

발 간 등 록 번 호

11-1613000-001531-01

한스타일 생태건축 핵심기술 개발 및 실증 최종보고서

2016. 11

Infrastructure
R&D Report

주관연구기관 / 충북대학교 산학협력단
공동연구기관 / 한남대학교 산학협력단
사단법인 한국패시브건축협회
(주)금성종합건축사사무소
위탁연구기관 / 한국해양대학교 산학협력단

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원



제 출 문

국토교통부 장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

이 보고서를 "한스타일 생태건축 모델 개발 및 구축 기획"과제(단위과제 "한스타일 생태건축 핵심기술 개발 및 실증")의 보고서로 제출합니다.

2016. 11

주관연구기관명 : 충북대학교 산학협력단
주관연구책임자 : 이병연
연구원 : 남혜령
" : 장윤정
공동연구기관명 : 한남대학교 산학협력단
공동연구책임자 : 한필원
공동연구기관명 : 사단법인 한국패시브건축협회
공동연구책임자 : 최정만
공동연구기관명 : (주)금성종합건축사사무소
공동연구책임자 : 김용미
위탁연구기관명 : 한국해양대학교 산학협력단
위탁연구책임자 : 이주석

보고서 요약서

과제고유번호	2015N004	해 당 단 계 연구 기 간	2014.12.22.~ 2016.08.21	단 계 구 분	1 / 1
연구사업명	국토교통 연구기획 사업				
연구과제명	최 상 위 과 제 명	한스타일 생태건축 모델 개발 및 구축 기획			
	단위과제명	한스타일 생태건축 핵심기술 개발 및 실증			
연구책임자	이병연	총연구기간 참 여 연구원수	총 : 24명 내부 : 24명	총연구비	정부 : 280,000천원 계 : 280,000천원
연구기관명 및 소 속 부 서 명	충북대학교 산학협력단 한남대학교 산학협력단 사단법인 한국패시브건축 협회 한국해양대학교 산학협력단 (위탁)		참여기업명	(주)금성종합건축사사무소	
국제공동연구	상대국명 : (해당없음)				

요 약 문

I. 제 목

한스타일 생태건축 핵심기술 개발 및 실증

II. 연구개발과제 개요

1. 기술의 정의

1) 한스타일 생태건축의 정의

- 한국적 가치를 지닌 건축양식
- 포괄할 수 있는 건축물의 범주가 넓은 건축양식
- 형태, 디자인, 구조, 설비 등의 자유도가 높아 응용·활용 가능성이 높으며 현대적 라이프스타일에 부합하는 건축양식

2) 한스타일 생태건축 디자인 기법의 정의

- 한국적 건축의 공간적·형태적 특성 추출기술
- 한국성에 기반한 형태적·공간적 건축 디자인 기술

3) 한국형 자연조절 웰빙생태 건축기술

- 한스타일 생태건축 쾌적 지표 개발
- 한국형 자연조절 기법 및 건축유형 개발
- 선택리 시스템(한국형 자연조절 통합 평가 기법)
- 통합성능평가를 활용한 권역별, 유형별 최적 설계 및 수준별 프로토타입 개발
- 자연조절 기법 통합 운용 및 모니터링 시스템 개발

2. 연구개발 배경

1) 획일화된 주거문화의 한계

2) 전통건축 한계를 벗어나 한국적 아이덴티티가 반영된 현대식의 새로운 건축양식에 대한 수요증대

3) 한국성을 가지며 현대적 구조, 설비를 사용한 건축물의 등장과 이를 통합적, 체계적으로 연구할 필요성 제기

4) 웰빙 수요 및 건강한 삶에 대한 수요 지속적인 증대

5) 환경친화건축시장 확대

6) 국제기후협약에 따른 이산화탄소배출 감축 요구 증대

7) 생활밀착형 친환경 건축 관심 증대

8) 고품질 안심 건축 시장 재편

3. 필요성

- 한국 전통 건축의 다양성, 가변성 확보를 위한 새로운 해석의 필요성
- 한국 건축의 활용을 위한 변화의 필연성
- 국가·지자체의 다양한 정책과 사업을 뒷받침하는, 재료에서 도시에 이르는 다양한 척도의 미래 지향적 한스타일 생태건축 모델 개발 필요성 증대

4. 연구과제의 비전 및 목표

- 본 연구과제의 최종적인 비전은 한스타일 생태건축 구현을 통한 국토의 품격향상과 한국건축을 브랜드화 하는 것임.
- 현대사회는 웰빙 라이프스타일에 대한 관심이 증대되고 있으며 웰빙건축, 건강건축, 생태건축에 대한 수요 또한 증가하는 추세를 보임. 이에 본 연구과제는 한국의 자연풍토와 재료에 기반한 글로벌 친환경 생태건축 기술을 개발하는 것을 목표로 설정함.
- 연구의 범위는 한국의 자연풍토와 재료에 기반한 자원순환 자기조절형 건강건축을 중점으로 함.
- 새로운 양식인 한스타일 생태건축의 디자인 기대수준을 정량화하여 한스타일 생태건축의 디자인 방향과 가이드를 제공하고 궁극적으로는 한스타일 생태건축의 질적향상을 도모하는 것

Ⅲ. 연구개발과제 구성 및 추진전략

1. 연구과제의 비전 및 목표

- 본 연구과제의 최종적인 비전은 한스타일 생태건축 구현을 통한 국토의 품격향상과 한국건축을 브랜드화 하는 것임.
- 현대사회는 웰빙 라이프스타일에 대한 관심이 증대되고 있으며 웰빙건축, 건강건축, 생태건축에 대한 수요 또한 증가하는 추세를 보임. 이에 본 연구과제는 한국의 자연풍토와 재료에 기반한 글로벌 친환경 생태건축 기술을 개발하는 것을 목표로 설정함.
- 연구의 범위는 한국의 자연풍토와 재료에 기반한 자원순환 자기조절형 건강건축을 중점으로 함.
- 새로운 양식인 한스타일 생태건축의 디자인 기대수준을 정량화하여 한스타일 생태건축의 디자인 방향과 가이드를 제공하고 궁극적으로는 한스타일 생태건축의 질적향상을 도모하는 것

2. 연구과제의 구성

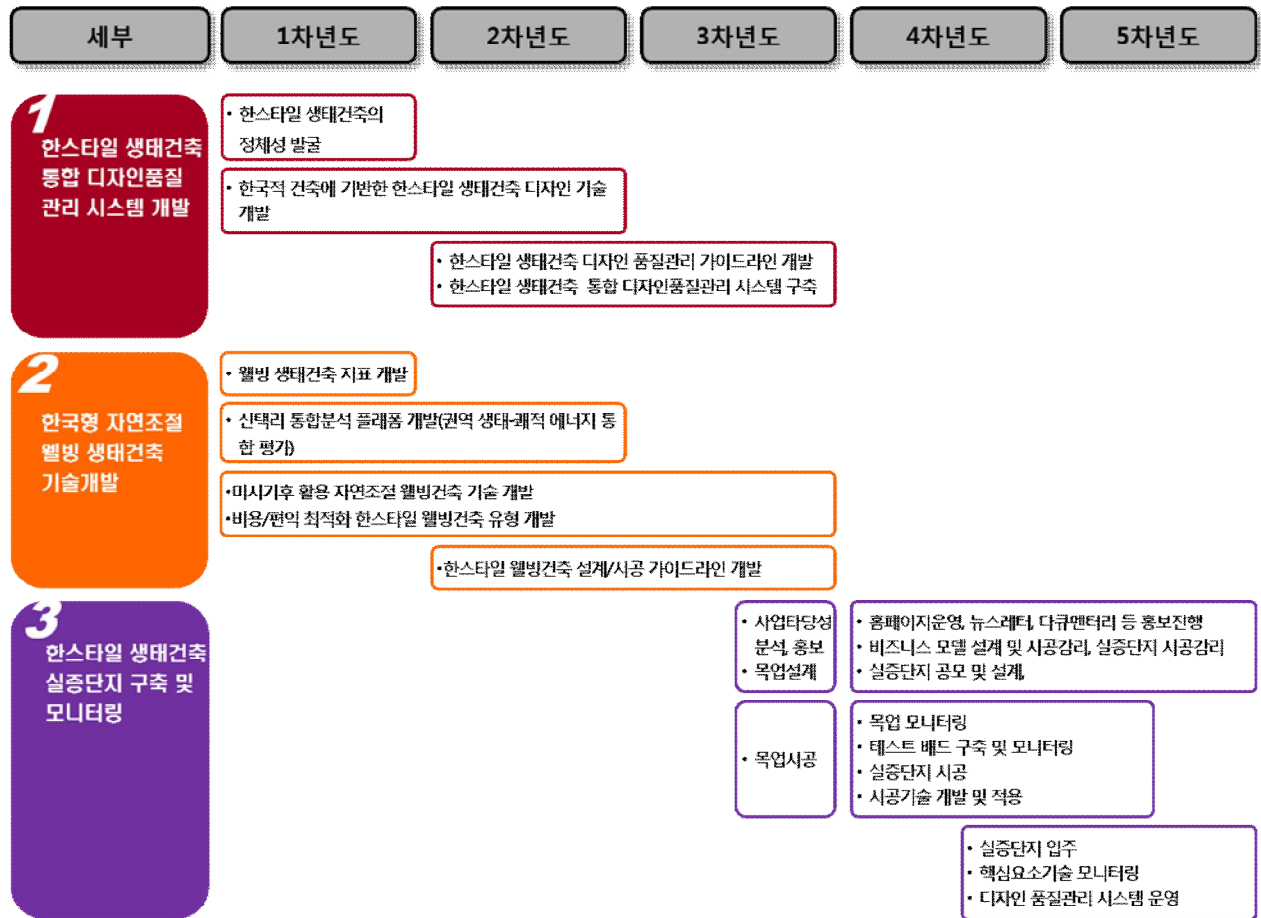


3. 연구과제의 구성

대분류	중분류	소분류	예산 (억 원)	기간 (년)
1. 한스타일 생태건축 통합디자인 품질관리 시스템 개발	1-1. 한스타일 생태건축의 정체성 발굴	1-1-1. 한국적 형태에 기반한 창살, 처마, 문양, 기둥 등에 대한 연구	1.5	1
		1-1-2. 한국적 공간에 기반한 공간위계, 마루, 중간공간 등에 대한 연구	1.5	1
	1-2. 한국적 건축에 기반한 한스타일 생태건축 디자인 기술개발	1-2-1. 한국적 형태에 기반한 디자인 기술개발	3	2
		1-2-2. 한국적 공간에 기반한 디자인 기술개발	3	2
	1-3. 한스타일 생태건축 디자인품질관리 가이드라인 개발	1-3-1. 한스타일 생태건축 디자인품질 가이드라인 도출을 위한 연구	3	2
		1-3-2. 한스타일 생태건축 디자인품질 가이드라인(안), 3차원 어반디자인 시뮬레이션 및 가이드라인 보완	1.5	1
	1-4. 한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템 구축	1-4-1. 통합 디자인품질관리 체계정립	3	2
		1-4-2. 한스타일 생태건축 DB구축이 가능한 통합 디자인품질관리 웹기반 시스템 구축	3	2
2. 한국형 자연조절 웰빙 생태건축	2-1. 웰빙 생태건축 지표 개발	2-1-1. 자연조절 쾌적성 기준 정립(Adaptive Comfort 연계 온습도, 자연환기, 자연채광)	0.8	1
		2-1-2. 자연환기 적용기준 개발(최소	0.6	1

기술개발		외기도입량, 실내공기질 기준, 공기연령, 옥외공기질, 최대 소음)		
		2-1-3. 자연채광 적용기준(최소 조도기준, 자연채광 자족율, 현황) 개발	0.6	1
		2-1-4. 미시기후 조절 기준(우수순환율, 옥외공간 쾌적성) 개발	0.8	1
		2-1-5. 웰빙 생태건축 지표 개발	6	2
	2-2. 신택리 통합분석 플랫폼 개발(권역 생태-쾌적-에너지 통합 평가)	2-2-1. 권역별 생태-쾌적-에너지 통합 평가 체계 및 플랫폼 개발	2.1	3
		2-2-2. 권역별 바람지도 및 건축 유형별 압력계수 개발	1.6	2
		2-2-3. 자연환기 유형별 평가모듈 개발	3.6	2
		2-2-4. 자연채광 평가모듈(연간 기후데이터 기반) 개발	0.6	2
		2-2-5. 옥외공간 쾌적성 평가모듈 개발	1.2	2
		2-2-6. 우수 순환 평가모듈 개발	1.8	2
		2-2-7. BIM 기반 3차원 형상 모델링 활용 모듈 개발	3.0	3
	2-3. 미시기후 활용 자연조절 웰빙건축 기술 개발	2-3-1. 권역별 자연환기, 자연채광, 우수-생태 시스템 현황조사, 거주자 쾌적 조절 행태분석	4.5	2
		2-3-2. 한국형 계절전환 공간모듈 및 자동운전시스템 개발	3.6	3
		2-3-3. 환기창호 및 자동계폐장치 개발	7.2	3
		2-3-4. 웰빙 축냉체를 활용한 쾌적성 향상 기법 개발	4.8	3
		2-3-5. 웰빙 습도 자동조절기법 및 시스템 개발	4.2	3
		2-3-6. 주거지 우수 순환 및 자동제어시스템 개발	3.6	3
	2-4. 비용/편익 최적화 한스타일 웰빙건축 유형 개발	2-4-1. 권역별 자연조절 기본유형 및 통합유형 개발	1.2	2
		2-4-2. 최적화 성능분석을 통한 유형별 최적설계	4.2	3
		2-4-3. 적용기술 비용편익분석을 통한 수준별 최적설계	2.4	2
	2-5. 한스타일 웰빙건축 설계/시공 가이드라인개발	2-5-1. 자연조절 유형별 통합설계 프로세스 및 디자인 가이드라인 개발	1.4	2
		2-5-2. 자연조절 유형별 시공 가이드라인 개발	2.0	2
		2-5-3. 자연조절 유형별 유지관리 가이드라인 개발	1.0	1
3. 한스타일 생태건축 실증단지 구축 및 모니터링	3-1. 실증단지 설계	3-1-1. 사업타당성 분석 및 홍보마케팅	3.6	3
		3-1-2. 한스타일 생태건축 실증단지 설계공모	1.2	1
		3-1-3. 한스타일 생태건축 설계 및 감리	3.6	3
	3-2. 실증단지 시공	3-2-1. 한스타일 생태건축 목업 및 테스트 배드 구축	2.4	2
		3-2-1. 한스타일 생태건축 실증단지 시공	3.6	3
		3-2-2. 실증단지 시공기술 개발 및 표준화	2.4	2
	3-3. 실증단지 모니터링	3-3-1. 한스타일 생태건축 핵심요소기술 모니터링	1.2	1
3-3-2. 한스타일 생태건축 디자인품질관리 시스템 운영 및 최적화 모델 개발		2.4	2	
계			102.7	5

4. TRM



5. 최종 연구성과 및 활용방안

1세부 한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템개발

- 한스타일 생태건축 디자인 기술개발의 기반자료로서 후속연구지원
- 건축 설계사무소 및 건축디자인 관련 전문가들이 기술자료로 활용가능
- 한스타일 생태건축 평가기법, 가이드라인으로 활용가능
- 유사프로젝트 시행 시 통합 디자인품질관리 시스템을 통해 구축된 DB를 사례로 활용가능

2세부 한국형 자연조절 웰빙생태 건축기술개발

- 관련 규정 제정 및 개정을 위한 기준과 기초자료로 활용가능
- 건축 설계사무소 및 건축환경 관련 전문가들이 기술자료로 활용가능
- 관련 전문가 및 일반인을 대상으로 자연환경·채광 통합에너지 평가기법의 설명서 배포 및 교육
- 건축 관련 설계자 및 실무자가 설계단계에서 자연환경 및 채광 에너지의 정량적 검토 톨로서 활용가능
- 한국형 자연조절 웰빙 생태건축에 참여하는 설계자 및 전문가에게 설계 참고자료로 활용가능
- 관련 전문가 및 건축주가 성능검토 및 편익분석, 건물 사용성 평가시 정량적 검토지표로서 활용가능
- 추후 한스타일 생태건축 관련사업시 사업성 근거자료로 활용가능

3세부 한스타일 생태건축 실증단지 구축 및 모니터링

- 실증단지는 언론, 학계, 일반인에게 한스타일 생태건축에 대한 홍보기능 강화역할 가능
- 한스타일 생태건축이라는 새로운 시장창출 가능
- 추후 한스타일 생태건축 관련사업시 사업성 근거자료로 활용가능
- 추후 관련건축물 설계 및 시공시 설계, 시공 디테일 기술제공
- 향후 한스타일 생태건축관련 사업시행시 설계, 시공, 운영가이드 및 표준모델로 활용가능
- 시공백서는 학생 및 전문가를 대상으로 한 한스타일 생태건축 교육자료로 활용
- 실증단지 모니터링 자료로 한스타일 생태건축에 대한 신뢰성 확보가능
- 한스타일 생태건축의 최적화 설계표준모델로 활용가능

IV. 인력투입 소요예산 산정

1. 연구일정에 따른 인력투입계획

1) 전체사업 인력투입계획

(단위 : 명)

구분	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
1세부	8	15	24	-	-	32.33
1세세부	3.74	-	-	-	-	3.74
2세세부	3.6	3.85	8	-	-	15.45
3세세부	-	1.95	3.67	-	-	5.62
4세세부	-	3.85	3.67	-	-	7.52
2세부	55.54	56.42	38.3	-	-	150.26
1세세부	13.7	5.12	-	-	-	18.82
2세세부	13.7	13.7	3.82	-	-	31.22
3세세부	22.57	22.57	17.52	-	-	62.66
4세세부	5.57	8.92	7.25	-	-	21.74
5세세부	-	6.11	9.71	-	-	15.82
3세부	-	-	4.88	10.01	9.71	24.6
1세세부	-	-	2.44	4.29	3.24	9.97
2세세부	-	-	2.44	4.29	3.24	9.97
3세세부	-	-	-	1.43	3.23	4.66
총괄	57.97	56.39	55.79	25.04	26.64	207.19

2. 소요예산 산정

1) 전체사업 소요예산

(단위 : 백만원)

구분		1세부	2세부	3세부	총괄
1차년	정부	602	2,395	-	2,997
	민간	201	798	-	999
2차년	정부	797	2,405	-	3,202
	민간	266	802	-	1,068
3차년	정부	601	1,480	997	3,078
	민간	200	493	332	1,025
4차년	정부	-	-	2,008	2,008
	민간	-	-	669	669
5차년	정부	-	-	1,995	1,995
	민간	-	-	665	665
합계	정부	2,000	6,280	5,000	13,280
	민간	667	2,093	1,666	4,426

*3세부는 연구비 외에 실증비를 포함하여 산정함.

SUMMARY

I. Title

Core Techniques Development and Demonstration of Han-style Eco Architecture

II. R&D Task Outline

1. Definition of the Technique

1) Definition of the Han-style Eco Architecture

- The Architectural Style with Korean Values
- The Style of Architecture Which Comes within the Wide Range of Category
- The Architectural Style in Accord with Modern Life Style, Highly Possible for Adapting & Using with Freeing to Vary Forms, Designs, Structures, and Facilities

2) Definition of Han-style Eco Architecture Design Techniques

- Spatial and Formal features of Korea Architecture Extraction Technique
- Spatial and Formal Design Technique Based on Korean Identity

3) Han-style Well-being Natural-adjustment Technique

- Development of Han-style Eco Architecture Comfort Indicator
- Development of Han-style Natural-adjustment Technique and Architecture type
- New-Taekniji system(Evaluation Technique of Han-style Natural-adjustment)
- The Optimal Design by Region & Type, and Prototype by Level Development with Application of the Integration Performance Evaluation
- Natural-adjustment Technique Integration Management & Monitoring System Development

2. R&D Background

1) Limitation of Uniform Residence Culture

2) Increasing Demand of New Contemporary Architecture Style Reflected Korean Identity Break from the Tradition

3) Emergence of Buildings equipped Modern Structure, Facility holding Korean Identity and the Necessity of Comprehensive & Systematic

Research

- 4) Continuing Increased Demand of Healthy Life & Well-being
- 5) Expansion of the Eco-friendly Building Market
- 6) Increased Demand of Carbon Dioxide Emission Reduction under the United Nations Framework Convention on Climate Change
- 7) Increasing Attraction About Life-Fitting Eco-friendly Building
- 8) High Quality Comfort Building Market Reorganization

3. Necessity

- The Necessity of a New Interpretation for Retaining Variability, Changeability of Korean Traditional Architecture
- The Inevitability of the Change to Make Active Use of Korean Architecture
- Increasing Development Necessity of Future-oriented Han-style Eco Architecture Model by Multiple Criteria from Material to City, Supporting National or Regional Various Policy and Service

4. R&D Task Vision and Objective

- The Ultimate Vision of this R&D Task; Upgrading the Dignity of Land through Realization of Han-style Eco Architecture, and Raising Brand Awareness of Korean Architecture
- Due to the Increasing Attraction About Well-being Life Style in Modern Society, and Also the Trend Increasing Demand of Well-being Architecture, Healthy Architecture, Eco Architecture; Developing Global Eco Friendly Eco Architecture Technique based on Korean Natural Features and Materials
- The Range of Research is Focused on Recycling of Resource Self-Control Healthy Architecture Based on Korean Natural Climate and Material
- By the Quantification of a New Han-style Eco Architecture Design Expectation Level, Presenting the Design Direction & Guide, and Promoting the Quality Improvement Ultimately

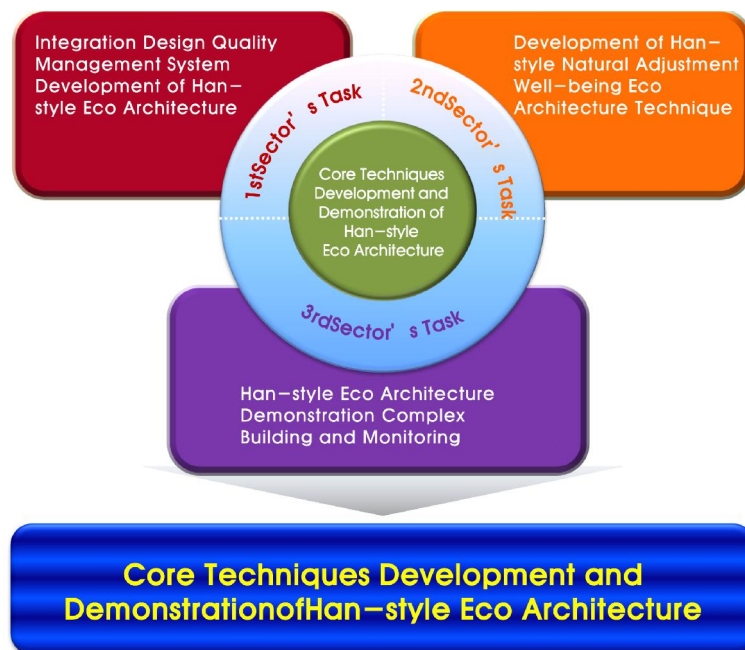
III. R&D Task Organization and Promotion Strategy

1. R&D Task Vision and Objective

- The Ultimate Vision of this R&D Task; Upgrading the Dignity of Land through Realization of Han-style Eco Architecture, and Raising Brand Awareness of Korean Architecture

- Due to the Increasing Attraction About Well-being Life Style in Modern Society, and Also the Trend Increasing Demand of Well-being Architecture, Healthy Architecture, Eco Architecture; Developing Global Eco Friendly Eco Architecture Technique based on Korean Natural Features and Materials
- The Range of Research is Focused on Recycling of Resource Self-Control Healthy Architecture Based on Korean Natural Climate and Material
- By the Quantification of a New Han-style Eco Architecture Design Expectation Level, Presenting the Design Direction & Guide, and Promoting the Quality Improvement Ultimately

2. Research Task Organization

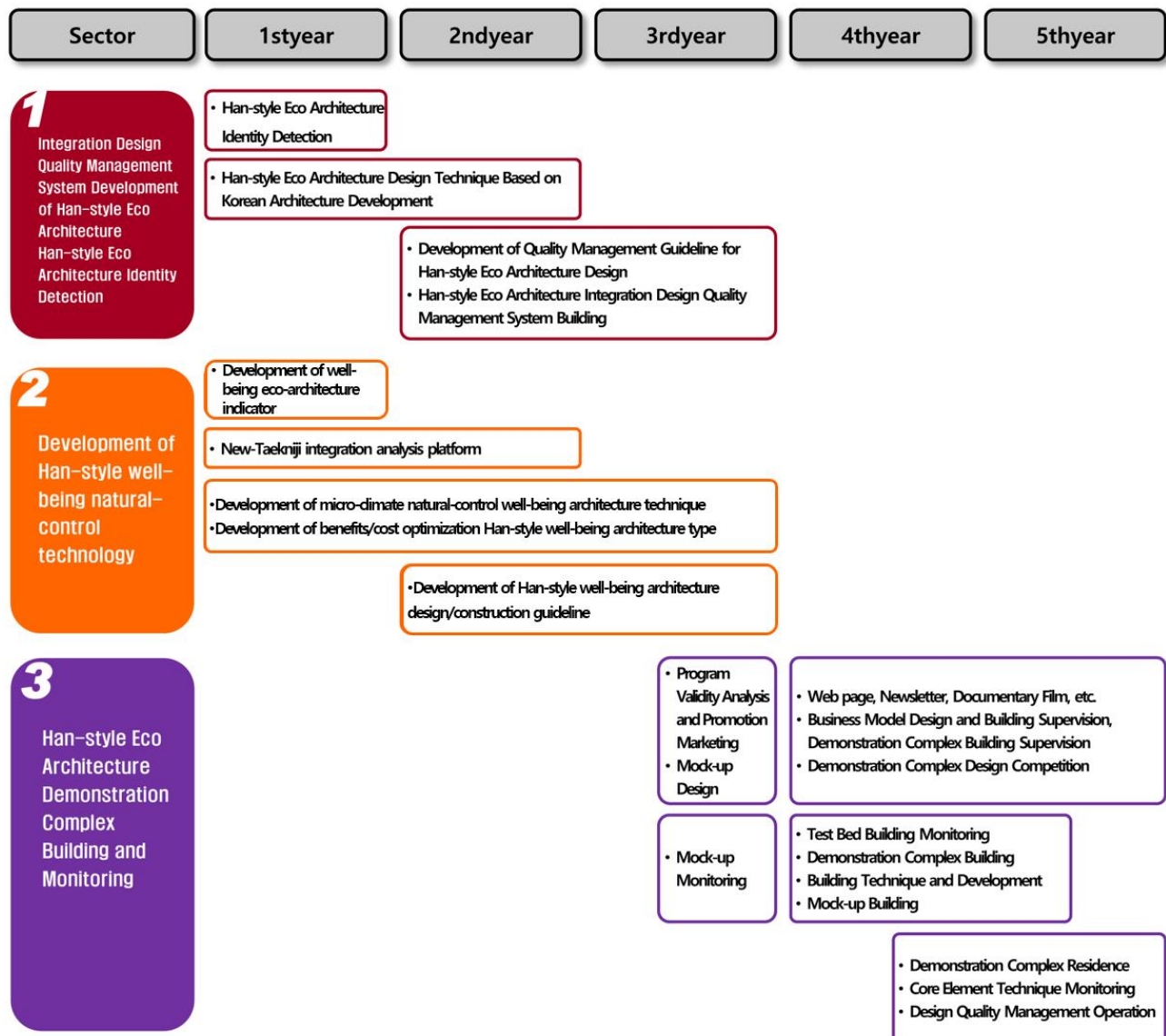


Large Scale Classification	Medium Scale Classification	Small Scale Classification	Costs (one hundred million won)	Term (Year)
1. Integration Design Quality Management System Development of Han-style Eco Architecture	1-1. Han-style Eco Architecture Identity Detection	1-1-1. Studies about Window Frames, Eaves, Patterns, and Columns(, etc.) Based on Korean Formal Identity	1.5	1
		1-1-2. Studies about Spatial Strata, Floors, and Center Rooms(, etc.) Based on Korean Spatial Identity	1.5	1
	1-2. Han-style Eco Architecture Design Technique Based on Korean Architecture Development	1-2-1. Development of Design Technique Based on Korean Formal Identity	3	2
		1-2-2. Development of Design Technique Based on Korean Spatial Identity	3	2
	1-3. Development of Quality Management Guideline for Han-style	1-3-1. Research for Han-style Eco Architecture Design Quality Guideline Detection	3	2
		1-3-2. Design Quality Guideline 3- Dimensional Urban Design Simulation	1.5	1

	Eco Architecture Design			
	1-4. Han-style Eco Architecture Integration Design Quality Management System Building	1-4-1. Integration Design Quality Management System	3	2
		1-4-2. Integration Design Quality Management Web System	3	2
2. Development of Han-style well-being natural-control technology	2-1. Development of Well-being eco-architecture indicator	2-1-1. establish of natural-control comfort standard(liaison between adaptive comfort and temperature-humidity, natrual ventilation, natural lighting)	0.8	1
		2-1-2. development of application standard for natural ventilation(minimum outdoor air volume, indoor air quality standard, air-age, outdoor air quality, maximum noise)	0.6	1
		2-1-3.development of application standard for natural lighting(minimum recommended levels of illumination, self-sufficiency rate of natural lighting, glare)	0.6	1
		2-1-4. development of standard for micro-climate control(rainwater circulation rate, outdoor comfort)	0.8	1
		2-1-5. development of well-being eco-architecture indicator	6	2
	2-2. New-Taekniji integration analysis platform	2-2-1. development of regional eco-comfort-energy evaluation system and platform	2.1	3
		2-2-2. development of regional wind-map and pressure coefficient	1.6	2
		2-2-3. development of evaluation module for natural ventilation type	3.6	2
		2-2-4. development of evaluation module for natural lighting	0.6	2
		2-2-5. development of evaluation module for outdoor comfort	1.2	2
		2-2-6. development of evaluation module for rainwater circulation	1.8	2
		2-2-7. development of 3D figuration modeling based on BIM module	3.0	3
	2-3. Development of micro-climate natural-control well-being architecture technique	2-3-1. regional natural ventilation, natural lighting, research for rainwater-eco system, analyze of resident behavior for comfort control	4.5	2
		2-3-2. development of Han-style seasonal transition module and automatic operation system	3.6	3
		2-3-3. development of ventilation window and automatic switchgear	7.2	3
		2-3-4. development of improved comfort technique utilizing well-being cooling mass	4.8	3
		2-3-5. development of well-being humidity automatic control technique and system	4.2	3
		2-3-6. development of rainwater circulation and automatic control system	3.6	3
	2-4. development of benefits/cost optimization Han-style well-being architecture type	2-4-1. development of regional natural-control standard type and integrated type	1.2	2
		2-4-2. optimal design type by analysis of optimization performance	4.2	3
		2-4-3. optimal design grade by analysis of benefits/cost	2.4	2
	2-5.Development of Han-style well-being architecture design/construction guideline	2-5-1. development of natural-control type integration design process and design guideline	1.4	2
		2-5-2. development of construction guideline for natural-control type	2.0	2
		2-5-3. development of maintenance guideline for natural-control type	1.0	1

3. Han-style Eco Architecture Demonstration Complex Building and Monitoring	3-1. Demonstration Complex Design	3-1-1. Program Validity Analysis and Promotion Marketing	3.6	3
		3-1-2. Han-style Eco Architecture Demonstration Complex Design	1.2	1
		3-1-3. Han-style Eco Architecture Design and Supervision	3.6	3
	3-2. Demonstration Complex Building	3-2-1. Han-style Eco Architecture Mock-up and Test Bed Building	2.4	2
		3-2-1. Han-style Eco Architecture Demonstration Complex Building	3.6	3
		3-2-2. Demonstration Complex Building Technique Development and Standardization	2.4	2
	3-3. Demonstration Complex Monitoring	3-3-1. Han-style Eco Architecture Core Element Technique Monitoring	1.2	1
		3-3-2. Han-style Eco Architecture Design Quality Management System Operation	2.4	2
	Total			

4. TRM



5. Final Research Outcome and Application Plan

1. Integration Design Quality Management System Development of Han-style Eco Architecture

- Follow-up Study Support as Data Base of Han-style Eco Architect Design Technique Development
 - Use of Technical Data Base for Professionals in the Architectural Field
 - Offering Han-style Eco Architecture Evaluation Technique and Guideline
 - Case Study for Similar Project of Integration Design Quality Management System DB
-

2. Development of Han-style Natural Adjustment Well-being Eco Architecture Technique

- Associated Regulation, Legislation and Revision Criteria & Data Base
 - Technical Data for Architects and Architecture Environment Professionals
 - Natural Ventilation Natural Lighting Evaluation of Integration Energy Manual Distribution and Education for Professionals and Generals
 - Quantitative Review Tool of Natural Ventilation Natural Lighting Evaluation of Integration Energy for Architects and Designers
 - References for Designers and Professionals who take part in Korean Natural Adjustment Well-being Eco Architecture
 - Quantitative Review Indicators of Efficiency Test and Benefits Analysis, Building Usability Evaluation for Professionals and Building Owners
 - Business Data in Relation to Han-style Eco Architecture for the Future
-

3. Han-style Eco Architecture Demonstration Complex Building and Monitoring

- Demonstration Complex, Reinforcing the Public Relation to Media, Academic Field, and Public Generals
 - Emerging of a New Market as Han-style Eco Architecture
 - Business Data in Relation to Han-style Eco Architecture for the Future
 - Associated Architecture Design, Building Detail Techniques for the Future
 - Design, Building, Management Guideline and Standard Model in Han-style Eco Architecture Business for the Future
 - Construction White Paper of Han-style Eco Architecture Education Data for Students and Professionals
 - Han-style Eco Architecture Reliability Securement of Demonstration Complex Monitoring Data
 - Use of Han-style Eco Architecture Optimized Design Standard Model
-

IV. Human Resources Input Necessary Budget Estimate

1. Human Resources Input Plan Followed by the Research Schedule

1) Total Human Resources Input Plan

(unit: person)

Section	1 st year	2 nd year	3 rd year	4 th year	5 th year	Total
1stSector	8	15	24	—	—	32.33
1-1	3.74	—	—	—	—	3.74
1-2	3.6	3.85	8	—	—	15.45
1-3	—	1.95	3.67	—	—	5.62
1-4	—	3.85	3.67	—	—	7.52
2ndSector	49.97	41.39	26.91	15.03	16.93	150.26
2-1	13.7	5.12	—	—	—	18.82
2-2	13.7	13.7	3.82	—	—	31.22
2-3	22.57	22.57	17.52	—	—	62.66
2-4	—	—	5.57	8.92	7.25	21.74
2-5	—	—	—	6.11	9.71	15.82
3rdSector	—	—	4.88	10.01	9.71	24.6
3-1	—	—	2.44	4.29	3.24	9.97
3-2	—	—	2.44	4.29	3.24	9.97
3-3	—	—	—	1.43	3.23	4.66
Lump-sum	57.97	56.39	55.79	25.04	26.64	207.19

2. Necessary Budget Estimate

1) Total Program Necessary Budget

(Unit : one million won)

Section		1 st Sector	2 nd Sector	3 rd Sector	Total
1 st year	Public	450	1,796	—	2,248
	Private	150	599	—	749
2 nd year	Public	600	1,804	—	2,401
	Private	200	601	—	800
3 rd year	Public	450	1,110	748	2,309
	Private	150	370	249	770
4 th year	Public	—	—	1,506	1,506
	Private	—	—	502	502
5 th year	Public	—	—	1,497	1,497
	Private	—	—	499	499
Total	Public	1,500	4,710	3,750	9,960
	Private	500	1,570	1,250	3,320

CONTENTS

I . Definition and Necessity of Technique

Verse 1. Definition of Technique / 27

1. Definition of Han-style Eco Architecture
2. Definition of Han-style Eco Architecture Design Technique
3. Korean Natural Adjustment Well-being Eco Friendly Architecture Technique

Verse 2. R&D Background / 34

Verse 3. R&D Necessity / 36

II . Domestic & Foreign Trend and Environment Analysis

Verse 1. Domestic & Foreign Political Trend / 37

1. Domestic Political Trend
2. Foreign Political Trend

Verse 2. Domestic & Foreign Market State and Prospect / 78

1. Domestic Market State
2. Foreign Market State

Verse 3. Technical Trend Analysis / 99

1. Associated Technique Development Trend
2. Differentiation from the Existing Technique(Research)

Verse 4. Technique Level Analysis / 140

Verse 5. Similar Task Analysis / 147

Verse 6. R&D Infra Analysis / 153

Verse 7. Overall Analysis/ 156

III. R&D Task Organization and Promotion Strategy

Verse 1. Vision and Objective / 158

Verse 2. Core Technique Element Selection and TRL Objective / 159

Verse 3. R&D Task Organization / 165

1. R&D Task Organization

2. TRM

Verse 4. (Sector) Main Contents and Promotion Strategy / 167

Verse 5. (Sector) Relations / 180

Verse 6. Task, Year Technique Roadmap and Outcome Roadmap / 181

Verse 7. Usage Plan of the Outcome / 182

Verse 8. Research Performance System Proposal / 184

IV. Preliminary Validity Review

Verse 1. Political Validity / 185

Verse 2. Technological Validity / 189

Verse 3. Economical Validity / 191

Verse 4. Validity Review Composition / 193

V. Human Resources Input Necessary Budget Estimate

Verse 1. Human Resources Input Plan by the Research Schedule / 194

1. Program Human Resources Input Plan

2. Sector Task Human Resources Input Plan

Verse 2. Necessary Budget Estimate / 198

1. Budget Estimate Method

2. Program Necessary Budget

3. Sector Task Necessary Budget

VI. Task Request for Proposals

Verse 1. Task Request for Proposals(RFP) / 204

Verse 2. Setting up the Evaluation Criteria / 230

Appendix

Reference / 231

목 차

1장. 기술의 정의 및 필요성

1절. 기술의 정의 / 27

1. 한스타일 생태건축의 정의
2. 한스타일 생태건축 디자인 기법의 정의
3. 한국형 자연조절 웰빙생태 건축기술

2절. 연구개발 배경 / 34

3절. 연구개발 필요성 / 36

2장. 국내외 동향 및 환경 분석

1절. 국내외 정책동향 / 37

1. 국내 정책동향
2. 국외 정책동향

2절. 국내외 시장현황 및 전망 / 78

1. 국내 시장현황
2. 국외 시장현황

3절. 기술동향 분석 / 99

1. 국내 기술현황
2. 국외 기술현황

4절. 기술수준 분석 / 140

5절. 유사과제 분석 / 147

6절. 연구개발 인프라 분석 / 153

7절. 종합분석 / 156

3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략

1절. 비전 및 목표 / 158

2절 핵심기술요소 선정 및 TRL 목표 / 159

3절. 연구개발과제 구성 / 165

1. 연구개발과제의 구성

2. TRM

- 4절. (세부과제별) 주요내용 및 추진전략 / 167
- 5절. (세부과제 간) 연계관계 / 180
- 6절. 과제별·연차별 기술로드맵 및 성과로드맵 / 181
- 7절. 성과의 활용방안 / 182
- 8절. 연구수행체계 제안 / 184

4장. 사전타당성 검토

- 1절. 정책적 타당성 / 185
- 2절. 기술적 타당성 / 189
- 3절. 경제적 타당성 / 191
- 4절. 타당성 검토 종합 / 193

5장. 인력투입 소요예산 산정

- 1절. 연구일정에 따른 인력투입계획 / 194
 - 1. 전체사업 인력투입계획
 - 2. 세부과제별 인력투입계획
- 2절. 소요예산 산정 / 198
 - 1. 예산 산정방법
 - 2. 전체사업 소요예산
 - 3. 세부과제별 소요예산

6장. 과제 제안요구서

- 1절. 과제 제안요구서(RFP) / 204
- 2절. 평가기준 설정 / 230

부록

- 참고문헌 / 231

표 차례

표 1. 친환경 생태건축 관련 정부정책 및 지침	31
표 2. 친환경 지속가능도시 목표상	39
표 3. 친환경 지속가능도시 평가지표	40
표 4. 2019년도 관리 목표	41
표 5. 부처별 실내공기질 관리현황(2015)	42
표 6. 의무기준	44
표 7. 권장기준	44
표 8. HB 마크제도 건축자재 인증등급 단위($\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)	45
표 9. 친환경건축자재 도안과 인증대상 제품군의 예(환경마크제도)	46
표 10. 지식경제부 국제공동연구 유형(2011년도)	47
표 11. 관련법규	48
표 12. 실내공기질 중장기 발전방향 연구(III)	57
표 13. 실내공기질 중장기 발전방향 연구(III)	58
표 14. 실내환경 관련 인증체계 비교	59
표 15. LBC V3.0 Matrix	60
표 16. TQB 평가 범주 및 기준	62
표 17. EU FP(Framework Programme)	64
표 18. 독일, 일본, 미국의 빗물관리 특징 비교 - 개발사업, 공동주택단지 중심으로	65
표 19. 독일의 물관리 관련규정 및 내용	66
표 20. 외국의 빗물이용시설설치에 대한 경제적 지원 사례	68
표 21. 주요 실내 오염물질과 발생원	79
표 22. 기능성 건축자재의 종류 및 적용부위	82
표 23. 단열재의 종류별 열전도율 및 내재 에너지	85
표 24. 일본에서 생산/ 판매중인 기능성 건축자재의 현황	96
표 25. 전통주거의 현대화	96
표 26. 미래주거 프로젝트	97
표 27. 한옥 에너지성능별 냉난방부하량 비교 (Type 1)	105
표 28. H 공동주택단지 빗물이용시설	110
표 29. 빗물관리기술의 최근 특허	111
표 30. E-Stack system	129
표 31. NVHR(Natural Ventilation with Heat Recycling)	130
표 32. 댐퍼, 자연굴뚝환기	130
표 33. 국외 물 관리 패러다임의 변화	131
표 34. SUDS의 구성요소	133
표 35. 도시지역 물순환 해석모형	137
표 36. 모형별 장단점 비교	137
표 37. 모니터링 및 관리기술에 대한 해외 주요 기술개발 동향	139
표 38. 관련 논문 키워드 분석 도표	142
표 39. 기존 한옥기술과의 차별성	145
표 40. 한옥 요소기술 및 부재 관련 유사과제	147
표 41. 유사과제 주요 연구내용	147

표 42. 자연환기 관련 유사과제	151
표 43. 유사과제 주요 연구내용	151
표 44. 연구수행주체별·연구장비분류별 연구기자재 구축현황(2010~14년, 3천만 원 이상)	155

그림 차례

그림 1. 한국성을 띤 건축유형에서 한스타일 생태건축의 위상 모식도	23
그림 2. 한국성을 띤 건축의 각 유형이 포괄할 수 있는 건축물 수의 범주	23
그림 3. 한국적 건축의 형태적 특징 예시	24
그림 4. 한국적 건축의 공간적 특징 예시	25
그림 5. 한국적 건축을 모티브로 활용한 디자인 사례	25
그림 6. 국토교통 R&D 중장기 전략안	35
그림 7. 인공지능 국토공간 로드맵	35
그림 8. 분산형 물관리 로드맵	35
그림 9. 수요자 맞춤형 주택 로드맵	36
그림 10. 국가환경종합계획(2006-2015)의 기본체계	36
그림 11. 제5차 환경보전 중장기종합계획의 (2013-2017)의 비전과 목표	36
그림 12. 국가 기후변화 적응대책	37
그림 13. 환경 R&D 예산 현황과 비중	46
그림 14. 수자원 장기 종합계획 비전	49
그림 15. 물환경 관리 기본계획 수정계획	50
그림 16. 물 재이용 기본계획	50
그림 17. 녹색건설 비용 및 편익정보 구축 및 활용체계	53
그림 18. 연차별 실행계획, 1차 녹색건축물 조성기본계획 2014.국토교통부, page 41.	54
그림 19. 선진국의 미래산업 육성정책(2013, KOTRA)	55
그림 20. Setting the ideal as the indicator of success	60
그림 21. Logo and inspiration of LBC	60
그림 22. WELL Building standard 지표	61
그림 23. 웹 기반의 평가 툴	62
그림 24. 평가결과	62
그림 25. 주요국가의 환경마크 ISO 14024(제1유형 환경라벨링) 기반 환경마크제도	63
그림 26. 영국의 Code for Sustainable Homes	69
그림 27. 평가사는 기존의 BRE 그린정보사이트 green booklive에서 Breeam 평가사 검색가능 (고객, 개발자가 직접 평가사 접촉)	69
그림 28. HQM 베타버전	70
그림 29. 홍보활동	70
그림 30. 그린북 DB	70
그림 31. 녹색건축물 인증 현황	72
그림 32. 연도별 G-SEED 인증실적 추이(2005년~2014년)	72
그림 33. 녹색건축인증 건축물 에너지효율등급 인증건축기준 완화 기준	73
그림 34. 녹색건축인증 공동주택 분양가 상한 가산비율 기준	73
그림 35. 한국 주거 단열재 시장 전망 - 고성능 비중 증가	74
그림 36. 인증등급 및 공종별 추가공사비 (단위 : 천원)	75
그림 37. 녹색건축 인증등급별 비용·수익 (단위 : 천원)	75
그림 38. 이해당사자의 의사결정 인과지도	76
그림 39. 녹색건축 리스크 분석 항목	76
그림 40. 대형, 중소 건설사 제로에너지 주택 정책목표를 위한 계획 수립여부 비교	77

그림 41. 국가 온실가스 감축, 2020년 로드맵	78
그림 42. 온실가스 감축 이행계획 중 건물 부문	78
그림 43. CO2와 VOCs의 상관관계	79
그림 44. 환기생기 캠페인 시민교육용 자료집	80
그림 45. 환경마크제품 품목 및 시장규모	80
그림 46. 품목별 점유율	81
그림 47. 참숯 초배지와 황토타일 적용 사례	81
그림 48. 천연접착제의 화학적 구조	81
그림 49. 전국 불투수면적률 시계열 분석	82
그림 50. 도심지 물순환 왜곡구조	83
그림 51. 일 최고 강수량	84
그림 52. 강수일수당 평균강수량	84
그림 53. The Business Case for Green Building/page11	86
그림 54. 확대편익정리(The Business Case for Green Building)	87
그림 55. The Business Case for Green Building / Page 13	88
그림 56. 건설 단계 The Business Case for Green Building / Page 13	88
그림 57. Reported asset value premiums of certified green buildings compared to conventional code-compliant building, various sources	90
그림 58. Net present value analysis of the operational	91
그림 59. Net present value analysis of the operational cost and productivity and health benefits of LEED certified buildings	92
그림 60. 그린빌딩 시장 주요 동인 분석 비교(2012vs2008)	93
그림 61. 그린빌딩 시장 주요 사회적 기대효과(2012vs2008)	93
그림 62. 그린빌딩 시장 주요 해소 과제(2012vs2008)	93
그림 63. 주요 선진국의 건물에너지소비 증명서	95
그림 64. 미국 EPA의 Radon 가이드라인	95
그림 65. 저에너지 건축기술 수준	99
그림 66. 녹색요소기술 분류(총 162종)	99
그림 67. 100% 에너지 자립형 제로에너지 하우스 개발을 위한 3단계 로드맵	100
그림 68. 그린리모델링 주요 기술 사례	101
그림 69. 문내부 진공단열재 적용	101
그림 70. 목재기와결이+ 진공단열재	101
그림 71. 마그네슘 CRC 보드를 활용한 당골막이	101
그림 72. 그린 BIM 대안분석 사례	102
그림 73. 설계 초기단계 그린 BIM 적용 방안	102
그림 74. 건축물 에너지 소비 실태	103
그림 75. 환기방식별 에너지 소비율	103
그림 76. 창호형 자연환기시스템 장치	103
그림 77. 창문용 자동폐쇄장치	104
그림 78. 루버, 차양	104
그림 79. 굴뚝환기 개념도	104
그림 80. 온실, 아트리움 개념도	105
그림 81. 겨울철 수목 및 담장에 의한 기류의 변화	106
그림 82. 식재조성에 따른 환경 조절	106

그림 83. 식재에 따른 계절별 변화	106
그림 84. 하이브리드 환기 개념	106
그림 85. 하이브리드 환기 시스템의 유형	107
그림 86. 전통마을의 배수체계	108
그림 87. 외암마을의 배수체계도	109
그림 88. 낙안읍성마을 자연형 배수체계도	109
그림 89. 빗물관리기술 현황	111
그림 90. GI & LID 연구단 개요	112
그림 91. Graphical User Interface of CAT	113
그림 92. The code for sustainable homes	115
그림 93. 단계별 성능 기준 제시	115
그림 94. 민간시장 제품/ 솔루션으로서의 제안 예시/ (ruralZED™)	116
그림 95. Rural ZED, [The ZeroCarbon House is Ready]/ Page 6	117
그림 96. LCT ONE	117
그림 97. LCT ONE	117
그림 98. Der Weber Haus	118
그림 99. Der Weber Haus(목조 인테리어)	118
그림 100. Der Weber Hau(목조 리모델링 패시브 하우스 기초 단면, 외벽 상세)	118
그림 101. Der Weber Haus(단면 및 창호 설치 상세)	118
그림 102. NREL/Habitat ZEH	119
그림 103. NREL/Habitat ZEH	119
그림 104. 자연환기 건물 거주자 온열환경, 실내공기질 만족도 조사	119
그림 105. 자연환기 유형 모식도	120
그림 106. 환기 전략	121
그림 107. 자연환기 유형별 계획 가이드라인 사례	122
그림 108. 창호 유형별 자연환기 특성 비교	122
그림 109. 성능-디자인 check list	123
그림 110. ENVI-met 미기후모델에서의 분석항목	124
그림 111. 기존대상지 열분석 시뮬레이션	124
그림 112. 물순환체계 열분석 시뮬레이션	124
그림 113. 자연환기 성능 평가 툴	125
그림 114. YourHome 홈페이지	126
그림 115. YourHome의 가이드라인 중 Passive design - passive cooling 부분 발췌	126
그림 116. IES-VE	127
그림 117. IDF 작업화면	128
그림 118. OpenStudio 작업화면	128
그림 119. ECOTECT 분석 시연	128
그림 120. CO2Meter	129
그림 121. Onset HOBO Data loggers	129
그림 122. 생태건축의 예(우리나라의 전통구들, 모로코 흙벽돌 건축)	131
그림 123. 미국의 저영향개발 개념도	132
그림 124. 지속가능배수시스템	132
그림 125. 미국 EPA에서 개발한 SWMM ver 5.0.022	136
그림 126. System layout of applied area	136

그림 127. 취업자 천명당 연구원(FTE) 수 (2013년기준)	153
그림 128. 한국 연구원 수 연도별 추이	154
그림 129. 연구수행주체별 전공별 연구원 현황(2014년)	154
그림 130. 미시기후 조절 전략 개념도	170
그림 131. WELL Building standard 등급과 개념	170

1장. 기술의 정의 및 필요성

1절. 기술의 정의

※ 한스타일 생태건축은 한국 전통건축의 통합적 환경 개발 인식체계를 이해하고 공간적 · 사회적 · 생태적 특성을 포괄한 환경 개발 플랫폼을 구축하여 정체성, 공간복지, 생태적 가치를 과학적 기준과 기술로 구현하는 한국적 지속가능 건축으로 정의할 수 있음. 한스타일 생태건축 핵심기술은 크게 디자인(형태·공간)관련 기술과 생태 관련 기술로 나눌 수 있으며 다음과 같이 구성됨.

- 한스타일 생태건축 디자인 기법

한국적 건축의 공간, 형태적 특징을 이해하고 합리적 계승방안을 착안하여 한국적 가치를 지니며 현대적 사용성을 갖춘 한스타일 생태건축의 구현을 도모하는 기술로 한스타일 생태건축 디자인 기술에서 디자인품질관리까지 포함하는 개념임.

- 한국형 자연조절 웰빙생태 건축기술

한국의 기후특성을 반영하여 전통적인 미시기후 조절을 포함한 자연조절 기법들을 과학적인 기법으로 구현하여 최적의 쾌적조건을 유지하면서 동시에 에너지를 절감하고 품질을 확보하는 건축임.

이를 구현하기 위하여 권역별 기후 조건에 적합한 전통 건축 기법들을 다시 발굴하여 복원하여 자연조절기법을 활용하는 건축유형을 개발하고, 이에 필요한 미시기후조절, 자연환기, 자연채광, 우수활용, 옥외공간 쾌적성 향상을 위한 세부 기술들을 개발하여, 쾌적-에너지-생태성을 통합분석할 수 있는 선택리 시스템에 의한 평가를 통해 최적의 성능을 구현할 수 있는 최적화 설계 및 수준별 설계를 진행하고 시공 품질을 높이는 통합설계/시공 과정을 포괄하는 개념임.

1. 한스타일 생태건축의 정의

가. 한국적 가치를 지닌 건축양식

- 한국 전통건축의 통합적 환경 개발 인식체계와 공간적 · 사회적 · 생태적 특성을 포괄한 한국적 가치를 담은 건축양식
- 한스타일 생태건축이 담은 한국적 가치는 공간위계, 공간구성, 문양, 형태, 색채, 재료 등과 공간에 담긴 한국의 인문학적 정서(두레, 정, 상생, 자연과의 공존 등)까지 포괄하는 가치임

- 특성을 반영하는 방식은 차용 및 수용 등의 강한 수준의 반영부터 응용, 변형 및 재해석, 모티브 등 다양한 수준을 포함
- 다음은 창살의 문양, 한지, 색채, 마루, 처마 등 여러 요소를 다양한 수준으로 반영하여 디자인 한 사례임



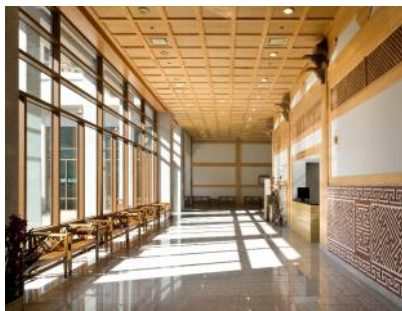
류미재, 최시영



용남초등학교, 김중원



바라움, 필립종합건축사사무소



남산국악당,
금성종합건축사사무소



매송헌,
칸종합건축사사무소



교원그룹연수원,
솔토건축사사무소

나. 포괄할 수 있는 건축물의 범주가 넓은 건축양식

- 전봉희·이강민의 ‘한옥정책 Brief No.2 한옥의 정의와 범위’에 따르면 한국성을 띤 건축물을 문화재 한옥, 전통한옥, 현대한옥, 한옥풍건축, 한류건축으로 분류할 수 있으며 그 중 한옥풍건축, 한류건축을 한스타일 생태건축이라고 볼 수 있음
 - 한옥풍 건축 : 현대 건축의 일부 실내공간에 설치한 한실(韓室)과 같이 외관만 한옥 형태로 지은 의사(擬似)한옥으로 경주 보문단지의 철근콘크리트조의 한옥 등을 말함
 - 한류건축 : 모든 한국적 상황, 가치, 개념을 담은 건축유형으로 승효상의 수졸당을 사례로 들 수 있음

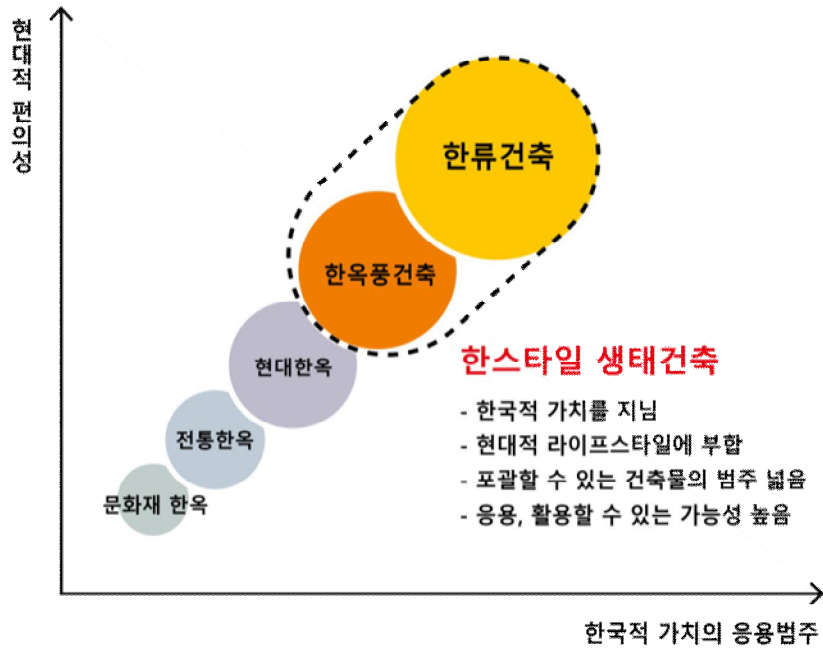


그림 1. 한국성을 띤 건축유형에서 한스타일 생태건축의 위상 모식도
(유형분류는 '전봉희 · 이강민, 한옥정책 Brief No.2 2011.11, 한옥의 정의와 범위'를 참조함)

- 문화재 한옥, 전통한옥, 현대한옥은 목구조 등 비교적 전통기법에 충실한 건축유형으로 그 충실도로 인해 학술적 가치를 지니지만 위의 건축유형이 포괄할 수 있는 건축물 수의 절대치는 현저히 낮다고 할 수 있음
- 한스타일 생태건축에 속하는 한옥풍 건축, 한류건축은 형태, 디자인, 구조, 설비 등의 높은 자유도로 인해 해당 건축유형이 포괄할 수 있는 건축물 수의 절대치는 현저히 높으며 보다 대중적인 건축양식이라 할 수 있음



그림 2. 한국성을 띤 건축의 각 유형이 포괄할 수 있는 건축물 수의 범주
(유형분류는 '전봉희 · 이강민, 한옥정책 Brief No.2 2011.11, 한옥의 정의와 범위'를 참조함)

다. 형태, 디자인, 구조, 설비 등의 자유도가 높아 응용 · 활용 가능성이 높으며 현대적 라이프스타일에 부합하는 건축양식

- 한스타일 생태건축은 형태, 공간, 구조, 설비 등 다양한 측면에서 전통건축의 제약에서 벗어나 현대적 디자인 개념, 설비 등을 갖추므로써 현대인의 라이프스타일에 부합하는 보다 대중적인 건축양식이라 할 수 있음

2. 한스타일 생태건축 디자인 기법의 정의

가. 한국적 건축의 공간적 · 형태적 특성 추출기술

- 한국적 건축의 공간적 · 형태적 특성 추출기술은 한스타일 생태건축 디자인기술 개발을 위한 선행 기술로써 한국적 건축의 특성 추출을 통해 단계적이며 지속적인 연구를 가능하도록 하는 지식기반 구축기술임
 - 현재 한국적 건축의 특성은 인간적 척도, 비대칭적 균형, 곡선미, 자연과의 조화, 공간의 연속성, 숙연미 등¹⁾ 다양하게 제시되고 있음
 - 전통건축의 요소별 특성을 분석하고 방대하게 난재되어 있어 한국건축의 특성에 대한 의견을 빅데이터 분석 등을 통해 각 특성요소간 인접성, 연계관계, 가중치 등을 분석하여 한국적 건축의 공간적 · 형태적 특성을 추출하는 기술
- 한국적 건축의 형태적 특성의 예
 - 경사지붕의 사용, 깊이 있는 처마의 사용, 매스의 분절, 채의 구분, 독특한 창살 및 문양 등
- 한국적 건축의 공간적 특성의 예
 - 지역적 특징에 따른 공간변화
 - 사이공간의 사용
 - 계절에 대응하여 다목적으로 사용가능한 툇마루 · 테라스 등 중간공간의 사용
 - 지역적 특색으로 인해 구현된 중간공간인 봉당
 - 채의 분절을 통해 마당을 나눔으로써 다양한 외부공간 구성 등
 - 공간의 분절 : 벽 외에 창호를 사용한 공간 분절로 개방성과 폐쇄성을 동시에 가지는 공간연출

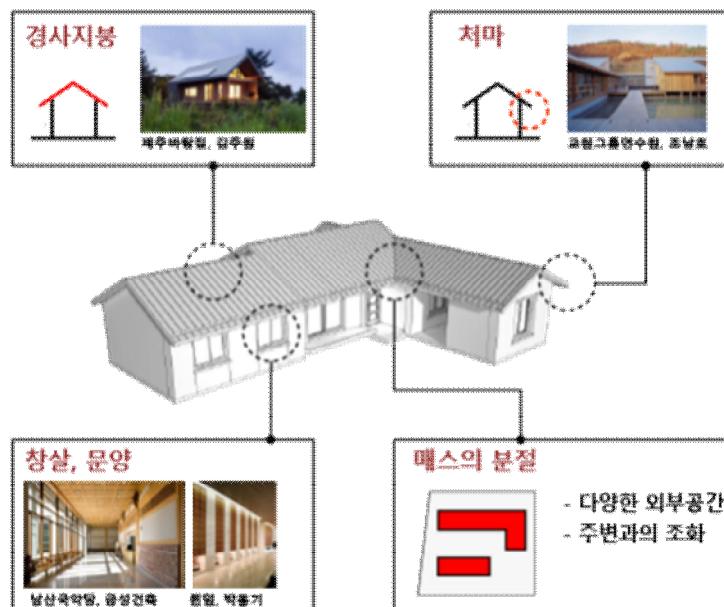


그림 3. 한국적 건축의 형태적 특징 예시

1) 이강민, 한옥정책브리프 NO.14한옥 미학의 특징 및 발전방안, 2012

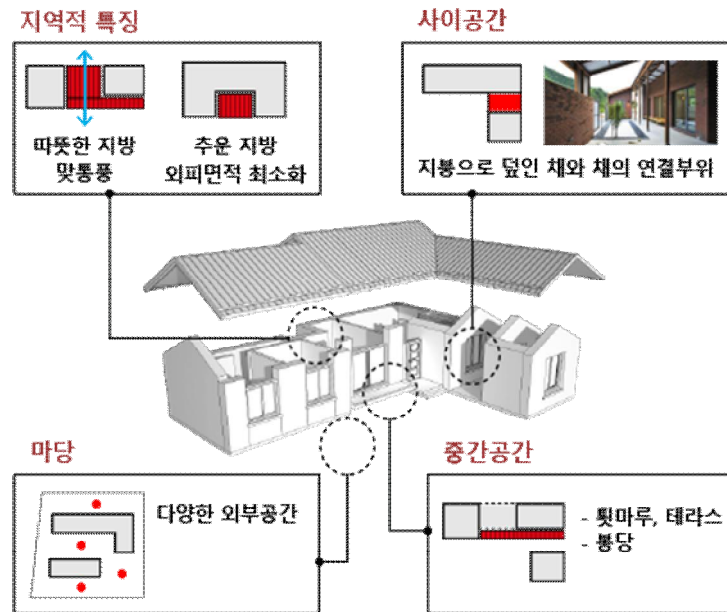


그림 4. 한국적 건축의 공간적 특징 예시

나. 한국성에 기반한 형태적·공간적 건축 디자인 기술

- 한국적 건축에서 추출된 공간적, 형태적 특성을 다양한 수준(차용 및 수용, 응용, 변형 및 재해석, 모티브 등)으로 활용하여 디자인하는 기법
- 한국성에 기반한 형태적·공간적 건축 디자인 기술은 한국성, 한국의 전통건축과 현대 라이프스타일의 접점을 찾아 공간디자인에 반영함

