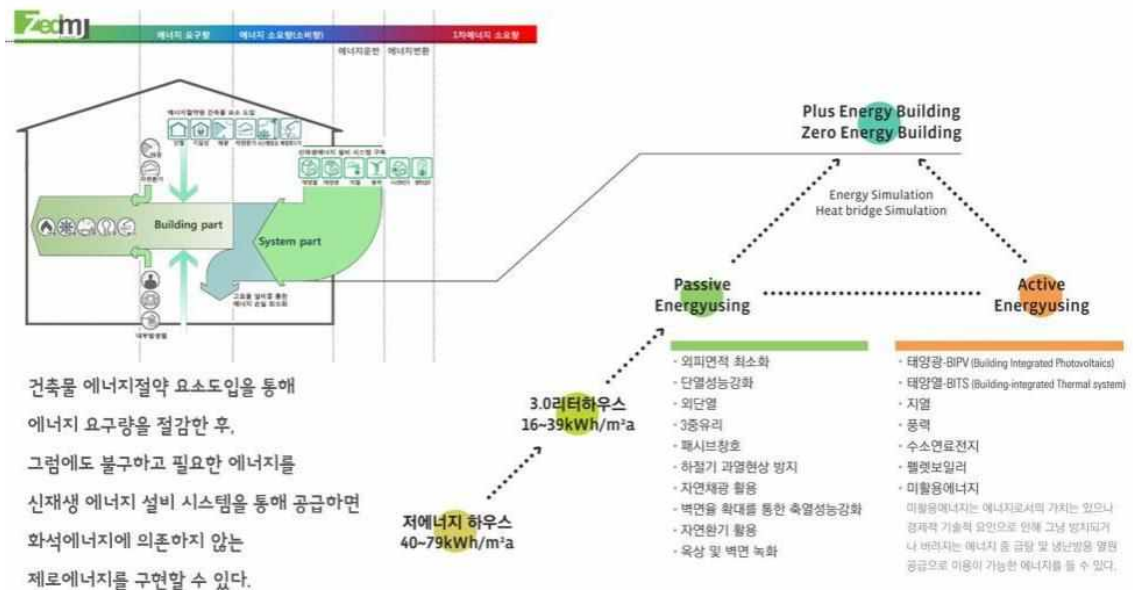


[그림1.6] 에너지절약형 건축물 에너지사용량

건축물을 제로에너지로 만들기 위해 신재생 에너지 투입량을 산정할 때는 가장 기본적으로 에너지 요구량을 최소화 시킨 후에 설비를 가동시키는 에너지를 산출한다. 이 과정에서는 저효율설비시스템을 사용하면서 손실되는 에너지와 설비 1차식에서 2차식으로 운반하는 과정에서 손실되는 에너지까지 고려하여야 한다.

신재생에너지 투자비용이 증대되는 것을 막기 위해서는 에너지요구량 값을 먼저 줄여야 하는데 내부발열을 재활용하는 것과 자연에너지를 기본설계단계에서부터 사용할 수 있도록 기획 및 계획하는 것이 매우 중요하다.

2) 제로에너지 주택의 정의⁷⁾



[그림1.7] 제로에너지 건축물 (출처: 이명주(주)제드애펬이 건축사사무소)

제로에너지 건축물은 ‘에너지 절약형 건축요소(Passive)’와 ‘에너지 생산형 건축요소(Active)’를 결합하여 건축물이 필요로 하는 1차 에너지 소요량을 제로로 만드는 건축물을 의미한다. 에너지절약형 또는 에너지 생산형 건축물이 친환경 건축물의 범주에는 속하나 생태건축과는 달리 다루는 재료, 디테일, 설계 그리고 시공방법이 확연히 다른 전문 분야이며, 제로에너지주택을 만들기 위한 노력은 다음과 같다.

7) 이명주, Hybrid Solarusing을 통한 농촌 제로에너지주택 구축 및 표준설계도서 제작, 환경부, 2010.

3) 에너지 절약형 건축요소 (Passive)

어떠한 기계장치(단, 폐열회수기 사용)가 없어도 건축적인 해결방법을 통해 화석에너지를 절약할 수 있는 건축요소이다.

Passive 요소는 외피면적의 최소화, 단열성능의 강화, 외단열, 고단열 유리 및 패시브 창호의 사용, 여름철 실내로의 직사광선 유입차단, 자연채광 및 자연환기의 활용, 벽면 율 확대를 통한 축열 성능 강화, 자연환기 활용, 옥상 및 벽면 녹화 등의 건축물에서 에너지 성능을 향상시킬 수 있는 요소이다.

4) 에너지 생산형 건축요소 (Active)

신재생에너지 설비장치를 설치하여 Passive형 건축물이 필요로 하는 화석 에너지량을 신재생에너지로 대체하는 건축요소이다.

Active 요소는 태양광(PV, BIPV), 태양열(TS, BITS), 지열, 풍력, 수소연료전지, 펠렛 보일러, 미활용에너지 등을 이용해 건축물이 필요로 하는 화석 에너지량을 신재생에너지로 대체하는 요소이다.



[그림1.8] 패시브건축물과 제로에너지건축물 요소기술 (출처: (주)제드엠제이 건축사사무소)

2장. 국내외 동향 및 환경 분석

1절. 국내외 정책 및 사회 동향

1. 국내 정책 및 사회 동향

가. 제로에너지 주택에 대한 일반인 인식 부족

지구온난화와 탄소배출량 저감의 필요성이 부각되고 있는 현 상황에서 건축물에서 사용되는 에너지의 절감은 매우 중요하지만 국민들의 체감정도는 아직까지는 매우 미약하다. 주택의 에너지성능향상은 초기공사비상승을 초래하는 원인이 되기 때문에 부동산을 재테크 수단으로 생각하는 현 시장에서는 에너지소비형주택이 여전히 건설되고 있다. 이러한 문제는 에너지 절약형 건축물에 대한 잘못된 인식과 홍보의 부족에 의한 것도 있지만, 제대로 구현된 제로에너지주택 또는 에너지절약형주택 시범단지의 모델을 여전히 제시하지 못하고 있는 국내 현실이 또 다른 원인이라고 할 수 있다.

나. 주택 탄소배출 절감 효율성 검토 부재

에너지문제가 현실화되면서 정부는 ‘저탄소 녹색성장’이라는 목표 하에 건축물 유형별 연간 에너지 소비량 기준을 단계적으로 강화할 것을 발표했다. 그 주요내용으로는 현재 2010년을 기준으로 2012년에는 주거용건물의 연간 에너지소비량을 30% 감축하고, 2017년에는 패시브주택 수준인 60%(패시브주택수준)로 감축하고, 그리고 2025년에는 제로에너지주택 의무화 로드맵을 구축하였다.

그러나 이러한 정부의 발표에도 불구하고 에너지절약형주택, 제로에너지 주택에 대한 파급효과는 여전히 미비한 수준이다. 그 주된 이유로는 주택이 초기 공사비 상승에도 불구하고 제로에너지로 지어져야 하는 논리적 근거가 확실히 제시되지 않았으며, 제로에너지로 지어질 경우, 탄소배출량 감소와 국가 에너지 사용량에 어느 정도 영향을 미치는가에 대한 효율성 검토가 없었기 때문이라고 할 수 있다.

주택 제로에너지화가 탄소배출량과 에너지 사용량 감소에 미치는 영향에 대한 데이터 입증 및 그와 관련된 정책이 체계적으로 강화되어야 할 것이다.

다. 국내 에너지절약형 주택 모니터링 결과 데이터베이스 부족

‘녹색건축물 조성 지원법’은 녹색건축 활성화를 위한 종합·체계적인 추진기반을 마련하기 위한 것으로서, 녹색건축물의 기본계획 및 조성계획을 수립해 녹색건축물 조성을 촉진하는 한편 건축물 온실가스 배출량 감축과 녹색건축물의 확대를 위한 제도적 장치를 마련하기 위해 제정 및 공포되었다. (2012년2월22일)

‘녹색건축물 조성 지원법’은 저탄소 녹색성장의 실현을 위한 건축물 에너지·온실가스 정보체계 구축, 녹색건축 인증, 녹색건축센터 지정, 에너지 소비총량 설정 및 에너지소비증명제 도입, 녹색건축물 전문 인력을 양성하는 것 등을 주요내용으로 담고 있으며, 향후 ‘녹색건축물 조성 지원법’은 하위법령(시행령 및 시행규칙 2012년 중 마련)에 세부시행내용을 담아 이 법이 공포된 날부터 1년 후에 시행될 예정이며, 국토해양부는 이 법이 시행되면 녹색건축물 조성이 촉진돼 국가 온실가스감축 목표 달성에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다고 밝히고 있다.⁸⁾

하지만 현재 성능 기준에 적합하면서, 경제성과 사업성을 갖춘 현실적인 에너지절약형 주택 모델이 제시되지 않았으며, 모델의 실증을 통한 모니터링 결과 데이터베이스가 부족하기 때문에 구체적인 기준을 제시하지 못하고 있다.

라. 제로에너지 주택 실증단지 부재

1) 환경부 / 탄소저감마을

소규모 마을에서 발생하는 음식물쓰레기, 가축분뇨 등을 활용하거나 자연력을 이용하여 마을에서 필요한 에너지의 일부를 생산·공급하는 에너지 자립형 마을이다.

적용된 에너지 절약 및 효율 개선요소는 다음과 같다.

에너지 자립 목표 설정 및 모니터링요소로는 마을의 에너지 자립율 현황을 바탕으로 자립도 목표치를 제시하고, 소비 분야 및 생산 분야의 목표 설정했다. 주민 공동체가 지속적으로 모니터링 하여 사업 전후의 에너지 자립 목표 달성 여부 점검했다.

에너지 절약 실천 프로그램요소로는 탄소 포인트제도 등을 활용하여 전력, 난방 등의 소비 절감량에 대해 인센티브 제공 했다. (국민 개개인이 온실가스 감축활동에 참여하도록 유도하는 제도로 지자체가 가정, 상업시설, 기업이 자발적으로 감축한 온실가스 감축분에 대한 인센티브를 제공)

8) 국토해양부, ‘녹색건축물 조성 지원법’ 보도자료, 2012.02.22

주민 교육 강화요소로는 기후 변화, 에너지 수급 현황 등에 대한 정기적인 주민 교육을 통해 에너지 자립 필요성에 대한 주민 인식 제고 및 에너지 절약 실천 기반 마련했다.

에너지 효율 진단 및 효율개선 사업지원 요소로는 기존 주택 및 공공시설의 에너지 효율 진단하여 에너지 효율이 낮은 건축물의 단열 설비, 노후시설 교체, 고효율 제품 지원 등을 통해 건축물 효율 개선했다.

에너지 생산 요소는 다음과 같다.

바이오매스 에너지 시설 설치 요소는 지역 내 바이오매스 에너지시설 및 부대시설을 설치하여 마을 내 필요한 전력, 열 등 에너지의 일부 자체 생산했다. 생산된 전기는 발전차액제도를 활용하여 전기 사업자에게 판매한다. 생산된 열(온수)은 배관을 설치하여 목욕탕, 마을회관 등 마을 복지시설에 공급함으로써 주민들에게 혜택 제공한다.

자연력 에너지 시설 설치요소로는 개별 주택 또는 공동 시설에 태양력소형 풍력·지열 등 자연력 에너지 시설 설치했다. (단, 지식경제부의 신·재생에너지 보급 사업 활용)

환경부에서 조성중인 “탄소저감마을”에 경우 시설 용량은 마을 내 발생 물량으로 한정하여 지자체에서 운영하는 폐자원 에너지와 시설과의 처리 대상 중복을 최소화 하고 있으며, 자율 운영의 원동력으로서 주민 의식 변화를 위한 교육 실시, 에너지 절약 운동 병행 등 소프트웨어 측면 강조하고 있다.

마을의 조성은 초기 투자 부담을 고려하여 국가와 지자체가 일부를 지원하고, 운영은 지역주민 공동으로 담당하고 있다. 지자체·전문가·지역주민 등이 포함된 협의체를 별도로 구성하여 적합 기술 선정, 운영 방법 등을 세부적으로 논의하고 있다. 시설의 수익은 폐기물 처리비, 전기 판매 수익으로 창출하고, 해당 수익은 차후년도 운영비, 추가 인프라 구축비용, 주민 이윤 분배 등으로 순환되도록 하여 추가 예산 투입 최소화 한다. 이 프로젝트는 신재생에너지를 이용한 에너지 생산에 초점을 두고 있으며, 탄소 사용의 저감과 관련된 부분은 사용자의 의식 변화와, 에너지 절약 습관 등의 소프트웨어적인 면에 의존한다.

본 프로젝트는 사용자의 의식개선과, 에너지 절약 습관 등에 대한 실효성 및 저감률은 불확실하며, 큰 수치의 변화는 불가능하다. 또한 본 사업에서 가장 큰 의의는 국가와 지자체의 지원을 최소화하고 폐기물 처리비, 전기 판매 수익을 창출하여 자체적으로 재투자되는 순환 시스템을 만든 것이다.

2) 세곡지구 - 아파트

-
- 공 사 명 : 서울강남보급자리지구 A7BL 공동주택 건설공사
 - 위 치 : 서울특별시 강남구 자곡동, 세곡동, 율현동 일원
 - 대지면적 : 47,683㎡
 - 공사규모 : 공공분양 765호(연면적 106,995.72㎡, 용적율 159.97%)
 - 공사예정금액 : 1,393억(도급공사비 1,252억+지급자재비 141억)
 - 공사예정기간 : 표준공기 639일(동절기 마감공사불능기간 미포함)
-

[표2.1] 세곡지구 건축개요

강남세곡보급자리지구에는 공동주택 10개동(15층) 765세대가 건설되며, 이 가운데 3개동 210세대가 그린홈 시범단지로 조성되며 그린홈 시범단지에는 기존공동주택과 비교하여 에너지소비량(총에너지)을 60%이상 대폭 절감할 수 있는 주택을 건설하기 위해 연구하고 있다. 시범단지의 총에너지 사용량을 68%까지 절감하고, 아파트지붕에 태양광 집열판을 설치하여 연간 236kWh(총에너지소비량의 7.3%)의 태양광발전을 설치하며, 자연지형에 따른 완만한 단지계획과 정남과 남동향의 판상형 배치로 자연채광을 적극 활용한다.

단열성능이 우수한 창호와 세대현관문의 설치, 전체 승강기 홀과 부대시설의 LED 적용, 옥상녹화 등으로 냉난방부하를 대폭 줄일 계획이다.

세곡지구는 주택이 아닌 아파트로 13년 9월 준공을 목표로 하고 있다. 성능은 제로에너지에 비해 많이 부족하지만, 본 단지가 조성되면 그린홈에 대한 국민의 관심과 필요성에 대한 공감대가 형성되어 그린홈 보급 활성화를 기대하고 있다. 또한 관련 기술 및 고효율 기자재 개발 등이 가속화되어 그린홈 기술 경쟁력 강화와 건설 산업의 발전에 크게 기여할 것으로 기대된다.

본 단지는 공동주택 분야에 대한 실증에 어느 정도 역할을 할 것으로 보이나, 여전히 주택에 대한 실증은 거리가 있다.

3) 단독주택 그린홈 실증단지

실험용 시범주택 수준에 머물고 있는 그린홈 주택의 한계에서 벗어나 실제 주민이 거주하는 실증단지 조성을 통해 그린홈 보급을 확산하고 관련 시장형성을 목적으로 했다. 대상대지는 용인 흥덕지구 내 블록형 단독주택용지 (경기도 용인시 영덕동 1092번지)를 설정했으며, 난방에너지 요구량 15kWh/㎡·year 이하, 1차에너지소요량 100kWh/㎡·year 이하를 목표로 설정했다. 난방은 자연형 난방설계(passive design)를 목표로 했으며, 태양광, 태양열, 지열, 바이오매스 등의 신재생에너지를 활용하여 에너지 소요량을

절감을 시도했다. 에너지소요량 절감, 창의적인 계획, 친환경 및 에너지절약형 자재 선정 및 주변 환경과 주민친화적인 요소들을 적용하여 설계했다.

단지 기본계획의 경우 전 건축물의 배치는 남향을 기준 단독주택 및 다세대주택으로 구분하여 주동의 다양성을 확보했다. 세대별 현관 위치 다양화로 인한 가로변 경관을 조성하였으며, 주변 환경과 조화를 이루는 환경 친화적이며, 건물과 녹지의 유기적인 관계가 유지되도록 조경계획을 수립하였다. 부대복리시설을 에너지 절약형으로 계획하는 것을 권장하여, 공용주차장 및 장애인 주차대수는 관련 지자체 조례에 적합하도록 계획하고, 조경, 포장 및 조경시설물, 외부 구조물, 우오수계획 기타 시설은 환경 친화적이며 에너지절약형으로 설계했다.

주택의 기본계획의 경우 주변 환경과 단지에 조화를 이루는 에너지 절약 및 친환경 주택의 계획 수립하고, 그린홈 보급을 위한 실증단지의 각 주택의 다양한 설계, 디자인을 적용하며 친환경 주택을 위한 공법 및 건축 재료로 설계·시공하도록 했다. 건축적인 해결 방법을 통해 화석에너지를 절약할 수 있는 건축물로 계획했다. 볼륨대비 외피면적 최소화를 통해 열에너지 손실을 최소화하고 벽면률 확대를 통해 단열성능 강화 검증된 단열 재료를 사용하고 열교가 차단될 수 있도록 외단열 공법으로 시공하여 단열성능 극대화했다. 창호는 고단열 고기밀 창호를 사용하여 내·외부간의 열손실 최소화했으며, 특히 간절기에는 맞통풍을 통해 에너지절약을 유도할 수 있는 평면계획 및 창호 선정했다. 마지막으로 처마 및 루버, 외부차양 등의 입면계획을 통해 실내로의 직달일사 유입을 차단했다.

주동배치는 난방 및 조명부하 등을 최소화하고 자연채광을 최대화할 수 있도록 배치하였고, 에너지시뮬레이션을 통해 난방에너지 소요량과 1차 에너지 소요량을 계산하여 목표치에 부합될 수 있도록 계획하였다. 기본계획 단계에서부터 열교 없는 디테일 설계를 통해 열손실 부위 제거하였다.

에너지생산형 주택계획 요소는 다음과 같다.

신·재생 에너지 설비장치를 설치하여 에너지절약형 건축물이 필요로 하는 에너지를 신·재생 에너지로 대체하는 건축물로 계획하였다. 태양전지판을 이용한 태양광 발전 중 투명 또는 반투명 태양전지를 이용하면 개구부 옥상의 시선차단벽, 루버, 차양, 발코니의 난간 등 2차적인 부위에 건물과 통합하여 설치하는 것이 가능하며 디자인 요소로 적용 가능한 BIPV를 사용했다. 태양열 집열장치를 이용한 급탕 또는 난방을 하며, 신재생 에너지 설비는 향후 증설 가능성을 고려하여 계획하고, 효율적인 유지관리가 가능하도록

계획했다. 친환경 건축물 인증평가를 위한 세부평가기준을 최대한 반영하여 계획하되 에너지 분야는 별도의 에너지시뮬레이션을 통해 보고서를 제출하도록 했다.

단독주택 그린홈 실증단지 사업은 본 사업과 같은 목적과 목표를 가지고 계획된 사업이었으나, 정부 지원의 부재, 분양과 임대 불확실성, R&D와 사업의 분리 등이 확실하게 이루어지지 않아 사업 추진에 한계가 있었다. 또한 사업 부지가 토지비용이 비교적 비싼 홍덕지구라는 점도 단독주택 그린홈 실증단지가 실패한 원인 중에 하나이다.

마. 제로에너지 주택 시장 형성 부진

제로에너지 주택 단지에 대한 민간 수요는 실험적으로 조금씩 발생하고 있다. 하지만 초기 투자비용이 크고 투자금에 대한 회수기간이 분석되거나 입증되지 않은 상태에서 불확실한 프로젝트에 단지조성에 필요한 막대한 자금을 투입하는 것에 어려워하고 있다. 또한 제로에너지 성능 실현을 위한 분양 가격 상승은 미분양에 대한 리스크를 크게 하고 있다.

외국 제로에너지 주택 단지 사례에서는 시행단계부터 통합적설계를 통해 단지 계획을 시도하지만, 건축주와 사용자가 다른 경우가 많은 국내 건축시장 상황에서는 사용단계에서 발생할 유지관리비용을 고려한 초기투자비용의 상승을 기대하기 어려움이 있다.

이러한 시장의 상황은 제로에너지 주택 시장의 형성을 막고 있으며, 다시 자재의 수입 또는 상용화되지 않은 고가의 국내 자재를 사용으로 인한 제로에너지 주택 초기 투자비용 상승의 악순환이 반복되고 있다.

현재 악순환의 고리를 끊고 국내 기술 및 자재를 바탕으로 하는 제로에너지 주택 시장의 형성을 위해서는 정부의 적극적인 시장형성을 위한 노력 및 지원과 더불어 적정 수준의 기준과 규제가 필요하다.

2. 해외 정책 및 사회 동향

가. 독일 건축물 에너지 절감 기술 동향

독일은 제1차 오일쇼크가 있었던 1973년부터 건축물 에너지절감 전략을 논의하면서 오랜 시간 탄탄하게 건축물 에너지효율에 대한 이론을 정립하고 법체계를 발전시켜 왔다. 2001년 이후부터는 총 52만 채 CO₂ 감축 건물 개축 프로그램을 실시하였으며, 2006년 이후에는 4년간 CO₂ 감축 건축물 리모델링 프로그램에 국가 예산을 매년 14억 유로 할당했다.

또한 2020년까지 온실가스 배출량을 1990년 대비 40%감축, 에너지효율성을 20% 향상, 그리고 전력생산에 있어서 재생에너지 비율을 30% 확대(재생에너지법 : EEG), 재생에너지를 이용한 난방비율을 14% 확대(난방법 : ENG)하겠다고 선언했다.

1) 독일 기후변화방지 종합 정책

독일은 기후변화방지를 위해 건물뿐만 아니라 모든 분야에서의 온실가스감축목표를 설정하고 분야별로 정책을 제안하였다. 정책명은 ‘지속가능한 발전, 아젠다21’이며, 2020년까지 1990년 대비 온실가스를 40%로 감축하는 것으로 목표를 설정하였다. 연방정부의 통합 에너지 기후 프로그램⁹⁾이 2007년 12월에 제안되어 2008년 5월에 독일 정부에 통과되었고, 14개의 법안과 7개의 추가조례로 구성된 통합프로그램을 도입하였다.

독일 환경부에 따르면 현재 온실가스 40% 감축목표에 거의 도달, 35%정도 감축한 것으로 독립적 조사 기관에 의해 보고되고 있다.

나. 독일 건축물 에너지 절감 관련 법규 및 정책

1) 에너지 절약법 Energieeinsparverordnung (EnEV)

독일의 에너지절약법 (EnEV)에서 주로 규정하고 있는 부분은 다음과 같다.

-
- 신축 및 기존 건물에 대한 에너지증서(Energieausweis or Energiepass)
 - 신축건물에 대한 최소 에너지효율기준
 - 기존 건물 증개축, 대수선, 개보수 시 최소 에너지효율기준
 - 건물 냉난방 및 공조, 급탕 설비에 대한 최소 에너지효율기준
 - 에어컨디셔너의 에너지효율조사
 - 법규 위반에 대한 규정
-

9) IEKB (Das Integrierte Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung)

2) 임대주택에 대한 관리 및 유지비용 저감정책 (Betriebskosten bei Mietwohnungen)

- 현재의 주택 임대에 관한 법률에도 에너지 절약을 위한 다양한 인센티브 정책이 포함되어 있으나 에너지효율을 위한 건물 리노베이션을 급속히 증가시키고 임대를 위한 공동주택에 재생가능에너지 사용을 강화하기 위해서 건물 난방비에 대한 법률 Heizkostenverordnung을 2009년부터 시행하였음. 또한 에너지정약 계약을 통한 탄소절감 프로그램도 운영중임.
<관련 부처> BMVBS, BMWi, Beteiligung BMU

3) 탄소 건물 리노베이션 프로그램(CO₂-Gebäudesanierungsprogramm)

- 2008년과 2009년 에 거쳐 이 프로그램을 통해 연간 700Mio. 유로가 주택의 에너지 효율화 리노베이션에 약 200Mio.유로가 지역사회기반 시설의 에너지효율화 리노베이션에 투자되었음. 이 프로그램은 계속 유지될 것이며 도시와 사회 기초 기반시설로 강화 확대되어 나갈 예정임.
- 이 프로그램은 2009년 에서 2011년까지 지금까지의 수준으로 유지되며 도시의 에너지 이용에 대한 사업으로 확장 연결되어 나갈 예정임. (지역냉난방, 도시지역별 재생가능에너지 생산 및 이용 건물 내외부의 합리적인 에너지저장방식 도입, 도심지의 에너지효율 주택에 대한 대규모 공모전 등)
<관련부처> BMVBS, Beteiligung BMF, BMBF, BMWi und BMU

4) 사회 기반시설의 에너지 효율화 (Energetische Modernisierung der sozialen Infrastruktur)

- 현재 전체 사회기반시설의 절반 이상 (40,000개 학교시설, 48,000개 유치원시설, 50,000 개 청소년 시설) 등이 에너지 효율화 리노베이션이 시급한 것으로 추정됨. 2008년 이에 대해 중앙 정부에 의해 약 200 Mio. 유로가 투자되었으며 각 지방부정부에서 투자된 예산을 포함하면 총 600 Mio. 유로가 투자되었음. 여기에 탄소 건물에너지효율화 프로그램의 대출이자 우대 정책 에 따라 추가적으로 약 200 Mio. 유로가 투자되었으며, 리노베이션이 시급한 학교와 유치원에 (약 600개 학교와 1200개 유치원)대해서는 특별프로그램이 운영됨.
- 독일정부는 이 프로그램을 통해 각 리노베이션 건물 당 약 50%의 1차 에너지소비를 줄일 수 있을 것으로 기대됨.
<관련부처 >BMVBS

5) 재생가능에너지 열 이용법 (EEWärmeG)

- 독일정부는 열에너지 이용 중 재생가능에너지 비중을 2020년까지 14%까지 높이는 것을 기준으로 재생가능에너지 열이용법 (EEWärmeG)을 시행함.
- 각 건물에서는 지열, 바이오매스, 태양열 등 재생가능에너지 이용의 비중을 의무적으로 규정함.
- 예를 들어 태양에너지이용의 경우 신축건물에서 15%, 기존건물의 리노베이션의 경우 10%를 의무적으로 사용하도록 하고 있음. 또한 재생가능에너지를 통한 열 이용을 위한 주거단지별 이용을 활성화시키기 위해 건축법과 연동하여 실시하는 것을 추진함.

<관련부처 >BMU für EEWärmeG, BMVBS/BMWi

6) 연방정부 건물에 대한 에너지효율화 프로그램

-
- 독일연방정부 건물에 대한 에너지 효율화 프로그램. 2009년에서 2011년까지 진행되는 프로그램의 주요내용은 직접적인 연방정부 건물의 에너지효율화 보수 리노베이션 공사 및 연료전지, PV, 진공단열재 설치 등 혁신적인 기술 이용을 15%까지 늘리는 것을 포함함.
 - 연방 건물을 다양한 기술의 시험장 및 재생가능에너지 이용원으로 적극 활용할 계획이며, 연방정부의 자발적 의무에 따른 탄소배출 모니터링에 대한 의무도 환경부와의 공조하에 시행됨.
<관련부처> BMVBS / BMU (Monitoring Selbstverpflichtung)
-

다. 영국 건축물 에너지 절감 기술 동향

2016년 신축 건축물 탄소제로의무화를 선언하였고, 2020년에는 전체 전력 중 40 ~ 50%를 신·재생에너지로 생산하도록 선언했다. 2030년에는 모든 주택 에너지효율화, 그리고 2060년에는 전력생산에서 화석연료 사용 제로, 이산화탄소 배출량 최소 60% 저감을 목표로 하고 있다. 또한 영국은 주택에너지 효율화를 위한 그린딜(Greendal)사업 추진계획을 발표하였다.

1) 그린딜 추진방식

-
- 그린딜 시공업자 등은 주택소유자 등에게 주택단열공사 추진여부, 공사내역, 그린딜 대출 등에 대한 종합 컨설팅 서비스 제공함.
 - 은행 등 금융기관은 그린딜 사업 대출상품 개발함.
 - 총 대출금액은 에너지효율화 공사를 통해 얻게되는 총 에너지 절약금액을 초과하지 않도록 설계
 - 그린딜 대출금액은 향후 25년간 분할 상환 가능하며, 할부금은 에너지소매업체가 발급하는 에너지요금고지서(Energy bill)에 포함하여 청구됨.
 - 에너지소매업체가 에너지요금과 함께 일괄 징수하여 금융기관에 납부하는 방식
 - 에너지법에 따라 그린딜 대출상품에 대한 할부금 납부의무는 실제 주택에 거주하고 있는 자(에너지효율화 사업으로 에너지요금 인하 혜택을 실제 누리고 있는 자)에게 부과됨.
 - 주택소유권 이전, 임대차 계약 등으로 실제 거주자가 변경되는 경우 할부금 납부의무는 매수자, 임차권자 등에게 이전됨.
 - 주택임대차 계약, 매매 계약시 그린딜 시공주택인 사실과 총 대출금액, 잔여금 등에 대한 정보 제공 의무화함.
 - 2011년 에너지법은 실거주자가 임차인(Tenant)인 경우 동 임차인에게 주택소유자(Landlord)에 대해 그린딜 시공을 요청할 수 있는 권한을 부여함.
 - 또한, 지방정부에게도 에너지낭비가 심각하여 주택 단열공사가 시급한 주택소유자에 대해 그린딜 시공을 요청할 수 있는 권한을 부여함.
-

2) 그린딜 사업관련 소비자 보호수단

- 정부 등으로부터 인증을 받은 업체만이 주택에너지효율화 컨설팅 기능을 수행할 수 있도록 규정함.
- 주택에너지 효율화 사업 인증을 받은 업체만이 시공을 할 수 있도록 규정함.
- 공사, 설비관련 하자 발생시 피해 보상을 위한 그린딜 보험 제도를 도입함.
- 그린딜 공사자재 등에 품질마크 부여함.

3) 참고사항

- 그린딜 사업은 영국전역에 걸쳐 주택 단열공사 및 개보수시장에 큰 비즈니스 기회를 제공할 것으로 전망되며 특히, B&Q 등 주택자재업체와 단열공사업체가 혜택을 받을 것으로 예상함.
- 한편, 영국 최대 소매업체인 테스코는 전 점포에 대해 태양광 발전설비 시공, 단열공사 등을 추진하겠다고 발표함에 따라 단열시장규모는 더욱 확대될 전망이다.
- 관련 업계의 경우 사업을 성공적으로 수행해 나가기 위해서는 저금리 대출, 그린 제품에 대한 부가세 인하(또는 20% 보다 낮은 세율 부과), 그린딜 주택에 대한 지방세 및 취득세 인하 등 추가적인 인센티브가 필요함을 강조함.
- 한편, 그린딜 사업을 추진하는 주택소유자 등의 경우 당장 초기투자비 지출부담은 없으나 에너지요금 인하효과는 상당기간 이후에 나타나고 할부금액 부담은 당장 발생하게 되어 그린딜 사업 추진을 꺼리게 될 것이라는 지적도 제기됨.
- 또한, 그린딜 금융상품 내용, 대출기준, 절차 등에 대한 세부규정 마련 시 이해관계자간 상당한 논란과 이슈가 제기될 전망이다. 앞으로 그린딜 사업 본격추진에 대비, 주택개보수 및 단열재, 건축자재 관련 시장진출방안 적극 모색 필요함.
- 영국 교민업체의 상당수가 주택 개보수 사업을 하고 있음을 감안, 그린딜 시공업체로 참여할 수 있도록 설명회 개최 및 인증취득 지원
- 영국 B&Q 등 단열재, 건축자재 유통업체 대상 국내업체 공동 마케팅 및 시장개척단 활동 지원

라. 유럽연합(EU) 건축물 에너지 절감 기술 동향

유럽연합은 2002년부터 벌써 건물에너지 절약성능지침을 수립하였고, EPBD(Energy Performance of Buildingsdirectives, 2002) 건축물 에너지 성능인증을 첨부하도록 의무화 하였으며, 냉·난방/공조 설비에 대한 정기적 점검 및 평가를 실시하도록 되어 있다.

2020년까지 20% 에너지소비를 줄이는 목표를 발표하였다. 유럽연합이 제정한 기후 에너지통합법은 2020년까지 이산화탄소 배출을 1990년의 20% 수준으로 감축하고, 재생에너지 비율을 20%까지 확대하여 에너지효율을 20% 더 높이자는 전략이다.

2015년까지 국가별로 신축건축물에 대한 에너지성능향상 방안제시, 2018년까지 신축건물 중 공공기관의 제로에너지 수준 의무화, 2020년까지 모든 신축건물의 제로에너지 수

준 의무화를 목표로 한다.

1) 유럽연합의 기후·에너지 통합법¹⁰⁾

- 에너지원의 대부분을 역외에 의존하고 있는 유럽연합은 에너지 역외의존도를 낮추고 기후변화에 대응하기 위해 에너지 효율 향상과 재생가능 에너지 개발과 보급에 힘써옴.
- 유럽연합의 에너지 정책은 에너지의 안보강화와 청정에너지 기술개발 및 보급임.
- 2007년 1월 유럽연합 집행위원회와 유럽의회는 에너지안보, 경쟁력, 지속가능성 등에 기반을 두는 저소비 경제를 지향하는 에너지정책(An Energy Policy for Europe)¹¹⁾을 발표함.
- 이 에너지 정책은 기후변화에 대처하고 일자리 및 성장을 촉진하며 에너지 원 수입에서 유럽연합의 취약성을 개선하려는 것이 고려되어, 유럽연합 에너지 정책은 역내 에너지 시장의 확립, 안전한 에너지 공급의 확보, 온실가스 저감, 에너지 기술개발, 원자력의 미래에 대한 고려, 공통적인 국제 에너지 정책의 시행 등에 대한 내용을 담음.
- 유럽연합의 공동에너지 전략을 바탕으로 2008년 1월 유럽연합 집행위원회는 2020년까지 온실가스 감축목표와 에너지 안보를 동시에 달성하는 것을 목표로 한 ‘기후행동 및 재생에너지 통합법’ (Climate action and Renewable Energy Package)를 제안했고, 2008년 12월에 ‘기후·에너지 통합법’ (Climate and Energy Package)이 유럽연합 집행위원회에서 공식 채택되어 유럽연합 회원국들에서 자국정책과 동일한 수준에서 시행중임.
- 통합법에는 재생에너지 사용촉진, 유럽연합 온실가스 배출권거래제 강화, 이산화탄소의 지질학적 저장, 교통부문 온실가스 배출 저감과 감시, 새로운 승용차 배출 성능기준 등이 포함됨.
- 이 정책은 2020년까지 에너지 효율 향상을 통해 에너지 소비를 20%까지 줄이고 온실가스 배출량은 1990년 수준에 비해 20% 이상 감축하며¹²⁾, 재생가능 에너지 비중은 20%로 높이겠다는 세가지 정책 목표로 집약됨. 재생가능 에너지 비중에는 교통부문의 바이오연료 사용 10%의무를 포함함.
- 2020년까지 에너지 소비를 20% 줄인다면 1천억 유로의 비용절감과 매년 8억톤까지 온실가스를 감축할 수 있을 것으로 기대함.¹³⁾
- 목표를 달성하려면 엄청난 에너지 절감 잠재력이 있는 분야에서 에너지 효율기술, 상품과 서비스를 개발해야 하며, 건물은 이 분야에서 가장 우선순위가 높음.
- 건물 부분은 유럽연합 에너지 요구의 40%를 차지하는데 에너지 소비를 1/3까지 줄일 수 있으며, 이를 위해 건물이 더 잘 설계되고 더 효율적인 조명, 냉난방, 온수시스템을 사용해야 함.
- 유럽연합은 재생가능 에너지 20% 보급목표 달성을 통한 연간 2~3억톤의 화석연료 소비를 대체하고 매년 6~9억톤의 온실가스 배출을 줄일 것으로 기대하며,¹⁴⁾ 이 목표를 달성하기 위해 유럽 각국은 각국의 현재상황과 능력을 고려하여 구속력 있는 국가 재생가능 에너지 보급 목표를 설정함. ¹⁵⁾

10) 전의찬, 이상훈, 미국의 기후변화·녹색성장 관련 입법 동향분석, 국회 입법조사처 연구용역보고서, 2009년.

11) http://europa.eu/legislation_summaries/energy/european_policy/127067_en.htm

12) 기후변화 협상에서 국제적 합의에 도달하는 경우 30%까지 상향조정할 수 있다.

13) http://ec.europa.eu/climateaction/eu_action/energy_efficient/index_en.htm

14) http://ec.europa.eu/climateaction/eu_action/renewable_energy/index_en.htm

15) Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directive 2001/77/EC and 2003/30/EC

2) 건축물 에너지성능 지침 (EPBD)¹⁶⁾

- 유럽위원회 (EC)에서는 교토의정서의 목표달성을 위해서, 2003년 1월에 건축물의 에너지성능에 관한 EU지침(Energy performance of Buildings Directive, EPBD)를 공포함.
 - EU 모든 국가들은 EPBD에 따라 이산화탄소 배출지표를 포함하여 건물의 에너지 성능을 종합적으로 평가함은 물론 그 개선을 추구하는 법률을 2006년 1월 4일까지 도입해야 함.
 - EPBD는 다음과 같은 사항을 의무적으로 요구하고 있음.
 - 건축물의 에너지 성능 인증제도 방안
 - 정기적인 보일러 및 냉방시스템의 점검
 - 건축물 에너지 관련 전문가와 조사자에 대한 조건
 - 건축물의 종합에너지 성능을 계산하기 위한 방법론에 대한 기본원칙
 - 신축과 대규모 개보수 건축물에 대한 최소 에너지 성능요구 조건
 - 건축물 에너지 성능 인증서는 전자제품 등과 마찬가지로 건축물의 에너지 성능을 측정, 표시하는 것으로서, 기본적으로는 신축을 대상으로 하는 것이지만, 기존 건축물의 소유자도 매매와 임대를 할 경우에는 에너지 인증서를 제시할 의무를 지니게 됨.
 - 에너지 인증서는 장래의 건물 구입자와 임차인에게 건물의 에너지 성능에 관한 각종 정보를 제공하여, 거래의 투명성 확보와 함께 소비자의 선택기준에 에너지 성능을 가함으로서 소유자측이 에너지 절약을 위한 개수 등을 추진하도록 유도하기 위한 목적을 가짐.
 - EPBD에서는 건축물의 에너지 성능평가는 각 지역수준에 따라 방법론과 증명서의 유형이 달라질 수 있지만, EPBD에서는 기본적으로 이하와 같은 사항을 필수조건으로 요구함.
 - 각 회원국은 건축물이 신축, 매매하거나 임대하였을 때에 장래의 구매자 또는 임차인에게 에너지 인증서를 제시하여야 한다. 인증서의 유효기간은 10년을 초과해서는 안 됨.
 - 에너지 인증서에는 소비자가 건축물의 에너지 성능을 평가하고 비교할 수 있도록 벤치마크와 현행 법규 기준과 같은 참고 값을 포함해야 함. 또한 인증서는 비용 효율이 높은 에너지 성능 개선에 대한 권고사항을 제시해야 함.
 - 각 회원국은 공공기관 및 공공서비스를 제공하는 건축물로 총 유효바닥 면적이 1,000㎡를 초과하는 경우에는 발급 된지 10년 이내의 인증서를 민원인이 잘 인지할 수 있는 위치에 부착해야 함.
 - 권장 실내온도 및 실제 실내온도 그리고 기타 실내기후와 관련된 인자들 역시 건물 이용자들이 잘 인지할 수 있는 위치에 부착해야 함.
-

16) 백정훈.SUSB newsletter 2008.12

마. 해외 건축물 에너지 절감 지원 정책

해외에서는 법과 코드 등으로 기준을 높여감과 동시에, 다양한 지원 정책을 마련하여, 시장의 형성과 국민 인식개선을 위해 노력하고 있다.