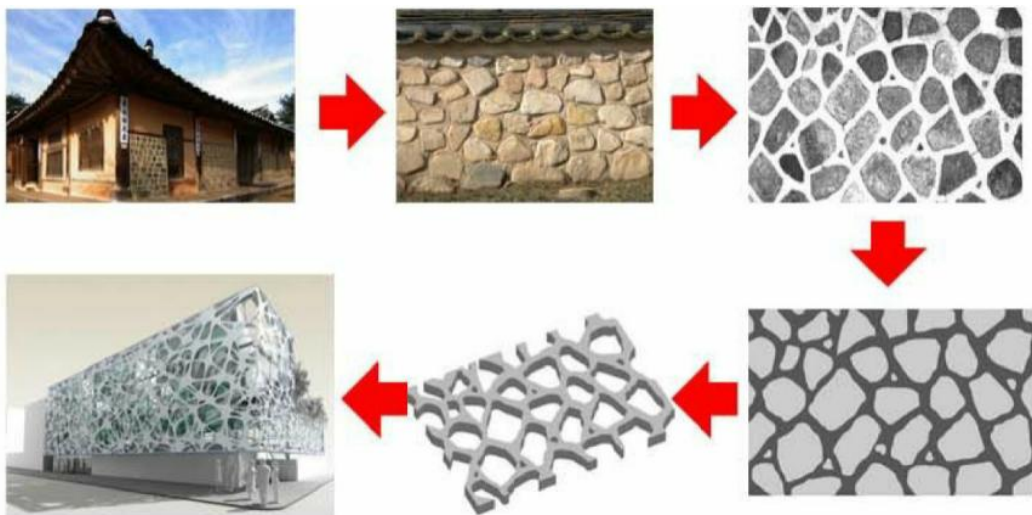


그림 5. 한국적 건축을 모티브로 활용한 디자인 사례

(출처 : 이은량, 한국 전통 담장 조형요소의 모티브를 통한 현대 건축디자인 활용방안연구, 2012)

다. 한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 기술

- 한스타일 생태건축 통합 디자인 품질관리 가이드라인
 - 한스타일 생태건축의 디자인 방향성을 제시하는 가이드라인
 - 한스타일 생태건축 여부를 판단짓는 기준으로써 역할 가능한 가이드라인
- 한스타일 생태건축 통합 디자인 품질관리 시스템

3. 한국형 자연조절 웰빙생태 건축기술의 정의

가. 한스타일 생태건축 웰빙 지표

- 한국의 기후변화를 반영한 거주자의 만족도와 쾌적성, 신체적·정신적 건강, 웰빙에 초점을 맞춘 지표
 - 지구 온난화의 가속화로 인한 냉방에너지 소비 확대 예상
 - 쾌적성을 유지하기 위한 공기온도, 내부복사온도, 기류 등을 반영한 조절
쾌적성(adaptive comfort) 기준의 정립과 바닥난방, 마당환기 등의 전통 환경 조절
방식에 적합한 쾌적기준 정립과 이를 기반으로 난방, 냉방, 조명시스템 운용 체계
 - 건축에너지 소비와 직접적인 관련이 없는 거주자 만족도 향상을 위한 쾌적성, 신체활동, 정신 등의 지표를 포함하는 건강-쾌적 기준

나. 선택리 시스템(한국형 자연조절 통합 평가 기법)

- 전통마을의 인식체계를 현대적으로 체계화하고 상호관계를 통합자원관리(Integrated Resource Management)로 구축하고, 마을 개발에 따른 환경계변화 추이 분석을 위한 시뮬레이션 시스템
- 권역 미시기후, 자연환기, 자연채광, 우수순환, 옥외공간 쾌적성 통합 분석 체계
 - 쾌적성-에너지 사용량 통합 평가 체계 및 통합 플랫폼
 - 미시기후 변화를 반영한 환기, 에너지 사용량 평가 모듈
 - 자연채광을 반영한 쾌적 및 에너지 사용량 통합 평가 모듈
 - 우수 저장 방식 적용에 따른 미시기후 변화 및 옥외 쾌적성 평가

다. 한국형 자연조절 기법

- 채의 나눔, 사이공간, 중간공간, 마당 등을 포함하는 포괄적 계획을 통해 건물 주변의 미시기후를 조절하였던 전통적인 생태적 미시기후 조절 방식을 계승하여 과학화 및

현대화한 기법

- 권역별 자연환기, 자연채광, 우수-생태 시스템, 거주자 쾌적조절 기술을 포함
- 난방에너지 절감 중심의 패시브하우스 전략에 난방에너지 절감기술인 자연환기 기술의 접목
- 한국형 계절전환 공간모듈 및 자동운전 시스템
- 웰빙 축냉체를 활용한 쾌적성 향상 기법
- 웰빙 습도 자동조절 기법
- 맞통풍, 굴뚝환기, 천창환기를 포함한 자연환기 유형 및 유형별 창호 자동 조절 시스템
- 우수 지표저장 및 생태계 유지를 위한 우수저장, 지표저장, 우수활용 제품 개발 및 자동제어 시스템
- 자연채광방식에 의한 건강한 실내 공간 조성

라. 웰빙건축 최적화 설계 기술

- 권역별 기후조건, 자연조절방식 적용조건, 입지 및 대지조건, 건축유형 조건을 반영한 적용 기술 통합 유형
- 자연조절 방식의 적용에 따른 생태-쾌적-에너지 최적 설계를 진행하기 위한 통합설계 프로세스
- 선택리 시스템을 운용한 유형별 최적화 설계
- 유형별 달성 기술을 단계별로 적용한 수준별 최적화 설계 및 프로토타입
- 적용기술 비용편익분석을 통한 수준별 최적 설계

마. 설계/시공 가이드라인

- 권역별, 유형별 권장 자연조절 기술 및 통합 설계 과정을 포괄하는 디자인 가이드라인
- 권역별, 유형별 권장 자연조절 기술별 시공 가이드라인 개발
- 권역별, 유형별 유지관리 가이드라인

2절. 연구개발 배경

1. 획일화된 주거문화의 한계

- 소득증대, 삶의 질 향상에 대한 수요의 지속적 증가
- 아파트로 대표되는 획일화된 주거문화로 지역의 정체성 상실, 지역특성이 반영되지 않은 도시경관 양산 등의 문제발생과 개선에 대한 사회적 관심

2. 전통건축 한계를 벗어나 한국적 정체성이 반영된 현대식의 새로운 건축양식에 대한 수요증대

- 한국적 건축, 전통건축에 대한 대중적 관심 고조와 이에 반해 현대라이프 스타일과 상이한 공간, 디자인, 설비의 전통구법, 전통건축의 유지관리 어려움, 고가의 건축비로 한옥시장의 확대 한계점 직면
- 한국적 정체성, 가치를 담으며 현대적 라이프스타일에 부합하고 현대적 설비를 갖춘 새로운 건축양식 수요 발생
- 전통건축의 공간적, 형태적, 구조적 제약에서 벗어나 한국적 가치의 응용도를 높일 수 있는 건축양식의 필요성 제기

3. 한국성을 가지며 현대적 구조, 설비를 사용한 건축물의 등장과 이를 통합적, 체계적으로 연구할 필요성 제기

- 전통건축의 사용성의 향상 등을 위해 신한옥, 현대한옥 등이 등장하였고 보다 현대적 편의성, 대중성을 향상시킨 한류풍 건축물이 등장함
- 한류풍 건축물은 몇 가지 사례로 존재 할 뿐 전통적 디자인과 현대적 설비 및 구조가 접목 가능하도록 하는 각 종 요소기술 개발과 전통적 가치를 현대적 가치관과 접목하여 발전시키는 디자인 관련 연구 등이 필요

4. 웰빙 수요 및 건강한 삶에 대한 수요 지속적인 증대

- 천연소재 의복, 유기농 먹거리, 운동 및 레저 등 웰빙 라이프스타일에 대한 관심이 증대되고 있으며, 그 일환으로 웰빙건축, 건강건축, 생태건축에 대한 수요 증대
- 친환경건축시장의 공급자 중심 인식 확대에도 불구하고 소비자들의 친환경 건축에 대한 인식의 미비, 건강 건축 등의 새로운 성능 수요에 대한 기술개발 미비 등으로 친환경 건축 시장의 확대 한계

5. 환경친화건축시장 확대

- 환경의식 확대
 - 환경친화주택에 거주한다는 것은 일종의 환경 친화적 상품을 소비함을 의미하므로, 소비자가 갖고 있는 환경에 대한 관심, 환경운동에 대한 참여의사가 중요하게 작동
 - 환경문제의 심각성에 대한 이해, 그리고 환경보호의 필요성에 대한 인식이 심화될수록 환경 친화적 상품에 대한 소비가 늘어날 가능성이 큼을 시사

6. 국제기후협약에 따른 이산화탄소배출 감축 요구 증대

- 2015년 2030 BAU 대비 37% (국내 25.7% + 해외 11.3%) 감축 시나리오로 산업부문 감축률 12%, 발전(원전 추가고려), 수송, 건물 등의 온실가스 감축 기술 개발 및 감축수단을 지원을 통한 감축 계획
- 기존 건축물 성능 개선 요구 증대
- 장기 LCA 분석에 의한 이산화탄소 배출 저감 전략 수립

7. 생활밀착형 친환경 건축 관심 증대

- 친환경건축의 실제적 편익에 대한 관심 증대
- 건축물의 핵심 기본 품질에 대한 관심 증대
- 실내 환경 개선에 따른 쾌적 만족도 요구 증대

8. 고품질 안심 건축 시장 재편

- 자연환기 및 자연채광 관련 시장 확대
- 실내공기질 기준 확대

3절. 연구개발 필요성

1. 한국 전통 건축의 다양성, 가변성 확보를 위한 새로운 해석의 필요성

- 한국 전통건축을 그대로 보전, 보호하는 것과 별개로 한국적 건축의 전통적 가치가 정체되거나, 과거의 전유물로 않도록 응용 및 활용을 통한 대중화 필요성제기
- 한국 전통 건축의 응용은 모방의 수준을 넘어 본질적 가치와 그 안에 담겨있는 정서를 응용하여 현대에 맞게 재해석함으로써 한국 전통건축이 과거의 것이 아닌 현재에서 다양성과 가변성을 가지고 그 가치를 축적, 발전하도록 할 필요가 있음

2. 한국 건축의 활용을 위한 변화의 필연성

- 한국 전통건축에 대한 대중적 관심에 비해 현대적 라이프 스타일과 동떨어져 있어 활용성의 증대를 위해 한국성은 유지하면서 현대적 라이프 스타일에 맞는 변화가 필요함
 - 가족의 구성 및 특성, 거주자의 생활 패턴, 가치관의 변화로 인해 실의 구성, 규모, 인테리어 등에 영향을 미침
 - 현대적 편의성, 냉난방 기술, 유지보수 및 관리 기술, 기밀성 등 설비, 쾌적성, 편의성 관련 수요에 대응한 현대적 기술의 적용필요

3. 국가·지자체의 다양한 정책과 사업을 뒷받침하는, 재료에서 도시에 이르는 다양한 척도의 미래 지향적 한스타일 생태건축 모델 개발 필요성 증대

- 2000년 이후 국토교통부, 문화체육관광부, 문화재청, 농림축산식품부 등 국가 부처에서 국토의 경관을 개선하고 거주환경의 질을 높이려는 다양한 정책을 수립하고 관련 사업을 추진하고 있음
- 서울시, 전라남도, 전주시 등의 지자체에서도 기존 한옥 및 한옥주거지를 보전하고 새로운 한옥의 신축을 장려하는 조례를 제정하고 각종 지원 사업을 추진하고 있음
- 이러한 국가 및 지자체의 정책과 사업은 일정한 성과를 거두고 있으나 한옥이 갖는 경제적·성능적·양식적 한계로 인해 파급효과에 한계가 있으며 전국적으로 경관이 복고적으로 획일화 되는 문제를 낳고 있으며, 민간 시장으로 확산되지 못하고 있음
- 이에 따라 국가·지자체의 다양한 정책과 사업을 뒷받침하는, 재료에서 도시에 이르는 다양한 척도의 미래지향적 한스타일 생태건축 모델을 개발해 국토경관의 정체성을 회복하고 민간시장의 활성화를 도모할 필요성이 증대됨

2장. 국내외 동향 및 환경 분석

1절. 국내외 정책동향

표 1. 친환경 생태건축 관련 정부정책 및 지침

구분	정부정책	기관	세부내용
생태	도시·군계획시설의 결정, 구조 및 설치기준에 관한 규칙(2003)	국토교통부 도시정책과	- 도시·군계획시설의 결정, 구조 및 설치기준과 기반시설의 세분 및 범위에 관한 사항 규정 - 도로, 보도, 자전거도로, 주차장, 광장, 공공용지, 공공청사 등에 빗물 침투 유도시설 설치 - 우수시설 및 저류시설의 결정기준 및 구조설치 기준
	LID기법을 활용한 자연형 비점오염원 관리방안 마련(2009)	환경부	- 비점오염원 저감과 물순환 개선을 위한 LID기법의 도입방안 검토
	물 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률(2010)	환경부 생활하수과	- 물 자원의 지속가능한 이용 도모, 국민의 삶의 질 향상 목적 - 물 재이용 기본계획 및 물 재이용 관리계획의 수립 - 물 재이용 시설의 설치·관리
	우수유출 저감시설의 종류·구조·설치 및 유지관리 기준(2010)	소방방재청	- 우수유출 저감시설(저류시설, 침투시설)의 정의·설치 목적·분류·종류 제시 - 저류시설 및 침투시설의 종류·구조·설치 및 유지관리기준 제시
	에너지 절약형 신도시 조성방안(2010)	국토교통부 주택토지실	- 신도시 개발 시 물, 환경 및 에너지 분야의 기후변화 대응 조성방안을 설정, 도시 내 우수저감 - LID등의 정책적 개념 도입
	수질오염총량관리를 위한 비점오염원 최적관리지침 (2010)	국립환경과학원 환경부	- ‘수계오염총량 관리기술지침’에서 정의하는 비점오염저감기법에 대한 기술적 해설 제공 - 비점오염원 저감시설의 설계, 설치 및 유지관리의 적절한 수행 등 최적관리계획 수립 유도
	친수구역 활용에 관한 특별법(2010)	국토교통부 친수공간과	- 국가하천면 친수구역의 체계적 개발 목적 - 친수구역 조성에 따른 우수저감 및 친환경적 조성의 기술적 방안 제시
	친수구역 조성지침(2011)	국토교통부 친수공간과	- 친수법을 구체화하고 시행하기 위한 세부적인 사항 규정 - LID기법 적용 관련 내용을 구체적으로 제시
	수질 및 수생태계 보전에 관한 법률(2014, 개정)	환경부 물환경정책과	- 도시개발, 산업단지 조성 등의 사업을 시행 시 비점오염저감시설 설치신고·준수사항 등에 대해 명시
	비점오염저감시설의 설치 및 관리·운영 매뉴얼 (2014)	환경부 수생태보전과	- 비점오염저감시설 설계 시 필요한 설계요소와 관리방법 제시
	도시공원 및 녹지등에 관한 법률시행규칙 (2015, 개정)	국토교통부 녹색도시과	- 도시공원 및 녹지 등에 관한 법률 및 동법 시행령에서 위임된 사항과 그 시행에 관하여 필요한 사항을 규정 - 저류시설의 설치 및 관리기준에 대해 명시
	저탄소 녹색도시 조성을 위한 도시·군계획 수립지침(2015, 개정)	국토교통부 도시정책과	- 광역도시계획, 도시·군기본계획 및 도시·군관리계획 수립 시 온실가스 배출 감축 등 기후변화에 대비하고, 저탄소 녹색도시 조성을 위한 종합적인 공간계획 수립을 유도
	도로 비점오염저감시설 설치 및 관리 지침(2015)	국토교통부 환경부	- 도로에 설치되는 비점오염저감시설의 조사·계획·설치·관리에 관한 절차 및 방법 제시
	녹색성장 5개년 계획	관계부처 합동	- 저탄소 녹색성장을 위한 정책목표, 추진전략, 정책방향 등 제시

	건설교통 연구개발사업 중장기 계획(2013-2017)	국토해양부	- 친환경에너지·자원의 확보 및 효율적 이용, 인간중심 사회 및 도시 구현, 미래 경제가치 창출, 융복합 첨단기술 확보, 안전하고 편안한 사회 실현을 5대 목표로 진행
	국토교통 R&D 중장기 전략안(2014-2023)	국토교통부	- 2023년까지 7만 5천개 일자리 창출, 11개 세계 선도 기술 및 8개 글로벌 기업 육성, 재해 및 사고 20% 저감 등을 목표로 진행
	제 5차 환경보전 중장기 종합계획(2013-2017)	환경부	- 환경정책기본법 17조에 따라 5년마다 수립되는 실천계획으로 분야별 환경계획을 종합조정하고, 관계부처 환경정책과 시도 환경보전계획을 총괄하는 법정부처 환경종합계획
	제 2차 국가 기후변화 적응대책(2016-2020)	환경부	- 기후변화 피해를 최소화하고 기회로 활용하기 위해 20개부처 합동수립 - 환경위성 발사, 취약계층 관리, 적응산업 육성, 국제협력 등 기후적응력 강화정책 추진
	지속가능한 신도시 계획기준(2010)	국토해양부	- 주거·산업·교육·연구기능 등 자족성을 갖춘 신도시로 조성, 사회·경제·환경적으로 건전하고 지속가능한 도시 구현 - (환경적 지속성) 자연순응형 개발·보행친화적 도시구조 유도, 에너지 및 자원의 효율적 이용, 생태적 환경 조성
	제 3차 지속가능발전 기본계획(2016-2035)	환경부 등	- 기후변화, 생물다양성 감소, 사회 양극화, 고용 없는 저성장 등 국가 지속가능발전 위협 요인에 대비 - 환경·사회·경제의 조화로운 발전이라는 비전 아래 건강한 국토환경, 통합된 안심사회, 포용적 혁신 경제, 글로벌 책임국가 등 4대목표제시
	친환경 지속가능도시 조성 가이드라인(2013)	환경부	- 지속가능발전법, 저탄소 녹색성장 기본법을 근거로 지방자치단체가 친환경 지속가능도시 조성을 위한 사업계획 작성 및 관련절차 추진 시 참조할 수 있는 가이드라인 제공
월 빙	실내공기질 관리법 (2015, 개정)	환경부	- 다중이용시설, 신축되는 공동주택 및 대중교통 차량의 실내공기질을 알맞게 유지하고 관리함으로써 그 시설을 이용하는 국민의 건강을 보호하고 환경상의 위해를 예방함
	실내공기질 관리 기본계획 (3차, 2015-2019)	관계부처 합동 (환경부 등)	- 「실내공기질관리법」에 따른 법정 중기계획 - 국민건강을 보호하기 위한 구체적 실천계획 - 국민이 안전하고 행복한 실내환경 조성을 위해 2019년까지 실내공기 오염도 10%이상 저감 목표
	건축물의 설비기준 등에 관한 규칙	국토교통부	- 신축 또는 리모델링하는 100세대 이상의 공동주택, 100세대 이상의 주택을 포함한 동일 건축물은 시간당 0.5회 이상 환기가 이루어질 수 있도록 자연환기설비 또는 기계환기설비를 설치
	녹색건축 인증제(G-SEED)	국토교통부 환경부	- 지속가능한 개발의 실현과 자원절약형, 자연친화적인 건축물의 건축을 유도하기 위하여 건축물을 대상으로 인증심사등급에 따라 녹색건축 인증서를 발급
	건강친화형 주택 건설제도	국토교통부	- 국민의 건강과 쾌적한 주거환경조성을 위한 기준 제시 - 오염물질이 적게 방출되는 건축자재를 사용하고 환기 등을 실시해 새집증후군 문제를 개선함으로써 거주자에게 건강하고 쾌적한 실내환경을 제공할 수 있도록 일정수준 이상의 실내공기질과 환기성능을 확보한 주택
	환경마크제도	환경부 한국환경 산업기술원	- 동일 용도의 제품 중 생산 및 소비과정에서 오염을 상대적으로 적게 일으키거나 자원을 절약할 수 있는 제품에 표시 - 인체에 대한 건강성 보다는 환경부하 저감에 초점이 맞춰져 있음
저 에 너 지	녹색건축물 조성 지원법	국토교통부	- 「저탄소 녹색성장 기본법」에 따른 녹색건축물의 조성에 필요한 사항을 정하고, 건축물 온실가스 배출량 감축과 녹색건축물의 확대를 통하여 저탄소 녹색성장 실현 및 국민의 복리 향상에 기여함
	녹색건축물 기본계획	국토교통부	- 탄소저감형 국토환경과 환경친화적 생활문화를 위한 녹색건축물의 보급과 육성을 위해 2020년까지 건축물에 의한 온실 가스 배출량 26.9% 감축 목표
비 용	설계의 경제성 등 검토에 관한 시행지침	국토교통부	- 「건설기술진흥법 시행령」 제75조의 규정에 의한 설계의 경제성 등 검토 업무를 수행함에 있어 필요한 사항을 규정함으로써 공공건설사업의 예산절감, 기능향상, 경관향상, 구조적 안전 및 품질확보를 추구함

1. 국내 정책동향

가. 녹색성장 국가전략과 녹색성장 5개년 계획

- 핵심 분야를 전략적으로 선정하여 중점 이행
 - 온실가스 감축로드맵의 체계적 이행, 배출권거래제 시행, 탄소흡수원 확충 등 효과적인 온실가스 감축 추진
 - 이상기후로부터 국민의 안전과 생태계 보호를 위해 기후변화 적응 역량을 강화
- 과학기술·ICT 등을 활용하여 창조경제 선도
 - ‘녹색기술과 ICT 융합 - 신산업 창출 - 일자리 확대’의 선순환 구조 정착
 - 기후변화대응 핵심기술 개발·상용화, 혁신적 온실가스 감축 및 에너지 원천 기술 조기 확보 등 녹색기술 개발·투자 확대
 - 녹색산업의 성장 동력화, 녹색경영의 확산, 법·제도 정비 등을 통해 녹색산업 육성 및 일자리 창출
- 시장 및 민간의 역할 확대
 - 배출권 거래제, 저탄소차 협력금제도 등 시장친화적 온실가스 감축제도 시행, 정착
 - 정부-산업계-시민단체 간 민관협력 파트너십 강화 등을 통해 생활밀착형 녹색생활 확산
- 경제-환경-사회의 조화를 충분히 고려
 - 자원순환률 제고, 생활환경 개선 등을 통해 산업생산성의 향상과 국민의 삶의 질 향상에 기여
 - 에너지 복지사업 확대, 환경취약계층 보호 강화 등 사회적 형평성 측면 포괄

나. 건설교통 연구개발사업 중장기 계획안(2013~2017)

- 지구온난화에 대비한 에너지 자원의 효율적 이용
 - SOC의 친환경 설계·시공·유지관리를 통한 환경부하 저감 기술: 첨단 건설 재료, 프로세스 효율화, 친환경 도료
- 인간중심 사회 및 도시 구현
 - 국민 삶의 질 향상을 위한 시민중심의 도시건축 공간 창출 기술: 고효율 장수명 시공 및 유지관리
 - 지속가능 성장을 위한 도시·건축 에너지 저감 기술 고도화: 지속가능한 도시인프라, 녹색건축재료 및 설계

○ 미래 경제가치 창출

- 건설교통 R&D 촉진 및 인프라 구축을 통한 미래 성장가능성 제고: 건설교통 R&D 사업화 촉진, 건설교통 R&D 인프라 구축

○ 융복합 첨단기술 확보

- 첨단 복합도시 구현을 위한 성능기반 설계, 시공 및 유지관리 기술: 첨단미래도시 운영 시스템

○ 위험으로부터 안전하고 편안한 사회 실현

- 기후변화 대응 물 관리 체계 구축하여 대도시 수재해 피해규모 저감 : 생명기반 하천유역 관리

○ 투자전략

- (녹색 실용화 기술) 환경변화 예측, 친환경 자원 활용 및 환경오염 물질 배출량 절감, 생태계 복원기술 등 녹색 실용화가술에 투자 확대
- 기후변화 및 이상기후 예측, 사전영향평가, 대도시 통합 수해 방어체계(Climate-Aegis), 오일샌드, 건설자동화, 그린주택, 하천복원, 폐기물 재활용, 녹색교통 등
- (기초·원천기술 지원 확대) 상대적으로 미흡한 기초·원천 기술력 확보를 위해 고성능 신소재 개발 등에 대한 지원을 점차 확대
- 첨단 건설재료 및 강재 등의 특성 변환을 통한 신재료 개발 등 혁신적인 기술 발굴
- 건설교통 분야 특성에 따라 설계, 디자인, 표준화, 제도, 기획 등을 포함한 기술영역 확대

다. 국토교통 R&D 중장기 전략안

○ (비전) 국토교통 기술을 통한 국민행복 및 글로벌 가치 창조

○ (목표) 2023년까지 7만 5천개 일자리 창출, 11개 세계 선도 기술 및 8개 글로벌 기업 육성, 재해 및 사고 20% 저감 등

○ (추진전략) 비전 실현을 위한 국토교통기술 4대 전략 및 10대 중점 프로젝트 (Value Creator 2.0)를 발굴하여 집중 지원



그림 6. 국토교통 R&D 중장기 전략안

○ (인공지능 국토공간) 스마트 친환경 도시

- 저비용으로 도시공간 및 건축물에서 소비하는 에너지 및 탄소를 저감하기 위한 친환경 녹색기술을 지속적으로 개발하여 확산



그림 7. 인공지능 국토공간 로드맵

○ (분산형 물관리) 도시물순환, 저영향 개발

- 물 부족 또는 물 과잉에 따라 도시에 미치는 영향을 최소화하기 위해 지하수 및 빗물 등 수자원을 순환 관리하기 위한 계획기술 개발
- 도시침수 등 수재해 저감을 위해 내외수 연계 및 실시간 예·경보 기술 개발



그림 8. 분산형 물관리 로드맵

○ (수요자 맞춤형 주택) 친환경·에너지절감 주택

- 주택 열손실 최소화 및 신재생 에너지 적용을 통해 보급형 제로에너지 주택을 실증하고, 주택에서 건강물질(음이온, 피톤치드 등)을 배출하는 친환경주택 기술 개발



그림 9. 수요자 맞춤형 주택 로드맵

라. 제5차 환경보전 중장기 종합계획(2013~2017)

○ 환경정책기본법 17조(환경보전중기종합계획의 수립 등)

- 국가 환경종합계획의 종합·체계적 추진을 위해 매 5년마다 수립되는 실천계획
- 분야별 환경계획을 종합·조정하고, 관계부처 환경정책과 시·도 환경보전계획을 총괄하는 범정부적 환경종합계획



그림 10. 국가환경종합계획(2006-2015)의 기본체계

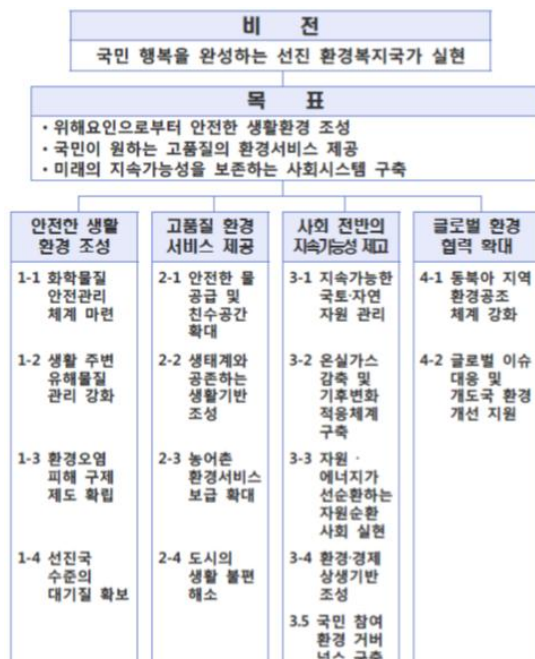


그림 11. 제5차 환경보전 중장기종합계획의 (2013-2017)의 비전과 목표

- (2-1-② 선제적 통합 물환경 관리체계 구축) 유역단위 비점오염원 관리 강화
 - 물순환이 잘 이루어지지 않는 도시지역에 그린빗물인프라를 조성하여 강우 유출저감 추진(2014년~)
 - 도시개발, 도로 건설 등 신규 개발사업 시 물순환에 대한 영향을 최소화하는 저영향 개발(LID: Low Impact Development) 기법 적용 의무화
 - 기존 도시공간의 불투수면(지붕, 주차장, 보도블록 등)을 그린빗물인프라로 교체
- (2-1-③ 물 재이용 및 순환 촉진) 빗물관리 강화 등 물순환 회복
 - 빗물이용시설, 중수도 설치 의무화 대상 확대와 발전소 온배수 이용 추진
- (3-2-② 부문별 온실가스 감축) 건물부문 온실가스 감축
 - 감축목표: 20년 전망배출량(BAU) 167.6백만톤 대비 26.9%(45백만톤) 감축
 - (기존·신축 건축물 냉난방에너지 절감 및 냉매관리 강화): 신축 건축물 에너지절약 설계기준(단열기준) 및 에너지소비 총량제 대상을 단계적으로 강화 빗물이용시설, 중수도 설치 의무화 대상 확대와 발전소 온배수 이용 추진
 - 건축물 에너지소비 증명제 시행 지역·대상을 전국적으로 확대하고, 건축물 에너지사용량 정보공개 등으로 에너지절약 유도(2015년 ~)
- (3-4-③ 환경친화적 경영·소비 확산) 친환경 제품 품목 확대 및 인증제도 개선
 - 환경마크 인증품목 및 서비스분야 인증대상 확대, 친환경 건설자재 통합정보시스템 구축(2014년) 등을 통해 설계단계 부터 친환경자재 구매·사용 촉진

마. 국가 기후변화 적응대책(2011 ~ 2015)

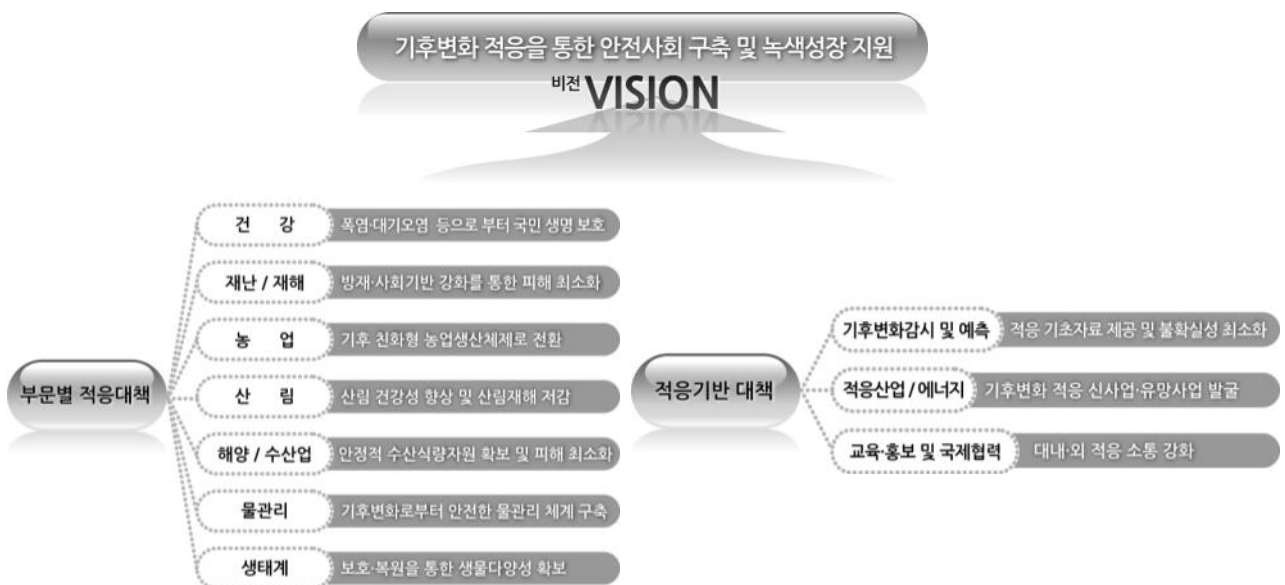


그림 12. 국가 기후변화 적응대책

- (비전) 기후변화 적응을 통한 안전사회 구축 및 녹색성장 지원
- (재난/재해분야) 기후변화 대응 우수유출 저감시설 설치: 우수저류 및 침투시설 확보, 설치사업 확대
 - 우수유출 저감시설의 시설기준 확립
 - 도시계획 단계에서부터 소규모 우수저류시설(pond등) 및 우수침투 시설 설치 의무화 방안 강고
 - 우수유출 저감시설 간의 통합연계 운영 효과 검토 및 정량화
 - 친환경 우수유출 저감시설 제품 개발 및 보급
- (물관리 분야) 대체수원 기술개발과 시설 확충: 빗물관리 기술개발 및 시설 확충
 - 다기능의 분산식 빗물관리기술 개발 및 보급: 기존의 빗물관리의 효율성 개선을 위한 기술개발 및 보급계획 수립
 - 빗물관리시설 활용 효율성 제고를 위한 모니터링 및 관리기술 개발: 강우 이후 유출 모델링 및 이에 따른 지역 내 빗물관리 방향 제시, 효율적이고 안정적인 관리를 위한 구체적 대안 제시

바. 지속가능한 신도시 계획기준(2010.01, 국토해양부)

- (제3장 제2절) 홍수예방 등을 위한 우수지 조성
 - 우수유출억제시설계획, 담수능력 배양 및 지하수 함양, 홍수방어를 위한 우수지 계획, 다목적 조절지 계획
- (제4장 제5절) 에너지이용 및 자원순환
 - 신·재생에너지 지용 등으로 자원절약적인 도시 조성
 - 바람지도를 작성해 바람의 흐름이 원활한 도시공간구조가 되도록 단지 및 건물·녹지 등을 배치해 도심의 열섬현상을 방지, 일조 및 일사량을 고려해 주동을 배치하고, 건축물의 컴팩트한 외관구성으로 가용면적대비 외피 면적비를 최소화
 - 열 완충공간을 계획해 에너지이용 효율을 극대화하고, 지역 내 녹지 또는 수공간을 활용하여 여름철 냉방효과를 증진, 단지 및 건축 계획 시에 저탄소 에너지절약형 기술을 최대한 반영할 수 있도록 계획
 - 수자원의 효율적 이용: 종합 물관리계획의 수립, 상하수도 관리, 빗물 관리, 비포장 확대, 투수성 포장
- (제4장 제6절) 생태적 환경 조성
 - 자연환경보존: 공원녹지율, 공원녹지체계 형성, 완충녹지확보, 생태녹지축 구축, 자연환경 보존

○ (제4장 제9절) 친환경계획수립

- 환경계획 수립: 신도시를 조성할 경우 계획수립 단계부터 환경부담 저감을 위한 환경계획 수립(자연입지적 토지이용계획, 청정환경도시부문계획, 자연공생도시부문계획, 생태순환도시부문계획, 어메니티도시부문 계획)

사. 친환경 지속가능 도시조성 가이드라인

- (목적) 지방자치단체가 친환경 지속가능도시 조성을 위한 사업계획 작성 및 관련 절차 추진 시 참조할 수 있는 가이드라인 제공
- 친환경 지속가능도시의 정의
 - 도시의 오염물질 배출을 최소화하면서, 현재 세대를 충족시키기 위해 미래 세대가 사용할 경제·사회·환경 등의 자원을 낭비하거나 여건을 저하시키지 아니하고 조화와 균형을 이루는 도시

표 2. 친환경 지속가능도시 목표상

친환경 지속가능도시 목표상		주요 실천전략
저탄소	친환경 자립도시 실현	신재생 에너지 활용, 에너지 사용저감, 친환경 교통 및 수송개선을 통한 탄소저감, 사업공정 개선을 통한 탄소저감, 탄소흡수원 확충, 탄소처리기술 도입 등
환경	도시환경 보전, 복원, 창출	친환경적 저탄소형 토지이용, 녹지확충, 자원순환, 친환경 건축, 녹색경관 등
사회	지역사회가 주도하는 커뮤니티형 도시 실현	지역참여, 에코커뮤니티 활성화, 환경교육 및 해설, 지역적 의지 등
경제	도시 자원의 현명한 이용	지역의 자원성, 탄소마케팅, 바이오뱅킹, 생태관광, 생태문화탐방로 등의 현명한 이용

○ 계획 및 평가지표

- 평가지표 활용목적: 친환경 지속가능도시 계획 시 사업방향, 추진방법 및 정량적 추진목표 설정 등에 활용
- 친환경 지속가능도시 현재수준 진단
- 지자체의 친환경 지속가능도시 계획 초안 및 본안 평가
- 사업성과 평가

○ 평가지표 : 총 15개의 지표

표 3. 친환경 지속가능도시 평가지표

친환경 지속가능도시 목표상		⇒	평가지표
저탄소	친환경 자립도시 실현	⇒	신재생에너지 활용, 친환경 교통, 친환경 산업공정, 저탄소순환자원, 친환경 건축, 탄소흡수원 제고, 탄소중립
환 경	도시환경 보전, 복원, 창출	⇒	환경보전, 자연환경용량, 녹지네트워크, 녹지 대기정화기능, 물순환
사 회	지역사회가 주도하는 커뮤니티형 도시 실현	⇒	지역자원의 보전가치 지역커뮤니티
경 제	도시 자원의 현명한 이용	⇒	지속가능한 고용

- (저탄소분야-친환경건축) 저에너지형 건축, 건축물 녹화 등으로 저탄소 실현: 친환경 건축에 의한 탄소저감 수준을 5단계로 등급화 하여 평가
- 저에너지 건축물로 설계하고 건물에너지 모니터링을 할 수 있도록 계획. LED 도입, 건축물 녹화, 신재생에너지 활용 시스템 도입 등의 방법으로 탄소를 저감
- (환경 분야-물 순환) 투수지반면적률(생태면적률) 제고로 친환경 지속가능도시 실현: 도시 내 투수지반면적 확보 수준 평가(평가대상지역 전체면적 중 투수성 지표면의 면적비율로 측정한 결과를 5단계로 등급화)
- 지역의 물 순환에 기여할 수 있도록 녹지 등 투수공간을 최대한 확보하고 물의 재이용을 통해 상수도 사용량을 줄임으로써 탄소배출량 저감
- 투수성 포장사용으로 지중에 우수를 분산 침투시키며, 지하공간에 우수집수시설 설치
- 우수를 저장하여 대지의 실개천과 수 공간으로 공급하고, 화장실 세정수와 조경용수 등으로 사용
- 욕실배수 등의 잡배수는 인공습지나 간단한 처리시설로 정화하고, 연못 등의 친수공간에 재이용

아. 실내공기질 관리 기본계획(2015~2019)

- 실내공기질 관리가 중요해짐에 따라 ‘실내공기질 관리 기본계획(5년)’ 수립이 법정화 됨(2014. 3. 실내공기질관리법 개정)
 - 「환경보전종합계획」과 연계해 실내공기질 관리 정책방향 및 세부 추진계획 등 제시
- (비전 및 목표) “국민이 안전하고 행복한 실내 환경 조성”을 비전으로 2019년까지 실내공기 오염도 10% 이상 저감을 목표로 함

표 4. 2019년도 관리 목표

구 분	‘13년도	‘19년도
[다중이용시설] ▪ 미세먼지 평균농도 ▪ 실내공기 기준초과율	▪ 48.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ▪ 7.0%	▪ 43.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (△11.7%) ▪ 6.2%(△11.4%)
[신축공동주택] ▪ 폼알데하이드 평균농도 ▪ 실내공기 기준초과율	▪ 60.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ▪ 14.8%	▪ 55.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (△9.5%) ▪ 12.0%(△18.9%)
[자발적 관리기반 조성] ▪ 실내공기 관리 우수시설 인증 ▪ 취약계층(영세 어린이집 등) 공기질 진단	▪ 22개소 ▪ -	▪ 150개소 ▪ 1,000개소
[실내오염원 관리] ▪ 건축자재 관리	▪ 사후관리체계 (사후샘플조사)	▪ 사전관리체계 (사전시험)

(출처: 실내공기질 관리 기본계획(2015~2019))

- 중점 추진 과제
 - 신규 실내오염물질 관리체계 마련(미세먼지, 라돈, 미생물, 실내금연)
 - 실내오염원 사전 예방적 관리 강화(건축자재, 목질 판상제품, 대중교통 차량내장재, 환기설비)
 - 다중이용시설 등의 관리체계 합리적 개편
 - 건강영향 사전 관리
 - 실내공기질 관리기반 선진화

자. 실내공기질 관리제도

- 현행 실내공기질 관리는 환경부, 교육부, 고용노동부, 보건복지부 등 4개 부처에서 분산 관리
 - 환경부: 다중이용시설(어린이집, 지하역사 등 21개 시설군), 신축공동주택 및 대중교통 차량의 실내공기질 관리

- 기타 관계부처: 교육부, 고용노동부, 보건복지부 등은 개별법에 따라 학교, 사무실, 공중이용시설(공연장, 실내체육시설 등) 등의 실내공기질 관리

표 5. 부처별 실내공기질 관리현황(2015)

구 분	환경부	교육부	고용노동부	보건복지부
관리대상	- 다중이용시설 - 신축공동주택 - 대중교통차량	- 학교	- 사무실	- 공중이용시설 (공연장, 실내체육 시설 등)
근거법	- 실내공기질 관리법	- 학교보건법	- 산업안전보건법	- 공중위생관리법
관리자 의무사항	- 공기질 측정 및 관리 - 관리기준 준수의무 - 관계자 교육 - 기타 오염물질 방출 건축자재 사용금지	- 공기질 측정 및 측정결과 관리 - 관리기준 준수	- 공기질 측정 및 측정결과 관리 - 관리기준 준수 - 오염물질 방출 건축자재 사용금지	- 관리기준 준수
관리기준	- 10개 항목(PM10, CO2, 폼알데하이드, 총부유세균, CO, NO2, VOCs, 라돈, 석면, 오존)	- 12개 항목 (진드기 등 추가)	- 9개 항목 (라돈 제외)	- 4개 항목 (PM10, CO2, HCHO, CO)
관리방법	- 지자체 점검 - 위반 시 과태료, 개선 명령 등	- 학교장 자체 점검 - 위반 시 시설보완 등 필요 조치	- 지도 및 권고 - 위반시 제재 없음	- 지자체 점검 - 위반 시 개선 명령 등

(출처 : 실내공기질 관리 기본계획(2015~2019))

차. 환기기준

- 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」 제11조 제11항
 - 공동주택의 환기설비 기준: 신축 또는 리모델링하는 100세대 이상의 공동주택, 100세대 이상의 주택을 포함한 동일 건축물은 시간당 0.5회 이상의 환기가 이루어질 수 있도록 자연환기설비 또는 기계환기설비를 설치

카. 녹색건축 인증제(G-SEED)

- 국내에서는 2002년도에 친환경건축물 인증제도가 시행되어 1월에 공동주택, 2003년도 3월에 업무용, 주거복합 건축물 항목을 포함되었으며, 건축법에 근거했던 「친환경건축물인증제」와 주택법에 근거했던 「주택성능등급인증제」는 대상 및 인증이 중복되는 부분이 많다는 지적을 받아 친환경 주택관련제도가 2013년 2월 23일 개정되어 「녹색건축 인증제」로 일원화
- 인증대상: 공동주택, 복합건축물(주거), 업무용건축물, 학교시설, 판매시설, 숙박시설, 그 밖의 건축물, 소형주택, 기존공동주택, 기존 업무시설
- 의무대상: 공공기관에서 연면적 합이 3,000㎡ 이상 건축물을 신축하거나 별도의 건축물을 증축하는 경우 예비인증, 본인증을 일반등급(그린4등급) 이상 취득해야 함(단, 공공업무시설은 우수등급(그린2등급) 이상 취득해야 함)

다. 건강친화형 주택 건설제도

- (건강친화형 주택) 오염물질이 적게 방출되는 건축자재를 사용하고 환기 등을 실시해 새집증후군 문제를 개선함으로써 거주자에게 건강하고 쾌적한 실내 환경을 제공할 수 있도록 일정 수준 이상의 실내공기질과 환기성능을 확보한 주택으로, 의무기준을 모두 충족하고 권장기준 중 2개 이상 항목에 적합한 주택
- (의무대상) 사업주체가 주택법 제16조 제1항에 따라 500호 이상 또는 500세대 이상을 신축 및 리모델링하는 경우, 주택과 그 부속 토지는 건강친화주택으로 건설
- (적용기준)
 - 자재 성능 기준 중심, 환기에 대한 기준 미비
 - 시공과정에서의 기준 중심

표 6. 의무기준

구분	평가내용 및 기준	평가방법
친환경 건축자재의 적용	실내공기 오염물질 저방출 제품의 적용	소형챔버법
	7일후 TVOC 방출량 $0.10\text{mg}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ 이하(단, 실란트는 $0.25\text{mg}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ 이하), 7일후 HCHO 방출량 $0.015\text{mg}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ 이하	
환기의 시행 (Flush out)	적정 온습도 조건의 유지, 시행시기의 준수, 외기도입량	
	실내온습도 섭씨 16도 이상 실내상대습도 60% 이하로 유지하여 실시, 가구설치 완료부터 입주 전까지, 1제곱미터 당 400m^3 이상의 신선한 외기를 지속적으로 공급	
환기성능 확보	단위세대 환기성능의 효율적 확보	
	건축물의 설비기준 등에 관한 규칙에 고지된 기준에 적합한 자연환기설비, 기계환기설비, 혼합형(하이브리드) 환기설비	
환기설비 성능검증 (TAB)	에너지 효율적인 환기설비의 도입, 환기효율(실별 균일 환기량 확보), 환기설비의 효율적인 유지관리 방안, TAB의 시행	대한설비공학회 공동주택 환기설비 TAB에 적합하게 시행
	각 실의 환기량은 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 11조에 따른 환기기준으로 하되, 실별 편차 25% 이내로 유지	
입주 전에 설치하는 친환경 생활제품의 적용	친환경 불박이 가구 및 전자제품의 오염물질 방출량	KS X ISO, IEC 28360 KS I 2007
	(가전제품) TVOC 방출량 $4.0\text{mg}/\text{m}^3$ 이하, HCHO 방출량 $0.03\text{mg}/\text{m}^3$ 이하 (불박이가구) 7일 후 TVOC 방출량 $0.25\text{mg}/\text{m}^3$ 이하, 7일 후 HCHO 방출량 $0.03\text{mg}/\text{m}^3$ 이하	
건축자재, 접착제 등 시공·관리 기준	시공면의 적정 표면 온습도 유지, 적정 평활도 유지, 청결유지, 적정 실내 시공온도 유지	ISO24353, KS F2611, ISO16000-23, ISO16000-24, KSI3546, KSI 3547, ASTM D 6329, ASTM G-21, JIS Z 2801
	(흡방습건축자재) 흡방습량 $65\text{g}/\text{m}^2$ 이상(흡습량과 방습량의 평균치. 단, 흡습량과 방습량의 편차가 20% 이내이어야 함) (흡착건축자재) 흡착률 65%이상, 적산흡착량 : 톨루엔 $28,000\mu\text{g}/\text{m}^2$ 이상, 폼알데하이드 $6,500\mu\text{g}/\text{m}^2$ 이상 (항공팡이건축자재) ASTM D 6329 : 항공팡이저항성 1.0log (CFU) 이하, ASTM G 21 : 0등급 이상 (항균건축자재) 항균활성치 2.0 이상	

표 7. 권장기준

구분	평가내용
흡방습 건축자재 적용	실내습도를 조절할 수 있는 흡방습 성능을 갖는 건축자재의 적용
흡착 건축자재 적용	유해화학물질의 흡착성능이 있는 건축자재의 적용
항곰팡이 건축자재 적용	항곰팡이 성능이 있는 건축자재의 적용
항균 건축자재 적용	항균 성능이 있는 건축자재의 적용

파. 국내 친환경 건축자재 인증제도

○ HB 마크제도

- 국내 대표적인 친환경 건축자재 인증제도로써 사단법인 한국공기청정협회에서 운영하는 건축자재 민간인증제도
- (2015.12 현재) 바닥재, 벽지, 판넬, 실란트, 접착제, 페인트 등 825 종의 건축자재가 인증을 받아 친환경 건축자재로 분류되고 있음
- 건축자재의 HB마크 등급에 따라 오염물질 방출 수준을 소비자가 인지

표 8. HB 마크제도 건축자재 인증등급

단위(mg/m²·h)

구분		일반자재, 페인트, 퍼티	접착제	실란트
	TVOC	0.10 미만	0.10 미만	0.25 미만
	5VOC	0.03 미만	0.03 미만	0.075 미만
	HCHO	0.010 미만	0.010 미만	0.010 미만
	CH ₃ CHO	0.010 미만	0.010 미만	0.010 미만
	TVOC	0.10이상~0.20 미만	0.10이상~0.30 미만	0.25 이상~0.75 미만
	5VOC	0.06 미만	0.09 미만	0.22 미만
	HCHO	0.010 이상~0.030 미만	0.010 이상~0.030 미만	0.010 이상~0.030 미만
	CH ₃ CHO	0.010 이상~0.030 미만	0.010 이상~0.030 미만	0.010 이상~0.030 미만
	TVOC	0.20 이상~0.40 미만	0.30 이상~0.60 미만	0.75 이상~2.5 미만
	5VOC	0.12 미만	0.18 미만	0.75 미만
	HCHO	0.030 이상~0.050 미만	0.030 이상~0.050 미만	0.030 이상~0.050 미만
	CH ₃ CHO	0.030 이상~0.050 미만	0.030 이상~0.050 미만	0.030 이상~0.050 미만

※ 5VOC: 신축 공동주택의 실내공기질 물질[벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌, 스티렌]

※ 5VOC에서 Toluene 은 0.080 mg/m²·h 미만이어야 한다.

※ 실란트의 경우 환경부 다중이용시설 등의 실내공기질 관리법 시행규칙 [별표 5] 건축 자재에서 방출되는 오염물질 총휘발성유기화합물(TVOC)이 1.5mg/m²·h 미만이어야 한다.

○ 환경마크제도

- 환경부와 한국환경산업기술원에서 운영하는 국가공인제도
- 환경마크제도는 동일 용도의 제품 중 생산 및 소비과정에서 오염을 상대적으로 적게 일으키거나 자원을 절약할 수 있는 제품에 환경마크를 표시하여 제품의 정확한 환경정보를 소비자에게 제공하고, 기업이 소비자의 선호에 부응하는 환경제품을 개발, 생산하도록 유도하는 제도이며 인체에 대한 건강성보다 환경부하저감에 대한 측면이 강조된 제도임
- 2015년 12월 기준으로 167개 대상제품군에 대한 인증기준이 환경마크제도에서 운영되고 있으며, 해당인증 기준의 적용범위에 적합한 제품은 인증신청을 할 수 있음

표 9. 친환경건축자재 도안과 인증대상 제품군의 예(환경마크제도)

인증 마크	마크 도안	인증대상 제품군
친환경 건축자재		페인트, 벽지, 보온·단열재 및 흡음재, 건설용 방수재, 투수콘크리트 제품, 실내용 바닥 장식재, 조립식 바닥 난방시스템, 벽 및 천장 마감재, 층간 소음 방지재, 창호, 접착제, 장식용 합성수지 시트, 이중 바닥재, 장식용 섬유 제품, 초배지, 장식용 인조피혁

하. 생태네트워크

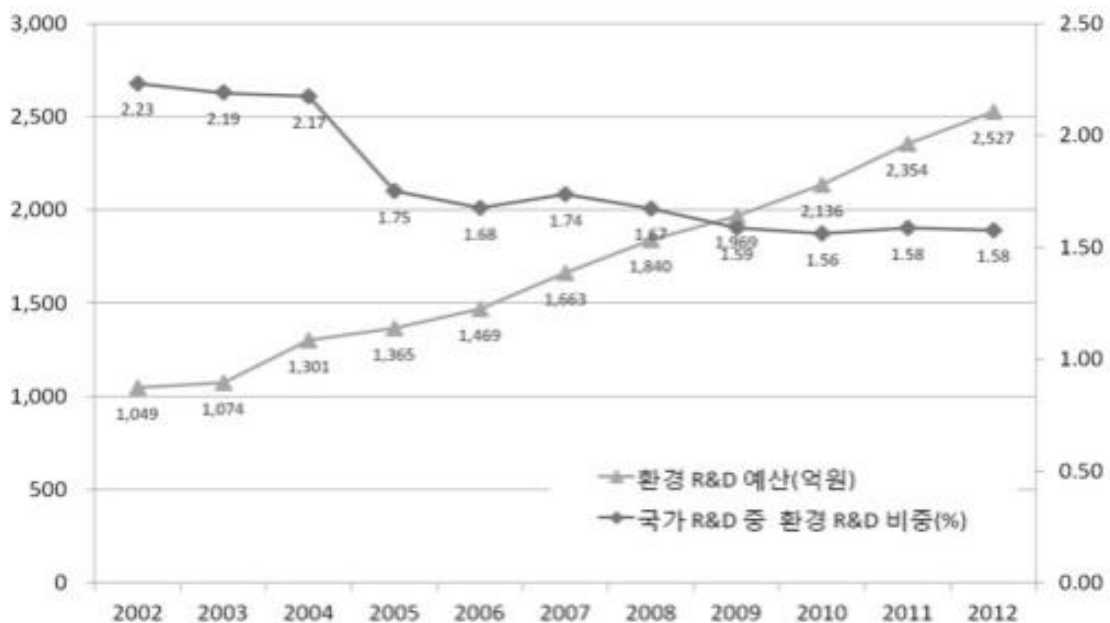


그림 13. 환경 R&D 예산 현황과 비중

(출처 : 국가과학기술위원회, 국가연구개발사업 조사분석 보고서(NTIS))

- 지속적인 R&D의 성장에도 불구하고 국가R&D 대비 비중은 정체상태에 있어 환경R&D의 확산과 한정된 자원의 효율적 이용을 위해 국제공동연구와 같이 발전적 방안의 필요성 증가

표 10. 지식경제부 국제공동연구 유형(2011년도)

지원유형		내용	방법
산업전략연계형		국내 산학연 국제공동기술개발 수요를 바탕으로, 국제기술협력 전략 및 정책방향에 따라 지원과제 선정 * 국제기술협력의 시급성, 혁신성, 파급효과 등을 고려하여 국내산업에 필요한 과제 지원	Pre-Proposal을 통해 서면평가 후 본평가 진행
글로벌산학협력형		기술력과 사업화 능력을 보유한 해외우수대학*과 국내 기업이 공동으로 '과제기획-R&D-상용화'를 추진하는 과제 지원 * 미국거점대학: Georgia Institute of Technology, 유럽거점대학: University of Strathclyde	국외연구기관이 선정되어 있기 때문에 별도의 Pre-Proposal 같은 검증 절차 생략
EUREKA		국내기업이 유럽 다자간 네트워크인 EUREKA 프로그램 참여를 통한 기술개발 및 유럽시장 진출을 도모하고자 하는 과제 지원 * 유레카 세부 프로그램 (www.eureka-korea.or.kr) 참조	국내 평가 후 유레카 총회를 통해 승인 후 협약 실시
EU FP	연구비	유럽 EU FP(Framework Program)에 참여가 확정된 기업 및 연구기관에게 기술개발비를 지원 * EU FP의 4대 사업(협력, 창의, 인력, 역량)의 세부분야 (www.fp.or.kr) 참조	EC측의 최종 승인(FP7 참여확정)을 받은 과제에 대해 평가 실시 후 협약
	활동비	1. [EU FP 참여활동비사업 EU FP에 대한 참여활성화를 도모하기 위해 FP 참여 사전활동지원 * 과제별 2,000만원/연 추후 별도 공고 예정 2. [KORANET 공동연구지원사업] 한-유럽간 국제협력네트워크 강화 및 향후 국제공동연구 증진을 위한 소규모 공동/방문연구 지원 * 과제별 4,000만원/연 지식경제부 공고 제2012-68호 참조	

- 환경부 R&D사업 중 ‘국제공동현지사업화 지원 사업’ 이외의 사업들은 해외 연구기관이 위탁기관으로만 연구에 일부 참여하는 형태임
- 해외 연구기관이 주도적으로 연구에 참여하는 것이 아니라 위탁기관으로서 주관기관에서 수행하지 못하는 연구개발 과제의 일부를 위탁하여 연구에 참여하고 있음

- (현 법규) 자연배수시설이 아닌 설비관련으로 이루어져 있음

표 11. 관련법규

법령	내용
자연재해 대책법	(제 19조 우수유출저감대책 수립) - 우수의 침투 또는 저류를 통한 재해의 예방을 위해 5년마다 수립
하수도법	(제27조 배수설비의 설치 등) - 공공하수도의 배수설치 설치 - 옥내의 배수설비 공사
물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률	(제3장 물 재이용시설의 설치·관리) - 빗물이용시설의 설치·관리 - 중수도의 설치·관리 - 공공하수도관리청의 하·폐수처리수 재처리수 공급 등
물산업 육성 5개년	장기적 여건변화 분석: 상하수도분야 동향 물 산업 육성 정책방향: 상하수도사업 운영기반 강화 물 산업 육성 목표 및 추진계획 물 산업 육성 추진과제 - 상하수도 서비스업의 구조개편 추진, 지속적인 시설투자 및 제도개선 - 핵심기술의 고도화 및 우수인력 양성, 물 산업의 수출역량 강화 - 물 산업 연관산업 육성, 물 산업 육성기반 구축
수도법	(령 제29조 시설기준) 배수시설 및 배수관에 속하는 시설물을 대상으로 하는 기술진단

- 빗물의 증발산, 침투, 저류가 가능하도록 관련 시설을 법적으로 규정한 사항은 투수면 확보, 빗물침투·저류시설, 빗물이용시설로 구분
- 투수면 확보를 위한 제도 및 규정과 관련된 사항
 - 대부분 도시계획시설과 관련된 규칙에서 이를 다룸
 - 보행자 전용도로와 자전거전용도로를 포함하여 도로 및 광장의 포장에 투수성 재료로 사용할 것을 명시하는 내용이 대부분임
- 빗물의 침투·저류 시설과 관련된 제도 및 규정사항
 - 유출 저감을 위한 빗물침투 및 저류를 유도하는 내용은 건설교통부의 도시계획시설 기준에 관한 규칙, 하천설계기준, 환경부의 하수도정비 기본계획 수립지침 등에 명시
 - 빗물이용과 관련된 규정은 2001년 수도법 개정에 따라 일부 건축물에 적용

거. 수자원 장기 종합계획(2011~2020, 국토해양부)



그림 14. 수자원 장기 종합계획 비전

- (비전) 2020녹색국토를 위한 물 강국 실현
- 물이용 종합계획: 사람과 자연에 맑고 충분한 물 공급
 - 건전하고 다면적인 물이용 체계 확대: 빗물이용 및 침투촉진 등 도시지역 중심의 건전한 물 순환 및 이용을 위한 기준 정립
- 치수 종합계획: 기후변화에 안전한 국토기반 구축
 - 도시침수 방지 시스템 강화로 돌발홍수에 대비: 도시 내 빗물저류기능 향상을 위해 저류시설 확충, 도시개발 시 투수면적 확보 의무화, 투수성 재료 사용 권장 등
- 하천환경 종합계획: 생명이 살아있는 물환경 조성
- 수자원 조사연구 및 기술개발 계획: 물 관련 기술의 선진화
 - 홍수에 안전한 녹색국토 조성을 위한 “첨단 홍수 대응 기술 개발” 추진: SUDS개념에 의한 홍수재해 대응 및 관리기술 개발
 - 경제발전 및 해외진출을 위한 생산적 물이용 기술 개발: LID(저영향개발) 기반의 물순환 도시 조성 기술 개발
- 수자원 미래과제 대응전략 수립: 수자원 미래과제 선제 대응
 - 기후변화 대응 연구과제의 발굴: 수자원 에너지 기반의 물 순환 도시 조성기법 개발

너. 물환경 관리 기본계획 수정계획(2013~2017)



그림 15. 물환경 관리 기본계획 수정계획

(출처: 물환경관리 기본계획수정계획, 2013~2017년)

○ 물순환 체계개선을 통한 생활체감 환경 개선 필요성

- 도심 포장면 걷어내기 등 그린빗물 인프라 확대 및 사후평가 강화
- 도심지역 초기우수 저류시설 설치 확대
- 비점오염 저감시설 성능인증제 도입 등 비점 오염물질 배출 저감
- 가축사육 제한지역 확대 및 공공처리시설 처리 강화

더. 물 재이용 기본계획(2011~2020, 환경부)



그림 16. 물 재이용 기본계획

○ 비전

- 수질환경 개선과 지속가능한 대체용수 확보로 깨끗하고 풍부한 물 환경 구축
- 건전한 물 순환계 회복과 합리적 물이용을 통한 순환형 물 환경 미래도시 건설 기여
- 절수와 재이용 이미지 홍보를 통한 물 자원을 아껴 쓰고 다시 쓰는 사회시스템 구축
- 물 재이용 기술을 제3의 물 산업으로 육성하여 녹색성장을 선도하는 물 재이용 산업 강국으로 도약

리. 2차 비점오염원 관리 종합대책(2012 ~ 2020)

○ (비전) 통합적 비점오염관리를 통한 건강한 물환경 조성

○ 목표

- 물순환구조 개선을 통한 강우유출량 저감
- 유역통합관리를 통한 비점오염발생 최소화
- 국민이 참여하는 생활실천형 비점오염관리 강화

○ 추진전략

- 농도저감에서 유출량 저감으로 전환
- 개별적 관리에서 통합적 관리로 전환
- 사후처리에서 사전예방 관리로 전환
- 국민·기업·정부에 대한 비점오염 관리 홍보 강화

○ (분야별 맞춤형 전략) 도시분야

- LID기법 적용 최대화
- 초기빗물 유출 최소화

○ 도시분야 주요대책

- 저영향 개발(LID)기법 적용 확대
- 비점오염 저감형 그린빗물 인프라(Green Stormwater Infra) 구축
- 하수저류시설 설치 확대 등을 통한 초기우수 처리 강화

머. 환경영향평가 저영향개발(LID)기법 적용 매뉴얼(2013.07, 환경부)

- (배경) 도시지역의 비점오염원 관리 및 건전한 물순환 체계 확보를 위해 저영향개발(LID: Low Impact Development) 기법이 적극 검토되고 있으나, 개발사업에 적용을 확산하기 위한 제도적 기반이 미비한 실정임
- (목적) 개발사업에 대한 환경영향평가 협의 시 저영향개발(LID) 기법 적용을 유도하여 도시지역에서의 물순환 기능을 개선함과 아울러 비점오염물질을 줄이고자 함

버. 건강한 물순환 체계 구축을 위한 저영향개발(LID) 기술요소 가이드라인 (2013.04, 환경부)

- 저영향개발 기술요소 적용을 위해 개발사업 추진 시 고려할 사항들 제시, 다양한 개발사업에 적용 가능한 기술요소 소개
- 저영향개발 기술요소를 11가지로 구분하고 각 기술요소의 설계 및 유지 관리 시 고려사항 소개

<표 7. 저영향개발 기술요소의 종류 및 특성>

기술요소	저류 기능	여과 기능	침투 기능	증발산	생태 서식처	지하수 함양	심미성	적용성	
								단지	도로
식생체류지 (Bioretention)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	●	●
옥상녹화 (Greenroof)	✓	✓		✓	✓		✓	●	-
나무여과상자 (Treeboxfilter)		✓	✓			✓	✓	●	●
식물재배화분 (Planter box)		✓	✓	✓	✓	✓	✓	●	○
식생수로 (Bioswale)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	●	●
식생여과대 (Bioslope)		✓	✓	✓	✓		✓	○	●
침투도랑 (Infiltration trench)	✓	✓	✓	✓		✓	✓	●	●
침투통 (Dry wells)	✓	✓	✓			✓		●	○
투수성 포장 (Porous pavement)		✓	✓	✓		✓		●	○
모래여과장치 (Sandfilter)		✓	✓			✓		○	△
빗물통 (Rain barrel)	✓							●	-

※ 비점오염저감시설의 설치 및 관리운영매뉴얼(환경부, 2008.12),
수질오염총량 관리기술지침(2012.8)에서 구분하고 있는 기술요소의 종류와
일치하지 않는 경우 적용목적에 따라 담당부서와 협의 후 적용하는 것이 바람직함.
(●: 매우 좋음, ○: 좋음, △: 보통, -: 적용어려움)

서. 친환경 건축물 비용편의 정보구축 체계 및 정책 활용

- 수요 주체의 녹색 투자 의사 결정을 지원할 수 있는 녹색 건설 투자비용과 경제적 편의 정보가 선진국 비해 부족하고 분석이 부족한 실정
- 제시된 정보구축 체계 및 정책 활용 방향참조

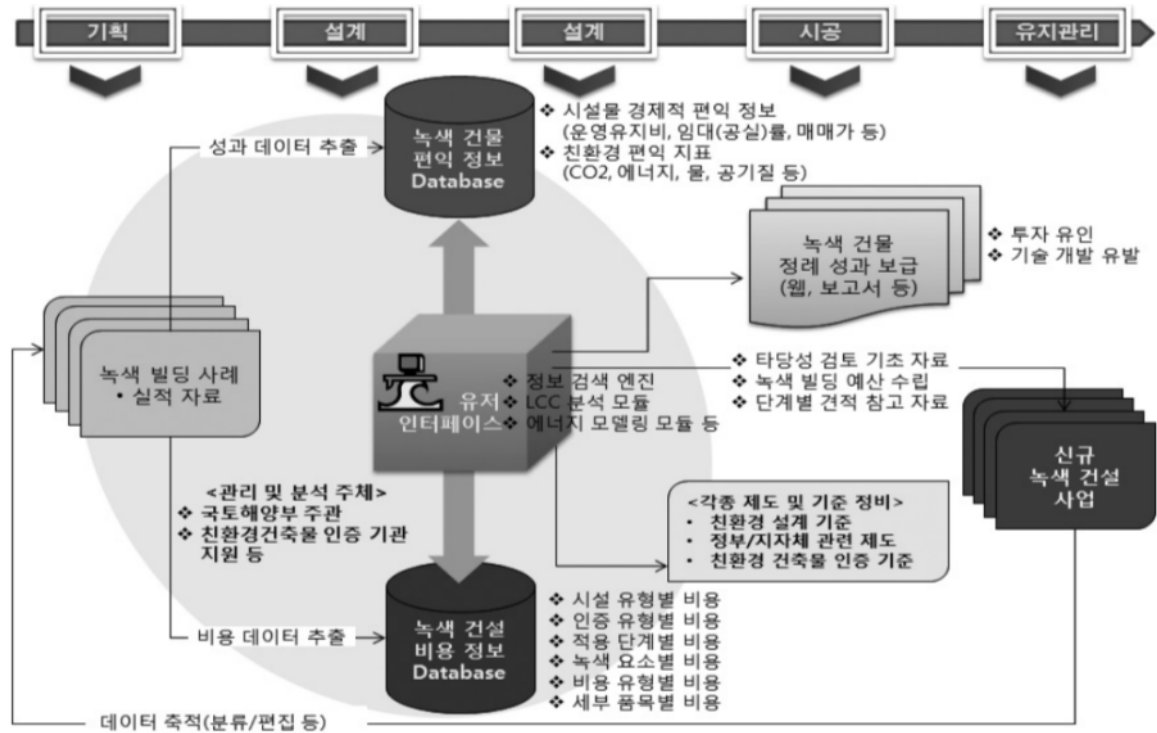


그림 17. 녹색건설 비용 및 편익정보 구축 및 활용체계

(출처: 녹색건설 비용 및 편익 정보 체계의 개선 방향, 김원태, 한국건설관리학회 논문집 제14권 제5호 2013년 9월 page 51)

- 해당 정보체계 구축은 개별 민간 기관 및 조직에서 해결될 수 있는 사안이 아니라 국가차원에서 중장기적 전략 수립 및 투자가 필요
- 녹색 건설비용과 현실적으로 기대할 수 있는 편익에 대한 논의가 더욱 확대돼야 녹색 건설이 지속적으로 성장가능
- 현재 국가정책으로 실행중인 공공건축물의 녹색인증 및 에너지 효율등급 인증의 경우 비용 편익이 명확하게 제시될 수 있도록 연구가 요구됨
- 정책적으로 활용 가능한 충분한 비용편익과 관련된 데이터를 확보하는 것이 시급한 상황임
- 2014년 국토교통부의 녹색 건축물 기본계획 중 주요정책과제 제시에서 국민이 체감할 수 있는 편익을 제공하는 방향으로 제시됨. 이는 주로 에너지 비용절감과 공기질 개선 등 체감할 수 있는 편익제공 기본방향은 있으나 실제 비용편익 측면으로 시장에서 작동될 수 있도록 유도하는 정책이 요구됨

연차별 실행계획

	2014	2015	2016	2017	2018
주택의 냉·난방 에너지 90% 절감 유도(국토부)					
단열 성능 선진국 수준으로 단계적 강화					
외벽 및 지붕, 창호 등 기밀 기준 마련					
고효율 냉난방 설비 설치 의무화					
친환경 주택의 건설기준 및 성능 개정					
2025년 제로에너지 주택 로드맵 수립					
2025년 제로에너지 주택 달성을 위한 연구개발 추진					
건축물 냉방부하 절감 설계 유도(국토부)					
냉방 에너지 절감 설계기준 마련					
주거용 건축물에 냉방 에너지 절감 설계기준 적용					
에너지소비 총량제 확대 시행(국토부)					
에너지소비총량제 적용 대상 단계적 확대					
추후 에너지소비 총량제로 에너지절약설계 기준 일원화					
녹색건축 실내공기질 관리 강화(공동주택 및 다중이용시설)(국토부, 환경부)					
건축물 유형별 실내공기질 관리 기준 강화					
실내공기질 관리 유도를 위한 관련제도 정비 -(공동주택) 실내공기질 모니터링 체계 구축 권장 및 관련 인증제도와 연계					
-(다중이용시설) 실내공기질 표지장치 설치 의무화					
폐열회수형 환기장치 기준 강화 및 관련 R&D추진					
실내 쾌적성 지수 공동개발 추진					
녹색건축 지원을 위한 도시계획 기준 및 제도 정비(국토부)					
건축물 에너지 집중관리 지구 신설					
'지구단위계획수립지침' 구역 지정 목적에 지구단위 건축물 에너지 성능개선 추가					
근린단위 녹색건축 인증제도 (G-SEED-ND) 개발 및 시행					
녹색건축물에 대한 입지규제 완화규정 현실화 및 확대					

그림 18. 연차별 실행계획, 1차 녹색건축물 조성기본계획 2014.국토교통부, page 41.

2. 국외 정책동향

가. 녹색산업 육성에 기반을 둔 경제전략 수립

프로그램	내용/타겟	핵심산업
 국가혁신전략 (2011.2.)	• 국가 혁신기반 강화 • 기업혁신 촉진을 위한 경쟁시장 조성 • 국가전략산업 육성	• 스마트그리드 • 에너지 효율성 향상 • 신재생에너지 • 바이오기술, 나노기술 • 보건/의료 • 스마트 헬스케어기술 • 항공우주산업
 EU 2020 (2010~2020)	• 교육, R&D 기술혁신 • 동반성장, 지속가능성장	• 재생에너지 • 에너지 효율 개선 • 지속가능산업기반 구축 • 저탄소 자동차 • 스마트그리드 • 정보산업
 신성장전략 (2010~2020)	• 2020년까지 실질 경제성장률 2% 이상 달성 • 2011년도 플레이션 탈출 • 실업률 3%로 감소	• 환경-에너지 • 건강(의료) • 아시아 진출 • 관광 및 지역 활성화 • 과학 기술 정보통신 • 고용·일자 • 금융
 하이테크 전략 2020 (2010~2020)	• 주요 첨단산업 부문에서의 독일의 글로벌 입지강화 • 정부·산업연계 개선을 통한 학문적 지식의 효율적 상용화 • 성공적 R&D 기반 마련을 위한 조건제공 및 충분한 재정지원	• 기후에너지 • 보건/영양 • 이동(mobility) • 커뮤니케이션 • 양전

그림 19. 선진국의 미래산업 육성정책(2013, KOTRA)

나. 저탄소, 제로에미션 건물에 대한 기술 개발 박차

- 유럽연합: 건물에너지성능표지제도(EPBD)를 2008년부터 시행
- 미국: 에너지부(DOE)는 Building America사업을 기반으로 시장연계 제로에너지 타운 보급
- 영국: 2016년부터 모든 주택을 제로에너지주택으로 보급 선언
- 주요 선진국은 건축 산업구조, 정책, 제도 기반의 개발지원을 통하여 제로에너지 건물의 보급 확대를 위한 시장전환(market transformation)에 착수, 진행 중

다. 거주 가치 향상

- 해외의 국가 경쟁력을 비교하는 척도가 경제 수준에서 국민 삶의 질 수준으로 변화하고 있는 추세임
 - 캐나다 웰빙지수(CIW), 호주 향상지수(MAP), 프랑스 행복지수(GDH), 영국 웰빙지수(MNW), UN 국민총행복지수(GNH) 등

라. 실내공기질 관련 제도

- 미국 환경보호청(Environmental Protection Agency, 이하 EPA)
 - 실내공기질 전담부서로 실내환경과(Indoor Environments Division, IED)를 두고 있으며,

실내환경 문제와 실내오염 물질로 인한 인체건강 위험, 인체 노출을 저감하는 방법 등에 관한 연구를 수행하고 이를 일반에게 교육시키는 기능을 담당

- EPA의 오염물질별 규제의 경우 담배연기(Environmental Tobacco Smoke, ETS), 라돈, 석면, 납, 휘발성 유기화합물, 살충제 등 총 6가지를 중요한 오염물질로 간주하고 있음(EPA, supra note 16)

○ 독일

- 실내공기질에 대한 종합적인 입법은 존재하지 않지만 연방환경청에 설치된 실내공기위생위원회(AOLG)의 위원들로 구성된 임시위킹그룹에 의해 권고기준의 형태로 설정
- 권고기준은 I(RW I-현재 건강에 위해를 초래하지 않는다고 판단되는 특정 화학물질 농도), II(RW II-일정시간 이상 노출되면 인체 건강에 해로울 수 있는 농도)로 나뉘어 설정

○ 프랑스

- 실내공기질 관리를 위한 종합적인 입법은 존재하지 않지만 다수의 법령에서 간접흡연, 우레아폼(Urea-foam), 라돈, 공기배출량 등을 규제

○ 일본

- 실내공기질 관리에 관한 법률로는 「대기오염방지법, 건축물기본법, 주택의 품질확보의 촉진 등에 관한 법률, 건축물에서의 위생적 환경의 확보에 관한 법률, 학교보건안전법, 건강증진법, 노동안전위생법」 등이 있음
- 주요 관리대상 오염물질은 건축물 환경위생관리기준의 경우 부유분진, 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO₂), 온도, 상대습도, 기류, 폼알데하이드 등 총 7개 항목,
- 학교환경위생기준의 경우 환기(환기기준 CO₂는 1,500ppm 이하), 온도, 상대 습도, 부유분진, 기류, 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO₂), 휘발성유기화합물 (폼알데하이드, 톨루엔, 자일렌, 파라디클로로벤젠, 에틸벤젠, 스티렌), 진드기 또는 진드기 알레르겐에 대한 기준을 적용하고 있음
- 건강증진법에서는 「직장에서의 흡연대책을 위한 가이드라인」 제정하여 흡연으로 인한 담배연기 확산을 방지하고 간접흡연을 막기 위하여 노력하고 있음

○ 대만

- 2005년 초반 「실내공기질 권장치」를 제정해 실내 장소를 취약계층과 다중이용시설 두 가지로 나누어 관리하며, 2012년 11월 「실내공기품질관리법」을 시행
- 규제대상 오염물질로 이산화탄소(CO₂), 일산화탄소(CO), 폼알데하이드, 휘발성유기화합물, 세균, 곰팡이, PM₁₀, PM_{2.5}, 오존, 온도 등 총 10개 항목을 관리하고 있음

○ 주요국가의 환기기준 규정(Standards, Codes & Regulations)

표 12. 실내공기질 중장기 발전방향 연구(III)

국가명	주거용 건물	사무소 및 학교 건물
미국	ASHRAE 62-2003 Ventilation for acceptable air quality	
일본	Japanese Building Standards(국토교통성 건축기준법), SHASE S102-2003	
유럽연합	prEN 1752 : Ventilation for Building-Design Criteria for the Indoor Environment (1996)	
벨기에	NBN D50-001:Ventilation system for housing. 1991	NBN B 62-003 Heat loss calculation
캐나다	CSA Preliminary Standard F326.1 M1989, ASHRAE 62.1-2 Ventilation for acceptable indoor air quality	NRCC No. 22432 Measurement for energy conservation in new buildings. 1983/ ASHRAE 62.1-2 Ventilation for acceptable indoor air quality
덴마크	DS 418 Calculations of heat loss from building : 1977	Danish Building Regulations 1982
핀란드	D2- Indoor climate and ventilation in building, Regulation and Guideline National building code of Finland	Indoor climate and Ventilation in buildings, regulations and guideline, 1985/ D2-National building code of Finland. 1987
프랑스	French regulation for ventilation of dwellings	Cahiers du CSTB No 2286-OCT. 1988
독 일	DIN 1946 Part 2(1995) VDI 2088 Ventilation of Dwelling,1976	DIN 1946 Part 2 (1995) VDI Ventilation rules, 1983
이탈리아	Ministerial Decree 05.05.75 Ventilation requirements for residential building	Minsterial Decree 04.02.76 Ventilation requirements for schools
네덜란드	NEW 1087 Ventilation in dwellings NNI 1991	NRR 1019- Ventilation in school buildings
노르웨이	Norwegian Building code Chapter 47, Ventilation and installation. 1987	NS3031 Energy and power demands for heating of building Calculation rules
스웨덴	BSF1988:18 Chapter 4:1 Air Exchange. National Board of Housing building and planning.	Standards BFS 4:1 Air Exchange. National Board of housing building and planning.
스위스	SIA 384/2 Heating load calculation 1980/ SIA 382/1 Ventilation and AC plants 1992	SIA 382/1 Ventilation and AC plants 1992.
영국	Building Regulations Parts F : Ventilation(1995) British Standards BS 5820:1979 Code of Practice for mechanical ventilation and air conditioning in building./ British Standard BS 5925:1991 Code of Practice for Ventilation Principles and air Designing for National Ueatilation.	

○ 국외 주거용건물의 실별 환기 기준

표 13. 실내공기질 중장기 발전방향 연구(III)

국가(기준명)	총 환기량	거실	침실	주방	욕실겸용 화장실	화장실
벨기에 (NBNB62-003)	0.7~1.0회/h 20~30m³/h인	-	0.1m³/s.m²	50~70m³/h	1.4m³/s	0.7m³/s
캐나다 (CSAF3261-M1989)	0.3회/h이상, 3 L/s.인			50 L/s, 간헐배기 3 L/s, 연속배기	2 L/s, 간헐배기 15L/s, 연속배기	-
덴마크(DS418)	-	0.4~0.6회/h	-	0.7회/h	0.7회/h	-
핀란드 (NBC-D2)	-	0.5 L/s.m²	4.0 L/s.인 0.7 L/s.m²	배기20 L/s	배기15L/s	-
프랑스(Arrete 24.03.82)	-	-	-	20~135m³/h	15~30m³/h	15~30m³/h
독일 (DIN18017 DIN1946 Pt.2)	-	최소 60m³/h 최대180m³/h	-	최소40m³/h 최대60m³/h	최소40m³/h 최대60m³/h	최소20m³/h 최대30m³/h
이탈리아 (MD 0507.75)	0.35~0.5회/h	15m³/h.인	-	1.0회/h	1.0~2.0회/h	-
네덜란드 (NEN1087)	-	0.1 m³/s.m²	0.1m³/s.m²	2.1 m³/s	1.4m³/s	
뉴질랜드 (ASHRAE62)	바닥면적당 5%의 개폐 가능한 유리창 설치	-	-	-	25 L/s.실 (간헐환기) 10 L/s.실 (연속환기)	-
스웨덴 (BFS 1988 ch4)	최소(급기) 0.35 L/s.m²	급기 0.35 L/s.m²	급기 4.0 L/s.m²	10 L/s.실 (배기)	10~30 L/s (배기)	10 L/s (배기)
노르웨이 (NBC ch 47-1987)	-	급기: 외벽에 100cm² 이상의 개폐 가능한 개구부나 급기구 설치	급기: 외벽에100cm² 이상의 개구부 설치	기계배기: 60m³/h 자연배기: 지붕위 단면적 150cm² 이상의 덕트 설치	기계배기: 60m³/h 자연배기: 지붕위 단면적 150cm² 이상의 덕트 설치	기계배기: 40m³/h 자연배기: 지붕위 단면적 100cm² 이상의 덕트 설치
스위스 (SIS384/2)	-	-	80~120m³/h	-	-	-
영국 BS5720-1979 BS5925-1991 Build.Reg.s.pt.F CIBSE Guides A,B	권장 12 ~ 18 L/s.인 최소 8~12 L/s.인	바닥면적의 1/20이상인 환기구 및 최소4000mm²이 상 환기구 면적확보	바닥면적의 1/20이상인 환기구 및 최소4000mm²이 상 환기구 면적확보	기계급기60 L/s 또는 배기후드 설치, 최소4000mm² 이상 자연 환기구 설치 또는 1.0/h 확보	1.5 L/s (간헐환기)	바닥면적1/20 이상인 환기구 및 최소 4000mm² 이상 환기구 면적 확보
미국 (ASHRAE- 62.1 2007)	환기회수 0.35회/h이상(7.5 L/s.인) 이상의 환기량 확보	-	-	간헐환기 50L/s, 연속환기 12L/s, 개폐 가능창	간헐환기 25 L/s.실 연속환기 10 L/s.실 개폐 가능창	-
일본 (HASS102- 1997)	30m³/h.인 흡연시:130m³/ 담배 1개피	-	-	-	-	-

마. 실내환경 관련 인증체계

- 에너지·물리적 성능중심 친환경 인증체계
 - 실내환경 분야 지침 비교

표 14. 실내환경 관련 인증체계 비교

분류	G-SEED	CASBEE	LEED V4	BREEAM
공기 환경	7.1.1 실내공기오염물질 저 방출 제품의 내용	4.1 발생원 대책	EQp4 라돈 방출 적은 구조 EQc7 화학물질 소량배출 재료 EQc2 오염물질관리	HEA2. 실내 공기질
	7.1.2 자연 통풍 확보 여부	4.2 환기	EAc9 창문	
	7.1.3 단위세대의 환기성능 확보 여부	4.2.3 취입외기에 대한 배려	EAc5 난방, 환기, 공기정화	
			EQp5 공기정화장치	
			EAc7 공기침입	
		4.2.4 급기계획	EQp1 환기량/ EQc1 보강된 환기 장치	
		4.3.1 CO ₂ 감시	EQp2 연소환기/ EQc5 연소환기	
		4.3.2 담배연기 제어	EQp6 담배연기환경관리	
EQc8 담배연기환경금지				
온 열 환 경	7.2.1 각 실별 자동 온도 조절 장치 채택 여부	2.1 실온제어	EQc3 냉각과 난방 시스템 균형	HEA3. 온도 쾌적 (건물디자인/온열 설비조절성능)
		2.2 습도제어	-	
		2.3 공조방식	EAc2 효과적인 온수배분방식	
			EAc11 난방과 냉각 배분방식	
			EAc12 효율적인 가정의 온수장비	
음 환 경	7.3.1 경량 충격음 차단 성능	1.2 차음	-	HEA5. 음향성능
	7.3.2 총량 충격음 차단 성능			POL5. 소음저감
	7.3.3 세대 간 경계 벽의 차음 성능			
	7.3.4 교통소음(도로,철도) 에 대한 실내외 소음도	1.1 소음 1.3 흡음		
	7.3.5 화장실 급배수 소음			
빛 환 경	7.4.1 세대 내 일조 확보율	3.1 주광이용	EAc9 창문	HEA1. 시야의 쾌적
		3.2 글래어 대책	EAc13 조명 EAc14 고효율전기기구	
		3.3 조도		
		3.4 조명제어		
기 타	주택성능 분야는 공동주택 항목에만 해당	4.3 운용관리	EQp3 차고오염 방지 EQc2 보강된 차고오염 방지 EQp7 구획화/EQc2 보강된 구획화 EAc5 HVAC(난방, 환기, 공기정화) 자격증명서	HEA4. 수질 HEA6. 안전과 방법

*녹색건축 인증제도의 공동주택 항목 중 실내환경 분야의 항목을 기반으로 실내환경에 해당하는 항목 이외 일
부 해당사항을 추가하여 작성

(출처: 이진우, 녹색건축 공동주택의 실내환경 설계 가이드라인에 대한 기초연구, 2015)

○ 거주자 만족도 중심의 인증체계

- Living Building Challenge(LBC, 2006)

- 차세대 인증제 중에서 가장 강력한 기준을 제시, 이름이 의미하듯 건물을 살아있는 생명체로서 이해하고, 완전한 친환경이라는 극단의 목표에 도전해 건축과 도시를 변화시키고자 함

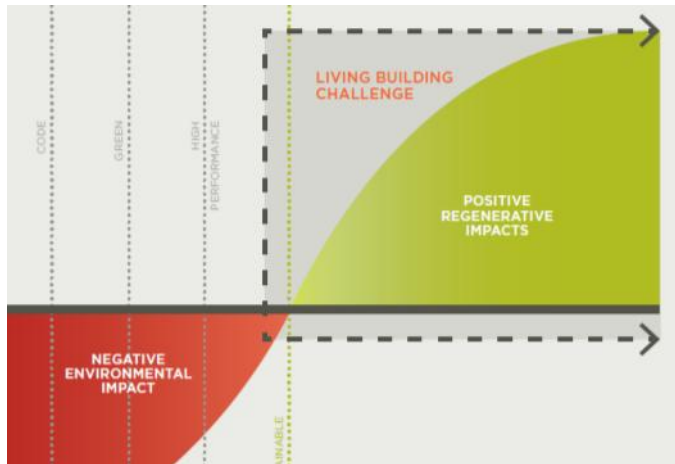


그림 20. Setting the ideal as the indicator of success



그림 21. Logo and inspiration of LBC

- 7개 평가영역, 20개 필수항목으로 구성
- 2단계의 인증단계가 있으며 모든 항목을 만족해야 인증을 받을 수 있음
- 부분인증은 3가지 영역을 충족할 경우 받을 수 있지만 에너지, 물, 재료 중 적어도 1가지를 반드시 충족해야 함

표 15. LBC V3.0 Matrix

PETAL	IMPERATIVE	Preliminary Audit	Final Audit
PLACE	01 Limit to growth	×	
	02 Urban agriculture		×
	03 Habitat exchange	×	
	04 Human powered living	×	
WATER	05 Net positive water		×
ENERGY	06 Net positive energy		×
HEALTH & HAPPINESS	07 Civilized environment	×	
	08 Healthy interior environment		×
	09 Biophilic environment	×	
MATERIALS	10 Red list	×	
	11 Embodied carbon footprint	×	
	12 Responsible industry	×	
	13 Living economy sourcing	×	
	14 Net positive waste		×
EQUITY	15 Human scale + Human places		×
	16 Universal access to nature & Place	×	
	17 Equitable investment		×
	18 Just organizations	×	
BEAUTY	19 Beauty + Spirit		×
	20 Inspiration + Education	×	

- Well Building Standard²⁾

- 건물 거주자의 건강에 초점을 맞춘 최초의 표준체계
- 7개의 카테고리(공기, 물, 양분, 빛, 건강, 편안함, 정신)

Light		Air	
53	Visual lighting design	01	Air quality standards
54	Circadian lighting design	02	Smoking ban
55	Electric light glare control	03	Ventilation effectiveness
56	Solar glare control	04	VOC reduction
57	Low-glare workstation design	05	Air filtration
58	Color quality	06	Microbe and mold control
59	Surface design	07	Construction pollution management
60	Automated shading and dimming controls	08	Healthy entrance
61	Right to light	09	Cleaning protocol
62	Daylight modeling	10	Pesticide management
63	Daylighting fenestration	11	Fundamental material safety
Fitness		12	Moisture management
64	Interior fitness circulation	13	Air flush
65	Activity incentive programs	14	Air infiltration management
66	Structured fitness opportunities	15	Increased ventilation
67	Exterior active design	16	Humidity control
68	Physical activity spaces	17	Direct source ventilation
69	Active transportation support	18	Air quality monitoring and feedback
70	Fitness equipment	19	Operable windows
71	Active furnishings	20	Outdoor air systems
Comfort		21	Displacement ventilation
72	ADA accessible design standards	22	Pest control
73	Ergonomics: visual and physical	23	Advanced air purification
74	Exterior noise intrusion	24	Combustion minimization
75	Internally generated noise	25	Toxic material reduction
76	Thermal comfort	26	Enhanced material safety
77	Olfactory comfort	27	Antimicrobial activity for surfaces
78	Reverberation time	28	Cleanable environment
79	Sound masking	29	Cleaning equipment
80	Sound reducing surfaces	Water	
81	Sound barriers	30	Fundamental water quality
82	Individual thermal control	31	Inorganic contaminants
83	Radiant thermal comfort	32	Organic contaminants
Mind		33	Agricultural contaminants
84	Health and wellness awareness	34	Public water additives
85	Integrative design	35	Periodic water quality testing
86	Post-occupancy surveys	36	Water treatment
87	Beauty and design I	37	Drinking water promotion
88	Biophilia I - qualitative	Nourishment	
89	Adaptable spaces	38	Fruits and vegetables
90	Healthy sleep policy	39	Processed foods
91	Business travel	40	Food allergies
92	Building health policy	41	Hand washing
93	Workplace family support	42	Food contamination
94	Self-monitoring	43	Artificial ingredients
95	Stress and addiction treatment	44	Nutritional information
96	Altruism	45	Food advertising
97	Material transparency	46	Safe food preparation materials
98	Organizational transparency	47	Serving sizes
99	Beauty and design II	48	Special diets
100	Biophilia II - quantitative	49	Responsible food production
101	Innovation feature I	50	Food storage
102	Innovation feature II	51	Food production
		52	Mindful eating

그림 22. WELL Building standard 지표

2) DELOS, WELL BUILDING STANDARD®

- Total Quality Building(TQB certification)
- 2001년 개발된 오스트리아의 종합 품질 평가 방식
- 5개의 평가영역(장소와 생활환경의 쾌적성, 경제적 · 기술적 수준, 에너지와 물, 건강과 편안함, 자원효율성)

표 16. TQB 평가 범주 및 기준

	Category and criteria (German original)	English translation
A	Standort und Ausstattung	Location and amenities
A.1	Infrastruktur	Infrastructure
A.2	Standortsicherheit und Baulandqualität	Security
A.3	Ausstattungsqualität	Amenities
A.4	Barrierefreiheit	Accessibility
B	Wirtschaftlich und technische Qualität	Economical and technical quality
B.1	Wirtschaftlichkeit im Lebenszyklus	Life cycle cost assessment
B.2	Baustellenabwicklung	Construction site management
B.3	Flexibilität und Dauerhaftigkeit	Flexibility and longevity
B.4	Brandschutz	Fire prevention
C	Energie und Versorgung	Energy and water
C.1	Energiebedarf	Energy consumption
C.2	Energieaufbringung	Energy production
C.3	Wasserbedarf und Wasserqualität	Water consumption and water quality
D	Gesundheit und Komfort	Health and comfort
D.1	Thermischer Komfort	Thermal comfort
D.2	Raumluftqualität	Indoor air quality
D.3	Schallschutz	Noise protection
D.4	Tageslicht und Besonnung	Daylight and sun
E	Ressourceneffizienz	Resource efficiency
E.1	Vermeidung kritischer Stoffe	Avoidance of harmful substances
E.2	Regionalität, Recyclinganteil, zertifizierte Produkte	Quality of products (local production, recycling material, certified products)
E.3	Ökoeffizienz des Gesamtgebäudes	Eco-efficiency of the entire building
E.4	Entsorgung	Demolition and disposal

Test version of the TQB Tool

If you are using the test version of the TQB Tool it is not possible to save your files or upload any kind of data to our system. The demo version is only for testing and should give you some impressions how TQB is working.

The assessment categories A, B, C, D and E are weighted with 200 possible credits in each case. Below this assessment categories you will find the second assessment structure, including up to four assessment topics. The definite assessment criteria are on the third level of our structure.

If you want to store your projects and data, then you have to register. The use of our system is free of charge. After successful registration you receive an access to the full version from TQB.



그림 23. 웹 기반의 평가 틀

(출처: <https://www.oegnb.net/en/zertifikat.htm?typ=hs>)



그림 24. 평가결과

바. 국제 환경라벨링 네트워크

- 전 세계 47개국에서 27개 환경라벨링 제도를 시행하고 있으며, EU와 북유럽 5개국은 환경라벨링을 공동으로 운영
- ISO 14024 기준 라벨링 제도 운영



그림 25. 주요국가의 환경마크 ISO 14024(제1유형 환경라벨링) 기반 환경마크제도

(출처 : 환경부, 환경마크제도와 환경마크제품, 2015.06)

- 추가적인 비용 부담에도 불구하고 친환경제품을 구매하겠다는 소비자의 비율은 전체 55%로 2011년 대비 10% 증가(아시아 64%, 북아메리카 42%, 유럽 40%)(닐슨(Nilsen) 보고서, 2014년)
- 2015년 중국의 4대 소비 트렌드는 스마트 소비, 친환경녹색 소비, 온·오프연계 소비, 소비자 참여형 소비로, 급증하는 환경오염과 식품안전에 대한 우려로 친환경 녹색소비 시장 확대 전망(Mintel사 조사, 2014년 11월)

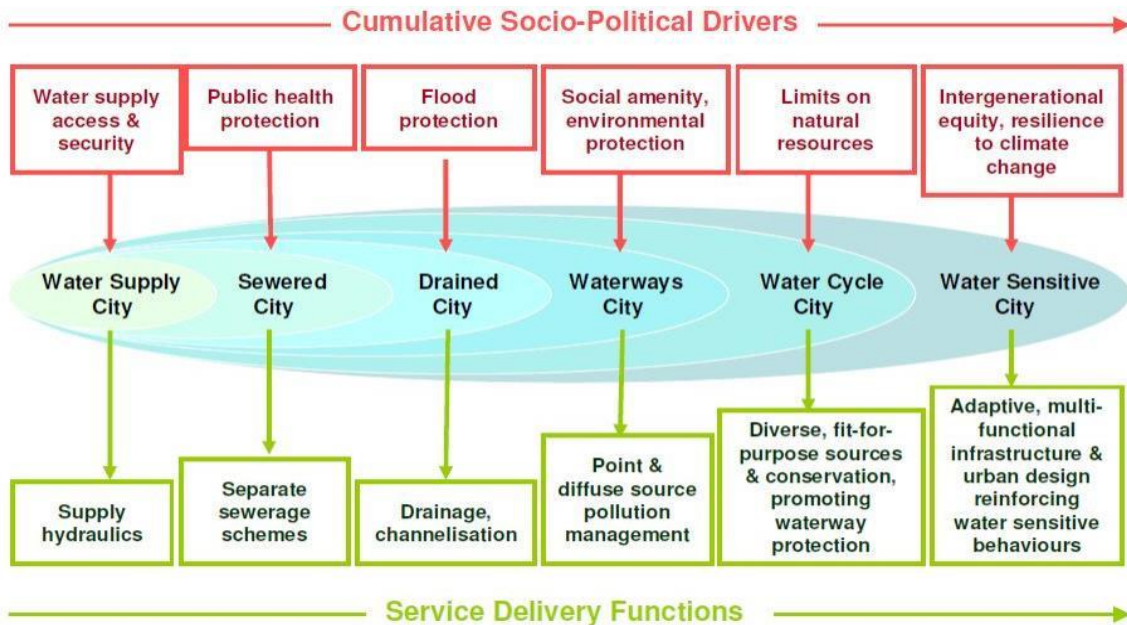
사. 생태네트워크

- EU Framework Programme(이하 FP)은 유럽연합 국가 간 공동연구프로그램으로 전 세계적으로 가장 규모가 크고 다양한 국가와 연구기관이 참여하는 국제공동연구

표 17. EU FP(Framework Programme)

시 기	특 징
1차 (1984-1987)	- 기존 개별 프로그램을 통합 - 정보통신기술, 재료기술 등 분야 한정
2차 (1987-1991)	- 단일시장 실현 강화를 위한 프로그램 기획 - 에너지, 환경, 농업 등으로 분야 확대 (10개 분야)
3차 (1991-1994)	- 정보통신기술에 대한 꾸준한 지원 확대 - 인력개발 및 교류에 대한 급격한 예산 확대
4차 (1994-1998)	- 인문사회과학 분야 신설 - 국제협력 및 연구성과 활용 및 확산부분 신설
5차 (1998-2002)	- 유럽의 사회경제적 당면과제 해결 노력 - 성과활용, 중소기업지원 등 수평적 프로그램 도입
6차 (2002-2006)	- 소규모 프로젝트 보다는 컨소시엄형태의 대형 프로젝트 위주로 진행 - 기반조성, 협력강화를 위한 사업성 프로그램 강화
7차 (2007-2013)	- 유럽사회에 고부가가치를 창출할 수 있는 분야에 연구재원 집중 - 신규 지원방식 및 분산형 행정절차를 통한 의사결정 간소화

○ 해외 물 관리 패러다임의 변화



출처: Rebekah Brown, Nina Keath and Tony Wong, Transitioning to Water Sensitive Cities: Historical, Current and Future Transition States, International conference on urban drainage, Edinburgh, Scotland, UK 2008

표 18. 독일, 일본, 미국의 빗물관리 특징 비교 - 개발사업, 공동주택단지 중심으로

항 목	독 일	일 본	미 국
기본여건	• 빗물활용 통한 지하수보전 도모 • 홍수 및 가뭄 대비한 자연물순환 중심의 환경친화적 빗물관리	• 도심지역 빗물이용 및 우수유출저감 목적 • 정부주도 계획 자원책민도입 확대	• 우수절감 및 유출저감 목적 • 자연계 물순환 복원을 위한 분산식 빗물관리 선두 • 지역중심의 광역 계획수립
규제 및 기준 지침	• DIN1989-1:2001-10 빗물이용지침 • ATV guideline A138 빗물침투지침 • ATV DWWK A117 홍수저류지침	• 단독주택 빗물 저장·침투시설 지침 • 스미다구 빗물이용 설치 지침	• LEED(Leadership in Energy and Environmental Design certification) • Seattle's Natural Drainage Systems • Green Infrastructure for Los Angeles
관련 법령	• [건설기본법] 도시개발시 빗물관리 의무화 법적근거 마련 • [연방자연보호법] 균형 및 보상조치 • [지구단위계획] 투수면 기준	• [택지개발요강] 개발지 빗물유출 억제 • [환경공생모형화 도시 제도]	• [Energy Independence and Security Act] Section 438, 연방정부 개발 프로젝트에 호우관리 규정 엄격하게 적용 • Green Infrastructure(GI) 센터
경제적 지원제도	• 분리하수세(우수세) 도입 • 보조금 및 지원제도	• 빗물저류·이용시설 위한 세제특례조치 • 도시빗물재활용비 정부사업 용자제도 • 빗물대책주택 용자금 대출 및 할증, 보조금 지원제도	• Stormwater Utility Fee system • Nutrient Credit Trading 계획 수립(EPA)

(출처 : 이태구(2009), 현경학(2011), 구자용외(2008), 주택정비사업에서의 빗물관리 의무화 타당성 연구, 서울특별시, 2012)

○ 일본

- 빗물이용시설의 보급, 활성화를 위한 정책을 적극적으로 추진
- 다양한 빗물관리 설치보조 및 지원금 제도를 시행하여 민간에서 적극적으로 동참하도록 유도
- 도시환경 시책이나 주택·택지 환경 관련정책, 하수도 관련 시책 등을 통해 사업마다 보조대상을 설정하고 보조금 지급, 세제특례조치, 저리의 사업비 융자제도 등을 시행하고 있으며, 국가에서 실시하는 정책 이외에 지방자치단체마다 별도로 상세 조례를 수립하여 시행
- 빗물이용시설과 침투시설 설치 이외에 옥상녹화·벽면녹화 및 대지 내 녹화에 대해서도 비용을 융자하거나 세금 감면, 보조금등을 지급
- 물순환 기본법³⁾: 물순환형 사회를 형성하고 나아가 건전한 물순환을 유지·회복시켜 국민의 삶의 질을 향상시키기 위해 제정
 - 물순환형 사회를 형성하기 위한 5가지 기본이념 제시(물의 공공성, 국민의 책무와 권리, 유역관리, 지속가능한 물관리, 국제적 협력)
 - (제13조) 5년마다 물순환기본계획 수립 및 갱신에 대한 요구
 - 중앙정부와 지방 및 공공단체가 추진하여야 할 시책 제시
 - 물순환정책본부를 신설함으로써 물과 관련된 행정조직체계 마련
- 2012 물순환 도시포럼: 일본 - 특정 도시하천 침수피해 대책 특별법
 - 도시 하천 유역에서 침수피해 방지가 곤란한 지역을 특정도시하천 및 특정도시하천유역으로 지정하고, 종합적인 유역수해방지대책을 추진

3) 일본의 「물순환기본법」 제정의 의미와 시사점, 이슈와논점 제10호 2014.09.29 국회입법조사처, , 고현욱

○ 독일

표 19. 독일의 물관리 관련규정 및 내용

관련규정	주요내용
투수면 확보 관련 규정	- 건폐율 및 외부공간 불투수포장 면적 규제 - 장기간 사용하지 않은 포장면 제거(건설기본법 제179조 제1항의 2): 토양의 자연능력을 유지, 재생 및 건설기본법 “제9조 제1항의 20”의 자연경관 보전 및 보호를 위한 내용과 연계
빗물침투 및 저류 관련 규정	- 개발로 인한 자연훼손행위에 대해 보상조치 규정: 연방자연보호법 19조에 근거한 “균형 및 보상조치”는 공간계획법상에 적용 - 주거나 업무지역의 신축 시 ‘건설기본법 1a조 3항’에 의하여 개발에 의해 훼손된 자연을 보상하기 위한 조치의 하나로 빗물침투 및 저류시설을 조성 - 지구단위계획상에 건설계획법상의 침투규정: 보상조치를 하도록 규정
분산식 빗물관련 지침 및 설계기준	- 빗물이용시설 관련규정 “DIN 1989-1”: 빗물이용시설에 대한 계획, 시공, 운영, 유지관리 등의 내용 - 빗물침투시설 관련 지침 “ATV guideline A 138”:독일 물·하수·폐기물협회(DWA, Deutsche Vereinigung fuer Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V)에서 발행
분리하수세	- 세금과 같은 경제적 조치를 이용해 분산식 빗물관리를 간접적으로 유도하는 제도로 우수세(getrennte Abwassergebuehren) 도입 - 하수와 빗물에 각각 세금을 부과하는 개념으로서, 기존의 하수세를 오수세(Schmutzwasserentsorgung)와 우수세(regenwasserentsorgung)로 분리, 우수세는 건축면적과 포장면적 등 불투수면적에 의해 계산

(출처: 이태구 외, 기후변화 대응형 도시빗물관리시스템에 관한 연구, 2014)

- 도시계획, 개발사업 등 도시 공간계획 시에 환경계획을 고려할 것을 법제화해 지구단위계획 등에서 빗물관리를 위한 설계원칙을 명시
- 원인자 부담원칙에 따른 분리하수세 도입: 기존의 하수세를 오수세와 우수세로 분리하고 불투수면적에 따라서 우수세 부과(유출량 감소에 대한 부분을 하수세 감면으로 직결시킴으로써 시민들의 빗물관리에 대한 이해와 참여 유도)⁴⁾
- LID 도입 시 우수/빗물 배출요금 감소 또는 없음
- 2000년부터 베를린 등 10여 개 도시 시행
- 음용수법을 통해 빗물 재이용을 적극적으로 추진⁵⁾
- 음용수법(Drinking Water Act) 내에서 빗물을 상수용 용수로 사용하기 위한 관련 내용을 규정
- Guideline for the planning, execution and care of roof planting(National natural conservation law)을 통해 지붕 녹화의 계획과 수행 관리에 관한 지침을 제정

4) 주택정비사업에서의 빗물관리 의무화 타당성 연구, 서울특별시, 2012

5) 국토교통 R&D 동향조사 - 수자원분야(2015), 국토교통과학기술진흥원

○ 미국

- 2009년 10월 5일 오바마 대통령은 행정부 지시(Executive Order 13514, Section14)를 통해, 465m² 이상 규모인 연방시설물을 개발이나 재개발할 경우 강우 유출수의 수온, 용량, 유출률과 유출기간 등이 개발 전 수준의 수문학적 특성을 갖도록 유지하거나 복원하는 계획, 설계, 시공 및 유지관리 지침(빗물 관리 지침, Stormwater Guidance)을 60일 이내에 작성하도록 미국환경청(EPA, Environmental Protection Agency)에 요구함
- 미국환경청은 2009년 12월에 빗물관리 목표량 산정 기술 및 녹지기반시설(Green Infrastructure)/저영향개발(LID) 기반시설을 중심으로 빗물관리 지침을 작성해 비가 내리는 대상 지역에서 ①침투와 함양, ②증발산, ③빗물이용을 적용하여 개발 전 수준의 수문학적 특성을 유지하거나 복원하도록 제시⁶⁾
- 연방정부 차원에서 개발사업에 호우관리 규정을 엄격히 적용할 것을 명시하고 있으며, 주별로 지역차원의 분산식 빗물관리 위한 지침을 수립해 권장함⁷⁾

○ New York, 그린인프라 정책

- 2030년까지 10% 불투수면에서 발생하는 강수량 25mm 그린인프라 시설로 제어
- 2015년(1.5%), 2020년(2.5%), 2035년(3.0%), 2030년(3.0%)
- 그린인프라 융복합 시설 적용 계획
 - 그린거리 재조성(3% 제어): 수목여과, 식생수로, 투수블록 등
 - 신축 및 개축(3% 제어): 침투, 옥상녹화, 지하저류 또는 기타 발생원관리
 - 기존 학교, 거주지, 기타 개발(3% 제어): 저류, 투수포장, 빗물정원 등
 - 오픈스페이스, 수변공간 등에서 제어(1% 제어)
- 24억 달러 투자, 15억 달러 절감 효과

○ LID 컨퍼런스(새로운 산업으로, 해결사로 자리매김)

- LID 워크숍 LID 101: Basic Concepts and Applications
- LID 201: Design Guidelines for LID Practices

○ 그린인프라센터 설립 법안

- 2010년 수질오염방지법 시행을 위한 그린인프라 센터 설립 법안 상정
- 그린인프라는 자연의 물순환 체계를 보전, 복원, 개선 또는 모방하는 모든 빗물관리 기술을 의미함
- 그린인프라의 편익: 물공급 증가, 일자리 창출, 강우유출/지표수유출/오염 강우유출 감소
- 주요 조항: 미국 내 3~5개의 그린인프라 센터 설립, 미국 환경청 재원 조달, 그린인프라 확대

6) 수자원 에너지 기반의 물순환 기술기획 보고서, 국토해양부, 2011

7) 주택정비사업에서의 빗물관리 의무화 타당성 연구, 서울특별시, 2012

○ 영국

- 국토·도시계획 및 개발 과정에서 투수성 포장, 생태수로, 생태저류지, 연못 및 습지, 침투트렌치, 관거 등을 계획하고 지속가능한 도시 배수체계 건설을 추진
- 홍수방어 최상위계획 정책지침인 PPS25에서 지속가능한 도시배수체계를 구축 하도록 명시⁸⁾

○ 외국의 빗물이용시설설치에 대한 경제적 지원 사례

표 20. 외국의 빗물이용시설설치에 대한 경제적 지원 사례

(출처: 빗물수집 및 활용기술에 관한 연구, 2004, 환경기술개발사업 연구보고서(환경부))

지원형태	시행국	지 원 내 용	근 거
세금감면	일본	잡용수 이용을 행하기 위한 시설을 설치한 경우, 배수처리시설은 16%, 배수처리시설과 동시에 설치된 우수저류조는 12%의 소득세, 법인세의 특별상각을 인정	우수저류·이용침투 시설정비 촉진세제 (제11조, 제43조)
		대도시 지역 등에 있어서 200㎡ 이상의 우수를 저류하여 이용 또는 침투시키는 건축물 등의 설치 시 소득세·법인세에서 5년간, 1할 증가의 할증 상각을 인정	우수저류·이용침투 시설정비 촉진세제 (제14조, 제47조)
용자형태	일본	주택금융공고 등이 정책용자기술기준에 있는 건설을 목적으로 하는 용자에 대해 자연조건 등 대응형은 100만엔 ~ 400만엔/호, 거주환경정비형은 200만엔/호의 용자액 가산을 시행	주택마스터플랜
		일본 정책 투자은행에서 수자원의 유효활용과 우수의 유출억제, 오타부하의 저감을 꾀하는 건축물의 정비사업을 대상으로 용자(용자비율 50%)	에코빌 정비사업
상하수 요금 감면	독일	하수도 비용을 하수량과 빗물 유출량으로 분리함으로써 빗물을 사용했을 경우 빗물 유출량에 대한 비용을 감소시킬 수 있도록 규정	
정부주도 시설물 설치	중국	간수성 정부는 빗물 모을 수 있는 장소 1개, 저장조 2개 만들어주고 농작물 경작할 토지 1곳 제공	빗물모으기 프로젝트 121
	태국	재정적 운영과 건설에 해당 마을 사람 포함하고, 교육·기술·조사·행정비용 정부가 지원(기술적인 지원 제공하고 빗물향아리 제작방법 가르쳐주거나 충분한 노동력이 없는 마을의 경우 차관기금을 이용해 향아리를 구입할 수 있도록 원조)	Jar program
부수입 권장 형태	필리핀	카피즈 지방에서 저장조 시설비용과 영농비용으로 미화 200달러정도의 자금 대출, 저장조 건설비용, 돼지의 구입과 사육 같은 부수입 활동에 각각 미화 약 25달러의 혜택 부여, 성숙된 돼지는 대출금 상황에 충분한 마리 당 미화 90달러 수익획득. 3년에 걸쳐 반환	
직접적 보조금 지원	대만	스테인레스강, 철강 콘크리트, 강화벽돌 자재는 1000NT \$(대만달러)/개·톤의 보조금 지원	빗물저장시설 추진계획 집행요점
	일본	빗물 저장조 시스템(5개 도시), 빗물침투설비(11개 도시), 정화조를 빗물 저장조(7개도시)로 전환시켜 사용하는 시스템의 세 분야에 대해 개당 또는 일정 부피당 지역별로 다른 보조금 지급	예) Kawagoa시는 저수조1개19,000엔, 2개: 38,000엔 설치비 지원
	독일	물공급이 과도한 지역은 빗물이용 장치에 보조금을 지원하지 않으나 공급할 수 있는 수량의 상한선에 도달한 지역(Saarland, Schleswig - Holsterin, Northrhine-Westfalia, Bremen 등)은 빗물이용 장치를 설치하는 데 보조금 지원	
		베를린 생태도시계획국과 건물 주거생활 및 교통행정국으로부터 50%, 그밖에 50%는 베를린 공공주택회사“GSW”의 소유주들 지원	베를린 계획
	미국	중수도 또는 두 가지의 혼합된 형태의 사용에 대해 50%(최대 \$3000)의 정부보조금 지원	California Water Conservation Tax Law
		텍사스주 오스틴은 빗물집수시스템의 설치 비용 중 30%(한도 \$500) 보조	

8) 국토교통 R&D 동향조사 - 수자원분야(2015), 국토교통과학기술진흥원

아. 영국의 친환경 주택정책 및 지원시스템



그림 26. 영국의 Code for Sustainable Homes

(출처 : www.communities.gov.uk)

- 영국의 Home Quality Mark-정보제공, 의사결정, 공급망, 평가등급준비자료 제공 지식 플랫폼(5단계 star마킹 시스템)
(2015 서비스 론칭 <<http://www.homequalitymark.com/standard>>)
- 주택개발업자, 주택건설빌더, 소유자의 의사결정 지원 혁신시스템

BREEAM Assessors/in-Use Auditors
Home Quality Mark (HQM)

Results 1 - 10 of 57

Results per page: 10 | Go >

Company	Scheme	Assessor/Auditor	Town/Postcode/ Country	BRE	Multiple Addresses	More...
Abitar	Home Quality Mark (HQM)	Mr Ian Preston (Abitar)	London, EC2 8PA, United Kingdom	BRE Global	-	more...
AECOM Infrastructure & Environment UK Limited	Home Quality Mark (HQM)	Mr Ben Spence, Mr Simon Sullivan, Mr Tom Sheehane, Mr Gill Smith	Basingstoke, RG24 7PP, United Kingdom	BRE Global	Yes	more...
AECOM Ltd	Home Quality Mark (HQM)	Mr Richard Bellett, Mr William Leech	London, WC1V 6QS, United Kingdom	BRE Global	Yes	more...
Bernard Taylor Partnership Ltd	Home Quality Mark (HQM)	Mr Manuel Atkinson, Mrs Victoria Saunders	Stockport, SK4 3BS, United Kingdom	BRE Global	-	more...
Bespoke Builder Services Ltd	Home Quality Mark (HQM)	Mr Andrew Mitchell	Tunbridge Wells, TN3 8LA, United Kingdom	BRE Global	-	more...

HQM assessment issues

Section	Issue	Available Credits
Our Surroundings	Transport and Movement	16
	Accessible Public Transport	15
	Alternative Sustainable Transport Options	19
	Local Amenities	30
	Outdoors	20
	Ecology	18
	Recreational Space	16
	Safety and Resilience	10
	Flood Risk	12
	Managing the Impact of Rainfall	10
My Home	Comfort	10
	Indoor Pollutants	16
	Daylight	4
	Internal and External Noise	8
	Sound Insulation	20
	Temperature	12
	Ventilation	62
	Energy and Cost	10
	Energy Forecast and Cost	11
	Decentralised Energy	31
Knowledge Sharing	Materials	10
	Responsible Sourcing of Construction Products	31
	Environmental Impact from Construction Products	18
	Life Cycle Costing of Materials	10
	Durability of Construction Products	3
	Space	10
	Drying Space	10
	Access and Space	10
	Recyclable Waste	10
	Water	10
User Experience	Water Efficiency	10
	Home Delivery	10
	Commissioning and Performance	10
	Quality Improvement	4
	Considerate Construction	5
	Construction Energy Use	5
	Construction Water Use	15
	Site Waste	10
	Aftercare (Mandatory Criteria)	5
	Home Information	7
Future Learning	Smart Homes	9
	Post Occupancy Evaluation	

그림 27. 평가사는 기존의 BRE 그린정보사이트 green booklive에서 Breeam 평가사 검색가능 (고객, 개발자가 직접 평가사 접촉)

Contents

Our surroundings	11	Knowledge Sharing	143
Transport and Movement	12	Home Delivery	144
01 Accessible Public Transport	12	26 Commissioning and Performance	144
02 Alternative Sustainable Transport Options	16	27 Quality Improvement	149
03 Local Amenities	20	28 Considerate Construction	154
Outdoors	23	29 Construction Energy Use	157
04 Ecology	23	30 Construction Water Use	163
05 Recreational Space	30	31 Site Waste	167
Safety and Resilience	36	User Experience	174
06 Flood Risk	36	32 Aftercare	174
07 Managing the Impact of Rainfall	42	33 Home Information	178
08 Security	49	34 Smart Homes	184
My Home	53	Future Learning	187
Comfort	54	35 Post Occupancy Evaluation	187
09 Indoor Pollutants	54	Appendices	193
10 Daylight	60		
11 Internal and External Noise	65		
12 Sound Insulation	71		
13 Temperature	76		
14 Ventilation	81		
Energy and cost	85		
15 Energy Forecast and Cost	85		
16 Decentralised Energy	95		
17 Impact on Local Air Quality	100		
Materials	106		
18 Responsible sourcing of Construction Products	106		
19 Environmental Impact from Construction Products	114		
20 Life Cycle Costing of Construction Products	123		
21 Durability of Construction Products	126		
Space	130		
22 Drying Space	130		
23 Access and Space	133		
24 Recyclable Waste	136		
Water	139		
25 Water Efficiency	139		

그림 28. HQM 베타버전



그림 29. 홍보활동

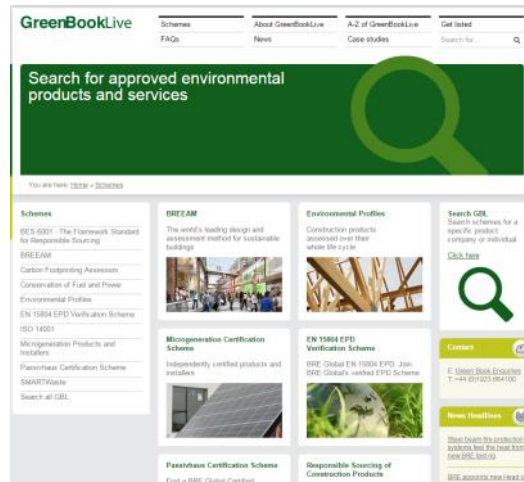


그림 30. 그린북 DB

- 생태건축 확대정책 핵심은 개발자(고객)와 빌더의 효율적인 의사결정을 지원 시스템이 요구
- 생태건축 단지의 성능 및 건설과정평가, 건물 사용성 평가가 포함
- 단계별 기술성능 점수 및 최종 등급부여 시 단순화된 등급체계 제시
- 공인된 외부 평가사들의 지원체계 요구
- 부족한 평가인력의 교육+양성 문제 해결방안

☞ 시사점

- 여러 국가에서 녹색산업 육성에 기반을 둔 경제전략 수립, 추진하고 있으며 관련 기술개발을 집중 지원함
- 해외의 국가별 경쟁력을 비교하는 척도가 경제수준에서 국민 삶의 질 수준으로 변화되고 있는 추세임
- 현행 국내 에너지 중심 전략에서 거주자 만족도 중심의 Well-Being 전략으로 전환 필요
 - 단순 오염물질 저방출 자재 사용과 최소 환기수준에서 건축물의 실내환경 쾌적성의 극대화를 위한 기준으로 발전된 변화 필요
 - 전 세계적으로 환경오염에 대한 심각성에 따른 친환경 건축의 강력한 인증 체계 개발 및 시행
- 생태네트워크
 - 각종 정책 및 도시계획 지침 등에서 도시계획지침 등에서 물순환에 대해 언급하고 있으며, 빗물이용시설 및 저영향개발에 대한 지침을 제시함으로써 물순환을 통한 빗물관리를 유도
 - 각종 공간계획법 및 관련 지침에서 물 순환이라는 주요 원칙은 제시됐으나 이를 실천할 만한 구체적인 계획체계 부재
 - 물 순환을 구체적으로 유도 할 수 있는 환경지표 및 계획기준 부재
 - 관련계획을 수립하고 평가하는데 참고로 할 수 있는 환경정보가 미흡하여 구체적인 계획이 이루어지지 않음
 - 해외에서는 도시계획 단계에서 물순환 관리를 고려, 발생원에서 선제적인 도시 물관리 시행
 - 친환경 개발의 익명성과 획일성을 극복하고 지역과 장소의 역사문화적 맥락과 거주자의 사회문화적 특성에 부합하는 정체성 있는 거주환경 조성의 방법론과 기법 개발 필요성

2절. 국내외 시장현황 및 전망

1. 국내 시장현황

가. 친환경건축인증 시장의 확대

○ 친환경건축인증 시장

		지역별																	합계
		서울	부산	대구	울산	인천	대전	광주	경기	강원	충북	충남	세종	경북	경남	전북	전남	제주	
본인증	공동주택	130	8	7	5	31	15	19	198	3	6	8		5	6	4	2	2	449
	복합	22	3	1	1	4	2		5	1	2			1		2	1		45
	업무용	84		9	2	10	12	6	55	2	5	10	3	4	7	3	4	2	218
	학교시설	63	30	25	18	40	18	22	288	8	16	24	13	27	44	28	18	3	685
	판매시설	5	1	1			1		2	1	1				2				14
	숙박시설	6								3			1	1	1				12
	소형주택					1													1
	기존공동																		0
	기존업무	3																	3
	그밖건축	21	1	5	1	9	4	3	11	5	3	1	2	4	3	4	1	2	80
소 계		335	43	48	28	95	53	50	559	23	33	43	21	42	64	41	27	9	1514

그림 31. 녹색건축물 인증 현황

(출처 : '15년 기준, 녹색건축물인증 통합 시스템)

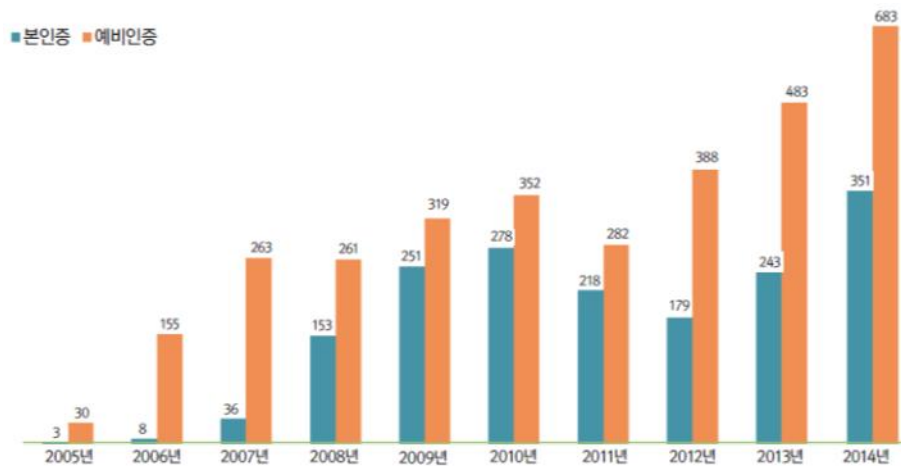


그림 32. 연도별 G-SEED 인증실적 추이(2005년~2014년)

- 2012년 친환경건축인증제도와 주택성능등급인증제를 통합해 녹색건축인증제도 통합 시행
- 15년 현재 전국 총 1,514개 건물인증을 받았으며, 학교시설(%), 공동주택(%), 업무용건물(%) 순으로 인증
- 학교시설의 경우 공립학교(연면적 3,000㎡ 이상 신축 및 증개축) 녹색건축인증 의무화의 영향으로 가장 높은 인증비율을 보이고 있으며, 공동주택은 분양가 상한제 가산비 추가(2007년 시행) 및 건축기준 인센티브가 주 영향으로 분석됨

구분		건축물 에너지효율등급 인증					
		1등급			2등급		
		건축기준 완화	취득세 경감 (2015.12.31까지)	재산세 경감 (인증후 5년간)	건축기준 완화	취득세 경감 (2015.12.31까지)	재산세 경감 (인증후 5년간)
녹색건축 인증	최우수 (그린1)	12% 이하	15%	15%	8% 이하	10%	10%
	우수 (그린2)	8% 이하	10%	10%	4% 이하	5%	3%

※ 녹색건축 인증 최우수(그린1) 등급을 취득하거나, 건축물 에너지효율등급 인증 1등급을 취득한 경우 재산세 3% 경감 가능

그림 33. 녹색건축인증 건축물 에너지효율등급 인증건축기준 완화 기준

점수	가산비율	비고
103점 이상(총점수의 60%)	4%	가산비를 신청하거나, 1,000세대 이상의 공동주택을 건설하는 경우, 입주자모집 공고시 주택성능등급을 표시하려는 경우 녹색건축 인증 의무신청
96점 이상(총점수의 56%)	3%	
91점 이상(총점수의 53%)	2%	
86점 이상(총점수의 50%)	1%	

그림 34. 녹색건축인증 공동주택 분양가 상한 가산비율 기준

- 녹색건축인증 아파트들이 건설된 은평뉴타운과 판교신도시 거주자의 43.2%가 녹색건축 인증 제도를 알고 있다고 응답하여 녹색건축에 대한 일반인들의 인식 확대 필요

○ 친환경건축 시범 건축물 증대

- 대림산업 3리터하우스, 삼성건설 그린투머로우, 코오롱, 서울시, 국립환경과학원

나. 고성능 외피제품 기술개발 확대 및 매출 증대

- 2015년 현재 현재 한국 단열재 시장은 4600억원 규모로, 2016년 7000억원으로 성장할 전망
- 특히 고성능 단열재 비중이 11%에서 30%로 성장할 것으로 보임
- 고부가가치인 무기질 단열재가 시장을 재편 중으로 현재 평균 단열재 평균 판매 단가(ASP)는 2010년 대비 21.6% 상승 (리모델링·친환경... 새 먹거리 ‘심봤다’, 비즈니스 포커스, 2013년 09월)
- 창호의 경우 에너지소비효율 등급제도 도입 등으로 고단열, 고기밀 창호에 대한 다양한 기술 개발과 수요 증가

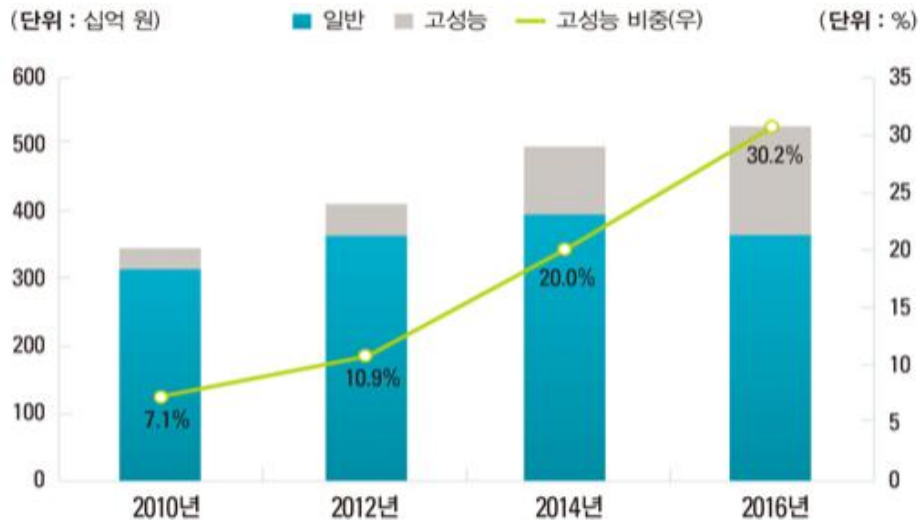


그림 35. 한국 주거 단열재 시장 전망 - 고성능 비중 증가

(출처 : LG 하우스시스)

다. 주택 에너지 소비 지속 증가

- 주택에서 1인당 에너지 소비량은 증가, 1인당 에너지 소비량은 연 0.6%, 1인당 전력소비량은 5.9%로 전력소비가 매우 높게 증가하고 있음
- 개별 주택에서 사용하는 에너지의 용도별 소비구조가 난방 비중이 줄고 냉방, 온수, 취사 조명 등의 사용량이 지속적으로 증가(온난화의 영향으로 냉방용 에너지 사용량이 연평균 14.1%로 증가하고 전기기기 사용량도 6.3% 증가)
- 국내 기후 특성상 유럽에 비해 난방 및 냉방을 동시에 절감 필요

(단위: 천TOE, %)

구분	1990	1995	2000	2005	2008	연평균 증감(%)
난방	11,127	11,704	11,531	10,628	9,350	-1.0
	(66.4)	(59.9)	(53.9)	(47.1)	(44.2)	
냉방	40	90	231	348	425	14.1
	(0.2)	(0.5)	(1.1)	(1.5)	(2.0)	
온수	2,782	3,901	4,942	5,723	5,034	3.4
	(16.6)	(20.0)	(23.1)	(25.4)	(23.8)	
취사	1,333	1,513	1,737	1,819	1,911	2.0
	(8.0)	(7.7)	(8.1)	(8.1)	(9.0)	
조명	132	165	232	317	365	5.8
	(0.8)	(0.8)	(1.1)	(1.4)	(1.7)	
전기기기	1,354	2,179	2,728	3,711	4,045	6.3
	(8.1)	(11.1)	(12.7)	(16.5)	(19.1)	
합계	16,767	19,553	21,401	22,545	21,130	1.3
	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	

자료 : 이승연, 2014

라. 친환경건축 효용 및 편익 관련 관심 증대

- 친환경건축물인증 대상 아파트 평균 이산화탄소 배출량이 1992년 준공 아파트에 비해 오히려 많은 통계 결과(단면적 1㎡당 1.7kg: 2.39kg, 친환경 아파트의 진실, 건설경제, 2011.02.07)
- 녹색건물의 비용 요소를 체계적으로 규명하고, 이를 토대로 녹색 건설 비용 및 편익 정보의 DB를 구축한 후 친환경 성능 평가와 연계해 편익에 따른 기준 정립 및 피드백 체계 수립 필요(김원태 외 2인, 해외사례 조사를 통한 녹색건설 비용 및 편익 정보 체계의 개선 방향, 한국건설 관리학회 논문집, 2013.09)
- 친환경건축물의 편익을 건축기준 완화로 인한 임대 및 분양면적 증대로 규정하고 분석, 우수 2등급 대비 수익/비용 비율은 우수 1등급, 최우수 1등급, 최우수 2등급 순으로 분석(신성준 외 2명, 공동주택사업의 녹색건축물인증 인센티브에 따른 비용·수익 분석, 대한건축학회연합논문집, 2014.12)