구분		주요내용	지원범위
영국	SCHRI	주택에 신규 신재생에너지 시스템 설치하는 것에 자금 지원, 어드바이스 및 프로젝트 지원 서비스 제공	- 설치비의 30%, 최대 4,000파운드 지원
	영국 저탄소건물 프로그램 (Low Carbon Building Program)	신재생에너지를 설치하는 주택의 건축주에게 보조금을 지급하는 프로그램	- 태양열발전: 최대 £2,500 - 풍력터빈: 최대 £2,500 - 소수력: 최대 £1,000 - 태양열 온수: 최대 £400 - 지열펌프: 최대 £1,200 - 공기열 펌프: 최대 £900
캐나다	CBIP	MINECB를 기준으로 25%이상 에너지 효율이 향상된 상업건물 소유자에게 보조금지원	- 최대 £60,000 지급
	IBIP	MINECB를 기준으로 15%이상 에너지 효율이 향상된 상업건물 산업 혁신자에게 인센티브 제공	- 최대 £80,000 지급
미국	시에틀 LEED 파일럿 인센티브 프로그램	5,000ft ² 이상의 신축 또는 리모델링 프로젝트(상업건물)에 LEED 등급에 따라 건물소유주 또는 개발사업자에게 보조금을 지원	- LEED Certificated 등급은 최소 \$15,000 지원 - LEED 실버 등급 이상은 최소 \$30,000 지원
	Oregon Programs	LEED 기준에 따른 인증등급에 따라 보조금 차등 부여	- LEED 실버등급 획득: ft ² 당 최대 \$5.71 지급 - LEED 플래티넘등급 획득: ft ² 당 최대 \$14.29 지급
일본	환경 공생 주택 모델사업	환경부하를 줄이는 일정요건을 만족하는 주택단지나 정비	- 사업비의 1/3 지원
	twate현 환경 친화주거조성 프로젝트	외피 고단열	- 1호당 10만 엔 보조
		현에서 생산된 자재 사용	- 1m ² 당 2만 엔 보조 - 40만 엔 한도
		태양광발전, 태양열 이용, 지중열 이용 히트펌프 시스템을 도입하는 주택의 경우	- 1건당 15만 엔 보조
	주택용 태양광 발전 시스템	태양광발전을 도입하는 개인에 대해 설치비비 보조	- 85만 엔

[표2.1] 국외 보조금 지원 사례 (출처: auri, 친환경 근린개발을 위한 도시설계 기법연구, 2009)

1) [독일] 에너지절약형 건축물 관련 지원제도

- 현재 독일에서는 입법자가 인증된 패시브, 제로에너지 건물의 시공을 지원함.
 - 연방 차원과 주차원에서 에너지효율이 높은 건물을 시공하는데 동기부여를 위해 여러 종류의 지원 프로그램이 있는데 이는 설계와 시공에 들어가는 추가 비용에 대한 재정 지원정책임.
 - 독일에서 패시브하우스가 주거건물일 때 EnEV2009 대비 건축비용의 약 5-10% 추가비용이 소요됨.
-

2) [독일] 국립재건신용기관(KFW)¹⁷⁾으로부터 지원

- KFW는 1948년부터 재건지속가능성과 혁신적인 장려제도를 목표로 하는 독일의 국가 은행임.
 - 2010년에는 환경과 기후보호를 위해 250억 유로를 투자하는 큰 규모의 기관임.
 - 재정 지원은 직접 재정 지원이나 금리가 유리한 대출로 이루어지며, 국립재건 신용기관(KFW)은 연방 차원에서 (전 독일 내) 금리가 유리한 대출을 보증하는데, 고정금리나 상환시작연도가 자유로운 대출임.
 - 지원 대상은 건물주, 사립 건설사, 지주, 주택사업가들이며, 에너지효율적인 주택을 신축하거나, 개축을 하는 경우 보조금이나 대출을 각 은행을 통해 신청함.
 - Kfw에서 정의하는 “에너지효율성 “은 EnEV, 즉, 에너지보호법령에 있는 에너지 기준을 따르는 것이며, 이 기준에 따라 짓는 건설의 재정을 지원함.
 - 에너지효율적인 주택은 태양열, 지열, 바이오, 나무, 풍력, 수소연료 등을 통한 재생에너지를 기반으로 하는 혁신적인 난방기술을 요구하며, 단열성능을 극대화한 것이므로 ” 일반적인 “ 신축주택보다는 훨씬 더 많은 비용을 수반함.
 - “에너지 효율적인 건축” 을 위한 지원의 한도는 각 세대 당 50,000 유로(약 7500만원)까지 가능함.
 - “에너지 효율적인 개축 “일 때는 세대 당 75,000유로(약1억1천만원)까지 가능하며, 에너지설계 기준이 높아질수록 대출을 많이 받을 수 있음.
-

3) [독일] 정부로부터 지원

- 연방의 개별 주들은(바덴-뷔르템베르크, 바이에른, 브란덴부르크, 헤센, 니더작센, 노르트라-베스트팔렌, 라인란드 팔츠, 함부르크 시, 작센 등) 지역 별로 여러가지 지원 프로그램들이 시행되고 있으며, 함부르크는 기존 건축물의 증축이나 개축을 패시브하우스로 건축하는 경우 240 유로/m²의 보조금을 최대 130m²까지 지급하는 지원 프로그램을 운영하고 있음.
 - 지원 금액은 10년 간 같은 비율로 나누어 놓았으며, 완성이 된 후 함부르크 주거건축 신용기관에 의해 품질 증명서를 제출할 경우 분기별로 선급함.
-

17) KFW는 Kreditanstalt für Wiederaufbau의 약자이며, 재건 신용 기관을 의미한다. 1948년에 2차세계대전 이후에 Marshal Plan의 일환으로 설립되었다.(출처:위키피디아)

2절. 국내외 시장현황 및 전망

1. 국내 시장현황

가. 고유가로 인한 주택 유지 관리비 상승

에너지산업 주요 통계에 따르면 최근 고유가로 인해 주택 유지 관리비가 지속적으로 상승하고 있다.

우리나라는 에너지 소비 세계 10위, 석유소비 세계 7위, 석유수입 세계 4위로 신흥소비대국의 하나로 성장했다.¹⁸⁾ 2020년의 국내 에너지 총 소비량은 312백만 TOE로, 2004년 소비량 220백만 TOE 대비 42%가량 증가할 전망이다. 2003년 주요에너지 점유율은 석유 45.7%, 석탄 24.1%, 천연가스 12.9%, 수력 0.7%, 기타 1.8% 이다. 그중에서 석유, 천연가스, 석탄 등 화석연료 의존도는 2004년 82.7%에서 2020년 80.3%로 소폭감소 될 것으로 예상되고 있다.

구분	1990	2001	2004	2011	2020
석유	50.0 (26.2%)	100.4 (50.6%)	100.6 (45.7%)	125.4 (46.5%)	139.6 (44.8%)
천연가스	3.0 (3.2%)	20.8 (10.5%)	28.3 (12.9%)	33.2 (12.3%)	48.0 (15.4%)
석탄	24.4 (26.2%)	45.7 (23.1%)	53.1 (24.1%)	60.2 (22.4%)	62.6 (20.1%)
원자력	13.2 (14.2%)	28.0 (14.1%)	32.6 (14.8%)	43.5 (16.2%)	52.0 (16.7%)
수력	1.6 (1.7%)	1.0 (0.5%)	1.4 (0.7%)	1.2 (0.5%)	1.2 (0.4%)
기타	0.8 (0.9%)	2.3 (1.2%)	4.0 (1.8%)	5.8 (2.2%)	8.6 (2.7%)
합계	93.0 (100%)	198.2 (100%)	220.0 (100%)	269.3 (100%)	320.0 (100%)

[표2.1] 우리나라 에너지 소비량 및 수요전망 (단위 ; 백만TOE)

자원의 대부분을 수입에 의존하는 우리나라의 경우 안정적인 에너지 자원 확보의 중요성이 그 어느 때보다 커 정부차원의 적극적인 대응 필요하다.

18) 세계 에너지 자원 현황 및 최근 동향, 박형일 이영진, 2006.08

나. 제로에너지 달성 상승비에 대한 구체적 정보 부재

현재 제로에너지(에너지 절약형 + 에너지 생산형) 주택 달성을 위한 설계 및 시공 과정상의 상승비용에 대한 구체적인 정보가 부재한 상황이다. 제로에너지에 대한 일정성능 기준을 만족하기위한 주택의 설계 및 시공 과정상의 상승비용에 대한 투명하고, 공정한 검토가 필요하다. 특히 제로에너지 상승비용과 회수 기간에 대한 검토가 구체적으로 필요하다.

또한 설계사무소 및 시공사 별 상승비용 산정기준 부재로 인해, 비용 상승 과대 책정으로 인한 피해사례 점차 증가하고 있다. 이에 따라 비용 상승에 대한 공식적인 정보 부재로 인해, 적정 상승비용 책정에도 불구하고, 설계사무소 및 시공사에 대한 건축주의 신뢰도 하락으로 인한 분쟁사례가 증가하고 있다.

2. 국외 시장현황

독일은 70년대 초반부터 친화적인 건축대안 들이 제시되면서 소재에서 시스템 개발기술까지 실용적이며 구체적인 요소기술들이 보편화되어 있다. 특히 친환경건축기술은 주거건축분야에 집중적으로 적용되고 있으며, 친환경주거건축 개발 경향은 대략 5개의 분야로 나눌 수 있다.

건축물 에너지 절감 관련 개발 동향	개발 경향 별 예시
• 에너지절약을 위한 패시브 및 액티브 태양에너지 이용 시스템의 개발 및 적용	- 되르페 최초의 에너지 자립주택
• 전통적 자연소재나 재생재활용 소재를 이용한 새로운 주택 시스템 개발경향	- 카셀의 밍케 하우스 - 킬하세의 생태주택
• 건축물 공급처리 시스템을 에너지 및 물질 순환형 시스템으로 구축하려는 경향	- 독일 뮌헨 - 하이드하우젠 - 베를린의 6블럭
• 외부공간 및 건물외피를 생물서식이 가능한 공간으로 조성하고 이를 자연경관과 유기적으로 연계시키려는 경향	- 베를린 에코하우스 - 샤프부뤼에 생태단지
• 사회생태학적 개념을 적용한 생활공동체적 주거단지를 건설하려는 경향	- 하노버 야생잔디 주거단지 - 뒤셀도르프 생태주거단지

[표2.2] 국외 건축물 에너지 절감 관련 개발 동향

3절. 기술 및 환경동향분석

1. 관련 기술개발 동향

가. 국내 설계/시공/엔지니어링 기술 부족

건축물에서 에너지 절감의 중요성을 인식하고, 녹색성장 국가 비전 선포 후 에너지 절약형 건축과 관련 분야의 연구가 꾸준히 이루어지고 있으나, 이는 해외의 사례나 해외의 기술 동향 등이 소개되는 수준이며, 국내에 이를 실현하기 위한 자재 및 공법 및 설비장치 등의 총체적인 연구는 아직 이루어지지 않고 있다.

국내에서 시공되고 있는 제로에너지 주택은 대부분 독일을 비롯한 외국으로부터 들어온 기술을 바탕으로 시공되어지고 있으며, 패시브하우스에 관한 제도의 체계적인 정비와 자재 및 공법의 국산화가 이루어지지 않아 패시브하우스 대중화의 걸림돌이 되고 있다.

현재 친환경건축연구센터에서는 저에너지 친환경공동주택 가이드라인을 발표(20010.3) 함으로써 에너지절약형 아파트에 대한 기준을 제시하고 있으나 패시브하우스 기준까지의 제안 내용은 포함하지 않고 있다.

제로에너지 주택과 관련한 국내 주요 관련 연구기관을 정리하면 다음과 같다.

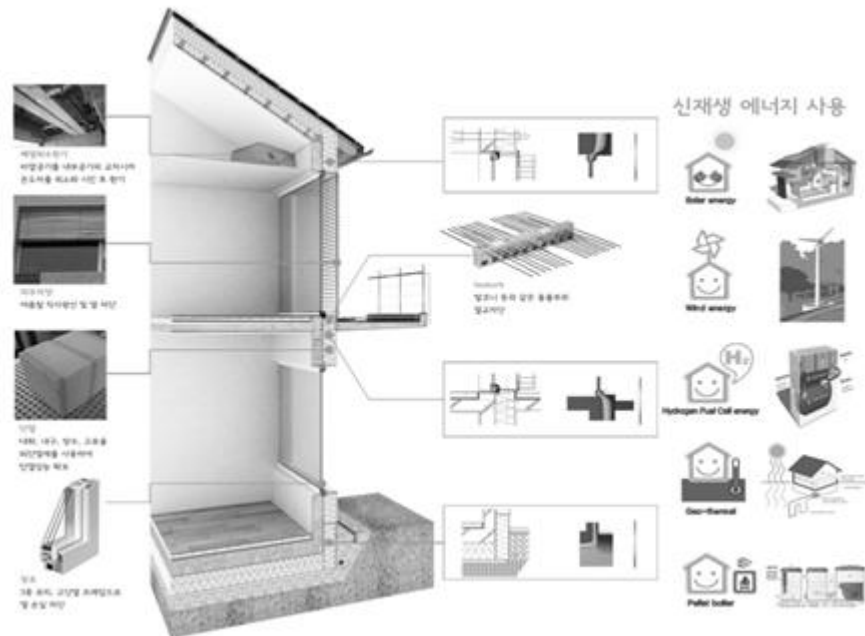
연구 기관	주요 내용
(주)제드엠제이 건축사사무소 부설 제로에너지 기술연구소	- 에너지절약기술 (Passive건축요소기술), 최신 IT+Energy기술, 신재생 에너지기술을 결합하여 제로에너지 단지와 건축물 만들기를 실현 - 건축물 초기설계 단계에서부터 에너지시뮬레이션을 기반으로 에너지 성능을 검토하면서 설계하는 부설 제로에너지 기술연구소를 운영
한국건설 기술연구원	- 주택, 건축물 및 도시를 친환경 적인 공간으로 구현하기 위한 제도 및 정책지원, 기술개발 및 평가 등과 관련된 연구수행 - 녹색성장과 삶의 질 향상을 위한 그린홈연구
한국건축 친환경설비학회 한국패시브 하우스연구소	- 독일 패시브하우스 연구소와 협약 체결 - 교육기관으로서 독일 패시브하우스 설계자 인증시험 기관으로 운영

제로에너지 주택의 국내연구 인프라 및 기술개발 수준은 다음과 같이 모든 인프라 항목이 부족한 상황이다.

기술 분야	인프라 항목	선진국 대비 인프라 수준				
		부족	다소부족	동등	우월	보다우월
제로에너지 주택	연구 시설 및 설비	○				
	기초인력	○				
	산업기술인력	○				
	산학연공동연구기반	○				
	정보화	○				
	신뢰성평가	○				
	표준화기반	○				
	기술이전 및 거래	○				
	국제기술협력기반	○				

나. 기 개발 자재 성능기준 불명확

국가 또는 민간에서 기 개발 된 자재에 대한 성능 및 성능 기준의 모호함으로 인해, 자재의 성능에 대한 신뢰도가 떨어지고, 자재간의 비교 분석이 어렵다. 자재 성능기준은 건물 에너지 성능과 밀접한 관계를 지니며, 자재의 성능이 불명확한 경우, 에너지 성능 또한 불명확해 지며, 특히 자재에 대한 성능의 불명확한 점은 설계 단계에서 이루어지는 에너지 시뮬레이션 결과에 치명적인 영향을 미친다.



[그림2.4] 건축물 단계별 프로세스 및 제로에너지주택적용기술 (출처: (주)제드엠케이 건축사사무소)

독일과 국내에서 사용하고 있는 단열재와 창호 그리고 문에 대한 인증기준은 다음과 같이 비교할 수 있다.

기준		독일 패시브자재	국내자재
단열재		WLG값으로 성능 구분	단열재 등급별로 두께 지정 KS F 2277
창호	기준면적	시험체별로 다름	2000x2000(단열), 1500x1500(기밀)
	열관류율값	창틀	창틀과 유리를 합쳐서 표기 (2.632W/m ² K)
		유리	
		ψ값	표기안함
	투과율	G값 50~60%	표기안함 차폐계수활용(SC)
	기밀성	독일표준(DIN18055)이며 표기안함	있음(n50 = 10m ³ /h·m ²)
	위생판정기준	있음	없음
	쾌적성 판정기준	있음	없음
	인증서 표기	창호 사이즈 유리 열관류율 창틀 열관류율 설치된 창호 열관류율 열교손실계수 창틀 상수들	창호 열관류율 열관류저항 기밀성 프레임폭 유리 및 공기층 두께
단열문	데이터시트 내용	창호구성 자재 열교시물레이션결과	없음
	열관류율	표기(0.8W/m ² K)	창과 같은 기준으로 시험
	기밀성	표기(Q100=2.25m ³ /h·m ²)	

[표2.2] 자재 인증기준 표기 비교

다. 민간 기업 기술 공개의 어려움

현재 국내에 지어진 건물 중에서 독일 패시브하우스 협회(PHI) 인증을 받은 건물은 코오롱 건설의 ‘e+ 그린홈’ 과 한라건설의 ‘인천 한라 노인정’ 이 있다.

이러한 제로에너지 건축 기술이나 패시브 건축 기술 등이 시장을 형성하고 보급되기 위해서는 막대한 예산을 들여 개발된 기술의 공유와 시장 공개가 필요하다. 하지만, 특정 기업 위주의 자기 자본 투자에 의해 기술개발이 이루어진 상황에서 기술의 공유와 시장 공개는 많은 어려움이 있다.

인천 청라지구 청라비발디 노인정¹⁹⁾



- 위치 : 인천시 서구 경서동 청라지구 경제자유구역 내
- 건축면적 : 165.5㎡(51.1평)
- 패시브하우스 설계 : 한라건설(주), 이필렬
- 설비 및 기계설비 : 한라건설(주), Paul(독일)
- 시공 : 한라건설(주)
- 난방에너지 수요 : 13kWh/㎡ · yr
- 1차 에너지 수요 : 111kWh/㎡ · yr, n50 = 0.28/h

난방에너지 수요는 13kWh/㎡ · yr, 일차에너지 수요는 111.kWh/㎡ · yr, n50값은 0.28/h로 패시브하우스 기준치보다 좀 더 나은 수준이다. 패시브하우스 디자인연구소에서 에너지설계, 상세설계, 열회수 환기설비 조달, PHPP 에너지계산, 기밀성확보, 기밀성 테스트, 인증신청 등을 담당했으며, 청라 노인정의 경우 최종서류 전송 후 결과를 얻기까지 3주 정도 소요되었다.

코오롱건설 e+그린홈²⁰⁾



- 위치 : 용인시 처인구 코오롱건설
기술연구센터 내
- 연면적 : 394.37㎡(구 120평)

계획부터 고단열, 차양 등 패시브 기술을 사용해 에너지소비를 최소화 하였으며, 쿨 튜브나 우수재이용 등을 통해 자연에너지 이용을 최대화하고 태양열, 태양광, 지열 등 신재생에너지 생산을 극대화 하였다. 계획과 디자인에 3년여의 공을 들여 패시브, 액티브, 신재생 등 95개의 녹색기술과 녹색디자인을 적절히 조화, 배치하였다. 동일한 면적의 일반주택이 사용하는 에너지의 27%만으로도 조명, 환기, 급탕, 냉 · 난방을 사용할 수 있는 주택을 완성함. 여기에 태양열, 태양광, 지열 등 신재생에너지로 38%의 에너지를 생산해냄으로써 연간 11%의 에너지 생산을 실현하였다.

19) 박지혜, 홍정기 기자, 건물에너지 설계로 새는 에너지 막는다. 월간전원주택라이프 2011년 4월호

20) 이나영 기자.이투뉴스 Green Revolution-코오롱건설, 국내기술로 독일패시브하우스 최초인증 2011년 9월 26일 월요일

라. 제로에너지 자재 보급화 어려움

현재 제로에너지 주택 및 건물의 달성을 위한 자재의 개발과 성능 향상 투자는 지속적으로 확대되고 있다. 하지만, 기술 또는 자재가 상용화되지 않았고, 기준 및 모듈이 일정하지 않기 때문에, 공장의 대량 생산을 통한 단가 절감이 어렵다. 따라서 현재 지어지는 제로에너지 건물은 외국 수입 자재에 의존하고 있는 현실이다.

기준 및 모듈이 일정하지 않은 것은 대량 생산 이외에도, 현장 작업에도 많은 시간 및 노동력을 요구하며 시공상의 크고 작은 오차를 발생시킨다.

이러한 보급기술의 부재로 인한 대량생산의 어려움, 설계 및 시공상의 어려움 등은 에너지 절감형 건물 시장의 형성을 막는 가장 큰 문제이다.

2. 환경동향

가. 친환경 단지조성 기술 비상용화

지금까지 정부와 학계, 민간에서 막대한 투자를 통해 개발되어진 친환경 단지조성 기술이 아직까지 상용화 되지 않고 있다. 친환경 단지조성 기술은 제로에너지 주택 개념을 넘어 단지 차원에서 자연에 발생하는 부하를 감소시키는 중요한 기술로 현재 친환경 단지조성 기술은 대부분 민간에서 개발된 기술이기 때문에 기술특허로 인한 고가 초기투자비 지불이 불가피하게 필요하다.

나. 제로에너지 주택 실내 환경에 대한 거주성 평가 부재

아직까지 건축물에서의 쾌적성에 대한 가치를 중요하게 생각하지 않는 경향이 있으며, 또한 쾌적성을 높이기 위한 노력이 선진국에 비해 부족한 상황이다.

제로에너지 하우스의 주요 목적은 에너지효율화뿐만 아니라, 실내 쾌적성, 경제성, 환경친화성을 제공하기 위한 것이라는 점을 미루어볼 때, 건축물에서의 쾌적성에 대한 연구가 패시브하우스의 디테일한 건축설계를 통해서 이루어 질수 있다는 것을 알 수 있다.

국민들의 기본적인 생활수준이 높아지고, 쾌적성에 대한 요구가 많아짐에도 불구하고 가시적인 효과를 기대하는 사용자의 요구에 따라 기존 제로에너지 주택의 경제성 분석 연구가 주택 운영비용의 절감을 통한 투자회수기간으로만 계산하고 있는 실정이다. 그러나 이제는 이를 인간 중심적인 삶의 질을 적용시키고, 패시브하우스가 가지는 쾌적성과

이에 따른 쾌적지수를 산정함으로써, 이용자의 삶의 질 가치 환산을 통해 패시브하우스가 갖는 경제적인 가치를 총체적으로 살펴볼 필요가 있다.

인간 친화성뿐만 아니라 거시적인 관점으로 자연 친화성을 역점으로 두어 우리 인간의 자연 환경을 개선시키는 삶의 질의 향상의 측면을 알아볼 필요가 있다. 패시브하우스는 난방에너지를 기존건축물에 비해 90%를 줄이고, 50%의 전체 에너지소비량을 실질적으로 절감시킬 수 있는 건물로서, 자연환경에 대한 부하를 원천적으로 줄일 수 있다.

3. 특허동향분석

막대한 규모로 예상되는 녹색 건축시장을 대비해 각 민간 기업에서는 자재나 기술에 대한 특허를 선점하기 위해 노력하고 있다. 하지만, 민간에서는 값비싼 연구비를 들여서 개발한 자재 및 기술을 보호받기 원하고, 시장 공개를 꺼리고 있다.

제로에너지 주택 기술에 경우 건물의 에너지 성능을 향상시키기 위한 패시브 기술의 특허보다 에너지 생산을 위한 신재생 에너지(액티브) 기술 특허가 다수를 이루고 있다.

자재 분야에서는 에너지 절약형 건물을 위한 자재의 성능 확보하기 위한 특허는 차츰 많아지고 있으나, 아직 단가를 내려 보급성을 확보하고, 시공성을 향상하기 위한 기술은 많이 부족한 상황이다.

주택의 경우 단위 주택별 특허는 만들어 지고 있으나, 융합을 통한 단지 차원의 통합적인 개발은 부족하다. 특히 친환경 주거 단지 요소 또한 개별 요소기술 향상과 등록에만 초점이 맞추어져 있고 단지 융합기술은 특허로 인정받기 어렵다.

4. 논문동향분석

부처명	사업명	과제명	연구기간	예산 (백만원)	수행기관 (연구책임자)
환경부	녹색성장기반 연구사업	Hybridsolar Using Design을 통한 농어 촌 제로에너지 주택 구축 및 표준설계 도서작성 연구	2009.5 ~2010.1	100	명지대학교 (이명주)
건설교통 기술평가원	국토해양부 첨단도시개발사업	한국형패시브하우스 인증모형개발 및 쾌적지수에 따른 경제성평가	2011.09 ~2013.05	350	명지대학교 (이명주)
건설교통 기술평가원	국토해양부 첨단도시개발사업	건축물 에너지절약요소기술 적용에 따 른 단독주택 에너지요구량 절감을 변 화에 관한연구(건축학회)	2011.9 ~2012.4	350	명지대학교 (이명주)
농림수산 식품부	농림기술개발	농어촌형 그린홈 표준모델 개발	2010.7 ~2011.6	625	이주대학교 (이규인)
농림수산 식품부	농촌개발시험 연구	저탄소 녹색성장을 위한 농촌주택 개 발모형 및 적용기법 연구	2009.2 ~2009.12	99	한국농촌공사농 어촌연구원 (김강섭)
지식 경제부	산업기술연구회연구 운영비지원	제로카본 그린홈 개발	2009.7 ~2011.6	4,094	한국건설기술연 구원 (조동우)
교육과학 기술부	한국과학기술원 연구 운영비지원(0.5)	지속가능형 건물 디자인 프로토타입 및 의사결정 지원시스템 개발 연구	2010.1 ~2010.12	50	한국과학기술원 (장성주)
교육과학 기술부	한국과학기술원 연구 운영비지원(0.5)	지속가능형 건물 디자인 프로토타입 및 의사결정 지원시스템 개발 연구 2차	2009.2 ~2009.12	50	한국과학기술원 (장성주)

기존 에너지절약형 건축물과 관련하여 이루어진 연구로는 농어촌을 위한 그린홈 표준모델, 제로카본을 위한 그린홈 공동주택 등 표준 건축물 개발 연구가 주를 이루며, 경제성 평가

국내에서 주택 분야의 연구는 공동주택에 집중되어 있으며, 현재 저에너지 친환경 공
동주택 연구단 및 한국건설기술연구원에서 에너지절약형 공동주택에 관한 연구가 활발
히 진행 중이다.

저에너지 친환경 공동주택 연구단에서 발표한 강동구 저에너지 친환경 공동주택 가이
드라인은 여러 가지 건축물 외적인 다양한 부문을 고려함으로써 총체적인 친환경공동주
택단지로 계획하고, 저에너지건축물을 위한 자재성능의 기준을 제공하고 있다.

5. 기존 기술(그린홈 실증단지 사업)과의 차별성

- 국가 지원을 통한 과제의 최종 목적 달성
- 과제 초기부터 분양 및 임대 가능성 고려
- 연구단과 민간 기업 공동으로 실증단지 주택별 디테일 기술 개발
- 분양 가능한 적정규모의 주택 단지 건설
- 분양 가격이 적당한 필지를 선택하여, 분양 및 임대 가능성을 높임.
- 단지 내 컨셉을 부여하기 위해 총괄 MA(Master Architect) 선정.



[그림2.5] 녹색단지 예시

4절. 유사과제 분석

2011년에 실시했던 그린홈 실증단지 사업이 부진했던 원인을 분석해 보며 다음과 같다.

- 실증단지 사업에 국가적 지원이 이루어지지 못함.
- 분양시장에 대한 불투명성
- 국가가 추진하는 실증단지조성을 민간이 투자해야하는 점
- 민간투자 임에도 불구하고 디테일 기술에 대한 노하우를 정부에 제공해야 한다는 점
- 블록형 주택 내의 필지구분에 따른 세대수를 맞춰야 한다는 점
- 필지가격이 주변 시세에 비해 비싸다는 점
- 남향배치에 대한 균등한 필지분할은 좋으나 단지 내의 컨셉 부여가 부족하다는 점
- 기존대비 60%이상 에너지 절감을 목표로 강남 세곡지구 보금자리 주택(200세대)조성 중
- 기존대비 70%이상 에너지 절감을 목표로 용인 흥덕지구에 단독주택 실증단지가 추진되었으나 참여업체 미달로 인해 추진 지연



[그림2.6] 1차 공모 계획안



[그림2.7] 2차 공모 계획안

3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략

1절. 비전 및 목표

1. 제로에너지 주택단지 비전

제로에너지 주택 단지의 비전은 에너지 절약형 주택기술과 단지 적정규모의 신재생에너지 시스템적용 및 최적화를 통해 시장에서 수요 가능한 경제적 주택단지 모델을 개발하여, 전 국토에 빠르게 보급하고, 본 기술에 대한 국민 인식을 개선하는 것이다.

2. 제로에너지 주택단지 목표

주택 및 단지 에너지 요구량을 최소화하고, 신재생에너지를 사용하여 연간 면적당 난방에너지 제로를 달성하면서, 경제적 친환경 주택단지 실현.

가. 에너지 요구량의 최소화

제로에너지 달성을 위해 우선적으로 주택의 에너지 성능을 향상시켜 에너지 요구량을 최소화해야 한다.

나. 신재생에너지의 사용

에너지 요구량이 최소화된 주택에서 필요로 하거나 사용하는 에너지 소요량을 화석에너지에서 신재생에너지로 대체하여, 단지의 직간접 탄소 배출량을 최소화 한다.

다. 단지 연간 1차 에너지 소요량 제로 달성

제로에너지 주택 단지의 본래 취지에 따라 단지를 통합하여 연간 전체(난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기) 1차에너지소요량이 제로가 되도록 설계 및 구현한다.

라. 경제적인 친환경 주택 단지

제로에너지 주택 실증단지는 모델하우스가 아닌 국내 주택시장에서 수요 가능한 경제성을 가지고 있어야하며, 그에 따른 타당성을 입증하여야 한다. 또한 개별 주택만이 아닌 단지 전체를 하나의 상품으로 비즈니스 모델을 제시해야 한다.

2절. 기술개발에 따른 미래상(파급효과)

1. 주요 예상성과(Outcome) 및 활용방안

가. 연구결과에 따른 주요 예상성과

-
- 국내 최초 제로에너지 주택 실증단지 구축 및 구축 경험 축적.
 - 국내 제로에너지 시공을 위한 표준설계 디테일 개발.
 - 모델별 최적화 신재생 에너지 시스템 개발.
 - 제로에너지 주택이 전 국토에 빠르게 보급 가능한 기반 마련.
-

나. 주요 성과에 따른 활용방안

-
- 전 국토에 제로에너지 주택 실증단지를 빠르게 보급하기 위한 모델로 활용 가능함.
 - 국내 제로에너지 주택 건설 기술의 홍보 및 전시의 장으로서 제로에너지 주택실증단지 활용 가능함.
 - 건축물 에너지 절감과 관련한 국가의 제도 및 법규의 근거데이터로 자료를 제공함.
 - 국내 제로에너지 주택의 설계 및 시공기준 수립 시 활용 가능함.
 - 제로에너지 건축물에 대한 국민의 인식 제고와 국내 시장 형성에 기여함.
 - 국제적으로 수출 가능한 제로에너지 단지 모델을 구축함.
-

다. 성과의 활용시 정부, 기업, 소비자 측면의 주요 기대효과

활용 기관	주요 기대효과
• 정부가 달성 가능한 효과	- 녹색건축물 확산을 통한 관련 분야 일자리 창출 - 국가비전에 부합하는 실증단지 실현 - 녹색개발기술 촉진여건 조성가능 - 국가 로드맵 실현가능성 검증 - 국내 녹색건축시장 형성 촉진
• 기업이 달성 가능한 효과	- 공공프로젝트 자발적 참여를 통한 기업 이미지 홍보 - 분양주택을 단기 기업 홍보관으로 사용가능 - 국가지원금을 통한 기업부담 위험 감소 - 녹색건축 사업 타당성 인지가능 - 자체 보유한 녹색건축 기술 검증
• 국민이 달성 가능한 효과	- 낮은 분양가로 고품질의 주택 소유 가능 - 에너지절약형 · 제로에너지 건축물 소유 - 실거주자의 에너지절약형 · 제로에너지 건축물 성능 체감 - 에너지절약형 제로에너지 건축물을 단지 내에서 비교

2. 경제적 측면

가. 국가의 경제적 측면의 효과

-
- 에너지 소비량 절감으로 국가 차원의 경제적 효과 기대됨.
 - 화석에너지 소비 최소화를 통한 원유 의존도 감소가 가능함.
 - 친환경(우수 재이용, 폐기물 이용) 시스템 기획을 통해 단지 발생 폐기물 감소 및 처리비용 절감됨.
 - 국내 에너지 절약형 건축물 시장의 활성화 가능함.
-

나. 기업의 경제적 측면의 효과

-
- 국가의 지원을 통한 시범 사업의 안전성 확보됨.
 - 연구 개발을 통해 만들어진 기술과 자재에 대한 실효성 검토가 가능함.
 - 앞으로 국내 에너지 절약형 건축 시장의 규모와 발전가능성에 대한 예측 가능함.
 - 단지 규모의 에너지 절약형 건축에 대한 사업성 검토가 가능함.
 - 분양에 대한 국가의 지원을 통해 타 주거 단지와의 경쟁력의 확보가 가능함.
-

다. 국민의 경제적 측면의 효과

-
- 불확실한 에너지 절약형 건축에 대한 경제적 불확실성이 감소됨.
 - 프로젝트의 경제성 검토를 통한 초기 투자비용의 적절성과 회수가능성에 대한 검토가 가능함.
 - 국내 에너지절약형 건축 시장 조성에 따른 기술 및 자재의 가격 감소로 인한 초기 투자비용이 감소됨.
 - 초기 투자비용 감소에 의한 회수기간의 최소화로 신기술에 대한 부담이 감소됨.
 - 개별 건축물이 아닌 단지 규모의 에너지 절약형 주거단지의 등장으로 개별 사용자의 부담의 감소와 높은 수준의 공동복지시설의 확보가 가능함.
-

3. 기술적 측면

가. 국가의 기술적 측면의 효과

-
- 국내환경에 최적화된 에너지절약형 건축 기술의 확보
 - 범부처로 분산되어 있던 국가 기술의 융합
 - 해외의존도가 높은 에너지절약형 분야의 보유기술력 향상
 - 기업 및 민간에 의한 연구 개발 확대를 통해 국가의 녹색산업 경쟁력 확보
 - 기업 보유 기술의 발굴 및 비교를 통한 국가 표준 기술 선정
 - 에너지절약형 건축 분야의 미래에 대한 비전의 제시
 - 에너지절약형 건축 분야의 연구개발이 나가야 할 방향의 제시
 - 국가의 에너지 절약형 건축 분야의 경쟁력 확보를 위한 전문 인력의 양성
-

나. 기업의 기술적 측면의 효과

-
- 연구 개발을 통해 만들어진 기술과 자재에 대한 실효성 검토의 기회
 - 타 기업의 기술과의 비교를 통한 자사 기술력의 증진
 - 기업 자체 기술 및 자재의 홍보 및 판매의 수단
 - 시공 기술 및 경험의 확보
 - 국가적인 최적화 모델을 통해 앞으로 기업의 연구 개발이 나가야 할 방향 및 비전의 제시
 - 기업 자체의 기술 경쟁력 확보 및 프로젝트에 투입되어진 전문 인력의 확보
 - 대 기업만이 아닌 중소기업의 기술 경쟁력의 확보
-

다. 국민의 기술적 측면의 효과

-
- 에너지 절약형 분야의 사전경험을 통한 전문 인력의 양성
 - 에너지 절약형 분야의 시장 확대를 통한 전문 인력의 일자리 확보
 - 국가 최적화 표준 기술의 확산을 통한 교육의 질 개선
 - 에너지절약형 건축물에 대한 기본정보의 확산을 통한, 녹색건축에 대한 인식 개선
 - 국가 지원을 통한 개인 사업자의 연구개발의 확대
 - 개인 소유 기술의 지적재산에 대한 제도적 기반을 마련하여, 개인 기술력에 대한 소유권의 인정
-

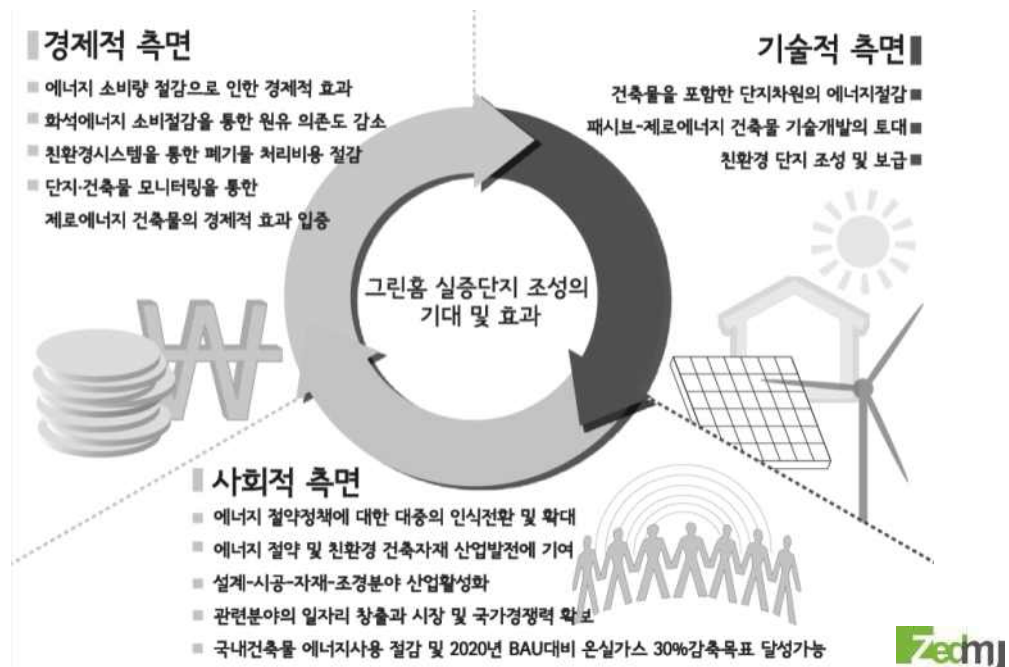
4. 사회적 측면

가. 국가 경쟁력과 이미지의 향상

- 국가의 에너지절약형 건축 기술 경쟁력의 강화를 통한 국가 이미지 향상
- 국제사회 에너지 절약형 분야의 후발주자로서 해외 의존도가 높고, 자재의 의존도가 큰 에너지 절약형 분야의 자국 경쟁력의 확보
- 건축물에서 탄소 배출량의 획기적인 감소를 달성하여, 미래 산업분야의 국가 경쟁력 확보
- 주거 단지의 거주성의 증가로 사용자의 만족도와 국민 건강 증진에 이바지
- 친환경, 세대친화형 주거 문화의 형성

나. 대중의 인식 전환과 일자리 확보

- 공공에너지 정책에 대한 대중의 인식 전환 및 확대
- 국내 에너지절약형 건축 시장의 활성화를 통한 일자리 증가로 인한 국가 고용난 해소의 이바지



[그림3.2] 연구 결과에 따른 기대 및 파급효과

3절. 연구개발과제 구성

본 연구과제의 연구개발과제 구성은 다음과 같다.