구분	우수-2등급	우수-1등급	최우수-2등급	최우수-1등급
건축	998,903	1,093,235	1,162,301	1,256,631
토목	667,542	667,542	2,002,627	2,002,627
전기	124,940	679,166	312,350	866,576
합계	1,791,385	2,439,943	3,477,278	4,125,836

그림 36. 인증등급 및 공종별 추가공사비 (단위 : 천원)

구분		우수-2등급	우수-1등급	최우수-2등급	최우수-1등급
비용	직접공사비	14,223,040	27,355,138	28,475,460	41,700,936
	간접공사비	1,590,335	3,058,687	3,183,955	4,662,748
	소계	15,813,375	30,413,825	31,659,415	46,363,684
수익	추가 분양수익	15,904,344	31,808,689	31,808,689	47,713,034
우수-2등급 대비 각안의 비용(A)		0	14,600,450	15,846,040	30,550,309
우수-2등급 대비 각안의 수익(B)		0	15,904,345	15,904,345	31,808,690
손익(C)=B-A		0	▲1,303,895	▲58,305	▲1,258,381
수익/비용(D) =B/A		1.000	1.089	1.004	1.041

그림 37. 녹색건축 인증등급별 비용·수익 (단위 : 천원)

- 고효율자재 사용-에너지소비 감소-유지관리비 감소-소비자만족도 증대- 분양률 증대 순의 투자자-소비자 의사결정 모델 수립 분석⁹⁾

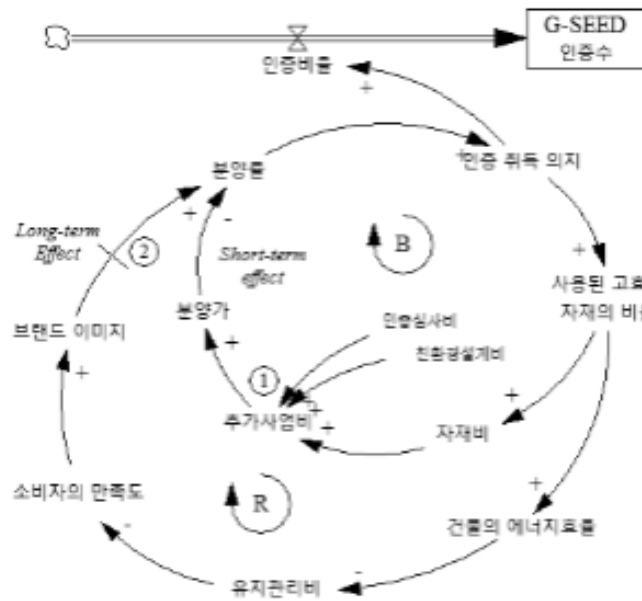


그림 38. 이해당사자의 의사결정 인과지도

마. 녹색건축 기술의 적용성 평가 대두

- 녹색건축의 기술적용에 따른 효과 뿐 아니라 기술들의 기술적 적용성, 시장규모, 소비자 사용성 등의 실제 적용에 리스크 분석 대두(전명화, 녹색건축물의 녹색기술 적용성 평가 연구, 대한건축학회 추계학술발표대회논문집, 12.10)

구분	내용
리스크	기술 검증사례 부족으로 기술의 신뢰성 부족 시공기술의 부족 경험있는 전문인력의 부족
	시장 제품화되지 않은 기술 기술의 국산화가 되지 않아 수입이 불가피한 경우 시장 규모가 작아 제품이 다양하지 않은 경우
	소비자 사용 소비자 인식이 부족한 경우 사용자 운전 미숙으로 성능 달성이 어려운 경우 소비자가 사용에 불편을 느끼는 경우
	정책 법적인 문제해결이 필요한 경우 (환경부하 규제, 인센티브, 에너지 공급정책 등)
특화 효과	에너지 에너지 성능 향상에 필요한 정도
	사업화 특화된 기술로서 실증적 검증이 필요한 정도
	홍보 건물 디자인 및 홍보효과를 갖는 기술로서 필요한 정도

그림 39. 녹색건축 리스크 분석 항목

9) 김정화 외 3인, 녹색건축인증제도 비활성화의 원인 분석, 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, 2014.11

바. 대형-중소업체 저에너지 건축 기술 격차

- 대형업체에서는 저에너지 친환경 주택을 위한 기술을 반영하고 있다고 응답한 비율이 68.8%였으나, 중소형업체의 경우 44.1%에 그치고 있으며, 대형업체의 경우 정부의 2025년 제로에너지 주택 정책 목표에 맞추어 자체적으로 계획을 수립하고 있거나 수립하여 추진 중이라고 응답한 비율이 56.3%로 나타났으나, 중소형업체의 경우 5.9%에 불과¹⁰⁾

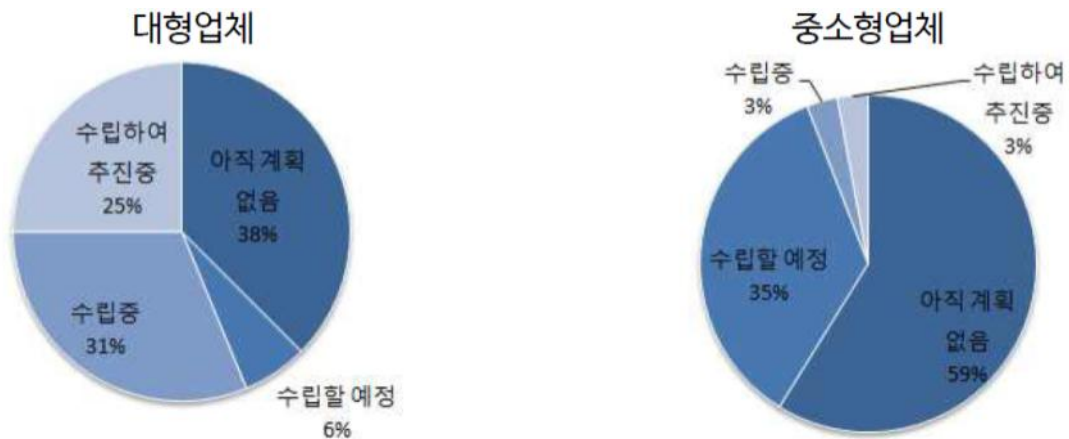


그림 40. 대형, 중소 건설사 제로에너지 주택 정책목표를 위한 계획 수립여부 비교

(출처 : 김태섭, 저에너지 주택공급 활성화를 위한 제도개선 방안, 주택산업연구원, 2015, p. 67)

사. 건강한 실내 환경에 대한 수요 증가

- 현대 도시인은 일상의 90% 정도를 실내공간에서 생활하고 있으며, 웰빙과 실내 환경 쾌적성에 대한 관심의 증대로 인해 건강한 실내 환경을 구성하려는 요구가 증대하고 있음
- 환경부의 2007년 신축 공동주택 실내공기질 측정·공고 제도 모니터링을 위한 설문조사¹⁾ 결과에 의하면, 입주민의 93.5%가 실내공기질을 매우 중요하게 생각하며, 42.9%의 응답자는 실내공기질 개선을 위해 10~50만원을 투자할 의향이 있다고 조사되었음
 - 따라서 주거공간에서 실내공기질의 개선은 최우선적으로 해결해야 할 문제점 중 하나로 대두됨(환경부, 2006~2007)
- 현대인의 실내생활의 질 향상을 위해 주거환경에서 소음·진동, 결로, 누수·방수, 공기질과 같이 주거환경에 밀착된 항목들의 성능을 향상시키기 위한 생활밀착형 주거성능향상과 관련된 연구가 진행 중에 있으며, 건강한 실내 환경에 대한 수요는 지속적인 증가추세에 있는 것으로 판단됨

10) 김태섭, 저에너지 주택공급 활성화를 위한 제도개선 방안, 주택산업연구원, 2015

아. 건물의 고단열·고기밀화에 따른 문제점 발생

- 전 세계적인 지구온난화 문제로 정부도 에너지 효율화와 환경 개선에 집중
 - 국가 온실가스 감축 2020년 로드맵 마련, 2025년 제로에너지 의무화 등



그림 41. 국가 온실가스 감축, 2020년 로드맵
(출처 : 7대 부문별 감축 목표 및 주요 이행 수단)

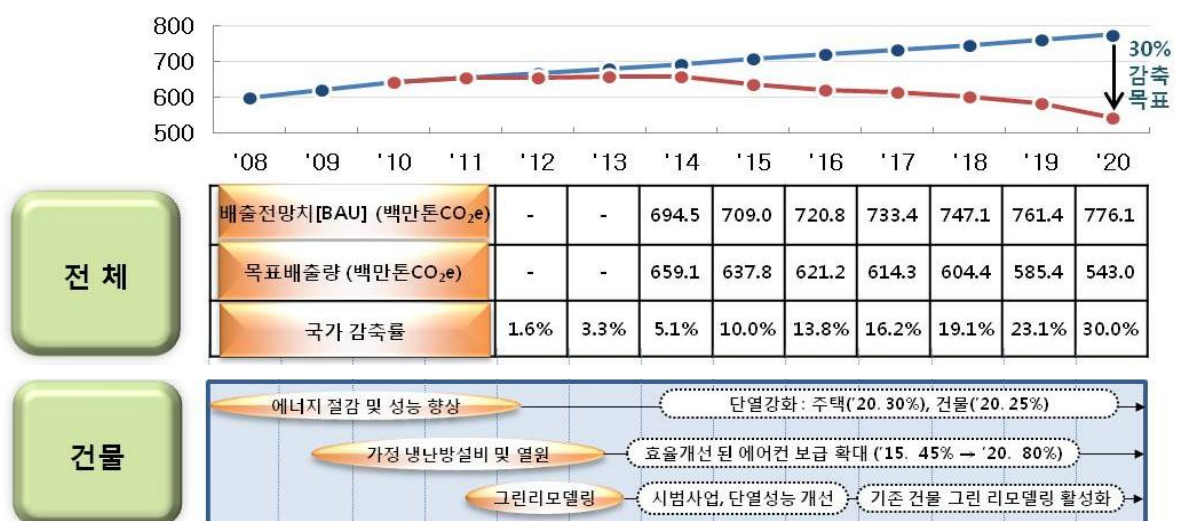


그림 42. 온실가스 감축 이행계획 중 건물 부문

(출처 : 환경부)

○ 에너지 효율증가를 위한 건물의 밀폐화

- 에너지 절감을 위한 설계로 고단열·고기밀화 되면서 건축자재로부터 방출되는 오염물질과 환기부족으로 인해 실내공기질이 악화되는 문제점이 발생
- 주거용 건물에 적용되고 있는 현대 건축자재로부터 방출되는 휘발성 유기화합물(VOCs)과 포름알데히드(HCHO)는 새집증후군 및 화학물질과민증의 주요 원인으로 작용하여 각종 질환을 유발하고 있으며, 이에 따라 실내공기질(Indoor Air Quality)로 인한 인체 유해성이 부각되면서 실내공기질에 대한 국민들의 관심과 욕구는 더욱 높아지고 있음

표 21. 주요 실내 오염물질과 발생원

발 생 원		실내 오염 물질
인체	호흡, 재채기, 기침, 대화, 피부, 의류, 화장품	이산화탄소, 수증기 냄새 / 피부조각, 비듬, 암모니아 섬유, 모래먼지, 세균, 곰팡이 냄새 / 각종 미량물질
사람의 활동	흡연 / 보행등의 동작 연소기기, 사무기기	분진, 타아르, 니코틴, 각종발암물질 모래먼지, 섬유류, 세균 / CO ₂ , CO, NO ₂ , 매연, 냄새
건축자재	합판류, 내화재 단열재, 시공 발생물	포름알데히드, 아스베스토스, 유리섬유 라돈, 접착제, 용제, 곰팡이, 세균
유지관리	작업, 재료	모래먼지, 분진, 섬유세제, 용제, 곰팡이, 세균

○ 환기의 중요성 증대

- 적절한 환기시설이 없거나 거주자가 주기적인 환기를 하지 않을 경우 실내공기는 각종 유해물질에 의해 오염
- 국내기준은 시간당 0.5회의 환기이며 보건당국은 최소 하루 3번 30분씩 환기 하도록 권장

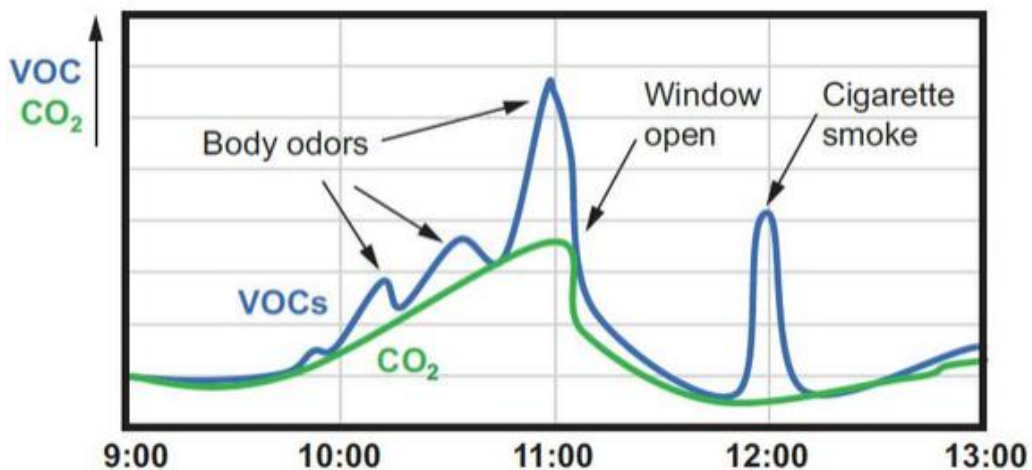


그림 43. CO₂와 VOCs의 상관관계

(출처 : Applied sensor)

○ 여성환경연대 ‘환기생기 캠페인’

- 누구나 안심하고 생활할 수 있는 실내환경을 만들기 위해 2012년부터 환기생기 캠페인, 실내공기 모니터링 및 컨설팅 등을 펼쳐옴



그림 44. 환기생기 캠페인 시민교육용 자료집

(출처 : 2014. 여성환경연대)

자. 건강성 건축재료

○ 환경마크 건축재료 시장 확대

- 국내 환경마크 인증제품수 및 제품 시장규모의 점진적인 확대
- “친환경 상품 구매촉진에 관한 법률”에 의해서(2007년)

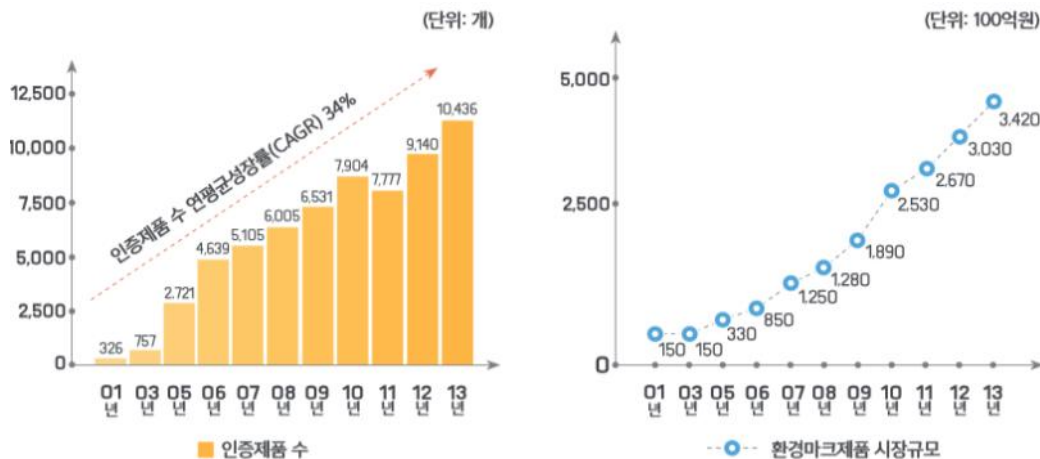


그림 45. 환경마크제품 품목 및 시장규모

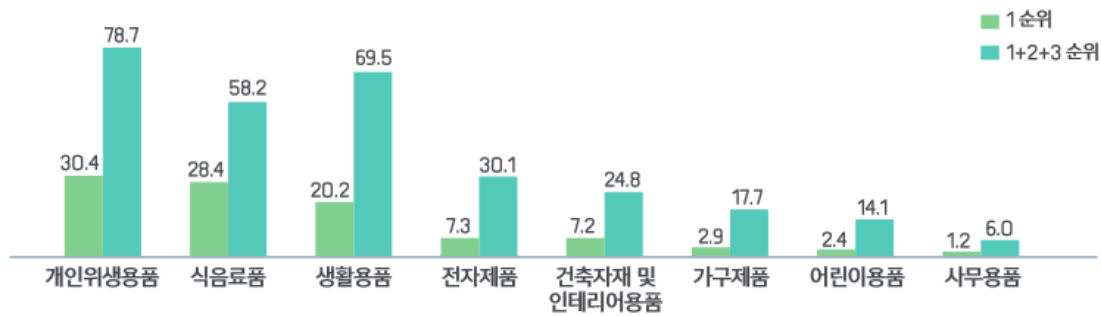


그림 46. 품목별 점유율

○ 전통 건축재료 제품

- 황토 숯과 같은 천연 소재를 활용한 건강성 건축 재료들이 국내 건축시장에 유통되고 있으며, 천연소재의 무해성을 이용해 건강성을 강조하고 있음



그림 47. 참숯 초배지와 황토타일 적용 사례

○ 천연소재를 활용한 접착제

- 실내공간에 VOCs, HOHO 와 같은 유해물질을 방출시키는 에폭시, 폼알데히드 기반의 접착제를 대체하기 위하여 콩단백질 추출물, CNSL (Cashew Nut Shell Liquid) 및 Tannin 을 이용한 바이오접착제에 대한 개발이 이루어지고 있음

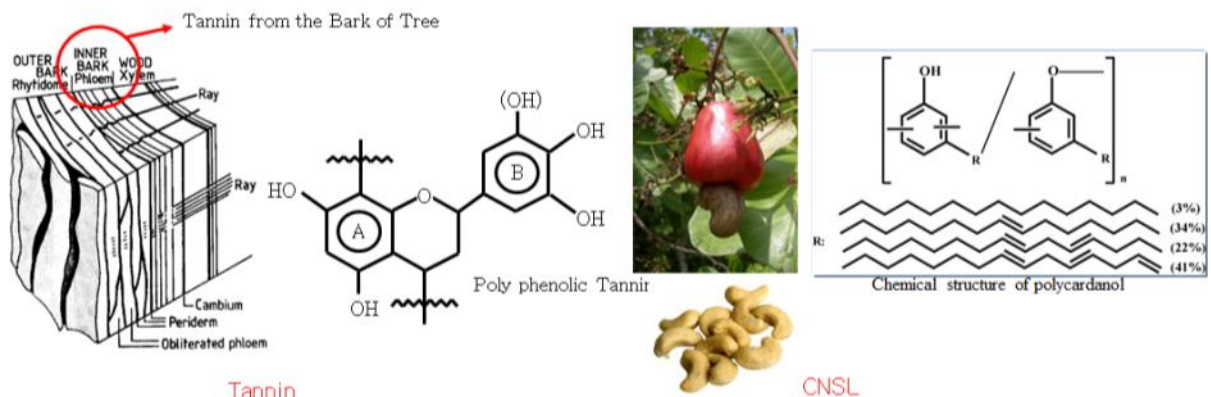


그림 48. 천연접착제의 화학적 구조

○ 기능성 건축자재

- 유해물질 흡착, 실내 수증기 조습/방습, 항균·항곰팡이, 원적외선 방사 및 음이온 방출과 같은 기능성 건축자재들이 건설시장에서 유통이 되고 있음
- 황토, 숯, 규조토 등의 자연소재를 혼합해 오염물질 저방출 및 기능성을 목적으로 한 건축 재료를 개발한 사례가 다수 존재함

표 22. 기능성 건축자재의 종류 및 적용부위

적용부위별	종류		주요기능
천장		황토몰탈, 황토미장재, 천정마감재, 페인트	흡착 습도조절 항균 원적외선
벽면		황토몰탈, 황토미장재, 벽지, 석고보드, 판재 페인트, 미장재	흡착 습도조절 항균 원적외선방사 음이온방출
바닥		바닥재, 장판, 페인트	흡착 습도조절 항균
기타	접착제		흡착

차. 도시화에 따른 불투수면 증가¹¹⁾

- 2012년 전국 평균 불투수면적률은 7.9%로 나타나 3%에 불과했던 1970년에 비해 2.63배의 높은 증가를 보임

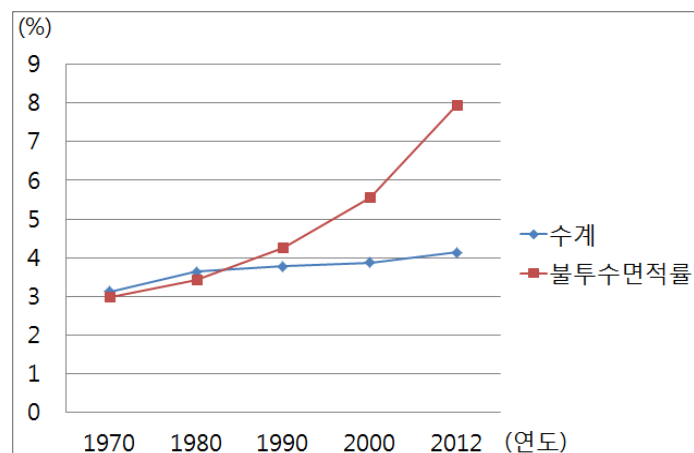


그림 49. 전국 불투수면적률 시계열 분석

11) 전 국토대상 첫 조사결과, 불투수 면적률 평균 7.9%, 환경부 보도자료, 2013.10.17

- 국토 면적 중 수계와 임야를 제외하면 이는 전 국토의 22.4%에 달함
 - 지방자치단체별로 조사한 결과로는 경기 부천시 61.7%로 가장 높았고, 서울시 54.4%, 경기 수원시 49.3%, 전남 목포시 46.3%, 경기 광명시 43.9% 순으로 나타남
- 불투수면의 확대는 자연의 물순환 구조를 왜곡해 강우시 유출되는 빗물의 양을 증가시켜 도시침수를 일으키고, 지하 침투량을 감소시켜 지하수 고갈과 하천 건천화를 야기
- 도시의 미기후 조절 능력을 감소시켜 열섬 현상을 악화시키는 등 도시민의 생활환경에도 직접적으로 영향을 미침



그림 50. 도심지 물순환 왜곡구조

(출처 : 빗물저류조 급속시공기술 및 친환경 빗물처리시스템 개발 최종보고서, 2013.08, 국토교통부)

카. 기후 변화로 인한 수질·수생태계 등 여건 변화¹²⁾

- 기후변화는 에너지, 대기성분에 영향을 미쳐 지구의 물순환 뿐만 아니라 수질·수생태계에 전반적으로 영향을 미침
- 한반도 지역의 연평균 강수량은 장기적으로 증가 추세이며, 강우일수가 줄어드는 대신 강우강도는 증가하는 경향

12) 제2차 비점오염원 관리 종합대책 ('12~'20)

타. 강우 특성 변화에 따른 비점오염물질의 유출 증대로 빗물관리 필요

- 최근 강수량은 높은 변동성을 나타내며, 이로 인한 국지성 호우, 장마와 같은 기상 현상 발생 증가
- 지표면에 장기간 축적된 비점오염물질이 고농도로 일시에 배출됨으로써 물고기 폐사사건 등 수질오염문제 증가

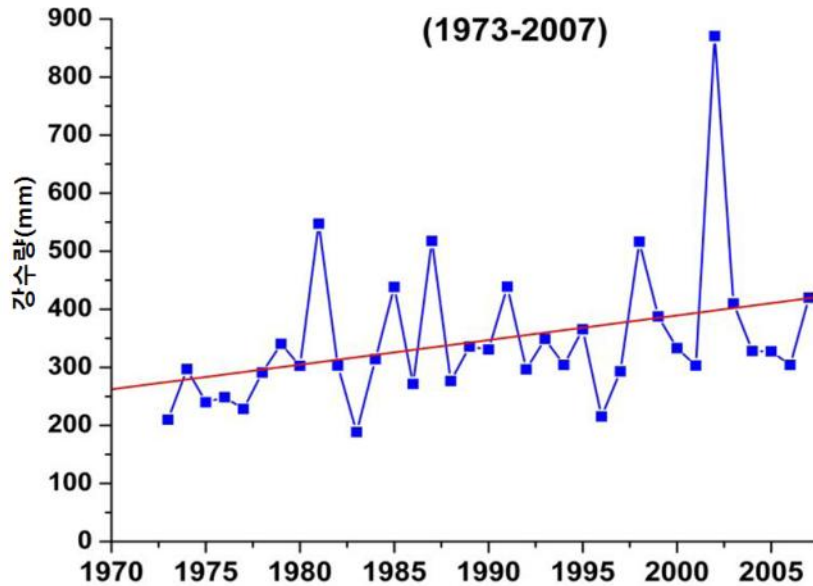


그림 51. 일 최고 강수량

(출처 : 강수의 변화추세'08, 국립환경과학원)

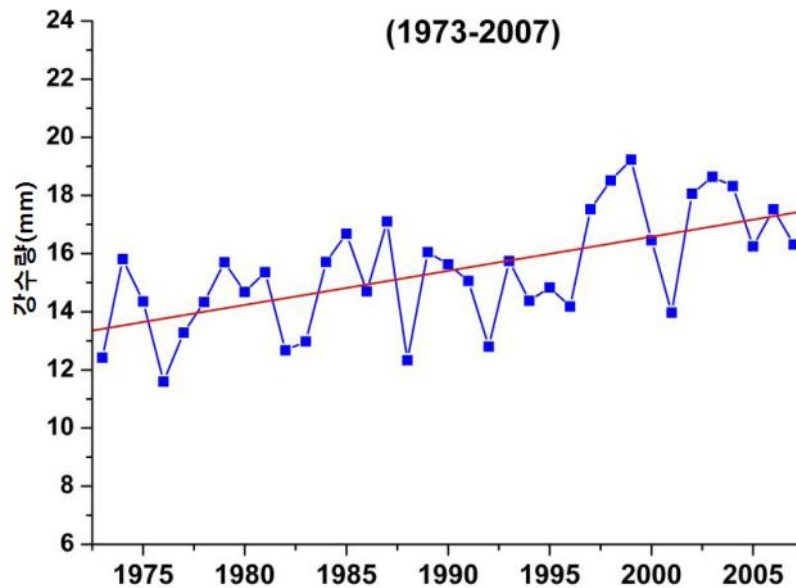


그림 52. 강수일수당 평균강수량

(출처 : 강수의 변화추세'08, 국립환경과학원)

파. 쾌적한 친수공간에 대한 국민 욕구 증가

- 물의 역할이 기존의 이용가치 기능에서 국민생활속의 휴식공간과 경제적 이익을 창출하는 기능으로 변화
 - 4대강 사업 완료, 친수공간 접근 증대 등으로 쾌적한 물환경 욕구 증가

하. 수자원의 안정적 확보 및 친수공간 활용 요구증대¹³⁾

- 이용 가능한 수자원량이 적고, 강우가 계절적·연도별·지역적으로 편중
 - 기후변화에 따른 이상 가뭄의 빈발로 물 부족이 심화되고 하천유량도 감소할 전망
 - 물 확보 및 이용을 둘러싼 분쟁심화, 기후변화로 인한 극대홍수 및 가뭄 증가 등으로 물 관리 여건은 점차 악화
- 기존 하천조사는 이수와 치수, 수질 등 개별 하천 기능 중심으로 구성되어 관련 정보 간 연계가 부족하여 종합적 판단에 어려움

거. 국민들의 소득수준 향상, 주5일제 근무 등으로 생태서비스 수요 증가¹⁴⁾

- 국민은 ‘자연환경 및 생태계’ 분야를 최우선적으로 개선해야 할 환경문제로 인식
 - 환경보전에 대한 국민의식조사(‘13년, 환경부) : 자연환경 및 생태계(27.8%), 물(15.8%), 기후변화(15.7%)
- 생활주변에서 쉽게 접할 수 있는 생태공간에 대한 수요는 증가하고 있으나, 도시지역 생활권에 인접한 생태휴식공간은 크게 부족
 - 국민의 74.3%가 한 달에 한 번 이상 녹지를 이용하고 있으나, 1인당 생활권 녹지면적(7㎡)이 WHO 최저 권고기준(9㎡)에 못 미치는 실정

표 23. 단열재의 종류별 열전도율 및 내재 에너지

단열재의 종류		열전도율 kcal/(m.hr.℃)	내재 에너지 (MJ/kg)	내재 에너지 근거자료
유기계 단열재	비드법 폴리스틸렌	0.020~0.021	117.0	Sheltair Scientific (1991)
	압출법 폴리스틸렌	0.029~0.032	-	-
	폴리 에스테르	0.030~0.032	53.7	AIA ERG (1991)
무기계 단열재	미네랄울	0.033~0.038	14.6	Manufacturer (1995)
	글라스울	0.028~0.043	30.3	AIA ERG (1991)
	셀룰로오스	0.030~0.038	3.3	Manufacturer (1995)

13) 제4차 국토종합계획 수정계획('11~'20)

14) 제5차 환경보전 중장기 종합계획('13~'17), 환경부

- 2000년대 중반을 기점으로 몇몇의 건축물 CO₂ 배출량 평가기법 및 프로그램에 관련된 기술들이 개발되고 있으나, 대다수 건축물 CO₂ 배출량 평가 프로그램이 평가가 용이한 운영단계 에너지소비량만을 평가하거나 건축물 착공 후 산출되는 실적데이터를 활용한 직접적인 CO₂ 배출량 평가함에 따라 건축물 기획·설계 단계에서의 CO₂ 배출량 평가를 통한 CO₂ 배출량의 저감 및 관리 등에 어려움이 있음

너. 친환경 건축물 시장참여 당사자별 편익

- 친환경 건물의 생애주기 전 과정 평가를 통해서 환경영향을 최소화하는 과정에서 중요한 것은 친환경 건축물 시장의 당사자별 편익을 이해하는 것임

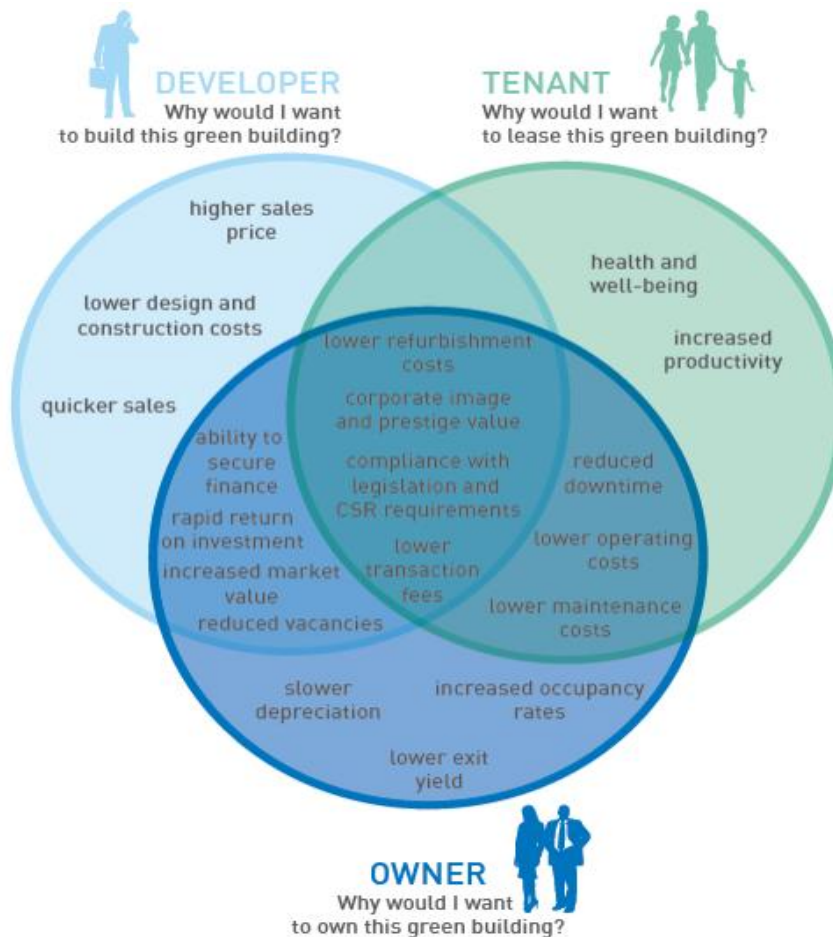


그림 53. The Business Case for Green Building/page11

(A Review of the Costs and Benefits for Developers, Investors and Occupants)

(출처 : http://www.worldgbc.org/files/1513/6608/0674/Business_Case_For_Green_Building_Report_WEB_2013-04-11.pdf)

○ 친환경 건축물의 확대된 편익의 구조(이해당사자별)

편익	개발자	소유자(구매)	사용자
개별편익	-높은 분양가 (시장에서 건강,생태,전통건축/단지의 시장가격) -빠른 시장판매 (분양완료시점)	-높은 만족도 -건물장수면 구현으로 건물성능 발휘 장기화 감가상각 편익	-건강,웰빙 편익 -주거로서 전체적인 만족도, 생산성 향상
개발자-소유자공유 편익	-건설사업 자금조달 용이함 -빠른 투자회수 -개발투자자와		
소유자-사용자 공유 편익		-저렴한 운영비용 (관리효율향상) -건물의 유지관리비용 절감 (효율향상)- -건물 사용성 향상(모니터링,관리향상)	
3자 공통 편익	-낮은 건물 유지보수 비용 -입주,기업가치 상승, 비싼 건물,고급건물로서의 시장가격및 이미지 -관련법규,규제 선제적 만족 및 사회공헌기여함 (CSR Requirement) -낮은 거래비용		

그림 54. 확대편익정리(The Business Case for Green Building)

○ 친환경 건축물의 시장전체 편익의 정리(Benefit)

- 친환경 건축물 민간시장 확대를 위한 편익 정리의 관점은 기술적인 것뿐만 아니라 의사결정자들인 개발자, 소유자, 투자자들의 관점이 반영된 편익분석이 되어야 함.
- 건물사용자들의 욕구는 시장수요에 반영되고, 건설 및 공급망의 의사결정은 개발시행자, 투자자관점에서 그들의 편익과 연관됨.
- 친환경 건축물 시장에서 다만 일반적으로 알려진 에너지 절감만의 편익이 아니라, 기획초기의 이해당사자별 관점별 편익과, 그리고 생애주기 단계별, 당사자들의 편익을 고려하여 그 편익을 정량적으로 제시해야 함.
- 다만 현실적으로 정량화 어려운 부분이 있다면, Gap, Barrier 분석 통해서 점차적으로 시장에서 실현가능할 수 있는 로드맵을 제시해야 함.

(이때에도 민간시장에서 친환경 생태건축 본연의 가장 적절한 규모로 공급할 수 있는 공급망의 현실을 반영한 편익으로 제시해야 함)

○ 생애주기별 단계에서 복합적 이해당사자의 주요편익은 다음과 같은 흐름으로 제시가능

- DESIGN AND CONSTRUCTION (설계와 시공단계)
- ASSET VALUE (자산의 가치)
- OPERATING COSTS (운영비용)
- WORKPLACE PRODUCTIVITY AND HEALTH (사용자의 생산성과 건강)

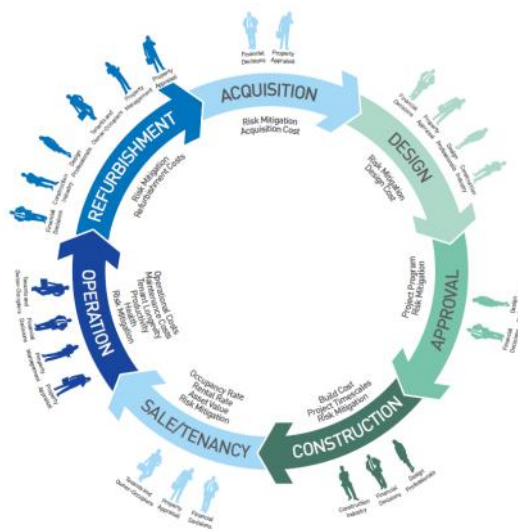


그림 55. The Business Case for Green Building / Page 13

(출처 : http://www.worldgbc.org/files/1513/6608/0674/Business_Case_For_Green_Building_Report_WEB_2013-04-11.pdf)

더. 친환경 건축 단계별 비용과 편익

○ 건설단계(설계 및 시공단계)

- 일반적으로 알려진 조사에서는 개발초기 단계에서부터 친환경건축을 기획하여 건설할 경우 추가비용은 개발자 예상비용보다 많이 높지 않음
(공식적인 그린인증을 포함 시 건설비용은 성능 따라 증가)
- 그린빌딩이 일반화되면서, 자재 및 장비, 솔루션 등의 비용은 그 성능을 유지한 채로 가격인하가 되는 시장원리 반영
- 생애주기 전체로는 절감량이 높으므로, 초기 투자비를 상쇄하게 됨.(특히 외피 및 에너지 고효율 자재 및 시스템 등

[Reference]

BRE, 2007; BRE Trust, 2005; Target Zero, 2010, 2011 and 2012; Kats, 2003, 2006 and 2009; BCA Singapore, 2008; Davis Langdon, 2007; Syphers et al, 2003; American Chemistry Council, 2005; Building Design and Construction, 2003; Matthiessen et al, 2004 and 2007; GSA, 2004; CBRE, 2009;

Turner Construction Company, 2005; World Business Council for Sustainable Development, 2007; Gomez, 2008; Berman, 2001; The David and Lucille Packard Foundation, 2002.



그림 56. 건설 단계 The Business Case for Green Building / Page 13

- 우선 생태건축의 성능에 따른 건설비용의 비용지표를 제시목표.

- 생태건축의 규모별, 성능별 표준공사비를 제시하고 실제시장 가격을 반영해야.
- 그 기초가 되는 연구를 위해 케이스 스터디 필요.
- WGBC에 의하면 그린빌딩의 건설비용은 점차적으로 시간에 따라 면적당 공사비가 하락하고 있으며 관련 조사 및 방법론을 참조해야 함(비주거)
(-0.4% ~ 12.5%/Zero Carbon Building)비용증가 조사
- 국내의 생태건축단지 개발의 예가 적은 관계로, 기존 케이스에서 자료를 구하기 어려우므로, 표준건물, 단지의 Prototype을 정하고, 설계비 및 건설비용 조사 연구를 통해 표준 건설비용에 대한 제시해야 시장의 의사결정이 촉진될 수 있음
- 기존 국토부의 표준건축비와 그린의 성능등급별 추가건설비용 산정가능
- 필요시 국내 건축단가(소규모)표준 산정의 어려움과 그린성능에 대한 추가 건설비용 산정에 필요한 역량을 친환경 건축물의 비용산정 해당분야 전문가 그룹과 함께 산정가능
- 추가적으로 현행국내 인증시스템의 등급에 따른 건설비용 평가포함.

○ 소결론

- 통합적 설계 방법론 및 비용제시 (IDC-Integrated Design Process)
- 가장 Payback 빠른 기술요소순서로 제시하여 소비자가 선택할 수 있는 가이드라인 제시 (예- 건물외피, 에너지 효율설비 등)
- 생태건축의 그린 리트로핏 부분에 Quick Return 요소기술 제시 (예)
1)Combination of improved controls (제어기술)
2)Efficient boilers, airtightness improvements (설비효율, 기밀 등)
3)External shading (외피기술)
4)Combinations of these measures (상기기술의 복합)
5)LED to refurbishment cost premiums within the range of 0.3% to 12.8%

○ 건물사용단계(부동산시장가치/자산가치 편익측면)

- 건강성능과 웰빙으로 이해되는 편익이 가장 크게 인지된 현황(한국)
- 편익의 확산측면에서는 자산가치(매매,전월세가격)에 반영되는 것이 핵심
- 생태건축단지에 주거함으로서 환경에 기여하고, 에너지 비용절감 등 건물관리비용 저감과 건강성능 등이 부동산 가치로 반영을 유도할 수 있는 사회적 거래 시스템 요구 (건물 거래 시에 에너지 평가서(PEC)와 유사한 공식문서가 거래에 포함되도록 정책적 연구가 필요함)
- 매매 및 전월세 시장에 생태건축/단지가 상품으로서 상대적 우월성 요인 연구 (매매가격, 전세비, 월세비 산정 연구/ 또는 거래사례 연구-건물가치 반영)
- 생태건축이 주된 흐름이 되면 그렇지 못한 건물의 Discount 흐름
- 시장조사 및 Case study, 국내의 부동산시장 여건을 고려한 연구

- 또한 공식적으로, 그린인증된 생태건축 단지의 시장거래 가치

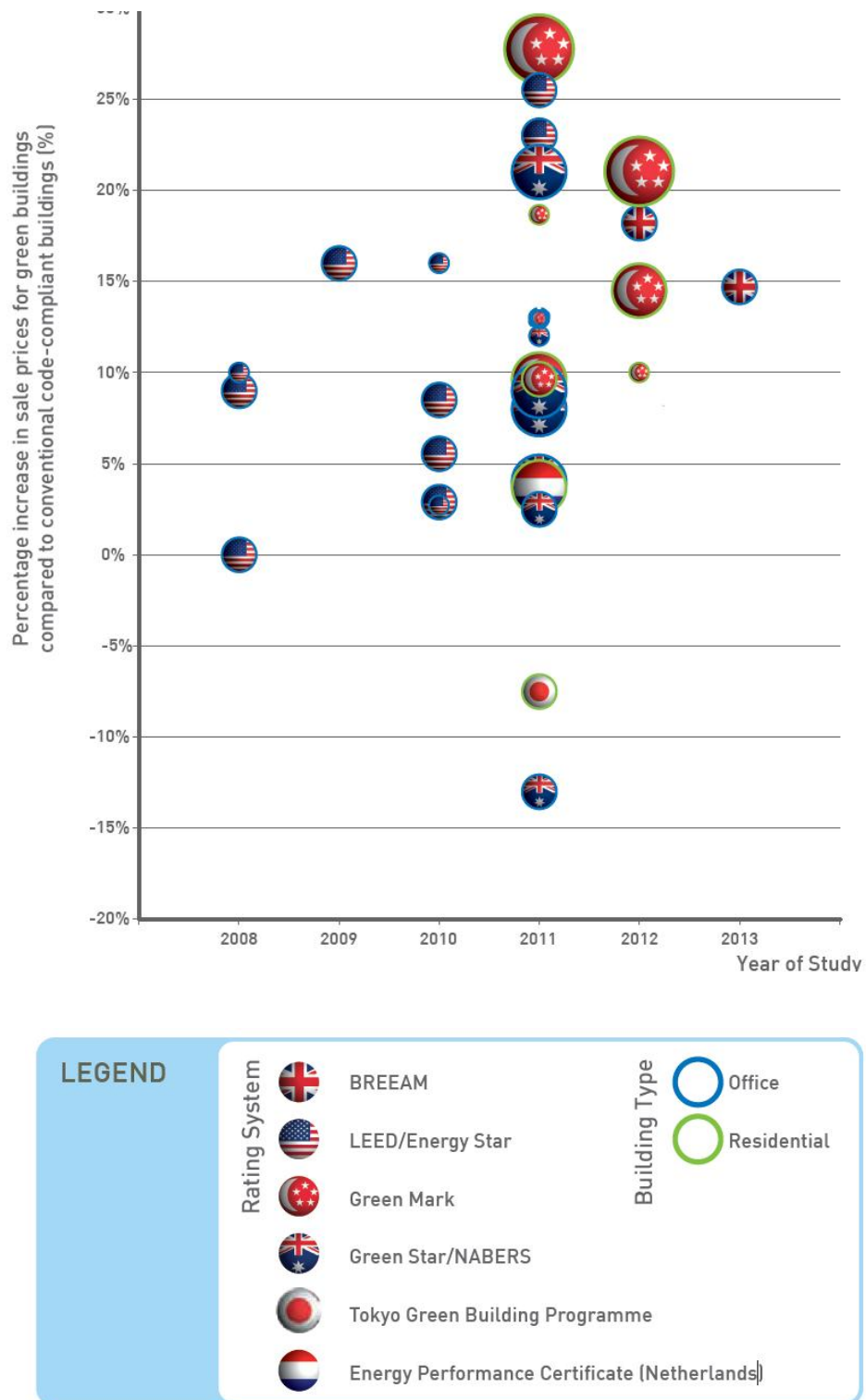


그림 57. Reported asset value premiums of certified green buildings compared to conventional code-compliant building, various sources
(출처 : The Business Case for Green Building/ Page 37)

○ 건물운영단계(운영비용 등 편익)

- 운영에서의 성능편익 중 가장 큰 것은 에너지/물 등 자원절감으로 인한 비용절감효과이며, 이에 대한 정량 평가요구 (건물면적당 편익절감 제시-참고자료 참조)
- 기타 생태건축의 설비 성능유지비용등의 절감편익 분석요구
- 생태건축의 단지계획에 따른 다수건물의 관리효율과 그린 커뮤니티 생성으로 인한 절감(단지 내 IT시스템/랭킹 또는 최우수 가구선정 등) 및 편익에 대한 커뮤니티/지역사회 확대방안 (리더십, 커뮤니케이션, 에너지 및 자원절감 성능달성위한 거주자 모임/ 동호회 등)
- 자료 : 건물관리 및 운영비용, 에너지, 배출관련, 물 등의 순으로 건물생애주기전체의 절감량을 단위면적으로 제시하고 있음

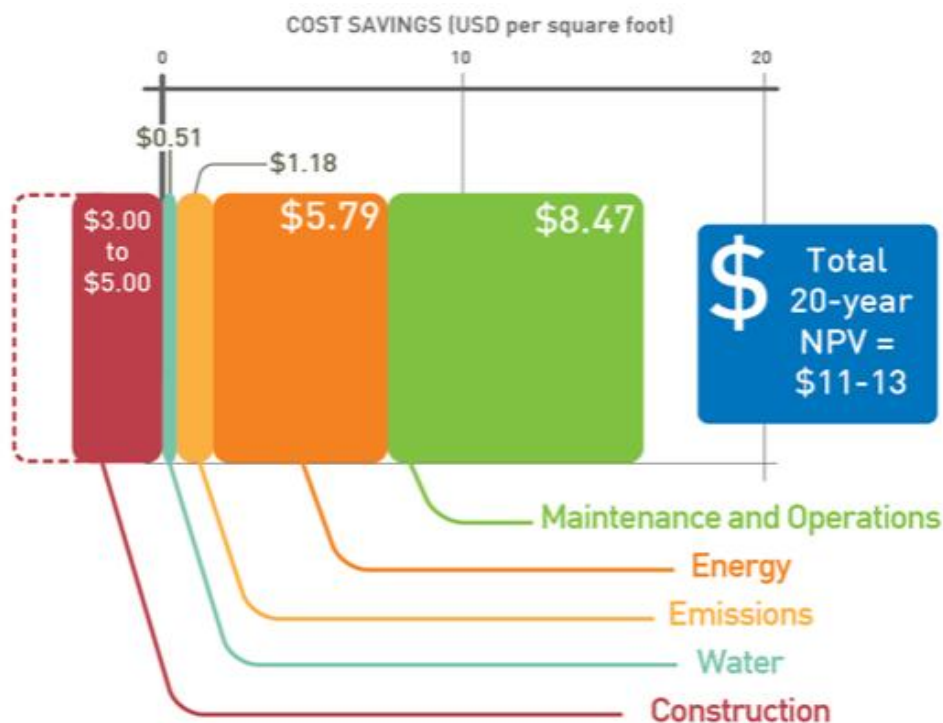


그림 58. Net present value analysis of the operational cost benefits of LEED certified buildings

(출처 : The Business Case for Green Building, 56page)

○ 건물운영단계(건강과 생산성 편익)

- 기밀과 공기질에 대한 검토
- 생태건축 전체성능으로서의 건강 및 생산성 편익과 각 요소기술별 편익분석정리
- 자연채광, 패시브적 냉방, 난방 만족도 및 생산성, 시스템 등 분류
- 사회, 행태적 추가 연구(생태건축성능/요소기술과 아래요인별 상관관계 등)

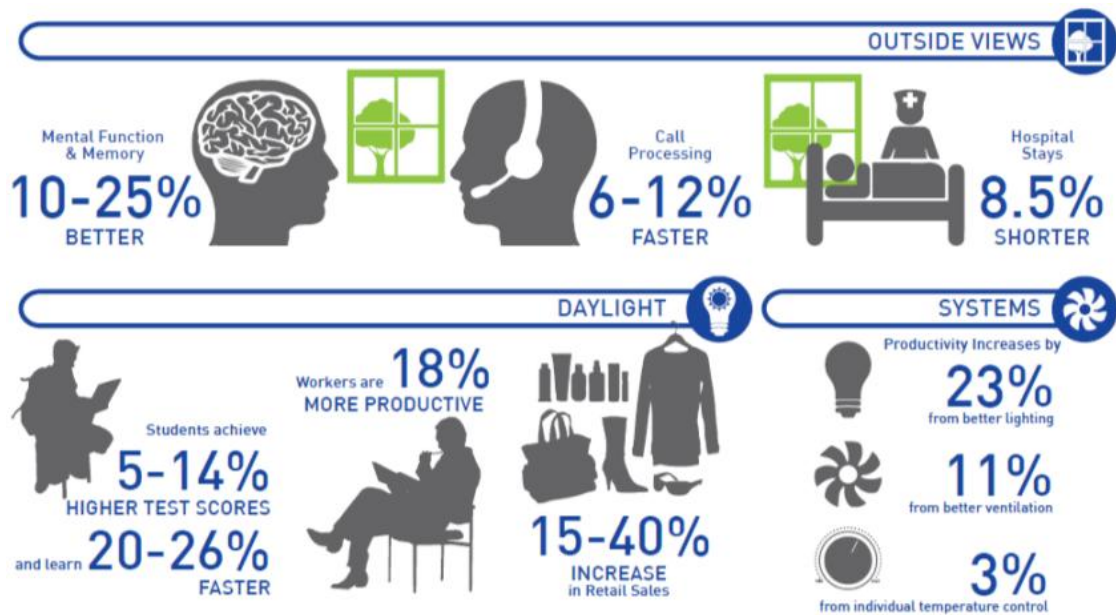


그림 59. Net present value analysis of the operational cost and productivity and health benefits of LEED certified buildings

(출처 : The Business Case for Green Building, 67page)

러. 생태건축 비용편익 고려한 시장 확대 방안(가장 달성 용이한 성능/비용의 효과적인 제시로 민간 확대 전략)

- 정책 및 인센티브의 제시
- 비용/편익 계산을 통한 기술별 투자비용 회수검토
- 비용최적 적정기술의 성능별 제시 (최단기 투자비용회수)
- 관련 공급망 상세 기술DB제시 (자재, 기술, 솔루션의 정리 및 제시)
- 온라인으로 관련 서류와 자료를 제출하여 등급신청 지원 시스템구축
- 확정된 비용/편익 관련 자료와, 의사결정 정보체계(빌더, 자재, 성능 등), 예비등급 판정을 하나의 플랫폼으로 제시하여 수요자와 공급자가 쉽게 의사 결정할 수 있는 플랫폼

2. 국외 시장현황

가. 녹색건축 시장 트렌드(맥그로힐, 2013)

- 친환경건축 동인으로 사용자요구, 시장요구, 유지운영비용 절감, 브랜딩, 윤리적동인, 시장변화 대응 순 응답
- 유지운영비용 절감(17%-30%), 브랜딩(22%-30%)이 증대했으나 윤리적동인(42%-26%), 시장변화대응은(35%-18%) 감소해 추상적인 윤리적 동인이 아닌 실직적인 효과에 대한 관심 증대
- 친환경건축의 사회적 효용으로 건강 및 웰빙(29%-55%), 근로생산성 향상(6%-17%), 녹색경제 활성화(52%-55%), 지역경제 활성화(4%-12%), 미학적 우수성(1%-4%) 순으로 응답
- 친환경시장 확대를 저해하는 주요 요인으로 친환경건축에 대한 인지부족(48%-29%) 및 친환경건축 전문가 부족(46%-17%)은 급격하게 하락한 반면, 여전히 비용 상승을 가장 우선 선택하고 있으며 친환경건축이 하이엔드 시장에 국한되어 보편적 적용에 대한 우려(10%-29%)가 급격히 상승

Top Triggers Driving Growth of Green Building Around the World
(According to Respondents Over Time)

Source: McGraw-Hill Construction, 2013

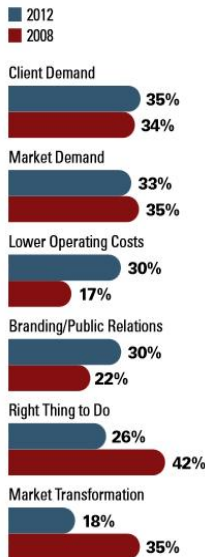


그림 60. 그린빌딩 시장 주요 동인 분석 비교(2012vs2008)

Most Important Social Reasons for Building Green (According to Respondents in 2008 and 2012)

Source: McGraw-Hill Construction, 2013

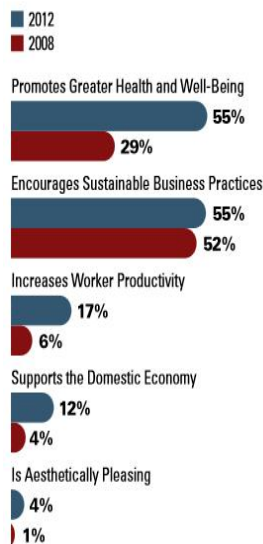


그림 61. 그린빌딩 시장 주요 사회적 기대효과(2012vs2008)

Challenges to Increasing Green Building Activity (According to Respondents Over Time)

Source: McGraw-Hill Construction, 2013



그림 62. 그린빌딩 시장 주요 해소 과제(2012vs2008)

(출처 : McGraw-Hill, World Green Building Trend, 2013)

나. 저탄소 건축시장 전환을 통한 신산업 생태계 조성 및 일자리 창출

- 저성장 기조 극복을 위한 창의성 기반의 경제·산업 생태계 조성
 - 주요 선진국은 새로운 시장·일자리 창출을 위해 과학기술·ICT, 문화예술 등 자국의 강점을 활용한 창조산업을 집중 육성
 - 지속적으로 성장(연평균 14%)하고 있는 ICT 기반 산업 융합 시장 중 친환경·신에너지 분야가 전체 시장의 1/4을 차지(딜로이트, 2012)
- 녹색건축 산업 재편을 통한 일자리 창출 계획
 - 독일 CO2 건축물 개보수 프로그램의 경우 '14년까지 약 1,650억 유로를 투자해 약 2만 5천개의 신규 일자리를 창출
 - 영국 그린딜(그린 리모델링) 사업으로 2022년까지 평가기관, 자문사, 시행사, 시공사 등 신규 일자리 25만개 창출 예상

다. 실내공기질 관련

- (실내공기질 중요성 증대) 세계보건기구 선언문 ‘건강한 실내공기에 대한 권리(The right to healthy indoor air)’
 - 세계보건기구(WHO)는 대기오염에 의한 사망자 수는 연간 최대 600만 명이며 실내공기 오염에 의한 사망자는 280만 명에 이르고, 실내 오염물질이 실외 오염물질보다 폐에 전달될 확률은 약 천배 높다고 추정
 - WHO는 실내공기를 단순한 ‘매체관리’ 차원에서 벗어나 UN헌장에서 명시하고 있는 ‘인간의 기본권’ 차원에서 다룰 것을 요구하며 ‘건강한 실내공기에 대한 권리(The Right to Healthy Indoor Air)’라는 선언문을 2000년 5월 채택¹⁵⁾
- 미국
 - 실내공기질 개선과 관련하여 BCC Research 결과에 따르면 미국의 실내 공기질 시장은 2011년에 약 70억 달러, 2012년 약 73억 달러를 기록했고, 2017년에는 4.6%의 연평균 복합 성장률(CAGR)로 성장해 약 92억 달러에 달할 것으로 예상됨
 - 설비부문은 2012년 37억 달러에 이르고 그 이후 CAGR 4.8%로 확대되어 47억 달러에 달할 것으로 예상됨
 - 환경서비스 부문은 2012년에 19억 달러에 이르고, 그 이후 CAGR 4.4%로 확대되어 24억 달러를 달성할 전망이다¹⁶⁾

15) WHO, The Right to Healthy Indoor Air, 2000.05

16) 주거복지 구현을 위한 생활밀착형 주거성능 향상 기술개발 기획연구 최종보고서, 2013

라. 실내환경에 대한 정보 제공

○ 주요 선진국 에너지소비증명제 현황

- 프랑스, 독일 및 영국과 같은 유럽 주요 선진국에서는 신축, 기존 주거용 건물의 신축/매매/임대 시 Energy Performance Certificate 첨부를 의무화하여 주거공간의 온열환경을 정량적으로 평가하고 실제 수요자에게 온열환경에 대한 정보를 제공하도록 하고 있음

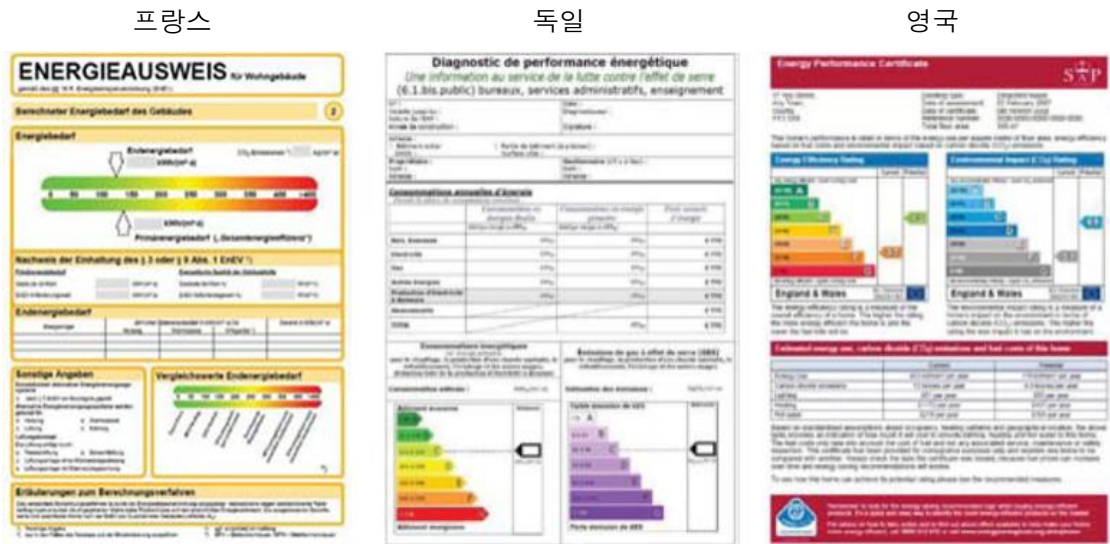


그림 63. 주요 선진국의 건물에너지소비 증명서

- 미국에서는 부동산 거래 시 거주환경의 라돈 정보를 제공하는 제도가 있으며, 건물 매매자, 소비자 및 세입자를 위한 가이드라인을 제공하고 있음
- 일본은 목구조의 실내 환경이 인체에 미치는 영향을 다각도로 검토해 그 장점을 이용해 신기술을 개발하고 실제 건축물에 적용하고 있음

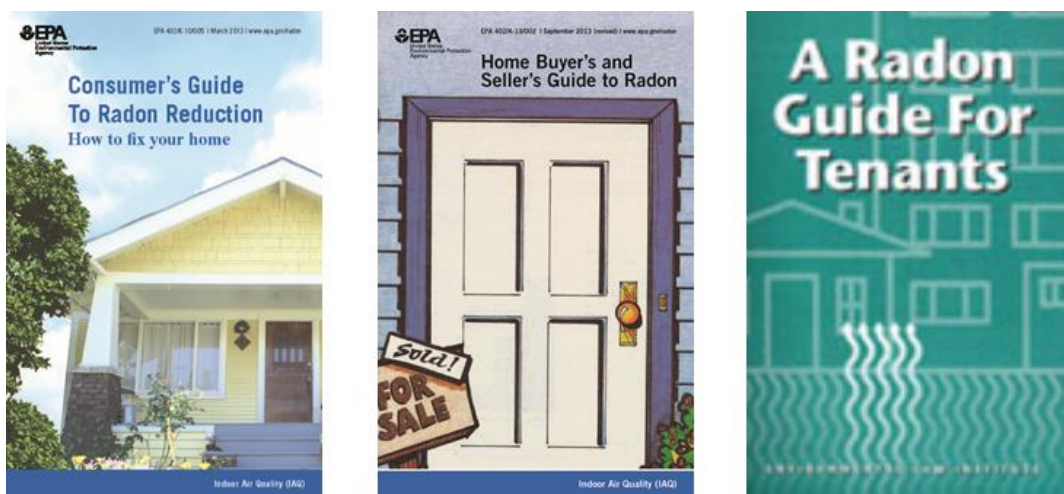
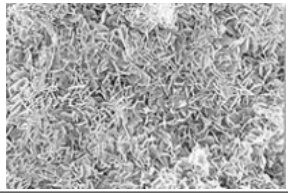
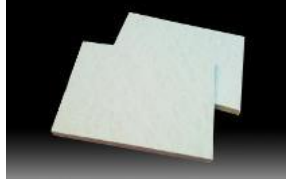


그림 64. 미국 EPA의 Radon 가이드라인

마. 천연재료를 활용한 건강성 건축재료

- 해외에서는 전통적으로 널리 쓰였던 자연재료를 활용해 지구환경 부하를 저감할 수 있는 대체 재료의 개발이 활발함
- 독일은 전통재료를 이용한 친환경 보드를 개발해 전 유럽에 공급하고 있으며, 재활용이 가능한 볏짚을 이용한 단열재 개발 등 에너지 소비를 저감할 수 있는 생태 친화적인 건축기법이 다수 개발, 체계화되어 있음
- 전통재료(흙, 목재)를 이용해 실내공간의 온습도 조절 및 유해물질을 방출하지 않는 재료적 특성을 이용한 실내공기질 개선과 관련된 연구가 활성화되어 있음
- 일본의 경우, 다습한 기후적 특성과 거주자의 요구 등으로 인해 압면, 화산성 광물질, 점토광물 및 규조토 등을 이용한 기능성 내외장재의 개발, 적용이 활발히 이루어지고 있음

표 24. 일본에서 생산/ 판매중인 기능성 건축자재의 현황

구분	제품	주원료		주요기능
벽재/ 천장재	사라리아	암면 (rockwool)		- 흡방습기능 - 탈취기능 - VOCs/폼알데하이드 흡착기능
내외장재	Ecocarar	점토광물		- 흡방습기능 - 탈취기능
판재	MOISS	질석, 규조토		흡방습기능
내외장재	사라라	트바모라이트		- F☆☆☆☆급 - 흡방습기능 - 폼알데하이드 흡착
내외장재	Breath-board	천연 제오라이트		- 흡방습기능 - 냄새/ 가스 흡착기능 (VOCs제거) - 곰팡이, 진드기 방지 - 결로방지
내외장재	-	규조토		- 흡방습기능 - 폼알데하이드 흡착

바. 전 세계 우수 관련 시설 성장

- 독일, 일본 등 선진국에서는 지난 80년대 이후부터 도시지역에 빗물을 지역적으로 분산시켜 지하로 침투시키는 새로운 방법과 시설 개발
 - 지속가능한 도시개발 개념과 친환경 주거·건축이라는 방향과 일맥상통
 - 지역 내에서 빗물을 침투·저류함으로써 물 순환 개선뿐 아니라 건강한 토양 기반을 조성하고 다양한 생물이 함께 서식할 수 있는 공간 조성
 - 지역 내 지하수 함양뿐 아니라 하수관거나 정화시설, 배수시설에 부하를 경감시키는 등 경제적, 생태적으로 가치 있는 방안임

사. 국외 브랜드화 전략

- 실증단지 사례

표 25. 전통주거의 현대화

스웨덴 말뫼시 Bo01 지역 • 공장, 매립지가 있던 해안지역을 친환경 주거단지로 전환 • 세계적인 친환경 도시이자 2007년 UNEP(유엔환경계획)이 뽑은 세계에서 가장 살기 좋은 도시	
중국의 신사합원(쥐얼후통) • 전통 도시주거유형인 사합원을 현대적으로 해석하여 새로운 집합지구를 구성한 중국 도시재생 프로젝트의 대표적 사례	
일본 교마치야 정책 • 건축행위 주체들 간의 긴밀한 협력체계를 통해 현실적이고 적용성 높은 프로그램을 개발 • 개보수 이력관리 등 건축물 정보의 구축하여 효율적이고 구체적인 보전방안 제시 • 전통건축물에 적절한 환경기준의 설정	

표 26. 미래주거 프로젝트

독일 바이센호프 주거단지 • 미스반데어로에, 르 꼬르뷔지에 등 당시 유럽 대표 건축가 16인에 의해 1927년에 형성된 주거단지 • 기성건축의 양식이 탈피하여, 산업생산방식을 반영한 현대 주거양식의 근간이 된 주거의 본질을 생각한 신개념 주거단지	
독일 IBA Housing • IBA건축전시회의 일환으로 도시주거지역 재개발을 통해 공동주택에 대한 획기적인 계획안 제시 • 국제적인 건축 경연의 장	
일본 HOUSE VISION • 새로운 감각과 살아가는 도시를 위해 건축가와 기업이 협업하여 미래주거의 모습을 디자인하고 결과물을 전시 및 심포지움 개최	

☞ 시사점

- 국내의 경우, 건강과 웰빙에 대한 지속적인 관심에 따라 친환경 건축 시장의 확대 전망
 - 친환경 건축인증의 낮은 인지도, 주택 에너지 소비의 지속적인 증가, 에너지 효율성, 녹색건축 기술의 적용성 등 시장확대 저해 요소들을 분석, 해결 방안 필요
 - 에너지 효율증가를 위한 건물의 밀폐화, 고단열·고기밀화에 따른 실내공기질 악화로 환기, 쾌적한 실내환경, 건강성 건축재료에 대한 중요성, 수요 증대
- 국외의 경우에도 지속적으로 성장(연평균14%)하고 있는 ICT기반 산업융합 시장 중에서 친환경·신에너지 분야가 전체의 1/4을 차지(딜로이트, 2012)
 - 주요 선진국의 에너지 소비 증명제를 실행, 실내환경에 대한 정보를 제공
 - 전통 자연재료를 활용하여 지구환경 부하를 저감시킬 수 있는 대체 재료 개발이 활발
 - 건축물의 생애주기 평가로 이산화탄소 배출 감소를 위한 노력

- 친환경 건축 시장 및 기술의 육성과 발전은 국토의 품격 향상 및 국민의 삶의 질 향상에 매우 중요한 역할 수행 전망
- 전통 자연공생 환경을 통한 웰빙 생태건축 기술 개발의 필요성
 - 거주자 만족과 쾌적성 향상 기술개발의 필요성
 - 전통건축에서 자연환기, 거주쾌적성 향상 기술 개발의 필요성
 - 자연환경 조절 및 가변형 공간 전략의 현대화, 축열체를 활용한 공간 쾌적 전략 개발의 필요성
- 마을 단위 생태계 조성을 위한 생태순환체계 개발의 필요성
 - 도시화에 따른 불투수면 증가로 인한 부작용 및 기후변화에 대응하기 위한 해결책으로 자연적 물순환에 대한 필요성 증대
 - 국민들의 친수공간 등 생태공간에 대한 요구 증가
 - 마을단위 웰빙 쾌적성을 향상시키기 위한 생태네트워크 개발의 필요
 - 전통 생태 순환 기법을 활용한 생태네트워크 개발의 필요
- 전통건축 요소를 결합한 건강성 건축자재
 - 전통건축재료를 현대화된 주거환경에 적용하는 기술, 전통건축 요소를 결합한 건강성 건축자재 개발 필요성
- 한스타일 생태건축의 건강성
 - 향후 한스타일 생태건축에 적용 가능한 건강·기능성 건축자재를 분류하고 정량적인 성능평가를 통해 한스타일 생태건축의 건강성능을 지수로 표현 가능하여야 할 것으로 판단됨
- 한스타일 생태건축(주거)의 단계별 성능목표가 제시되어야 함
 - 이를 위해 베이스라인으로 설정될 수 있는 생태건축 표준모델의 성능 및 관련기술 수준모델 개발 요구
 - 성능단계별 기술의 적용수준을 설명, 제시해야 함
 - 고정된 모델이 아니라 다양한 사이트, 형태, 예산별 성취 가능한 성능 기준을 제시하고, time line도 제시되어야 함
 - 개발자 및 고객이 쉽게 이해하고 의사결정 할 수 있는 가이드 toolkit형태로 다양한 케이스별 타입별/ 표준비용 제시(테이블/체크리스트 형태 포함)

3절. 기술동향 분석

1. 국내 기술현황

가. 저에너지 건축 요소기술 국내 기술 수준

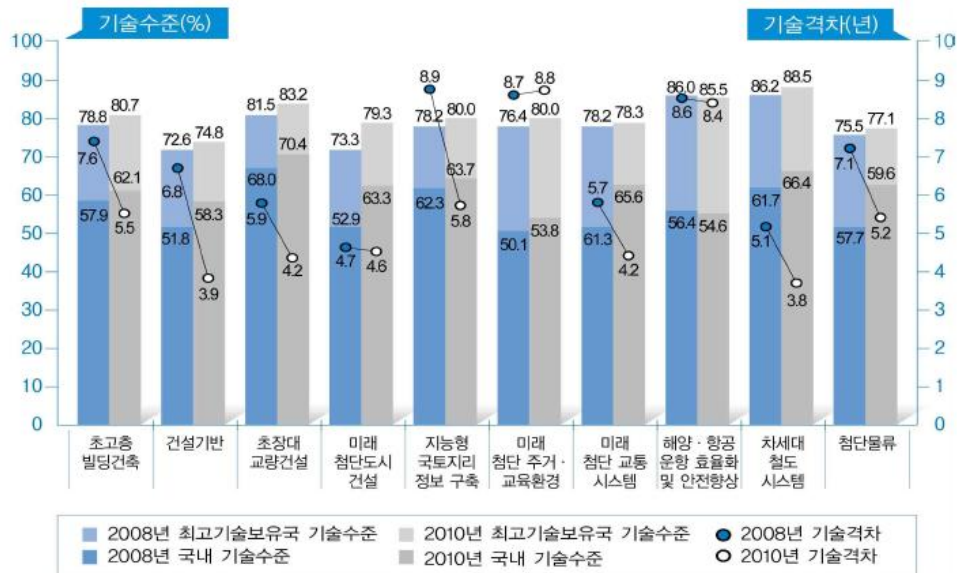


그림 65. 저에너지 건축기술 수준



그림 66. 녹색요소기술 분류(총 162종)

- 미래 첨단 주거, 교육환경 부분에서 해외와 기술격차 수준 지속
- 저에너지 구현을 위한 패시브방식 부하저감기술(고단열, 고효율 창호) 등의 기술 개발이 진전되고 있으나 경제성과 국내 건설환경에 기반을 둔 외단열기술, 디테일기술 등 개발이 필요

- 외피 기술 중 외단열 내화성능과 구조 및 접합부 기밀성능 등에 대한 실용기술 개발 미진
- 국내 전문 설계자 및 시공자 부족
- 부지조성 및 조경, 실내환경, 수자원활용 관련 설계 기술 및 시공기술 개발 미진
 - 한스타일 생태건축 구축에서 건물에너지 성능부분을 대처하기 위해서는 요소 기술의 개발(부위별 시스템 개발)이 필요하며 성능기반의 한스타일 생태건축 모델이 개발되어야 함

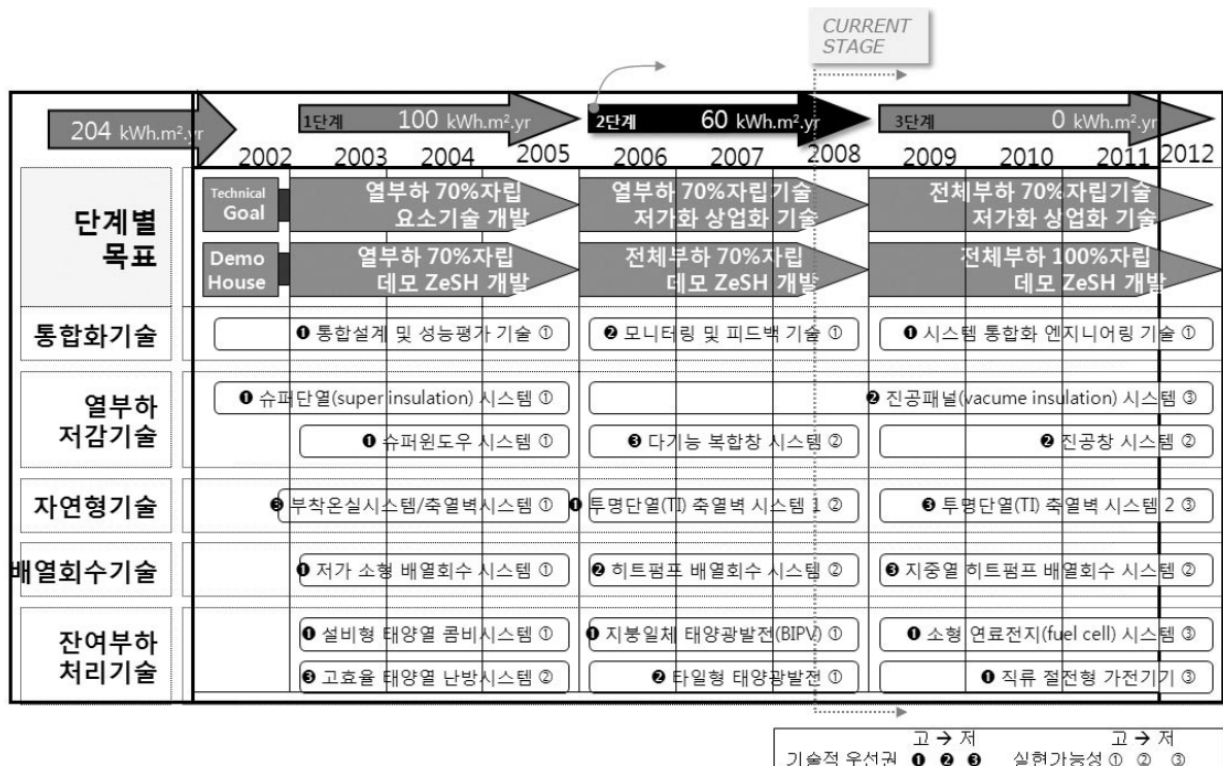


그림 67. 100% 에너지 자립형 제로에너지 하우스 개발을 위한 3단계 로드맵

(출처: 윤중호, 녹색성장을 위한 그린홈과 제로에너지 주택기술, 그린빌딩협의회, 2010.12, 22쪽)

나. 그린 리모델링 기술

- 녹색건축조성지원법에 의한 창조센터 이차지원 사업으로 그린 리모델링 사업자 선정 및 리모델링 민간 프로젝트 시행
- 단열보강, 창호교체, 누수방지, 고효율 기기 등의 기술 적용
- 다양한 공법으로 조성된 저층 주택을 위한 사전 진단, 환경개선예측, 비용·성능 LCA 분석, 시공 진단 등의 기술 개발 필요

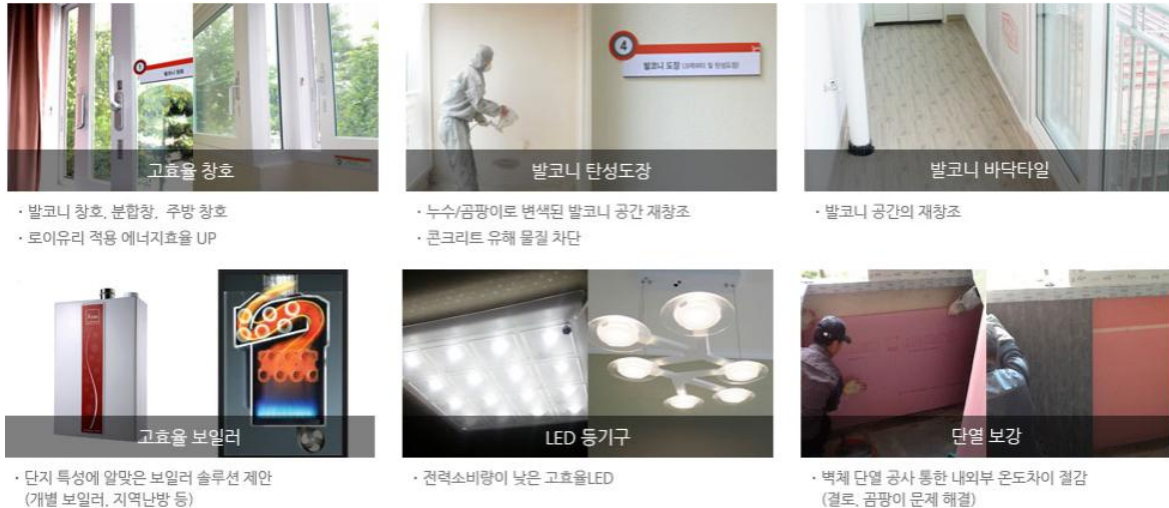


그림 68. 그린리모델링 주요 기술 사례

(출처 : D사 홈페이지)

다. 저에너지 한옥

○ 그린 한옥

- 건설기술연구소+(유)에스와이 개발

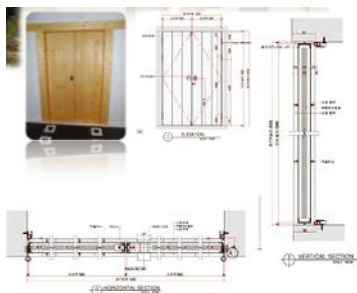


그림 69. 문내부 진공단열재 적용
열관류율 0.6kWh/m²K
기밀 1등급



그림 70. 목재기와걸이+ 진공단열재
열관류율 0.15kWh/m²K
지붕환기 통로 확보



그림 71. 마그네슘 CRC 보드를
활용한 당글막이
열관류율 0.15kWh/m²K

라. 그린 BIM 기술 확대

- BIM 기술 확대로 3차원 정보기술을 활용하여 초기 대안 설계 단계부터 환경 성능 평가 병행
- 에너지 성능 중심으로 평가가 이루어지고 있으나 자연환기 및 자연채광 분석으로 확대할 필요가 있음
- 외부 대지 및 식생에 따른 주변 미시기후 변화 예측모델 개발 필요

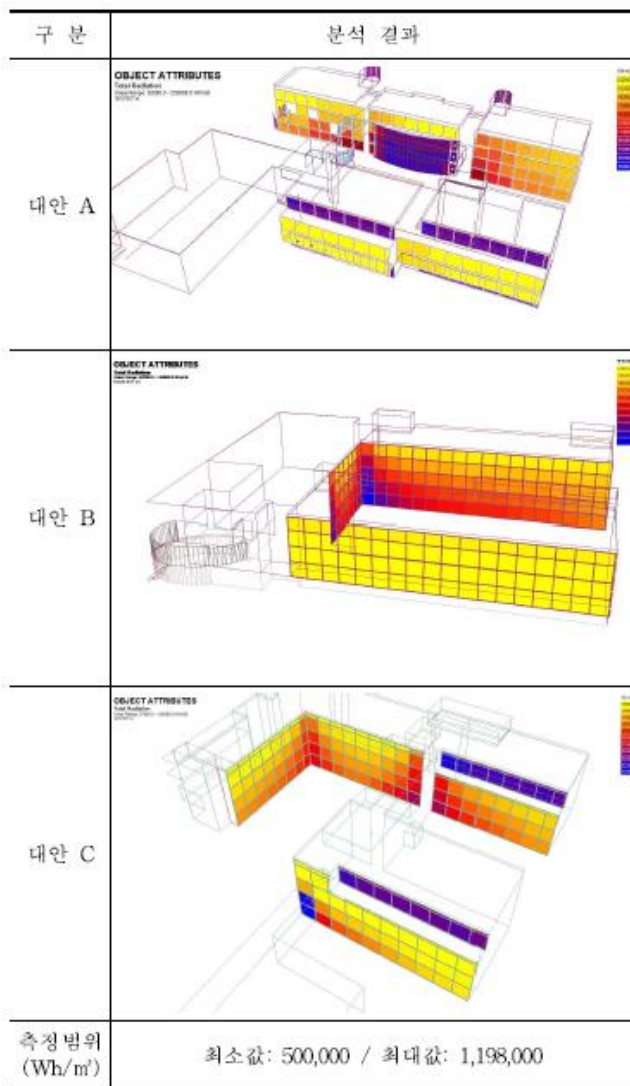


그림 72. 그린 BIM 대안분석 사례

(출처: 조진성 외 2인, 지속가능한 건축을 위한 초기 설계 단계에서의 Green BIM 적용 방안에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 2011.04, 23쪽)

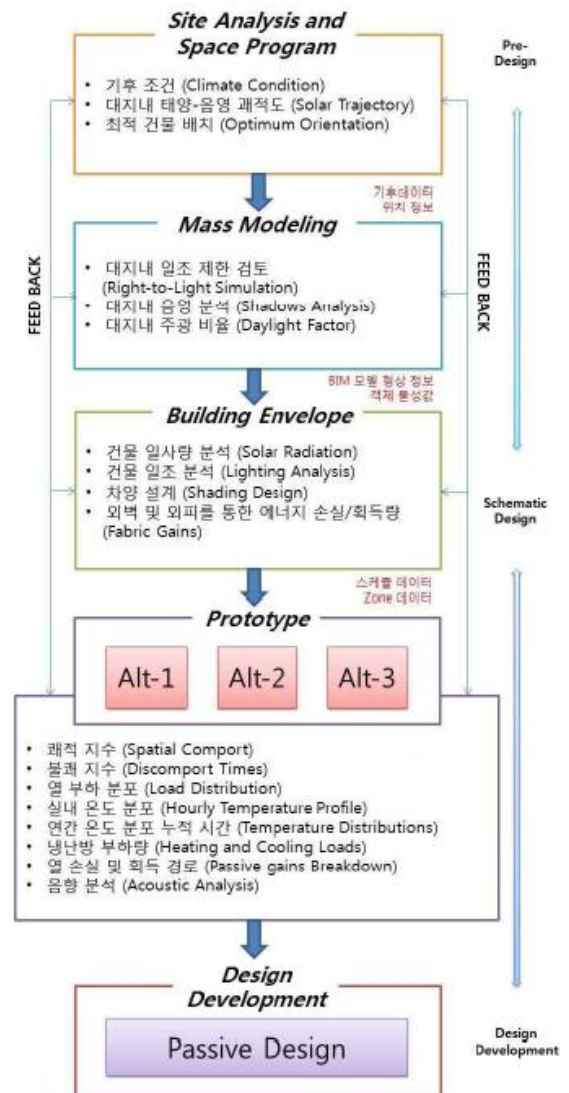


그림 73. 설계 초기단계 그린 BIM 적용 방안

(출처: 조진성 외 2인, 지속가능한 건축을 위한 초기 설계 단계에서의 Green BIM 적용 방안에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 2011.04, 23쪽)

마. 환기시스템 및 제어기술 연구개발 증가

- 환기에 따른 냉난방 에너지 소비저감을 위하여 하이브리드 환기방식을 포함하여 각종 환기시스템이 개발되고 있으며, 센서제어를 통한 최적 제어기술에 대한 연구개발이 증가하고 있음¹⁷⁾



그림 74. 건축물 에너지 소비 실태

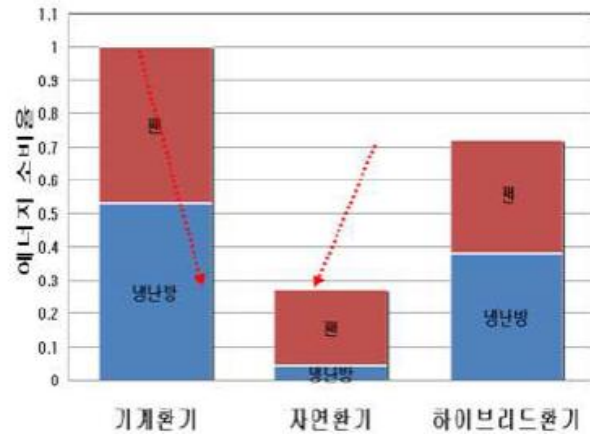


그림 75. 환기방식별 에너지 소비율

바. 환기시스템 유형

- 창호형 자연환기시스템
 - 고단열·고기밀화에 따른 실내공기질 악화와 창호시스템의 에너지 효율적 환기기능의 부재로 인한 에너지 손실에 대응하는 저가 보급형, 한국형 자연환기 시스템
 - 창문의 기본 기능인 조망, 단열, 기밀성능, 방범 등을 저해하지 않으면서 창문에 일체식으로 결합하는 벤트-윈도우 시스템 기술이며, 임의의 창문 개폐로 인한 환기 에너지 손실을 최소화하는 상시 연속 개념의 미세 조절 환기시스템

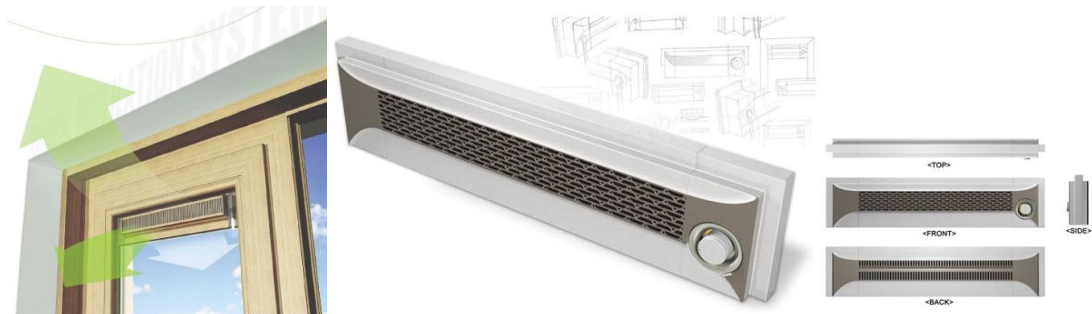


그림 76. 창호형 자연환기시스템 장치

17) 에너지효율향상을 위한 건축설비 최적설계 및 관리시스템 기술개발 연구, 건교부

Comparison of mechanical and natural ventilation using long-term evaluation model for indoor air quality, thermal environment and energy consumption, Yuichi Takemas

○ 자동 개폐 시스템

- 창문용 자동폐쇄장치



그림 77. 창문용 자동폐쇄장치

○ 루버, 차양

- 직사광선이 실내에 직접 유입되는 것을 방지하고, 유입된 빛을 반사 및 확산시켜 실내 깊숙이 사입하는 자연 조절장치



그림 78. 루버, 차양

○ 굴뚝 환기¹⁸⁾

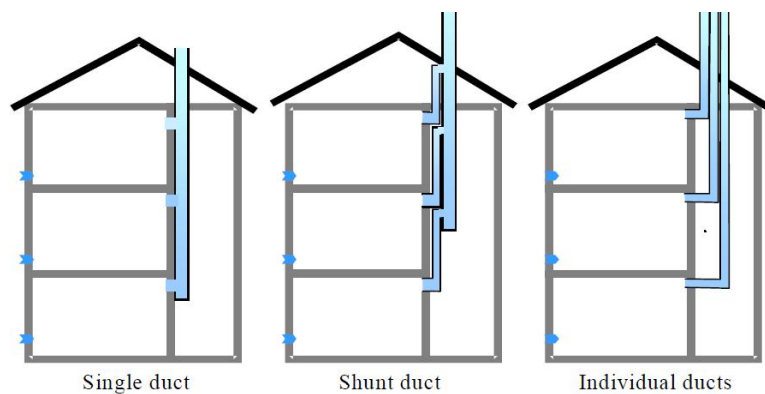


그림 79. 굴뚝환기 개념도

- Single duct: 소음, 공해(악취), 화재안전성이 떨어짐
- Individual duct: 싱글 덕트 보다는 바람직하지만 비용과 공간규모 상승

18) C. Ghiaus, F. Allard, J. Axley, C-A. Roulet, Natural ventilation: principles, solutions and tools
VENT Dis. Course, Distant learning vocational training material for the promotion of best practice ventilation energy performance in buildings, Module 1: Natural and Hybrid Ventilation

○ 온실, 아트리움

- 건축물의 발코니나 베란다를 온실 공간으로 계획함으로써 태양의 복사에너지를 이용한 온실 효과를, 실내공간이나 옥외 마당에 아트리움 공간을 계획하여 일사 및 채광을 비롯한 자연환기 조절 효과를 얻을 수 있음

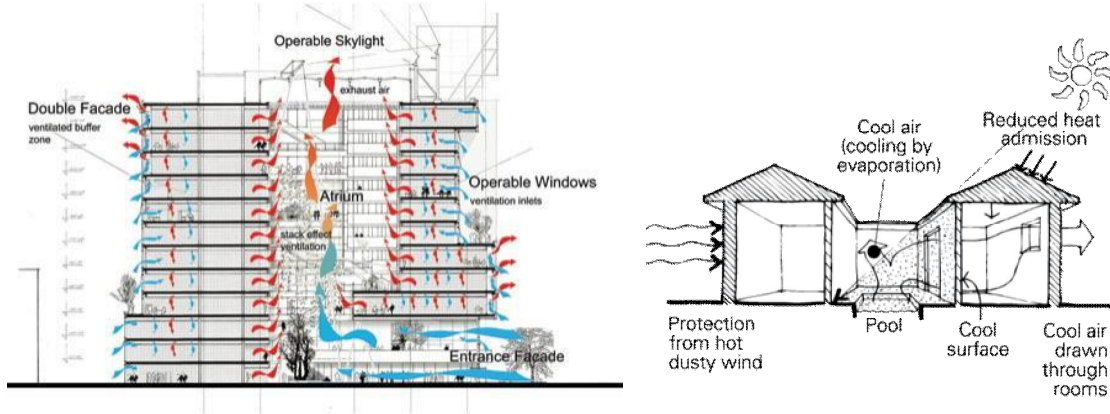
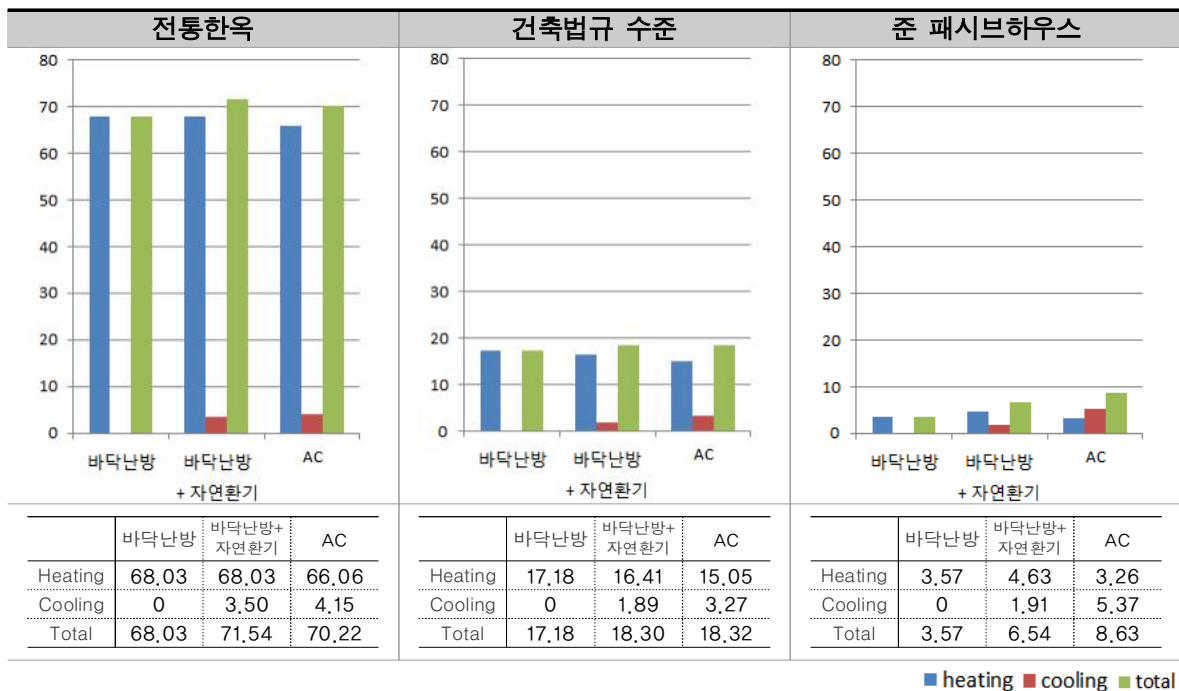


그림 80. 온실, 아트리움 개념도

○ 전통한옥 외피성능 향상 및 자연환기

표 27. 한옥 에너지성능별 냉난방부하량 비교 (Type 1)



(출처: 충북대 지속가능계획연구실)

- 전통한옥에서 외피의 단열 및 기밀성능을 향상하게 되면 부하비율이 큰 난방 에너지 절감을 통해서 전체 에너지 사용량을 급격하게 절감
- 전통한옥, 법규수준한옥, 준 패시브 수준 한옥에 자연환기를 도입하게 되면 수준별 냉방에너지는 3.5MWh, 1.89MWh, 1.90MWh로 A/C방식에 비해 15.7%, 42.1%, 64.5%의 절감률을 보임

○ 기타



그림 81. 겨울철 수목 및 담장에 의한 기류의 변화

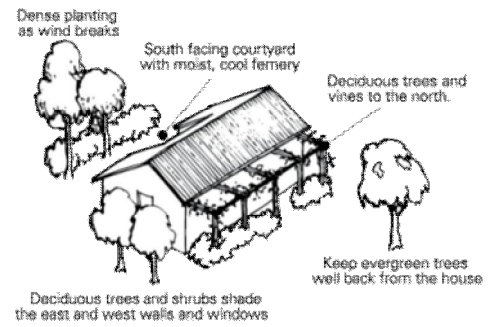


그림 82. 식재 조성에 따른 환경 조절

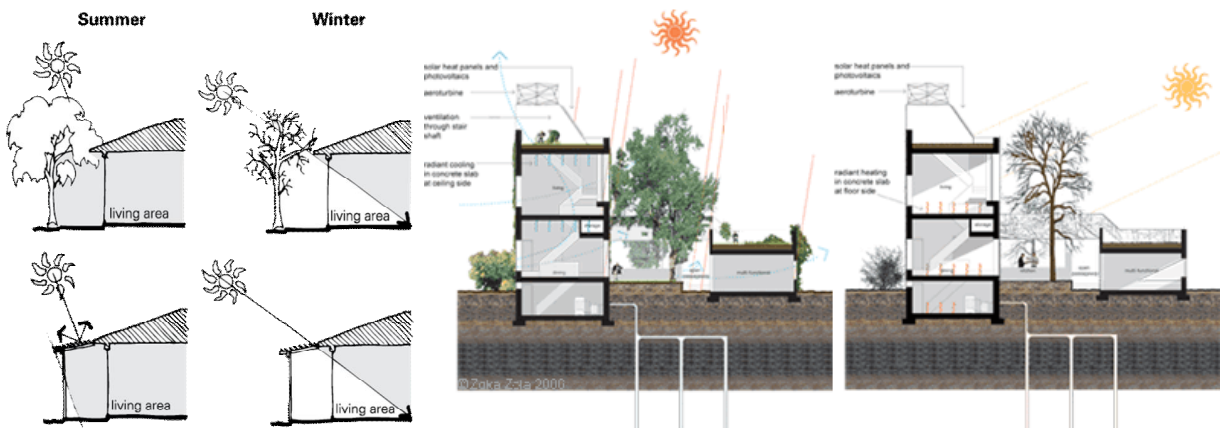


그림 83. 식재에 따른 계절별 변화

○ 하이브리드 환기시스템

- (IEA) 실내의 온열쾌적과 실내공기질을 적절하게 유지하면서 에너지 소비를 최소화할 수 있도록 자연환기(Natural ventilation)와 강제환기(Active ventilation)의 두 가지 환기모드로 제어되는 시스템
- (ANNEX35) 에너지 소비를 최적화하기 위해 외부 환경조건에 따라 자연환기와 기계환기를 자동으로 제어하여 병용할 수 있는 방식

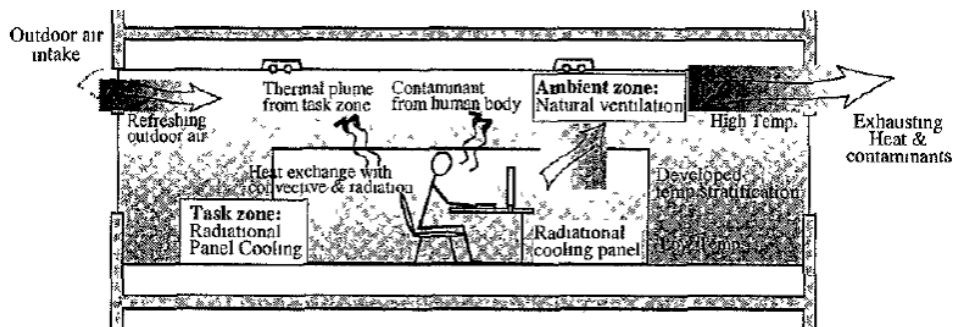


그림 84. 하이브리드 환기 개념

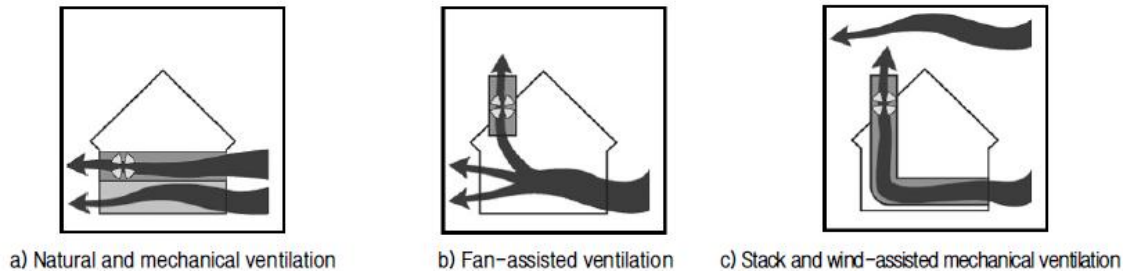


그림 85. 하이브리드 환기 시스템의 유형

- 국내에서는 공동주택을 중심으로 하이브리드 환기시스템에 대한 연구개발을 추진하고 있으며, 자연환기를 위한 개구부와 기계배기를 위한 팬을 설치하고 있음
- 강제 환기 설비용량의 과대 또는 과소 설계로 이어질 수 있으며 이는 에너지의 과소비의 원인이 될 수 있음

사. 건축자재 개발 동향

○ 흡착 기능성 건축자재

- 유해화학물질을 흡착할 수 있는 기능성 건축자재의 연구 및 기능성 소재의 흡착 성능을 향상시킬 수 있는 소재 개발과 관련 된 연구가 학/연 분야에서 최근에 다수 수행하였음
- 흡착 기능성 소재인 활성탄, 제올라이트, 다공성 천연광물 등을 물리적/ 화학적 개질을 통하여 흡착성능을 개선하거나, 건축자재 원재료, 접착제 및 도료 등과 혼합하여 건축자재와 적용가능성을 분석하는 연구가 수행된 바 있음
- 건축자재 생산업체에서는 오염물질 저방출과 유해물질 흡착 기능을 건축자재에 부여하기 위해 황토, 숯, 규조토 등의 자연소재를 혼합하여 건축자재를 개발한 사례들이 다수 존재함

○ 국내 전통건축재료

- 황토, 한지 및 기와에 대한 연구 및 제품 개발은 상당히 활성화 되어 있는 상태이나 개발된 제품의 물리적, 화학적 특성에 대해 정밀하게 분석된 자료가 미흡하며, 시공법의 기준 부재로 보편적인 확산이 어려운 상태임

아. 전통적 실내공간의 환경 조성

○ 한지를 이용한 실내공간 구성방안

- 전통적 소재의 친환경적인 장점들을 활용하기 위한 목적으로 한지를 실내 벽면마감재료 개발하여 적용하려는 연구가 진행되었음
- 자연재료로 생산되는 한지가 가지고 있는 기능적인 특성과 전통적인 실내공간을 연출할 수 있는 심미적인 특성을 활용함

자. 전통마을의 배수체계

○ 전통마을의 배수원리¹⁹⁾

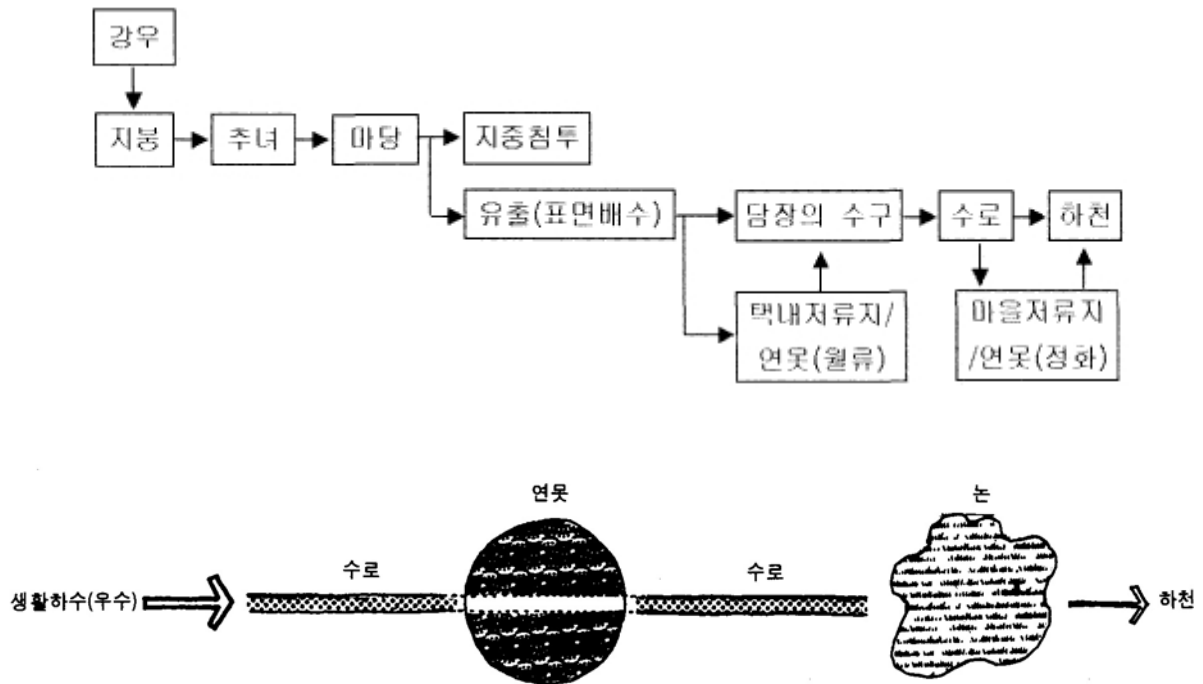


그림 86. 전통마을의 배수체계

- 지붕 추녀에서 떨어진 빗물은 마당에 낙수 후 땅속으로 스며들거나 담장 및 수구를 통해 집밖으로 배출
- 채와 담장으로 구획된 마당단위로 집수하여 마당과 마당, 마당과 골목길, 골목길 사이에 담장에는 수구를 만들어서 빗물이 배출될 수 있도록 형성
- 마을의 큰길에는 많은 빗물을 배출하기 위해 도랑이나 돌을 쌓아 만든 수로가 길을 따라 만들어져 있으며, 도랑이나 수로가 길을 횡단하는 부분이나 가옥의 출입로에는 지하 배수관 또는 돌판을 덮은 수로나 작은 다리를 놓아 통행이 가능하도록 처리함
- 건물이나 담장, 통행로는 마당이 빗물에 의해 침수되지 않도록 마당보다 높게 조성

19) 최일홍 외, 환경친화형 자연배수 기법 적용연구, 2013.12

차. 빗물 관리 기술 현황

- 빗물을 침투·저류시키기 위해 개발되고 있는 기술 및 시설들은 주로 빗물유출 저감이나 대체 수자원 확보를 목적으로 함²⁰⁾
 - 빗물유출 저감시설은 빗물의 직접 유출을 억제하기 위하여 인위적으로 빗물을 지하에 침투시키거나 저류시키는 시설을 말함(자연재해대책법 제2조)
 - 도입사례: 공동주택 빗물이용시설은 아파트 재건축, 택지개발사업 시행에 따라 재해 저감시설로 설치하거나 아파트와 기업 이미지의 제고를 목적으로 도입된 경우가 많으며, 저류된 빗물은 주로 주변의 친수 용수로 활용되는 경우가 가장 많음

시설명	현장사진	시설명	현장사진	시설명	현장사진	시설명	현장사진
집수면 (부지)		저류 시설		저류조		필터 및 제어 판넬	
필터		A/C 여과장 치		펌프		소화 설비	
펌프		조경 분수		식수 및 분수		연못	
조경용 수도 배관		연못					

표 28. H 공동주택단지 빗물이용시설

- 빗물관리시설의 역할이 부각되고 있으나 시설의 설치, 운영을 위한 뚜렷한 기준이나 가이드라인이 없는 상황에서 도입되어 많은 문제점이 나타나고 있음
 - 시설 도입 이후에도 관리자의 인식 부족, 유지관리 지침의 부재로 운영하지 않거나 하더라도 체계적 관리가 부족.
 - 지속가능한 친환경적 배수방식보다는 주로 설비적인 방식으로 빗물을 처리
- 빗물관리기술 관련 특허 출원 증가²¹⁾
- 빗물관리기술: 빗물이 땅속으로 스며들도록 하는 빗물침투기술, 빗물을 모아두기 위한 빗물저장기술 및 빗물을 깨끗한 물로 바꾸기 위한 빗물처리기술 등 빗물 관련 모든 기술을 말함
 - 2005년 95건에서 2014년 186건으로 2배 가까이 증가

20) 한영해, 생태적 도시개발을 위한 물순환체계 확보방안, 2007

21) 왕성상, "빗물관리기술 및 해수담수화기술 특허출원 '쑥'", 『아시아경제』, 2015.06.09

- 빗물을 모아두기 위한 빗물저장기술에 오염 물질을 제거하기 위한 빗물처리 기술이 결합되어 깨끗한 생활용수로 바꾸어 주는 특허 출원이 2005년 9건에서 2014년 49건으로 5배 이상 증가

표 29. 빗물관리기술의 최근 특허



그림 89. 빗물관리기술 현황

발명의 명칭	주요 기술내용	대표 도면
비점오염원 여과를 위한 수목 빗물관리장치 (등록번호 10-1329767)	도로와 접한 보도에 수목공간을 설치하고 빗물이 수목공간을 통과하여 토양으로 침투되거나 별도의 저장조에 저장	
녹지 및 도로 유출수 분리 여과 기능을 갖는 빗물 저류 시스템 및 빗물 저류 방법 (등록번호 10-1511366)	침투가 용이하지 않은 지역의 빗물 유출수를 동시에 집수할 수 있고, 토양 하부에는 침투된 빗물의 집수가 가능하며, 또한 수질 성상이 다른 유출수를 분리하여 여과되도록 함	
도로와 보도의 홍수피해 예방 및 비점오염물질의 저감이 가능한 우수 저류 및 침투 시스템과 그의 시공방법 (등록번호 10-1446275)	집중호우 시 빗물을 집수해 지하로 침투시켜 홍수피해를 예방하는 한편, 도로변에서 유입되는 우수를 저류조에서 일시적으로 저류, 여과 및 정화시킨 후 지하로 침투되도록 함	
빗물 재이용 처리장치 (등록번호 10-1442454)	지면 아래에 매설되고 빗물이 내부유입되는 통로에 여과통이 있어 빗물 내 이물질이 제거되고, 여과통을 통과하면서 여과된 빗물이 일정량 저장되는 저류부를 포함	

카. 저영향 개발 연구

- ‘건전한 도시 물순환 인프라의 저영향개발(LID) 및 구축·운영 기술’ 연구(2012~2017)²²⁾
 - 저영향개발 기술 기반의 물순환형 녹색도시 조성 기술 개발, LID 물순환 그린 인프라 구축기술 개발, LID 기술 검증 및 모형 개발, LID 물순환 도시 조성 계획·설계 및 운영 기술 개발을 통한 지속가능한 물순환 도시조성을 위한 GI & LID 요소기술 개발, 검증평가 기술 개발 및 통합적용기술 개발

22) 국토교통과학기술진흥원(<https://www.kaia.re.kr>), 과제 현황

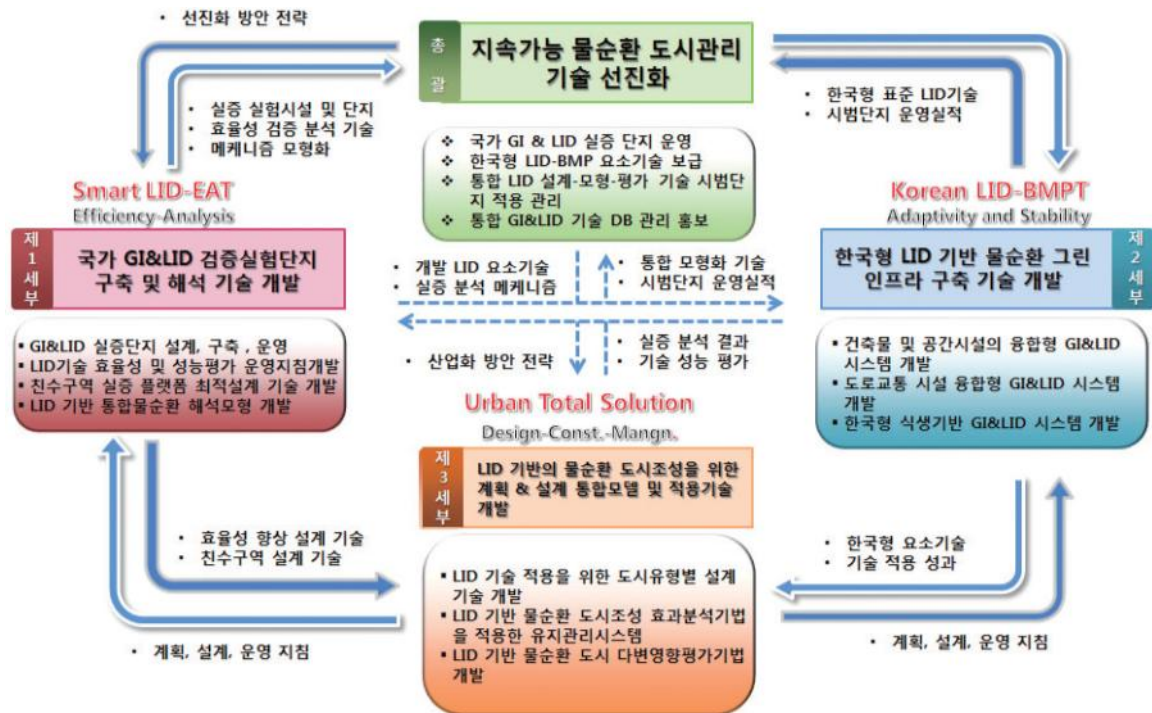


그림 90. GI & LID 연구단 개요

(출처: 신현석, 박종빈, 건전한 도시물순환을 위한 그린인프라 및 저영향 개발: 국가 GI&LID 실증실험단지 및 연구센터, 물과 미래, v.47, no.12, 8-15, 2014.12)

○ 기후변화 대응형 도시 빗물관리시스템 연구(2011~2014)²³⁾

- 연구목표: 기후변화 대응형 도시 빗물관리시스템 개발 및 3E(Efficiency, Ecology, Economy) 평가
- 집중강우에 대비한 분산식 도시 빗물관리시스템 개발
- 도시열섬 및 미기후 변화 완화를 위한 도시 빗물-기후관리 통합시스템 개발
- 모델링 및 현장실험에 의한 분산식 빗물관리 적용 후 기후변화 영향분석 (Efficiency)
- 환경개선(Ecology) & 경제성(Economy) 평가를 통한 분산식 빗물관리의 적용 확대

타. 물순환 해석 모형

○ Raincity

- 기본 전략수립 모듈, 시설조합 및 규모결정모듈로 구분하여 모의할 수 있으며 기본 전략수립 모듈은 계획 수립 초기단계에서 대상지역의 저류 및 활용, 침투 및 증발산 등을 계산하여 1년 동안의 수문학적 현상과 물수지를 제공함으로써 해 당 지역에 적합한 빗물관리 전략수립을 위한 밑그림을 제공

23) 국토교통과학기술진흥원(<https://www.kaia.re.kr>), 과제 현황

- ‘도시유역 물순환 해석 모형의 개발 및 적용’에 관한 연구(2007~2011)²⁴⁾
 - 도시유역의 물순환 해석을 수행할 수 있는 모형을 개발, 적용하여 실용성을 평가하며, 개발된 모형을 상용화 하는 것을 목표로 함
 - CAT(Catchment Hydrologic cycle Assessment Tool)
 - 유역개발 전·후의 장·단기적인 물순환 변화특성을 정량적으로 평가하기 위한 물순환 해석모형
 - 사용자의 목적에 맞는 다양한 물순환 개선시설(침투시설, 저류지, 습지, 빗물 저장시설, 리사이클 및 외부급수 등)의 구현 및 모의가능

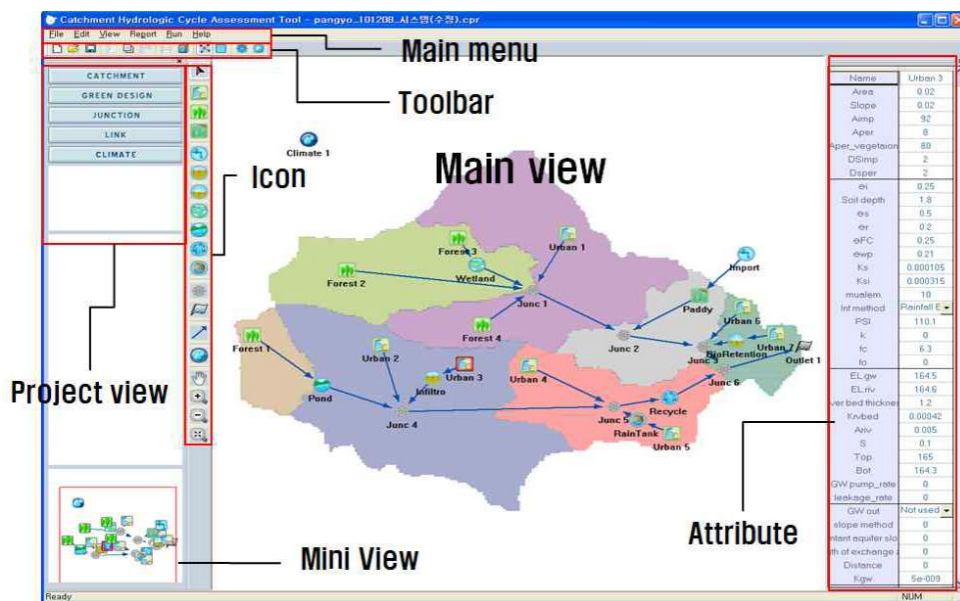


그림 91. Graphical User Interface of CAT

(출처: 김현준 외, 도시유역 물순환 해석모형 개발 및 적용(Ⅰ)-모형개발-, 2012)

파. 수질센서 및 센서 네트워크

- 수질센서²⁵⁾
 - 프로브(probe) 형태의 센서로서 CNT의 큰 비표면적 상에 Bi를 장착, working electrode를 형성하여 다종의 중금속을 동시에 저농도까지 검출하기 위한 전기화학식 프로브센서에 대한 연구개발이 연구소와 대학을 중심으로 수행
 - 최근 크기가 크고 고가인 기존 TMS(tele-monitoring system)를 소형화하기 위해 마이크로유체소자(LoC)를 이용한 질소와 인 등의 분석은 국내 산학연에서 연구개발이 수행되고 있음

24) 도시유역 물순환 해석 모형의 개발 및 적용, 한국건설기술연구원, 2011

25) U-녹색환경 통합관리를 위한 그린패트를 기술동향, 한국환경산업기술원, 2013

○ 센서네트워크

- 국내 USN 관련 SoC 및 네트워크 프로토콜 개발은 레이디오펀스에서 2.4GHz 주파수 대역의 무선 통신 단일칩을 개발 양산하였으며 세계적인 경쟁력을 가지고 있음
- 삼성전기는 지그비 단일칩을 개발 성공하여 가격 표시기(Smart label) 및 가전 제어 시장에서 시장 진출을 하였으며, 해외 유수의 유통 업체와 결합하여 시범 사업을 추진
- USN 솔루션 디바이스 개발 업체들은 KIDS-CARE 등과 같이 무선 통신 기반 LBS(Location based System) 시장 진입에 성공하였으며, 이동 통신망을 근간으로 하는 이동통신 사업자는 스마트그리드 제주도 실증사업에서 지그비 무선 통신 기술을 활용하여, 제주도의 2,000 가구를 대상으로 기술 실증 사업을 추진하여 스마트 그리드의 기술적 발전 방향에 대한 연구를 진행
- ETRI는 센서네트워크 OS인 nanoQplus를 개발 완료하여, 일반 연구소 및 학교에 센서네트워크 솔루션을 제공

하. 생태건축 성능요소검토 (Performance Framework)

○ Feature Performance: 개별 기술성능, 에너지, 물, 공기질, 자재, 자원 등으로 파악

- 패시브적 요소 / 난방, 냉방시스템 등 에너지요소
- 자연채광 등 조명요소
- 조명조절 및 컨트롤시스템
- 건축자재

○ Process Performance: 디자인-통합디자인, 계약방법, 에너지예상, 절감의 인증,

측정방법론(MnV), 사용자교육, 매뉴얼 등 프로세스적인 요소 또한 기술요소와 함께 성능관점에서 파악되어야 함(가장 효과적으로 수행될 수 있는 프로세스 제시로 성과와 편익달성위한 최소비용 접근)

- Best Practice, 평가 ToolKit 형태로 성능단계별 제시
- 시공성능 등 건설단계의 표준화 매뉴얼 등 제공

○ 생태건축 성능단계 검토: Performance Framework

- 기존 해외에서 제시한 단계별 달성 성능 기준 참조
- 예시: “The Code for Sustainable Homes” / UK = A step-change in sustainable home building practice
- 신축 주택의 제로카본 주택건설 목표한 성능단계별 자발적 가이드라인이지만 영국 내의 국가 기준으로 정착시키고자 하는 의도로 해당산업 가이드라인 제시, 2015년에 건축법규에 반영됨



Achieving a sustainability rating					
Minimum Standards					
Energy			Water		Other Points ⁴ Required
Code Level	Standard (Percentage better than Part L ¹ 2006)	Points Awarded	Standard (litres per person per day)	Points Awarded	
1(★)	10	1.2	120	1.5	33.3
2(★★)	18	3.5	120	1.5	43.0
3(★★★)	25	5.8	105	4.5	46.7
4(★★★★)	44	9.4	105	4.5	54.1
5(★★★★★)	100 ²	16.4	80	7.5	60.1
6(★★★★★)	A zero carbon home ³	17.6	80	7.5	64.9

Notes

1. Building Regulations: Approved Document L (2006) – 'Conservation of Fuel and Power.'
2. Zero emissions in relation to Building Regulations issues (i.e. zero emissions from heating, hot water, ventilation and lighting).
3. A completely zero carbon home (i.e. zero net emissions of carbon dioxide (CO₂) from all energy use in the home).
4. All points in this document are rounded to one decimal place.

그림 92. The code for sustainable homes

(출처: https://en.wikipedia.org/wiki/Code_for_Sustainable_Homes
http://www.planningportal.gov.uk/uploads/code_for_sust_homes.pdf)



그림 93. 단계별 성능 기준 제시

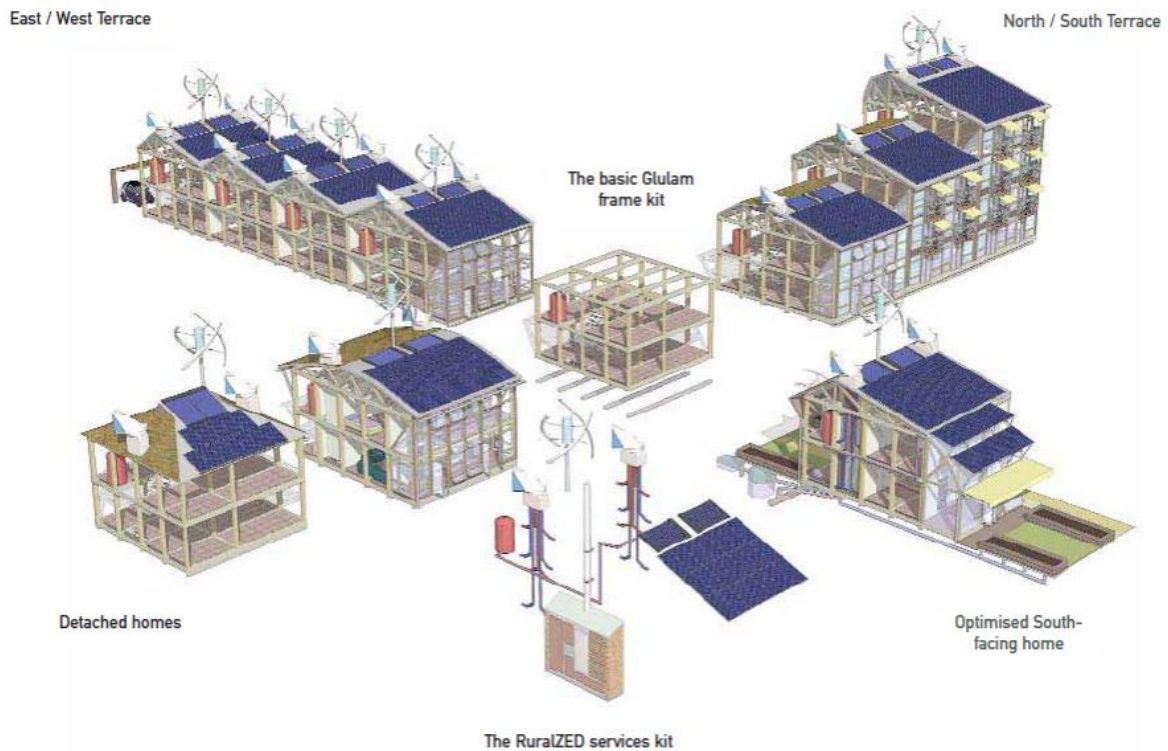


그림 94. 민간시장 제품/ 솔루션으로서의 제안 예시/ (ruralZED™)

- 배드제드(ruralZED™)에서 제시하는 완제품 형태의 솔루션
 - Code 3~6단계까지 성능을 달성할 수 있는 솔루션 제시
 - 개인 또는 개발자의 예산과 목표달성 성취 욕구에 따라 선택할 수 있음
 - 패시브 뿐 아니라 액티브시스템(service kit) 또한 달성목표 성능별, 면적에 따라 소비자가 선택할 수 있는 시장가격이 제시됨
- 표준가격 제시(Typical Costs): 성능달성위한 최소 투자비용
 - Code 3
 - kits cost £ 990 /m² or £ 89,000 for 90m² 3 bed home
 - erected £ 1545 /m² or £ 139,000 for 90m² 3 bed home
 - Code 6
 - kits cost £ 1,146/m² or £ 125,000 for 109m² 3 bed home
 - erected £ 1,606/m² or £ 175,000 for 109m² 3 bed home
- 요소기술의 조합을 통한 가장 효과적 성능달성 기술적용모델을 비용편익을 고려한 시장가격으로 제시

Building features



그림 95. Rural ZED, [The ZeroCarbon House is Ready]/ Page 6

2. 국외 기술동향

가. 저에너지 주택 건설 기술

- 구법 혁신형 저에너지 주택: 오스트리아 Haus der Zukunft/ House for the Future:
오스트리아에서 자국 건설시장 경쟁력을 강화하기 위하여 건축부분과 도시부문에서 미래형 건축(Haus der Zukunft) 및 스마트 시티(Smart City)를 모토로 목조 프리패브, 고층형 중목구조, 스트로베일 하우스, 리모델링 등의 저에너지 혁신 구법을 활용한 고품격 건축 시범 사업 구현



그림 96. LCT ONE
(집성목 프리패브 중층 오피스)



그림 97. LCT ONE
(목재 프리패브 파사드 시공)



그림 98. Der Weber Haus
(목조 리모델링 패시브 하우스)



그림 99. Der Weber Haus(목조 인테리어)

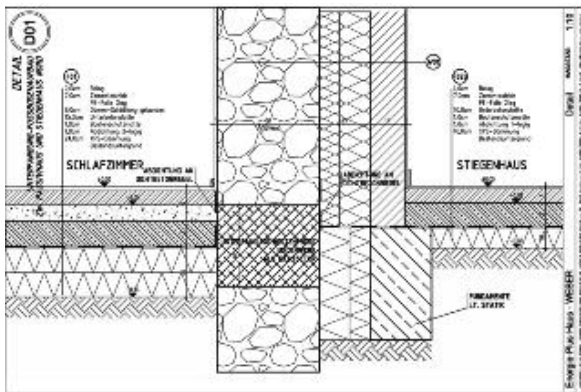


Fig. 9 Detail: Underpinning, north side of stone wall
(external insulation).

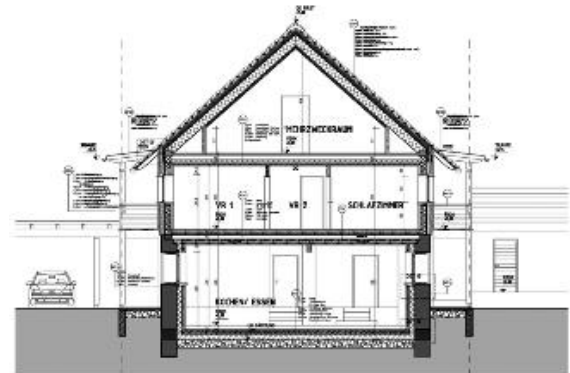


Fig. 11 Cross section. Internal insulation on the ground floor
and in the column free passive house loft.

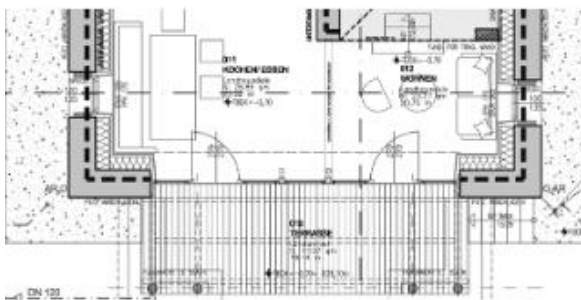


Fig. 10 Floor plan of the south side of the ground floor,
with internal insulation.

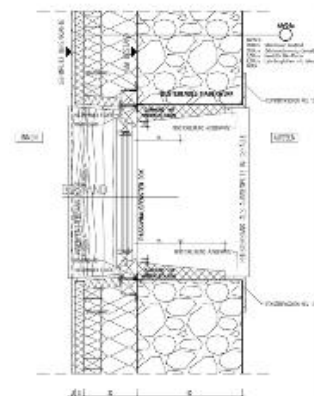


Fig. 12 Horizontal section
of the internal insulation:
30 cm cellulose, 5 cm Heraklith, clay plaster inside;
window frame insulation
(external).