비전 및 목표	연구개발 과제
• 제로에너지 주택 국가 성능기준 마련	- 제로에너지 주택기술 가이드라인 개발
	- 주택 에너지 분야 중장기 마스터플랜 수립
• 국가 제로에너지 주택 및 단지기술 확보	- 실증단지 내에 기개발 된 (신재생, 친환경단지, 제로에너지 주택)
	- 녹색기술 실현 가능성 검토
	- 기 개발 된 에너지절감 및 친환경 단지기술의 융합
	- 제로에너지 주택단지 기술 및 성능 기준 마련
• 제로에너지 주택 구축 및 성능 확보	- 국내 기개발 제로에너지 주택 기술 융합
	- 제로에너지 주택 성능 확보 (패시브+신재생)
	- 국내주택시장에서 보급 가능한 사업성 확보
	- 실 거주자를 통한 거주성 평가
	- 입주 후 에너지 모니터링
• 제로에너지 주택 인식 개선을 통한 보급 확대	- 제로에너지 주택 인식개선 및 홍보를 위한 랜드마크 프로젝트
	- 제로에너지 주택 쾌적성 및 경제성 실증
	- 보급형 제로에너지 주택단지 개발
	- 제로에너지 주택 초기 투자 대비 회수 기간 실증

1. 제로에너지 주택 국가 성능기준 마련

가. 녹색건축물 조성을 위한 제도 및 법규의 실태데이터 구축

제로에너지 주택 실증단지는 현재까지 이론적인 배경이나 국외의 사례를 근거로 연구 및 수립되고 있는 국내의 녹색건축물을 조성하기 위한 제도 및 법규에 대한 실질적인 근거 데이터가 될 수 있다. 따라서 하나의 모델이 아닌 몇 개의 최적화 모델을 개발하여 실증함으로써 충분한 데이터를 구축한다.

나. 제로에너지 주택 단지 성능기준 마련 및 기준 달성

국내에는 제로에너지 주택에 대한 정의나 기준이 마련되지 않았기 때문에 유럽연합(EU)의 기준을 제시한다. EU 지침에 의하면 “제로에너지건물”은 아주 에너지효율적인

건물임을 제시해야 하며, 에너지 수요가 거의 없거나 아주 적은 에너지 수요를 신재생 에너지원으로부터 충당해야 하고, 신재생 에너지는 건물이 있는 곳이나 가까운 곳에서 생산이 되어야 하는 것을 원칙으로 한다.

한 건물의 총에너지효율은 에너지계산이나 건물의 일반적인 사용에 따르는 범위내의 여러 가지 요구 조건에 의하여 연간 소비하는 실제 에너지 사용량을 근거로 결정해야 해야 한다.

건물의 총에너지효율은 명확하게 표기해야 하며, 그 외에 필히 총에너지효율을 위한 지표와 국내 또는 지역별 연간평균치의 가중치나 현지의 생산에 필요한 특수한 값으로 나타내는 에너지 매체에 따른 주요에너지 요소에 기반을 둔 주요에너지 소비를 위한 수치 지표를 포함해야 한다. 건물의 총에너지효율을 계산하는 방법은 유럽규정(EN)을 고려해야 하며 그 방법은 2009/28/EG 지침을 포함한 유럽연합 법규의 중요한 규정들과 일치해야 한다.

지침의 요구조건들은 모든 건물형태에 적용되며, 단독주택, 다세대주택, 사무실건물, 교육시설, 병원, 호텔이나 여관, 체육시설, 대형 또는 단독상가, 그 외에 에너지를 소모 하는 건물 등이 해당된다.

유럽연합의 지침에 알맞은 제로에너지건물의 정의는 결론적으로 사용에너지의 수준이 패시브 수준이거나 제로에너지인 건물을 의미하며, 더 나아가 지침의 요구조건들이 최소 한으로 충족하면서 건물 자체의 사용에너지보다 더 많은 에너지를 생산하는 건물(플러스 에너지 또는 패시브하우스)의 실현을 장려하고 있다.

다. R&D 연구와 국내기업 협력 프로젝트

R&D 연구와 동시에 실증단지가 지어져야하는 프로젝트이기 때문에 연구의 성공적인 달성을 위해 R&D와 실증단지 건설에 대한 적절한 일정 및 업역 계획이 필요하다. 특히 사업자 및 사업지 선정에 위한 기획 과정에서, R&D 연구가 확실하게 진행될 수 있도록 최적의 사업자와 사업지를 선택하여야 한다.

실증단지 성능확보와 효율적인 건설사 관리를 위해 따로 세부과제를 구성하되, 실증단지 사업에 대한 이해와 지식을 충분히 확보한 팀이 구성되기 위한 기획이 필요하다.

실증단지는 건설주체가 민간 기업이라는 점에서 사업시행 전 건설사 역할 기획서 및 총괄 매뉴얼이 작성 되어야 한다.

2. 국가 제로에너지 주택 및 단지기술 확보

가. 국가 제로에너지 주택 및 단지기술 확보

시공사가 시공하는 개별 주택이 패시브 주택의 질을 확보할 수 있도록 주택 설계 방법 및 시공 시 주의사항에 관한 연구가 필요하다. 에너지 소비 절감을 위해 단열, 기밀, 일사 조절, 결로 및 누수 발생 차단을 고려한 건축물 부위별, 자재별, 디자인 유형별 건축설계, 그리고 시공기술이 연구 및 발굴되어야 한다. 이러한 기술들은 설계 단계에서부터 에너지·열교 시뮬레이션 필요성과 완공 후 모니터링 및 시공 검증에 대한 방법이 통합적으로 기획 되어야 한다.

나. 기 개발 된 에너지절감 및 친환경 단지기술의 융합

지역복지와 주민 친화형 실증단지가 조성 되도록 커뮤니티(부대복리시설, 홍보관) 기획, 친환경 기술을 함축한 단지계획 기획, 주민 친화형 단지 인프라 조성방안이 기획되어야 한다. 제로에너지 주택단지는 에너지사용을 최소화하는 단지 뿐만이 아니라 인간중심의 단지환경 조성에 들어가는 에너지부하를 최소화 하는 것이 목적이다.

다. 제로에너지 주택단지 기술 및 성능 기준 마련

제로에너지 주택단지 기술 및 성능의 기준을 마련하기 위해서는 국외 기술 및 성능 기준의 사례에 대한 연구가 필요하다.

여기에서는 크게 미국의 “LEED ND”, “독일의 주택단지 기준” 을 제시한다.

미국에서 사용하고 있는 “LEED ND(LEED Neighborhood Development)” 는 환경 친화적이고 지속 가능한 Sustainable 개발의 원칙을 준수하는 마을의 설계와 시공에 참여하는 전문가들을 위한 표준을 제공하고 있다.

LEED ND 기준은 1. 도시계획 중 대지와 관련항목.(Smart Location & Linkage) 2. 도시계획교통 관련 항목(Neighborhood Pattern & Design) 3. 에너지설비관련 항목 (Green Construction & Technology), 4. 혁신적 사항 및 디자인프로세스 Innovation & Design Process. 5. 지역에 맞는 항목 (Regional Priority Credit) 등으로 구분되어 있으며 총 점수는 110점으로 평가되고 있다.

인증 항목 중, 주택단지 외부공간 평가항목²¹⁾은 다음과 같다.

Smart Location & Linkage

-
- 기존 근린시설과 대중교통이 있는 지역에서의 개발
 - 지역 근접한 곳에 식수 및 오수처리 시설 설치 유도
 - 멸종 위기종의 식물 혹은 동물과 생태계의 보존
 - 습지 및 강과 호수를 보호하여 물, 자연생태계, 동·식물 서식지 보존
 - 개발지역으로부터 숲과 농지에 적합한 토양을 보호하여 농업 식량자원을 보존
 - 수질과 자연 생태계를 향상시켜 오픈 스페이스 및 서식지 보존을 도모하고 생명과 재산을 보호
 - 오염된 부지 재사용 유도
 - 오염지역 우선적 개발
 - 환경과 공공의 이익에 악영향을 미치는 확장 개발을 막고, 기존 시내, 교외 그리고 타운을 개발토록 유도
 - 자동차 사용을 줄이고 가능한 대중교통으로의 유도, 자동차에서 나오는 매연 및 기타 오염물질들은 도시의 온실가스 발산, 대기오염 등을 야기시키며 사람들에게 해로운 영향을 미침
 - 자동차를 타고 다니는 거리를 줄이고 교통의 효율성 및 자전거의 활동증대
 - 직장 그리고 다양한 커뮤니티 시설과 근접할 수 있도록 유도
 - 주거지 근교 학교 계획 유도
 - 자연적으로 급격한 경사가 있는 부분을 보호하여 침식을 최소화하도록 유도하고 풀이 자라나 있는 상태에서 서식지를 보호
 - 자연식물, 야생식물 서식지, 습지, 물이 있는 곳 보존
 - 기존 사람의 활동에 의해 손상된 물, 습지, 야생식물 및 동물 서식지의 보존
 - 자연식물, 야생서식지, 습지, 물의보존
-

21) 이명주, 이은식, LOW CARBON LOW ENERGY U-FOREST, 대가 출판사, 2011, PP90-93

- 차량이 달리는 거리를 줄여 교통의 효율성을 증대시켜, 안전하고 편안하고 보기도 좋으면서 걸어 다닐 수 있는 도로환경을 조성하여 일상적으로 운동을 할 수 있도록 유도하고 또한 보행자의 사고를 경감시켜 공공의 건강을 도모
 - 차로와 거리를 감소하고 보행로와 자전거길 계획을 유도하여 육체적인 활동을 증대시켜 대중의 건강을 도모
 - 농작물 및 야생 서식지를 보호함과 동시에 살기 좋고, 걸어도 다닐 수 있고, 교통의 효율성이 좋은 기존 지역을 개발하여 자전거, 걷기 및 기타 수단으로 인하여 공공의 건강을 도모할 수 있는 기존 지역 개발
 - 자동차 사용을 하지 않거나 자동차의 의존성을 줄이면서 걷거나 자전거로 접근이 가능한 지역 센터 및 개발된 지역이 집약되도록 유도
 - 공공지역 내의 다양한 연령대, 집의 크기, 다양한 경제적 수준의 주민이 공정하고 평등하게 사회에 참여할 수 있도록 유도
 - 임대주택 계획 유도
 - 분양주택 계획 유도
 - 주차공간을 축소하고 보행자 중심의 오픈스페이스를 확보
 - 교통의 효율을 향상시키고 자동차의 운행을 줄이면서 안전하게 걸을 수 있는 보행자 도로 조성
 - 대중교통과의 연계가 잘 될 수 있는 프로젝트 및 교통망 개발유도
 - 대중교통에서 자전거로의 환승이 가능할 수 있도록 안전, 편리, 안락한 환승장소 계획
 - 차량사용으로 인한 대기오염 방지 및 에너지소비를 억제하는 관리 유도
 - 인근 주변으로의 접근
 - 직장으로부터 인접한 오픈스페이스로의 접근성을 유도하여 사회적 네트워크 형성 및 공공참여 유도
 - 직장으로부터 인접한 곳에 육체적, 정신적, 그리고 사회적 건강을 향상시키기 위한 문화, 오락시설 계획
 - 연령, 성별, 장애유무와 관계없이 다양한 사람들이 공공활동에 쉽게 참여할 수 있는 시설 계획하여 더 넓은 활동범위를 유도
 - 프로젝트 진행과정에 따라 참여자들이 공공의 일을 결정하고 참여할 수 있도록 유도
 - 지역사회 내에 환경에 영향을 미치는 대규모의 산업적인 농업을 줄이고, 다양한 종류의 곡식이 수확되는 소규모의 농업을 보존하도록 유도
-

Green Construction & Technology

- 그린빌딩개념을 활용하여 건물의 설계, 시공, 리모델링을 유도
 - 에너지 생산과 소비로 인한 의한 환경적으로 부정적인 면, 공기, 물, 토지의 오염 등을 감소시킨 에너지 효율적인 시공 및 설계를 유도
 - 공공의 물 공급과 폐수 시스템의 요구량을 감소하여 자연적인 물 자원의 영향을 감소하도록 유도
 - 각종 건설 활동에 따른 토양 침식, 수로의 침전, 및 분진 발생에 대한 오염 축소 유도
 - 그린빌딩 개념을 활용하여 빌딩의 설계, 시공, 리모델링을 유도
 - 에너지 생산과 소비로 인한 의한 환경적으로 부정적인 면, 공기, 물, 토지의 오염 등을 감소시킨 에너지 효율적인 시공 및 설계를 유도
 - 공공의 물 공급과 폐수 시스템의 요구량을 감소하여 자연적인 물 자원의 영향을 감소하도록 유도
 - 정원의 관개용수로 마실 물 사용 제한 또는 제거하여 물 사용이 없는 정원 유도
 - 자재의 제조 및 운반과 관련하여 새로운 빌딩이 환경적으로 부정적인 면을 감소, 폐자재를 감소로 인하여, 자원을 보존하기 위해 기존 빌딩의 사용주기를 늘이도록 유도
 - 역사적인 빌딩과 문화적으로 조경의 적절한 사용 및 보존을 유도하여 에너지 실현을 구현하고 또한 문화적 가치를 얻도록 유도
 - 기존의 대지 표면, 자연적 식물 및 지속가능한 비 공격적인 나무들을 지속시킴을 유도
 - 폭우시 수리학적 부적합 및 오염을 줄이고, 홍수예방, 지하수층에 물공급 증가 등으로 수리학적 면으로 인한 수질의 향상 유도
 - 지역적인 기후, 사람과 야생 동식물 서식지에 대한 영향을 최소화 하여 열섬 효과 감소
 - 패시브와 액티브한 태양 에너지 사용을 위해 최적 조건을 창출하여 에너지 효율성 향상으로 유도
 - 화석연료로 에너지 생산 및 사용과 관련된 경제적, 환경적 부정적인 영향을 감소시키는 현장 재생 에너지 생산으로의 유도
 - 에너지 사용에 따른 부정적인 영향을 줄이기 위해 지역 난방 및 냉방전략을 도입하여 에너지 효율이 좋은 지역 개발을 유도
 - 공공 기반 시설물 운영을 위해 사용되는 에너지로 인해 환경적으로 부정적인 영향을 최소화 유도
 - 폐수로부터 오염을 감소시키고, 물의 재사용 유도
 - 원자재 가공과 추출로 부터 나오는 환경적 부정적인 영향을 줄이고 요구되는 자재의 재사용을 유도
 - 폐기 위험물의 적절한 처분을 도모하고 매립되는 폐기물의 양을 감소하도록 유도
 - 야생환경에 부정적인 영향을 줄이고, 밝기가 높은 조명 및 하늘의 붉음을 감소시켜 밤하늘과 밤의 시야를 증대시키고, 프로젝트 부지로부터 나오는 빛이 최소화 되도록 유도
-

Innovation & Design Process

- 지역개발과 관련된 평가 시스템에서 LEED에 규정된것 이상의 특별 수행 성과를 유도하고, LEED ND 평가 시스템에는 없지만 새로운 도시적인 항목과 친환경적이고, 현명한 성장과 관련된 혁신적인 설계 수행
-

다음은 LEED ND 인증을 받은 프로젝트와 그에 대한 인증평가항목 리스트이다.

Prairie Crossing Station Village

Certified



Architect: SOM
Program: Extensive green technology and
An organic commercial farm
Site Info.: a 359 unit
Location: The Prairie Crossing Institute
32400 N. Harris Road
Grayslake, Illinois 60030
City Suites Hotel에서 북쪽 직선거리 53km

Prairie Crossing, a 667-acre community north of Chicago, has emerged as a regional and national model for the development of new communities. The development approach emphasizes environmental preservation, the creation of a diverse community and innovation in planning, architecture and construction with respect for the land. More than half of the site is devoted to prairies, pastures, farm fields, gardens, marshes and lakes, and a 150-acre working farm produces organic fruit, flowers and vegetables for members and farm markets. Under the direction of a group of conservationists, ecologists, landscape architects and planners, the tranquil setting of Prairie Crossing has been saved from conventional development and a unique conservation community has been created.



LEED® for Neighborhood Development Pilot

40 Points Achieved

Certified: 40 to 49 points Silver: 50 to 59 points Gold: 60 to 69 points Platinum: 70 or more points

11 Smart Location & Linkage Possible Points: 30

Y	Priorit 1	Smart Location, Option 2	
Y	Priorit 2	Proximity to Water & Wastewater Infrastructure, Option 1	
Y	Priorit 3	Proximity to Species & Ecological Communities, No Species	
Y	Priorit 4	Wetland & Water Body Conservation, Option 1	
Y	Priorit 5	Agricultural Land Conservation, Option 2	
Y	Priorit 6	Floodplain Avoidance, Option 1	
	Credit 1	Brownfields Redevelopment	2
	Credit 2	High Priority Brownfields Redevelopment	1
2	Credit 3	Preferred Locations	10
2	Credit 4	Reduced Automobile Dependence, Option 1	8
1	Credit 5	Bicycle Network	1
3	Credit 6	Housing & Jobs Proximity, Option 1	3
1	Credit 7	School Proximity	1
	Credit 8	Steep Slope Protection	1
	Credit 9	Site Design for Habitat or Wetland Conservation	1
1	Credit 10	Restoration of Habitat or Wetlands	1
1	Credit 11	Conservation Management of Habitat or Wetlands	1

18 Neighborhood Pattern & Design Possible Points: 39

Y	Priorit 1	Open Community	
Y	Priorit 2	Compact Development	
	Credit 1	Compact Development	7
2	Credit 2	Diversity of Uses	4
	Credit 3	Diversity of Housing Types	3
	Credit 4	Affordable Rental Housing	2
	Credit 5	Affordable For-Sale Housing	2
2	Credit 6	Reduced Parking Footprint	2
7	Credit 7	Walkable Streets	8
2	Credit 8	Street Network, Option 2	2
	Credit 9	Transit Facilities	1
	Credit 10	Transportation Demand Management	2
1	Credit 11	Access to Surrounding Vicinity	1
1	Credit 12	Access to Public Spaces	1
1	Credit 13	Access to Active Spaces, Option 2	1
	Credit 14	Universal Accessibility	1
1	Credit 15	Community Outreach & Involvement	1
1	Credit 16	Local Food Production	1

Prairie Crossing Station Village

Project #10102724

Certification Level: CERTIFIED

Stage 3

23 April 2010

ilot

Possible Points: 106

m: 50 or more points

9 Green Construction & Technology Possible Points: 31

Y	Priorit 1	Construction Activity Pollution Prevention	
	Credit 1	LEED Certified Green Buildings	3
3	Credit 2	Energy Efficiency in Buildings	3
1	Credit 3	Reduced Water Use, Option 2	3
	Credit 4	Building Reuse & Adaptive Reuse	2
	Credit 5	Reuse of Historic Buildings	1
1	Credit 6	Minimize Site Disturbance through Site Design, Option 2	1
1	Credit 7	Minimize Site Disturbance during Construction, Option 2	1
	Credit 8	Contaminant Reduction in Brownfields Remediation	1
2	Credit 9	Stormwater Management, June 2007 Version, Option 2	5
	Credit 10	Heat Island Reduction	1
	Credit 11	Solar Orientation	1
	Credit 12	On-Site Energy Generation	1
	Credit 13	On-Site Renewable Energy Sources	1
	Credit 14	District Heating & Cooling	1
	Credit 15	Infrastructure Energy Efficiency	1
	Credit 16	Wastewater Management	1
	Credit 17	Recycled Content in Infrastructure	1
	Credit 18	Construction Waste Management	1
1	Credit 19	Comprehensive Waste Management	1
	Credit 20	Light Pollution Reduction	1

2 Innovation & Design Process Possible Points: 6

1	Credit 1.1	Innovation in Design: Innovation in Sustained Funding	1
1	Credit 1.2	Innovation in Design: Innovation in Non-Governmental Organi	1
	Credit 1.3	Innovation in Design	1
	Credit 1.4	Innovation in Design	1
	Credit 1.5	Innovation in Design	1
	Credit 2	LEED Accredited Professional	1

독일의 주택단지에 사용된 기술 22)

구 분	요소기술 및 기법
I. 토지이용 및 배치기법	• 일조 및 일사를 고려한 배치
	• 미기후를 고려한 배치
	• 지형 및 지세의 활용
	• 지역성의 고려
	• 공간의 성격 구분 및 연계
	• 보도 및 차도의 분리
	• 오픈스페이스의 최대화
II. 친환경 외부공간 조성기법	• 자연 토양의 보전
	• 인공지반의 조성
	• 우수의 침투유도
	• 생태적 식재
	• 비오톱의 조성 및 연계
	• 친수공간 조성
	• 건물외피의 녹화
III. 건물형태 및 구체결정기법	• 자연형 태양열 이용
	• 자연채광, 통풍의 유도
	• 연면적대 외피면적비를 최소화
	• 열 완충공간의 조성
	• 고단열, 고기밀
IV. 실내쾌적 환경 조성기법	• 실내정원조성
	• 환기 유도 시스템
	• 조습 및 축열기능 내장재
	• 인체에 무해한 내장재의 사용
	• 방음 및 차음 구법
	• 전 자기장의 차단

22) 김현수, Green Town 개발사업 I. 1996. 한국건설기술연구원 P. 44

구 분	요소기술 및 기법
V. 공급처리 시스템	• 배선 및 배관망 최소화
	• 고효율 고성능 기계
	• 중앙 지역 냉난방
	• 열동력연계 시스템
	• 설비형 태양열 활용
	• 태양광 발전
	• 미 이용 에너지 활용
	• 폐열(쓰레기소각열) 회수
	• 위생적 상수 공급
	• 생활하수 순환 활용
	• 우수차집 및 순환 활용
	• 유기폐기물 속성 발효
VI. 건축생산 및 유지관리	• 자연발효식 화장실
	• 환경부하 저감 건설 공법
	• 해체나 수선이 용이한 구법
	• 원에너지 저소비 소재 사용
	• 내구성이 우수한 구법 선택
	• 자연소재 재생 재활용소재 이용
	• 건설자재의 유효 이용
	• 건축부품 및 소재 재활용

3. 제로에너지 주택 구축 및 성능 확보

가. 건축기획부터 단계별 건축설계 프로세스 검토

2010년 에너지관리공단에서 발주하여 명지대학교 산학협력단과 제드엠제이 건축사사무소가 연구한 [일반건축물 신재생에너지 설비 시스템 표준설계가이드라인]은 아래 표5와 같은 활용효과를 갖고 있다.

이 보고서를 통해 각각의 설계단계에서 건축가의 역할과 업역에 대한 내용을 구분할 수 있으며, 또한 제로에너지 주택 실현 시 신재생에너지 사용에 대한 체크리스트로도 사용할 수 있다.

신·재생에너지원별 보고서 활용		
건축단계	보고서 내용	세부효과
기획 및 기본설계	1. 특성 및 설계프로세스	• 신·재생에너지원별 기본특성소개 • 건축가들이 따라야 할 설계프로세스를 파악하고 신·재생에너지원을 보는 전체적인 시각 확대가능
	2. 신·재생에너지 이용 건축물 인증제도에 따른 면적별 신·재생에너지원 생산규모와 생산량	• 신·재생에너지 이용 건축물 인증제도에 따른 신·재생에너지 설비시스템 설치비율 파악가능 • 설계자가 면적별 신·재생에너지원 생산규모와 생산량 파악가능 • 기획·기본설계 단계에서 에너지 생산규모와 생산량을 파악함으로써 건축물 설계시 일체화된 디자인 가능

[표3.1] 설계 각단계별 검토해야 하는 신재생에너지관련 항목

신·재생에너지원별 보고서 활용		
건축단계	보고서 내용	세부효과
실시설계	3. 계통연계도	• 개별·통합 계통 연계도를 통해 건물의 에너지 흐름 파악이 가능 • 계통연계도 도면을 통해 기존 설비시스템과의 연계성 이해도를 높임
	4. 디테일 개발	• 세부 일체화 방안 제시 • 유형별 분류를 통해 다양한 건물에 세부적인 디테일 적용가능 • 풍하중·적설하중을 고려한 거치대 설계방법 제시 • 신·재생에너지 설비시스템에 필요한 기계실 면적을 제시 • 다양한 실례를 통해 적용 가능한 디자인 개발
시공	5. 설치기준	• 신·재생에너지설비의 지원 등에 관한 기준 및 지침에 따른 설치기준
입주+운영기관	6. 관리방안	• 지속적인 신·재생에너지원 운영에 대한 정보를 통해 효율적인 관리

[표3.2] 설계 각단계별 검토해야 하는 신재생에너지관련 항목

나. 국내 기 개발 제로에너지 주택 기술 융합

현재 국내에는 제로에너지 주택 단지를 개발 조성할 수 있는 독자적인 기술이 개발되어 있다. 하지만 민간 및 국가자본이 투자되어 개발된 기술들의 융합을 통한 융합형 모델이 부족한 상황이다. 따라서 본 연구를 통해서 국내에 기개발 되어있던 기술들을 발굴 및 융합하여 하나의 최적화 모델을 개발함으로써, 국내 제로에너지 주택의 고유의 기술을 재조명한다.

다. 제로에너지 주택 성능 확보 (패시브+신재생)

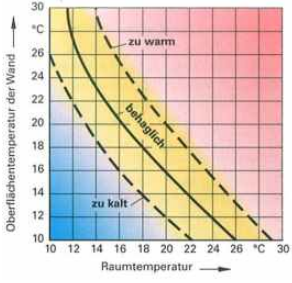
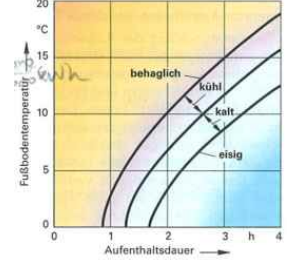
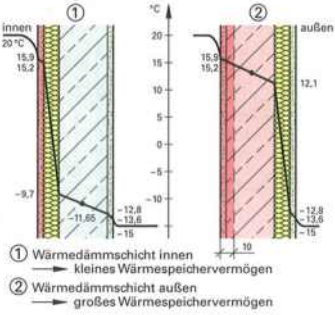
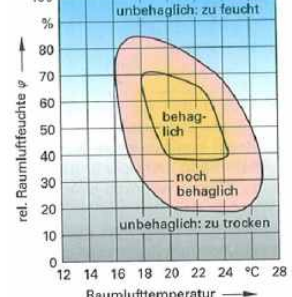
제로에너지 주택은 단지 이론적 연구만이 아닌 설계모델별 시뮬레이션을 통한 검증과 설계된 모델의 시공상에서 발생하는 시공오차를 기밀성 테스트를 통해서 줄여나가는 것이 중요하다. 따라서 본 프로젝트에서는 제로에너지 주택의 성능확보를 위해서 건물의 에너지 성능을 꾸준히 시뮬레이션 및 모니터링 할 수 있도록 설계 연구팀에서 시공과정을 감리하도록 구성했다.

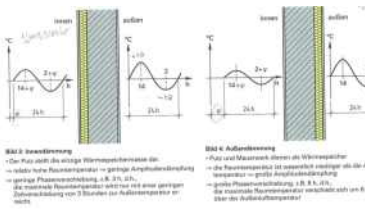
라. 국내주택시장에서 보급 가능한 사업성 확보

제로에너지 주택 실증단지의 목적은 주택단지에 최고의 주택성능을 확보하는 것이 아닌 국내 주택시장에서 보급 가능한 사업성을 갖춘 실증모델을 제시하는 것이다. 이러한 사업성에 대한 검토를 위해서 에너지 모니터링을 통한 주택의 회수기간 산출뿐만이 아닌 실거주자 평가를 통한 거주성의 증가, 실내 환경의 쾌적도 증가 등으로 인한 효과를 다각적 분석 및 경제성평가를 통해 사업성을 판단한다.

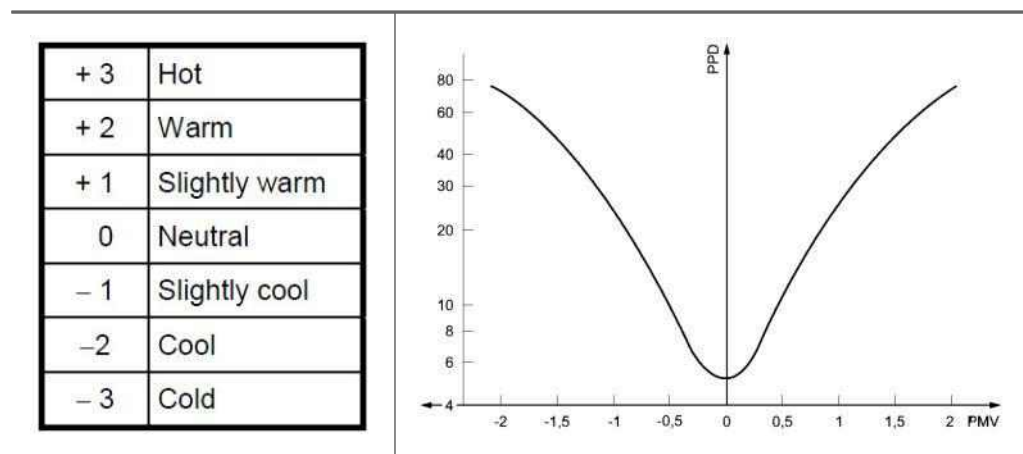
마. 실 거주자를 통한 거주성 평가

실내 쾌적성에 영향을 미치는 요소는 다음과 같다.

벽체 표면 온도	공간의 벽체 표면의 열복사에 의해 공간에서 쾌적함이 결정될 수 있는데, 벽체 표면온도가 겨울철에는 실내온도보다 벽체 표면온도보다 겨울에는 3도 이상 낮아지면 안되고, 여름에는 3도이상 높아지면 안된다. 이것은 단열재의 열수치(R)에 관계가 되어있다.	
바닥 온도	바닥은 신체가 접촉하는 부위로, 신체의 열이 바닥 온도에 의해 빼앗기지 않으려면 바닥온도가 15~20도를 유지하는 것이 좋다. 그리고 바닥 온도에 따라 쾌적한 상태로 체류할 수 있는 시간이 달라지는데, 예를 들면 15도의 바닥온도에서는 체류시간이 3시간을 넘어가면 춥다고 느끼게 된다.	
벽체 축열 능력	내단열의 경우 외단열의 경우보다 축열 능력이 떨어짐. 내부가 20, 외부가 -15도로 같은 온도 환경을 가질때에 내단열의 경우 벽체 중심의 온도는 -11.65도이지만, 외단열의 경우 12.1도의 온도를 나타낸다. 축열능력은 여름철보다 겨울철에 나타나는데, 축열 능력이라 함은 구조체의 밀도에 밀접한 관련이 있다. 축열능력은 경량보다 중량의 벽체에서 잘 일어난다. 겨울철 난방설비를 꺼도, 축열능력이 좋은 공간은 공간의 온도가 빨리 낮아지지 않는다. 여름철에는 밤 동안 벽에 축적된 냉기가 해가 뜨고 실내 공기가 뜨거워졌을 때 상승된 열기를 흡수하여 실내를 서늘하게 만들어준다.	 ① Wärmedämmschicht innen → kleines Wärmespeichervermögen ② Wärmedämmschicht außen → großes Wärmespeichervermögen
상대 습도	실내온도가 약 17~26도 범위 바깥으로 나가면 쾌적하지 않다고 느끼고 (습도와 무관하게) 온도가 높다면 상대습도가 낮을 때, 온도가 낮다면 상대습도가 높을 때 쾌적하다고 느낀다.	

풍속	건축물의 기밀하지 않은 부분을 통해 외부공기가 들어오게 되거나, 벽체표면온도가 낮고, 실내온도가 높을 경우 대류현상으로 인해 공기에 속도가 생기면 불쾌하다고 느낄 수 있다.	
온도차에 의한 진폭 비율	내단열일 경우는 외부의 온도변화가 내부온도에 빠른속도로 크게 영향을 미치지만, 외단열일 경우 외부의 온도변화가 내부온도에 느린 속도로 적게 영향을 미친다.	

이러한 실내 쾌적성은 ISO 7730에서 정의하는 PMV와 PPD라는 열 쾌적 지표에 반영되는 요소로서 쾌적성의 분야에서는 중요하게 다루어지고 있는 항목이다. PMV와 PPD는 보다 정확한 쾌적성의 표현 및 평가를 위하여 상당히 많은 요소들을 고려한 열 쾌적 지표이나, 이 외 통상적으로 사용하는 지표들은 보다 적은 수의 요소를 고려하여 열적 쾌적성을 나타내고 있다.



이러한 열쾌적 지수에서 가장 많이, 기본적으로 다루어지는 요소는 온도, 습도, 기류 등이다.²³⁾ 따라서 쾌적성을 결정하는 요소 중 온도, 습도, 기류가 많은 영향을 미친다는 것으로 해석할 수 있다.

23) 건축 열환경 이론 및 분석기초, 일진사, 서승직.

2009 작용온도: 효과온도라고도 하며, 건구온도, 기류, 복사를 고려한 지표 유효온도:온도, 습도, 기류에 의한 지표 불쾌지수: 기온과 습도의 영향을 고려한 지표.

바. 입주 후 에너지 모니터링

입주 후 에너지 모니터링은 연구에 필요한 데이터를 확보하기 위해 다음과 같은 사항을 실시한다.

-
- 온도, 습도 데이터로거 설치
 - 실외 온습도 전방위 설치
 - 풍속계 설치
 - 실내 방, 거실, 욕실과 부엌, 계단실, 기계실, 기타 부속실제외
 - 실내 장치는 각 실마다 창가와 실 중앙에 배치
 - 외기에 면한 조건이 다르므로 각 실마다 온습도계 설치
-

에너지 모니터링에 있어서 원칙은 다음과 같다. 첫 번째, 각 에너지원별로 계통 분리 및 데이터 수집한다. 두 번째, 온열환경(냉방, 난방, 급탕) 에너지사용량 분리한다. 세 번째, 빛환경(조명) 에너지사용량 분리한다. 네 번째, 생활환경(가전제품) 에너지사용량 분리한다. 마지막으로, 취사(가스) 에너지사용량 분리한다.

이러한 원칙에 의거하여 건물의 에너지 성능을 평가하고 경제성 평가 및 시뮬레이션 데이터와 실성능을 비교분석하기 위한 에너지 모니터링을 각주택별로 실시하며, 이러한 데이터는 단지 내에 에너지 모니터링실을 설치하여 연구기간동안 지속적으로 기록하며 분석한다.

4. 제로에너지 주택 인식개선을 통한 보급 확대

가. 제로에너지 주택 쾌적성 및 경제성 실증

국민들의 기본적인 생활수준이 높아지고, 쾌적성에 대한 요구가 많아짐에 따라 인간 친화적인 삶의 질 확보하기 위해 노력하고 있다. 제로에너지 주택이 가지는 쾌적성과 이에 따른 쾌적지수를 산정하여 이용자의 삶의 질 가치 환산을 통해 제로에너지 주택이 갖는 경제적인 가치 산정한다.

제로에너지 주택은 난방에너지를 기존건축물에 비해 90%를 줄이고, 50%의 전체 에너지소비량을 실질적으로 절감시킬 수 있는 건물로서, 자연환경에 대한 부하를 원천적으로 절감하는 주택이다.