그림 100. Der Weber Haus(목조 리모델링 패시브 하우스 기초 단면, 외벽 상세)

그림 101. Der Weber Haus(단면 및 창호 설치 상세)

- 비용최적형 저에너지 주택: 미국 Affordable Zero Energy Home: 미국이 자국의 건축부분 에너지 절감 전략이 혁신 제품들에 집중되면서 민간 소비시장의 요구를 충족시킬 수 없는 디자인 통합 솔루션을 제공할 수 없음을 고려하여, 적정비용 고성능 고품격 건축물을 통합적으로 구현하기 위해 시범 사업 실시



그림 102. NREL/Habitat ZEH

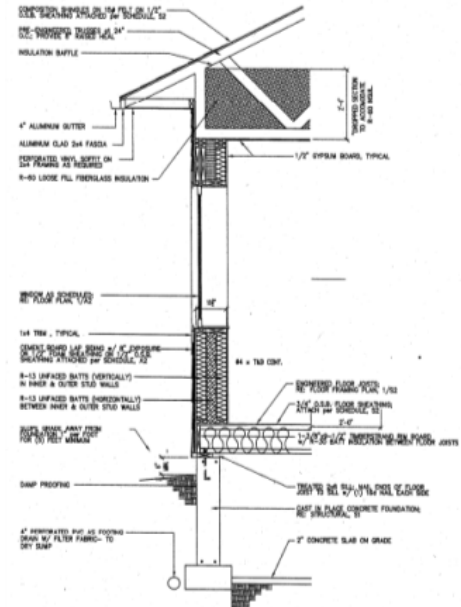


그림 103. NREL/Habitat ZEH

나. 실내 최소환기량 기준 및 자연환기 관련

- 최소환기 기준 및 효과 정립
 - 실내공기질: 신선한 공기 공급을 위해 1인당 8l/s의 환기계획 필요하고 거주자 제어를 통해 하에 이산화탄소 농도는 1000ppm으로 유지
 - 패시브쿨링(Passive cooling): 여름철 실내 온도를 낮추어 냉방에너지를 절감하고, 환기설비시스템의 설치 및 관리에 대한 비용을 절감 가능

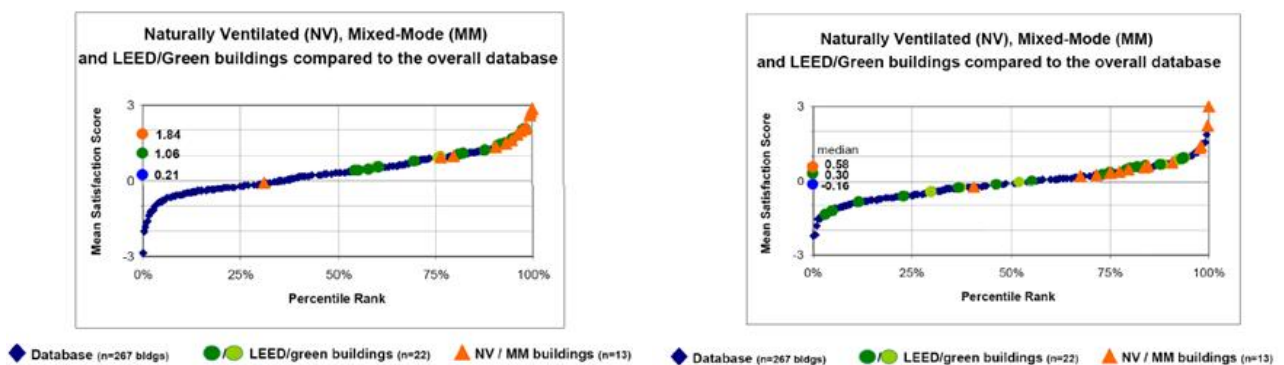
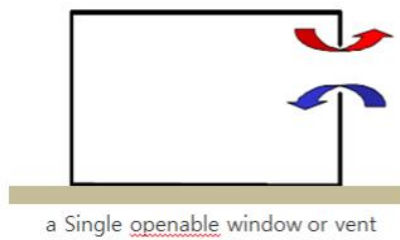


그림 104. 자연환기 건물 거주자 온열환경, 실내공기질 만족도 조사

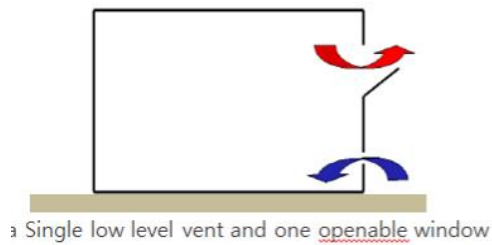
○ 자연환기 유형 정립

- 측면환기(단일창, 고저차 복수창), 맞통풍, 굴뚝환기, 굴뚝 복합환기 등의 유형 개발
- 유형별 최소 디자인 가이드라인 정립

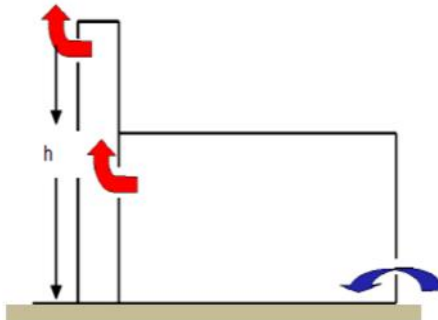
① 측면환기
(Single sided ventilation)



② 맞통풍
(Cross flow ventilation)



③ 굴뚝환기(Stack ventilation)



④ 굴뚝 복합환기
(Split-duct mounted ventilation)

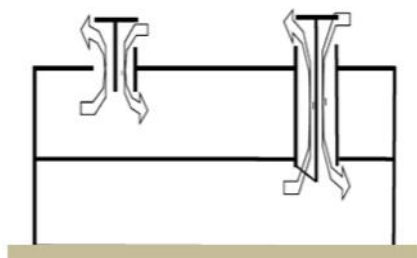


그림 105. 자연환기 유형 모식도

○ 자연환기 가능성 평가 지표 개발

- 평면유형, 실내 발열량, 실내공기질, 실내습도 관리 수준, 외부 소음, 거주자 참여 정도에 따른 자연형 냉방유형 제안
- 자연환기, 기계환기, 제습기계환기, 기계냉방, 전공조 방식 선정

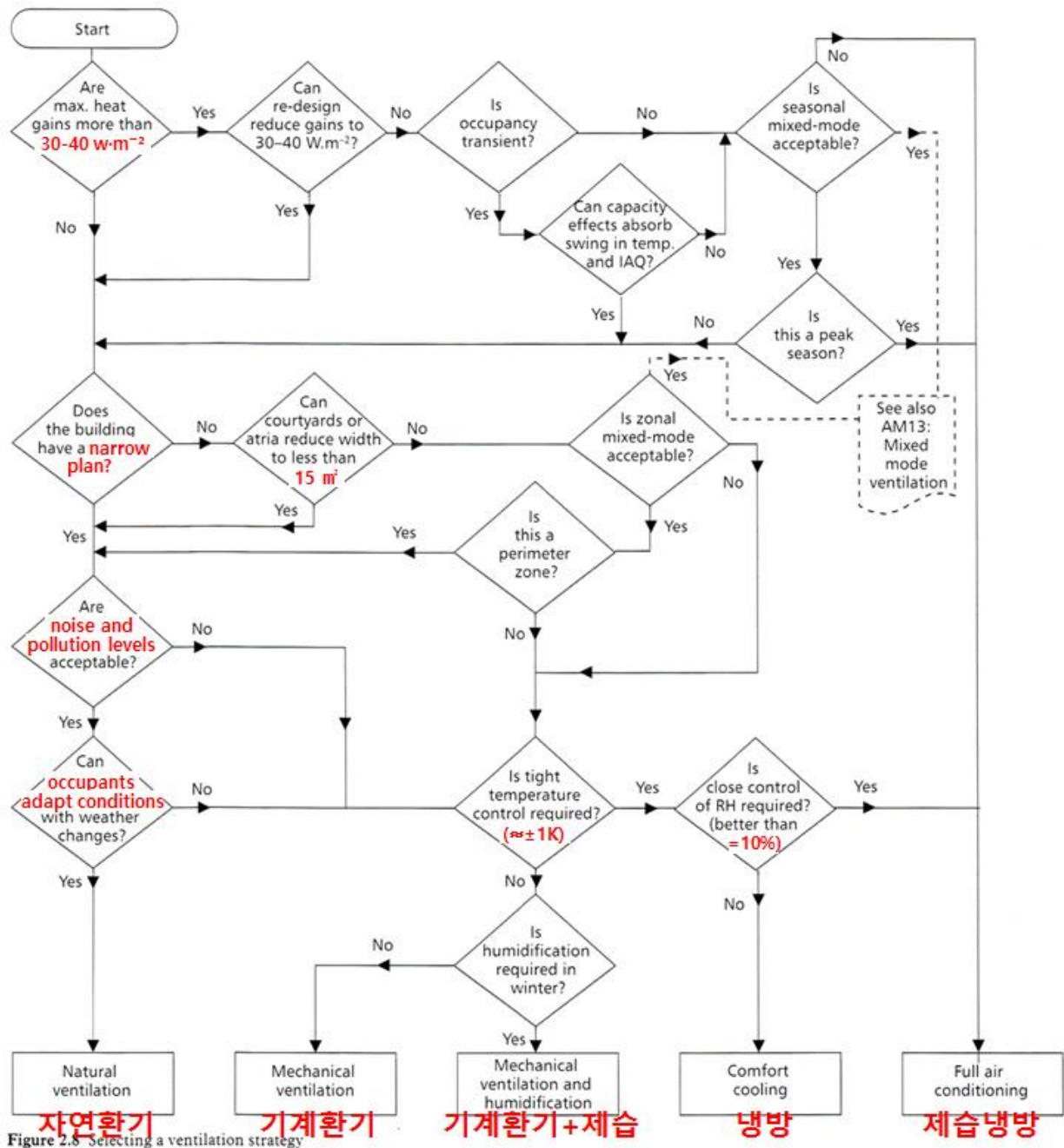


그림 106. 환기 전략

○ 자연환기 유형별 디자인 가이드라인

- 단일창 측창환기: 건물깊이/건물높이 2 미만
- 고저차창 측창환기: 건물깊이/건물높이 2.5 미만
- 맞통풍 환기: 건물깊이/건물높이 5 미만
- 굴뚝환기: 급배기구 최소 옥상층 최소 이격거리 4미터

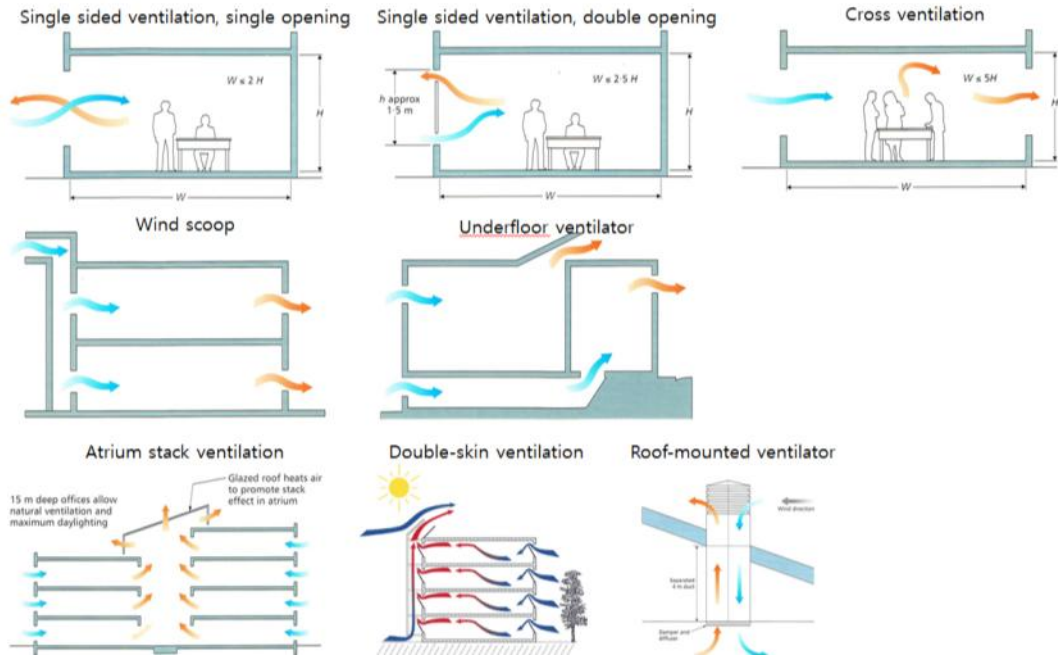


그림 107. 자연환기 유형별 계획 가이드라인 사례

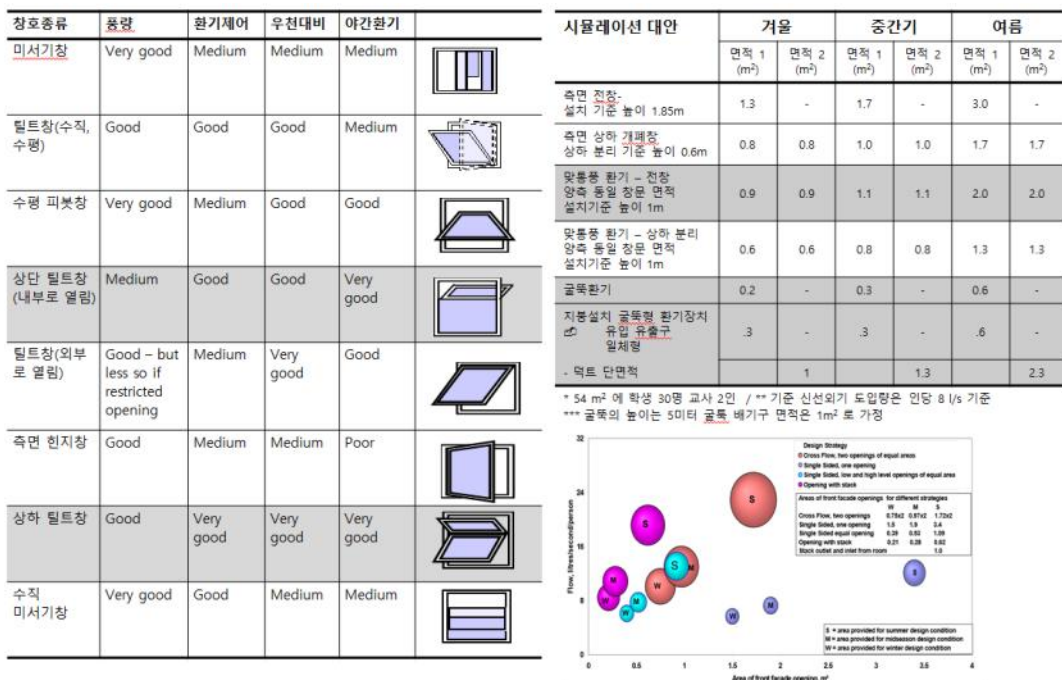


그림 108. 창호 유형별 자연환기 특성 비교

다. 성능-디자인 check list²⁶⁾

Table 3.1 Principal responsibilities and interactions							
Category	Client (owner)	Architect	Building services engineer	Client (facilities manager)	Specialist subcontractor or product designer	Contractor	Comments
Briefing	Define: — size/location — activities — occupancy — performance criteria — control preferences	Comment on: — area/volume requirements — plant depth/massing — orientation — spatial relationships — performance criteria	Comment on: — performance criteria	Comment on: — performance criteria			The structure of this table assumes a conventional contract. Where the contractor is engaged in design then the responsibility chain will change.
Ventilation strategy	Take ownership of strategy and exhaust for different purposes: — lifecycle cost — occupant satisfaction — control options — CDM issues	Define relationships of supply and exhaust for different purposes: — zoning — airflow paths — geometry — application of principles — CDM issues — operational instructions	Define flowrates to achieve: — indoor air quality — cooling — local extraction of pollutants — control Pre-commissioning CDM issues	Question implications for: — occupant satisfaction — maintenance — CDM issues			It is important that all involved take ownership of the agreed strategy. This includes the quantity surveyor. Elements which are fundamental to the working of the building cannot subsequently be regarded as optional extras in cost cutting exercises.
Ventilation openings	Implications for: — appearance — operation — maintenance — access — replacement	Preliminary sizing of vent openings Opening type Weathering Security Clashes with other elements Airtightness/thermal performance Interface with building envelope	Preliminary sizing of ventilation openings for supply and exhaust Performance prediction in relation to briefing criteria Pollution and noise control Access for maintenance	Access for: — commissioning — cleaning — maintenance	Implications for: — actuator type — linkages and fixings — effective area achievable — frame reinforcement	Subcontract package boundaries, coordination and programming Advise on maintenance procedures	Generally the vent supplier should be made responsible for integration of vent with actuator linkage and controls.
Actuator	Implications for: — appearance — achieving required free area opening — achieving required ventilation purpose	Choice of type in relation to: — weight and size of openings — type of opening — location (low or high level) — opening parameters	Implications for: — operation — maintenance — replacement	Implications for fixings: — frame reinforcement — noise — speed of operation		Recommend that actuators form part of the window package where appropriate	Engineer must also allow for power and control requirements and circuiting, as well as maintenance, alteration and replacement.
Linkage	Number of openings operated Geometry and connections Maintenance and cleaning	Commissioning requirements Maintenance and cleaning	Implications for: — operation — maintenance	Advise on: — forces acting on fixing points		Check linkages and fixings have been defined by design team	Where vent, actuator and control are not integrated, the architect will become responsible.
Controls	Implications of control and logic for occupant operation and satisfaction Status feedback	Control logic: — status feedback — automatic/normal/fire modes — occupant override — wind/rain/snow thresholds	Commissioning requirements Access Witnessing	Implications for: — operation — maintenance	Pre-commissioning demonstration of system		
Installation and commissioning	Recognise importance Ensure time in programme	Recognise importance Ensure time in programme	Commissioning requirements Access Witnessing	Access for commissioning Commissioning requirements	Undertake commissioning according to commissioning plan	Commissioning requirements Ensure time in programme CDM issues Supply o&w manuals	Allow for modifications during first year of operation.
Operation and maintenance	Allow for training	Fine tuning Simple user instructions	Fine tuning Simple user instructions CDM issues	Fine tuning CDM issues	Undertake maintenance		

그림 109. 성능-디자인 check list

26) CIBSE, Natural ventilation in non-domestic buildings, 2005

라. 도시기후분석 모델 : Envi-met²⁷⁾

- 독일 Bochum대학의 Michael Bruse에 의해 1998년에 개발

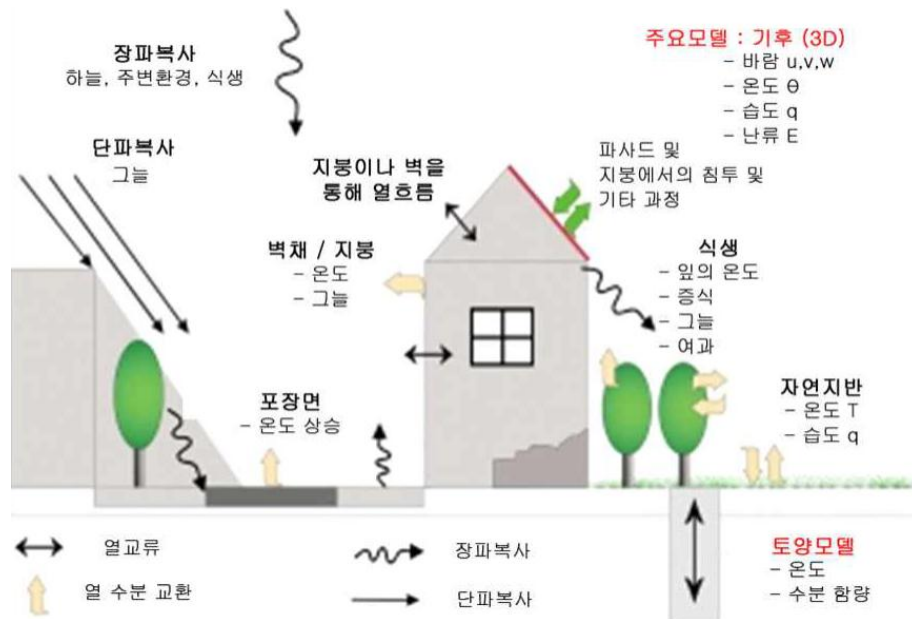


그림 110. ENVI-met 미기후모델에서의 분석항목

(출처 : BRUSE,1998)

- 지면, 건물 식생 그리고 대기의 상호작용 등에 관한 분석이 가능하며 미세규모 모델로서 뚜렷하고 상세한 미세규모 기상 패턴을 만들어 낼 수 있으며 숲과 같은 부드러운 모형도 묘사가 가능
- 식물과 건물외관에서 발생하는 그늘, 반사, 열을 포함하는 장·단파 복사, 식물에서 공기 중으로 발생하는 증발, 증산, 현열 이동, 식물생리요인, 지상 및 건축물 외관의 표면온도, 물과 에너지 간 균형 등을 고려
- 다른 모형에 비해 소규모 환경과 미기후 사이의 상호작용을 잘 묘사하여 특히 개발 전 상황에 대하여 개발 후 변화를 예측하는 연구에 주로 사용
- 시뮬레이션 사례²⁸⁾

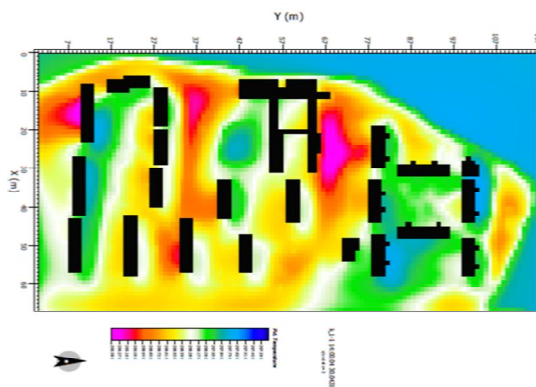


그림 111. 기존대상지 열분석 시뮬레이션

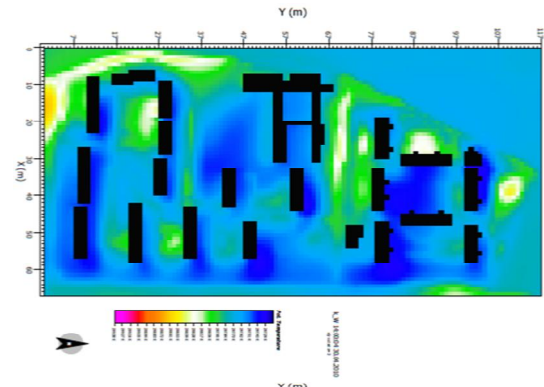


그림 112. 물순환체계 열분석 시뮬레이션

27) 기후변화 적응형 도시열환경 설계 및 관리시스템 기술 개발 기획, 한양대학교 산학협력단, 2014

28) 박기용 외, 물순환체계 형성을 통한 도시의 열섬현상 저감효과 분석 -대전시 노은지구를 중심으로-, 2010

○ 자연환기 성능 평가 툴 개발

- 기후조건, 실내발열조건, 공간크기, 적용창호 유형, 환기조절 방식에 따른 자연환기성능 평가
- 자연환기에 의한 에너지 성능 평가
- 자연환기에 의한 쾌적성 평가

Classvent - This tool produces the "equivalent" area of ventilation openings required for the supply of a specific volume flow per person

Legend of typical ventilation elements

ClassRoom Geometry

Width - m	8.00
Depth - m	7.70
Ceiling height (or highest level for opening) - m	3.00
Slab height - m	3.33
Number of Floors	3

ClassRoom Occupancy

Number of Pupils	30
Teacher (1 or 2?)	2

Design and Environmental Variables

Temperature Profile - default season or user input

	Outside	Inside
Winter	5	20
MidSeason	11	20
Summer	24	27
Other - User defined temperatures	25	30

Required Volume flow: 10 l/sec/pd
Equivalent to: 0.32 m³/sec
Equivalent to: 6.2 ach

Go to any strategy by clicking

Single Vent	Here	Stack (room + stack)	Here
Vent & Window	Here	Stack (rooms+corridor+stack)	Here
CrossFlow	Here	Roof Terminal	Here

This spreadsheet is a simple tool to predict the area of the openings needed to provide external air under specified conditions. The recommended ventilation values are: 3, 5 or 8 litres/second/person. The user should enter the geometry and occupancy for the room and then progress through the various design scenarios as indicated on the tabs below. Six possible combinations are given that include variations of Single Sided, Crossflow, Stack ventilation and roof mounted split-duct terminal. The "Single Vent" is either a single opening like a window or a vent; the "Vent Window" has two identical vents at different heights, but also allows the user to change the area of the top vent/window (which will then produce a different area for the bottom vent/window). The "CrossFlow" case looks at displacement ventilation with the windows/vents on two opposite walls; the "Stack(single)" and "Stack(multiple)" cases look at stack ventilation with either a room flowing directly into a stack, or a number of rooms flowing into a corridor which is connected to the stack. The "Roof Terminal" case looks at split-duct devices like the "Windcatcher" (Monodraught), "Airscoop" (Passivent) or "Windvent" (Midtherm). Most cases allow a multi-storeys layout and the presence of wind. The temperatures recommended as the default conditions for each period of the year are as shown in the table above. The tool provides the area required to provide the ventilation rates requested by the user and it also provides the pressure at the inlets/outlet for the windless condition. **Note: the areas predicted are equivalent areas - i.e. they will pass the same volume of air as a square edged orifice of the same area.** The "hole in the wall" to install an actual ventilator that provides this equivalent area will be greater than these calculations imply. See the "Equivalent Area" page for more information.

Navigation: Coversheet, Classroom Definition, Single Vent, Vent Window, CrossFlow, Stack(single), Stack (multiple), Roof Terminal, "Equivalent" area, Weather

Cross Flow Ventilation - front and rear openings, user sizeable areas, optional wind effect

Split-duct roof mounted ventilators

Inputs

Number of floors	3
Front opening, width (height from floor)	2.00
Front opening, height (height from floor)	2.00
Front opening, width (height from floor)	2.00
Front opening, height (height from floor)	2.00
Front of roof opening (optional user selection)	0.00

Temperatures

	Outside	Inside
Winter	5	20
MidSeason	11	20
Summer	24	27
User defined, select your temperatures	25	30
Temperature Profile - default season or user input	25	30

Results

	Outside	Inside
Opening area (m²)	4.00	4.00
Opening area (m²)	4.00	4.00
Required Volume flow	10 l/sec/pd	10 l/sec/pd
Volume flow, m³/sec	0.32	0.32
Volume flow, ach	6.2	6.2

Split-duct roof mounted ventilators, i.e. "Windcatcher", "Windhood" or "Risingwind"

One roof terminal divided internally to obtain 4 separate quadrants which flow independently. Outdoor air flows in through some of the quadrants and indoor air flows out from others. The terminal is self-adjusting choosing naturally the flow direction in each quadrant, depending on the wind direction and the height of the roof terminal from the ground level. This allows the user to specify long ducts for climates situated at any floor. Two results are provided: one for the windless condition which relies purely on internal to external temperature differential, and one for what wind is present, which ignores buoyancy effects due to being the user should expect the "no wind" case to perform better with a wind speed of 2-12.5 m/s. The terminal works naturally as a buoyancy driven device until the wind effects become dominant, and the transition between these operating modes is continuous to the occupants.

These calculations are for a generic model and do not show actual design data for the user specific case, so suggest to contact the manufacturer's e.g. Monodraught, Midtherm or Passivent.

Notes on Windhood

"Local" will force the spreadsheet to use the input wind speed as given. "Meteorological" will assume that the input wind speed given was produced from the Met Office. As such, it is the wind speed measured at 10m height. The spreadsheet will then modify the wind speed according to the height of the building and type of location (Open, Rural, Urban, City). Note that the calculation assumes that the wind is always perpendicular to the front facade; therefore caution is required in specifying a wind speed which would not be too optimistic results.

Results

	Outside	Inside
Opening area (m²)	4.00	4.00
Opening area (m²)	4.00	4.00
Required Volume flow	10 l/sec/pd	10 l/sec/pd
Volume flow, m³/sec	0.32	0.32
Volume flow, ach	6.2	6.2

Additional notes

The calculation assumes a Cp of 0.8 for the inlet and outlet grilles. The calculation assumes a Cp of 0.25 on the windward (inlet) side and 0.1 on the leeward (outlet) side.

그림 113. 자연환기 성능 평가 툴

마. 환기 가이드라인: 호주 ‘Your Home’

- 호주 정부 산하 산업부서에서 운영하는 주거 가이드라인으로 친환경 지속가능을 기본 바탕으로 건축주, 건축가, 시공자들이 활용할 수 있도록 제시

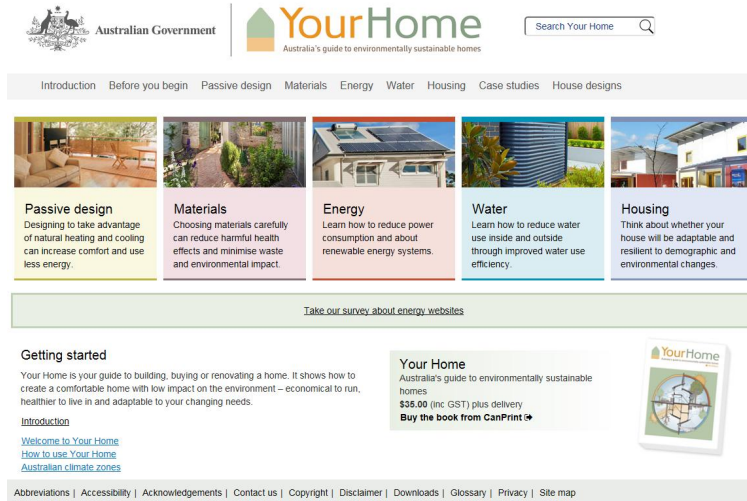


그림 114. YourHome 홈페이지

(출처 : www.yourhome.gov.au)

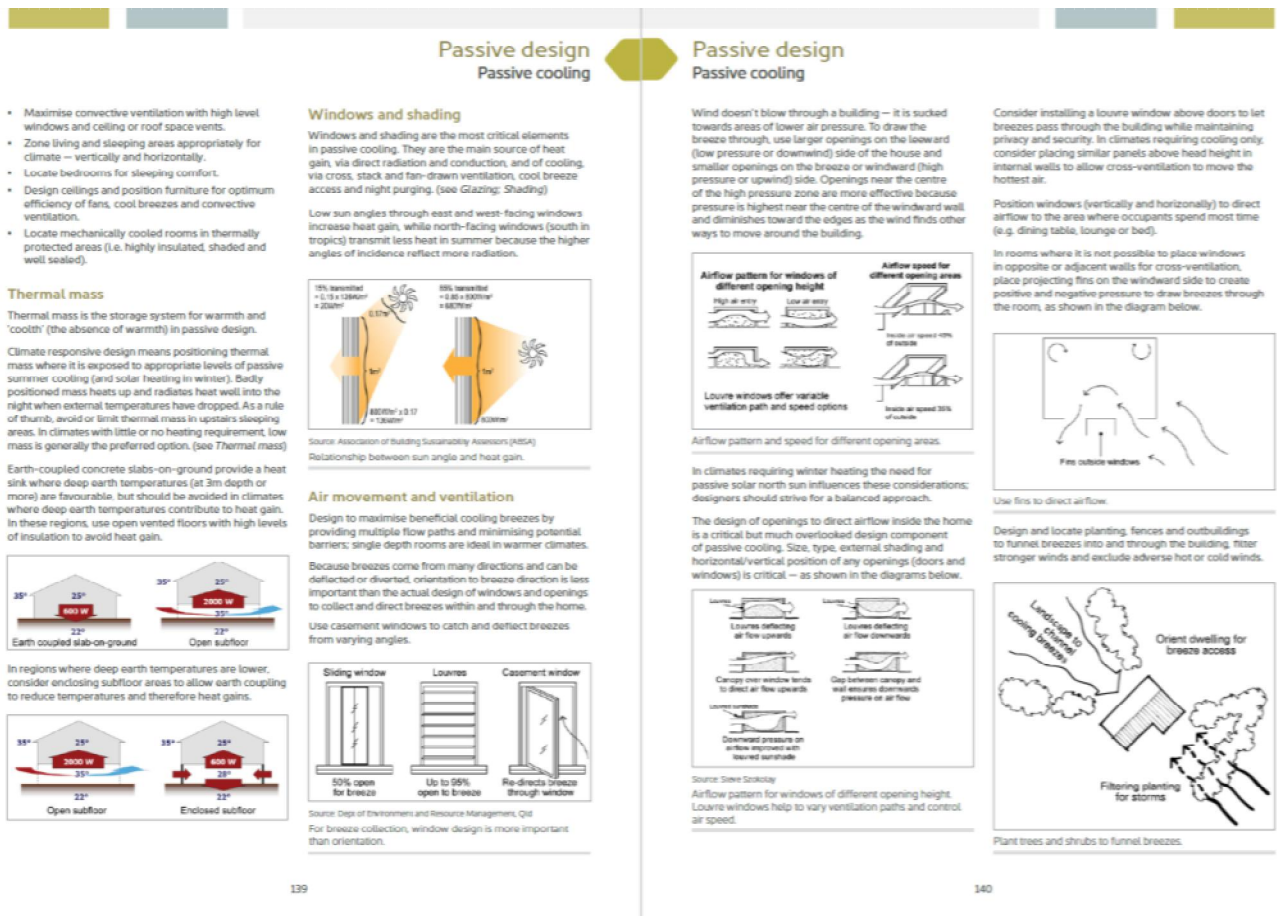


그림 115. YourHome의 가이드라인 중 Passive design - passive cooling 부분 발췌

바. 환기성능 계산

○ 시뮬레이션

- IES-VE
- 영국 IES사에서 개발되어 건물 에너지/친환경 컨설팅에 세계적으로 널리 사용되는 정밀에너지 시뮬레이션 프로그램
- 상대적으로 쉬운 3D모델링 및 BIM 모델의 제한적인 활용이 가능하며 실험 입력 조건에 대한 다양한 DB를 제공
- 일영, 환기, 자연채광, 공조시스템을 고려한 연성해석 가능
- 네트워크 모델을 이용한 MicroFlo를 이용하면 건물의 침기, 자연환기 및 하이브리드 환기에 대한 분석 가능, ApacheHVAC에서 설정된 공기유동 조건에 영향을 미치며 ApacheSim과 연동되어 사용



4.1. Typical Parameter Display Variations with the MicroFlo Viewer

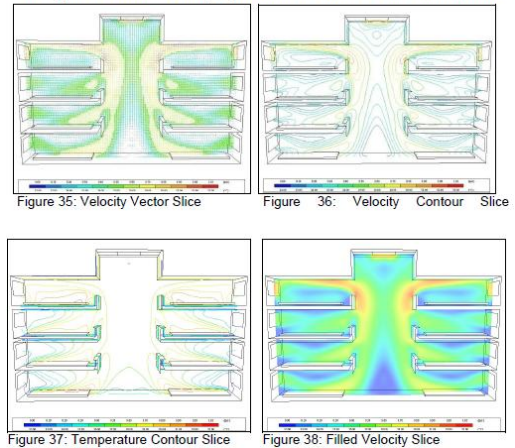


그림 116. IES-VE

- Energy PLUS
- U.S.DOE에서 개발된 프로그램으로 기존에 사용되던 프로그램(DOE-2, BLAST)의 장점을 통합시킨 프로그램
- 열평형법(heat balance method)을 사용하는 정밀 시뮬레이션 프로그램으로, 실부하계산 뿐만 아니라 건물 기계적 시스템(보일러, 냉동기, 냉각탑, 팬, 파이프, 덕트 등)의 모델링이 가능하며, 건물 및 시스템의 동적 거동을 모사하는데 적합

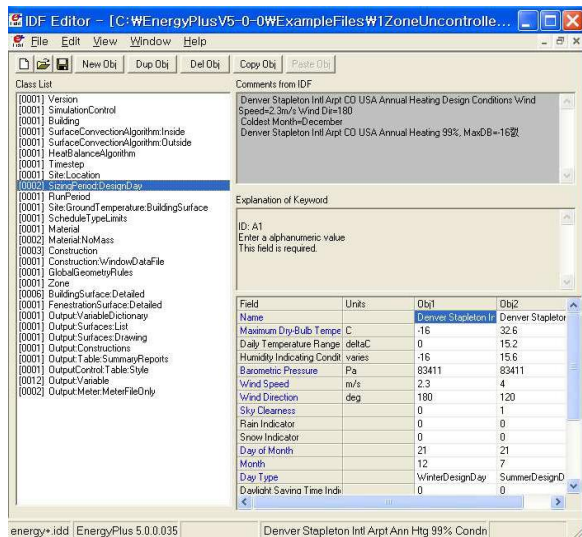


그림 117. IDF 작업화면

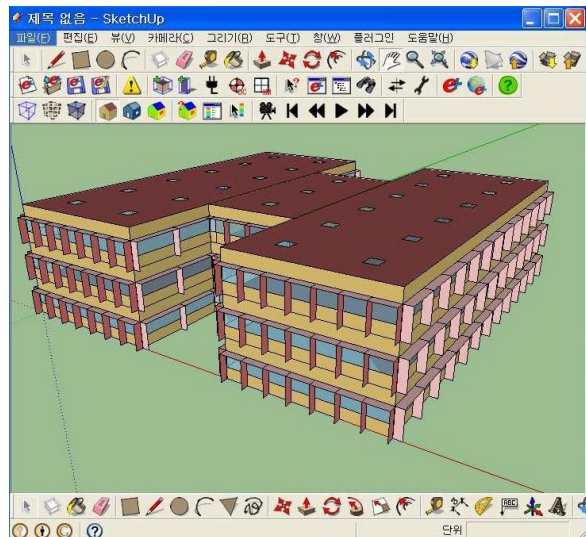
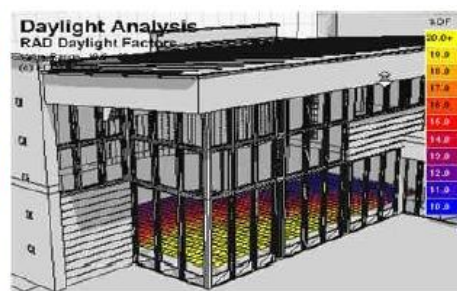


그림 118. OpenStudio 작업화면

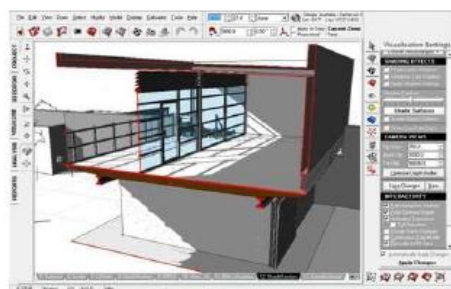
- ECOTECT
- Autodesk사의 건물 환경 시뮬레이션 프로그램
- 일영(그림자) 분석, 차양 설계, 에너지 분석, 음향 분석이 가능, 설계자 위주(Designer-friendly)의 프로그램으로 다루기 쉽고 시각적인 효과가 풍부해 직관적으로 알아볼 수 있도록 설계
- 초기설계 단계에서 각각의 성능(에너지, 쾌적, 소음, 조명, 음영 등)에 대해 효과적인 의사결정을 내릴 수 있도록 설계자들에게 피드백
- 상호운용성이 유연하여, 정밀 에너지 분석프로그램인 EnergyPlus, ESP-r, DOE-2, Green Building Studio, eQuest 등의 입력파일로 변환가능
- 정확성이 떨어져 상세한 수준의 에너지 분석은 불가능함



(a) 일영분석



(b) 주광분석



(c) 음영분석



(d) 에너지 분석

그림 119. ECOTECT 분석 시연

사. 모니터링

○ CO2Meter



그림 120. CO2Meter

○ Onset HOB0 Data loggers

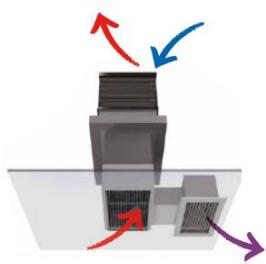
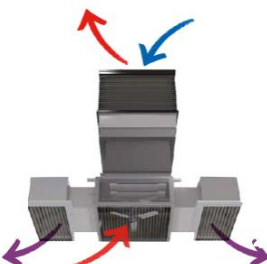


그림 121. Onset HOB0 Data loggers

바. 자연환기 관련 제품(Breathing Buildings)

○ E-Stack system

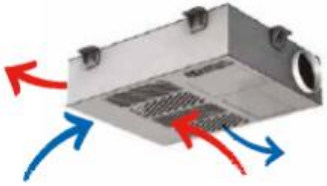
표 30. E-Stack system

			
R-series 65m²(10-35명)	S-series S1500(35-100명) S1200(15-35명) S1000(국소부위)	A-series *교실이나 사무실에 적합한 모델로 복도나 중정에 설치	F-series 고층창

* 저에너지 혼합 팬이 겨울철 찬바람을 완화, 여름 배기 부스트 모드, 야간냉방, 적절한 환기 속도, CO₂ 센서와 통합된 내부 온도 센서, 외부온도센서, 환경조건에 반응, 공기 공급 방식의 선택

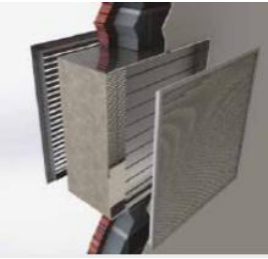
○ NVHR(Natural Ventilation with Heat Recycling): 열 회수 환기장치

표 31. NVHR(Natural Ventilation with Heat Recycling)

		
Natural mode	summer boost	winter mixing
*damper opens *single sided ventilation *works with other openings in the space	*damper opens fully *air delivered to rear of the space *natural exhaust through the unit *night cooling	*draught mitigation strategy *mixes warm room air with fresh external air *natural exhaust through the unit
* 저에너지 혼합 팬이 겨울철 찬바람을 완화, 여름 배기 부스트 모드, 야간냉방, CO₂센서와 통합된 내부 온도 센서, 외부온도센서		

○ 혼합이 필요하지 않은 공간에서는 자연 환기 제품을 설치

표 32. 댐퍼, 자연굴뚝환기

	
댐퍼	자연굴뚝환기
U-Value Part L2a requirement 3.5 (W/m²K) Passive Stack <0.8 (W/m²K)	U-Value Part L2a requirement 3.5 (W/m²K) Passive Stack <0.8 (W/m²K)
Damper Air Leakage Part L2a requirement 10 m³/h/m² Passive Stack 1.26 m³/h/m²	Damper Air Leakage Part L2a requirement 10 m³/h/m² Passive Stack 2.9 m³/h/m²

사. 실내환경 제어 및 지구온난화 대책으로서 건강성 건축자재

○ 일본

- 실내환경 제어를 위한 요소기술로서 무기 물질인 광촉매를 이용한 연구를 활발히 수행 중

무기광촉매 관련 특허는 일본이 세계 특허 건수의 88%를 차지하고 있으며 가장 활발히 연구개발을 진행 중

- 건축자재에 광촉매를 활용해 인체에 유해한 가스나 악취, 세균 제거, 실내공기질 개선 등을 목적으로 연구를 진행하고 있음
- 광촉매는 생태건축으로 분류하기 어렵고 친환경적이라고 보기 어려운 한계가 있음

○ 모로코의 흙벽돌 건축

외부기온이 큰 폭으로 변화함에도 불구하고, 높은 열용량을 가진 흙으로 열전달 지연효과를 활용하여 실내온도를 제어한 예임

우리나라의 생태적 전통건축 요소인 구들과 같은 선상으로서 생태건축의 좋은 예로 들 수 있음

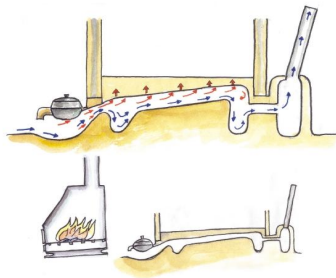


그림 122. 생태건축의 예(우리나라의 전통구들, 모로코 흙벽돌 건축)

아. 국외 물관리 패러다임의 변화

표 33. 국외 물 관리 패러다임의 변화

분류	개념	특징
미국	저영향개발 LID (Low Impact Development)	• Management of pollution sources and rainwater management based on green land • BMPs/WQCV • GI/LID • Smart Water Grid
독일	분산식도시계획 DUD (Decentralized Urban Design)	• Decentralized rainwater management • Management and using of storm water runoff
영국	지속가능배수시스템 SUDS (Sustainable Drainage Systems)	• Intergrated design on quantity, quality&amenity • Site management(design, maintenance&education) • Management train technology
호주	지속가능 도시계획 WSUD (Water Sensitive Urban Design)	• Rainwater management adaptable to climate change • Management and using of storm water runoff
일본	자연순응형 개발 SWCNP (Sound Water Cycle on National Planning)	• Soundwater cycle by rainwater management • Reduction of storm water runoff • Detention and infiltration in watershed
한국	녹색도시 Green City (U-Eco City, Low Carbon Green City, Eco Rich City)	• Water management based on ubiquitous • Green Energy, Commuting, Oasis(Water cycle), Recycle, Industry, Corridor, Humanism

(출처 : 수자원의 효율적 활용, 도시 기반시설의 물순환 관리 역량 강화, 김이호, 2013)

- 미국: 저영향개발(LID)

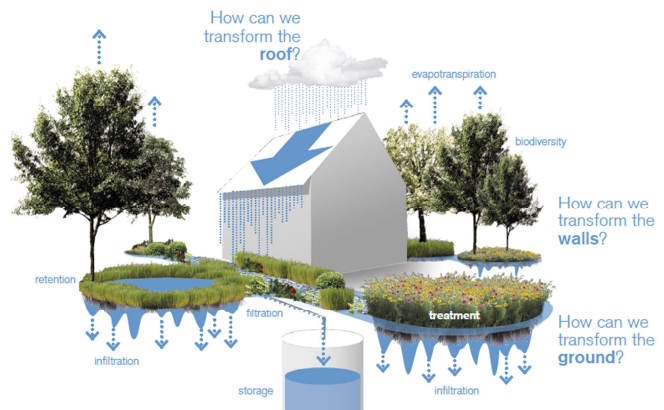
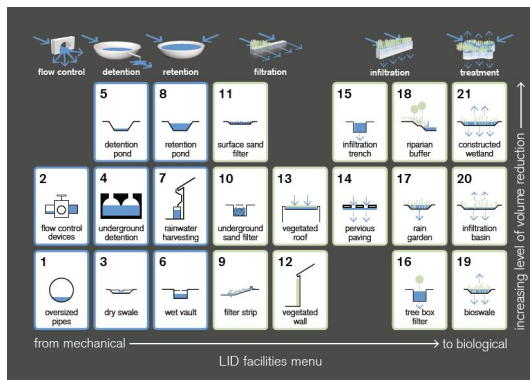


그림 123. 미국의 저영향개발 개념도

(출처: Low Impact Development: a design manual for urban areas, 2010, UACDC)

- 강우 유출수를 발생지역에서 관리하는 토지개발 방식 및 자연상태의 강우유출 양상을 유지시키는 소규모 기술의 조합
- 자연상태 수문특성 유지, 녹색공간의 확보, 자연형 공간 조성, 비점오염 저감

- 영국: 지속가능배수시스템(SUDS)

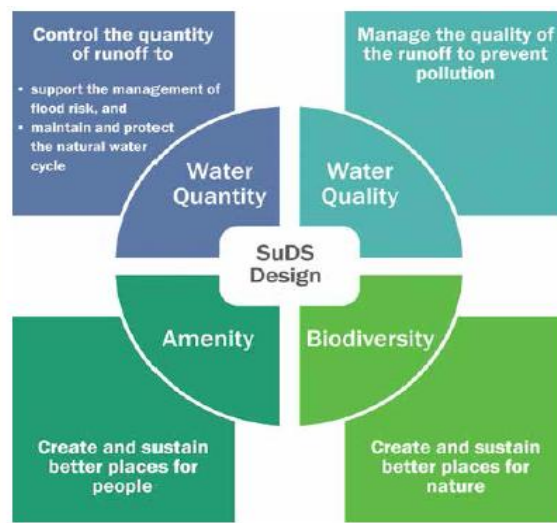
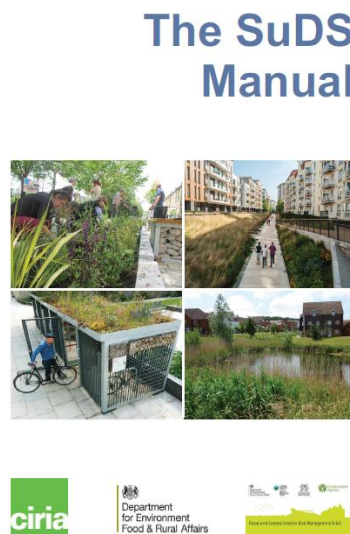


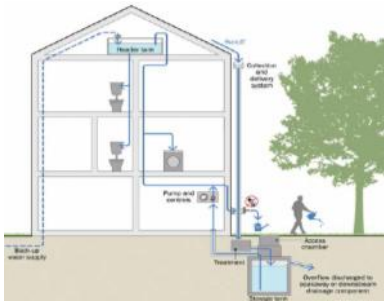
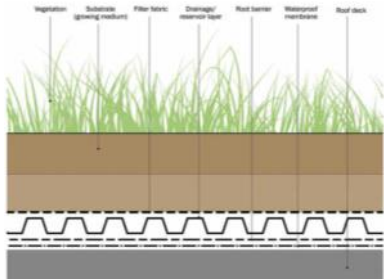
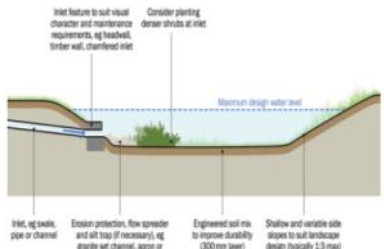
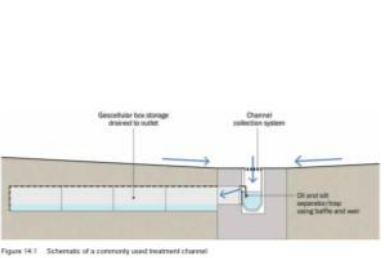
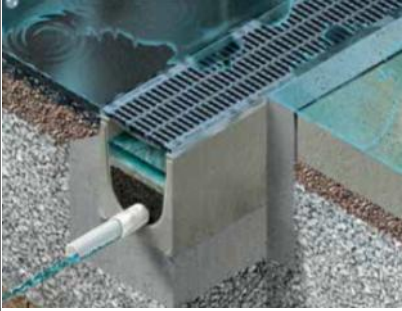
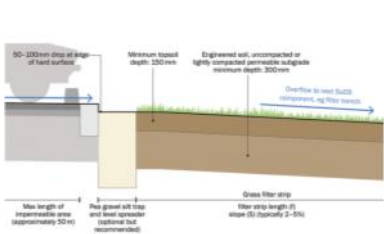
Figure 2.1 The four pillars of SuDS design

그림 124. 지속가능배수시스템

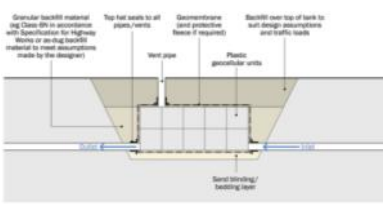
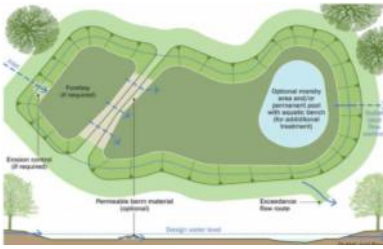
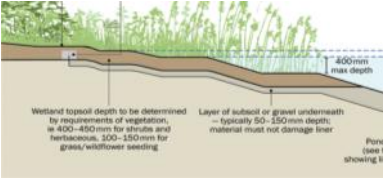
(출처: SUDS manual, 2015, CIRIA C753)

- 발생원에서 우수처리를 통해 강우유출수를 저감하는 기법
- 우수처리방법: 우수 저류 및 이용, 우수 침투 및 증발의 증진
- 기술요소: 빗물집수시스템, 옥상녹화, 침투시스템, 필터스트립(여과대), 거름배수, 습지대(저지대), 수목, 투수성포장, 유수지, 연못 등

표 34. SUDS의 구성요소

구성요소	다이어그램	사진
rainwater harvesting system		
Green roof		
Infiltration system		
Proprietary treatment systems	 Figure 14.7 Schematic of a commonly used treatment channel	
Filter strips		
Filter drains		

Swales		
Bioretention systems		
Trees		
Pervious pavements	Figure 20-12 Pervious pavement system types: Type A – total infiltration	
Attenuation storage tanks		

		
Detention Basins		
Ponds and wetlands		

(출처: SUDS manual, 2015, CIRIA C753)

자. 독일: 분산식 도시계획(DUD)

- 생태건축 기반의 분산식 빗물 관리
- 원인자 부담 원칙에 의한 빗물 배출 세금 부과
- 유출량 관리, 이용

차. 호주: 지속가능 도시계획(WSUD)

- 기후변화 대응 빗물 관리
- 자연에 가까운 물순환 체계 구축을 목적으로 하는 통합적인 물관리를 고려한 도시설계 기법
- 유출량 관리, 이용

카. 일본: 자연순응형 개발(SWCNP)

- 물순환 건전화 기반의 빗물 관리
- 강우유출 저감
- 유역 내 빗물의 하천 배제를 지양하고 가능한 저류 침투시켜 하류의 침수방지 및 비상시 수자원으로 활용

타. 물순환 해석모형

- 도시유역 물순환 해석모형으로는 미국의 SWMM, 독일의 STORM, 호주의 MUSIC등이 있음

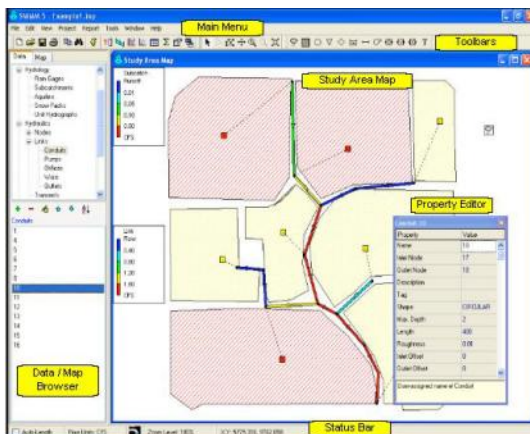


그림 125. 미국 EPA에서 개발한 SWMM ver 5.0.022
(출처: LID기반의 빗물관리 목표량 산정 및 최적화 기법 개발, 한국건설기술연구원, 2011)

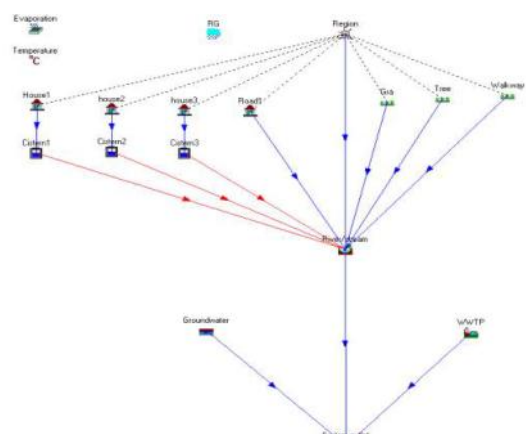


그림 126. System layout of applied area
(출처: 이태구 외, 기후변화 대응형 도시 빗물관리시스템 연구 최종보고서, 2014)

표 35. 도시지역 물순환 해석모형

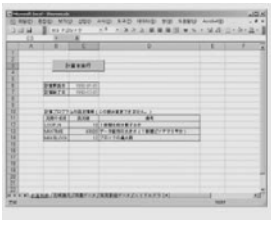
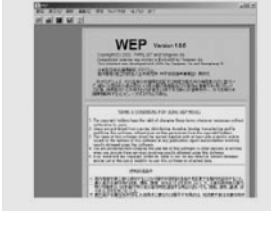
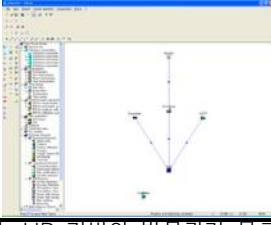
모형명 (약칭)	MUSIC	SHER	SWMM	WEP
국가	호주	일본	미국	일본
제안자	CRCCH	우수침투저류협회	미국환경보호청	河原, 末次
저수/고수 분류	검용	검용	검용	검용
	사면요소형	사면요소형	사면요소형	분포형
개발목적 개발경위	도시지역의 물순환계 예측, 수질 해석	도시지역의 물순환계 예측, 모하 및 불포 화 침투의 고려	도시 지역의 수량 및 수질의 계산	도시지역의 물순환계 예측, 모하 및 불포 화 침투 고려, 열수 지의 고려
특징	산림, 주거지역 등 으로 소유역 구분하 고 연결하여 우수유 출해석, 각종 처리 시설에 따른 물순환 및 수질 변화 해석 을 수행	수문학적으로 균일 한 지역별로 토양 물성치를 설정하고 표층, 대수층으로 구성된다. 불포화 침투류 계산을 실시	각 소유역은 인적 상충(불포화)과 하 수층(포화)으로 구분 의 3부로 구성되고 지배 방정식을 설정 하고 유한차분으로 해석	격자망별로 토양 물 성치를 설정 표층, 하인, 대수층 의 3부로 구성되고 지배 방정식을 설정 하고 유한차분으로 해석
대 상 요 소 과 정 요 소	강우자단	●	●	●
	증발산	●	●	●
	종양이저류	●	●	●
	표면유출	●	●	●
	강하침투	●	● (불포화 침투류)	● (1차원 불포화 침투류)
	측방침투	●	● (불포화 침투류)	● (1차원 불포화침투류)
	지하수	●	● (지하수 탱크)	● (저류함수)
	하도류	●	●	● (비선형저류, KW)
	수질	●	●	●
	공개/비공개	공개(판매)	공개	공개
편리성 (패키지화)	●	●	●	●
대상유역특성	도시유역	전반	도시유역	전반

(출처: LID기반의 빗물관리 목표량 산정 및 최적화 기법 개발, 한국건설기술연구원, 2011)

파. 모형별 장단점 비교

표 36. 모형별 장단점 비교

모형(국가)	모의화면	특징
SWMM (미국)		- 물리적 매개변수 - 홍수유출해석 가능 - 많은 사용자 및 개발 이력 - 지하수와 지표수 상호작용 해석 - 사용자편의시스템(GUI) 제공 - 최근 개발된 버전은 LID 기술의 평가 가능(SWMM 5.0.022) - 저류시설 및 부속장치의 규모 결정, 자연하천에서 홍수터 분석, CSOs 최소화 전략 수립 등 다양한 분야에 활용도 높음 - 홍수기 및 장기모의 가능 - 미국 EPA의 BMPs시설에서의 비점오염 관리 모형
		- 증발산 산정의 제한 - 매개변수의 불확실성 - 빗물이용설계 시 storage unit으로 환산적용 필요 - 침투시설 고려에 어려움이 있음
MUSIC (호주)		- 개념적 강우-유출모형 적용 - 다양한 물순환 개선 시설 평가 - 사용자편의시스템(GUI) 제공 - 습지, 완충지, 연못, 생태저류시설, 침사지 등 다양한 우수배수 시스템의 용량설계 및 수질개선 효과 모의가능 - 우수저류침투시설 도입 시 개략적지 분석에 적합
		- 홍수유출 위주의 수량 및 수질 관리 - 매개변수의 최적화 필요 - 호주 이외 사용사례 적음 - 중간유출 이후의 지하로의 침투는 손실량으로 봄 - 배수시스템 위주로 연산이 수행되어 장래 증발량 등의 물순환 모의불가

SHER (일본)		장점	- 물리적 매개변수 - 사용자가 익숙한 엑셀 시트 - 지하수와 지표수 상호작용 해석 - 침투 및 저류시설 평가 - 도시 유역의 현황재현 및 장래예측에 적합 - 면적증가뿐만 아니라 토양조성에 의한 침투능 감소 영향 모의가능
		단점	- 매개변수의 불확실성 - 소유역의 제한 - 사용자 편의시스템 부재 - 일본어 윈도우즈 체계 하에서만 구동됨. - Excel 버전으로 연속 5년간의 연산만 가능 - 유역을 구성하는 세부블록은 12개까지만 가능
WEP (일본)		장점	- 물리적 매개변수 - 공간적 해석 - 지하수와 지표수 상호작용 해석 - 침투 및 저류시설 평가 - 사용자편의시스템(GUI) 제공(WEP+, 한국건설기술연구원 개발) - 장래변화를 예측하여 물순환계 회복 목적으로 활용 - Mesh 기반으로 Mesh 내 토지이용변화 고려 가능 - 물 순환뿐만 아니라 1차원 열수지도모의가능
		단점	- 입력 자료 과다 - 연산 시간 과다 - 모형이 복잡하여 입력자료 구축에 많은 시간 소요 - 조절지, 투트렌치 이외 시설의 경우 환산적용 필요
STORM (독일)		장점	- 옥상녹화 습지(trough), 저류조, 트렌치 표면침투시설 등 다양한 우수배수 시스템 설계 및 효과 분석 가능 - 설계 강우에 따른 단기 모의뿐 아니라 10년 이상의 장기 모의 동시가능·시설 개략설계가능(Pre -Dimensioning)
		단점	- 증발량 등 일부 이론식이 독일경험식을 활용하므로 국내 자료로 조정 필요 - 강우자료 포맷이 복잡하여 입력자료 구축 시일소요

(출처: LID 기반의 빗물관리 목표량 산정 및 최적화 기법 개발, 2011, 건설기술연구원 / 우수저류 및 침투시설의 계획 및 설계기술 동향, 건설기술정보 2006.3 / 빗물이용시설 설치·관리 가이드북, 2010, 환경부)

하. 수질센서 및 센서 네트워크²⁹⁾

○ 수질센서

- 마이크로유체소자를 이용한 분석칩에 대한 연구는 미국, 유럽, 일본 등에서 활발히 진행
- ASV 방식을 이용한 중금속 뿐 아니라 물속에 존재하는 다양한 이온을 감지하기 위한 ISFET형태의 프로브형 수질센서가 다수기관에서 연구되고 있음
- 중금속센서의 경우에도 물속에 존재하는 특정 중금속과 반응하면 형광특성을 잃게 되는 quenching현상을 이용한 센서가 학교와 연구기관을 통해 진행

○ 센서네트워크 기술

- 미국 Georgia Tech, 스페인 N3Cat: 나노센서 네트워크의 개념 및 아키텍처 등을 제시하고 일부 개념 설계를 진행 중
- 유럽: 미래네트워크 프로그램의 SENDORA프로젝트에서는 유희주파수를 활용해 주파수 자원을 극대화하기 위한 인지무선 기술을 센서네트워크에 적용하기 위한 연구를 진행 중
- 일본, 중국: 환경감시 및 예측예보 기상관측 도난물건추적 가스, 수도, 전기사용 모니터링 공공보안 및 건강관리 플랜트 시설 원격제어 및 감시 재난 방재 및 측정 지능형 교통 및 트래픽 관리 등등 다양한 응용 서비스를 커버할 수 있는 센서네트워크 기반 이동

29) U-녹색환경 통합관리를 위한 그린패트론 기술동향, 한국환경산업기술원, 2013

무선 액세스 시스템을 ITU-R에 제안, WP5A에서 표준화 진행 중

표 37. 모니터링 및 관리기술에 대한 해외 주요 기술개발 동향

국가	개요	주요 기술 내용	국가	개요	주요 기술 내용
미 국	• 물 관련 자료의 저장 및 검색 통합 시스템 • 물공급 측정, 공급 계획 수립, 홍수와 가뭄 예방과 수질 관리 • 최초의 수중환경 실시간 모니터링 시범서비스 • 315마일 길이의 허드슨 강 전 구간에 5,000개가량의 센서, 로보틱스, 컴퓨터생물공학 부품 및 장치로 이뤄진 네트워크를 구축할 예정	• 수량, pH, 염도, 탁도, 수온, DO, 암모니아, 질산염, 염화물, 엽록소, 총조류, 남조류 등의 측정 정보를 제공 • 태양광발전 패널과 배터리를 이용해 플랫폼의 센서와 무선 통신 시스템의 전원을 공급하는 에너지 자립형 • 자율 로보틱 프로파일러가 하천을 움직이며 분 단위로 센서 어레이를 구동시켜 수질정보를 획득 • 약 100m 마다 센서를 배치하고 이들을 네트워크로 연결하여 온도, 수압, 염분, 탁도, 용존산소량 등 수질과 관련된 기본적인 정보를 수집하여 실시간(분 단위)으로 전송 • 다수의 센서가 실시간으로 전달하는 데이터를 수집·처리 구축할 예정	일 본	• 하천 및 유역관리를 위한 모든 수문정보를 수집하고 분석하여 홍수피해 절감 등을 위한 정보를 제공 • 우량, 수위, 댐, 해안, 지진, 기온, 풍향, 풍속 등을 측정 • 원격측정관측소 약 15,000개가 상호 정보 공유 • 태양광 패널과 풍력터빈을 설치하여 모든 센서와 데이터 허브, 라우터에 전력을 공급함	
			독 일	• 열배강의 수질을 상시 자동 모니터링하는 프로그램을 운영 • 단기간의 수질변화와 집중적인 수질감시를 위한 조기경보 모니터링 시스템 • 장기 수질변화 및 수질의 체계적인 관리를 위한 장기 모니터링 시스템 • 용존산소(DO), 전기전도도, 온도, 암반유기오염물, 암모니아 및 ortho-phosphates, Daphnia에 의한 독성 등을 연속 자동 측정 • 수질자동측정망은 소수의 운영인력만이 상주 • 3개의 유인측정소와 10개의 무인측정소를 설치하여 수질 오염을 조기 경보함 • 수온, 전기전도도, pH 등의 물리·화학적 수질데이터는 실시간 자동측정 • TOC, 질소, 황 등을 TOC 자동측정기와 이온크로마토그래피를 이용하여 일 2~3회 측정함	
E U	• 유럽 전역의 수질 모니터링 목적으로 화학, 전자, 통신 등 여러 영역의 R&D기관이 협동하여 추진하는 연구 프로그램	• 온도, 전기전도성, 염도 등 데이터, 암모니아, 질산 등의 영양소 뿐만 아니라 유기물, 이온 함유량, 중금속을 검출할 수 있는 센서 개발 • 적용될 효율적인 통신 프로토콜 RRABP (Resettable Receiver Alternating Bit Protocol) 개발 • 베니스 주변에 10개의 이동형 고정형 모니터링 스테이션을 설치하여 테스트 베드 수행	(출처: 첨단센서 및 USN 기반하천·물환경모니터링 기술 개발 2011년 7월)		

(출처: 첨단센서 및 USN 기반하천·물환경모니터링 기술 개발
2011년 7월)

시사점

○ 자연환기 관련 연구 개발

- 자연환기는 거주자의 만족도 뿐 아니라 쾌적 범위에 있어서도 기존 기계환기와 비교하여 우수한 장점을 가지고 있으나, 외부의 풍압을 이용함으로 인하여 불규칙적 변동이 발생하며 예측과 제어에 많은 어려움이 있음

○ 자연환기는 미시기후, 대지계획, 식생과 같은 외부환경요소, 그리고 개구부와 같은 내부계획요소 등에 따라 환기량이 변화하게 되고 자연환기를 효율적으로 활용하기 위해서는 이러한 변동특성을 면밀히 분석할 필요가 있음

- 국내에서는 아직 자연환기에 대한 설계 지침 없음
- 한국의 기후와 지역의 자연풍토에 적합한 자연환기 유형 정립 및 유형별 최소 디자인 가이드라인 정립 필요

○ 수질 및 수생태계 뿐만 아니라, 자연적 물순환과 도시 미기후간의 상관관계를 분석하고, 단일 건물의 에너지 절감 효과에 이르는 통합적인 연구 필요

4절. 기술수준 분석

1. 특허 현황

가. 자연환기 관련 특허

○ 동향

- 자연환기를 키워드로 검색할 때 총 11,753건의 특허가 검색됨
- 창문, 루버, 구조, 제어 등의 키워드를 포함하여 세부적인 특허를 검색함

○ 창문 관련 특허(키워드: 자연환기, 창문)는 1,283건의 특허, 5건의 디자인 및 9건의 상표가 검색됨

- “무동력 자연환기 창문” : 등록번호 1009619980000 (2010.05.31.)
- “자연환경을 인식하는 자동 창문” : 출원번호 1020110136927 (2011.12.19.)
- “자동환기 가능한 창문틀” : 등록번호 1010584170000 (2011.08.16.)