제로에너지 주택의 에너지 절감량에 따른 이산화탄소배출량을 계산하여 탄소배출권거

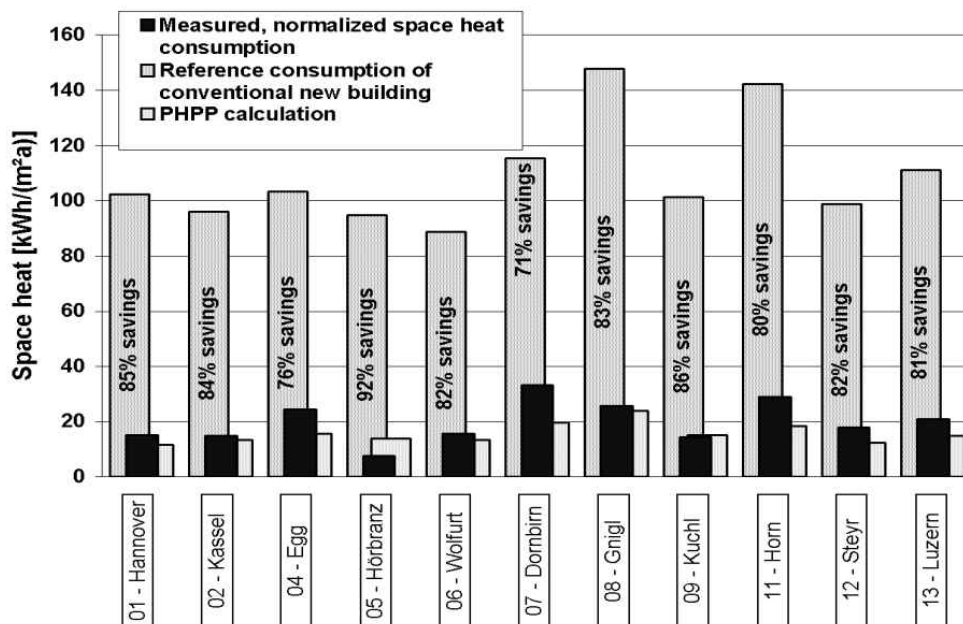
래제도에 의한 이산화탄소의 경제적인 가치 산정도 가능하다. 규모가 작은 건물에는 큰 영향을 미치지 않을 수도 있으나, 적용범위가 커지면 커질수록 그 가치는 급격히 증대할 수 있다.

따라서 쾌적성 및 경제성 실증 자료를 바탕으로 보급형 제로에너지 주택단지의 개발한다.

나. 제로에너지 주택 초기 투자 대비 회수 기간 실증

경제성 평가 방법은 어떤 환경에서 어떤 목적으로 사용되는가에 따라 적합한 모형을 선정하여 분석을 시행하고 있으며, 비용과 효과를 측정하는 방식에 따라 비용분석, 비용효과분석, 비용효용분석, 비용편익분석 등으로 구분된다.²⁴⁾

독일에서도 패시브하우스의 비용상승으로 인해 비용효율적인 패시브하우스에 대한 연구가 ‘CEPHEUS(Cost Efficient Passive Houses as EUropean Standards)’ 라는 프로젝트로 이루어지고 있다. 뿐만아니라 스웨덴, 오스트리아, 스위스, 프랑스에 위치한 221세대의 14개의 공동주택을 패시브하우스 기준에 따라 건물을 짓고 연구를 실시하고 있으며, 실제 사용한 에너지량을 측정하고, 독일 에너지계산 프로그램인 PHPP를 이용한 예측값과 독일의 법적기준에 맞춘 건축물의 에너지사용량을 비교하여, 실제 기준주택 대비 에너지 절감량을 측정하여 소비자들에게 신뢰할만한 데이터를 구축하고 있다.



[그림3.3] 각 프로젝트별 실제 사용한 난방소비량, 기존의 신축 건축물의 난방소비량, PHPP에 의한 난방소비량의 비교(출처:Passive House Institute)

24) Drummond et al. : Methods for the Economic Evaluation of Health Care Programmes, Oxford Press, 2006.

주택 에너지 성능의 향상을 통해 사용단계에서 비용을 절감함으로써, 초기투자 비용회수가 가능하고 그 이후에는 더욱 경제적인 건물이 될 수 있다는 결과를 보여주었으며, 사용자 만족도가 높다는 설문조사를 통해 독일에서 패시브하우스는 경제적인 면에서 이미 설득력을 얻고 있다.

그러나 독일에서 실시한 ‘CEPHEUS’ 연구는 패시브하우스를 위한 자재가 충분히 공급되고 있으며, 이에 따른 건축기술이 설계자, 시공자들에게 널리 알려졌기 때문에 가능한 프로젝트이며, 현재 국내 시장의 상황에서는 어려운 프로젝트이다.

따라서, 국내 조건에 따른 패시브하우스의 실제 에너지 사용량에 대한 모니터링 데이터베이스를 구축하는 것이 필요하며, 위와 같은 연구를 국내에도 실행하기 위해서는 우선적으로 자재에 대한 기준 설립 및 기술에 대한 개발을 통해 실제 사람이 거주하는 패시브하우스 건축물의 실현이 시급하다.

4절. 세부과제별 주요내용 및 추진전략

1. 1세부과제

가. 1세부과제의 구성

기획단계에서 검토와 조정, 전문가 자문을 거쳐 최종적으로 도출한 “제로에너지 주택 실증단지 구축 및 최적화 모델 개발 기획”의 1세부과제의 구성은 다음과 같다.

1세부과제 (총괄, 주택 및 단지 설계·감리·인증)		
세부과제		연구 내용
1-1	총괄과제	- 전체 연구의 운영 및 진행관리, 결과물 종합 및 성과관리 - 제로에너지 주택기술 가이드라인 개발 - 주택 에너지 분야 중장기 마스터플랜 수립
1-2	시물레이션을 통한 제로에너지 주택 설계	- 제로에너지 주택·커뮤니티, Mock-up주택 기획 및 설계 - 에너지 및 열교시물레이션을 통한 검증 - 주택 부위별 패시브 디테일 개발
1-3	제로에너지 단지 마스터플랜 작성	- 단지 마스터플랜 작성 - 친환경 단지 요소 기술 적용 및 검증 - 제로에너지 주택단지 보급모형 개발
1-4	제로에너지 주택·단지 시공감리 및 기술인증	- 제로에너지 주택 기술 표준화 - 모델별 도면에 따른 시공·감리 - 기적용 건축자재 성능 평가

나. 1세부과제 정의, 비전, 목표

1) 1세부과제의 정의

총괄과제로써 연구단을 운영 및 관리하며, 제로에너지

제로에너지 주택 및 단지기술을 적용하여 Mock-up주택, 주택, 커뮤니티를 설계하고 열교 및 에너지 시물레이션을 통해 성능을 검증한다.

제로에너지 주택 실증단지를 통해 실증된 기술을 표준화를 통해 인증한다.

2) 1세부과제의 비전

국가의 제로에너지 주택 및 단지 설계 기술을 확보하여 기술의 전 국토 확산을 촉진함.

제로에너지 주택단지를 조성하기 위한 요소기술은 새로운 기술이 아닌 기 개발된 기

술임을 인지하고, 흠속에 묻혀 있던 중요 요소기술을 발굴하여 본 연구를 구심점으로 새로운 융합기술을 개발함.

기관, 민간, 학계 등 흠어져 있는 제로에너지 건축 기술들을 통합하여 국가기반의 데이터베이스화를 통해 기술을 체계적으로 관리 및 발전시켜 한국 고유의 건축물 에너지 효율화를 달성함.

국가의 제로에너지 기술 홍보시스템 구축을 통한 국민과 외국 인식의 개선.

3) 1세부과제의 목표

가) 시뮬레이션을 통한 제로에너지 주택 설계

- (1) 주택 및 Mock-up 모델 설계한다.
- (2) 단지 커뮤니티 시설을 적정규모로 기획하고 설계한다.
- (3) 주택 및 단지의 최적화 패시브디테일 개발한다.
- (4) 에너지 및 열교시뮬레이션을 통해 주택 모델을 검증한다.

나) 제로에너지 주택단지 마스터플랜 작성

- (1) 제로에너지 및 친환경 요소를 적용한 단지 마스터플랜을 작성한다.
- (2) 친환경 단지 요소를 마스터플랜 실증을 통해 적용 및 검증한다.
- (3) 제로에너지 주택단지 보급모형 개발

다) 제로에너지 기술인증

- (1) 제로에너지 주택실증단지에 적용된 기술을 표준화한다.
- (2) 제로에너지 주택모델별 도면에 따라 시공을 감리한다.
- (3) 단지에 적용된 건축자재에 대한 성능을 평가 및 검증한다.

2. 2세부과제

가. 2세부과제의 구성

기획단계에서 검토와 조정, 전문가 자문을 거쳐 최종적으로 도출한 “제로에너지 주택 실증단지 구축 및 최적화 모델 개발 기획”의 2세부과제의 구성은 다음과 같다.

2세부과제 (제로에너지 주택·단지 시공 및 BM개발)		
세세부과제		연구 내용
2-1	제로에너지 주택·커뮤니티 시공	- 제로에너지 주택 시공 및 성능구현 - 제로에너지 커뮤니티 시공 및 성능구현 - Mock-up주택 시공 및 성능구현
2-2	제로에너지 단지시공	- 단지 시공기술 및 프로세스 개발 - 단지 마스터플랜에 따른 단지시공
2-3	실증단지 홍보물 제작 및 홍보관 조성	- 실증단지 운영·홍보관 구축(Mock-up 주택 용도변경) - 실증단지 조성 다큐멘터리 제작 - 제로에너지 주택단지 홈페이지 등 홍보물 제작.
2-4	경제성 분석 및 비즈니스 모델 개발	- 제로에너지 주택단지 비용효과 분석을 통한 경제성 연구 - 제로에너지 주택단지 비즈니스 모델 개발

나. 2세부과제 정의, 비전, 목표

1) 2세부과제의 정의

제로에너지 주택 및 단지기술을 Mock-up 주택 및 실증단지에 적용하여 시공기술을 발굴하고, 모델별 경제성 평가를 통한 제로에너지 단지 비즈니스 모델을 개발한다.

2) 2세부과제의 비전

- 가) 제로에너지 주택 및 단지 설계 기술 실현을 위한 시공기술과 경험의 확보를 통해 국내 전문 인력 양성과 시공 전문성을 확보함.
- 나) 국내 제로에너지 건축 기술에 대한 열화상카메라 촬영(열교) 및 블리드어테스트(기밀성)를 통해 국내외 인식을 개선하고 국내기술의 우수성을 입증함.
- 다) Mock-up 주택 조성 및 구축을 통해 제로에너지 주택 실증단지 구축을 위해 필요한 기준을 제시한다.
- 라) 제로에너지 단지 비즈니스 모델을 개발하여 전국토 보급 및 주택 단지 수출 모

델을 제시한다.

3) 2세부과제의 목표

가) 제로에너지 주택 및 커뮤니티 시공

- (1) 제로에너지 Mock-up 주택 설계안 구현을 통한 기존의 시공기술 개발 및 진단
- (2) 제로에너지 주택 모델별 설계안에 적합한 시공기술 개발 및 실증
- (3) 제로에너지 커뮤니티 시설 설계안에 적합한 시공기술 개발 및 실증

나) 제로에너지 단지시공

- (1) 건축자재의 성능 기준 마련하고, 기개발 자재의 성능 평가.
- (2) 친환경 단지시공기술 개발
- (3) 제로에너지 단지시공 프로세스 개발

다) Mock-up 주택(홍보관) 조성·구축

- (1) 제로에너지 Mock-up 주택 모델 개발 및 구현을 통한 실증
- (2) Mock-up 주택 실증 후 제로에너지 주택단지 홍보관으로 구축
- (3) 실증단지 조성과정 다큐멘터리 제작
- (4) 제로에너지 주택단지 홍보자료

라) BM 개발 및 경제성 분석

- (1) 제로에너지 단지가 시장에서 수요 가능하도록 비즈니스 모델 개발
- (2) 모델별 경제성 분석을 통해 최적화 모델 개발
- (3) 임대·분양을 통해 모델의 시장성 및 수요 실증

3. 3세부과제

가. 3세부과제의 구성

기획단계에서 검토와 조정, 전문가 자문을 거쳐 최종적으로 도출한 “제로에너지 주택 실증단지 구축 및 최적화 모델 개발 기획”의 3세부과제의 구성은 다음과 같다.

3세부과제 (복합에너지 공급·운영·관리)		
	세세부과제	연구 내용
3-1	주택단지 신재생에너지 시스템 최적화	- 신재생에너지 최적화 시스템 개발 - 신재생에너지 최적화 시스템 구축 및 실증
3-2	복합 에너지 네트워크 시스템 구축	- 에너지 네트워크 알고리즘 개발 - 복합 에너지 네트워크 시스템 개발 및 구축
3-3	주택 에너지 및 쾌적성 모니터링	- 주택 에너지 모니터링 연구 - 주택 쾌적성 모니터링 연구 - 모니터링 결과 데이터 베이스 구축 - 에너지 관리시스템 구축 및 실증

나. 3세부과제 정의, 비전, 목표

1) 정의

제로에너지 주택 모델별 최적화 신재생에너지 시스템 개발 및 설비시스템을 효율화한다. 제로에너지 주택 단지에 최적화한 스마트그리드를 개발 및 구축하여 실증한다.

2) 비전

- 가) 맹목적인 제로에너지 주택이 아닌 모델에 최적화된 신재생 에너지 시스템을 개발하여 적용을 통해 실증함.
- 나) 단지 통합관리 시스템 및 단지 최적화 스마트그리드 시스템을 구축하여, 불필요한 전력사용을 최소화하고, 전력 사용 불균형을 해소 및 피크 부하를 최소화하여 전력 생산 요구량을 최소화함.
- 다) 실증단지 실거주민을 대상으로 거주성평가 및 에너지 모니터링을 실시하여 제로 에너지 주택의 우수성을 증명하고, 실증단지 보급에 따른 온실가스 배출감소량을 제시함.

3) 목표

가) 주택 신재생 에너지 구축

- (1) 모델별 신재생에너지 설계 최적화 기술을 개발한다.
- (2) 모델별 신재생에너지 시공 최적화 기술개발한다.
- (3) 제로에너지 단지 신재생에너지 공급시설 구축 및 실증한다.

나) 주택 설비시스템 효율화

- (1) 단지 내 에너지 네트워크 알고리즘 개발한다.
- (2) 복합 에너지 네트워크 시스템 개발 및 구축한다.

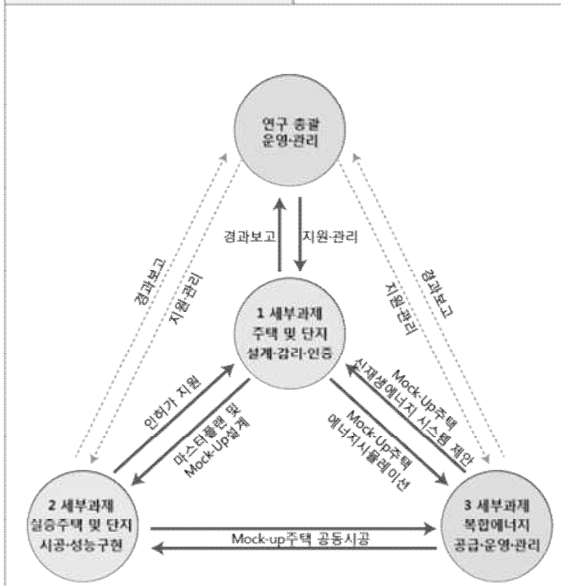
다) 복합 에너지 관리시스템 구축

- (1) 주택 모델별 쾌적성 모니터링 기술 개발한다.
- (2) 제로에너지 주택별 모니터링 결과 데이터베이스화
- (3) 복합에너지 관리시스템 구축 및 실증한다.

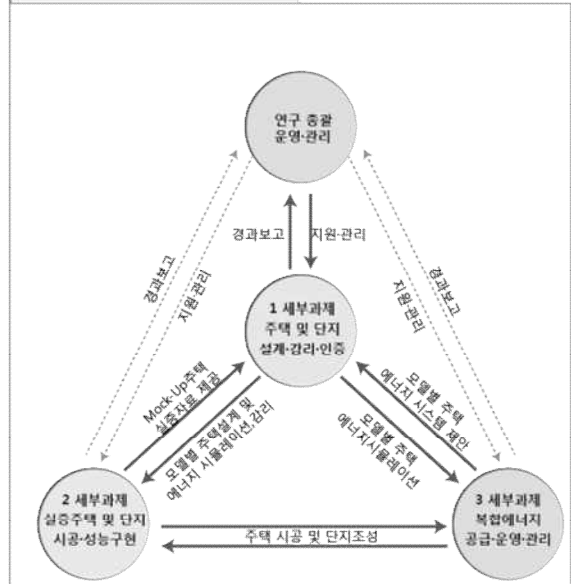
5절. 세부과제 간 연계관계

1. 단계별 세부과제 간 다이어그램

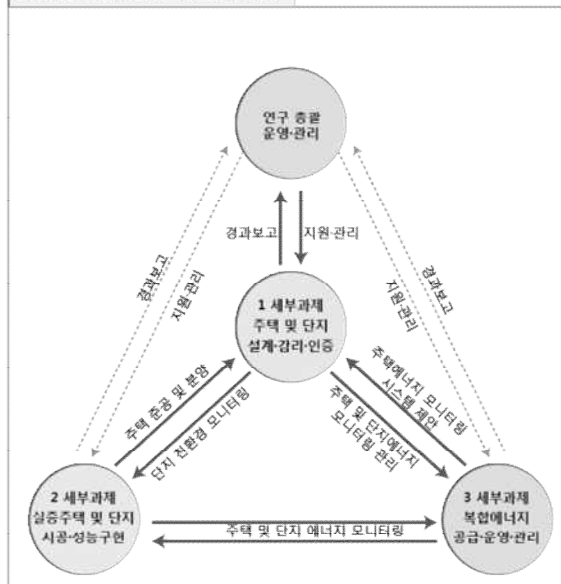
1단계 : 대지조성, Mock-Up 주택



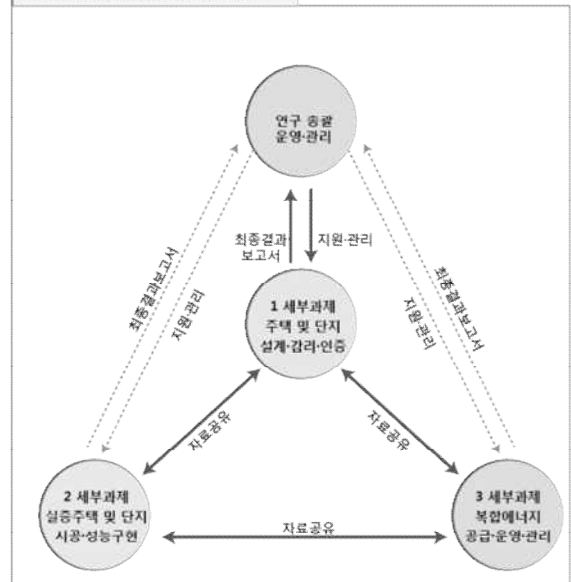
2단계: 주택시공 및 단지조성



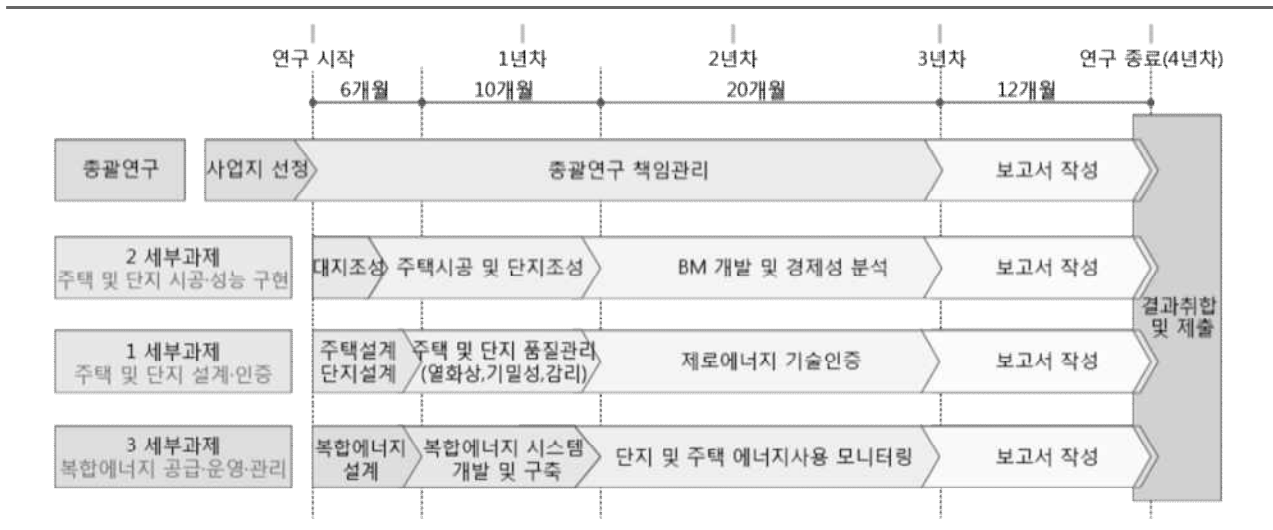
3단계: 거주성평가 및 모니터링



4단계: 홍보 및 보고서작성



6절. 과제별 · 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵



1. 연구기간의 설정

제로에너지 주택 실증단지는 프로젝트의 시급성에 따라 빠르게 주택 단지를 조성해야 하기 때문에 연구 기간의 설정에 있어서 기간의 축소가 어려운 대지조성공사 인허가, 주택의 인허가, 주택 및 단지의 시공, 모니터링 등의 프로세스를 중심으로 연구단계를 재배분하였다.

또한 각 세부과제별로 연구의 진행 단계별 프로세스를 각각 산정하여, 최소한의 시간으로 최대한의 성과를 거두기 위한 성과 로드맵을 구성하였다.

2. 1단계 (연구시작(0개월)부터 6개월경과 기간)

연구의 시작부터 6개월이 경과하는 기간 동안 대지조성사업의 설계, 인허가, 조성이 이루어진다. 또한 전체 주택의 모델 설계 이전에 Mock-up 주택을 설계, 인허가, 그리고 시공이 이루어진다. 그와 동시에 각 주택모델별 기획설계또한 동시에 진행한다. 이 단계에서 연구 및 시범단지 조성에 있어서 설계, 시공, 신재생에너지 시스템을 연구하는 1, 2, 3세부과제 팀이 프로젝트에 유기적으로 진행될 수 있도록 조율한다.

3. 2단계 (1단계 종료시점에서 10개월경과 기간)

1단계가 종료하는 시점부터 10개월이 경과하는 기간 동안 주택시공 및 단지조성이 이루어진다. 주택은 1세부과제에서 모델을 설정 및 설계하여, 2세부과제에서 설계된 주택을 시공하여 실증한다. 또한 3세부과제에서는 설계 단계에서 모델에 최적화된 신재생 에너지 시스템을 설정하여 제공하며, 시공 단계에 있어 직접 신재생에너지 및 설비를 시공하여 실증한다. 또한 1세부과제 팀은 시공이 진행되는 동안 감리를 통해 시공의 정확성을 높이고, 기밀성 테스트 및 열화상 카메라 등의 기술을 지원한다.

4. 3단계 (2단계 종료시점에서 20개월경과 기간)

2단계가 종료하는 시점부터 20개월간 준공이 완료된 주택단지를 분양 및 거주성, 경제성 평가, 에너지 모니터링 등의 연구가 진행된다. 2세부과제에서는 주택단지의 분양을 통해 주택시장에서 제로에너지 주택이 어떠한 경제성을 갖는지 연구를 진행한다. 또한 3세부과제팀은 주택의 에너지 모니터링을 실시하며, 임대 또는 분양을 통해 입주한 거주자의 거주환경 및 단지 친환경 모니터링, 설문 등을 통한 거주성 평가 등의 연구를 진행한다. 주택 모니터링에 있어서 1세부과제팀의 지원, 관리를 통해 모델별 에너지 성능평가 연구를 진행한다.

5. 4단계 (3단계 종료시점에서 12개월경과 기간)

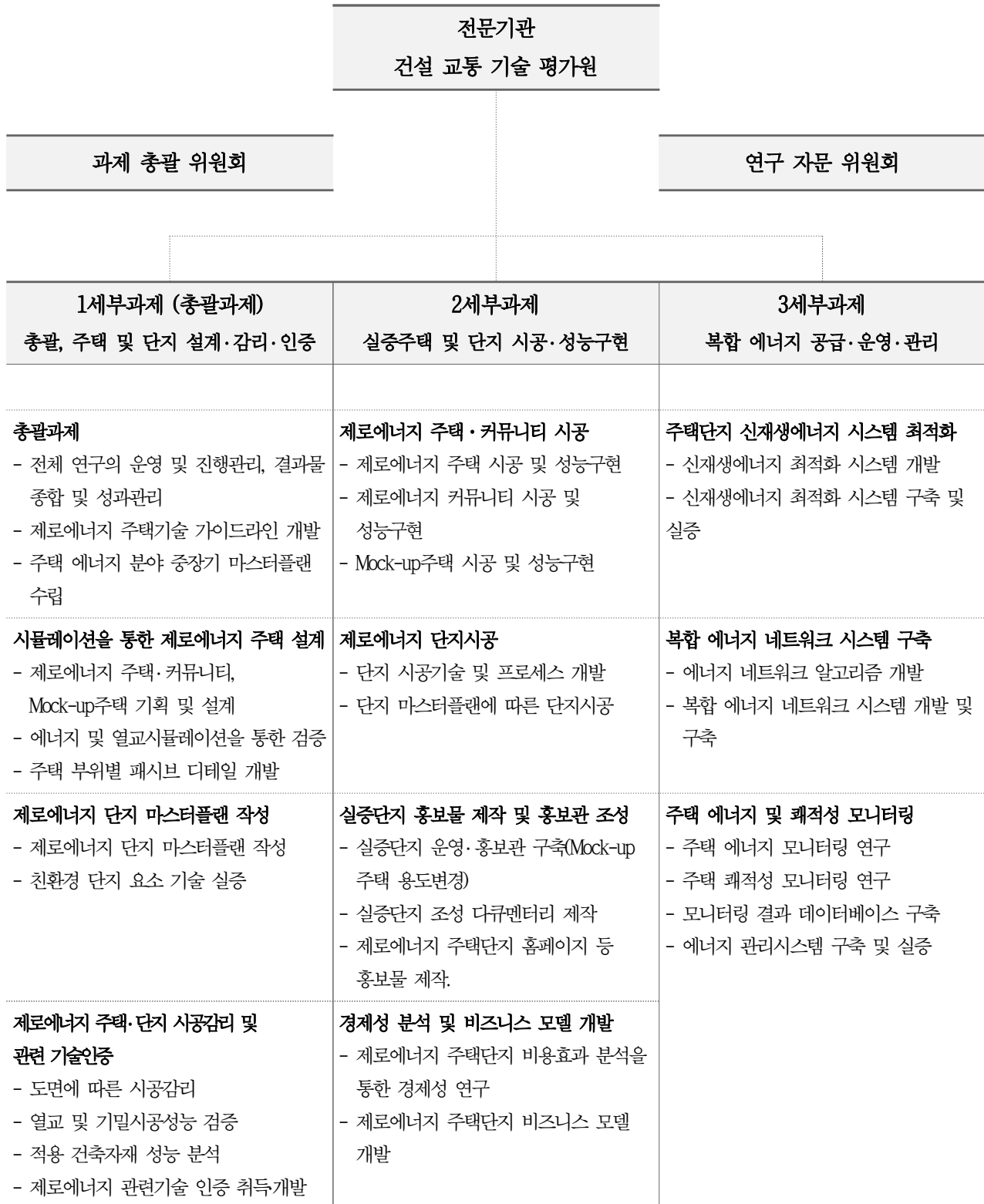
3단계가 종료하는 시점부터 12개월간 제로에너지 주택 실증단지 조성과정에서 진행된 연구 및 실증 자료를 바탕으로 최종 연구 성과물을 연구하여 제출한다. 이와 동시에 전문인력 양성 및 지식확산을 위한 시스템 구축, 홍보관 홈페이지, 다큐멘터리 등을 통해 제로에너지 주택 실증단지가 전국토로 보급될 수 있도록 지원한다. 각 세부과제 팀은 연차별 보고서를 정리하여 총괄과제로 제출하고 총괄 과제팀에서 건설교통평가원으로 최종 결과물을 제출한다.

7절. 성과의 활용방안

- 국내 제로에너지 주택 및 단지 기술에 대한 국내·외 인식개선 및 홍보자료로 활용
- 제로에너지 주택 및 단지 설계 및 시공 기술 보급·확산
- 제로에너지 주택 모델별 최적화 신재생에너지 시스템 개발 보급·확산
- 소규모 주택단지에 단지 통합운영관리 시스템 보급·확산
- 국내 제로에너지 주택기술의 해외진출을 위한 비즈니스모델 제시
- 에너지절약과 생산이 최적화된 신개념의 그린홈 개념 정립 및 보급 가능
- 건축 자재 및 건축공법에 대한 한국형 기준 및 성능 검증지표 제시 및 보급·확산
- 제로에너지 주택의 우수성 실증 및 보급·확산
- 제로에너지 주택 및 단지별 구체적 온실가스 감축량 제시를 통한 국제 경쟁력 확보

8절. 연구수행체계 제안

1. 연구 조직도



2. 조직 수행체계

가. 연구단 체계

추진 체계는 의사소통과 연구관리, 빠른 의사결정 등이 가능하며, 연구발주 시기 조절 등을 통하여 연구 성과물의 상호 연계, 사례 현장 적용 및 검증을 효율적으로 실시할 수 있다는 장점이 있어, 본 과제의 규모와 특성에 적합하다고 판단되어 연구단 체계로 설정하였다.

나. 단일공모

본 연구과제는 각 세부과제 설계, 시공, 모니터링에 대한 이해와 협력이 제로에너지 주택 실증단지 실현에 중요하므로, “국토해양기술 연구개발사업 사업단과제 관리지침 제12조 (세부과제 수행기관 분리공모 및 선정평가)”에 따른 분리공모가 필요하지 않다.

제12조(세부과제 수행기관 분리공모 및 선정평가)

- ①전문기관의 장은 기획연구 결과를 바탕으로 핵심과제를 구성하는 세부과제의 전부 또는 일부를 별도로 공모할 필요가 있다고 판단되는 경우 사업단장과의 협의를 거쳐 해당 세부과제를 핵심과제와 분리하여 공모(이하 “분리공모”라 한다)할 수 있다.
 - ②사업단장은 제1항에 따라 분리공모 하도록 결정된 세부과제에 대하여 공모안을 마련하고, 전문기관의 장에게 공고를 요청하여야 한다.
 - ③전문기관의 장은 사업단장의 공고 요청 시에는 공고 내용을 확정하고, 대상 세부과제에 대하여 공고한다.
 - ④분리공모 과제의 신청서 접수 및 사전검토, 평가 등에 관하여는 제11조에 따른다.
-

3. 조직별 역할

가. 1세부과제(총괄과제) - 제로에너지 주택 및 단지 구현을 위한 핵심기술 확보

전체 연구단을 운영하고 결과물의 종합 및 성과를 관리한다. 또한 연차, 중간, 최종보고서를 종합 및 제출 등 총괄과제의 역할을 수행한다.

제로에너지 주택 단지를 조성함에 있어 기존에 개발되어진 기술을 발굴 융합하여, 주택단지를 설계 및 시뮬레이션을 통해 2세부과제가 실증단지를 조성할 수 있는 기반을 마련한다.

나. 2세부과제 - 제로에너지 주택 실증단지 최적화 모델 조성

제로에너지 주택단지를 구현하여 실증하는 것을 목적으로 하며, 1세부과제를 통해 설계된 Mock-up 주택 및 주택단지를 조성하고, 3세부과제의 신재생에너지 시스템과 협력을 통해 주택의 제로에너지 성능을 구현한다.

다. 3세부과제 - 주택 신재생에너지 및 모니터링 핵심기술 확보

제로에너지 주택단지 모델별 최적화 신재생 에너지 시스템 설계 및 구현하며, 주택별 최적화 설비 설치를 통해 모델을 실증함을 목적으로 하며, 1세부과제를 통해 설계된 Mock-up 주택 및 주택단지에 제로에너지 성능 달성을 위해 적합한 신재생 및 설비 시스템을 설계 및 구현 한다.

라. 과제 총괄 위원회

과제총괄위원회의 역할은 연구단을 운영하고, 연간운영계획, 핵심과제 참여기관의 변경 등 연구단 운영에 관한 주요사항을 심의한다. 세부과제 조정 및 실증단지 조성 또는 사업 진행, 예산, 일정 등 사항에 대한 심의 및 검토를 한다.

마. 연구 자문 위원회

자문위원회는 총괄연구팀을 전문적, 기술적으로 보완하기 위한 장치로, 정책 및 제도 전문가, 건축사, 금융전문가, 환경전문가 외에 제로에너지 주택단지 관련 전문가로 구성한다. 자문위원회 구성 시기는 본과제 선정 후로 하며, 단지마스터플랜 설계단계, Mock-up 주택 설계단계, 주택 설계단계, 주택 시공단계, 모니터링 단계에서 반드시 자문위원회를 개최하여 보고하는 것을 원칙으로 한다.

4장. 사전타당성 검토

1절. 정책적 타당성

1. 저탄소 제로에너지주택 실현을 통한 건축분야 기술 확보

제로에너지 주택실증단지는 선도적인 녹색건축 모델을 제시하여 국내 기술경쟁력을 홍보하며, 국내 제로에너지 건축분야의 해외시장 진출을 위한 비즈니스 모델 확보할 수 있다. 또한 제로에너지 실증단지를 통한 보급형 제로에너지 단지기술 검증 및 구축을 통해 전 국토 확산 및 보급이 가능하다.

제로에너지 실증단지는 에너지절감과 함께 삶의 질을 향상시킬 수 있는 주택 및 단지 모델 제시를 통해 주거복지 실현한다. 또한 스마트 그리드와 같은 합리적 에너지생산 및 분배 시스템을 적용하여 단지형 복합에너지 시스템 유형을 제시한다.

2. 지역경제파급효과와 국토균형개발

제로에너지 주택실증단지는 에너지 비용 절감을 통한 지역 내에서 선순환 하는 지속 가능한 주택단지 모델의 제시할 수 있다. 실증단지를 거점으로 구성된 주민, 공무원, 대학, 전문가, 기업, 시민단체 등 지역의 인적, 물적, 사회적 자원의 네트워크 및 거버넌스 모델 제시한다.

제로에너지 주택실증단지는 주변의 부가가치 상승을 통해 주변지역 경쟁력을 확보한다. 또한 단지 내 복합 에너지 시스템 및 커뮤니티센터 운영을 통한 일자리 창출하고, 실증단지를 거점으로 주변 지역의 그린타운 특성화 및 차별화를 통해 해당 지역의 경쟁력 및 녹색 이미지 재고 또한 가능하다.

제로에너지 주택실증단지는 해당 지역 특성에 적합한 신재생에너지원 활용을 통해 새로운 자원 및 일자리 확보도 가능하다.

3. 상위계획과의 연관성- 성과 및 문제점

가. 2008년 8월15일 저탄소 녹색성장이후의 녹색건축분야의 성과

2008년 8월 15일 저탄소 녹색성장 선언 이후 녹색건축 분야는 신규건축물은 에너지절약형으로 건축 유도하고, 공공건축물 녹색인증 의무화하며, 민간건축물은 인증 시 세제 감면, 건축기준 완화 등 인센티브 부여를 통해 자발적인 참여 유도해 왔다.

또한 냉난방비 등 에너지비용 절감을 위해 에너지절약 허가기준을 강화하였고, 기존건축물의 에너지효율 개선을 위한 시범사업 추진했다.

건축물 온실가스 에너지 목표관리제 시범사업을 통해 사회전반에 에너지 인식제고 및 목표관리제도 정착에 기여하였으며, 녹색건축 활성화를 위한 기반을 마련했다.

나. 2008년 8월15일 저탄소 녹색성장이후의 녹색건축분야의 문제점

위의 많은 성과에도 불구하고 녹색건축분야에는 기 개발된 녹색건축물 설계 및 시공 기술의 실용화에 어려움 겪었다. 시범주택이 연구 및 전시목적 단계에 머무는 실정으로 실용화에는 한계가 있었다.

따라서 사람이 실제 거주하는 주택단지를 건설하여 녹색건축물의 보급을 활성화 할 필요성이 대두되었다.

녹색건축물 활성화를 위한 제도적 기반이 미흡하였다. 관련 유사 인증제의 중복운영으로 민간의 비용 증가했고, 대표브랜드 육성 및 경쟁력 확보가 어려웠다. 육성 및 관리를 위한 제도체계 미비하였다.

다. 건축물 전 생애 단계별 녹색화 방안 필요

녹색건축물 분야는 정부 각 부처 및 연구기관이 분야에 따라 개별적으로 투자되어, 건축자재, 설계, 시공, 유지관리 및 재활용 등 건축단계별로 분산되어 개발되어 왔다.

하지만 효과적이고, 실질적인 효과를 거두기 위해서는 종합적이고, 체계적인 접근을 통해 건축물 생애 전 과정에 대한 평가 및 녹색기술 개발이 필요하다.

라. 향후 정부 추진 계획

세부과제		추진일정	추진부서
녹색건축물의 탄생			
설계.시공 기준강화	그린홈 성능기준 개정	‘11년~	국토부
	에너지절약설계기준 강화	‘12년~	
	에너지소비 총량제 도입	‘11년~	
실증단지조성	공동주택 실증단지 조성	‘11년~	국토부
	단독주택 실증단지 조성	‘11년~	국토부+녹색위
녹색건축물의 유지관리			
인증제 활성화	에너지인증대상 확대 및 의무화	‘11년~	국토부 지경부 환경부
	인증제도 기반구축		
에너지 정보공유	에너지소비증명제도 도입	‘12년~	국토부
	에너지통합관리시스템 구축 확대		
녹색건축물의 재탄생			
그린 리모델링 기준마련	그린 리모델링 가이드라인 마련	‘12년~	국토부
그린 리모델링 지원확대	주택 개보수 사업의 그린홈화 지원	‘11년~	국토부
	일반 건축물 그린 리모델링 금융지원	‘12년~	국토부
녹색건축환경 기반강화			
정보공유 및 기술개발	녹색건축한마당 개최	‘11년~	국토부 녹색위 국건위
	친환경건축자재 시스템 체계화	‘12년~	국토부
	액티브 그린 빌딩연구	‘12년~	국토부

[표3.3] 제11차 녹색성장위원회 및 제4차 국가건축정책위원회 합동 보고대회 2011.06.08

바. 환경성

제로에너지 주택실증단지는 주변 자연환경과 조화롭고 공해가 없는 마을 조성 가능하다. 운영과정에서 화석에너지를 사용하지 않는 저탄소 마을을 조성 가능하다. 지속가능한 건축물과 단지 완성을 통해 폐기물을 최소화한다.

마. 국고지원의 적합성

제로에너지 주택실증단지는 국가 정책에 기준이 되는 성능기준 설정하고 달성을 통해 입증한다. 또한 모니터링 결과를 데이터베이스화하여 각종 정책을 뒷받침할 수 있다.