○ 루버 관련 특허(키워드: 자연환기, 루버)는 174건의 특허가 검색됨

- “강제배기와 자연환기 기능을 동시에 구비한 루버장치” : 등록번호 1014155260000 (2014.06.30.)
- “루버형 환기창” : 등록번호 1015948890000 (2016.02.11.)

○ 구조 관련 특허(키워드: 자연환기, 구조)는 8,752건의 특허, 1건의 디자인이 검색됨

- “급배기 순환체계를 내포하고 있는 다중벽체에 의한 자연환기 및 맞통풍 구조” : 출원번호 1020130168816 (2013.12.31.)
- “자연환기를 위한 외피전면개방형 기능성 이중외피구조 및이의 제어시스템” : 등록번호 1007709690000 (2007.10.23.)
- “자연환기를 위한 기능성 이중외피구조” : 등록번호 1006550860000 (2006.12.01.)

○ 제어 관련 특허(키워드: 자연환기, 제어)는 5,751건의 특허, 1건의 디자인이 검색됨

- “건축물의 자연환기 알림 시스템 및 자연환기 알림/제어 방법” : 등록번호 1014399720000 (2014.09.03.)

나. 생태네트워크 관련 특허

○ 동향

- 빗물침투를 키워드로 검색할 때 총 6,313건의 특허가 검색됨
- 생태, 도시, 빗물저류, 비점오염원, 저영향개발 등의 키워드를 포함하여 세부적인 특허를 검색함

○ 빗물침투 관련 특허(키워드: 생태, 도시, 빗물침투)는 505건의 특허, 13건의 상표가 검색됨

- “도시 내 물순환 복원을 위한 우수저류·침투못 시스템 및 그의 조성공법” : 등록번호 1003361070000 (2002.04.27)
- “우수 오염 방지와 건강한 도시환경 조성을 위한 식생체류지” : 출원번호 1020150038546 (2015.03.20)

○ 빗물저류 관련 특허(키워드: 생태, 도시, 빗물저류)는 285건의 특허가 검색됨

- “도시 홍수 저감을 위한 옥상 빗물 저류 침투 시스템” : 등록번호 1014970700000 (2015.02.23.)
- “생태연못 수표면 빗물 집수 및 활용 시스템” : 등록번호 1011982850000 (2012.10.31)

○ 비점오염원 관련 특허(키워드: 생태, 도시, 비점오염원)는 428건의 특허, 4건의 디자인, 7건의 상표가 검색됨

- “생태도랑을 이용한 도시비점오염물질 처리장치” : 등록번호 1012187690000 (2012.12.28)
- “생태순환을 이용한 비점오염원 저감 장치” : 등록번호 1016035880000 (2016.03.09.)
- “우수 오염 방지와 건강한 도시환경 조성을 위한 식생체류지” : 등록번호 1015785510000 (2015.12.11)

○ 저영향개발 관련 특허(키워드: 생태, 도시, 저영향개발)는 20건의 특허가 검색됨

- “강우 및 공간 유형에 따른 저영향개발 기법의 물순환 회복 효과 분석 시스템 및 방법” : 등록번호 1015403550000 (2015.07.23.)
- “기후변화 적응형 다목적 필터가 구비된 저영향개발 방식의 가로환경 식재플랜터 구조물” : 등록번호 1014800370000 (2014.12.31)

2. 논문 현황

표 38. 관련 논문 키워드 분석 도표

검색어	연도	저자	논문제목	논문 키워드
전통건축 환경	1985	허정호, 안병욱, 손장열	조선시대 전통민가의 온열환경에 관한 측정 연구	전통민가, 미기후특성, 열적 성능, 지붕
전통건축 환경	1986	백용규, 허정호, 손장열	전통민가의 온열환경에 관한 측정연구 - 계절별 결과를 중심으로	전통민가, 기후특성, 열적 성능
전통건축 환경	1986	백용규, 허정호, 손장열	전통민가의 온열환경에 관한 측정연구 - 현대주택과의 비교를 통한 겨울철 실내 수직온도 분포에 관하여	전통민가, 기후특성, 열적 성능, 현대주택
전통건축 환경	1986	손장열, 허정호, 김홍식	조선시대 전통민가의 온열환경에 관한 측정 연구 - 춘계 및 하계의 외암리를 중심으로	전통민가, 미기후특성, 열적 성능, 수정유효온도
전통건축 환경	1986	이경희	특집: 자연환경조절 측면에서 본 한국전통 주거의 환경특성	전통건축, 배치형태, 건물형태, 구조 및 외피 계획, 기류변화, 자연형 환경조절방법
전통건축 환경	1987	이정임, 김진균	전통주거 건축환경의 장소성에 관한 연구 - 17,18C 한국화에 나타난 공간을 중심으로	전통건축, 장소성
전통건축 생태	1991	김삼능, 강병근	생태적 접근방법에 의한 한국 전통주거 분석과 그 현대적 수용(I)	생태계, 전통주거, 입지, 배치, 평면구성, 재료, 구성요소, 현대화
전통건축 환경	1993	이경희	특집 - 21세기 건축에 있어서의 기술과 예술: 한국 전통건축의 자연환경 조절방법과 그 원리의 현대화	전통건축, 자연환경 조절기법, 환경건축, 공간 구성
전통건축 생태	1996	한필원	전통마을의 환경생태학적 해석 - 경북 김천시 구성면 상원리 원터마을을 대상으로	전통마을, 환경생태학, 환경친화적 주거단지, 자연조건, 자원 순환, 에너지 시스템
전통건축 환경	1996	장홍희	특집 - 역사적 문화환경의 보존과 재생: 총독부청사의 철거와 국립중앙박물관의 이전 - 건축의 전통과 근대 한국건축	
전통건축 생태	1997	김홍식	특집 - 생태, 도시 그리고 인간: 철학, 개념, 이론(II) - 전통건축과 생활문화의 생태학적 의미	전통건축, 생태건축, 풍수지리설, 나무, 흙, 창호지, 초가, 기와, 고미, 구들, 마루
전통건축 생태	2000	김종선, 권태문	신주거단지에 이용할 전통마을의 생태학적 요소에 관한 연구	생태학적 요소, 전통마을, 신주거단지
전통건축 환경생태	2000	한경희, 김자경	자연성에 근거한 전통주거건축의 생태학적 특성과 적용에 관한 연구	자연, 자연관, 전통주거건축, 생태건축, 환경 친화적 주거
전통건축 환경생태	2001	한경희	생태학적 관점에 의한 전통 주거의 실내디자인 특성과 적용에 관한 연구	전통주거, 생태적 실내공간, 친자연, 친건강, 친인간
전통건축 생태	2001	김민경	한국 전통주거건축에 나타나는 생태학적 특성에 관한 연구	한국, 전통, 주거, 생태학
전통건축 생태	2002	최을	방촌마을의 생태주거단지계획	생태건축, 생태주거단지, 생태건축계획요소, 전통주거지
한옥생태	2002	김병선	생태건축 관점에서 바라본 한옥의 특징	생태건축계획기법, 생태건축, 한옥
전통건축 생태	2002	박규현, 김민정	생태학적 공간디자인에 있어 한국 전통건축의 현대화 응용 연구 - 문과 창호의 활용을 중심으로	Ecological space design, Korean styled windows and doors, Modernization of Korean Tradition
전통건축 생태	2002	김치국, 윤종호, 최을	우리나라 전통마을의 생태건축요소 분석에 관한 연구- 경북 양동마을 및 전남 방촌마을의 주거건축을 중심으로	ecological architecture, traditional settlement, elements of ecological architecture
전통건축 환경	2002	한주희, 우영희	전통주거공간의 친환경 건축요소에 관한 연구	전통주거공간, 친환경 건축요소
한옥환경	2003	장성화, 채병선	도시한옥의 보전과 주거환경 확보를 위한 건축물의 규제완화 방안에 관한 연구	도시한옥, 건축물의 보전, 주거환경 확보, 법규 완화
전통건축 환경	2003	여한승, 김난행, 손장열	전통온돌난방의 실내온열환경 특성에 관한 연구	전통온돌난방, 온열환경, 예상평균 온열감, 작용온도
전통건축 생태	2003	황혜주	흙건축의 동향과 전망	흙건축
한옥생태	2004	조성진, 이연숙, 최령	거주자 생활사태분석을 통해 본 도시한옥의 생태성에 관한 연구	Monastery of La Tourette, oppositional coexistence, self-differential
전통건축 생태	2004	김곤, 구재오	경북 북부지역 전통 양반가옥의 채광조절 기능에 관한 연구 - 처마, 窓戶, 窓戶紙를 중심으로	전통 창호, 창호지, 한지, 투과체, 전통 가옥
전통건축 생태	2004	신용규, 남기봉, 국찬	한국 전통 별서정원 소재원의 음풍경에 관한 조사연구	soundscape, Soswaewon, garden
전통건축 환경	2005	공성훈	[집중기획: 실내 열환경 및 쾌적성] 우리나라 전통건축의 열쾌적 측정과 적용 사례	자연대류, 열적특성, 건구온도, 상대습도, 기류 분포, 기류속도

전통건축 생태	2005	유병철, 손태진	공간관류 측면에서 본 충북지역 전통주거건축 문의 생태적 특성에 관한 연구	생태건축, 문, 한국전통주거건축
전통건축 환경	2005	권경실, 이경희, 이호열	사례를 통한 전통건축의 환경적 요소 활용 방안 연구	전통주거, 내재에너지, 생태적 요소
전통건축 환경	2005	윤원, 이재훈	전통마을의 공간특성을 적용한 농촌마을 주거환경개선 모델연구: 시지각적 공간특성 적용을 중심으로	주거환경개선, 농촌마을, 전통건축, 시지각
전통건축 생태	2005	김항, 최은석, 김형렬, 이태강	전통주택의 열환경 특성 및 주관 반응 조사 연구	Traditional Houses, Thermal Environment, Subjective Response, Micro-climate
전통건축 환경	2005	김형렬, 최은석, 김항, 이태강, 김선우	전통주택의 평면 및 배치에 따른 열환경 특성에 관한 실험적 연구	전통주택, 평면, 배치, 열 환경 평가, 미기후, 열 쾌적
전통건축 환경	2005	김항, 최은석, 김형렬, 이태강	전통주택의 평면형태와 미기후에 따른 열환경 평가에 관한 실험적 연구	열환경, 전통민가, 건구온도, 평면형태, 미기후
전통건축 생태	2005	이영미, 천득염	한국 전통건축과 랜즈케이프 건축에 나타난 생태학적 특성	전통건축, 랜즈케이프 건축, 생태건축, 자연, 불확정성
전통건축 생태	2005	유병철, 손태진	한국 전통 주거건축의 문을 통해 나타나는 생태적 특성에 관한 연구 - 충북지역 전통주거건축을 중심으로	생태건축, 문, 한국 전통주거건축
전통건축 생태	2005	박성희, 정무웅	한국 전통건축의 생태요소를 고려한 집합주거활용에 관한 연구-한국 전통마을의 외부공간을 중심으로	전통마을, 외부공간, 생태요소, 집합주거활용
전통건축 생태	2006	이태강, 최은석, 김항, 김형렬	전남지방 전통주택 하절기와 동절기의 온습도 평가에 관한 실험적 연구	전통주택, 평면, 배치, 열 환경 평가, 평가, 미기후, 기온, 습도
전통건축 생태	2006	김병주, 이상해	풍수와 한국 전통마을에 대한 생태적 해석 - 경기 이천시 백사면 도니피마을을 대상으로	풍수, 도니피마을, 전통마을, 전통생태
전통건축 생태	2006	이영미, 천득염	한국 전통부엌 공간과 인간의 생태학적 관계에 대한 연구	한국전통주거건축, 부엌, 인체, 생태학, 인간공학
전통건축 생태	2006	박성희, 정무웅	한국 전통건축 생태요소의 활용방안에 관한 연구 - 외암리 및 양동마을을 중심으로 -	전통건축, 생태요소, 현대활용
전통건축 환경생태	2008	김준봉, 정상규	문헌에 의해 분석된 한국 전통 온돌(구들)의 역사와 특성	온돌(구들), 한반도, 난방 방법, 문헌 분석
전통건축 환경	2008	황효근, 임종연, 송두삼	실측을 통한 동절기 전통가옥의 실내온열환경 분석	전통건축, 열환경, 실측, 온열쾌적감, 침기, PMV
전통건축 생태	2008	최 율	양동마을 및 외암리 마을의 생태건축요소 분석	생태건축, 전통마을, 생태건축요소
전통건축 환경	2008	황혜주	전통 건축재료를 활용한 친환경 건축기술	전통건축재료, 전통건축기술, 기술동향, 흙건축
전통건축 환경	2008	전정윤	전통건축기술을 활용한 건축환경분야의 연구 동향: 전통 건축물 환경특성 및 구성요소 성능연구	전통주거건축 구성요소, 현대화, 환경특성, 성능연구, 실용화
전통건축 환경	2008	황혜주, 강남이, 서은희	전통마감기법을 활용한 친환경 발수제 개발에 관한 연구	발수제, 공덤하다, 콩, 들기름
전통건축 환경	2008	김홍식, 김도형, 방민	전통마을의 친환경건축 계획요소 분류체계 설정에 관한 연구	전통마을, 친환경 계획요소, 분류체계
전통건축 생태	2008	이태강, 김항, 송국곤, 김선우	전통창호 흡·차음 특성에 관한 실험적 연구	전통창호, 흡음률, 차음, 투과손실
전통건축 환경	2008	김진효, 권오현, 김민휘, 한옥	창덕궁 낙선재의 온열환경 실측을 통한 전통 건물의 열환경 성능실증에 관한 연구	한국 전통주거, 열환경성능, 열쾌적, PMV, PPD, 습도조절
전통건축 생태	2008	김원석, 조한	한국 전통건축에 나타나는 생태학적 특성과 적용에 관한 연구	한국 전통건축, 생태건축
전통건축 생태	2009	소현수	전통주택과 조경공간의 생태학적 해석 - 동계(桐溪) 정은 가옥과 전주 최씨종택을 중심으로	생명사상, 전통사상, 생태학적 조영기법
전통건축 환경생태	2010	송민정, 신훈	Mock-up 실험을 통한 황토벽과 전통창호의 실내 온습도 조절효과에 대한 비교평가	목업실험실, 한지, 황토, 온습도 조절
전통건축 환경생태	2010	황혜주, 강남이	석회를 활용한 전통 흙건축 기술에 관한 기초 연구	석회, 친환경, 건축재료, 압축강도, 내구성, 흙
전통건축 생태	2010	이중우	한국 전통건축의 생태미학과 그 현대적 변용	생태미학, 전통건축, 건축공간, 외적환경
전통건축 환경생태	2010	이선민, 허범팔	한국전통 주거건축에 나타난 환경조절방식에 관한 연구 - 중정형을 중심으로 -	한국전통주거건축, 환경조절방식, 생태건축
한옥환경	2010	김성희, 채창우	한국형 주거유형으로서 한옥의 전생애주기 환경부하 평가에 대한 연구	전과정평가, 건축물 LCA, 온실가스 배출, 지속가능성, 한옥
한옥환경	2010	박근수, 김성희, 채창우	한옥의 환경성 평가를 통한 주거환경성능의 개선방안 연구	한옥, 주거성능, 환경성평가

전통건축 생태	2011	최원석	마을풍수의 문화생태 - 지리산권역의 마을을 사례로	마을, 풍수, 풍수형국, 문화생태, 문화적 적응, 문화생태마을, 지리산권역
전통건축 생태	2011	박재락	친환경공간 구축을 위한 풍수지리 분석과 환경설계 - 경북도청 이전지를 중심으로	도청 이전지, 풍수지리, 장풍, 득수, 환경설계, 생태공간, 명당론, 풍수, 생태, 명당국
전통건축 생태	2012	양은지, 김개천	생태미학적 관점에서 본 지속가능한 건축공간특성에 관한 연구 - 한국 전통주거공간을 중심으로	생태미학, 생태학, 한국 전통주거 공간, 지속 가능성, 동양사상
전통건축 환경	2012	김홍식, 박진철, 김판원	전통마을 친환경건축 계획요소 분류체계 설정에 따른 순천 낙안읍성 적용실태 분석	친환경건축 계획요소, 분류체계, 낙안읍성, 전통마을
전통건축 환경	2012	박철우, 이호일, 이권영	친환경 건축재료로서 전통 유회(油灰)의 물성에 관한 실험적 연구	소석회, 유회, 응결시간, 건조수축, 방수성
전통건축 환경생태	2012	오기환	풍수철학에서의 '수(數)'의 상징적, 생태학적 의미의 이해를 통한 건축공간의 해석	풍수사상, 건축공간의 분석, 전통건축, 건축철학, 친환경건축
전통건축 생태	2012	양은지, 김개천	한국전통건축공간에 나타난 건축재료의 특성에 관한 연구 - 생태미학적 관점을 중심으로	생태미학, 생태학, 한국 전통 주거 공간, 건축 재료, 동양사상
전통건축 환경	2012	이규인, 안은섭	한옥구조에서 전통한식 벽체와 셀룰로오스 단열벽체의 실내 환경성능 평가	전통한옥, 성능평가, 실내환경, 실험체, 셀룰로오스
한옥환경	2012	송은경, 김철규	한옥의 열환경 조절특성을 통한 외벽 열성능 개선 방향 관한 연구	외벽, 열환경, 한옥
전통건축 생태	2013	양은지	생태학적 관점에서 본 지속가능한 건축공간 특성에 관한 연구	한국 전통건축 공간, 생태학, 지속가능한 건축,
한옥생태	2013	송민정, 장현충, 이태강, 이주엽	신한옥 주거만족도실태 조사연구 - 전라남도를 중심으로	신한옥, 창호, 창호시스템 개선, 난방, 냉방, 추위
한옥환경	2013	박혜선, 한혜련	한옥공간의 환경심리적 요소 고찰을 통한 현대주거공간의 힐링적 제안에 관한 연구	실내환경심리, 머사 앤 리, 사용자 이득이론, 한옥, 치유적 환경
한옥생태	2013	이강민, 심경미, 박민정, 이세진	한옥의 특성을 고려한 인증제도 도입 방안 연구	한옥, 한옥인증제도, 한옥의 정의, 지원기준, 건축물 성능, 평가지표
한옥생태	2013	이태강, 이주엽, 송민정, 김선우	현대 온돌 시스템 적용을 위한 신한옥 바닥 난방의 열적 특성 비교	신한옥, 온돌 시스템, 바닥 표면온도, 온수난방
전통건축 생태	2014	양은지, 김개천	경주지역 반가의 지속가능한 생태학적 특성에 관한 연구	한국전통건축, 생태학, 지속가능성, 지속가능한 건축
전통건축 생태	2014	한종구	명재 윤증선생 고택의 입지 및 공간배치에 담긴 풍수 고찰	전통생태건축, 풍수, 전통가옥, 입지와 공간배치
전통건축 환경	2014	조성우, 이재홍, 문출성, 천득엽	전통주거건축 공간구성에 따른 안방창호 구성에 관한 연구	전통주거건축, 안방, 공간구성, 창호, 창호면적, 생활행위, 주거환경
전통건축 환경	2014	박철우, 임남기, 이권영	친환경 미장재료로서 전통 수회(水灰)의 물성에 관한 실험적 연구	수회, 친환경, 문화재수리표준품셈, 응결, 방습, 균열
한옥환경	2014	Piao, Shun-Mei 윤재신	한옥의 자연채광 및 환경 레벨에 대한 고찰	한옥, 자연채광, 빛 환경, 레벨
한옥환경 생태	2014	안의종	한옥의 친환경 특성이 인간에게 미치는 영향 요소 분석	한옥, 조형미, 친환경
전통건축 환경	2015	김홍식, 최인서	전통마을 친환경계획요소의 현대주거단지 적용방안 연구	친환경건축 계획요소, 실태조사, 전통마을, 현대주거단지
한옥환경	2015	김태룡, 한승훈	한옥 마을의 실시간 쾌적성 모니터링 및 지능형 실내환경 조절 시스템 제안	실내환경, 성능측정, 모니터링 시스템
한옥생태	2015	이주엽, 송민정, 이태강, 김선우	현대 신한옥 주거환경 여건에 따른 거주성능 만족도 분석	신한옥, 접합부 틈새보강 유무, 난방유형(단독, 복수), 선택적 난방 유무, 거주성능 만족도
건축전통 재료	2007	오세옥, 김형우	전통성을 지닌 현대주거건축의 공간 특성과 재료 사용에 관한 연구	전통주거건축, 현대주거건축, 공간 특성, 재료 사용
건축재료	2008	윤상미, 노태임, 김상현, 지석원, 최수경, 서치호	성능중심의 건축재료 설계시스템 구축에 관한 기초적 연구: 건축성능인증제도 현황 및 재료설계시스템의 기본개념	성능설계, 재료설계, 성능기준, 성능인증제도
건축전통 실내	2009	황혜영, 이종원	전통한지창호가 설치된 학교교실의 실내환기량 실측 연구	한지, 교실, 환기, 침기, CO2농도
건축재료 생산	2005	김무한	건축재료 및 생산의 과거와 현재 그리고 미래	건축생산, 건축재료학, 성능규정화, 재료설계
건축재료 생산	2007	이한승	친환경건축시대의 건축재료 설계	친환경건축, 건축재료, 기술동향, 환경 및 설비
건축재료 생산	2003	이강희	건축자재와 재료의 환경친화성 평가 프로세스	건축자재 및 재료, 환경영향, LCA
건축환경 자재	2005	김태욱, 김기환	건축자재의 친환경적 변화에 따른 디자인 경향에 대한 연구: 색채와 휘도를 중심으로	친환경자재, 색채, 휘도, 디자인경향
전통 자연환기	2008	박준석	전통창호의 자연환기 특성을 고려한 자연환기기술	전통창호, 통풍성능, 단열성능

3. 기존 한옥기술과의 차별성

표 39. 기존 한옥기술과의 차별성

구분		기존 한옥기술과의 차별성		
		연구목적	연구방법	주요 연구내용
주요 선행 연구	1	- 과제명: 한옥 모델 계획 및 설계 기법 개발 - 연구자(년도): 한국건설기술연구원(2010-2013) - 연구목적: 한옥 모델 계획 및 MC 설계기법 개발	- 한스타일의 개념을 적용하고 현대 생활에 적합한 한옥의 유형 모델개발을 위한 계획과 설계기법을 개발하여 한옥의 모델계획방향을 설정	- 생활형 대응 한옥 표준 모델 개발 - MC설계지침서 작성 - 시범한옥 공간계획
	2	- 과제명: 한옥모델 및 시범한옥 설계 개발 - 연구자(년도): 금성종합건축사사무소(2010-2013) - 연구목적: 개발기술을 종합한 대표적인 평면 모델 제시 및 시범한옥 통합 설계	- 한옥모델 설계 및 접합부 상세 설계를 통한 유형개발과 설계지침을 개발하고 1과제 및 3과제의 결과를 종합하여 Mock-up 설계를 실시하여 연구개발 종료 후 실용화할 수 있도록 함.	- 모델 유형에 연동한 최종 기본 설계 및 실시설계 - 표준설비계획 및 실시설계 - 시범한옥 기본 및 실시설계도서 작성 및 내역서 작성
	3	- 과제명: 한스타일 인테리어 디자인 및 시범한옥 인테리어 설계 - 연구자(년도): 연세대학교(2010-2013) - 연구목적: 한 스타일 인테리어 디자인가이드라인 제시 및 시범한옥 인테리어 설계	- 한국적 공간디자인 원리를 반영한 인테리어의 요소 기술을 개발하고 한국적 공간 정체성과 상징성을 반영한 - 인테리어 공간 디자인 및 한옥 인테리어 요소를 활용한 공간 디자인 설계기술 개발	- 한스타일 인테리어 표준설계 - 시범한옥 인테리어 설계
본 연구		- 과제명: 한스타일 생태건축 핵심기술 개발 및 실증 - 연구자(년도): (2017-2021) - 연구목적: 한국의 자연풍토와 재료에 기반한 글로벌 친환경 생태건축 기술을 개발, 한스타일 생태건축 디자인 기대수준 정량화 및 웰빙 생태건축 기술 개발	- 세부과제의 유기적 연계 연구: 1단계- 기반연구 및 플랫폼 구축, 2단계- 요소 기술 개발 및 실증 계획, 3단계- 실증구축 및 기술확산	- 한스타일 생태건축의 정체성 발굴 - 한국적 건축에 기반한 한스타일 생태건축 디자인 기술개발 - 한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템 구축 - 선택리 통합분석 플랫폼 개발 - 미시기후 활용 자연조절 웰빙건축 기술 - 비용/편익 최적화 한스타일 웰빙건축 유형 개발 - 실증단지 설계·시공·모니터링

	*시사점 기존 한옥관련 연구는 사회변화에 대응하여 한옥의 현대화 기술을 연구하고 있지만 한옥이라는 건축양식에 국한되어 고가의 건축비, 유지관리의 어려움, 목조구법 등의 한계에 직면하면서 현대 라이프스타일에 완전히 부합되지 못하고 있음. 이에 본 연구는 한국적 정체성을 기반으로 하면서 구조, 형태 등에 있어서는 한옥의 제약에서 벗어나는 현대라이프 스타일에 부합하며 한국적 가치의 이용도를 높일 수 있는 건축양식을 연구함에 초점을 두고자 함. 또한 새로 건축양식의 시발점인 연구이므로 단순한 기술개발을 넘어 한스타일 생태건축 관련 기술연구 내용을 통합적으로 관리할 수 있는 시스템을 구축한다는 점과 실증단지의 구축을 통해 연구된 기술의 신뢰성을 확보한다는 점에서 타 연구와 차별화 시키고자 함. *연구추진체계(타 부처·지자체 및 국제공동연구 방안); 세부과제별 추진체계 구축 세부 1; 국토교통부 + 미래창조과학부 세부 2; 국토교통부 + 산업통상자원부 + 미래창조과학부 ; 건축가, 지구단위계획전문가 + 건축에너지전문가 + 생태 및 지질전문가(국제 연구) + 의학전문가 + 공간정보 및 디지털 프로그램 개발 전문가 세부 3; 국토교통부 + 농림축산식품부 + 안전행정부 + 지자체 및 지자체 도시 개발 공기업 / 연구진 단지계획 (건축설계, 토목, 생태, 조경, 생태자재, 시공, 마을운영 등) + 개별 건축물 설계 공모 + 입주자 모집
--	--

5절. 유사과제 분석

- (전통+환경), (전통+생태), (한옥+환경), (한옥+생태)를 키워드로 NTIS(국가과학기술 지식정보)에서 유사과제를 검색하여 기존 연구과제의 연구분야, 범위 및 특징을 고찰하였음

표 40. 한옥 요소기술 및 부재 관련 유사과제

부처명	사업명	과제명	예산 (백만)	연구기간
교육부	일반연구자지원	남도전통마을의 친환경건축계획요소 적용실태조사 및 현대주거단지에의 응용방안 연구	31	2010-05-01 ~ 2015-04-30
교육부	일반연구자지원	친환경 건축재료 개발을 위한 전통 미장재(油灰, 水灰, 三物灰, 沙壁)의 고증과 물성 실험 연구	33	2011-05-01 ~ 2016-04-30
미래창조과학부	신진연구자지원	마을형 친환경지표의 개발	46	2012-05-01 ~ 2015-04-30
교육과학기술부	일반연구자지원 (교육부)	전통한지 창호가 학교 교실의 실내 공기질 개선에 미치는 영향에 관한 실측 연구	44	2007-12 ~ 2008-11

표 41. 유사과제 주요 연구내용

연구과제명	주요 연구 내용	
남도전통마을의 친환경건축 계획요소 적용실태조사 및 현대주거단지에의 응용방안 연구	연구 목 표	• 본 연구는 남도전통마을의 친환경계획요소적용 실태를 개발된 분류체계를 활용하여 정확히 파악하고, 이를 현대주거단지에 접목시키는 작업이 중심을 이루고 있으며 크게 2단계로 나누어 실시 함. • 1단계(3년) • 연구는 남도전통마을의 친환경계획요소 적용실태분석이 주요 연구내용임. 1차년도에는 전통마을에 대한 친환경계획요소 적용실태를 분석하기 위한 기본요소인 분류체계를 설정하고, 2, 3차년도에는 이를 바탕으로 5개의 전통마을에 대하여 매년 2개 마을을 대상으로 친환경계획요소의 실태를 체계적으로 조사하여 데이터베이스화하는 작업이 주 내용임. • 2단계(2년) • 연구는 1단계 연구에서 미흡한 1개 전통마을실태 추가조사와 함께, 6개 전통마을에 대한 친환경계획요소 적용실태분석을 종합하고 이를 현대 주거단지에 접목시키는 실용화방안을 도출하는 내용임. 1차년도에는 현대주거단지에의 친환경계획적용요소를 도출하고 2차년도에는 현대주거단지에의 친환경계획적용요소별 설계가이드라인 및 평가기준을 설정하는 내용임

	연구내용	1단계(3년): 전통마을의 친환경계획요소 분류체계 설정 및 분류체계에 따른 남도전통 마을 실태조사 - 1차년도: 전통마을의 친환경계획요소 분류체계 설정 및 검증 (보성강골마을) - 2차년도: 순천낙안민속마을, 창평삼지내마을 친환경계획요소 적용실태 분석 - 3차년도: 영암구림마을, 함평모평마을 친환경계획요소 적용실태 분석 2단계(2년) : 현대주거단지에의 응용방안(친환경계획적용요소별 설계가이드라인 및 평가기준) 제시 - 1차년도: 화순월곡마을 적용실태분석 및 현대주거단지에의 친환경계획적용요소도출 - 2차년도: 현대주거단지에의 친환경계획적용요소별 설계가이드라인 및 평가기준설정
친환경 건축재료 개발을 위한 전통 미장재(油灰, 水灰, 三物灰, 沙壁)의 고증과 물성 실험 연구	연구목표	오늘날 철근콘크리트와 합성수지계로 대표되는 현대건축의 재료와 공법은 많은 장점에도 불구하고 인간의 실내 생활환경을 위협하는 非친환경적 요소들이 상당함이 최근 많은 연구를 통해 밝혀지고 있다. 이에 반해 전통건축물에 사용되어 온 재료와 공법은 대개 친환경성을 띠고 있을 뿐만 아니라, 그 가운데는 오늘날 현대건축물에 적용해도 그 우수성이 입증될 수 있는 것들이 많다. 그 실례가 조선시대 궁궐건축과 상류주택에 사용되었고, 석회를 기본구성재로 하는 油灰, 水灰, 三物灰, 그리고 모래+백토+종이여물+녹말풀을 구성재로 하는 沙壁 등이다. 따라서 본 연구는 이들 전통 미장재의 구법을 관련 문헌 등을 통해 정확히 고증한 다음, 실험을 거쳐 다양한 물성을 밝혀 현대건축물에 활용 가능한 새로운 친환경 제품 개발의 기저로 삼는 데 목적이 있다.
	연구내용	1차년도의 연구내용 : 전통 건축재료인 油灰의 물성 실험과 분석 1) 전통 건축재료인 油灰의 고증 2) 압축강도, 인장강도, 전단강도, 휨강도, 부착강도 등 물리적 저항성 시험 3) 동결융해에 따른 팽창률 및 수축률 저항성 시험 4) 축진 폭로실험을 통한 흡수율 및 내수성능 5) 데이터로거를 이용한 온습도 팽창률 및 수축률 시험 등 2차년도의 연구내용 : 전통 건축재료인 水灰의 물성 실험과 분석 1) 전통 건축재료인 水灰의 고증 2)-5) 위 1차년도의 연구내용과 동일한 물성 실험 3차년도의 연구내용 : 전통 건축재료인 沙壁의 물성 실험과 분석 1) 전통 건축재료인 沙壁의 고증 2)-5) 위 1차년도의 연구내용과 동일한 물성 실험 4차년도의 연구내용 : 전통 기초보강재인 三物灰의 물성 실험과 분석 1) 전통 건축재료인 三物灰의 고증 2)-5) 위 1차년도의 연구내용과 동일한 물성 실험 5차년도의 연구내용 : 현대건축물에 활용 가능한 새로운 친환경 재료의 개발 제안 1) 위 각 전통 재료의 구성재에 대한 대체 재료 개발 2) 대량 생산이 가능한 제품 모델 검토와 개발
마을형 친환경지표의 개발	연구목표	본 연구는 현재의 친환경건축물 인증기준을 마을로 확장하기 위하여 필요한 마을형 친환경지표를 개발하는 것을 목적으로 하다. 이를 위해 농촌의 전통성과 도시의 현대성을 동시에 가지고 있는 도심 옛 마을을 대상으로 마을의 물리적·입지적·공간적 요소에 대한 친환경지표, 마을의 역사적·인문적·공동체적 요소에 대한 친환경지표, 개별 건축물에 대한 친환경지표를 추출하고, 적용·검토하여, 마을형 친환경지표를 개발한다. 이 친환경지표는 마을에 내재된 친환경성의 정도를 진단할 있는 기준으로 활용될 수 있다.

	연구 내용	• 본 연구는 현재의 친환경건축물 인증기준을 마을로 확장하기 위하여 필요한 마을형 친환경지표를 개발하는 것을 목적으로 하다. 마을형 친환경지표의 개발을 위해서 지표의 선정기준, 산출기준과 근거를 명확히 하고, 정량적으로 산출되는 지표의 점수가 가진 의미를 해석한다. 본 연구의 결과로 산출될 수 있는 지표의 정량점수는 마을의 친환경성과 정비례관계에 있어, 산출점수가 높을수록 마을의 친환경성이 높으며, 산출점수는 현재의 친환경건축물 인증기준의 등급을 부여하는 것과 같이 마을에 친환경성의 등급을 파악하고, 친환경적 재생방향과 내용을 제시하는데 기준으로 사용될 수 있다. • 1차년도 : 마을형 친환경지표의 추출. 1차년도에는 친환경건축물 인증기준과 마을, 주거지, 도시를 대상으로 한 친환경 관련 선행연구에서 마을형 친환경지표를 추출한다. 마을의 물리·공간적 현황에서의 친환경지표와 역사·인문적 현황에서의 지표를 구분해서 추출한다. • 2차년도 : 마을형 친환경지표의 적용 및 검토. 2차년도에는 앞서 도심 옛마을의 특성에 의해 유형별로 분류한 4개의 대표마을을 선정하여, 추출한 친환경지표를 적용한다. 추출한 친환경지표의 분류체계, 지표의 기준을 설정하고, 친환경지표의 산출방식을 검토한다. • 3차년도 : 마을형 친환경지표의 개발. 3차년도에는 마을형 친환경지표를 검토하여 최종적으로 친환경지표를 개발하고, 친환경지표의 산출점수의 의미를 해석하여 활용방안을 제시한다. 친환경지표의 평가는 주민, 건축가, 도시 및 건축 관련 행정가에 의해 이루어져 평가주체에 따른 차이를 파악하고, 지표들 간의 위계와 가중치를 산정한다. 산출기준을 정립하여 마을형 친환경지표의 산출점수의 의미를 해석하고, 산출점수에 따라 마을의 친환경성을 파악할 수 있다.
전통한지 창호가 학교 교실의 실내 공기질 개선에 미치는 영향에 관한 실측 연구	연구 목표	• 실내 공기질 문제를 해결하기 위해서는 오염물질 방출량을 줄인 친환경 건축자재를 사용하여 애초에 발생할 수 있는 오염물질을 줄이는 것과 함께 건물 입주 후 거주하면서 지속적인 환기를 실시하여 실내 공기의 오염농도를 낮춰 나가야 한다. 특히 성장기 아동이 주간 대부분의 시간을 보내는 초등학교의 경우 실내 공기질 문제를 좀 더 엄격히 다루어야 한다. 이에 본 연구는 전통한지를 창호지로 활용하여 기계적 장치를 이용하지 않고 지속적인 실내 환기가 이루어질 수 있는 방안을 제안하고자 한다. 전통한지는 재료 자체의 통기성을 인해 창호로 적용되었을 때 창호가 닫혀있는 상태에서도 실내 환기가 가능하다. 이에 본 연구는 성장기 아동들이 거주하는 초등학교 교사를 대상으로 교실의 실내 공기질 개선에 미치는 영향을 열환경과 빛환경 등의 실내환경요소와 학생들의 심리적·행태적 요소와 함께 복합적으로 분석하고자 한다.
	연구 내용	• 전통한지를 학교 교실 창호재로 적용했을 때 한지를 통한 환기로 인해 실내 공기질의 개선 정도를 실측한다. 측정항목은 학교보건법에서 유지기준으로 제시하고 있는 미세먼지, 이산화탄소, 폼알데하이드, 총부유세균, 총휘발성유기 화합물이다. 이때, 공기질 측정 항목과 함께 건구온도와 상대습도 등 실내 온열환경요소와 책상면조도와 균제도 등 빛환경 관련 항목을 측정하여 한지 창호가 실내환경에 미치는 영향을 복합적으로 분석한다. 이와 같은 실험 측정은 각각 중간기와 하기, 동기로 구분 세 시점에 실시하여 외기조건에 따라 한지창호가 실내 공기질과 온열환경, 빛환경에 미치는 영향을 분석한다. 또한 한지가 실내측에 설치되면서 실내 분위기에 미치는 영향을 교사와 학생 대상 설문조사한다.

- 본 과제와 유사과제는 전통마을의 친환경건축 계획요소의 분류 및 현대주거 단지에의 적용방안에 관한 연구, 전통미장재의 고증을 통해 현대건축에 활용하기 위한 기반 연구, 마을수준의 친환경 인증기준마련 연구, 전통한지의 실내 공기질에 미치는 영향에 대한 연구 등으로 대부분 전통의 친환경적 요소를 현대건축에 적용하기 위한 연구가 수행되고 있음을 확인하였음.

- 유사과제 중 상기의 ‘**남도전통마을의 친환경건축 계획요소 적용실태조사 및 현대주거단지에서의 응용방안 연구**’ 과제는 전통개념을 현대화함에 있어 계획요소에 초점을 두고 있으며 마을, 단지규모가 대상인 연구과제임. 현대주거단지에서의 친환경계획적용요소를 도출하고 현대주거단지에서의 친환경 계획 적용요소별 설계가이드라인 및 평가기준을 설정하기위한 연구를 수행하였으며, 전통마을의 친환경계획요소를 현대적인 관점에서 분류할 수 있는 새로운 분류체계의 도출과 6개 남도전통마을 친환경건축계획요소 적용실태를 체계적으로 데이터베이스화 하였음.

- ‘**친환경 건축재료 개발을 위한 전통 미장재(油灰, 水灰, 三物灰, 沙壁)의 고증과 물성 실험 연구**’ 과제는 전통개념을 현대화함에 있어 재료적 측면에 초점을 둔 과제임. 전통 미장재의 구법을 관련 문헌 등을 통해 정확히 고증한 다음, 실험을 거쳐 다양한 물성을 밝혀 현대건축물에 활용 가능한 새로운 친환경 제품 개발의 기저로 삼는 것을 목표로 연구를 수행 중에 있음.

- ‘**마을형 친환경지표의 개발**’ 연구과제는 친환경건축물 인증기준을 마을로 확장하기 위하여 필요한 마을형 친환경지표를 개발하는 것을 목적으로 1차년도에는 친환경건축물 인증기준 및 선행연구를 통해 마을형 친환경 지표를 도출하고 2차년도에는 대표마을을 선정·적용하여 지표를 검토, 3차년도에는 지표 간 위계 및 가중치를 선정하여 마을형 친환경지표 개발을 수행하였음.

- ‘**전통한지 창호가 학교 교실의 실내 공기질 개선에 미치는 영향에 관한 실측 연구**’ 과제는 전통재료 중 특히 한지를 활용, 현대 학교에 적용하여 실내 쾌적도를 높이하고자한 연구과제로 한지를 통한 환기로 실내 공기질 개선정도, 온열환경요소, 책상면조도 및 균제도와 교실의 사용자인 교사, 학생을 대상으로 설문조사를 진행하여 복합적 분석을 진행하였음.

○ 자연환기 유사과제

- (자연환기)를 키워드로 NTIS(국가과학기술지식정보)에서 유사과제를 검색하여 기존 연구과제의 연구분야, 범위 및 특징을 고찰하였음

표 42. 자연환기 관련 유사과제

부처명	사업명	과제명	예산	조사분석 대상년도
교육과학기술부	일반사업	에너지 절약과 쾌적 실내환경을 위한 최적 자연환기 설계에 관한 연구	29	2013
중소기업청	산학연협력기술개발	에너지 절약형 자연환기장치 개발	80	2011

표 43. 유사과제 주요 연구내용

연구과제명	주요 연구 내용	
에너지 절약과 쾌적 실내환경을 위한 최적 자연환기 설계에 관한 연구	연구목표	1. 건물의 환기기준으로 사용되었던 이산화탄소외에도 건축자재 및 마감재에서 발생하는 휘발성 유기화합물질을 고려하여 설계함에 따라 외부로부터 도입하는 외기도입량이 증가하게 되었고, 공동주택의 경우, 24시간 가동할 수 있는 환기 설비가 의무화됨. 2. 건물의 환기기준이 강화됨에 따라 건물에서 소비되는 에너지량은 증가하고 있으나 지구온난화 및 자원고갈에 따른 문제를 해결하기 위해서는 환기에 따른 에너지를 절감하기 위한 방안이 요구되고 있음. 3. 본 연구에서는 자연환기의 설계 기준 및 최적 설계 방안을 제시함으로써 친환경 건축물에 요구되고 있는 쾌적하고 건강한 실내 환경을 제공하며 환경부하 및 에너지소비를 절약하고자함.
	연구내용	1. 1차년도(2010년)에는 Mock-up 실험실 준비와 함께, 기계환기 도입에 따른 거주자의 환기 행동분석을 위하여 연간 에너지 소비량 현장모니터링 및 설문조사를 실시함. 현장모니터링에서는 139세대에서 연간 냉난방에너지 소비량을 조사하였으며, 설문조사에서는 기계환기설비 가동현형과, 실내공기질 만족도, 그리고 거주자의 환기행동에 대하여 조사함. 2. 2차년도(2011년)에는 1차년도의 설계를 바탕으로 자연환기구가 설계된 Mock-up를 제작하였고, 외기풍속(풍압)과 풍향변화에 따른 Mock-up에서의 연간 자연환기량의 변동특성을 1년 동안(2010.6-2011.5) 모니터링하고, 그 결과를 바탕으로 외부풍속의 비주기적 변동을 고려한 확률적 자연환기량 예측 모델을 개발함. 3. 3차년도(2012년)에는 자연환기에 따른 환기효율을 평가하기 위하여, 환기방식(열교환기 일체형 환기시스템, 기계급기 환기시스템. 자연환기)별 외기 유입 미세분진량(Fineparticle)을 현장실험(측정 모니터링15세대, 설문조사 297세대)하고, 환기방식별 미세분진의 거동 특성을 분석하고, 자연환기설계에 있어 미세분진 저감을 위한 방안을 제시함.
에너지 절약형 자연환기장치 개발	연구목표	1. 자연 환기에만 의존하는 경우, 냉방에는 어느 정도의 효과가 있으나, 난방에는 효과가 거의 없음에 따라 자연 환기+기계 환기가 가능한 하이브리드형 환기장치 개발 2. 이중창호의 수직틈새의 정체된 공기를 순환시켜 창으로부터의 열 이동 감소 3. 여름철에는 수직틈새의 정체된 공기를 빠른 시간 내에 배출시켜 유리표면 온도 감소를 유도 4. 겨울철에는 일사에 의하여 데워진 수직틈새 공기를 실내로 유입시켜

	연구 내용	난방부하 감소를 유도
		5. 환기에 의한 난방부하 증가를 해결하기 위하여 수직틈새를 활용 1. 최초 자연환기 장치에 의한 냉방과 난방부하 및 환기를 수행하고자 하였으나, 자연환기의 경우 외기조건에 영향을 받음에 따라 본 과제에서는 자연환기와 기계 환기를 동시에 해결할 수 있는 하이브리드형 열 교환 장치를 개발 2. 하이브리드형 열 교환 장치 개발을 위하여 - 장시간 사용이 가능한 모터 선정 - 수직 틈새의 공기배출을 위한 라인팬의 선정 - 리모트 컨트롤에 의한 팬의 무선 조정이 가능한 제어판 개발 3. 하이브리드형 열 교환 장치의 성능테스트를 위한 현장실험 - 임대 아파트를 대상으로 하이브리드 팬을 장착시키기 위한 창호 제작 - 이와 동시에 자연환기장치의 성능과 비교를 위하여 자연환기장치를 설치시키기 위한 창호제작 - 하절기와 동절기 실험 실시 4. 현장측정의 경우, 외기조건에 영향 및 현장 여건에 따라 실험에 문제가 있다고 판단하여 모델을 제작하여 하이브리드 열교환 장치에 대한 지속적인 실험 5. 하이브리드형 열 교환 장치가 자연환기장치보다 냉방 및 난방 부하 개선에 유리하고, 환기성능도 다소 우수한 것으로 결과를 얻었으나, 보다 나은 성능을 나타내기 위해서는 팬의 위치에 대한 고려가 있어야 할 것으로 판단됨 6. 국내에서는 최초로 시작된 관계로 시행착오를 있었으나, 이중창호의 문제점이 과열현상과 환기 성능 향상을 위해서는 필요한 제품으로 향후 개발 여지가 충분함

- ‘에너지 절약과 쾌적 실내환경을 위한 최적 자연환기 설계에 관한 연구’에서는 자연환기 설계기준으로 제시하고 있는 누적확률분포 또는 연평균 풍속에 따른 자연환기 기준의 문제점을 보완하고 자연환기의 비주기적 변동 특성을 반영한 설계방안에 대한 연구를 수행하였음
- ‘에너지 절약형 자연환기장치 개발’ 연구에서는 자연환기 장치에 의한 냉방과 난방부하 및 환기를 수행하고자 하였으나, 자연환기의 경우 외기조건에 영향을 받음에 따라 하이브리드형 열 교환 장치를 개발

○ 기존 유사과제의 연구수행 미비점 및 차별화 방안

- 창호형 자연환기, 기계환기와의 연계를 통해 효율을 높인 하이브리드형 환기 장치 즉, 설비에 의존한 연구들이 주로 수행되었거나 진행되고 있음을 확인하였으며 현재까지 한국 전통의 미기후를 활용한 자연환기 모델 및 기준제시에 대한 연구사례는 전무한 상태임
- 또한 공동주택이나 다중이용시설 등의 환기에 대한 연구가 주로 진행되어 단독주택이나 저층주거지에 적용할 수 있는 기술요소는 미비한 수준으로 판단
- 부지 인근 지형·식생을 고려한 풍압특성과 권역 자연환기 잠재력을 분석하고 이를 현대의 주거모델에 적용할 수 있도록 요소기술과 가이드라인을 개발하려 함.

6절. 연구개발 인프라 분석

1. 연구인력 인프라

가. 세계과학기술인력 대비 한국 과학기술 연구인력현황

- 한국과학기술기획평가원(KISTEP)에서 발간하는 KISTEP 통계브리프 (K-브리프)의 2015년 제27호 ‘OECD 자료로 살펴본 세계과학기술인력 현황’ 자료에 의하면 한국은 취업자 천명당 연구원수가 OECD국가 중 6위로 높은 수준을 보임
- 취업자 천명당 연구원수 세계1위는 이스라엘로 17.4명,(2012년 기준) 2위는 핀란드 15.7명(2013년 기준), 3위는 덴마크 14.9명(2013년 기준) 순으로 집계되었으며 한국은 12.8명(2013년 기준)으로 조사됨

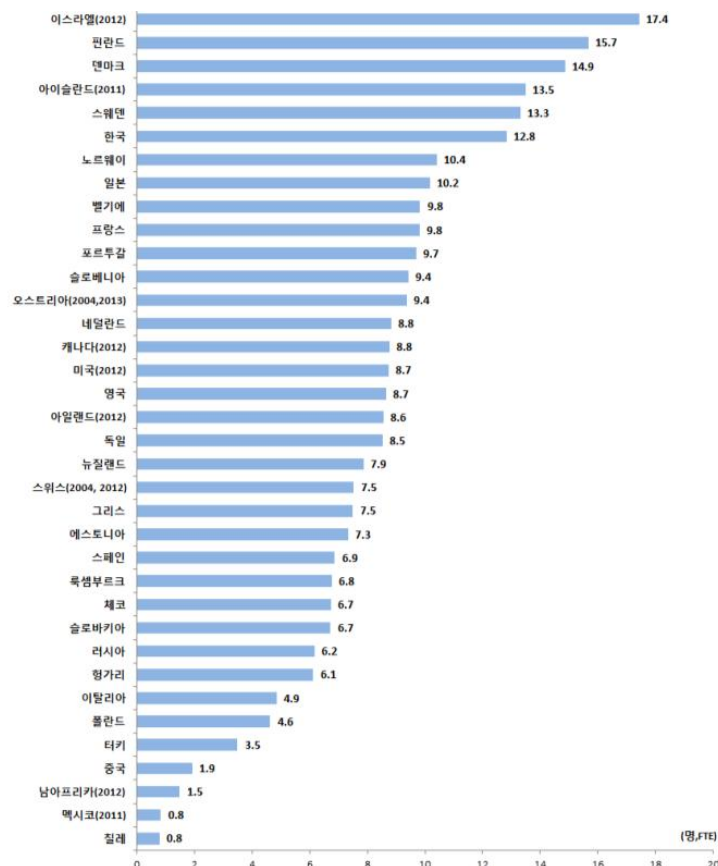


그림 127. 취업자 천명당 연구원(FTE) 수 (2013년기준)
(출처 : 한국과학기술기획평가원, OECD자료로 살펴본 세계과학기술인력 현황, 2015)

- 연구참여비율을 고려한 상근상당 연구원 수는 한국이 345,463명(2014년)으로 세계 6위 수준으로 집계됨
- 중국이 1,484,040명(2013년)으로 세계1위로 나타났으며 이어서 미국이 1,265,064명(2012년), 일본이 660,489명(2013년)순으로 높은 것으로 나타남

나. 한국 총 연구개발인력 현황

- 한국과학기술기획평가원(KISTEP)에서 발간하는 KISTEP 통계브리프 (K-브리프)의 2015년 제18호 ‘우리나라와 주요국의 연구개발 인력 현황’에 의하면 한국의 총 연구원수는 꾸준히 증가추세를 보이고 있으며 2014년 대비 27,114명(6.6%) 증가한 437,447명으로 집계됨

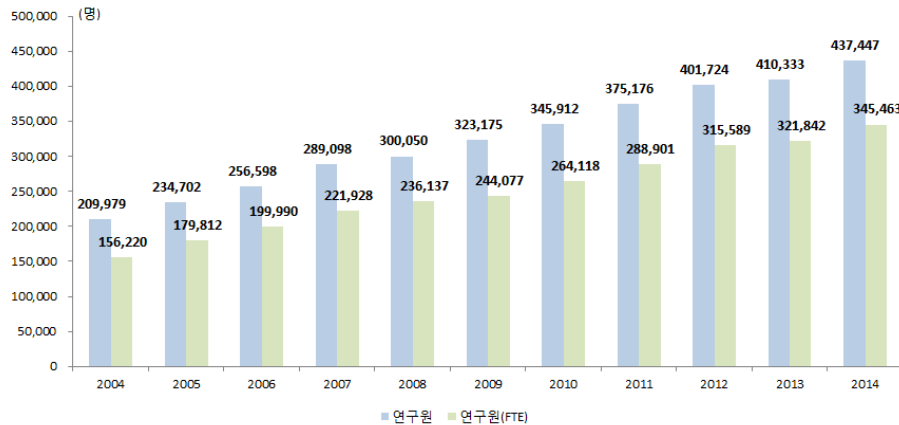


그림 128. 한국 연구원 수 연도별 추이

(출처 : 한국과학기술기획평가원, 우리나라와 주요국의 연구개발 인력 현황, 2015)

다. 공학전공 연구개발인력 현황

- 한국과학기술기획평가원(KISTEP)에서 발간하는 KISTEP 통계브리프 (K-브리프)의 2015년 제18호 ‘우리나라와 주요국의 연구개발 인력 현황’에 의하면 한국의 총 연구원 437,447명 중 과학기술분야의 연구원은 387,392명으로 전체의 88.6%를 차지함
- 과학기술분야 연구원 중에서도 공학분야 전공자 수는 298,436명으로 한국 전체 연구원의 68.2%를 차지하는 것으로 집계됨

(단위 : 명, %)

구분	공공연구기관		대 학		기업체		전 체	
	연구원	비중	연구원	비중	연구원	비중	연구원	비중
과학기술 분야	이학	5,614 (16.8)	14,693 (14.8)	34,465 (11.3)	54,772 (12.5)			
	공학	17,239 (51.7)	33,567 (33.8)	247,630 (81.2)	298,436 (68.2)			
	의약보건학	1,868 (5.6)	18,674 (18.8)	2,980 (1.0)	23,522 (5.4)			
	농업과학	2,829 (8.5)	4,553 (4.6)	3,280 (1.1)	10,662 (2.4)			
	소계	27,550 (82.7)	71,487 (72.0)	288,355 (94.6)	387,392 (88.6)			
인문 사회 분야	인문학	570 (1.7)	11,068 (11.1)	11,232 (3.7)	22,870 (5.2)			
	사회과학	5,202 (15.6)	16,762 (16.9)	5,221 (1.7)	27,185 (6.2)			
	소계	5,772 (17.3)	27,830 (28.0)	16,453 (5.4)	50,055 (11.4)			
총계	33,322 (100.0)		99,317 (100.0)		304,808 (100.0)		437,447 (100.0)	

그림 129. 연구수행주체별 전공별 연구원 현황(2014년)

(출처 : 한국과학기술기획평가원, 우리나라와 주요국의 연구개발 인력 현황, 2015)

2. 연구기자재 인프라

가. 국내 연구기자재 구축 현황

- 국가연구시설장비 공동활용서비스(NTIS)에서 발간하는 ‘2014년도 국가연구시설장비 조사·분석 보고서’에 의하면 연구수행주체별 연구장비분류별 연구기자재 구축현황은 다음과 같음
- 2010~2014년을 기준으로 3천만 원 이상의 기자재를 기준하고 있으며 장비분류 중에서는 기계가공·시험장비가 총 기자재의 24.7%로 가장 많이 구축되어있었으며 연구수행주체 중에서는 민간기업이 총 기자재의 27.8%로 가장 많은 수를 보유하고 있는 것으로 나타남
- 본 과제에서 활용할 수 있는 연구장비 분야는 물리적 측정장비와 데이터 처리장비로 파악됨
- 물리적 측정장비에는 온도/ 열/ 습도/ 수분 측정장비, 음향/ 소음/ 진동/ 충격 측정장치 등, 데이터 처리장치에는 컴퓨터/ 컴퓨터 서버/ 장비 소프트웨어 등 본 과제를 수행함에 활용할 수 있는 장비들을 포함함
- 물리적 측정장비는 총 2,867개를 구축하고 있으며 총 기자재의 11%를 차지하고 있으며 데이터 처리장비는 2383개로 9.1%의 비중을 보임

표 44. 연구수행주체별·연구장비분류별 연구기자재 구축현황(2010~14년, 3천만 원 이상)

구분	국공립 연구소	출연 연구소	대학	민간기업	공기업	기타 공공기관	기타	합계
광학·전자 영상장비	169	762	1,365	488	4	241	281	3,310
화합물 전처리·분석장비	628	1,413	1,629	1,437	17	352	765	6,241
기계가공·시험장비	117	1,366	1,255	2,716	42	219	745	6,460
전기·전자장비	38	1,167	897	1,183	90	227	467	4,069
데이터 처리장비	109	665	519	574	84	212	220	2,383
물리적 측정장비	152	695	665	780	23	327	225	2,867
임상의료장비	40	119	256	28	0	46	78	567
환경조성·사육시설	25	42	47	46	1	23	34	218
합계	1,278	6,229	6,633	7,252	261	1,647	2,815	26,115

(출처 : 국가연구시설장비 공동활용서비스(NTIS), 2014년도 국가연구시설장비 조사·분석 보고서, 2014)

7절. 종합분석

1. SWOT분석

외부요인 내부요인	O(기회) - 고품격 친환경 건축에 대한 사회적 요구 확대 - 정체성과 다양성을 중시하는 사회적 인식 확산 - 공동체 회복 수요 증대 및 공유주거문화 등장	T(위협) - 신한옥과의 차별성 부족 - 문화 정체성에 대한 사회적 합의 도출 어려움 - 국내외의 경제 침체
S(강점) - 한국 건축 전통에 내재된 풍부한 미래가치 - 지역 및 장소 정체성 구현 전통 노하우 - 전통 건축의 포괄적 환경 자연 조절 전략 - 전통 건축의 환경공생 및 자원순환 체계	SO 전략 추진방향 • 공동체 회복을 위한 한스타일 공유공간 개발 • 자연 환경 조절 자동제어 생태건축 모델 개발 • 미학적, 사회적, 생태적, 기술적 품질이 확보된 고품질 주거환경 개발 및 제공 • 한스타일 생태건축의 브랜드화와 홍보, 보급 전략 개발	ST 전략 추진방향 • 한국 전통건축의 유전자와 문화기술을 발굴하여 현대화를 통한 한스타일 시장 확대
W(약점) - 한스타일 생태건축 기초 연구 부족 - 문화적 정체성을 건축화 하는 방법론 미비	WO 전략 추진방향 • 관련 분야의 융복합 연구를 통해 가치 중심적 문화정체성, 공유공간, 생태정체성 발굴 및 과학화 기반 연구 • 기존 주택 및 한스타일 생태건축 미학, 공유공간, 생태, 품질 비교 실증 연구	WT 전략 추진방향 • 한국 전통건축의 다양한 구현 사례 DB 구축 • 한스타일 생태건축 기술 보급 및 확대를 위한 전문중소기업 및 전문인력 양성

기본방향 • 한국 전통 건축에 내재된 문화 정체성, 공간인지 공유성, 생태 정체성 개념을 발굴 과학화하기 위한 기반 연구 • 국토의 품격을 향상시키는 정체성 있는 건축 모델 개발하여 한국 전통건축의 미래가치에 바탕을 둔 새로운 건축양식 창출 • 한국 전통 건축의 주변 환경을 포괄적으로 활용, 조절하는 자연 조절, 자원순환, 생태체계 구축의 원리를 과학화한 웰빙 생태건축 모델 개발
--

2. 종합분석

- 정체성 있는 주거지에 대한 사회적 요구가 증대하고 있음. 따라서 전통마을의 공간구성원리와 기법을 현대적으로 계승한 건강한 생태마을 모델 개발이 필요함
- 건강과 웰빙에 대한 수요 증대에 따라 친환경 건축 시장이 점차로 커지고 있음. 생태순환체계와 자연조절 기술을 개발하여 마을단위 생태계 조성 기대
- 친환경 관련 정책, 사업 등을 시행하고 있지만 저층주거지, 마을 단위의 구체적인 계획 체계 부재
- 한국의 기후와 지역의 자연풍토에 적합한 모델 개발이 필요함

3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략

1절. 비전 및 목표

비 전

한스타일 생태건축 구현을 통한 국토의 품격 향상과 한국건축 브랜드화

목 표

- 한국의 자연풍토와 재료에 기반한 글로벌 친환경 생태건축 기술을 개발
- 한스타일 생태건축 디자인 기대수준 정량화 및 웰빙생태건축 기술개발



세부과제

한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템 개발

- 한스타일 생태건축의 정체성 발굴
- 한국적 건축에 기반한 한스타일 생태건축 디자인 기술개발
- 한스타일 생태건축 디자인품질관리 가이드라인 개발
- 한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템 구축

한국형 자연조절 웰빙 생태건축 기술개발

- 웰빙 생태건축 지표 개발
- 선택리 통합분석 플랫폼 개발(권역 생태-쾌적-에너지 통합 평가)
- 미시기후 활용 자연조절 웰빙건축 기술 개발
- 비용/편익 최적화 한스타일 웰빙건축 유형 개발
- 한스타일 웰빙건축 설계/시공 가이드라인 개발