또한 이 프로젝트를 통해 국가 제로에너지 주택 및 단지 기술 확보 가능하다. R&D 연구단과 국내기업 협력 연구를 통해 공동실증단지 내에 기 개발 된 (신재생, 친환경단지, 제로에너지주택) 녹색기술 실현 및 검증 가능하다.

또한, 개별 에너지 절약형 건축 기술뿐만이 아닌, 기 개발 된 에너지절감 및 친환경 단지 기술의 융합을 통해 제로에너지 주택단지 기술 및 성능기준을 마련할 수 있다.

국내 기 개발된 제로에너지 주택 기술(패시브+신재생)을 융합하여 제로에너지 주택단지를 구축 및 성능을 확보 가능하다.

본 제로에너지 실증단지 프로젝트는 국민의 인식개선 및 홍보를 위한 랜드마크 프로젝트로 제로에너지 주택 쾌적성 및 경제성 실증하고, 제로에너지 주택 초기투자대비 회수기간 실증을 통해 타당성을 입증하는 프로젝트이다.

제로에너지 주택실증단지 프로젝트는 국민에 모두가 거주하는 주택공간에서 에너지 절감 기술의 쾌적성 및 경제성을 실증하는 프로젝트로 국고의 지원이 타당하다.

사. 추진의지

2011년 6월 8일 제11차 녹색성장위원회 및 제4차 국가건축정책위원회 합동 보고대회에서 그린홈 실증단지 조성의 필요성을 국가정책으로 발표하였다. 선도적인 녹색건축모델을 제시하여 국내 기술경쟁력을 홍보하고 해외시장 진출기반으로 활용할 목표를 설정하였다.

특히 기존대비 70%이상 에너지절감을 목표로 단독주택 실증단지를 실현하고자 용인 흥덕지구 단독주택용지에 시행하였으며, 단독주택 실증단지사업은 에너지 절감 효과를 가시화 하고, 그린홈 확산의 모델로 활용하기 위해 추진되었다.

민간기업의 창의와 자발적 참여를 통한 실증단지 조성을 추진하였으나 투자비 상승 등을 이유로 참여가 저조하여 추진이 지연되었다. (사업자 공모를 2차에 걸쳐 실시(11년 6월, 11년 10월)하였으나 참여 업체 미달)

용인 흥덕지구 단독주택 실증단지 사업 추진 성과 저조로 인해, 그린홈 실증단지 랜드마크 사업을 민간기업의 참여를 전제로 정부의 R&D사업과 결합한 실증형 R&D사업으로

추진할 필요성이 대두되었으며(미래형 녹색건축 기술을 구현하는 저에너지 주택 실증단지 조성하고, 녹색건축 기술에 따른 비용상승 부분을 R&D로 지원), 녹색성장위원회의 주관으로 정부 각 부처에서 추진 중인 에너지효율 R&D(신재생에너지, 주택에너지효율개선 - 지경부, 그린홈, 녹색건축-국토부, 디스포저 등 폐기물처리-환경부)를 접목 한 융합·실증형 R&D사업으로의 사업추진방안이 계획되었다.

2절. 기술적 타당성

1. 입지 선정시 타당성

제로에너지 주택 실증단지가 실효성을 거두고 계획된 성능을 만족하기 위해서는 입지 선정이 중요하다.

제로에너지 주택 실증단지 입지 선정 조건은 다음과 같다.

- 국가의 지속적 정책임을 인지할 수 있는 입지 선정
- 실증단지 주택의 임대 또는 분양시 시장가격과 경쟁력을 가질 수 있는 합리적 가격의 부지 선정
- 기존 인프라가 이미 구축되어있는 입지 선정 가능
- 개발제한구역이나 자연녹지 변경을 통한 개발 지양
- 소유주가 법이 또는 개인소유와 같이 소유관계가 명확한 부지 선정
- 물리적 환경이 제로에너지 및 패시브 주택 구축 및 신재생에너지이용이 가능한 부지 선정

2. 공법 분석

가. 패시브 주택 공법의 분석

분 류	분석의 방법
사이트분석	기후분석, 기후대별 난방에너지요구량 및 난방부하, 기후대별 벽체단열성능, 기후대별 건물구조형태, 기후대별 지붕형태
건물의 배치	건물의 주향, 건물의 주향별 난방에너지요구량 및 외벽단열성능
평면분석	평면 타입 및 실별 배치 분석
건물형태분석	건물의 형태별 난방에너지요구량 및 외벽단열성능
입면분석	창호분석, 방위별 창호비율
외부차양분석	외부차양의 위치, 종류, 열교 없는 설치방법
구조 및 공법 분석	건물 외벽 구조 분석, 건물의 외벽구조
설비분석	폐열회수환기장치 분석, 폐열회수환기장치가 난방에너지요구량에 미치는 영향
난방방식 분석	난방열원 및 난방시스템 분석

나. 신재생에너지 설치공법 분석

분석의 방법
설계자가 면적별 신·재생에너지원 생산규모와 생산량 분석
기획·기본설계 단계에서 에너지 생산규모와 생산량을 파악함으로써 건축물 설계 시 일체화된 디자인 가능토록 분석
개별·통합 계통 연계도를 통해 건물의 에너지흐름 파악
계통연계도 도면을 통해 기존 설비시스템과의 연계성 분석
유별 분류를 통해 다양한 건물에 세부적인 디테일 분석
풍하중·적설하중을 고려한 거치대 설계방법 분석
신·재생에너지 설비시스템에 필요한 기계실 면적 분석
신·재생에너지설비의 지원 등에 관한 기준 및 지침에 따른 설치기준 분석
지속적인 신·재생에너지원 운영에 대한 효율적인 관리 분석

다. 단지 조성기법 분석

분 류	분석의 방법
토지이용 및 배치기법	일조 및 일사를 고려한 배치분석, 미기후를 고려한 배치분석, 지형 및 지세의 활용 분석, 지역성의 고려 분석, 공간의 성격 구분 및 연계 분석, 보도 및 차도의 분리 분석, 오픈스페이스의 최대화 분석
친환경 외부공간 조성 기법	자연토양의 보전분석, 인공지반의 조성분석, 우수의 침투유도분석, 생태적 식재분석, 비오톱 조성 및 연계분석, 친수공간 조성분석, 건물외피의 녹화 분석
공급처리 시스템	위생적 상수 공급방법 분석, 생활하수 순환활용 분석, 우수차집 및 순환활용분석

라. 복합에너지 네트워크 및 관리시스템 활용기법 분석

분석의 방법
IT 기반의 복합 에너지 관리 및 모니터링 기술
단지 내 각 주택으로의 효율적인 에너지 전달 체계 개발
단지 내 각 주택으로의 효율적인 에너지 생산 시설 배치 모델 개발

3절. 경제적 타당성

1. 수요 및 편익 추정

가. 일반주택단지 VS. 제로에너지주택단지(R&D상승비용)

1) 1단계

	일반주택단지	제로에너지주택 단지[R&D상승비용]
주택	주택기획/계획/ 실시 설계비	설계비와 감리비는 사업자가 지불하는 것을 원칙으로 하나, 패시브제로에너지 실현을 위해 추가되는 공사비로 인한 설계비 및 감리비 상승비용은 R&D비용으로 지불
	주택감리비	
	일반공사비	- 모든 주택의 에너지절약요소 기술 도입으로 인한 건축공사비 상승비용 - 3중 유리시스템 창호 (2중 유리창호 대비 상승비) - 단열문 (일반문 대비 상승비) - 단열재 두께 상승 비용 (국내 에너지 절약기준 대비) - 블라인드 설치비 - 기밀성 확보를 위한 관련 자재비 - 폐열회수환기장치 설치비 - 저에너지친환경을 위한 인테리어 자재 상승 비용
	일반주택단지	제로에너지 커뮤니티[R&D상승비용]
커뮤니티+ 홍보관 건축물	커뮤니티/계획/ 실시/설계비	설계비와 감리비는 사업자가 지불하는 것을 원칙으로 하나, 패시브제로에너지 실현을 위해 추가되는 공사비로 인한 설계비 및 감리비 상승비용은 R&D비용으로 지불
	감리비	
	일반공사비 (주민교류 및 통합 경비실 + 제로에너지 주택 홍보관)	- 공사비 상승요인 독일 패시브하우스연구소에서 발표한 경제성 있는 패시브 주택을 실현하기 위해 만든 기준을 참고하여, 국내에서 사용하고 있지 않은 요소들을 적용 - 주택 구현 비용 - Mock-up 주택 구축 비용 (부지 매입비용, 설계 및 감리비, 시공비, 인테리어 비용) - 패시브제로에너지 건축물 설계 시 상승되는 설계비 및 감리비 - 정밀 시공실시 검증 시스템 비용 (열화상카메라 측정 및 기밀성 테스트) (기존 주택 준공 후 실시하지 않았던 주택별 시공검증 시 소요되는 추가 비용) - 에너지 시뮬레이션 및 열교 시뮬레이션 비용 (기존 주택 설계 시 실시하지 않았던 두개의 시뮬레이션을 기획 단계부터 실시설계까지 진행 시 소요되는 추가 비용)

	일반주택단지	제로에너지주택단지
신재생에너지추가비용	시행하지 않음	- 신재생에너지 추가비용 - 단지규모 신재생에너지 시스템 구성 및 설치 비용 - 주택별 신재생에너지 시스템 구성 및 설치 비용 - 단지 내 전력 및 스팀 에너지 공급망 구성 및 설치 비용
	일반주택단지	제로에너지주택단지 [R&D상승비용]
마스터플랜	마스터플랜 계획·설 시설계비	- 설계비와 감리비는 사업자가 지불하는 것을 원칙으로 하나, 친환경 단지실현을 위해 추가되는 공사비로 인한 설계비 및 감리비 상승비용은 R&D비용으로 지불 - 단지 조성 비용. - 마스터플랜 계획 및 실시 설계비 / 감리비 - 단지 기반시설 및 부대시설 구현을 위한 비용 ex) 설계비, 감리비, 건축비용 상승비, 에너지/열교시물레이션, 열화상/기밀성테스트 비용 - 친환경 단지 인프라 조성을 위해 세대수 절감에 따른 추가비용 ex) 단지 내 쓰레기 처리장, 생태연못, 어린이놀이터, 보차분리 등을 위해 총 세대수가 줄어들 경우 필지 흡수를 위한 비용
친환경 및 복지 차원에서 필지 수용비용	일반주택단지에는 단지내 차도와 간단한 놀이터만으로 계획되고 있음	

2) 2단계

	일반주택단지	기밀성 테스트
기밀성 테스트	시행하지 않음	- 전 주택 기밀성테스트 실시비용 - 시공단계에서 모든 주택에 한하여 기밀성테스트 실시
	일반주택단지	열화상카메라 실시
열화상 카메라실시	시행하지 않음	- 전 주택 열화상카메라로 촬영 비용 - 시공 및 완공단계에서 모든 주택에 한하여 열화상카메라 촬영 실시
	일반주택단지	제로에너지주택 [R&D상승비용]
전과정 다큐멘터리 제작	시행하지 않음	- 기획단계에서부터 건축가/PM/에너지 전문가 간의 통합설계 과정 촬영 - 시공과정 전 과정 촬영 - 완공 후 모니터링 과정 촬영
	일반주택단지	제로에너지주택 단지 [R&D상승비용]
홍보비	분양관련홍보비	- 분양관련 이외의 국가정책 홍보비 - 홍보관 운영비

3) 3단계

	일반주택단지	제로에너지주택 단지[R&D상승비용]
표준모델 디테일연구	시행하지 않음	• 각 구조별, 각 디자인별 표준모델주택 에너지절약 디테일 연구
	일반주택단지	제로에너지주택 단지[R&D상승비용]
시공방법 연구	시행하지 않음	• 각 구조별 주택 에너지절약형 주택 시공방법 연구
	일반주택단지	제로에너지주택단지[R&D상승비용]
기 개발 건축 자재 성능평가 연구	시행하지 않음	• 제로에너지주택단지에 적용된 외장재, 내장재 성능평가연구
	일반주택단지	제로에너지주택단지[R&D상승비용]
경제성 평가연구	시행하지 않음	• 제로에너지주택 경제성 평가 연구

5장. 인력투입계획 및 소요예산 산정

1절. 연구일정에 따른 인력투입 계획

1. 전체사업 인력투입계획

인원은 연구비에 비례하여 연구인원 비율을 배분했으며, 연구비에서 연구 인력의 비용은 20%가량으로 산정하였다. 따라서 연차별로 총 연구인원은 다음과 같다.

구 분	1년차	2년차	3년차	4년차	총 인원
연차별 총 연구 및 기술 인원	44명 (18.3%)	112명 (46.7%)	48명 (20.0%)	36명 (15%)	240명 (100%)

연구와 기술 인력은 본 과제 참여 기관에 따라 달라질 수 있으므로 본 기획과제에는 구분하지 않았다.

1년차에는 대지조성사업과 Mock-up주택 설계 및 시공이 진행되며, 총 인원의 18.3%인 44명이 배정되었다.

2년차에는 주택의 설계 및 시공, 신재생에너지 시스템의 설계 및 시공 등의 주요과제들이 집중되어 있으므로, 총 인원의 46.7%인 112명이 배정되었다.

3년차에는 주택의 거주성평가와 모니터링이 이루어질 예정이며, 총 인원의 20.0%인 48명이 배정되었다.

마지막 4년차에는 평가 자료 분석과 에너지 실 사용량에 따른 통합적 경제성 분석이 이루어질 예정이며, 총 인원의 15%인 36명이 배정되었다.

참여 인력의 구성은 다음과 같다.

구 분	박사 (고급기술자)	석사 (중급기술자)	학사 (초급기술자)	총 인원
참여 인력의 구성비	76명 (32.0%)	80명 (33.0%)	84명 (35.0%)	240명 (100%)

박사와 고급기술자, 석사와 중급기술자, 학사와 초급기술자를 동급으로 산정했으며, 비율별로는 박사(고급기술자)급은 32.0%, 석사(중급기술자)급은 33.0%, 학사(초급기술자)급은 35.0%로 배분하였다.

2. 세부과제별 인력투입계획

(단위 : 명)

구 분	세부과제명	1년차	2년차	3년차	4년차	총 인원
1 세부과제	주택 및 단지 설계·감리·인증	11	25	7	5	48
	박사(고급기술자)	3	8	2	1	14
	석사(중급기술자)	4	8	3	2	16
	학사(초급기술자)	4	9	3	2	18
2 세부과제	실증주택 및 단지 사공·성능 구현	23	53	25	21	122
	박사(고급기술자)	7	17	8	7	39
	석사(중급기술자)	8	18	8	7	41
	학사(초급기술자)	8	18	9	7	42
3 세부과제	복합에너지 공급·운영·관리	10	34	16	10	70
	박사(고급기술자)	3	11	5	3	22
	석사(중급기술자)	3	11	5	3	22
	학사(초급기술자)	4	12	6	4	26
구 분		1년차	2년차	3년차	4년차	총 인원
박사(고급기술자)		13	37	15	11	76
석사(중급기술자)		15	37	16	12	80
학사(초급기술자)		16	38	17	13	84
연차별 총 연구 및 기술 인원		44	112	48	36	240

2절. 소요예산 산정

1. 예산 산정방법

총 개발 비용에 대한 민간부담 비율은 25%로 가정하였다.(국토해양부소관 연구개발사업 운영규정 제27조 관련) 이 금액은 제로에너지 주택 실증단지를 개발하고자하는 주체가 현 시점에서 결정되지 않았고, 특히 설계분야에 경우 중소 설계사무소 참여가 주를 이룰 것으로 보아 상당히 부담이 높은 편이다.

한편, 본 사업을 통해 제로에너지 주택시장의 활성화와 주택단지 모델의 전 국토 보급을 통한 기술 및 재료 시장이 형성된다면, 지자체 및 민간, 공공사업자의 수요가 급격히 증가 할 것으로 기대된다. 따라서 25% 민간 부담률은 적정비율로 판단된다.

연차별 정부 출연금과 기업부담금의 비율은 다음과 같다.

(단위: 억원)

구 분	1년차	2년차	3년차	4년차	총 연구비
연차별 정부출연금(75%)	33.0 (18.3%)	84.0 (46.7%)	36.0 (20.0%)	27.0 (15.0%)	180.0 (100.0%)
연차별 기업부담금(25%)	11.0 (18.3%)	28.0 (46.7%)	12.0 (20.0%)	9.0 (15.0%)	60.0 (100.0%)
연차별 총 연구비 (정부출연금 + 기업부담금)	44.0 (18.3%)	112.0 (46.7%)	48.0 (20.0%)	15.0 (15.0%)	240.0 (100.0%)

1년차에는 대지조성사업과 Mock-up주택 설계 및 시공이 진행되며, 총 연구비의 18.3%가 배정되었다.

2년차에는 주택의 설계 및 시공, 신재생에너지 시스템의 설계 및 시공 등의 주요예산이 투입되는 과제들이 집중되어 있으므로, 총 연구비의 46.7%가 배정되었다.

3년차에는 주택의 거주성평가와 모니터링이 이루어질 예정이며, 총 연구비의 20.0%가 배정되었다.

마지막 4년차에는 평가 자료 분석과 에너지 실 사용량에 따른 통합적 경제성 분석이 이루어질 예정이며, 총 연구비의 15.0%가 배정되었다.

세부과제별 연구비의 비율은 다음과 같다.

(단위: 억원)

구분	총 연구비용	1세부과제	2세부과제	3세부과제
정부출연금	180.0 (100.0%)	36.00 (20.0%)	91.5 (50.8%)	52.5 (29.2%)
기업부담금	60.0 (100.0%)	12.00 (20.0%)	30.5 (50.8%)	17.5 (29.2%)
총 연구비	240.0 (100.0%)	48.00 (20.0%)	122.00 (50.8%)	70.0 (29.2%)

1세부과제는 Mock-up 주택과 커뮤니티, 주택에 대한 설계 및 시뮬레이션 연구비용이 포함되어 있다. 또한 단지의 마스터플랜에 소요되는 비용과 마지막으로 본 연구를 통해 도출될 제로에너지 기술 들을 표준화하고 성능 평가하여 인증하는 비용이 포함되어 있다. 또한, 1세부과제는 총괄과제의 역할을 수행하여 전체 연구의 운영 및 진행관리, 결과물 종합 및 성과관리, 연차·중간·최종보고서 종합 및 제출 등의 역할을 수행한다.

따라서 1세부과제에는 총 연구비의 20.0%가 배정되었다.

2세부과제는 Mock-up 주택과 커뮤니티, 1세부과제에서 연구를 통해 설계한 주택단지를 시공하는데 필요한 시공비용에서 상승하는 비용이 시제품 비용으로 포함되어 있다. 또한 단지의 마스터플랜에 따른 각 친환경 단지 요소의 적용에 들어가는 기술료와 연구비용, 마지막으로 단지의 비즈니스 모델을 개발하고 모델별 경제성 분석을 하는 비용이 포함되어 있다. 따라서 2세부과제에는 총 연구비의 50.8%가 배정되었다.

3세부과제는 신재생시스템 및 고효율 설비 설계 및 구축에 대한 비용과 단지 통합 에너지 네트워크 개발 및 구축에 대한 비용이 포함되어 있다. 또한 단지의 에너지 모니터링과 관련된 시스템과 연구비용으로 구성되어 있다. 따라서 3세부과제에는 총 연구비의 29.2%가 배정되었다.

전체 사업예산에 대한 세부항목 자료는 [부록1. 연구비 세부항목]으로 첨부한다.

2. 전체사업 소요예산

(단위: 억원)

구 분	세부과제명	1년차	2년차	3년차	4년차	총연구비
1 세부과제	총괄, 주택 및 단지 설계·감리·인증	11.0	25.0	7.0	5.0	48.0
	연구 책임 관리 (총괄과제)	4.0	4.0	2.0	2.0	12.0
	시뮬레이션을 통한 제로에너지 주택설계	5.0	17.0	2.5	1.5	26.0
	제로에너지 친환경 단지 마스터플랜 작성	1.0	1.0	0.5	0.5	3.0
	제로에너지 주택·단지 시공감리 및 기술인증	1.0	3.0	2.0	1.0	7.0
2 세부과제	실증주택 및 단지 시공·성능 구현	23.0	53.0	25.0	21.0	122.0
	제로에너지 주택·커뮤니티 시공	16.0	42.0	6.0	2.0	66.0
	제로에너지 단지 시공	1.0	7.0	1.0	1.0	10.0
	실증단지 홍보물 제작 및 홍보관 조성	6.0	2.0	2.0	2.0	12.0
	경제성 분석 및 비즈니스 모델 개발	-	2.0	16.0	16.0	34.0
3 세부과제	복합에너지 공급·운영·관리	10.0	34.0	16.0	10.0	70.0
	주택/단지 신재생에너지 공급시설 구축	7.0	24.0	2.0	2.0	35.0
	복합 에너지 네트워크 시스템 구축	3.0	8.0	2.0	2.0	15.0
	주택 에너지 및 쾌적성 모니터링	-	2.0	12.0	6.0	20.0

구 분	1년차	2년차	3년차	4년차	총연구비
연차별 정부출연금	33.0	84.0	36.0	27.0	180.0
연차별 기업부담금	11.0	28.0	12.0	9.0	60.0
연차별 총 연구비 (정부출연금 + 기업부담금)	44.0	112.0	48.0	36.0	240.0

구 분	1년차	2년차	3년차	4년차	총 연구비
	136-146	146-156	156-166	166-176	
연차별 정부출연금	33.0	84.0	36.0	27.0	180.0
연차별 기업부담금	11.0	28.0	12.0	9.0	60.0
연차별 총 연구비 (정부출연금 + 기업부담금)	44.0	112.0	48.0	36.0	240.0

3절. 실증단지 구축을 위한 조직구성 제한사항

1. 컨소시엄 구성

본 과제는 학계의 연구를 위한 기술개발이 아닌, 실증단지를 구축해야 하는 성과중심의 연구개발이므로, 산업체(기업), 학계, 연구소가 적절히 연계되어 진행되어야 한다.

1세부과제는 제로에너지 주택 및 단지 설계·감리·인증 등 실증단지 구축에서 연구의 주체적인 역할을 해야 하므로, 건축물에너지 연구 실적을 갖춘 학계의 연구 인력과 에너지 절약형 건물 설계 경험을 갖춘 건축사사무소와 연구소 협동으로 컨소시엄으로 구성한다.

- ① 설계 및 감리팀 : 학계 + 설계사무소
- ② 시뮬레이션팀 : 연구소
- ③ 기술인증팀 : 학계 + 기업 + 연구소

2세부과제는 실증단지 실현 및 구축을 위한 사업과 시공의 주체적인 역할을 해야 하므로, 에너지 절약형 주택 및 건물 시공 실적을 갖춘 시공업체와 사업 진행을 위한 사업자, 홍보를 위한 전사·홍보 업체, 경제성 분석을 위한 학계와 연구소 등을 컨소시엄으로 구성한다.

- ① 시공팀 : 건설업체 + 기업 + 연구소
- ② 사업팀(사업자) : 사업자
- ③ 홍보팀 : 전사·홍보 업체
- ④ 경제성 분석팀 : 학계 + 연구소

3세부과제는 실증단지의 에너지 네트워크 구축, 운영, 관리의 주체적인 역할을 해야 하므로, 단지 규모의 에너지 시스템 연구 및 사업 실적을 갖춘 연구소와 업체로 구성한다. 또한 모니터링 팀은 실거주를 대상으로한 모니터링을 위해 학계와 업체, 연구소가 컨소시엄을 구성한다.

- ① 에너지 네트워크 구축팀 : 연구소 + 업체
- ② 에너지 운영 및 관리팀 : 연구소 + 업체
- ③ 모니터링팀 : 학계 + 업체 + 연구소

2. 사업지 선정 기준

가. 대상지 선정 기준

- 실증단지는 국민들의 인식전환과 지식전달을 목적으로 많은 방문객이 쉽게 접근할 수 있어야 한다.
- 제로에너지 주택 실증단지는 태양을 적극적으로 이용해야 하므로 일조량이 풍부해야 한다.
- 남향배치가 가능하며, 주변에 일조에 방해가 되는 시설물이 적어야 한다.
- 합리적인 신재생에너지가 설치 가능한 환경이어야 한다.

나. 합리적 필지가격

- 실증단지의 임대 또는 분양이 가능한 합리적인 가격의 필지여야 한다.

다. 단지 상하수 인프라 구축이 완료된 필지

- 단지 주변에 기반시설이 구축되어 있어, 즉시 개발 가능한 필지여야 한다.

라. 개발제한구역이나 자연녹지의 변경을 통한 개발을 지양

- 개발제한구역이나 자연녹지의 변경을 통한 개발은 제로에너지 주택 실증단지의 목적과 취지에서 벗어난 방법이므로 이를 지양한다.

마. 필지 소유자의 참여의사

- 소유주가 법인 또는 개인소유여야 한다.
- 필지 소유자는 연구의 목적 및 내용을 충분히 이해하고, 실증단지의 연구 및 구축에 참여하겠다는 참여 의사서를 첨부해야 한다.
- 단, 2인 이상의 소유일 경우 전 소유자의 참여의사서 첨부해야 한다.

바. 사업자(사업대상지) 선정방법 분석

본 과제에의 컨소시엄 구성은 연구와 함께 실증단지 사업을 진행하여야 함으로, 사업자 및 사업대상지의 선정 여부가 가장 중요하다.

구분	방법	분석결과
컨소시엄 포함	-본 과제팀이 연구대상지를 확보하여 지원하고 사업자까지 종합평가를 통해 본 과제팀 선정.	-단기간에 큰 리스크 없이 사업자 및 사업주체 확보 가능. -사업지 및 사업자가 명확하고, 연구팀과 연계가 원활함.
1차 공모 후 본 과제 선정	-연구대상지 공개모집을 통해 1차 예비 후보지 선발 -본과제팀 선정 후 연구대상지 선정위원회를 구성하여 최종 연구대상지 확정	-대국민 홍보효과가 크고, 객관적 연구대상지 선정 가능. -연구팀과 사업자간의 연계가 일부 가능. -공개모집을 비롯하여 2차례 선발과정 진행상 많은 시일 소요 -사업 주체 설정과 사업지 매입 과정상 문제 발생 가능성
본 과제 선정 후 공모	-연구대상지 선정위원회를 구성하여 공개모집을 통해 연구 후보지 선발 -본과제팀은 대상지에 연구만 진행	-대국민 홍보효과가 크고, 객관적 연구대상지 선정 가능. -분양에 대한 리스크를 부담할 주체가 불분명 -연구내용이 불분명한 상황에서 사업지 지원 저조 가능성.

위의 분석 결과를 통해, 컨소시엄에 사업자 및 사업대상지를 포함하여 본 과제를 선정하는 방안이 최선이므로, 본 과제에서 컨소시엄의 구성은 사업자와 사업대상지를 포함하여 지원하거나, 미 포함시 본 사항에 대한 구체적인 대안을 제시해야 한다.

사. 사업자의 실증단지 분양방법 분석

구분	방법	분석결과
국민 임대	- 국민임대주택 사업을 통해 모니터링 - 모니터링 기간 및 종료 후에도 임대	- 임대거주자를 통한 연계연구 가능 - 비영리 임대사업을 진행할 수 있는 사업주체가 적음. - 운영 및 관리 주체가 필요
임대 후 분양	- 모니터링 기간 내 임대 후 - 모니터링 기간 종료 후 분양	- 모니터링기간 후 분양을 통해 분양에 대한 리스크 최소화 - 임대거주자를 통한 연계연구 가능 - 임대 후 분양에 따른 홍보 및 절차에 필요한 시간, 비용 중복발생 - 모니터링 기간 동안 투자된 원금에 대한 이자 발생
분양	- 분양 후 모니터링	- 투자된 돈의 회수가 빠름. - 국내시장에서 제로에너지 주택에 대한 선호도 조사 가능. - 분양에 대한 리스크 부담이 큼 - 모니터링 연구에 대한 입주자들의 이해부족인한 제약

3. 설계팀

- 본 연구과제는 실증단지 구축 전 과정을 실증하고 연구하는 프로젝트이므로 연구팀은 설계자를 포함하여 구성하여야 한다.
- 설계자는 최근 3년 이내 국가나 지자체가 발주한 에너지효율등급 1등급 또는 제로 에너지건축물 설계/감리 또는 관련연구 실적이 있는 전문가 또는 건축사로서 국내에서 건축허가를 득할 수 있는 자로 한다.
- 설계자는 설계단계에서 설계와 관련된 전기통신, 기계설비, 위생설비, 구조, 소방관련 분야의 업무는 외부 용역으로 수행 가능하다.
- 단, 에너지 및 열교시뮬레이션 업역은 연구팀 내에서 수행하여야한다.
- [국토해양부 건설교통기술평가원산하 제로에너지주택실증단지 구축 및 표준모델개발 r&d팀]으로 선정된 설계자는 사업지소유자의 발주방식과 무관하게 사업지에 대한 설계, 허가 및 감리를 수행하여야 한다. 단, 감리는 1세부과제 내에서 전문분야의 전문가가 함께 수행할 수 있다.

4. 시공팀

- 본 연구과제는 실증단지 구축 전 과정을 실증하고 연구하는 프로젝트이므로 연구팀은 시공자를 포함하여 구성하여야 한다.
- 시공자는 최근 3년 이내 국가나 지자체가 발주한 에너지효율등급 1등급 또는 제로 에너지건축물 시공 또는 관련연구 실적이 있는 자로 국내에서 건설행위가 가능한 사업체로 한다.
- 시공자는 시공단계에서 기밀성테스트와 열화상카메라를 통한 기밀 및 단열성능 검증은 연구팀 내에서 수행하여야 한다.
- [국토해양부 건설교통기술평가원산하 제로에너지주택실증단지 구축 및 표준모델개발 r&d팀]으로 선정된 시공자는 사업지 소유자의 발주방식과 무관하게 설계팀이 제작한 건축물을 시공하여야 한다.

5. 에너지성능 검증팀

가. 에너지 시뮬레이션 및 에너지 성능 검증팀

- 본 연구과제는 실증단지 구축 전 과정을 실증하고 연구하는 프로젝트이므로 연구팀은 에너지검증팀을 포함하여 구성하여야 한다.
- 에너지검증팀은 최근 3년 이내 국가나 지자체가 발주한 에너지효율등급 1등급 또는 제로에너지건축물에 대한 검증 또는 관련연구 실적이 있는 자로 한정한다.
- 에너지시뮬레이션 프로그램에 대한 규제는 없으나, 에너지소비총량을 정량화할 수 있어야하며, 에너지 요구량, 에너지 소요량, 1차에너지소요량을 kWh 단위로 보고한다.

나. 에너지/열교시뮬레이션 & 기밀성테스트/열화상카메라 적용기준

- 에너지시뮬레이션은 국제표준 “ISO 13790” 또는 독일의 건물에너지성능 평가규격 “DIN V 18599”에 해당하는 것으로 한다.
- 열교부위 계산방식은 열교와 결로에 관한 국제표준지표들을 기준으로 계산할 수 있으며 열결합계수, 선형열교교환계수, 실내표면온도 계수 등을 활용하여 열교부위의 열적성능을 판단할 수 있다. 열교부위 열손실 계산방법인 “ISO10211”을 기준으로 계산하며, 시뮬레이션을 통한 열교부위 열손실량을 계산할 경우 “ISO10211”의 기준을 바탕으로 한 시뮬레이션 프로그램을 사용할 수 있다. 전열량의 계산 시 “ISO13788”의 계산방식을 따른다.
- 주택 시공 중 창호설치 후(내부마감 전)와 완공 후 두 차례 기밀성 테스트를 실시한다. 기밀성테스트는 국제표준 “ISO 9972” 또는 유럽기준 “EN 13829”에 해당하는 것으로 한다.
- 주택 완공 후 열화상카메라를 촬영을 실시한다.

다. 모니터링 검증팀

- 본 연구과제는 실증단지 구축 전 과정을 실증하고 연구하는 프로젝트이므로 연구팀은 모니터링 검증팀을 포함하여 구성하여야 한다.
- 모니터링검증팀은 최근 3년 이내 국가나 지자체가 발주한 에너지효율등급 1등급 또는 제로에너지건축물에 대한 모니터링 또는 관련연구 실적이 있는 자로 한정한다.

6장. 과제 제안요구서

1절. 과제 제안요구서(RFP)

연구과제명	제로에너지 주택 활성화를 위한 최적화 모델 개발 및 실증단지 구축
1. 연구개발 목표	○ 본 연구는 제로에너지 주택의 보급 확산을 위해 기 개발된 기술을 바탕으로 제로에너지 주택 실증단지 최적화 모델을 계획하고, 조성 및 모니터링을 통해 우수성을 입증하는 것을 목적으로 한다.
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	☐ 연구개발의 필요성 ○ 2025년까지 단계별 제로에너지 주택 의무화 (국가 로드맵 실현) ○ 국내 제로에너지 기술에 대한 부정적 국내외 인식 개선 필요 ○ 주택 및 단지 기 개발 기술의 융합기술 개발 및 실증 연구 필요 ○ 제로에너지 주택 보급 확산을 촉진하기 위해 경제적인 주택 모델뿐만 아니라 단지 규모의 모델 연구 필요 ○ 제로에너지주택 및 단지에 최적화 된 신재생 에너지 시스템 연구를 통해 구체적인 이산화탄소 배출 절감량 검증 단지 조성 필요 ○ 제로에너지주택단지 실증 전 과정을 통해 연구 및 검증된 자료를 시각화함으로써, 국내·외에 조성될 에너지절약형 주택단지의 표준 모델로 사용할 수 있도록 홍보 및 연구자료 보급 필요 ○ 제로에너지 주택 및 단지 조성 프로세스에 따른 에너지 관련 설계 기술 및 에너지 시뮬레이션 연구 필요 ○ 설계·시공기술 및 에너지제로주택 경험을 축적한 전문가들의 국내 보유 기술력을 검증하기 위한 실증단지 조성 필요 ○ 실현된 제로에너지 주택의 구체적인 에너지절감량에 대한 모니터링 연구 필요 ○ 국내 기후에서의 제로에너지주택의 쾌적성 여부에 대한 설문 및 모니터링 연구 필요 ○ 국내 건축 시공기술 및 국내·외 건축자재에 대한 신뢰를 확보하기 위한 실증단지 조성 필요

2. 연구개발 필요성 및 기술동향

☐ 기술동향 ☐ 국외동향

- 독일 건축물 에너지 절감 기술 동향
 - 독일은 제1차 오일쇼크가 있었던 1973년부터 건축물 에너지절감 전략을 논의하면서 오랜 시간 탄탄하게 건축물 에너지효율에 대한 이론을 정립하고 법체계를 발전시켜 왔음.
 - 2001년 이후부터는 총 52만 채 CO₂ 감축 건물 개축 프로그램을 실시.
 - 2006년 이후에는 4년간 CO₂ 감축 건축물 리모델링 프로그램에 국가 예산을 매년 14억 유로 할당.
- 독일 건축물 에너지 관련 법 'Energieeinsparverordnung (EnEV)'
 - 신축 및 기존 건물에 대한 에너지증서(Energieausweis or Energiepass)
 - 신축건물에 대한 최소 에너지효율기준
 - 기존 건물 증개축, 대수선, 개보수 시 최소 에너지효율기준
 - 건물 냉난방 및 공조, 급탕 설비에 대한 최소 에너지효율기준
 - 에어컨디셔너의 에너지효율조사
 - 법규 위반에 대한 규정
- 영국 건축물 에너지 절감 기술 동향
 - 2016년 신축 건축물 탄소제로의무화를 선언하였으며, 2020년에는 전체 전력 중 40 ~ 50%를 신·재생에너지로 생산하도록 선언함.
 - 2030년에는 모든 주택 에너지효율화, 그리고 2060년에는 전력생산에서 화석연료 사용 제로, 이산화탄소 배출량 최소 60% 저감을 목표로 하고 있음.
 - 영국은 주택에너지 효율화를 위한 그린딜(Greendal)사업 추진계획을 발표함.
- 유럽연합(EU) 건축물 에너지 절감 기술 동향
 - 2002년부터 건물에너지 절약성능지침을 수립, EPBD(Energy Performance of Buildingsdirectives, 2002) 건축물 에너지 성능인증을 첨부하도록 의무화하였음.
 - 2020년까지 20% 에너지소비를 줄이는 목표를 발표. 유럽연합이 제정한 기후 에너지통합법은 2020년까지 이산화탄소 배출을 1990년의 20% 수준으로 감축하고, 재생에너지 비율을 20%까지 확대하여 에너지효율을 20% 더 높이는 전략.
 - 2015년까지 국가별로 신축건축물에 대한 에너지성능향상 방안제시, 2018년까지 신축건물 중 공공기관의 제로에너지 수준 의무화, 2020년까지 모든 신축건물의 제로에너지 수준 의무화를 목표로 함.

☐ 국내동향

- 건물 에너지 총량 절감을 위한 연구 부족.
 - 건물에서 에너지 절감의 중요성을 인식하고, 정부를 비롯한, 산업·학계·연구소 등에서 요소 기술에 대한 연구를 진행하고 있으나, 건물 에너지 총량을 고려한 연구는 이루어지지 않음.

□ 기술동향

- 건물 에너지 절감을 위한 자재 및 기술의 국산화 부족.
 - 한국 국내 기술수준은 선진국 대비 연구시설 및 설비, 기초인력, 산업기술인력, 산학연 공동연구기반, 정보화, 신뢰성평가, 표준화 기반, 기술이전 및 거래 국제기술 협력 기반은 모든 부분에 걸쳐 부족한 상황임.
- 기 개발 자재 성능기준 불명확
 - 국가 또는 민간에서 개발된 자재에 대한 성능 및 기준의 모호함으로 인해, 자재 성능에 대한 신뢰도가 떨어지고, 자재간의 비교 분석이 어려움.
 - 설계 단계에서 실시되는 에너지 시뮬레이션 결과에 영향을 미치는 필수 요소에 대한 자재 성능 기준의 부재는 결과에 심각한 영향을 미칠 수 있음.
 - 독일 패시브자재 규정 대비 국내기준의 차이는 다음과 같음.

기준		독일 패시브자재	국내자재
단열재		WLG값으로 성능 구분	단열재 등급별로 두께 지정 KS F 2277
창호	기준면적	시험체별로 다름	2000x2000(단열), 1500x1500(기밀)
	열관류율값	창틀 표기(0.8W/m ² K)	창틀과 유리를 합쳐서 표기 (2.632W/m ² K)
		유리 표기(0.7W/m ² K)	
		ψ값 표기(0.01W/mK)	표기안함
	투과율	G값 50~60%	표기안함 차폐계수활용(SC)
	기밀성	독일표준(DIN18055)이며 표기안함	있음(n50 = 10m ³ /h·m ²)
	위생판정기준	있음	없음
	쾌적성판정기준	있음	없음
	인증서 표기	창호 사이즈 유리 열관류율 창틀 열관류율 설치된 창호 열관류율 열교손실계수 창틀 상수들	창호 열관류율 열관류저항 기밀성 프레임폭 유리 및 공기층 두께
단열문	데이터시트 내용	창호구성 자재 열교시뮬레이션결과	없음
	열관류율	표기(0.8W/m ² K)	창과 같은 기준으로 시험
	기밀성	표기(Q100=2.25m ³ /h·m ²)	

- 민간 기업 기술 공개의 어려움.
 - 국내에 지어진 건물 중에서 코오롱 건설의 ‘e+ 그린홈’ 과 한라건설의 ‘인천 한라 노인정’ 두 개 건물만 독일 패시브하우스 협회(PHI) 인증 취득.
 - 특정 기업의 자기자본 투자에 의해 개발된 건축물 에너지 절약 기술은 보급을 위한 기술의 공유와 시장공개에 많은 어려움이 있음.
- 제로에너지 자재 보급화 어려움.
 - 현재 국내의 제로에너지 수준의 건축기술 및 자재가 상용화 단계에 이르지 못했고, 기준 및 모둘이 일정하지 않기 때문에, 대량 생산을 통한 단가 절감에 어려움이 있음.

3. 연구개발내용

- 세부과제별 연구내용
- 1세부과제(총괄, 주택 및 단지 설계·감리·인증)
 - (1-1) 총괄과제
 - 전체 연구의 운영 및 진행관리 결과물 종합 및 성과관리
 - 제로에너지 주택기술 가이드라인 개발
 - 주택 에너지 분야 중장기 마스터플랜 수립
 - (1-2) 시뮬레이션을 통한 제로에너지 주택 설계
 - 제로에너지 주택·커뮤니티, Mock-up주택 기획 및 설계
 - 에너지 및 열교시뮬레이션을 통한 검증
 - 주택 부위별 패시브디테일 개발
 - (1-3) 제로에너지 단지 마스터플랜 작성
 - 제로에너지 단지 마스터플랜
 - 친환경 단지요소 기술 실증
 - (1-4) 제로에너지 주택·단지 시공감리 및 기술인증
 - 도면에 따른 시공감리
 - 열교 및 기밀시공성능 검증
 - 적용 건축자재 성능 분석
 - 제로에너지 관련기술 인증 취득개발
 - 2세부과제(제로에너지 주택·단지 시공 및 BM개발)
 - (2-1) 제로에너지 주택·커뮤니티 시공
 - 제로에너지 주택·커뮤니티, Mock-up주택 시공 및 성능구현
 - (2-2) 제로에너지 단지시공
 - 단지 시공 기술 및 프로세스 개발
 - 단지 마스터플랜에 따른 시공
 - (2-3) 실증단지 홍보물 제작 및 홍보관 조성
 - 실증단지 운영·홍보관 구축
 - 실증단지 조성 다큐멘터리, 홈페이지 등 홍보물 제작
 - (2-4) 경제성 분석 및 비즈니스 모델 개발
 - 제로에너지 주택단지 비용효과 분석을 통한 경제성 연구
 - 제로에너지 주택단지 비즈니스 모델 개발
 - 3세부과제(복합에너지 공급·운영·관리)
 - (3-1) 주택단지 신재생에너지 시스템 최적화
 - 신재생에너지 최적화시스템 개발 및 구축
 - (3-2) 복합 에너지 네트워크 시스템 구축
 - 복합에너지 네트워크 시스템 개발 및 구축
 - (3-3) 주택 에너지 및 쾌적성 모니터링
 - 주택 에너지 및 쾌적성 모니터링 연구
 - 모니터링 결과 데이터베이스 구축
 - 에너지 관리시스템 구축 및 실증

4. 연구개발 추진방법

- 추진전략
 - 제로에너지 주택 국가 성능기준 마련
 - 녹색건축물 조성지원법을 위한 Reference Building
 - 제로에너지 주택 단지 성능기준 마련 및 기준 달성
 - 국가와 산학연의 협력 프로젝트
 - 국가 제로에너지 주택 및 단지기술 확보
 - 기 개발 된 녹색기술(신재생, 친환경단지, 제로에너지 주택)의 실증
 - 기 개발 된 에너지절감 및 친환경 단지기술의 융합
 - 제로에너지 주택단지 기술 및 성능 기준 마련
 - 제로에너지 주택 구축 및 성능 확보
 - 국내 기개발 제로에너지 주택 기술 융합
 - 제로에너지 주택 성능 확보 (패시브+신재생)
 - 국내주택시장에서 보급 가능한 사업성 확보
 - 실 거주자를 통한 거주성 평가
 - 입주 후 에너지 모니터링
 - 제로에너지 주택 인식 개선을 통한 보급 확대
 - 제로에너지 주택 인식개선 및 홍보를 위한 랜드마크 프로젝트
 - 제로에너지 주택 쾌적성 및 경제성 실증
 - 보급형 제로에너지 주택단지 개발
 - 제로에너지 주택 초기 투자 대비 회수 기간 실증

□ 추진체계

○ 연구단 체계

- 추진체계는 의사소통과 연구관리, 빠른 의사결정 등이 가능하며, 연구발주 시기 조절 등을 통하여 연구 성과물의 상호 연계, 사례 현장 적용 및 검증을 효율적으로 실시할 수 있다는 장점이 있어, 본 과제의 규모와 특성에 적합하다고 판단되어 연구단 체계로 설정함.

○ 단일공모

- 본 연구과제는 각 세부과제 설계, 시공, 모니터링에 대한 이해와 협력이 제로에너지 주택 실증단지 실현에 중요하므로, “국토해양기술 연구개발사업 사업단과제 관리지침 제12조 (세부과제 수행기관 분리공모 및 선정평가)”에 따른 분리공모가 필요하지 않음.

○ 세부과제별 역할

- 1세부과제(총괄과제) 제로에너지 주택 및 단지 구현을 위한 핵심기술 확보
 - 전체 연구단을 운영하고 결과물의 종합 및 성과를 관리한다. 또한 연차, 중간, 최종보고서를 종합 및 제출 등 총괄과제의 역할을 수행함.
 - 제로에너지 주택 단지를 조성함에 있어 기존에 개발되어진 기술을 발굴 융합하여, 주택단지를 설계 및 시뮬레이션을 통해 2세부과제가 실증단지를 조성할 수 있는 기반을 마련함.
- 2세부과제 제로에너지 주택 실증단지 최적화 모델 조성
 - 제로에너지 주택단지를 구현하여 실증하는 것을 목적으로 하며, 1세부과제를 통해 설계된 Mock-up 주택 및 주택단지를 조성하고, 3세부과제의 신재생에너지 시스템과 협력을 통해 주택의 제로에너지 성능을 구현함.
- 3세부과제 주택 신재생에너지 및 모니터링 핵심기술 확보
 - 제로에너지 주택단지 모델별 최적화 신재생 에너지 시스템 설계 및 구현하며, 주택별 최적화 설비 설치를 통해 모델을 실증함을 목적으로 하며, 1세부과제를 통해 설계된 Mock-up 주택 및 주택단지에 제로에너지 성능 달성을 위해 적합한 신재생 및 설비 시스템을 설계 및 구현함.

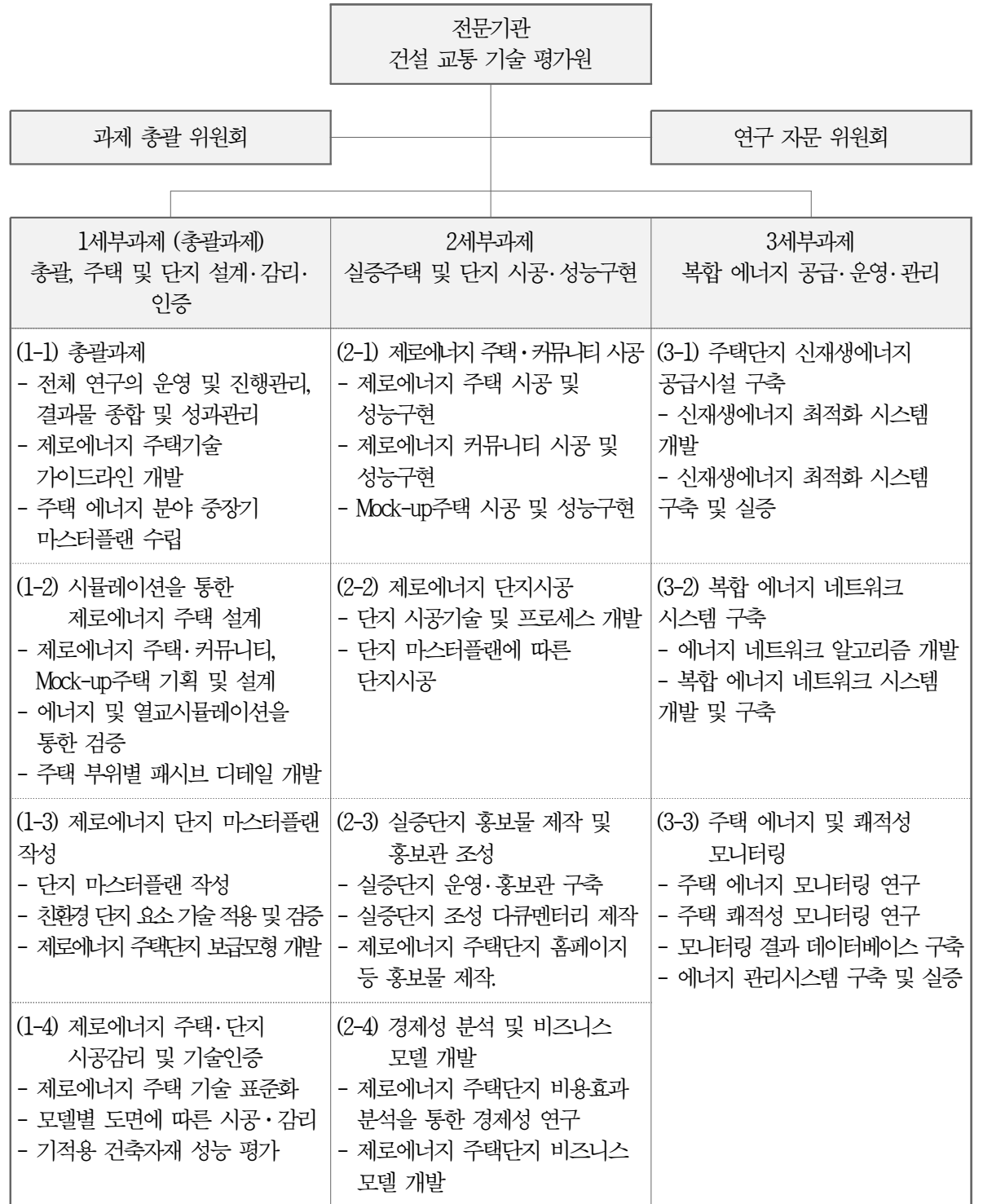
○ 과제 총괄 위원회

- 과제총괄위원회의 역할은 연구단을 운영하고, 연간운영계획, 핵심과제 참여기관의 변경 등 연구단 운영에 관한 주요사항을 심의한다. 세부과제 조정 및 실증단지 조성 또는 사업 진행, 예산, 일정 등 사항에 대한 심의 및 검토함.

○ 연구 자문 위원회

- 자문위원회는 총괄연구팀을 전문적, 기술적으로 보완하기 위한 장치로, 정책 및 제도 전문가, 건축사, 금융전문가, 환경전문가 외에 제로에너지 주택단지 관련 전문가로 구성한다. 자문위원회 구성 시기는 본과제 선정 후로 하며, 단지마스터플랜 설계단계, Mock-up 주택 설계단계, 주택 설계단계, 주택 시공단계, 모니터링 단계에서 반드시 자문위원회를 개최하여 보고하는 것을 원칙으로 함.

□ 추진체계



○ 산학연 공동연구 개발

- 본 과제는 학계의 연구를 위한 기술개발이 아닌, 실증단지를 구축해야 하는 성과중심의 연구개발이므로, 산업체(기업), 학계, 연구소가 적절히 연계되어 진행되어야 함.
- 본 연구과제에서는 세부과제별 1개 이상의 산업체, 학교, 연구소를 포함해야 함.

□ 컨소시엄의
구성

○ 설계팀

- 본 연구과제는 실증단지 구축 전 과정을 실증하고 연구하는 프로젝트이므로 연구팀은 설계자를 포함하여 구성하여야 함.
- 설계자는 최근 3년 이내 국가나 지자체가 발주한 에너지효율등급 1등급 또는 에너지절약형건축물 설계/감리 또는 관련연구 실적이 있는 전문가 또는 건축사로서 국내에서 건축허가를 득할 수 있는 자로 함.
- 설계자는 설계단계에서 설계와 관련된 전기통신, 기계설비, 위생설비, 구조, 소방관련 분야의 업무는 외부 용역으로 수행 가능함.
- 단, 에너지 및 열교시물레이션 업역은 연구팀 내에서 수행하여야함.
- [국토해양부 건설교통기술평가원산하 제로에너지주택실증단지 구축 및 표준모델개발 r&d팀]으로 선정된 설계자는 사업지소유자의 발주방식과 무관하게 사업지에 대한 설계, 허가 및 감리를 수행하여야 함. 단, 감리는 1세부과제 내에서 전문분야의 전문가가 함께 수행할 수 있음.

○ 시공팀

- 본 연구과제는 실증단지 구축 전 과정을 실증하고 연구하는 프로젝트이므로 연구팀은 시공자를 포함하여 구성하여야 함.
- 시공자는 최근 3년 이내 국가나 지자체가 발주한 에너지효율등급 1등급 또는 에너지절약형건축물 시공 또는 관련연구 실적이 있는 자로 국내에서 건설행위가 가능한 사업체로 함.
- 시공자는 시공단계에서 기밀성테스트와 열화상카메라를 통한 기밀 및 단열성능 검증은 연구팀 내에서 수행하여야 함.
- [국토해양부 건설교통기술평가원산하 제로에너지주택실증단지 구축 및 표준모델개발 r&d팀]으로 선정된 시공자는 사업지 소유자의 발주방식과 무관하게 설계팀이 제작한 건축물을 시공하여야 함.

○ 에너지 시물레이션 및 에너지 성능 검증팀

- 본 연구과제는 실증단지 구축 전 과정을 실증하고 연구하는 프로젝트이므로 연구팀은 에너지검증팀을 포함하여 구성하여야 함.
- 에너지검증팀은 최근 3년 이내 국가나 지자체가 발주한 에너지효율등급 1등급 또는 에너지절약형건축물에 대한 검증 또는 관련연구 실적이 있는 자로 한정함.
- 에너지시물레이션 프로그램에 대한 규제는 없으나, 에너지소비총량을 정량화할 수 있어야하며, 에너지 요구량, 에너지 소요량, 1차에너지소요량을 kWh 단위로 보고해야 함.

○ 에너지/열교시물레이션 & 기밀성테스트/열화상카메라 적용기준

- 에너지시물레이션은 국제표준 “ISO 13790” 또는 독일의 건물에너지성능 평가규격 “DIN V 18599”에 합당한 것으로 함.
- 열교부위 계산방식은 열교와 결로에 관한 국제표준지표들을 기준으로 계산할 수 있으며 열결합계수, 선형열교교환계수, 실내표면온도 계수 등을 활용하여 열교부위의 열적성능을 판단할 수 있다. 열교부위 열손실 계산방법인 “ISO10211”을 기준으로 계산하며, 시물레이션을 통한 열교부위 열손실량을 계산할 경우 “ISO10211”의 기준을 바탕으로 한 시물레이션 프로그램을 사용할 수 있다. 전열량의 계산 시 “ISO13788”의 계산방식을 따라야 함.
- 주택 시공 중 창호설치 후(내부마감 전)와 완공 후 두 차례 기밀성 테스트를 실시한다. 기밀성테스트는 국제표준 “ISO 9972” 또는 유럽기준 “EN 13829”에 합당한 것으로 해야함.
- 주택 완공 후 열화상카메라를 촬영을 실시해야 함.

- | | |
|-------------------|--|
| <p>□ 컨소시엄의 구성</p> | <p>○ 모니터링 검증팀</p> <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구과제는 실증단지 구축 전 과정을 실증하고 연구하는 프로젝트이므로 연구팀은 모니터링 검증팀을 포함하여 구성하여야 함. - 모니터링검증팀은 최근 3년 이내 국가나 지자체가 발주한 에너지효율등급 1등급 또는 제로에너지건축물에 대한 모니터링 또는 관련연구 실적이 있는 자로 한정함. |
|-------------------|--|

5. 최종성과물

- | | |
|-------------------|---|
| <p>□ 주요 최종성과물</p> | <p>○ 1세부과제(총괄, 주택 및 단지 설계감리인증)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 전체 연구 연차, 중간, 최종보고서 - 제로에너지 주택기술 가이드라인 - 주택 에너지 분야 중장기 마스터플랜 - Mock-up 주택 및 제로에너지 주택·커뮤니티 설계도서 - 주택 및 커뮤니티 에너지 및 열교시물레이션 보고서 - 주택 부위별 패시브디테일 보고서 - 제로에너지 단지 마스터플랜 설계도서 - 제로에너지 주택단지 감리보고서 - 열교 및 기밀시공 검증보고서 - 적용 건축자재 성능 분석보고서 - 제로에너지 관련기술 인증 <p>○ 2세부과제(제로에너지 주택 시공)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mock-up 주택 - 제로에너지 주택단지 (주택 50채 이상, 의무설치 대상 부대·복리시설) - 제로에너지 주택단지 시공기술 및 프로세스 연구보고서 - 실증단지 운영 및 홍보관 - 실증단지 조성 다큐멘터리 - 실증단지 홈페이지 등 홍보물 - 제로에너지 주택단지 비즈니스 모델 - 제로에너지 주택단지 비용효과 분석을 통한 경제성 연구보고서 <p>○ 3세부과제(복합에너지 공급·운영·관리)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 주택/단지 최적화 신재생에너지 시스템 - 복합에너지 네트워크 시스템 - 주택 에너지 사용량 및 온습도 모니터링 - 주택 실거주자 쾌적성 모니터링 - 실증단지 모니터링 데이터베이스 - 에너지 관리 시스템 |
|-------------------|---|

5. 최종성과물

□ 연차별 성과물

○ 1세부과제(총괄, 주택 및 단지 설계감리·인증)

[1차년도]

- 전체 연구 연차보고서
- 해당 연차별 연구보고서
- Mock-up 주택 및 제로에너지 주택·커뮤니티 설계도서
- 제로에너지 단지 마스터플랜 1차 설계도서

[2차년도]

- 전체 연구 연차보고서
- 해당 연차별 연구보고서
- 주택 및 커뮤니티 에너지 및 열교시물레이션 보고서
- 주택 부위별 패시브디테일 보고서
- 제로에너지 단지 마스터플랜 2차 설계도서
- 제로에너지 주택단지 감리보고서

[3차년도]

- 전체 연구 연차보고서
- 해당 연차별 연구보고서
- 열교 및 기밀시공 검증보고서
- 적용 건축자재 성능 분석보고서

[4차년도]

- 전체 연구 연차보고서
- 해당 연차별 연구보고서
- 제로에너지 주택기술 가이드라인
- 주택 에너지 분야 중장기 마스터플랜
- 제로에너지 관련기술 인증 취득개발

○ 2세부과제(제로에너지 주택 시공)

[1차년도]

- 해당 연차별 연구보고서
- Mock-up 주택
- 제로에너지 주택단지 시공기술 및 프로세스 1차 연구보고서

[2차년도]

- 해당 연차별 연구보고서
- 제로에너지 주택단지 시공 중간 보고서
- 제로에너지 주택단지 시공기술 및 프로세스 2차 연구보고서
- 실증단지 홈페이지 등 홍보물 기획안
- 실증단지 조성 1차 다큐멘터리 (설계, 시공)

□ 연차별

성과물

[3차년도]

- 해당 연차별 연구보고서
- 제로에너지 주택단지 시공 중간 보고서
- 제로에너지 주택단지 시공기술 및 프로세스 최종연구보고서
- 실증단지 홈페이지 등 홍보물
- 제로에너지 주택단지 비즈니스 모델 개발보고서
- 제로에너지 주택단지 비용효과분석을 통한 경제성 연구 중간보고서

[4차년도]

- 해당 연차별 연구보고서
- 제로에너지 주택 실증단지 (주택50채 이상, 의무설치 대상 부대복리시설)
- 실증단지 운영 및 홍보관
- 실증단지 조성 2차 다큐멘터리 (모니터링)
- 제로에너지 주택단지 비즈니스 모델 최종보고서
- 제로에너지 주택단지 비용효과 분석을 통한 경제성 연구 최종보고서

○ 3세부과제(복합에너지 공급·운영·관리)

[1차년도]

- 해당 연차별 연구보고서
- 주택/단지 최적화 신재생에너지 시스템 개발 연구보고서
- 복합에너지 네트워크 시스템 개발 연구보고서

[2차년도]

- 해당 연차별 연구보고서
- 주택 에너지 사용량 및 온습도 모니터링 기획 연구보고서
- 주택 실거주자 쾌적성 모니터링 기획 연구보고서
- 에너지 관리시스템 개발 연구보고서

[3차년도]

- 해당 연차별 연구보고서
- 주택/단지 최적화 신재생에너지 시스템 구축 최종보고서
- 복합에너지 네트워크 시스템 구축 및 운영계획 보고서

[4차년도]

- 해당 연차별 연구보고서
- 주택 에너지 사용량 및 온습도 모니터링 결과보고서
- 주택 실거주자 쾌적성 모니터링 결과보고서
- 실증단지 모니터링 데이터베이스 및 최종 연구보고서
- 에너지관리시스템 매뉴얼 및 최종보고서

6. 기대효과 및 파급효과

- 국내 제로에너지 주택 및 단지 기술에 대한 국내·외 인식개선 및 홍보자료로 활용
- 제로에너지 주택 및 단지 설계기술 보급·확산
- 제로에너지 주택 모델별 최적화 신재생에너지 시스템 개발 보급·확산
- 소규모 주택단지에 단지 통합운영관리 시스템 보급·확산
- 국내 제로에너지 주택기술의 해외진출을 위한 비즈니스모델 제시
- 에너지절약과 생산이 최적화된 신개념의 그린홈 개념 정립 및 보급 가능
- 건축 자재 및 건축공법에 대한 한국형 기준 및 성능 검증지표 제시 및 보급·확산
- 제로에너지 주택의 우수성 실증 및 보급·확산
- 제로에너지 주택 및 단지별 구체적 온실가스 감축량 제시를 통한 국제 경쟁력 확보

7. 연구개발기간 및 소요예산

- 총 연구기간 : 2013.0 ~ 2017.0(4년 00월)
 - 1차년도 연구기간 : 2013.0~2014.0(12개월)

- 총 정부출연금 : 18,000백 만원 이내
 - 1차년도 정부출연금 : 3,300백 만원 이내

※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토해양부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능.

※ 연구단과제는 세부과제 별로 기업부담금 비율 준수

※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조정 가능.

8. 기 타	
□ 대상지 선정기준	○ 물리적 환경 - 실증단지는 국민들의 인식전환과 지식전달을 목적으로 많은 방문객이 쉽게 접근할 수 있어야 함. - 제로에너지 주택 실증단지는 태양을 적극적으로 이용해야 하므로 일조량이 풍부해야함. - 합리적인 신재생에너지가 설치 가능한 환경이어야 함. ○ 합리적 필지가격 - 실증단지의 임대 또는 분양이 가능한 합리적인 가격의 필지여야 한다. ○ 단지 상하수 인프라 구축 완료 필지 - 단지 주변에 기반시설이 구축되어 있어, 즉시 개발 가능한 필지여야 함. ○ 개발제한구역이나 자연 녹지의 변경을 통한 개발 지양 - 개발제한구역이나 자연녹지의 변경을 통한 개발은 제로에너지 주택 실증단지의 목적과 취지에서 벗어난 방법이므로 이를 지양함. ○ 필지의 소유권 (소유자의 참여의사) - 공공(지자체·정부)의 필지를 우선하며, 소유주가 법인 또는 개인소유일 것. - 2인 이상의 소유일 경우 전 소유자의 참여의사서 첨부할 것.
□ 주택 기준	○ 주택유형은 연구대상지의 성격에 따라 달라질 수 있으므로 규정하지 않으며, 단, 도시형 주거유형 반영하여 제시할 것. ○ 최소 50세대 이상 세대수 확보 - 실증단지 데이터가 학술적 데이터 확보를 위해 최소 가구 수를 50가구 이상으로 함. ○ 주향을 남향으로 배치. - 단지의 형태의 다양성을 갖기 위해 주향을 남향으로 권장하되 제한하지 않는 것을 원칙으로 함. ○ 운영 및 관리를 위한 통합 운영센터 구축. - 단지 내에 통합운영센터를 구축하여 단지를 지속적으로 운영 및 관리하며, 주택 모니터링 결과를 수집 및 데이터베이스화 한다.
□ 커뮤니티 시설 기준	○ 시설의 범위 - 본 과제에서 단지 커뮤니티시설은 “주택법 제2조 8,9항” 에서 정의하는 부대 및 복리시설 중 세대수에 따라 “주택건설기준 등에 관한 규정” 에서 규정하는 의무 설치대상 시설을 포함하며, 의무설치 대상이 아닌 시설을 추가로 설치할 경우 에너지 산정에서 제외함.
□ Mock-up 주택	○ Mock-up 주택·홍보관·관리실 - 본 과제에서 Mock-up 주택의 규모 및 유형은 추후 홍보관·통합관리실로 활용을 고려하여 선정함. - 단, Mock-up 주택을 단지외부에 설치한 경우, 단지 내에 적정한 규모의 홍보관·통합관리실을 추가로 구축할 것.

8. 기 타

○ 단지 에너지 기준

- 단지의 전체(난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명) 에너지를 제로로 하는 것을 목표로 한다.
- 신재생에너지에 의한 감소비율은 아래 표에서 제시한 비율을 초과하지 않도록 한다.
- 단, 국내 상황 또는 사업대상지의 상황에 따라 아래 제시한 성능 또는 비율 달성이 불가능한 경우 타당한 근거자료를 제시할 것.

구분		에너지절약기 준 표준주택	저에너지형 주택	패시브 주택	난방 제로에너지 주택	난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명 제로 에너지주택
폐열회수 환기장치				○	○	○
창호	3중유리+ 패시브창호			○	○	○
	3중유리+ 시스템창호		○			
	PVC 2중 복층유리(이중창)	○				
	PVC 2중 복층유리					
외부 덧문, 외부 블라인더			○	○	○	○
외기 에 면한 단열 재 두께	85mm (가등급)	○				
	130mm (가등급)					
	200mm (가등급)		○			
	250mm이상 (가등급)			○	○	○
외단열, 내단열		내/외단열	외단열	외단열	외단열	외단열
면적당 연간 난방 1차에너지소요량 (절감비율)		90kWh (0%)	30kWh/m ² (67%)	15kWh/m ² (83%)	0kWh/m ² (100%)	0kWh/m ² (100%)
면적당 연간 전체 1차에너지 소요량		170kWh/m ² ²⁵⁾ (0%)	110kWh/m ² (35%)	95kWh/m ² (44%)	80kWh/m ² (53%)	0kWh/m ² (100%)
신재생에너지 투입량		설치안함	설치안함	설치안함	15kWh/m ²	95kWh/m ²
신재생에너지에 의한 감소비율		0%	0%	0%	16.7%	55.9%

○ 제로에너지 실증단지 국내 조달청 등록자재 및 기술 적용

- 제로에너지 주택 실증단지는 국내 조달청 등록자재 및 기술을 사용하는 것으로 한다.
- 단, 에너지 기준 달성을 위해 반드시 국외 기술이 필요한 경우, 타당한 이유 및 근거(성능인증서 또는 전문가의 자문서)자료를 제시해야 한다.

25) 한국건설산업연구원, 2008, 8월호 기술지

부 록

부록1. 연구비 세부항목

[서식1]연구설계도

연구설계도

과제명 : 제로에너지 주택 실증단지 구축 및 최적화 모델 개발 기획

세부과제명	연구활동(activity)	비 고
1. 주택 및 단지 설계 감리 인증	1.1. 총괄연구 책임관리	
	1.2. Mock-up 모델 설계	
	1.3. 주택 설계 및 허가	
	1.4. 부위별 최적화 패시브 디테일 개발	
	1.5. 에너지 및 열교 시뮬레이션을 통한 실증	
	1.6. 단열 열교 및 기밀 성능 검증	
	1.7. 단지 마스터플랜 작성 및 허가	
	1.8. 마스터플랜에 따른 단지 시공 감리	
	1.9. 모델별 도면에 따른 시공 감리	
	1.10. 제로에너지 주택 기술 표준화	
2. 실증주택 및 단지 시공성능 구현	2.1. 제로에너지 주택 시공 및 성능 구현	
	2.2. 제로에너지 커뮤니티 시공	
	2.3. 제로에너지 단지시공 및 프로세스 개발	
	2.4. 친환경 단지시공기술 개발	
	2.5. 제로에너지 Mock-up 주택구현	
	2.6. 실증단지 전시 홍보관 구축 및 운영	
	2.7. 실증단지 조성 다큐멘터리 제작	
	2.8. 제로에너지 주택단지 홈페이지 구축 및 운영	
	2.9. 모델별 경제성 분석	
	2.10. 제로에너지 단지 비즈니스 모델 개발	
3. 복합 에너지 공급 운영 관리	3.1. 신재생에너지 설계 최적화 기술 개발	
	3.2. 신재생에너지 시공 최적화 기술 실증	
	3.3. 신재생에너지 공급시설 구축 및 실증 및 운영	
	3.4. 에너지 네트워크 알고리즘 개발	
	3.5. 복합 에너지 네트워크 시스템 개발 및 운영	
	3.6. 에너지 모니터링 선정기술 개발	
	3.7. 에너지 모니터링 결과 데이터 베이스화	
	3.8. 주택 모델별 쾌적성 모니터링 기술 개발	
	3.9. 쾌적성 모니터링 결과 데이터 베이스화	
	3.10. 복합에너지 관리 시스템 구축 및 실증 운영	

[서식 16] 연구비 종합표

연구비 총괄표

[단위 : 억원]

세부과제명	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계	구성비(%)	비고
1.주택및단지 설계감리인증	11.0	25.0	7.0	5.0	48.0	20.0%	
2.실증주택및 단지시공성능구현	23.0	53.0	25.0	21.0	122.0	50.8%	
3.복합에너지 공급운영관리	10.0	34.0	16.0	10.0	70.0	29.2%	
합계	44.0	112.0	48.0	36.0	240.0	100.0%	

[서식15]연구비총괄표

1세부과제 연구비 총괄표

[단위 : 원]

비목		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계	구성비 (%)	비고
1) 인건비	내/외부 인건비	408,672,000	928,800,000	260,064,000	185,760,000	1,783,296,000	37.2%	
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	0	0	0	0	0.0%	
		시작품 제작비	427,859,200	972,407,273	272,274,036	194,481,455	1,867,021,964	38.9%
		재료비	0	0	0	0	0.0%	
	연구 활동비	여비	32,693,760	74,304,000	20,805,120	14,860,800	142,663,680	3.0%
		수용비 및 수수료	24,520,320	55,728,000	15,603,840	11,145,600	106,997,760	2.2%
		기술정보활 동비	44,953,920	102,168,000	28,607,040	20,433,600	196,162,560	4.1%
	연구수당		61,300,800	139,320,000	39,009,600	27,864,000	267,494,400	5.6%
3) 간접비		100,000,000	227,272,727	63,636,364	45,454,545	436,363,636	9.1%	
4) 합 계		1,100,000,000	2,500,000,000	700,000,000	500,000,000	4,800,000,000	100.0%	1)+2)+3)

1세부과제 과제수행 공정표

주요 Activity	시행기간(4년)																비고
	1차년도				2차년도				3차년도				4차년도				
1.1. 총괄연구 책임관리																	
1.2. Mock-up 모델 설계																	
1.3. 주택 설계 및 허가																	
1.4. 부위별 최적화 패시브 디테일 개발																	
1.5. 에너지 및 열교 시뮬레이션을 통한 실증																	
1.6. 단열 열교 및 기밀 성능 검증																	
1.7. 단지 마스터플랜 작성 및 허가																	
1.8. 마스터플랜에 따른 단지 시공 감리																	
1.9. 모델별 도면에 따른 시공 감리																	
1.10. 제로에너지 주택 기술 표준화																	

1세부과제 인건비 기준표

※작성원칙 - 해당 과제 참여연구원의 인건비 기준단계 산정을 목적으로 작성하는 것으로 월기준 단가는 대학 조교수급 기준 4,300,000원으로 작성 (기준단가는 2011년도 회계예규 “예정가격작성기준“ 학술연구용역 인건비기준단가의 대학 조교수 수준 참고) - 과제난이도, 기술준비도에 따라 증액률, 확장률을 결정하여 예시와 같이 √로 표기 - 월기준 단가 4,300,000원은 임의로 바꿀수 없음				
--	--	--	--	--

[단위 : 원]

① 월기준 단가	② 증 액 률	③ 확 장 율	④ 기 본 급 (①×②×③)	비 고
4,300,000	120%	100%	5,160,000	

과제 난이도	인건비 증액율(%)	증액률 산정 결과(%)
세계 선도의 최첨단기술 연구	130%	
세계 최고와 동일한 수준의 연구	120%	√
국내 최고수준의 기술	110%	
국내 자립기술	100%	

기술준비도 수준	인건비 산정 범위(%)	③ 확장 인건비(%)
기초연구	110%	
응용연구	100%	√
개발연구	120%	

1세부과제 인건비산출표

※사용용도 - 연구원이 해당 과제에 참여시 지급되는 내외부 인건비 ※작성원칙 - 연차별 소요인원수, 참여개월수, 참여율로 man・month 산출 후 <서식3>에서 도출한 인건비 기준을 곱하여 연차별 인건비 도출 - 연차별 인건비는 activity별로 산출								
---	--	--	--	--	--	--	--	--

주요 Activity	연도	①인원수	②참여 개월수	③참여율	④M/M산출 (①x②x③)	주1)	⑥금액 (④x⑤)	비고
						⑤실질월단가		
1.1. 총괄연구 책임관리	1차년도	4	12	60%	28.8	5,160,000	148,608,000	
	2차년도	4	12	60%	28.8	5,160,000	148,608,000	
	3차년도	2	12	60%	14.4	5,160,000	74,304,000	
	4차년도	2	12	60%	14.4	5,160,000	74,304,000	
1.2. Mock-up 모델 설계	1차년도	3	12	60%	21.6	5,160,000	111,456,000	
	2차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	3차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	4차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
1.3. 주택 설계 및 허가	1차년도	1	12	60%	7.2	5,160,000	37,152,000	
	2차년도	14	12	60%	100.8	5,160,000	520,128,000	
	3차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	4차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
1.4. 부위별 최적화 패시브 디테일 개발	1차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	2차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	3차년도	1	12	60%	7.2	5,160,000	37,152,000	
	4차년도	1	12	60%	7.2	5,160,000	37,152,000	
1.5. 에너지 및 열교 시뮬레이션을 통한 실증	1차년도	1	12	60%	7.2	5,160,000	37,152,000	
	2차년도	3	12	60%	21.6	5,160,000	111,456,000	
	3차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	4차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
1.6. 단열 열교 및 기밀 성능 검증	1차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	2차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	3차년도	1.5	12	60%	10.8	5,160,000	55,728,000	
	4차년도	0.5	12	60%	3.6	5,160,000	18,576,000	

주요 Activity	연도	①인원수	②참여 개월수	③참여율	④M/M산출 (①x②x③)	주1)	⑥금액 (④x⑤)	비고
						⑤실질월단가		
1.7. 단지 마스터플랜 작성 및 허가	1차년도	1	12	60%	7.2	5,160,000	37,152,000	
	2차년도	0.5	12	60%	3.6	5,160,000	18,576,000	
	3차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	4차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
1.8. 마스터플랜에 따른 단지 시공 감리	1차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	2차년도	0.5	12	60%	3.6	5,160,000	18,576,000	
	3차년도	0.5	12	60%	3.6	5,160,000	18,576,000	
	4차년도	0.5	12	60%	3.6	5,160,000	18,576,000	
1.9. 모델별 도면에 따른 시공 감리	1차년도	1	12	60%	7.2	5,160,000	37,152,000	
	2차년도	2	12	60%	14.4	5,160,000	74,304,000	
	3차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	4차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
1.10. 제로에너지 주택 기술 표준화	1차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	2차년도	1	12	60%	7.2	5,160,000	37,152,000	
	3차년도	2	12	60%	14.4	5,160,000	74,304,000	
	4차년도	1	12	60%	7.2	5,160,000	37,152,000	

[서식 5] 주요 Activity별 인건비산출표

1세부과제 인건비집계표

주요 Activity	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
1.1. 총괄연구 책임관리	148,608,000	148,608,000	74,304,000	74,304,000	445,824,000
1.2. Mock-up 모델 설계	111,456,000	0	0	0	111,456,000
1.3. 주택 설계 및 허가	37,152,000	520,128,000	0	0	557,280,000
1.4. 부위별 최적화 패시브 디테일 개발	0	0	37,152,000	37,152,000	74,304,000
1.5. 에너지 및 열교 시뮬레이션을 통한 실증	37,152,000	111,456,000	0	0	148,608,000
1.6. 단열 열교 및 기밀 성능 검증	0	0	55,728,000	18,576,000	74,304,000
1.7. 단지 마스터플랜 작성 및 허가	37,152,000	18,576,000	0	0	74,304,000
1.8. 마스터플랜에 따른 단지 시공 감리	0	18,576,000	18,576,000	18,576,000	37,152,000
1.9. 모델별 도면에 따른 시공 감리	37,152,000	74,304,000	0	0	111,456,000
1.10. 제로에너지 주택 기술 표준화	0	37,152,000	74,304,000	37,152,000	148,608,000
합 계	408,672,000	928,800,000	260,064,000	185,760,000	1,783,296,000

[서식6] 주요 Activity별 연구기자재 및 시설비 산출표

1세부과제 연구시설 및 장비비

※사용용도

- 연구시설/장비의 설치/구입/임차에 관한 경비 및 관련 부대경비

※작성원칙

- 건당 3천만원 이상에 대해서는 상세내역을 작성
- 건당 3천만원 미만의 연구시설 및 장비비는 상세내역 생략하고 대략의 내용으로 작성
- 한 개 장비가 5억원 이상일 때 장비에 대한 기획보고서 제출
- 빈칸이 없을 경우, 칸을 추가하여 작성

○ 연구시설 및 장비비 산출표 (A)

구 분	3천만원 이상	3천만원 미만	합계(원)	비 고
1차년도	-	-	-	3천만원이상:(B)작성 3천만원미만:(C)작성
2차년도	-	-	-	
3차년도	-	-	-	
4차년도	-	-	-	
합계	-	-	-	

[서식7]주요Activity별시작품제작비산출표

1세부과제 시작품 제작비 산출표

※사용용도

- 시제품/시작품/시험설비 제작경비

※작성원칙

- 건당 1천만원 이상에 대해서는 상세내역을 작성
- 건당 1천만원 미만의 재료구입비는 상세내역 생략하고 대략의 내용으로 작성
- 빈칸이 없을 경우, 칸을 추가하여 작성

○ 시작품 제작비 산출표 (A)

구 분	1천만원 이상	1천만원 미만	합계(원)	비 고
1차년도	427,859,200	-	427,859,200	1천만원이상:(B)작성 1천만원미만:(C)작성
2차년도	972,407,273	-	972,407,273	
3차년도	272,274,036	-	272,274,036	
4차년도	194,481,455	-	194,481,455	
합계	1,867,021,964	-	1,867,021,964	

[서식8]재료구입비산출표

1세부과제 재료구입비 산출표

※사용용도

- 시약/재료 구입비 및 시험분석료, 전산처리/관리비

※작성원칙

- 건당 1천만원 이상에 대해서는 상세내역을 작성
- 건당 1천만원 미만의 재료구입비는 상세내역 생략하고 대략의 내용으로 작성
- 빈칸이 없을 경우, 칸을 추가하여 작성

○ 재료구입비 산출표 (A)

구 분	1천만원 이상	1천만원 미만	합계(원)	비 고
1차년도	-	-	-	
2차년도	-	-	-	
3차년도	-	-	-	
4차년도	-	-	-	
합계	-	-	-	

[서식9]여비내역산출표

1세부과제 여비 산출표

※사용용도

- 연구원의 국내외 출장여비 및 시내교통비

※작성원칙

- 여비는 연도별로 다음의 기준을 만족하면서 총액이 '5천만원 이하'가 되도록 작성
 - 인건비 1억원 미만 : 인건비의 12% 이하, 인건비 1억원~3억 : 인건비의 10%이하, 인건비 3억원 이상 : 인건비의 8%이하
- 연도별 여비가 기준을 만족하고 '5천만원 이하'로 추정될 경우 (A) 서식만 작성
- 연도별 여비가 기준을 초과하거나 여비 총액 '5천만원을 초과'하는 것으로 추정될 경우 (B)에 상세내역 작성

○ 여비 총괄표 (A)

구 분	인건비	비율 (기준금액이하로비율설정)	합계(원)	비 고
1차년도	408,672,000	8%	32,693,760	
2차년도	928,800,000	8%	74,304,000	
3차년도	260,064,000	8%	20,805,120	
4차년도	185,760,000	8%	14,860,800	
합계			142,663,680	

[서식10]수용비및수수료산출표

1세부과제 수용비 및 수수료 산출표 (A)

※사용용도

- 과제와 직접 관련 있는 인쇄, 복사, 인화, 슬라이드 제작비, 공공요금, 제세공과금 및 수수료, 사무용품비, 연구환경 유지를 위한 기기/부품의 구입/유지 비용 등

※작성원칙

- 수용비 및 수수료는 연도별로 다음의 기준에 따라 작성

· 인건비 1억원 미만 : 인건비의 12% 이하, 인건비 1억원~3억 : 인건비의 9% 이하, 인건비 3억원 이상 : 인건비의 6% 이하

- 수용비 수수료는 기준을 초과하여 작성할 수 없음

○ 수용비 및 수수료 총괄표 (A)

구 분	인건비	비율 (기준금액이하로비율설정)	합계(원)	비 고
1차년도	408,672,000	6%	24,520,320	수용비수수료는기준을 초과하여작성할수없음
2차년도	928,800,000	6%	55,728,000	
3차년도	260,064,000	6%	15,603,840	
4차년도	185,760,000	6%	11,145,600	
합계			106,997,760	

[서식11]기술정보활동비산출표

1세부과제 기술정보 활동비 산출표

※사용용도

- 전문가 활용, 국내외 교육훈련, 기술정보수집비, 도서 등 문헌구입비, 회의비 세미나 개최비, 학회/세미나 참가비, 원고료, 통역료, 속기료, 기술도입비, 특허정보조사비, 해당 연구개발과제 수행과 관련된 식대 등

※작성원칙

- 기술정보활동비는 연도별로 다음의 기준을 만족하면서 연도별 총액이 '5천만원 이하'가 되도록 작성

· 인건비 1억원 미만 : 인건비의 15%, 인건비 1억원~3억 : 인건비의 13%, 인건비 3억원 이상 : 인건비의 11%

- 연도별 기술정보활동비가 기준을 만족하고 '5천만원 이하'로 추정될 경우 (A) 서식만 작성

- 연도별 기술정보활동비가 기준을 초과하거나 기술정보활동비 총액이 '5천만원을 초과'하는 것으로 추정될 경우 (B)에 상세내역 작성

○ 기술정보활동비 총괄표 (A)

구 분	인건비	비율 (기준금액이하로비율설정)	합계(원)	비 고
1차년도	408,672,000	11.00%	44,953,920	
2차년도	928,800,000	11.00%	102,168,000	
3차년도	260,064,000	11.00%	28,607,040	
4차년도	185,760,000	11.00%	20,433,600	
합계			196,162,560	

[서식12]연구수당산출표

1세부과제 연구수당산출표

※사용용도	
- 해당 과제 수행과 관련된 연구책임자 및 참여연구원의 보상금/장려금 지급을 위한 수당	
※작성원칙	
- 연도별 인건비의 15% 이하로 작성	
- 연도별 인건비의 15%를 초과하여 작성할 수 없음	

Activity 단위	인건비총합	비율	비용(원)	비 고
1차년도	408,672,000	15%	61,300,800	-
2차년도	928,800,000	15%	139,320,000	-
3차년도	260,064,000	15%	39,009,600	-
4차년도	185,760,000	15%	27,864,000	-
합계			267,494,400	-

[서식13]직접비집계표

1세부과제 직접비집계표

(1세부과제)세부과제명:

[단위 : 원]

세 목		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계	비율 (%)
연구장비 /재료비	연구시설 및장비비	-	-	-	-	-	0.0%
	시작품 제작비	427,859,200	972,407,273	272,274,036	194,481,455	1,867,021,964	72.4%
	재료비	-	-	-	-	-	0.0%
연구 활동비	여비	32,693,760	74,304,000	20,805,120	14,860,800	142,663,680	5.5%
	수용비및 수수료	24,520,320	55,728,000	15,603,840	11,145,600	106,997,760	4.1%
	기술정보 활동비	44,953,920	102,168,000	28,607,040	20,433,600	196,162,560	7.6%
연구수당		61,300,800	139,320,000	39,009,600	27,864,000	267,494,400	10.4%
합계		591,328,000	1,343,927,273	376,299,636	268,785,455	2,580,340,364	100.0%

1세부과제 간접비 집계표

※사용용도 - 행정지원 인력 등 인력지원비, 기관 공통지원경비, 사업단/연구단 운영비, 연구실 안전관리비, 연구보안관리지, 연구윤리활동비, 연구개발준비금, 지재권 출원/등록비, 과제 홍보 경비 등 ※작성원칙 - 년도별 인건비, 직접비 총합의 10% 이하로 작성 - 년도별 인건비, 직접비 합이 10%를 초과하여 작성할 수 없음

[단위 : 원]

연도	인건비+직접비	비율	금액	비고
1차년도	1,000,000,000	10%	100,000,000	인건비+직접비의 10% 이하
2차년도	2,272,727,273	10%	227,272,727	
3차년도	636,363,636	10%	63,636,364	
4차년도	454,545,455	10%	45,454,545	
5차년도	0	10%	-	
합계			436,363,636	

2세부과제 연구비 총괄표

(2세부과제) 세부과제명 : 실증주택 및 단지 시공 성능 구현

[단위 : 원]

비 목			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		854,496,000	1,969,056,000	928,800,000	780,192,000	4,532,544,000	37.2%	
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구기자재및 시설비	0	0	0	0	0	0.0%	
		시작품 제작비	894,614,691	2,061,503,418	972,407,273	816,822,109	4,745,347,491	38.9%	
		재료비	0	0	0	0	0	0.0%	
	연구 활동비	여비	68,359,680	157,524,480	74,304,000	62,415,360	362,603,520	3.0%	
		수용비 및 수수료	51,269,760	118,143,360	55,728,000	46,811,520	271,952,640	2.2%	
		기술정보 활동비	93,994,560	216,596,160	102,168,000	85,821,120	498,579,840	4.1%	
	연구수당		128,174,400	295,358,400	139,320,000	117,028,800	679,881,600	5.6%	
	3) 간접비		209,090,909	481,818,182	227,272,727	190,909,091	1,109,090,909	9.1%	
4 합 계		2,300,000,000	5,300,000,000	2,500,000,000	2,100,000,000	12,200,000,000	100.0%	1)+2)+3)	

2세부과제 과제수행 공정표

세부과제명:

주요 Activity	시행기간(년)																비 고
	1차년도				2차년도				3차년도				4차년도				
2.1. 제로에너지 주택 시공 및 성능 구현																	
2.2. 제로에너지 커뮤니티 시공																	
2.3. 제로에너지 단지시공 및 프로세스 개발																	
2.4. 친환경 단지시공기술 개발																	
2.5. 제로에너지 Mock-up 주택구현																	
2.6. 실증단지 전시 홍보관 구축 및 운영																	
2.7. 실증단지 조성 다큐멘터리 제작																	
2.8. 제로에너지 주택단지 홈페이지 구축 및 운영																	
2.9. 모델별 경제성 분석																	
2.10. 제로에너지 단지 비즈니스 모델 개발																	

2세부과제 인건비 기준표

※작성원칙

- 해당 과제 참여연구원의 인건비 기준단계 산정을 목적으로 작성하는 것으로 월기준 단가는 대학 조교수급 기준 4,300,000원으로 작성
(기준단가는 2011년도 회계예규 “예정가격작성기준” 학술연구용역 인건비기준단가의 대학 조교수 수준 참고)
- 과제난이도, 기술준비도에 따라 증액률, 확장률을 결정하여 예시와 같이 √로 표기
- 월기준 단가 4,300,000원은 임의로 바꿀수 없음

[단위 : 원]

① 월기준 단가	② 증 액 률	③ 확 장 율	④ 기 본 급 (①x②x③)	비 고
4,300,000	120%	100%	5,160,000	

과제 난이도	인건비 증액율(%)	증액률 산정 결과(%)
세계 선도의 최초기술 연구	130%	
세계 최고와 동일한 수준의 연구	120%	√
국내 최고 수준의 기술	110%	
국내 자립기술	100%	

기술준비도 수준	인건비 산정 범위(%)	③ 확장 인건비(%)
기초연구	110%	
응용연구	100%	√
개발연구	120%	

2세부과제 인건비산출표

※사용용도	
- 연구원이 해당 과제에 참여시 지급되는 내외부 인건비	
※작성원칙	
- 연차별 소요인원수, 참여개월수, 참여율로 man·month 산출 후 <서식3>에서 도출한 인건비 기준을 곱하여 연차별 인건비 도출	
- 연차별 인건비는 activity별로 산출	

주요 Activity	연 도	① 인원수	② 참여개월수	③ 참여율	④MM산출 (①x②x③)	주1) ⑤	⑥ 금 액 (④x⑤)	비 고
						실질월단가		
2.1. 제로에너지 주택 시공 및 성능 구현	1차년도	16	12	60%	115.2	5,160,000	594,432,000	
	2차년도	32	12	60%	230.4	5,160,000	1,188,864,000	
	3차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	4차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
2.2. 제로에너지 커뮤니티 시공	1차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	2차년도	10	12	60%	72.0	5,160,000	371,520,000	
	3차년도	6	12	60%	43.2	5,160,000	222,912,000	
	4차년도	2	12	60%	14.4	5,160,000	74,304,000	
2.3. 제로에너지 단지시공 및 프로세스 개발	1차년도	1	12	60%	7.2	5,160,000	37,152,000	
	2차년도	7	12	60%	50.4	5,160,000	260,064,000	
	3차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	4차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
2.4. 친환경 단지시공 기술 개발	1차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	2차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	3차년도	1	12	60%	7.2	5,160,000	37,152,000	
	4차년도	1	12	60%	7.2	5,160,000	37,152,000	
2.5. 제로에너지 Mock-up 주택구현	1차년도	5	12	60%	36.0	5,160,000	185,760,000	
	2차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	3차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	4차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
2.6. 실증단지 전시 홍보관 구축 및 운영	1차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	2차년도	1	12	60%	7.2	5,160,000	37,152,000	
	3차년도	1	12	60%	7.2	5,160,000	37,152,000	
	4차년도	1	12	60%	7.2	5,160,000	37,152,000	

2.7. 실증단지 조성 다큐멘터리 제작	1차년도	1	12	60%	7.2	5,160,000	37,152,000	
	2차년도	1	12	60%	7.2	5,160,000	37,152,000	
	3차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	4차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
2.8. 제로에너지 주택단지 홈페이지 구축 및 운영	1차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	2차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	3차년도	1	12	60%	7.2	5,160,000	37,152,000	
	4차년도	1	12	60%	7.2	5,160,000	37,152,000	
2.9. 모델별 경제성 분석	1차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	2차년도	2	12	60%	14.4	5,160,000	74,304,000	
	3차년도	14	12	60%	100.8	5,160,000	520,128,000	
	4차년도	14	12	60%	100.8	5,160,000	520,128,000	
2.10. 제로에너지 단지 비즈니스 모델 개발	1차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	2차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	3차년도	2	12	60%	14.4	5,160,000	74,304,000	
	4차년도	2	12	60%	14.4	5,160,000	74,304,000	

2세부과제 인건비 집계표

주요 Activity	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
2.1. 제로에너지 주택 시공 및 성능 구현	594,432,000	1,188,864,000	0	0	0	1,783,296,000
2.2. 제로에너지 커뮤니티 시공	0	371,520,000	222,912,000	74,304,000	0	668,736,000
2.3. 제로에너지 단지시공 및 프로세스 개발	37,152,000	260,064,000	0	0	0	297,216,000
2.4. 친환경 단지시공기술 개발	0	0	37,152,000	37,152,000	0	74,304,000
2.5. 제로에너지 Mock-up 주택구현	185,760,000	0	0	0	0	185,760,000
2.6. 실증단지 전시 홍보관 구축 및 운영	0	37,152,000	37,152,000	37,152,000	0	111,456,000
2.7. 실증단지 조성 다큐멘터리 제작	37,152,000	37,152,000	0	0	0	74,304,000
2.8. 제로에너지 주택단지 홈페이지 구축 및 운영	0	0	37,152,000	37,152,000	0	74,304,000
2.9. 모델별 경제성 분석	0	74,304,000	520,128,000	520,128,000	0	1,114,560,000
2.10. 제로에너지 단지 비즈니스 모델 개발	0	0	74,304,000	74,304,000	0	148,608,000
합 계	854,496,000	1,969,056,000	928,800,000	780,192,000	0	4,532,544,000

[서식6]주요Activity별연구기자재및시설비산출표

2세부과제 연구시설 및 장비비

※사용용도

- 연구시설/장비의 설치/구입/임차에 관한 경비 및 관련 부대경비

※작성원칙

- 건당 3천만원 이상에 대해서는 상세내역을 작성
- 건당 3천만원 미만의 연구시설 및 장비비는 상세내역 생략하고 대략의 내용으로 작성
- 한 개 장비가 5억원 이상일 때 장비에 대한 기획보고서 제출
- 빈칸이 없을 경우, 칸을 추가하여 작성

○ 연구시설 및 장비비 산출표 (A)

구 분	3천만원 이상	3천만원 미만	합계(원)	비 고
1차년도	-	-	-	3천만원이상 : (B)작성 3천만원미만 : (C)작성
2차년도	-	-	-	
3차년도	0	-	-	
4차년도	0	-	-	
합 계	0	0	-	

[서식7]주요Activity별시작품제작비산출표

2세부과제 시작품 제작비 산출표

※사용용도

- 시제품/시작품/시험설비 제작경비

※작성원칙

- 건당 1천만원 이상에 대해서는 상세내역을 작성
- 건당 1천만원 미만의 재료구입비는 상세내역 생략하고 대략의 내용으로 작성
- 빈칸이 없을 경우, 칸을 추가하여 작성

○ 시작품 제작비 산출표 (A)

구 분	1천만원 이상	1천만원 미만	합계(원)	비 고
1차년도	894,614,691	0	894,614,691	1천만원이상 : (B)작성 1천만원미만 : (C)작성
2차년도	2,061,503,418	0	2,061,503,418	
3차년도	972,407,273	0	972,407,273	
4차년도	816,822,109	0	816,822,109	
합 계	4,745,347,491	-	4,745,347,491	

2세부과제 재료구입비 산출표

※사용용도

- 시약/재료 구입비 및 시험분석료, 전산처리/관리비

※작성원칙

- 건당 1천만원 이상에 대해서는 상세내역을 작성
- 건당 1천만원 미만의 재료구입비는 상세내역 생략하고 대략의 내용으로 작성
- 빈칸이 없을 경우, 칸을 추가하여 작성

○ 재료구입비 산출표 (A)

구 분	1천만원 이상	1천만원 미만	합계(원)	비 고
1차년도	-	0	-	
2차년도	-	0	-	
3차년도	-	0	-	
4차년도	-	0	-	
합 계	-	-	-	

2세부과제 여비 산출표

※사용용도

- 연구원의 국내외 출장여비 및 시내교통비

※작성원칙

- 여비는 연도별로 다음의 기준을 만족하면서 총액이 '5천만원 이하'가 되도록 작성
 - 인건비 1억원 미만 : 인건비의 12% 이하, 인건비 1억원~3억 : 인건비의 10%이하, 인건비 3억원 이상 : 인건비의 8%이하
- 연도별 여비가 기준을 만족하고 '5천만원 이하'로 추정될 경우 (A) 서식만 작성
- 연도별 여비가 기준을 초과하거나 여비 총액 '5천만원을 초과'하는 것으로 추정될 경우 (B)에 상세내역 작성

○ 여비 총괄표 (A)

구 분	인건비	비 율 (기준금액이하로비율설정)	합계 (원)	비 고
1차년도	854,496,000	8%	68,359,680	
2차년도	1,969,056,000	8%	157,524,480	
3차년도	928,800,000	8%	74,304,000	
4차년도	780,192,000	8%	62,415,360	
합 계			362,603,520	

[서식10]수용비및수수료산출표

2세부과제 수용비 및 수수료 산출표 (A)

※사용용도

- 과제와 직접 관련 있는 인쇄, 복사, 인화, 슬라이드 제작비, 공공요금, 제세공과금 및 수수료, 사무용품비, 연구환경 유지를 위한 기기/부품의 구입/유지 비용 등

※작성원칙

- 수용비 및 수수료는 연도별로 다음의 기준에 따라 작성
 - 인건비 1억원 미만 : 인건비의 12% 이하, 인건비 1억원~3억 : 인건비의 9% 이하, 인건비 3억원 이상 : 인건비의 6% 이하
- 수용비 수수료는 기준을 초과하여 작성할 수 없음

○ 수용비 및 수수료 총괄표 (A)

구 분	인건비	비 율 (기준금액이하로비율설정)	합계 (원)	비 고
1차년도	854,496,000	6%	51,269,760	수용비수수료는기준을 초과하여작성할수없음
2차년도	1,969,056,000	6%	118,143,360	
3차년도	928,800,000	6%	55,728,000	
4차년도	780,192,000	6%	46,811,520	
합 계			271,952,640	

[서식11]기술정보활동비산출표

2세부과제 기술정보 활동비 산출표

※사용용도

- 전문가 활용, 국내외 교육훈련, 기술정보수집비, 도서 등 문헌구입비, 회의비 세미나 개최비, 학회/세미나 참가비, 원고료, 통역료, 속기료, 기술도입비, 특허정보조사비, 해당 연구개발과제 수행과 관련된 식대 등

※작성원칙

- 기술정보활동비는 연도별로 다음의 기준을 만족하면서 연도별 총액이 '5천만원 이하'가 되도록 작성
 - 인건비 1억원 미만 : 인건비의 15%, 인건비 1억원~3억 : 인건비의 13%, 인건비 3억원 이상 : 인건비의 11%
- 연도별 기술정보활동비가 기준을 만족하고 '5천만원 이하'로 추정될 경우 (A) 서식만 작성
- 연도별 기술정보활동비가 기준을 초과하거나 기술정보활동비 총액이 '5천만원을 초과'하는 것으로 추정될 경우 (B)에 상세내역 작성

○ 기술정보활동비 총괄표 (A)

구 분	인건비	비 율 (기준금액이하로비율설정)	합계 (원)	비 고
1차년도	854,496,000	11.00%	93,994,560	
2차년도	1,969,056,000	11.00%	216,596,160	
3차년도	928,800,000	11.00%	102,168,000	
4차년도	780,192,000	11.00%	85,821,120	
합 계			498,579,840	

2세부과제 연구수당 산출표

※사용용도

- 해당 과제 수행과 관련된 연구책임자 및 참여연구원의 보상금/장려금 지급을 위한 수당

※작성원칙

- 연도별 인건비의 15% 이하로 작성
- 연도별 인건비의 15%를 초과하여 작성할 수 없음

Activity 단위	인건비총합	비율	비용 (원)	비고
1차년도	854,496,000	15%	128,174,400	
2차년도	1,969,056,000	15%	295,358,400	
3차년도	928,800,000	15%	139,320,000	
4차년도	780,192,000	15%	117,028,800	
합 계			679,881,600	

2세부과제 직접비 집계표

(2세부과제) 세부과제명 : 실증주택 및 단지 시공 성능 구현

[단위 : 원]

세 목		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계	비율 (%)
연구장비 /재료비	연구시설 및 장비비	-	-	-	-	-	0.0%
	시작품제작비	894,614,691	2,061,503,418	972,407,273	816,822,109	4,745,347,491	72.4%
	재료비	-	-	-	-	-	0.0%
연구활동비	여비	68,359,680	157,524,480	74,304,000	62,415,360	362,603,520	5.5%
	수용비 및 수수료	51,269,760	118,143,360	55,728,000	46,811,520	271,952,640	4.1%
	기술정보 활동비	93,994,560	216,596,160	102,168,000	85,821,120	498,579,840	7.6%
연구수당		128,174,400	295,358,400	139,320,000	117,028,800	679,881,600	10.4%
합 계		1,236,413,091	2,849,125,818	1,343,927,273	1,128,898,909	6,558,365,091	100.0%

[서식14]간접비집계표

2세부과제 간접비 집계표

※사용용도

- 행정지원 인력 등 인력지원비, 기관 공통지원경비, 사업단/연구단 운영비, 연구실 안전관리비, 연구보안관리지, 연구윤리활동비, 연구개발준비금, 지재권 출원/등록비, 과제 홍보 경비 등

※작성원칙

- 년도별 인건비, 직접비 총합의 10% 이하로 작성
- 년도별 인건비, 직접비 합이 10%를 초과하여 작성할 수 없음

[단위 : 원]

연 도	인건비+직접비	비 율	금 액	비 고
1차년도	2,090,909,091	10%	209,090,909	인건비+직접비의 10% 이하
2차년도	4,818,181,818	10%	481,818,182	
3차년도	2,272,727,273	10%	227,272,727	
4차년도	1,909,090,909	10%	190,909,091	
합 계			1,109,090,909	

3세부과제 연구비 총괄표

(3세부과제)세부과제명: 복합에너지 공급 운영 관리

[단위 : 원]

비 목			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
1) 인건비	내/외부 인건비		371,520,000	1,263,168,000	594,432,000	371,520,000	2,600,640,000	37.2%	
2) 직접비	연구 장비 재료비	연구 기자재 및 시설비	0	0	0	0	0	0.0%	
		시작품 제작비	388,962,909	1,322,473,891	622,340,655	388,962,909	2,722,740,364	38.9%	
		재료비	0	0	0	0	0	0.0%	
	연구 활동비	여비	29,721,600	101,053,440	47,554,560	29,721,600	208,051,200	3.0%	
		수용비 및 수수료	22,291,200	75,790,080	35,665,920	22,291,200	156,038,400	2.2%	
		기술정보 활동비	40,867,200	138,948,480	65,387,520	40,867,200	286,070,400	4.1%	
	연구수당		55,728,000	189,475,200	89,164,800	55,728,000	390,096,000	5.6%	
3) 간접비		90,909,091	309,090,909	145,454,545	90,909,091	636,363,636	9.1%		
4)	합 계		1,000,000,000	3,400,000,000	1,600,000,000	1,000,000,000	7,000,000,000	100.0%	1)+2)+3)

3세부과제 과제수행 공정표

세부과제명:

주요 Activity	시행기간(년)																비 고
	1차년도				2차년도				3차년도				4차년도				
3.1. 신재생에너지 설계 최적화 기술 개발																	
3.2. 신재생에너지 시공 최적화 기술 실증																	
3.3. 신재생에너지 공급시설 구축 및 실증 및 운영																	
3.4. 에너지 네트워크 알고리즘 개발																	
3.5. 복합 에너지 네트워크 시스템 개발 및 운영																	
3.6. 에너지 모니터링 선정기술 개발																	
3.7. 에너지 모니터링 결과 데이터 베이스화																	
3.8. 주택 모델별 쾌적성 모니터링 기술 개발																	
3.9. 쾌적성 모니터링 결과 데이터 베이스화																	
3.10. 복합에너지 관리 시스템 구축 및 실증 운영																	

3세부과제 인건비 기준표

※작성원칙 - 해당 과제 참여연구원의 인건비 기준단계 산정을 목적으로 작성하는 것으로 월기준 단가는 대학 조교수급 기준 4,300,000원으로 작성 (기준단가는 2011년도 회계예규 “예정가격작성기준” 학술연구용역 인건비기준단가의 대학 조교수 수준 참고) - 과제난이도, 기술준비도에 따라 증액률, 확장률을 결정하여 예시와 같이 √로 표기 - 월기준 단가 4,300,000원은 임의로 바꿀수 없음				
--	--	--	--	--

[단위 : 원]

① 월기준 단가	② 증 액 률	③ 확 장 율	④ 기 본 급 (①x②x③)	비 고
4,300,000	120%	100%	5,160,000	

과제 난이도	인건비 증액율(%)	증액률 산정 결과(%)
세계 선도의 최초기술 연구	130%	
세계 최고와 동일한 수준의 연구	120%	√
국내 최고수준의 기술	110%	
국내 자립기술	100%	

기술준비도 수준	인건비 산정 범위(%)	③ 확장 인건비(%)
기초연구	110%	
응용연구	100%	√
개발연구	120%	

3세부과제 인건비 산출표

※사용용도

- 연구원이 해당 과제에 참여시 지급되는 내외부 인건비

※작성원칙

- 연차별 소요인원수, 참여개월수, 참여율로 man·month 산출 후 <서식3>에서 도출한 인건비 기준을 곱하여 연차별 인건비 도출
- 연차별 인건비는 activity별로 산출

주요 Activity	연도	① 인원수	② 참여개월수	③ 참여율	④M/M산출 (①x②x③)	주1) ⑤	⑥ 금액 (④x⑤)	비 고
						실질월당가		
3.1. 신재생에너지 설계 최적화 기술 개발	1차년도	4	12	60%	28.8	5,160,000	148,608,000	
	2차년도	4	12	60%	28.8	5,160,000	148,608,000	
	3차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	4차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
3.2. 신재생에너지 시공 최적화 기술 실증	1차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	2차년도	13	12	60%	93.6	5,160,000	482,976,000	
	3차년도	8	12	60%	57.6	5,160,000	297,216,000	
	4차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
3.3. 신재생에너지 공급시설 구축 및 실증 및 운영	1차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	2차년도	2	12	60%	14.4	5,160,000	74,304,000	
	3차년도	2	12	60%	14.4	5,160,000	74,304,000	
	4차년도	2	12	60%	14.4	5,160,000	74,304,000	
3.4. 에너지 네트워크 알고리즘 개발	1차년도	2	12	60%	14.4	5,160,000	74,304,000	
	2차년도	2	12	60%	14.4	5,160,000	74,304,000	
	3차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	4차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
3.5. 복합 에너지 네트워크 시스템 개발 및 운영	1차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	2차년도	7	12	60%	50.4	5,160,000	260,064,000	
	3차년도	2	12	60%	14.4	5,160,000	74,304,000	
	4차년도	2	12	60%	14.4	5,160,000	74,304,000	
3.6. 에너지 모니터링 선정기술 개발	1차년도	2	12	60%	14.4	5,160,000	74,304,000	
	2차년도	2	12	60%	14.4	5,160,000	74,304,000	
	3차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	4차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
3.7. 에너지 모니터링 결과 데이터 베이스화	1차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	2차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	3차년도	1	12	60%	7.2	5,160,000	37,152,000	
	4차년도	2	12	60%	14.4	5,160,000	74,304,000	

3.8. 주택 모델별 쾌적성 모니터링 기술 개발	1차년도	2	12	60%	14.4	5,160,000	74,304,000	
	2차년도	2	12	60%	14.4	5,160,000	74,304,000	
	3차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	4차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
3.9. 쾌적성 모니터링 결과 데이터 베이스화	1차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	2차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	3차년도	1	12	60%	7.2	5,160,000	37,152,000	
	4차년도	2	12	60%	14.4	5,160,000	74,304,000	
3.10. 복합에너지 관리 시스템 구축 및 실증 운영	1차년도	0	12	60%	0.0	5,160,000	0	
	2차년도	2	12	60%	14.4	5,160,000	74,304,000	
	3차년도	2	12	60%	14.4	5,160,000	74,304,000	
	4차년도	2	12	60%	14.4	5,160,000	74,304,000	

[서식 5] 주요 Activity별 인건비산출표

3세부과제 인건비 집계표

주요 Activity	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계
3.1. 신재생에너지 설계 최적화 기술 개발	148,608,000	148,608,000	0	0	297,216,000
3.2. 신재생에너지 시공 최적화 기술 실증	0	482,976,000	297,216,000	0	780,192,000
3.3. 신재생에너지 공급시설 구축 및 실증 및 운영	0	74,304,000	74,304,000	74,304,000	222,912,000
3.4. 에너지 네트워크 알고리즘 개발	74,304,000	74,304,000	0	0	148,608,000
3.5. 복합 에너지 네트워크 시스템 개발 및 운영	0	260,064,000	74,304,000	74,304,000	408,672,000
3.6. 에너지 모니터링 선정기술 개발	74,304,000	74,304,000	0	0	148,608,000
3.7. 에너지 모니터링 결과 데이터 베이스화	0	0	37,152,000	74,304,000	111,456,000
3.8. 주택 모델별 쾌적성 모니터링 기술 개발	74,304,000	74,304,000	0	0	148,608,000
3.9. 쾌적성 모니터링 결과 데이터 베이스화	0	0	37,152,000	74,304,000	111,456,000
3.10. 복합에너지 관리 시스템 구축 및 실증 운영	0	74,304,000	74,304,000	74,304,000	222,912,000
합 계	371,520,000	1,263,168,000	594,432,000	371,520,000	2,600,640,000

[서식6]주요Activity별연구기자재및시설비산출표

3세부과제 연구시설 및 장비비

※사용용도

- 연구시설/장비의 설치/구입/임차에 관한 경비 및 관련 부대경비

※작성원칙

- 건당 3천만원 이상에 대해서는 상세내역을 작성
- 건당 3천만원 미만의 연구시설 및 장비비는 상세내역 생략하고 대략의 내용으로 작성
- 한 개 장비가 5억원 이상일 때 장비에 대한 기획보고서 제출
- 빈칸이 없을 경우, 칸을 추가하여 작성

○ 연구시설 및 장비비 산출표 (A)

구 분	3천만원 이상	3천만원 미만	합계 (원)	비 고
1차년도	-	-	-	3천만원이상 : (B)작성 3천만원미만 : (C)작성
2차년도	-	-	-	
3차년도	0	-	-	
4차년도	0	-	-	
합 계	0	0	-	

[서식7]주요Activity별시작품제작비산출표

3세부과제 시작품 제작비 산출표

※사용용도

- 시제품/시작품/시험설비 제작경비

※작성원칙

- 건당 1천만원 이상에 대해서는 상세내역을 작성
- 건당 1천만원 미만의 재료구입비는 상세내역 생략하고 대략의 내용으로 작성
- 빈칸이 없을 경우, 칸을 추가하여 작성

○ 시작품 제작비 산출표 (A)

구 분	1천만원 이상	1천만원 미만	합계 (원)	비 고
1차년도	388,962,909	0	388,962,909	1천만원이상:(B)작성 1천만원미만:(C)작성
2차년도	1,322,473,891	0	1,322,473,891	
3차년도	622,340,655	0	622,340,655	
4차년도	388,962,909	0	388,962,909	
합 계	2,722,740,364	-	2,722,740,364	

3세부과제 재료구입비 산출표

※사용용도 - 시약/재료 구입비 및 시험분석료, 전산처리/관리비 ※작성원칙 - 건당 1천만원 이상에 대해서는 상세내역을 작성 - 건당 1천만원 미만의 재료구입비는 상세내역 생략하고 대략의 내용으로 작성 - 빈칸이 없을 경우, 칸을 추가하여 작성
--

○ 재료구입비 산출표 (A)

구 분	1천만원 이상	1천만원 미만	합계 (원)	비 고
1차년도	-	0	-	
2차년도	-	0	-	
3차년도	-	0	-	
4차년도	-	0	-	
5차년도	-	0	-	
합 계	-	-	-	

3세부과제 여비 산출표

※사용용도
- 연구원의 국내외 출장여비 및 시내교통비
※작성원칙
- 여비는 연도별로 다음의 기준을 만족하면서 총액이 '5천만원 이하'가 되도록 작성
· 인건비 1억원 미만 : 인건비의 12% 이하, 인건비 1억원~3억 : 인건비의 10%이하, 인건비 3억원 이상 : 인건비의 8%이하
- 연도별 여비가 기준을 만족하고 '5천만원 이하'로 추정될 경우 (A) 서식만 작성
- 연도별 여비가 기준을 초과하거나 여비 총액 '5천만원을 초과'하는 것으로 추정될 경우 (B)에 상세내역 작성

○ 여비 총괄표 (A)

구 분	인건비	비 율 (기준금액이하로비율설정)	합계 (원)	비 고
1차년도	371,520,000	8%	29,721,600	
2차년도	1,263,168,000	8%	101,053,440	
3차년도	594,432,000	8%	47,554,560	
4차년도	371,520,000	8%	29,721,600	
5차년도	-		-	
합 계			208,051,200	

3세부과제 수용비 및 수수료 산출표 (A)

※사용용도

- 과제와 직접 관련 있는 인쇄, 복사, 인화, 슬라이드 제작비, 공공요금, 제세공과금 및 수수료, 사무용품비, 연구환경 유지를 위한 기기/부품의 구입/유지비용 등

※작성원칙

- 수용비 및 수수료는 연도별로 다음의 기준에 따라 작성
 - 인건비 1억원 미만 : 인건비의 12% 이하, 인건비 1억원 ~ 3억 : 인건비의 9% 이하, 인건비 3억원 이상 : 인건비의 6% 이하
- 수용비 수수료는 기준을 초과하여 작성할 수 없음

○ 수용비 및 수수료 총괄표 (A)

구 분	인건비	비 율 (기준금액이하로비율설정)	합계 (원)	비 고
1차년도	371,520,000	6%	22,291,200	수용비수수료는기준을 초과하여작성할수없음
2차년도	1,263,168,000	6%	75,790,080	
3차년도	594,432,000	6%	35,665,920	
4차년도	371,520,000	6%	22,291,200	
합 계			156,038,400	

[서식11]기술정보활동비산출표

3세부과제 기술정보 활동비 산출표

※사용용도

- 전문가 활용, 국내외 교육훈련, 기술정보수집비, 도서 등 문헌구입비, 회의비 세미나 개최비, 학회/세미나 참가비, 원고료, 통역료, 속기료, 기술도입비, 특허정보조사비, 해당 연구개발과제 수행과 관련된 식대 등

※작성원칙

- 기술정보활동비는 연도별로 다음의 기준을 만족하면서 연도별 총액이 '5천만원 이하'가 되도록 작성
 - 인건비 1억원 미만 : 인건비의 15%, 인건비 1억원~3억 : 인건비의 13%, 인건비 3억원 이상 : 인건비의 11%
- 연도별 기술정보활동비가 기준을 만족하고 '5천만원 이하'로 추정될 경우 (A) 서식만 작성
- 연도별 기술정보활동비가 기준을 초과하거나 기술정보활동비 총액이 '5천만원을 초과'하는 것으로 추정될 경우 (B)에 상세내역 작성

○ 기술정보활동비 총괄표 (A)

구 분	인건비	비 율 (기준금액이하로비율설정)	합계 (원)	비 고
1차년도	371,520,000	11.00%	40,867,200	
2차년도	1,263,168,000	11.00%	138,948,480	
3차년도	594,432,000	11.00%	65,387,520	
4차년도	371,520,000	11.00%	40,867,200	
합 계			286,070,400	

[서식12]연구수당산출표

3세부과제 연구수당산출표

※사용용도

- 해당 과제 수행과 관련된 연구책임자 및 참여연구원의 보상금/장려금 지급을 위한 수당

※작성원칙

- 연도별 인건비의 15% 이하로 작성
- 연도별 인건비의 15%를 초과하여 작성할 수 없음

Activity 단위	인건비총합	비 율	비용 (원)	비 고
1차년도	371,520,000	15%	55,728,000	
2차년도	1,263,168,000	15%	189,475,200	
3차년도	594,432,000	15%	89,164,800	
4차년도	371,520,000	15%	55,728,000	
합 계			390,096,000	

[서식13]직접비집계표

3세부과제 직접비 집계표

(3세부과제)세부과제명 : 복합에너지 공급 운영 관리

[단위 : 원]

세 목		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계	비율 (%)
연구장 비 /재료비	연구시설 및장비비	-	-	-	-	-	0.0%
	시작품제작비	388,962,909	1,322,473,891	622,340,655	388,962,909	2,722,740,364	72.4%
	재료비	-	-	-	-	-	0.0%
연구활 동비	여비	29,721,600	101,053,440	47,554,560	29,721,600	208,051,200	5.5%
	수용비및수수 료	22,291,200	75,790,080	35,665,920	22,291,200	156,038,400	4.1%
	기술정보활동 비	40,867,200	138,948,480	65,387,520	40,867,200	286,070,400	7.6%
연구수당		55,728,000	189,475,200	89,164,800	55,728,000	390,096,000	10.4%
합계		537,570,909	505,267,200	860,113,455	537,570,909	3,762,996,364	100.0%

[서식14]간접비집계표

3세부과제 간접비 집계표

※사용용도 - 행정지원 인력 등 인력지원비, 기관 공통지원경비, 사업단/연구단 운영비, 연구실 안전관리비, 연구보안관리지, 연구윤리활동비, 연구개발준비금, 지재권 출원/등록비, 과제 홍보 경비 등 ※작성원칙 - 년도별 인건비, 직접비 총합의 10% 이하로 작성 - 년도별 인건비, 직접비 합이 10%를 초과하여 작성할 수 없음

[단위 : 원]

연 도	인건비+직접비	비 율	금 액	비 고
1차년도	909,090,909	10%	90,909,091	인건비+직접비의 10% 이하
2차년도	1,263,168,000	10%	126,316,800	
3차년도	1,454,545,455	10%	145,454,545	
4차년도	909,090,909	10%	90,909,091	
합계			453,589,527	

부록2. 제로에너지 주택 실증단지 법규검토

1. 건축기본법

제8조(건축의 사회적 공공성 확보)

- ① 국가 및 지방자치단체는 국민의 다양한 요구와 다원적 문화에 부응하고 미래사회의 문화적 요구변화와 기술변화에 능동적으로 대응할 수 있는 건축정책을 수립·시행하여야 한다.
- ② 건축물의 소유자 또는 관리자는 건축물 및 공간환경이 미래세대에 계승되는 사회, 경제적 자산으로서 조성되고, 그 가치가 지속적으로 강화되도록 관리하여야 한다.
- ③ 건축물의 소유자 또는 관리자는 건축물 및 공간환경을 조성하고 사용하는 과정 등에 있어서 환경에 대한 영향을 최소화하고 자원의 재이용과 재생을 촉진함으로써 자연과의 조화가 이루어지도록 하여야 한다.

제11조(건축정책기본계획의 내용)

건축정책기본계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.

1. 건축의 현황 및 여건변화, 전망에 관한 사항
2. 건축정책의 기본목표 및 추진방향
3. 건축의 품격 및 품질 향상에 관한 사항
4. 도시경관 향상을 위한 통합된 건축디자인에 관한 사항
5. 지역의 건축에 관한 발전 및 지원대책
6. 우수한 설계기법 및 첨단건축물 등 연구개발에 관한 사항
7. 건축분야 전문인력의 육성, 지원 및 관리에 관한 사항
8. 건축디자인 등 건축의 국제경쟁력 향상에 관한 사항
9. 건축문화 기반구축에 관한 사항
10. 건축 관련 기술의 개발, 보급 및 선도시범사업에 관한 사항
11. 건축정책기본계획의 시행 및 그 밖에 대통령령으로 정하는 건축진흥에 필요한 사항

2. 건축법

제62조(건축설비기준 등)

건축설비의 설치 및 구조에 관한 기준과 설계 및 공사감리에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

제63조(온돌 및 난방설비 등의 시공)

건축물에 설치하는 온돌 및 난방설비는 국토해양부령으로 정하는 기준에 따라 안전 및 방화에 지장이 없도록 하여야 한다.

제64조(승강기)

- ① 건축주는 6층 이상으로서 연면적이 2천제곱미터 이상인 건축물(대통령령으로 정하는 건축물은 제외한다)을 건축하려면 승강기를 설치하여야 한다. 이 경우 승강기의 규모 및 구조는 국토해양부령으로 정한다.
- ② 높이 31미터를 초과하는 건축물에는 대통령령으로 정하는 바에 따라 제1항에 따른 승강기 뿐만 아니라 비상용승강기를 추가로 설치하여야 한다. 다만, 국토해양부령으로 정하는 건축물의 경우에는 그러하지 아니하다.

제64조2(건축물의 열손실방지)

건축물을 건축하는 경우에는 에너지의 합리적인 이용을 위하여 국토해양부령으로 정하는 바에 따라 열의 손실을 방지하는 단열재 및 방습층을 설치하는 등 필요한 조치를 하여야 한다.

제65조(친환경건축물의 인증)

- ① 국토해양부장관과 환경부장관은 지속가능한 개발의 실현과 자원절약형이고 자연친화적인 건축물을 유도하기 위하여 공동으로 친환경건축물 인증제도를 실시한다.
- ② 국토해양부장관은 환경부장관과 협의하여 인증기관을 지정하고 제1항에 따른 친

환경건축물의 인증을 하게 할 수 있다.

- ③ 친환경건축물의 인증을 받으려는 자는 제2항에 따른 인증기관에 인증을 신청하여야 한다.
- ④ 국토해양부장관과 환경부장관은 다음 각호의 사항을 포함하여 친환경건축물의 인증기준을 공동으로 고시한다.
 - 1. 인증 기준 및 절차
 - 2. 표시 활용 방법
 - 3. 유효기간
 - 4. 수수료
 - 5. 인증 등급 등
- ⑤ 제2항과 제3항에 따른 인증기관의 지정 기준, 지정 절차 및 인증 신청 절차 등에 관하여 필요한 사항은 국토해양부와 환경부의 공동부령으로 정한다.

제66조(건축물에 관한 효율적인 에너지 이용과 친환경 건축물 건축의 활성화)

- ① 국토해양부 장관은 지식경제부 장관이나 환경부장관과 협의하여 건축물에 관한 효율적인 에너지 이용과 친환경 건축물 건축의 활성화를 위한 종합대책을 수립, 시행하여야 한다.
- ② 국토해양부장관은 건축물에 대한 효율적인 에너지 관리와 친환경 건축물 건축의 활성화를 위하여 필요한 설계, 시공, 감리 및 유지관리에 관한 기준을 정하여 고시할 수 있다.
- ③ 허가권자는 자원 절약적이고 환경 친화적인 건축물의 건축을 활성화하기 위하여 대통령령으로 정하는 기준에 적합한 건축물에 대하여 제42조에 따른 조경설치면적을 100분의 85까지 완화하여 적용할 수 있으며, 제56조 및 제60조에 따른 용적률 및 건축물의 높이를 100분의 115의 범위까지 완화하여 적용할 수 있다.
- ④ 허가권자는 자원 절약적이고 환경친화적인 건축물의 건축 및 유지관리를 위한 정책을 수립하여 시행하여야 한다.
- ⑤ 지방자치단체는 제2항에 따른 고시의 범위에서 건축기준 완화 기준 및 재정지원에 관한 사항을 조례로 정할 수 있다.

제66조의2(건축물의 에너지효율등급 인증)

- ① 국토해양부장관과 지식경제부장관은 에너지 성능이 높은 건축물의 건축을 확대하고, 건축물의 효과적인 에너지관리를 위하여 공동으로 건축물 에너지효율등급 인증제를 시행한다.
- ② 국토해양부장관은 지식경제부장관과 협의하여 대통령령으로 정하는 에너지 관련 전문기관을 인증기관으로 지정하고, 건축물 에너지효율등급 인증 업무를 위임할 수 있다.
- ③ 건축물 에너지효율등급 인증을 받으려는 자는 제2항에 따른 인증기관에 인증을 신청하여야 한다.
- ④ 국토해양부장관과 지식경제부장관은 다음 각 호의 사항을 포함하여 건축물 에너지 효율등급 인증기준을 공동으로 고시한다.
 1. 인증 기준 및 절차
 2. 효율등급 평가기준
 3. 인증서 및 인증마크의 활용
 4. 수수료
 5. 인증 등급 등
- ⑤ 건축물 에너지효율등급 인증을 받는 건축물의 경우에는 제66조제2항에 따른 설계 기준을 준수하지 아니할 수 있다.

3. 건축법 시행령

제91조(건축물에 관한 효율적인 에너지 이용과 친환경 건축물의 활성화)

- ① 국토해양부장관은 법 제66조제1항에 따라 건축물에 관한 효율적인 에너지 이용을 위한 종합대책을 수립 시행하기 위하여 국토해양부령으로 정하는 바에 따라 지식경제부장관 등 관계 중앙행정기관의 장과 협의기관을 구성하여 운영할 수 있다.
- ② 법 제66조제3항에서 “대통령령으로 정하는 기준에 적합한 건축물”이란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 건축물을 말한다.
 1. 법 제65조에 따라 친환경 건축물 인증을 받은 건축물
 2. 법 제66조제2항에 따라 효율적인 에너지 관리를 위한 설계기준에 맞게 설계된 건축물이나 건축 폐자재를 건축물의 신축공사를 위한 골조공사에 100분의 15이상 사용

한 건축물

3. 법 제66조의2에 따라 건축물 에너지효율등급 인증을 받은 건축물

③ 국토해양부장관은 제2항 각 호의 어느 하나에 해당하는 건축물에 대하여 법 제66조제3항에 따라 건축기준을 완화하여 적용하기 위한 세부기준을 정하여 고시할 수 있다.

제91조의2(건축물의 에너지효율등급 인증기관)

① 법 제66조의2제2항에서 “대통령령으로 정하는 에너지 관련 전문기관”이란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 기관 중 건축물의 에너지관리에 관한 전문인력을 확보하고 있는 기관을 말한다.

1. 「공공기관의 운영에 관한 법률」에 따른 공공기관 중 국토해양부장관 또는 지식경제부령의 지도 감독을 받는 공기업 또는 준정부기관
2. 「과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립, 운영 및 육성에 관한 법률」에 따라 설립된 과학기술분야 정부출연연구기관

② 제1항에 따른 인증기관의 지정기준, 지정절차 및 인증업무의 수행을 위하여 필요한 사항은 국토해양부장관이 지식경제부령과 협의하여 고시한다.

4. 건축법 시행규칙

제38조(건축물의 에너지이용과 폐자재의 이용)

영 제91조제4항에 따라 건축기준을 완화하여 적용받으려는 자는 법 제11조 또는 법 제14조에 따라 허가를 신청하거나 신고를 할 때 법 제66조제2항에 따른 에너지절약설계기준 또는 건축폐자재설계기준에 따라 건축기준을 완화하여 적용할 것을 요청(전자문서로 요청하는 것을 포함한다)하여야 한다.

제43조(태양열을 이용하는 주택 등의 건축면적 산정방법 등)

① 영 제119조제1항제2호나목에 따라 태양열을 주된 에너지원으로 이용하는 주택의 건축면적과 단열재를 구조체의 외기층에 설치하는 단열공법으로 건축된 건축물의 건축면적은 건축물의 외벽중 내측 내력벽의 중심선을 기준으로 한다. 이 경우 태

양열을 주된 에너지원으로 이용하는 주택의 범위는 국토해양부장관이 정하여 고시하는 바에 의한다.

- ② 영 제119조제1항제2호나목에 따라 창고 중 물품을 입출고하는 부위의 상부에 설치하는 한쪽 끝은 고정되고 다른 끝은 지지되지 아니한 구조로 된 돌출차양의 면적 중 건축면적에 산입하는 면적은 다음 각 호에 따라 산정한 면적 중 작은 값으로 한다.
1. 해당 돌출차양을 제외한 창고의 건축면적의 10퍼센트를 초과하는 면적
 2. 해당 돌출차양의 끝부분으로부터 수평거리 3미터를 후퇴한 선으로 둘러싸인 부분의 수평투영면적

5. 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙

제4조(온도의 설치기준)

- ① 「건축법」(이하 “법”이라 한다) 제63조에 따라 건축물에 온돌 및 난방설비를 설치하는 경우에는 그 구조상 열에너지가 효율적으로 관리되고 화재의 위험을 방지하기 위하여 별표 1의 기준에 적합하여야 한다.
- ② 제1항에 따라 건축물에 온돌 및 난방설비를 시공하는 자는 시공을 끝낸 후 별지 제2호서식의 온돌 및 난방설비 설치확인서를 공사감리자에게 제출하여야 한다. 다만, 제3조제2항에 따른 건축설비설치확인서를 제출한 경우와 공사감리자가 직접 온돌 및 난방설비의 설치를 확인한 경우에는 그러하지 아니하다.

제11조(공동주택 및 다중이용시설의 환기설비기준 등)

- ① 영 제87조제2항의 규정에 따라 신축 또는 리모델링하는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 주택 또는 건축물(이하 “신축공동주택등”이라 한다)은 시간당 0.7회 이상의 환기가 이루어질 수 있도록 자연환기설비 또는 기계환기설비를 설치하여야 한다.
1. 100세대 이상의 공동주택(기숙사를 제외한다)
 2. 주택을 주택 외의 시설과 동일건축물로 건축하는 경우로서 주택이 100세대 이상인 건축물
- ② 신축공동주택등에 자연환기설비를 설치하는 경우에는 자연환기설비가 제1항에 따른 환기횟수를 충족하는지에 대하여 「건축법」 제4조에 따른 지방건축위원회의

심의를 받아야 한다. 다만, 신축공동주택등에 「산업표준화법」에 따른 한국산업표준(이하 “한국산업표준”이라 한다)의 자연환기설비 환기성능 시험방법(KSF 2921)에 따라 성능시험을 거친 자연환기설비를 별표 1의3에 따른 자연환기설비 설치 길이 이상으로 설치하는 경우는 제외한다.

- ③ 신축공동주택등에 자연환기설비 또는 기계환기설비를 설치하는 경우에는 별표 1의 4 또는 별표 1의5의 기준에 적합하여야 한다.
- ④ 다중이용시설을 신축하는 경우에 기계환기설비를 설치하여야 하는 다중이용시설 및 각 시설의 필요 환기량은 별표 1의6과 같으며, 설치하여야 하는 기계환기설비의 구조 및 설치하는 다음 각 호의 기준에 적합하여야 한다.
 1. 다중이용시설의 기계환기설비 용량기준은 시설이용 인원 당 환기량을 원칙으로 산정할 것
 2. 기계환기설비는 다중이용시설로 공급되는 공기의 분포를 최대한 균등하게 하여 실내 기류의 편차가 최소화될 수 있도록 할 것
 3. 공기공급체계·공기배출체계 또는 공기흡입구·배기구 등에 설치되는 송풍기는 외부의 기류로 인하여 송풍능력이 떨어지는 구조가 아닐 것
 4. 바깥공기를 공급하는 공기공급체계 또는 공기흡입구는 입자형·가스형 오염물질의 제거·여과장치 등 외부로부터 오염물질이 유입되는 것을 최대한 차단할 수 있는 설비를 갖추어야 하며, 제거·여과장치 등의 청소 및 교환 등 유지관리가 쉬운 구조일 것
 5. 공기배출체계 및 배기구는 배출되는 공기가 공기공급체계 및 공기흡입구로 직접 들어가지 아니하는 위치에 설치할 것
 6. 기계환기설비를 구성하는 설비·기기·장치 및 제품 등의 효율과 성능 등을 판정하는데 있어 이 규칙에서 정하지 아니한 사항에 대하여는 해당항목에 대한 한국산업표준에 적합할 것

제13조(개별난방설비)

- ① 영 제87조제2항의 규정에 의하여 공동주택과 오피스텔의 난방설비를 개별난방방식으로 하는 경우에는 다음 각호의 기준에 적합하여야 한다.
 1. 보일러는 거실외의 곳에 설치하되, 보일러를 설치하는 곳과 거실사이의 경계벽은 출입구를 제외하고는 내화구조의 벽으로 구획할 것

2. 보일러실의 윗부분에는 그 면적이 0.5제곱미터 이상인 환기창을 설치하고, 보일러실의 윗부분과 아랫부분에는 각각 지름 10센티미터 이상의 공기흡입구 및 배기구를 항상 열려있는 상태로 바깥공기에 접하도록 설치할 것. 다만, 전기보일러의 경우에는 그러하지 아니하다.
4. 보일러실과 거실사이의 출입구는 그 출입구가 닫힌 경우에는 보일러가스가 거실에 들어갈 수 없는 구조로 할 것
5. 기름보일러를 설치하는 경우에는 기름저장소를 보일러실외의 다른 곳에 설치할 것
6. 오피스텔의 경우에는 난방구획마다 내화구조로 된 벽·바닥과 갑종방화문으로 된 출입문으로 구획할 것
7. 보일러의 연도는 내화구조로서 공동연도로 설치할 것
- ② 가스보일러에 의한 난방설비를 설치하고 가스를 중앙집중공급방식으로 공급하는 경우에는 제1항의 규정에 불구하고 가스관계법령이 정하는 기준에 의하되, 오피스텔의 경우에는 난방구획마다 내화구조로 된 벽·바닥과 갑종방화문으로 된 출입문으로 구획하여야 한다.

제21조(건축물의 열손실방지)

- ① 건축물을 건축하는 경우에는 법 제64조의2에 따라 다음 각 호의 기준에 의한 열손실방지 등의 에너지이용합리화를 위한 조치를 하여야 한다.
 1. 거실의 외벽, 최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕, 최하층에 있는 거실의 바닥, 공동주택의 측벽 및 층간 바닥, 창 및 문의 열관류율은 별표 4에 의한 기준으로 한다. 이 경우 국토해양부장관은 별표 4의 기준에 의한 열관류율에 적합한 단열재의 두께 기준을 정하여 고시할 수 있다.
 3. 연면적이 5천제곱미터 이상인 건축물(공동주택을 제외한다)로서 중앙집중식 냉·난방설비를 하는 건축물의 바깥쪽과 접하는 거실의 창 및 출입문은 국토해양부장관이 고시하는 기준에 적합한 공기차단성능을 갖출 것
 4. 건축물의 배치·구조 및 설비등이 설계를 하는 경우에는 에너지가 합리적으로 이용될 수 있도록 할 것
- ② 제1항의 규정에 의한 단열조치를 하여야 하는 부위(창호 및 공동주택의 층간 바닥을 제외한다)에는 방습층을 설치하여야 한다.
- ③ 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 건축물에 대하여는 제1항 및 제2항을 적용하

지 아니한다.

1. 차고·기계실 등으로서 거실의 용도로 사용하지 아니하고, 난방 또는 냉방시설을 설치하지 아니하는 건축물
2. 공장·창고시설·위험물저장 및 처리시설·자동차관련시설·동물 및 식물관련시설 또는 분뇨 및 쓰레기처리시설에 해당하는 건축물로서 냉·난방 설비를 설치하지 아니하고 용도 특성상 건축물 내부를 외기에 개방시켜 사용하는 등 열손실 방지조치를 하여도 에너지절약의 효과가 없는 건축물

제22조(에너지절약계획서의 제출)

① 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 건축물의 건축주는 건축물의 건축허가를 신청하거나 법 제19조제2항에 따라 용도변경의 허가신청 또는 신고를 하거나 법 제19조제3항에 따라 건축물대장의 기재내용의 변경을 신청하는 경우에는 국토해양부장관이 정하여 고시하는 서식의 에너지절약계획서를 제출하여야 한다.

1. 영 제3조의4 및 별표 1에 따른 공동주택 중 아파트 및 연립주택
 2. 교육연구시설 중 연구소, 업무시설 기타 에너지소비특성 및 이용상황등이 이와 유사한 건축물로서 당해 용도에 사용되는 바닥면적의 합계가 3천제곱미터 이상인 건축물
 3. 공동주택중 기숙사, 의료시설, 수련시설 중 유스호스텔, 숙박시설 그 밖에 에너지소비특성 및 이용상황 등이 이와 유사한 건축물로서 그 용도에 사용되는 바닥면적의 합계가 2천제곱미터 이상인 건축물
 4. 제1종 근린생활시설중 목욕장, 운동시설중 실내수영장, 그 밖에 에너지소비특성 및 이용상황 등이 이와 유사한 건축물로서 당해 용도에 사용되는 바닥면적의 합계가 5백제곱미터 이상인 건축물
 5. 판매시설 그 밖에 에너지소비특성 및 이용상황 등이 이와 유사한 건축물로서 그 용도에 사용되는 바닥면적의 합계가 3천제곱미터 이상인 건축물
 6. 문화 및 집회시설(동·식물원은 제외한다), 종교시설, 장례식장, 교육연구시설(연구소는 제외한다), 그 밖에 에너지소비특성 및 이용상황 등이 이와 유사한 건축물로서 그 용도에 사용되는 바닥면적의 합계가 1만제곱미터 이상인 건축물
- ② 제1항에 따라 허가신청 등을 받은 특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장(자치구의 구청장을 말한다)은 에너지절약계획서의 적절성 등을 검토하기 위하여 필요한 경우에는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 기관 또는 단체에 자문할 수 있으며, 그 자문

결과에 따라 건축주에게 에너지절약계획서를 보완하도록 요구할 수 있다. <신설 2008.7.10, 2012.4.30>

1. 「에너지이용 합리화법」 제45조에 따른 에너지관리공단
2. 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」 제25조에 따른 한국시설안전공단
3. 그 밖에 에너지 관련 전문기관 또는 단체로서 국토해양부장관이 지정하여 고시하는 기관 또는 단체

제23조(건축물의 냉방설비 등)

- ② 제22조제1항제2호부터 제6호까지의 규정에 해당하는 건축물 중 지식경제부장관이 국토해양부장관과 협의하여 고시하는 건축물에 중앙집중냉방설비를 설치하는 경우에는 지식경제부장관이 국토해양부장관과 협의하여 정하는 바에 따라 축냉식 또는 가스를 이용한 중앙집중냉방방식으로 하여야 한다.
- ③ 상업지역 및 주거지역에서 건축물에 설치하는 냉방시설 및 환기시설의 배기구와 배기장치의 설치는 다음 각 호의 기준에 모두 적합하여야 한다.
 1. 배기구는 도로면으로부터 2미터 이상의 높이에 설치할 것
 2. 배기장치에서 나오는 열기가 인근 건축물의 거주자나 보행자에게 직접 닿지 아니하도록 할 것

제24조(규제의 재검토)

국토해양부장관은 제23조제2항의 건축물의 냉방설비 기준이 적절한지를 2012년 12월 31일까지 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

6. 주택법

제2조(정의)

이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. <개정 2009.3.20, 2010.4.5, 2011.3.30, 2011.9.16>

1. “주택”이란 세대(世帶)의 구성원이 장기간 독립된 주거생활을 할 수 있는 구조로 된 건축물의 전부 또는 일부 및 그 부속토지를 말하며, 이를 단독주택과 공동주택

으로 구분한다.

6. “주택단지“란 제16조에 따른 주택건설사업계획 또는 대지조성사업계획의 승인을 받아 주택과 그 부대시설 및 복리시설(福利施設)을 건설하거나 대지를 조성하는 데 사용되는 일단(一團)의 토지를 말한다. 다만, 다음 각 목의 시설로 분리된 토지는 각각 별개의 주택단지로 본다.

가. 철도·고속도로·자동차전용도로

나. 폭 20미터 이상인 일반도로

다. 폭 8미터 이상인 도시계획예정도로

라. 가목부터 다목까지의 시설에 준하는 것으로서 대통령령으로 정하는 시설

7. “사업주체“란 제16조에 따른 주택건설사업계획 또는 대지조성사업계획의 승인을 받아 그 사업을 시행하는 다음 각 목의 자를 말한다.

가. 국가·지방자치단체

나. 한국토지주택공사

다. 제9조에 따라 등록한 주택건설사업자 또는 대지조성사업자

라. 그 밖에 이 법에 따라 주택건설사업 또는 대지조성사업을 시행하는 자

8. “부대시설“이란 주택에 딸린 다음 각 목의 시설 또는 설비를 말한다.

가. 주차장, 관리사무소, 담장 및 주택단지 안의 도로

나. 「건축법」 제2조제1항제4호에 따른 건축설비

다. 가목 및 나목의 시설·설비에 준하는 것으로서 대통령령으로 정하는 시설 또는 설비

9. “복리시설“이란 주택단지의 입주자 등의 생활복리를 위한 다음 각 목의 공동시설을 말한다.

가. 어린이놀이터, 근린생활시설, 유치원, 주민운동시설 및 경로당

나. 그 밖에 입주자 등의 생활복리를 위하여 대통령령으로 정하는 공동시설

10. “간선시설(幹線施設)“이란 도로·상하수도·전기시설·가스시설·통신시설 및 지역난방시설 등 주택단지(둘 이상의 주택단지를 동시에 개발하는 경우에는 각각의 주택단지를 말한다) 안의 기간시설(基幹施設)을 그 주택단지 밖에 있는 같은 종류의 기간시설에 연결시키는 시설을 말한다. 다만, 가스시설·통신시설 및 지역난방시설의 경우에는 주택단지 안의 기간시설을 포함한다.

16. “에너지절약형 친환경주택“이란 저에너지 건물 조성기술 등 대통령령으로 정하는 기술을 이용하여 에너지 사용량을 절감하거나 이산화탄소 배출량을 저감할 수 있도록 건설된 주택을 말하며, 그 종류와 범위는 대통령령으로 정한다.

제5조의2(최저주거기준의 설정 등)

- ① 국토해양부장관은 국민이 쾌적하고 살기 좋은 생활을 하기 위하여 필요한 최저주거기준을 설정·공고하여야 한다.
- ② 제1항에 따라 국토해양부장관이 최저주거기준을 설정·공고하려는 경우에는 미리 관계 중앙행정기관의 장과 협의한 후 제84조에 따른 주택정책심의위원회(이하 “주택정책심의위원회”라 한다)의 심의를 거쳐야 한다. 공고된 최저주거기준을 변경하려는 경우에도 또한 같다.
- ③ 최저주거기준에는 주거면적, 용도별 방의 개수, 주택의 구조·설비·성능 및 환경요소 등 대통령령으로 정하는 사항이 포함되어야 하며, 사회적·경제적인 여건의 변화에 따라 그 적정성이 유지되어야 한다.

제5조의3(최저주거기준 미달 가구에 대한 우선 지원 등)

- ① 국가 또는 지방자치단체는 최저주거기준에 미달되는 가구에 대하여 우선적으로 주택을 공급하거나 국민주택기금을 지원하는 등 혜택을 줄 수 있다.
- ② 국가 또는 지방자치단체가 주택정책을 수립·시행하거나 사업주체가 주택건설사업을 시행하는 경우에는 최저주거기준에 미달되는 가구를 줄이기 위하여 노력하여야 한다.
- ③ 국토해양부장관 또는 지방자치단체의 장은 주택의 건설과 관련된 인가·허가 등을 할 때 그 건설사업의 내용이 최저주거기준에 미달되는 경우에는 그 기준에 맞게 사업계획승인신청서를 보완할 것을 지시하는 등 필요한 조치를 하여야 한다. 다만, 도시형 생활주택 중 대통령령으로 정하는 주택에 대하여는 그러하지 아니하다.
<개정 2010.4.5>

- ④ 국토해양부장관 또는 지방자치단체의 장은 최저주거기준에 미달되는 가구가 밀집한 지역에 대하여는 우선적으로 임대주택을 건설하거나 「도시 및 주거환경정비법」에서 정하는 바에 따라 우선적으로 주거환경정비사업을 시행할 수 있도록 하기 위하여 필요한 조치를 할 수 있다.

제21조(주택건설기준 등)

- ① 사업주체가 건설·공급하는 주택의 건설 등에 관한 다음 각 호의 기준(이하 “주택건설기준등”이라 한다)은 대통령령으로 정한다. <개정 2011.3.30>

1. 주택의 배치, 세대 간의 경계벽, 구조내력(構造耐力) 등에 관한 주택건설기준
2. 부대시설의 설치기준
3. 복리시설의 설치기준
4. 주택의 규모 및 규모별 건설 비율
5. 대지조성기준
6. 에너지절약형 친환경주택의 건설기준
- ② 지방자치단체는 그 지역의 특성, 주택의 규모 등을 고려하여 주택건설기준등의 범위에서 조례로 구체적인 기준을 정할 수 있다.
- ③ 사업주체는 제1항의 주택건설기준등 및 제2항의 기준에 따라 주택건설사업 또는 대지조성사업을 시행하여야 한다.

7. 녹색건축물 조성 지원법

제1조(목적)

이 법은 「저탄소 녹색성장 기본법」에 따른 녹색건축물의 조성에 필요한 사항을 정하고, 건축물 온실가스 배출량 감축과 녹색건축물의 확대를 통하여 저탄소 녹색성장 실현 및 국민의 복리 향상에 기여함을 목적으로 한다.

제3조(기본원칙)

녹색건축물 조성은 다음 각 호의 기본원칙에 따라 추진되어야 한다.

1. 온실가스 배출량 감축을 통한 녹색건축물 조성
2. 환경 친화적이고 지속가능한 녹색건축물 조성
3. 신·재생에너지 활용 및 자원 절약적인 녹색건축물 조성
4. 기존 건축물에 대한 에너지효율화 추진
5. 녹색건축물의 조성에 대한 계층 간, 지역 간 균형성 확보

제4조(국가 등의 책무)

- ① 국가 및 지방자치단체는 녹색건축물 조성 촉진을 위한 시책을 수립하고, 그 추진에 필요한 행정적·재정적 지원방안을 마련하여야 한다.

- ② 국가 및 지방자치단체는 녹색건축물 조성이 공정한 기준과 절차에 따라 수행될 수 있도록 노력하여야 한다.

제5조(다른 법률과의 관계)

- ① 녹색건축물 조성에 관하여 다른 법률에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 이 법에 따른다.
- ② 녹색건축물과 관련되는 법률을 제정하거나 개정하는 경우에는 이 법의 목적과 기본원칙에 맞도록 하여야 한다.

제6조(녹색건축물 기본계획의 수립)

- ① 국토해양부장관은 녹색건축물 조성을 촉진하기 위하여 다음 각 호의 사항이 포함된 녹색건축물 기본계획(이하 “기본계획”이라 한다)을 5년마다 수립하여야 한다.
1. 녹색건축물의 현황 및 전망에 관한 사항
 2. 녹색건축물의 온실가스 감축, 에너지 절약 등의 달성목표 설정 및 추진 방향
 3. 녹색건축물 정보체계의 구축·운영에 관한 사항
 4. 녹색건축물 관련 연구·개발에 관한 사항
 5. 녹색건축물 전문인력의 육성·지원 및 관리에 관한 사항
 6. 녹색건축물 조성사업의 지원에 관한 사항
 7. 녹색건축물 조성 시범사업에 관한 사항
 8. 녹색건축물 조성을 위한 건축자재 및 시공 관련 정책방향에 관한 사항
 9. 그 밖에 녹색건축물 조성의 촉진을 위하여 필요한 사항
- ② 국토해양부장관은 기본계획의 수립에 필요한 기초자료를 수집하기 위하여 관계 중앙행정기관의 장, 지방자치단체의 장, 「공공기관의 운영에 관한 법률」에 따른 공공기관 및 국토해양부령으로 정하는 에너지 관련 전문기관의 장에게 관련 자료의 제출을 요청할 수 있으며, 자료 제출을 요청받은 기관의 장은 특별한 사유가 없으면 이에 따라야 한다.
- ③ 국토해양부장관은 기본계획을 수립하려면 기본계획안을 작성하여 관계 중앙행정기관의 장 및 특별시장·광역시장·특별자치시장·도지사 또는 특별자치도지사(이하 “시·도지사”라 한다)와 협의한 후 「저탄소 녹색성장 기본법」 제14조에 따른

녹색성장위원회의 의견을 들어야 한다.

- ④ 기본계획 중 대통령령으로 정하는 경미한 사항을 변경하고자 하는 경우에는 제3항에 따른 절차를 생략할 수 있다.
- ⑤ 국토해양부장관은 제1항에 따라 기본계획을 수립한 경우 고시하고, 관계 중앙행정기관의 장 및 시·도지사에게 통보하여야 한다. 이 경우 시·도지사는 기본계획을 관할 시장(「제주특별자치도 설치 및 국제자유도시 조성을 위한 특별법」 제17조 제2항에 따른 행정시장을 포함한다. 이하 같다)·군수·구청장(자치구의 구청장을 말한다. 이하 같다)에게 알려 일반인이 열람할 수 있게 하여야 한다.
- ⑥ 제1항부터 제3항까지의 기본계획의 수립과 제5항의 고시 등에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

제7조(지역녹색건축물 조성계획의 수립 등)

- ① 시·도지사는 기본계획에 따라 다음 각 호의 사항이 포함된 특별시·광역시·특별자치시·도 또는 특별자치도(이하 “시·도”라 한다)의 녹색건축물 조성에 관한 계획(이하 “조성계획”이라 한다)을 5년마다 수립·시행하여야 한다.
 - 1. 지역녹색건축물의 현황 및 전망에 관한 사항
 - 2. 녹색건축물 조성의 기본방향과 달성목표에 관한 사항
 - 3. 녹색건축물의 조성 및 지원에 관한 사항
 - 4. 녹색건축물 조성계획의 추진에 따른 재원의 조달방안
 - 5. 녹색건축물 조성을 위한 건축자재 및 시공에 관한 사항
 - 6. 그 밖에 녹색건축물 조성을 지원하기 위하여 시·도의 조례로 정하는 사항
- ② 시·도지사는 조성계획을 수립하려면 「저탄소 녹색성장 기본법」 제20조에 따른 지방녹색성장위원회 또는 「건축법」 제4조에 따른 지방건축위원회의 심의를 거쳐야 한다.
- ③ 시·도지사는 조성계획을 수립한 때에는 그 내용을 국토해양부장관에게 보고하여야 하며, 관할 지역의 시장·군수·구청장에게 알려 일반인이 열람할 수 있게 하여야 한다.
- ④ 그 밖에 조성계획의 수립·시행 및 변경 등에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

제8조(다른 계획 등과의 관계)

- ① 국가 및 지방자치단체는 관계 법령에 따라 녹색건축물과 관련된 계획을 수립하거나 허가 등을 하는 경우에는 기본계획 및 조성계획의 내용을 고려하여야 한다.
- ② 기본계획 및 조성계획은 「건축기본법」에 따른 건축정책기본계획 및 지역건축기본계획과 조화를 이루어야 한다.

제17조(건축물의 에너지효율등급 인증)

- ① 국토해양부장관은 에너지성능이 높은 건축물을 확대하고, 건축물의 효과적인 에너지관리를 위하여 건축물 에너지효율등급 인증제를 시행한다.
- ② 국토해양부장관은 제1항에 따른 건축물의 에너지효율등급 인증제를 시행하기 위하여 운영기관 및 인증기관을 지정하고, 건축물 에너지효율등급 인증 업무를 위임할 수 있다.
- ③ 건축물 에너지효율등급 인증을 받으려는 자는 대통령령으로 정하는 건축물의 용도 및 규모에 따라 제2항에 따른 인증기관 또는 대통령령으로 정하는 건축물 에너지평가 관련 전문가에게 신청하여야 한다.
- ④ 제1항에 따른 건축물 에너지효율등급 인증제의 운영과 관련하여 다음 각 호의 사항에 대하여는 국토해양부와 지식경제부의 공동부령으로 정한다.
 1. 인증 대상 건축물의 종류
 2. 인증기준 및 인증절차
 3. 인증유효기간
 4. 수수료
 5. 인증기관 및 운영기관의 지정 기준, 지정 절차 및 업무범위

제18조(건축물 에너지소비 증명)

- ① 대통령령으로 정하는 건축물의 소유자 또는 관리자가 건축물을 매매하거나 임대하려는 경우에는 거래계약서에 해당 건축물의 연간 에너지 소요량 또는 온실가스 배출량 등이 표시된 건축물 에너지효율등급 평가서(이하 “에너지 평가서”라 한다)를 첨부하여야 한다.
- ② 「공인중개사의 업무 및 부동산 거래신고에 관한 법률」에 따른 중개업자가 제1항

에 해당하는 건축물을 중개할 때에는 거래계약서에 중개 대상 건축물의 에너지 평가서를 첨부하여야 한다.

- ③ 에너지 평가서의 내용, 발급기준, 발급절차, 발급기관 및 수수료 등 건축물 에너지 소비 증명의 시행에 관한 구체적인 사항은 국토해양부령으로 정한다.

부록3. 건설기술 관리법 시범사업 관련자료

1. 건설기술 관리법

제16조의4(시범사업의 실시)

- ① 국토해양부장관은 제16조의2에 따른 건설기술 연구·개발사업으로 개발된 건설기술의 이용·보급을 촉진하기 위하여 필요하다고 인정하는 때에는 건설기술의 시범사업을 실시할 수 있다.
- ② 국토해양부장관은 제1항에 따른 시범사업에 참여하는 발주청 등에 대하여 재정적·행정적·기술적인 지원을 할 수 있다.
- ③ 제1항에 따른 시범사업의 실시를 위한 계획 수립 및 추진절차 등은 대통령령으로 정한다.

[본조신설 2009.12.29]

2. 건설기술관리법 시행령

제36조(건설기술의 시범사업 실시)

- ① 국토해양부장관은 법 제16조의4제1항에 따른 건설기술 시범사업(이하 이 조에서 “시범사업”이라 한다)을 실시하려면 중앙위원회의 심의를 거쳐 다음 각 호의 사항이 포함된 시범사업계획을 수립하여야 한다.
 1. 시범사업의 목표·전략 및 추진체제에 관한 사항
 2. 시범사업에 적용될 건설기술에 관한 사항
 3. 시범사업의 시행에 필요한 자원 조달에 관한 사항
 4. 그 밖에 시범사업의 원활한 시행을 위하여 필요한 사항
- ② 국토해양부장관은 직접 또는 발주청의 요청에 따라 시범사업을 실시할 대상 사업 및 지역(이하 “시범대상 사업등”이라 한다)을 지정할 수 있다.
- ③ 시범대상 사업등은 다음 각 호의 기준을 모두 갖추어야 한다.
 1. 시범사업의 목적 달성에 적합할 것
 2. 시범사업의 자원조달계획이 적정하고 실현 가능할 것
 3. 시범사업의 원활한 시행이 가능할 것

④ 발주청은 제2항에 따라 시범대상 사업등의 지정을 요청하려면 다음 각 호의 서류를 국토해양부장관에게 제출하여야 한다.

1. 제3항에 따른 지정기준에 적합함을 증명하는 서류
2. 발주청이 시범대상 사업등에 대하여 지원할 수 있는 예산·인력 등에 관한 서류
3. 그 밖에 시범사업의 원활한 시행이 가능함을 증명하는 서류

⑤ 제1항부터 제4항까지에서 규정한 사항 외에 시범사업의 실시에 필요한 사항은 국토해양부장관이 정하여 고시한다.

[본조신설 2010.12.13]