한스타일 생태건축 실증단지 구축 및 모니터링

- 실증단지 설계
- 실증단지 시공
- 실증단지 모니터링

2절. 핵심기술요소 선정 및 TRL 목표

1. 핵심기술요소 선정

대분류	중분류	소분류	예산 (억 원)	기간 (년)
1. 한스타일 생태건축 통합디자인 품질관리 시스템 개발	1-1. 한스타일 생태건축의 정체성 발굴	1-1-1. 한국적 형태에 기반한 창살, 처마, 문양, 기둥 등에 대한 연구	1.5	1
		1-1-2. 한국적 공간에 기반한 공간위계, 마루, 중간공간 등에 대한 연구	1.5	1
	1-2. 한국적 건축에 기반한 한스타일 생태건축 디자인 기술개발	1-2-1. 한국적 형태에 기반한 디자인 기술개발	3	2
		1-2-2. 한국적 공간에 기반한 디자인 기술개발	3	2
	1-3. 한스타일 생태건축 디자인품질관리 가이드라인 개발	1-3-1. 한스타일 생태건축 디자인품질 가이드라인 도출을 위한 연구	3	2
		1-3-2. 한스타일 생태건축 디자인품질 가이드라인(안), 3차원 어반디자인 시뮬레이션 및 가이드라인 보완	1.5	1
	1-4. 한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템 구축	1-4-1. 통합 디자인품질관리 체계정립	3	2
		1-4-2. 한스타일 생태건축 DB구축이 가능한 통합 디자인품질관리 웹기반 시스템 구축	3	2
2. 한국형 자연조절 웰빙 생태건축 기술개발	2-1. 웰빙 생태건축 지표 개발	2-1-1. 자연조절 쾌적성 기준 정립(Adaptive Comfort 연계 온습도, 자연환기, 자연채광)	0.8	1
		2-1-2. 자연환기 적용기준 개발(최소 외기도입량, 실내공기질 기준, 공기연령, 옥외공기질, 최대 소음)	0.6	1
		2-1-3. 자연채광 적용기준(최소 조도기준, 자연채광 자족율, 현황) 개발	0.6	1
		2-1-4. 미시기후 조절 기준(우수순환율, 옥외공간 쾌적성) 개발	0.8	1
		2-1-5. 웰빙 생태건축 지표 개발	6	2
	2-2. 선택리 통합분석 플랫폼 개발(권역 생태-쾌적-에너지 통합 평가)	2-2-1. 권역별 생태-쾌적-에너지 통합 평가 체계 및 플랫폼 개발	2.1	3
		2-2-2. 권역별 바람지도 및 건축 유형별 압력계수 개발	1.6	2
		2-2-3. 자연환기 유형별 평가모듈 개발	3.6	2
		2-2-4. 자연채광 평가모듈(연간 기후데이터 기반) 개발	0.6	2
		2-2-5. 옥외공간 쾌적성 평가모듈 개발	1.2	2

3. 한스타일 생태건축 실증단지 구축 및 모니터링		2-2-6. 우수 순환 평가모듈 개발	1.8	2	
		2-2-7. BIM 기반 3차원 형상 모델링 활용 모듈 개발	3.0	3	
	2-3. 미시기후 활용 자연조절 웰빙건축 기술 개발	2-3-1. 권역별 자연환기, 자연채광, 우수-생태 시스템 현황조사, 거주자 쾌적 조절 행태분석	4.5	2	
		2-3-2. 한국형 계절전환 공간모듈 및 자동운전시스템 개발	3.6	3	
		2-3-3. 환기창호 및 자동계폐장치 개발	7.2	3	
		2-3-4. 웰빙 축냉체를 활용한 쾌적성 향상 기법 개발	4.8	3	
		2-3-5. 웰빙 습도 자동조절기법 및 시스템 개발	4.2	3	
		2-3-6. 주거지 우수 순환 및 자동제어시스템 개발	3.6	3	
	2-4. 비용/편익 최적화 한스타일 웰빙건축 유형 개발	2-4-1. 권역별 자연조절 기본유형 및 통합유형 개발	1.2	2	
		2-4-2. 최적화 성능분석을 통한 유형별 최적설계	4.2	3	
		2-4-3. 적용기술 비용편익분석을 통한 수준별 최적설계	2.4	2	
	2-5. 한스타일 웰빙건축 설계/시공 가이드라인 개발	2-5-1. 자연조절 유형별 통합설계 프로세스 및 디자인 가이드라인 개발	1.4	2	
		2-5-2. 자연조절 유형별 시공 가이드라인 개발	2.0	2	
		2-5-3. 자연조절 유형별 유지관리 가이드라인 개발	1.0	1	
		3-1. 실증단지 설계	3-1-1. 사업타당성 분석 및 홍보마케팅	3.6	3
			3-1-2. 한스타일 생태건축 실증단지 설계공모	1.2	1
			3-1-3. 한스타일 생태건축 설계 및 감리	3.6	3
		3-2. 실증단지 시공	3-2-1. 한스타일 생태건축 목업 및 테스트 배드 구축	2.4	2
			3-2-1. 한스타일 생태건축 실증단지 시공	3.6	3
3-2-2. 실증단지 시공기술 개발 및 표준화			2.4	2	
3-3. 실증단지 모니터링		3-3-1. 한스타일 생태건축 핵심요소기술 모니터링	1.2	1	
		3-3-2. 한스타일 생태건축 디자인품질관리 시스템 운영 및 최적화 모델 개발	2.4	2	
계			102.7	5	

2. 기술준비도(TRL) 목표

□ 과제 개요

과제명	한스타일 생태건축 핵심기술 개발 및 실증	총개발기간	2017.xx.xx ~ 2021.xx.xx (5년)
(총괄/세부) 주관기관	000	(총괄/세부) 책임자	000

□ 핵심기술요소(CTE, Critical Technology Element)

핵심기술요소1(CTE1) (소재/부품/시스템 등)	한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템	TRL 평가지표 Code	TRL010101
핵심기술요소2(CTE2) (소재/부품/시스템 등)	한국형 자연조절 웰빙 생태건축 기술	TRL 평가지표 Code	TRL010101
핵심기술요소3(CTE3) (소재/부품/시스템 등)	한스타일 생태건축 실증단지	TRL 평가지표 Code	TRL010101

□ 기술준비도(TRL) 목표 항목

① CTE1 : 한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템

구분	단계	TRL 정의	시험평가 주체	시험평가		생산수준 또는 결과물 결과물 수준	시험평가 환경	개발 연차
				대상	평가항목			
기초 연구 단계	1	기초이론/실험	-	-	-	-	-	-
	2	실용목적 아이디어·특허 등 개념정립		한스타일 생태건축 형태 · 공간 · 생태 정체성	문헌자료 설명서 이미지	보고서 사례집(DB)		1차 년도
실험 단계	3	실험실 규모의 기본 성능 검증		한국적 건축에 기반한 한스타일 생태건축 디자인 기술	설명서 설계도	보고서 지침서 (guideline)		2·3차 년도
				한스타일 생태건축 디자인품질관리 가이드라인	이미지 모델링	설계지침서		
	4	실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심성능 평가		한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템	설명서 이미지 소프트웨어	프로그램 보고서		2·3차 년도
시작품 단계	5	확정된 소재/부품/시스템의 시작품 제작 및 성능 평가						
	6	파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가						
실용화 단계	7	신뢰성 평가 및 수요기업 평가						
	8	시제품의 인증 및 표준화						
사업화	9	사업화						-

* 음영표시된 TRL 1, 9단계는 원칙적으로 정부 R&D 비지원 영역임

② CTE2 : 한국형 자연조절 웰빙 생태건축 기술

구분	단계	TRL 정의	시험평가 주체	시험평가		생산수준 또는 결과물	시험평가 환경	개발 연차	
				대상	평가항목	결과물 수준			
기초 연구 단계	1	기초이론/실험	-	-	-	-	-	-	
	2	실용목적 아이디어·특허 등 개념정립	연구진	권역별 건축유형별 환기, 채광, 생태, 에너지 소비 진단 및 거주자 행태 분석	진단대상 다양성, 진단 체계성	보고서 1식	연구실	1차 년도	
				자연조절 실내쾌적 기준	성능기준 체계성	보고서 1식			
				주택 자연환기, 자연채광 기준					
				미시기후 조절 기준 (우수순환율, 옥외공간 쾌적성)					
				웰빙 생태건축 지표 체계					
				자연조절 유형 및 통합설계 프로세스	통합 체계성	보고서 1식			
				적용 기술별 비용-편익 구조 체계	비용체계 시장성	비용-편익 체계도 1식			
				환기창호 유형	개념 적용성	시스템 체계도 및 보고서 1식			
				웰빙 습도자동 조절 체계	개념 적용성	시스템 체계도 및 보고서 1식			
선택리 시스템(자연조절, 쾌적, 에너지 통합평가) 체계	모듈 구성 체계성	시스템 체계도 1식							
실험 단계	3	실험실 규모의 기본 성능 검증	연구진	권역별 바람 지도 및 건물 유형별 압력계수	지역 선정	보고서	실험실	2·3차 년도	
				환기창호 자동개폐 장치	동작 정합성	목업 모형 보고서			
				웰빙 습도 자동 조절 장치	동작 정합성	목업 모형 보고서			
				우수저장 비점 오염 제거 및 홍수 바이패스 장치	동작 정합성	목업 모형 보고서			
				웰빙 축냉체	쾌적 향상도	목업 모형 보고서			
				선택리 시스템(자연조절, 쾌적, 에너지 통합평가) 모듈	사용성 BIM 연동 안정성	소프트웨어			
				BIM 기반 3차원 형상 모델링 연동 모듈 개발					
	4	실험실 규모의	연구진	자연조절(자연환기	제어	자동제어	실험실	3차	

		소재/부품/ 시스템 핵심성능 평가		우수저장 버퍼공간관리 습도조절) 시스템 자동 제어	편의성 시스템 통합성	체계도 자동제어 알고리즘 자동제어 시스템 소프트웨어		년도
				선택리 시스템	모듈간 통합운영	시스템운영 매뉴얼 및 시험사용 보고서		
시작품 단계	5	확정된 소재/ 부품/시스템의 시작품 제작 및 성능 평가	외부 전문가	자연조절 시스템 (미시기후조절, 자연환기, 자연채광, 우수저장) 비용-성능 최적화 설계	최적화 적합성 비용성능 적합성 시스템 통합성	통합설계 보고서 (냉방 30% 절감, 쾌적시간 30% 증대) 계획설계도 LCA 분석 보고서(비용 증가 30% 이내 관리)	목업현장	4차 년도
				자연조절 시스템 (미시기후조절, 자연환기, 자연채광, 습도조절, 우수저장) 목업 시공	자재구매 용이성 시공용이 성	상세설계도 시방서 시공설명서		
	6	파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가	외부 전문가	자연조절시스템 (미시기후조절, 자연환기, 자연채광, 습도조절, 우수저장) 실시 설계	상세 설계 정합성	설명서 설계도 시방서 견적서	현장	4차년도
				자연조절시스템 (미시기후조절, 자연환기, 자연채광, 우수저장) 시공	시공 체계성	감리보고서 준공도면		4·5차 년도
				자연조절, 쾌적성, 에너지 모니터링 및 평가	쾌적성 유지시간	모니터링 분석 보고서		
	7	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	수요자	임시 거주 후 평가	POE	POE 보고서	현장	5차 년도
실용화 단계	8	시제품의 인증 및 표준화		유형별 통합설계 및 시공 가이드라인	설명서 이미지	보고서	-	5차 년도
사업화	9	사업화						-

* 음영표시된 TRL 1, 9단계는 원칙적으로 정부 R&D 비지원 영역임

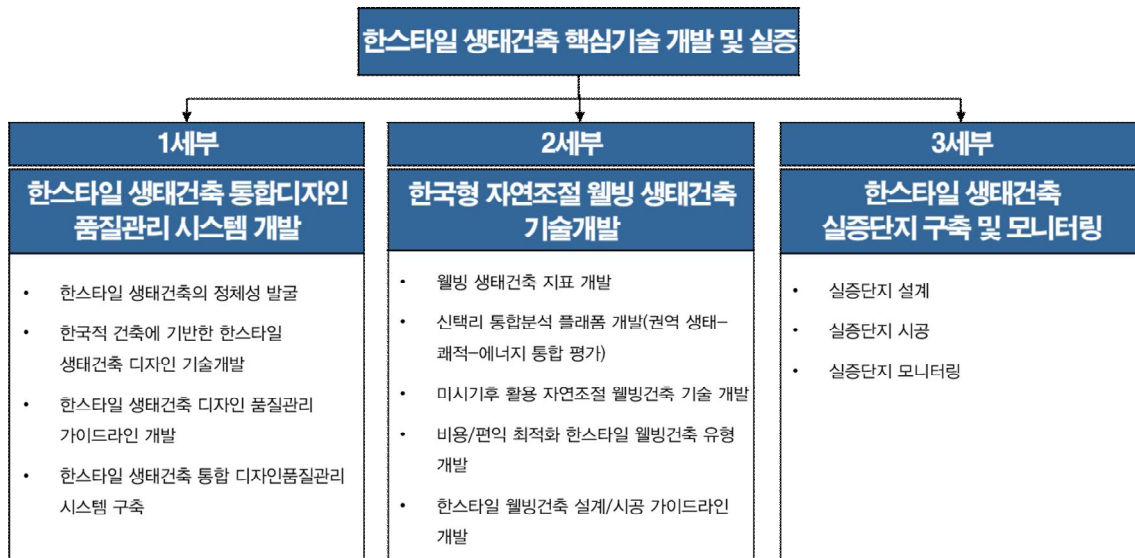
③ CTE3 : 한스타일 생태건축 실증단지

구분	단계	TRL 정의	시험평가 주체	시험평가		생산수준 또는 결과물 결과물 수준	시험평가 환경	개발 연차
				대상	평가항목			
기초 연구 단계	1	기초이론/실험	-	-	-	-	-	-
	2	실용목적 아이디어·특허 등 개념정립						
실험 단계	3	실험실 규모의 기본 성능 검증						
	4	실험실 규모의 소재/부품/ 시스템 핵심성능 평가		목업	설계안 적절성	보고서		3년차
					모니터링	건축물		
					핵심기술 성능	설명서		
시작품 단계	5	확정된 소재/ 부품/시스템의 시작품 제작 및 성능 평가		테스트배드	설계안 적절성	보고서		4차 년도
					핵심기술 성능	건축물		
					모니터링	설명서		
						설계도		
	6	파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가		한스타일 생태건축 실증단지 구축	설계안 적절성	보고서		4·5차 년도
					상세 설계 정합성	설명서		
					건축물	설계도		
					시공 체계성	시방서		
실용화 단계	7	신뢰성 평가 및 수요기업 평가		한스타일 생태건축 실증단지 모니터링	소프트 웨어	건축물		5차 년도
					설계도	모니터링 시스템		
					설명서	보고서		
					모델	시공백서		
	8	시제품의 인증 및 표준화				설계지침서		
사업화	9	사업화						-

* 음영표시된 TRL 1, 9단계는 원칙적으로 정부 R&D 비지원 영역임

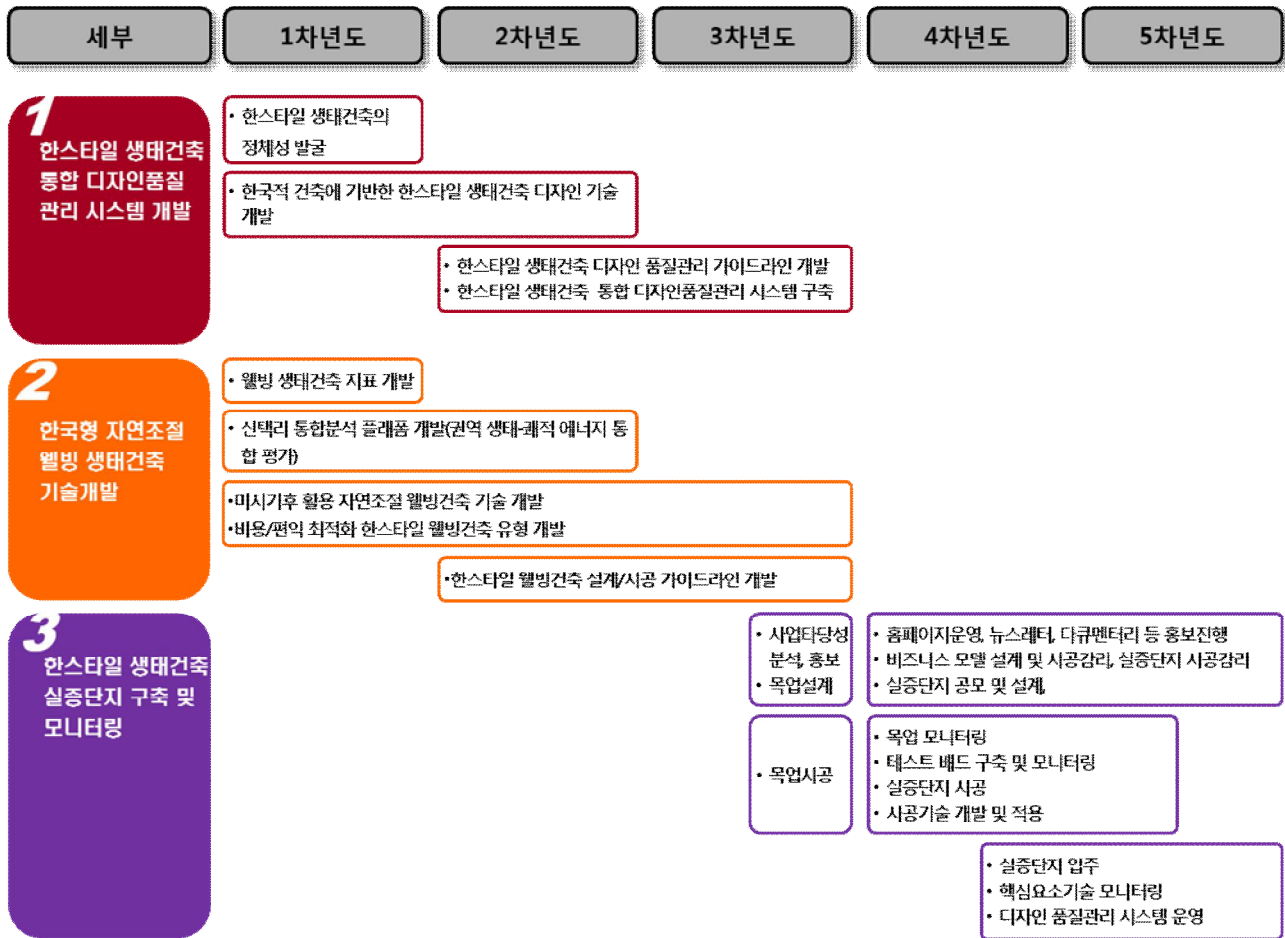
3절. 연구개발과제 구성

1. 연구개발과제의 구성



한스타일 생태건축 구현을 통한 국토의 품격 향상과 한국건축 브랜드화

2. 기술로드맵(TRM, Technology Road Map)



4절. 세부과제별 주요내용 및 추진전략

세부과제 1. 한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템 개발

가. 연구목표

- 새로운 양식인 한스타일 생태건축의 디자인 기대수준을 정량화하여 한스타일 생태건축의 디자인 방향과 가이드를 제공하고 궁극적으로는 한스타일 생태건축의 질적 향상을 도모하는 것
- 한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템 활용으로 기획-운영단계의 의사결정과정을 온라인상에 DB화하여 추후 한스타일 생태건축 기획, 설계, 시공 등에 참고자료로 활용할 수 있도록 함으로써 최종적으로는 한스타일 생태건축의 보급 및 확산을 용이하도록 하는 것
- 한국적 가치를 확보하면서 현대적이며 전통건축 대비 공사비 절감
 - 한스타일 생태건축 디자인 가이드라인을 통해 한국가치와 현대성 확보
 - 한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템을 통하여 설계변경 최소화. 공기단축으로 비용 절감

나. 필요성

- 디자인 품질제고를 위한 사회적 움직임
 - 디자인서울 가이드라인, 국제공모전 등 디자인 품질제고를 위한 노력을 하고 있음
 - 국가차원에서는 건축정책기본계획을 통하여 건축정책 방향을 제시하고 있음
- 한국적 공간에 대한 수요의 확산
 - 문체부는 ‘한국적 생활문화공간 발굴 및 확산 사업’을 시행하여 한국문화의 디자인과 가치를 현대적으로 구현한 실내공간에 대한 사업을 진행하였음.
 - 이러한 수요에 대응하여 실내에 국한하지 않고 실내·외, 건축, 공간에 대한 한스타일 생태건축 디자인에 대한 연구의 필요성
- 한스타일 생태건축은 새로운 건축양식으로 디자인 품질 및 기대수준을 정량화하여 건축가, 발주처 등의 개별적인 의도에 따라 디자인이 결정되는 경우를 방지할 필요성 존재
- 생소한 건축양식인 한스타일 생태건축의 확산을 위하여 본 양식을 구현하는 모든 과정(기획, 설계, 시공, 운영)을 웹기반 시스템에 DB화하여 관련 사업 시행시 표본으로서 활용필요

다. 추진체계

- 국토교통부 + 미래창조과학부

라. 연구기간 및 소요 예산

- (기간 · 소요예산) 3년 / 총 20억 원

마. 주요 연구내용

- 한스타일 생태건축의 정체성 발굴
 - 한국적 형태에 기반한 창살, 처마, 문양, 기둥 등에 대한 연구
 - 한국적 공간에 기반한 공간위계, 마루, 중간공간, 계절대응형 다목적공간 및 공동체에 기반한 공유공간에 대한 연구
- 한국적 건축에 기반한 한스타일 생태건축 디자인 기술개발
 - 한국적 형태에 기반한 디자인 기술개발
 - 한국적 창살의 형태에 기반한 디자인 기술개발
 - 한국적 처마의 형태에 기반한 디자인 기술개발
 - 한국적 문양의 형태에 기반한 디자인 기술개발
 - 한국적 기둥의 형태에 기반한 디자인 기술개발
 - 한국적 공간에 기반한 디자인 기술개발
 - 한국적 마루, 중간공간, 계절대응형 다목적공간에 기반한 현대적 디자인 기술개발
 - 한국적 공간위계에 기반한 현대적 디자인 기술개발
 - 한국적 공유주거 공간 디자인 기술 개발
- 한스타일 생태건축 디자인 품질관리 가이드라인 개발
 - 한스타일 생태건축 디자인품질 가이드라인 도출을 위한 연구
 - 한스타일 생태건축 디자인의 목표, 방향 도출
 - 한스타일 생태건축 디자인 관련 지표 POOL 도출
 - 한스타일 생태건축 디자인품질 가이드라인(안) 도출
 - 한스타일 생태건축 디자인품질 가이드라인(안) 3차원 어반디자인 시뮬레이션 및 가이드라인 보완
 - 한스타일 생태건축 디자인품질 가이드라인(안) 3차원 어반디자인 시뮬레이션

- 한스타일 생태건축 디자인품질 가이드라인 보완 및 도출
- 한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템 구축
 - 통합 디자인품질관리 체계정립
 - 한스타일 생태건축 DB구축이 가능한 통합 디자인품질관리 웹기반 시스템 구축

바. 기대효과

- 한스타일 생태건축 디자인 가이드라인을 통해 한국가치 확보로 아파트로 대표되는 획일적인 주거문화 개선 및 전통건축의 가치계승 효과
- 한국적 건축의 현대화 기술개발을 통하여 한국적 가치를 지님과 동시에 현대적 거주성을 지닌 한스타일 생태건축 도모
- 새로운 건축양식인 한스타일 생태건축 관련 의사결정 과정에서 디자인품질 가이드라인을 활용하여 일관되고 빠른 의사결정을 가능하게 함
- 한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템을 통하여 기획, 설계, 시공, 운영 관리 단계를 DB화하여 추후 한스타일 생태건축 프로젝트 시행시 참고자료로 활용가능
- 설계단계별(기획-계획-설계-시공-운영) 디자인품질관리 시스템 활용방안을 제안하여 완성도 높은 한스타일 생태건축 구현에 기여할 수 있음

- 건축물의 실내환경 쾌적성 극대화를 위한 실내공기질, 자연환기, 자연채광관련 기준, 설계법, 평가법에 대한 전반적인 기술 개발 시급
- 쾌적성지표를 통합한 에너지 평가의 필요성



다. 추진체계

- 국토교통부 + 산업통상자원부 + 미래과학창조부
- 건축가, 지구단위계획전문가 + 건축에너지전문가 + 생태 및 지질전문가(국제 연구) + 의학전문가 + 공간정보 및 디지털 프로그램 개발 전문가

라. 연구기간 및 소요 예산

- (기간·소요예산) 3년 / 총 62.8억 원

마. 주요 연구내용

- 전통건축 및 기존 건축물 에너지 진단
 - 기밀 성능 향상에 따른 실내 환경 변화 및 건강성 지표 연구
 - 건축유형별 자연환기, 자연채광 현황, 거주자 만족도, 거주자 환경조절기작 분석
- 웰빙 생태건축 지표 개발
 - 한국 기후변화를 반영하여 거주자의 만족도와 신체적·정신적 건강, 웰빙에 초점을 맞춘 지표 개발
 - 자연환기 관련 기준(자연환기잠재력 지표(natural ventilation potential), 최소 도입 외기량, 최대 실내 발열량, 실내외 공기질 기준, 습도 기준 등) 개발
 - 자연채광 관련 기준(최소 조도 기준, 자연채광 지속시간, 현황 기준 등) 개발
 - 우수-생태계 관련 기준(우수절감율, 우수활용 기준, 옥외공간쾌적성, 옥외 생태공간 조성 기준 등 정립) 개발
 - 청각, 후각, 촉각 등 거주자 심신의 편안함을 위한 기준(내·외부 공간별 소음 기준 및 설비·설계 기준, 냄새 방지를 위한 최소 설비·설계 기준, 열쾌적성 기준, 공간의 친밀감 형성 기준, 거주지 복지 기준 등) 개발

○ 선택리 통합분석 플랫폼 개발(자연조절 통합 평가 플랫폼)

- 권역 미시기후, 자연환기, 자연채광, 우수순환, 옥외공간 쾌적성 통합 분석 체계 및 플랫폼 개발
- 자연환기 평가 모듈 개발
- 자연채광 평가 모듈 개발
- 우수저장 평가 모듈 개발
- 옥외공간 쾌적성 평가 모듈 개발
- BIM 연계 3차원 형상 정보 플러그인 모듈 개발

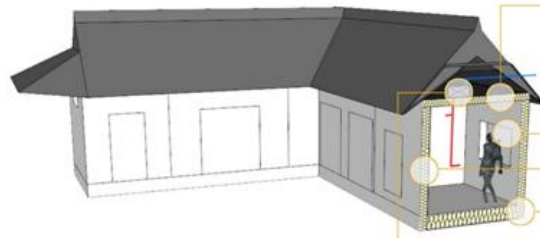
○ 미시기후 활용 자연조절 웰빙건축 기술 개발

- 자연환기 유형 개발
- 자연환기 창호 및 자동제어 시스템 개발
- 축냉체(바닥, 벽체 및 PCM 등 신재료)를 활용한 자연환기 쾌적성 향상 기법 개발
- 주거지 우수순환 체계 및 자동제어 시스템 개발
- 주택 자연채광 유형 및 자연환기 통합 운영 개발

건축법규모델
부재성능중심



패시브하우스모델
단열/ 기밀중심



한스타일 생태건축 모델
자연조절중심

거주자 쾌적/ 거주자주도 환경조절/ 포괄환경조절



- 최적 성능 분석을 통한 자연조절 유형별 설계/시공 가이드라인 개발
 - 자연조절 기법 통합 설계 프로세스 개발
 - 권역별 기후조건과 지형 및 대지조건을 고려한 자연조절 기법별 유형 개발
 - 자연조절 유형별 비용-편익 구조 정립
 - 자연조절 유형별 적용 기술을 망라한 요소기술 민감도 및 적정 설계 가이드라인 개발
 - 신축, 증축, 개축 등 타임라인에 따른 요소별 가이드라인 개발
 - 비용-편익 최적화 분석을 통한 예산별 성취 가능한 성능 기준 개발
 - 요소기술별 시공 가이드라인 개발 및 시험동 구축을 통한 검증
 - 설계자, 시공자, 건축주 등 누구나 쉽게 이해하고 의사결정 할 수 있는 가이드라인, 표준 비용 제시
- 실증단지 모니터링을 통한 한국형 자연조절 웰빙생태 건축기술 보급
 - 실증단지의 자연조절(미시기후, 자연환기, 자연채광, 우수), 쾌적(adaptive comfort), 에너지 통합 모니터링 및 결과 분석
 - 실증단지 실 거주자를 대상으로 한 POE 보고서 발간
 - 한국형 자연조절 웰빙생태 건축기술 종합보고서 발간

바. 기대효과

- 한국 전통건축의 특성인 웰빙생태건축 디자인 기법 및 시공법 개발로 한국 전통문화의 과학화와 세계화
- 권역별 특성에 부합하는 웰빙 생태 마을 개발을 활성화하여 주거환경 개선
- 한국형 자연조절 기술개발로 관련 산업의 기술 경쟁력 확보가능
- 통합 플랫폼 개발로 인한 건설 IT 산업 활성화
- 한국 기후에 최적화된 수준별 가이드라인 보급으로 인한 관련 산업 확산

세부과제 3. 한스타일 생태건축 실증단지 구축 및 모니터링

가. 연구목표

- 여러 건축가의 참여로 실증단지를 구축하여 한스타일 생태건축 활성화 계기를 마련하고 최종적으로는 한스타일 생태건축 확산을 도모
- 한스타일 생태건축의 핵심기술을 구현 및 모니터링 함으로서 본 연구 과제를 통해 개발된 기술의 신뢰성 확보
- 실증단지를 통해 한스타일 생태건축에 대한 대중의 이해와 관심을 이끌어내고 관련 전문가에게는 한스타일 생태건축의 모범 사례로서 역할을 하도록 함

나. 필요성

- 한스타일 생태건축연구를 통해 개발된 한스타일 생태건축을 사업기획부터 계획, 시공 및 에너지모니터링이 가능한 한스타일 실증단지 제시필요
- 본 실증단지를 통해 한스타일 생태건축 다수의 사례를 단기간에 접할 수 있어 한국 건축계에 한스타일 생태건축 담론을 일으킬 수 있음
- 한스타일 생태건축 실증단지를 조성함으로써 국가적 관점에서 다양한 한스타일 생태건축 주택의 표준으로 활용할 수 있도록 함
- 거주자가 없는 실험용 주택이 아닌 임대/분양을 통해 실제 거주 가능한 한스타일 생태건축 주택의 모델을 구축할 수 있도록 계획할 필요가 있음

다. 추진체계

- 국토교통부 + 농림축산식품부 + 안전행정부 + 지자체 및 지자체 도시 개발 공기업 / 연구진 단지계획 (건축설계, 토목, 생태, 조경, 생태자재, 시공, 마을운영 등) + 개별 건축물 설계 공모 + 입주자 모집

라. 연구기간 및 소요 예산

- (기간) 3년
- (소요예산) 연구비20억 + 목업 3억 + 테스트베드 3억 + 실증비 24억원, **총 50억원**
 - * 실증비용 별도이며 본 과제의 연구성과관련 실증비로 24억원 내에서 지원함
 - * 30평형 기준 1채당 예상 공사비용 2억(외부투자자본) + 실증비용 8천만원

마. 주요 연구내용

- 한스타일 생태건축 실증단지 설계
 - 실증단지 사업타당성 분석 및 마케팅
 - 대상지별 실증단지 사업타당성 분석
 - 대상지별 마케팅 전략 수립 및 홍보수행
 - 한스타일 생태건축 실증단지 설계공모
 - 한스타일 생태건축 설계 및 감리
 - 한스타일 생태건축 목업 설계 및 시공감리
 - 한스타일 생태건축 테스트베드 설계 및 시공감리
 - 한스타일 생태건축 실증단지 설계 및 시공감리
 - 한스타일 생태건축 실증단지 종합관리 보고서 발간
 - 수요처별(건축주, 일반인, 관련기술자, 학생 등) 한스타일 생태건축 구축가이드 발간
- 한스타일 생태건축 실증단지 시공
 - 한스타일 생태건축 시공기술 개발
 - 한스타일 생태건축 시공기술 개발
 - 한스타일 생태건축 시공기술 표준화 및 DB구축
 - 한스타일 생태건축 실증단지 시공백서 발간
 - 한스타일 생태건축 실증단지 시공
 - 한스타일 생태건축 목업 구축
 - 한스타일 생태건축 테스트베드 구축
 - 한스타일 생태건축 실증단지 시공
- 한스타일 생태건축 실증단지 모니터링
 - 한스타일 생태건축 실증단지 입주 및 운영
 - 한스타일 생태건축 모니터링
 - 검증팀 구성 및 시스템 구축
 - 한스타일 생태건축 핵심요소기술 모니터링
 - 한스타일 생태건축 디자인 품질관리 시스템 운영
 - 디자인 품질관리시스템 운영을 통한 한스타일 생태건축 DB구축
 - 디자인 품질관리시스템 운영을 통한 한스타일 생태건축 가이드라인 보완
 - 한스타일 생태건축 최적화 모델 개발

바. 실증단지 개발단계별 추진 계획

- 실증단지는 임대방식으로 30평형 기준으로 30채 수준, 단독주택 규모에서 연립까지 규모의 다양성을 보장하며 위치는 역사도시교외의 경사지, 이주마을로 함.

개발단계	세부항목	추진계획
실증단지 설계	사업타당성분석	- 한스타일 생태건축 실증단지 경제성 분석 및 사업타당성 분석시행 - 대상지 특성을 반영한 홍보 및 마케팅 시행 · 홍보 방법으로 대중의 한스타일 생태건축에 대한 인식을 높이기 위한 전시, 홍보물 배부, 홈페이지 제작, 소개영상제작 등 검토 · 지자체 제휴를 통해 각 실증단지 특성에 적합한 홍보방법 구상 · 건축계에 한스타일 생태건축에 대한 담론을 일으키기 위해 컨퍼런스 기획세션 참가, 각종 행사참여를 통한 홍보방법 검토
	공모 및 설계	- 실증단지 공모는 섹션별로 나누어 진행함 - 한스타일 생태건축 설계안의 디자인 품질을 일정수준이상으로 유도하기 위하여 공모지침에 한스타일 생태건축 디자인 품질관리 가이드라인 제공
실증단지 시공	테스트 배드 구축	- 개발된 기술 중 핵심요소기술을 선택하여 테스트배드 모델 설계 - 적용할 핵심요소기술은 각 핵심과제 연구진에서 실현가능성, 기술의 중요성, 기술개발의 시급성 등의 지표로 평가하여 결정함 - 테스트 배드 모델 설계는 연구진에서 수행함 - 테스트 배드는 실증단지 내에 구축하며 한스타일 생태건축 홍보관으로 활용함
	실증단지 구축	- 본 실증단지는 외부 투자자본에 의해 구축됨을 원칙으로 함 - 본 연구단에서는 실증단지 구축비용 중 한스타일 생태건축 연구를 통해 개발된 기술을 구현하는 범주만을 대상으로 하여 예산 허용 범위 내에서 지원함
	한스타일 생태건축 시공기술 개발	- 본 과제에서 연구하는 시공기술은 한스타일 생태건축 핵심요소기술 구현을 위한 시공기술만으로 제한함
실증단지 모니터링	핵심요소기술 모니터링	- 한스타일 생태건축 실증단지 구축에 따른 객관적 검증 기준 수립 및 연구성과의 특성을 고려한 성능기준 적용 - 각 핵심과제별로 요소기술 모니터링 실시
	디자인 품질관리 시스템 및 인증시스템 운영	- 디자인 품질관리 시스템을 운영하여 웹상에 한스타일 생태건축 DB를 구축하고 한스타일 생태건축 디자인 최적 모델을 개발 - 한스타일 생태건축 인증시스템을 운영하여 실증단지 성능기준 달성 여부 검증 및 인증시스템 보완
	실증단지 성과물 제작	- 수요처별(건축주, 일반인, 관련기술자, 학생 등) 한스타일 생태건축 구축가이드 발간 - 한스타일 생태건축 시공기술 표준화, 시공백서 발간 - 실증단지 종합관리 보고서 발간

사. 기술 적용 계획

- 본 연구는 각 핵심과제 연구 성과물을 최대한 활용하여 한스타일 생태건축 실증단지 구축이 이루어져야 하는 실증적 연구이므로 개발 분야별로 적용 가능한 기술 분석
- 개발단계별로 적용가능한 각 핵심과제의 연구 성과물을 분석, 제안함
- 실증단지에 적용하는 세부기술은 설계 및 시공을 수행하는 전문가가 취사선택하도록 하여 실증단지 적용기술 및 설계안의 다양성을 유도함

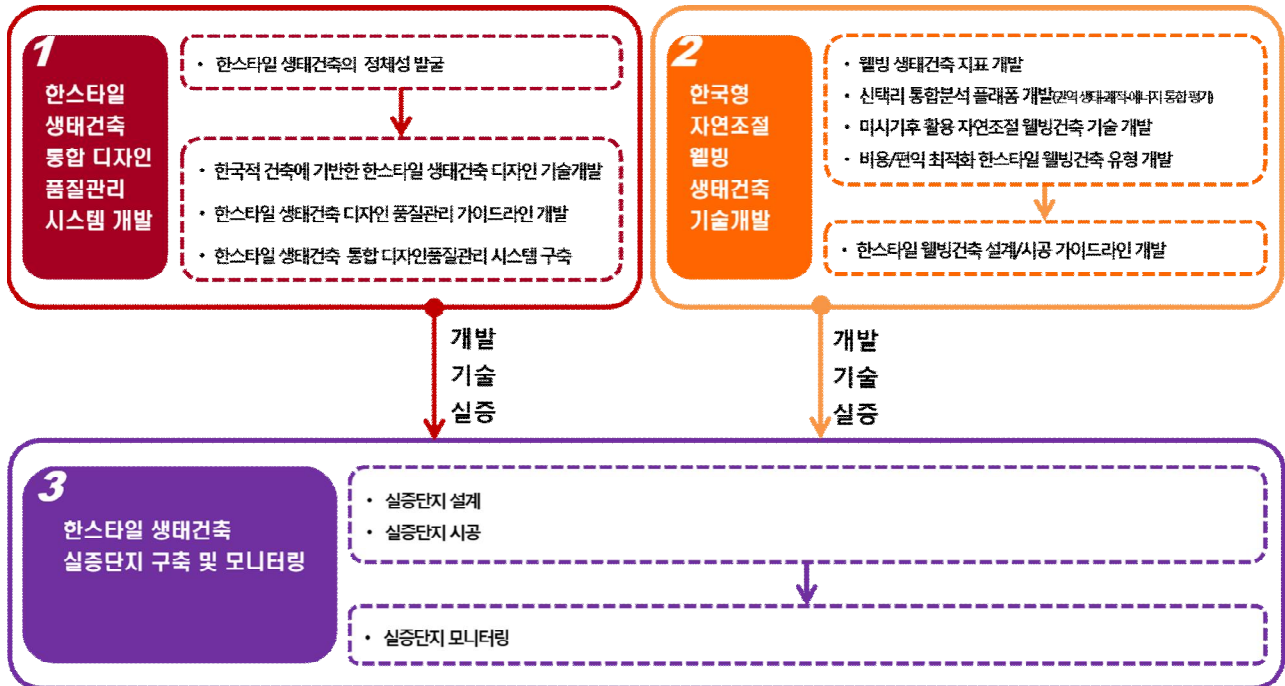
아. 구축전략

세부 과제명	연 차	3년차												4년차												5년차												
	연 도	2019												2020												2021												
	월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	구축단계 세부업무							사업 타당성 분석 및 홍보 전략수립 (6개월)						실증단지 설계 (6개월)																								
						목업(8개월)												실증단지 시공(12개월)																				
												테스트베드(8개월)																										
																		입주 및 모니터링(12개월)																				
실증단지 설계	사업타당성 분석 및 마케팅						대상지별 사업타당성분석																															
								홍보 마케팅 전략수립						홈페이지 운영, 뉴스레터, 다큐멘터리 등 홍보진행																								
	실증단지 공모 및 설계												실증단지 공모 및 설계																									
	설계 및 감리							목업 설계	목업 시공감리				비즈니스 모델설계	테스트베드 시공감리	한스타일 생태건축 실증단지 시공감리										구축가이드, 실증단지 종합보고서 발간													
실증단지 시공	목업							목업 시공				모니 터링																										
	테스트 베드												테스트베드 시공				모니 터링																					
	실증단지															실증단지 시공																						
	한스타일 생태건축 시공기술 개발													한스타일 생태건축 시공기술 개발				한스타일 생태건축 시공기술 적용 및 보완						시공기술 표준화 및 DB구축, 시공백서 제작														
실증단지 모니터링	실증단지 입주																			임대/분양						입주												
	핵심요소기술 모니터링																			모니터링 시스템 설계 및 구축			시운전	모니터링 및 결과보고서 작성														
	디자인 품질관리 시스템 운영													실증단지 구축과정(기획, 설계, 시공, 운영)을 디자인 품질관리 온라인 시스템상에 DB화										가이드라인 보완 및 최적화 모델개발														

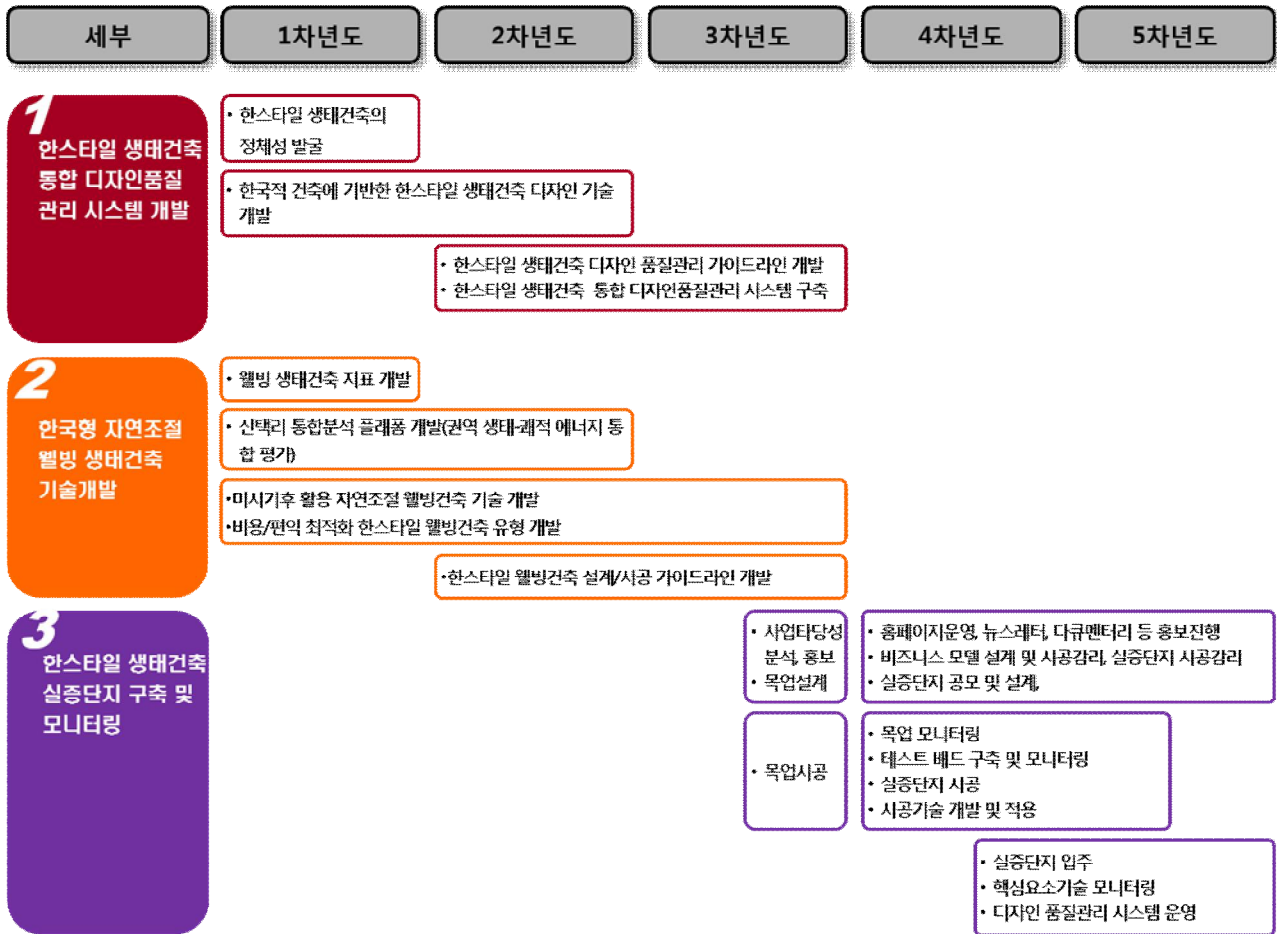
자. 기대효과

- 한스타일 생태건축 주택의 우수성 실증 및 보급·확산
- 한스타일 생태건축 관련 시장 및 산업의 활성화 계기 마련
- 실증단지를 통하여 민간 설계사, 시공사 등과 관련 전문가, 학생, 건축주 등에게 홍보 및 교육을 시행할 수 있으며 한스타일 생태건축에 대한 관심과 이해를 높일 수 있음
- 실증단지를 구축하는 과정에서 사업타당성 검토 및 모니터링을 실시함으로써 국내 관련 사업발전의 토대를 제공
- 한스타일 생태건축의 표준모델을 제시하고 설계 및 시공기술, 디테일관련 자료를 제공함으로써 관련 전문가에게 기술 노하우를 체계적으로 전달하고 한스타일 생태건축의 확산과 보급에 기여할 수 있음
- 추후 한스타일 생태건축 관련 사업 시행 시 실증단지 모델은 기획, 설계, 시공, 운영의 벤치마킹 모델로서 역할이 가능함

5절. (세부과제 간) 연계관계



6절. 과제별 · 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵



7절. 성과의 활용방안

1. 성과의 활용방안

1. 한스타일 생태건축 통합 디자인품질 관리 시스템개발		
연구최종 정량적 성과물	• 학술지 논문게재 6식 • s/w 지적재산권 등록 1식 • 디자인품질관리 가이드라인 1식 • 보고서 3식	
과제명	목표성과물	활용방안
한스타일 생태건축의 정체성 발굴	• 한스타일 생태건축 형태, 공간, 생태 정체성 발굴 보고서 및 DB	• 한스타일 생태건축 디자인 기술개발의 기반자료로서 후속연구지원
한국적 건축에 기반한 한스타일 생태건축 디자인 기술개발	• 창살, 처마, 문양, 기둥, 마루, 공간위계, 한국적재료에 기반한 한스타일 생태건축 디자인 기술	• 건축 설계사무소 및 건축디자인 관련 전문가들이 기술자료로 활용가능
한스타일 생태건축 디자인품질관리 가이드라인 개발	• 한스타일 생태건축 디자인품질 가이드 라인 • 3차원 어반디자인 시뮬레이션	• 한스타일 생태건축 평가기법, 가이드라인으로 활용가능
한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템 구축	• 한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 온라인 시스템	• 유사프로젝트 시행 시 통합 디자인품질관리 시스템을 통해 구축된 DB를 사례로 활용가능
2. 한국형 자연조절 웰빙생태 건축기술개발		
연구최종 정량적 성과물	• 학술지 논문게재 15식 • 보고서 14식 • 가이드라인 3식 • S/W(모듈 등) 5식	
과제명	목표성과물	활용방안
웰빙 생태건축 지표	• 자연조절 쾌적성 기준 • 자연환기 적용기준 • 자연채광 적용기준 • 미시기후 조절 기준 • 웰빙 생태건축 지표	• 관련 규정 제정 및 개정을 위한 기준과 기초자료로 활용가능 • 건축 설계사무소 및 건축환경 관련 전문가들이 기술자료로 활용가능
선택리 통합분석 플래폼 개발 (권역 생태- 쾌적-에너지 통합 평가)	• 권역별 생태-쾌적-에너지 통합 평가 체계 및 플랫폼 • 권역별 바람지도 및 건축 유형별 압력계수 • 자연환기 유형별 평가모듈 • 자연채광 평가 모듈 • 옥외공간 쾌적성 평가모듈 • 우수 순환 평가모듈 • BIM 기반 3차원 형상 모델링 활용 모듈	• 관련 전문가 및 일반인을 대상으로 자연환기 · 채광 통합에너지 평가기법의 설명서 배포 및 교육 • 건축 관련 설계자 및 실무자가 설계단계에서 자연환기 및 채광 에너지의 정량적 검토 톨로써 활용가능
미시기후 활용 자연조절 웰빙건축 기술	• 권역별 자연환기, 자연채광, 우수-생태시스템 현황조사, 거주자 쾌적 조절 행태 분석자료 • 한국형 계절전환 공간모듈 및 자동운전시스템 • 웰빙 축냉체를 활용한 쾌적성 향상	• 건축설계사무소 및 건축환경 관련 전문가들이 기술자료로 활용가능 • 한국형 자연조절 웰빙 생태건축에 참여하는 설계자 및 전문가에게 설계 참고자료로 활용가능

	- 기법 • 웰빙 습도 자동조절기법 및 시스템 • 주거지 우수 순환 및 자동제어 시스템	
비용/편익 최적화 한스타일 웰빙건축 유형 개발	• 권역별 자연조절 기본유형 및 통합유형 • 최적화 성능분석을 통한 유형별 최적설계 • 적용기술 비용편익분석을 통한 수준별 최적설계	• 관련 전문가 및 건축주(일반인 등)를 대상으로 한국형 자연조절 웰빙 생태건축 디자인 가이드라인 설명서 배포 및 교육
한스타일 생태건축 설계/시공 가이드라인	• 자연조절 유형별 통합설계 프로세스 및 디자인 가이드라인 • 자연조절 유형별 시공 가이드라인 • 자연조절 유형별 유지관리 가이드라인	• 관련 전문가 및 건축주가 성능검토 및 편익분석, 건물 사용성 평가시 정량적 검토지표로서 활용가능 • 추후 한스타일 생태건축 관련사업시 사업성 근거자료로 활용가능

3. 한스타일 생태건축 실증단지 구축 및 모니터링

연구최종 정량적 성과물	• 홍보활동(박람회, 전시, 세미나, 워크숍, 학술회의 논문발표 등에서 택) 총 3식이상 • 도면제작 목업, 테스트베드, 실증단지 각1식, 총 3식 • 디자인 특허 1식 • 책자발간 3식 • 시제품 제작 목업, 테스트베드 각1식, 총 2식 • 실증단지 준공 1식 • 실용신안 등록 1식 • 학술지 논문게재 1식 • 보고서 2식 • 웹상 DB 1식	
과제명	목표성과물	활용방안
실증단지 설계	• 대상 실증단지 설계공모안	• 실증단지는 언론, 학계, 일반인에게 한스타일 생태건축에 대한 홍보기능 강화역할 가능 • 한스타일 생태건축이라는 새로운 시장창출 가능
실증단지 시공	• 실증단지 시공 • 한스타일 생태건축 시공기술 • 한스타일 생태건축 모니터링시스템	• 추후 한스타일 생태건축 관련사업시 사업성 근거자료로 활용가능
실증단지 모니터링	• 한스타일 생태건축 구축가이드, 마스터플랜 • 한스타일 생태건축 주택단지 시공백서 • 홍보관 및 실증단지 모니터링 자료 • 종합관리 보고서	• 추후 관련건축물 설계 및 시공시 설계, 시공 디테일 기술제공 • 향후 한스타일 생태건축관련 사업시행시 설계, 시공, 운영가이드 및 표준모델로 활용가능 • 시공백서는 학생 및 전문가를 대상으로 한 한스타일 생태건축 교육자료로 활용 • 실증단지 모니터링 자료로 한스타일 생태건축에 대한 신뢰성 확보가능 • 한스타일 생태건축의 최적화 설계표준모델로 활용가능

8절. 연구수행체계 제안

연구개발과제(연구단)		총 참여 연구원	
과제명	한스타일 생태건축 핵심기술 개발 및 실증	협동연구책임자 ()외 명	
주관 기관			

기관별 참여 현황			
구분	기관수	인원수	총인원 수
산업계			
대학			
국공립(연)			
출연(연)			
기타			

1 세부과제
(협동연구기관)

00000000000000
(외 00개 기관)

참여 연구원

협동연구책임자
()외 명

책임급 명, 선임급 명,
원급 명, 기타 명

담당연구개발내용

과제명 한스타일 생태건축 통합
디자인품질관리 시스템 개발

1. 한스타일 생태건축의 정체성 발굴
2. 한국적 건축에 기반한 한스타일
생태건축 디자인 기술개발
3. 한스타일 생태건축 디자인
품질관리 가이드라인 개발
4. 한스타일 생태건축 통합
디자인품질관리 시스템 구축

2 세부과제
(협동연구기관)

00000000000000
(외 00개 기관)

참여 연구원

협동연구책임자
()외 150 명

책임급 명, 선임급 명,
원급 150 명, 기타 명

담당연구개발내용

과제명 한국형 자연조절 웰빙
생태건축 기술개발

1. 웰빙 생태건축 지표 개발
2. 선택리 통합분석 플랫폼
개발(권역 생태- 쾌적-에너지
통합 평가)
3. 미시기후 활용 자연조절
웰빙건축 기술 개발
4. 비용/편익 최적화 한스타일
웰빙건축 유형 개발
5. 한스타일 웰빙건축 설계/시공
가이드라인 개발

3 세부과제
(협동연구기관)

00000000000000
(외 00개 기관)

참여 연구원

협동연구책임자
()외 명

책임급 명, 선임급 명,
원급 명, 기타 명

담당연구개발내용

과제명 한스타일 생태건축
실증단지 구축 및
모니터링

1. 실증단지 설계
2. 실증단지 시공
3. 실증단지 모니터링

참여 기업	

4장. 사전타당성 검토

1절. 정책적 타당성

1. 정부 상위계획과의 부합성

가. 관련 법령

- 한스타일 생태건축 관련 법령
 - 경관법개정, 2013
 - 문화재 보호법 개정(현상변경허가제도), 2000
 - 관광 진흥법 개정, 2015
 - 한옥 등 건축자산의 진흥에 관한 법률, 2015
- 생태네트워크, 실내환경 관련 법령
 - 도시·군계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙, 2003
 - 물 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률, 2010
 - 친수구역 활용에 관한 특별법, 2010
 - 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률(개정), 2014
 - 저탄소 녹색도시 조성을 위한 도시·군 계획 수립지침(개정), 2015
 - 도시공원 및 녹지등에 관한 법률시행규칙(개정), 2015
 - 지속가능발전법, 2008
 - 저탄소 녹색성장기본법, 2010
 - 녹색건축물 조성지원법, 2013
 - 실내공기질 관리법(개정), 2015

⇒ 중앙정부와 각 지자체에서는 기존 한옥 및 한옥 주거지를 보전하고 새로운 전통건축의 신축을 장려하는 조례를 제정하고 있음. 한스타일 생태건축은 국토경관의 향상, 한옥 등 건축자산의 진흥에 긍정적 역할이 가능하다는 점에서 관련 법령의 주요내용에 충분히 부합된다 할 수 있음.

나. 관련 정책

- 한스타일 생태건축 관련 정책
 - 녹색성장 국가전략과 녹색성장 5개년 계획, 2014-2018
 - 녹색건축물 기본계획, 2014-2018

- 제2차 건축정책 기본계획, 2015-2019

○ 생태네트워크, 실내환경 관련 정책

- 제5차 환경보전 중장기 종합계획, 2013-2017
- 건설교통 연구개발사업 중장기 계획안, 2013-2017
- 물환경 관리 기본계획 수정계획, 2013-2017
- 수자원 장기종합계획, 2011-2020
- 물 재이용 기본계획, 2011-2020
- 2차 비점오염원 관리 종합대책, 2012-2020
- 지속가능한 신도시 계획 기준, 2010
- 친환경 지속가능도시 조성 가이드라인, 2013
- 환경영향평가서 저영향기발(LID)기법 적용 매뉴얼, 2013
- 건강한 물순환 체계 구축을 위한 저영향 개발(LID)기술요소 가이드라인, 2013
- 친수구역 조성지침, 2011
- 도로비점 오염저감시설 설치 및 관리 지침, 2015
- 우수유출 저감시설의 종류 · 구조 · 설치 및 유지관리 기준, 2010
- 수질오염 총량관리를 위한 비점오염원 최적관리 지침, 2010
- 제3차 실내공기질 관리 기본계획, 2015-2019
- 제3차 지속가능발전 기본계획, 2016-2035
- 제2차 녹색성장 5개년 계획, 2014-2018
- 환경표지 대상제품 및 인증기준, 2002
- 친환경 건축자재 인증제도, 2003
- 실내공기질 공정시험 기준, 2010
- 청정건강주택 건설기준(현 건강친화형 주택 건설기준), 2010

⇒ 2000년 이후 국토교통부, 문화체육관광부, 문화재청, 농림축산식품부 등 국가 부처에서 국토의 경관을 향상하고 거주환경의 질을 높이려는 다양한 정책을 수립하고 있으며 본 과제는 이러한 정책의 목적에 부합하여 한스타일 생태건축 통합디자인 품질관리 시스템 개발과 실증단지를 통한 한스타일 생태건축의 확산을 목표로 두고있음. 또한 생태건축으로서 2세부에 생태, 웰빙, 실내환경에 대한 연구내용을 포함하고 있어 녹색성장 국가전략과 녹색성장 5개년 계획, 녹색건축물 기본계획 등의 정부 정책에 충분히 부합됨.

다. 관련 사업

- 한스타일 생태건축 관련 사업
 - 3대 문화권 개발사업, 2009-2019
 - 국토환경 디자인 지원사업, 2009-현재
 - 한국적 생활문화공간 발굴 및 확산사업, 2013-2021
 - 문화중심도시 조성사업, 2005-현재
- 생태네트워크, 실내환경 관련 사업
 - 빗물유출 제로화단지 조성 시범사업, 2012-2016
 - 물관리 연구사업, 2007-2020
 - 도시건축 연구사업, 2007-2020
 - 주거건축 연구사업, 2007-2020

⇒ 최근 본 과제의 주제에 부합하는 정부사업이 다수 존재하므로 3세부에 계획되어 있는 실증단지와의 연계 등이 가능할 것으로 보임.

2. 정책적 기대효과

1세부	한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템개발
정책적 기대효과	• 한옥의 한계를 벗어난 한스타일 생태건축의 디자인 개발을 통하여 새로운 맥락의 건축 및 도시설계가 가능
	• 농어촌 뉴타운 사업, 3대 문화권 개발사업 등 도시재생 및 마을가꾸기 관련 정부사업에 적용하여 난개발을 방지하고 국토의 정체성 회복 및 품격 향상가능
	• 한스타일 생태건축의 정체성 발굴과 관련 디자인기술 개발, 가이드라인 구축, 품질관리 시스템에 대한 연구로 한국적 성격을 가진 국가사업에 활용하여 한국적 가치를 지니면서 주거환경이 개선된 양질의 건축구현가능
	• 주거복지 실현을 위한 한국적 주거환경 모델로 활용
	• 정체성있는 국토 실현에 기여가능
2세부	한국형 자연조절 웰빙생태 건축기술개발
정책적 기대효과	• 웰빙 생태건축 지표 개발로 관련 규정 제정 및 개정을 위한 기준과 기초자료로 활용가능
	• 권역별 특성에 부합하는 웰빙 생태마을 개발 정책 및 사업에 활용하여 주거환경 개선
	• 녹색성장 국가정책에 활용
	• 권역별 특성에 부합하는 웰빙 생태 마을 개발을 활성화하여 주거환경 개선
	• 현행 물리적 환경 및 에너지중심 전략에서 거주자 만족도 및 건강을 중시하는 웰빙 중심 정책으로의 전환

3세부	한스타일 생태건축 실증단지 구축 및 모니터링
정책적 기대효과	• 한스타일 생태건축의 실현 가능성 검증효과
	• 한스타일 생태건축의 우수성 실증 및 보급, 확산에 기여
	• 실증단지를 통하여 민간 설계사, 시공사 등과 관련 전문가, 학생, 건축주에게 홍보 및 교육을 시행할 수 있으며 한스타일 생태건축에 대한 관심과 이해를 높일 수 있음
	• 한스타일 생태건축 해외 수출 기반 마련
	• 실증단지를 구축하는 과정에서 사업타당성 검토 및 모니터링을 실시함으로써 국내 관련 사업발전의 토대를 제공 • 한스타일 생태건축 실증단지를 조성함으로써 국가적 관점에서 다양한 한스타일 생태건축 주택의 표준으로 활용할 수 있으며 추후 한스타일 생태건축 관련 사업 시행시 실증단지 모델은 기획, 설계, 시공, 운영의 벤치마킹 모델로써 역할 가능

2절. 기술적 타당성

1. 개발 기술의 수준 및 성공가능성

개발 기술의 수준	
한국적 건축에 기반한 한스타일 생태건축 디자인 기술, 한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템 및 가이드라인	
선택리 통합분석 플랫폼, 웰빙 생태건축 지표, 미시기후 활용 자연조절 웰빙건축 기술, 비용/편익 최적화 한스타일 웰빙건축 유형 및 설계/시공가이드라인	
성공 가능성	
사업의 목표, 내용, 성과의 구체성	한국의 자연풍토와 재료에 기반한 글로벌 친환경 생태건축 기술을 개발하고 한스타일 생태건축 디자인 기대수준 정량화 및 웰빙생태건축 기술개발을 위해 3세부과제로 구성하여 TRM을 통해 세부과제 수준에서 연차별로 측정 가능한 목표를 제시
연구과제 수행조직의 적절성	‘한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템 개발’ 연구기관(1세부), ‘한국형 자연조절 웰빙 생태건축 기술개발’ 연구기관(2세부), ‘한스타일 생태건축 실증단지 구축 및 모니터링’ 연구기관(3세부)으로 수행조직을 구성
	1, 2세부에서 개발한 핵심기술들을 3세부에서 실증하는 체계로 구성됨
세부과제 수행에 적합한 추진체계와 연구진 구성 제안	1세부: 한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템 개발 - 추진체계: 국토교통부 + 미래창조과학부 - 연구진 구성: 건축가 + 전통건축 전문가 + 디자인품질관리(DQI)관련 전문가 + 웹프로그램 개발 전문가
	2세부: 한국형 자연조절 웰빙 생태건축 기술개발 - 추진체계: 국토교통부 + 사업통상자원부 + 미래과학창조부 - 연구진 구성: 건축가, 지구단위계획전문가 + 건축에너지전문가 + 생태 및 지질전문가(국제 연구) + 의학전문가 + 공간정보 및 디지털 프로그램 개발 전문가
	3세부: 한스타일 생태건축 실증단지 구축 및 모니터링 - 추진체계: 국토교통부 + 농림축산식품부 + 안전행정부 + 지자체 및 지자체 도시 개발 공기업 - 연구진 구성: 1,2세부 연구진 + 건축시공업체 + 건축 모니터링 전문가
추진단계 (로드맵)의 적절성	본 연구과제는 1, 2세부과제를 진행하는 연구개발단계와 3세부과제를 진행하는 실증단계로 로드맵을 구성
	연구개발단계는 3개년이 소요되며, 이 기간에 요소기술 및 융합기술 개발, 모델 개발, 정책 개발, 타당성 검증 및 홍보 등의 연구개발 활동을 수행함
	실증단계는 2개년이 소요되며, 이 기간에 실증, 모니터링, 지침 작성 등의 연구개발 활동을 수행함

2. 기술적 기대효과

1세부	한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템 개발
기술적 기대효과	설계단계별(기획-계획-설계-시공-운영) DQI활용방안을 제안하여 완성도 높은 한스타일 생태건축 구현에 기여할 수 있음
	한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템을 통하여 기획, 설계, 시공, 운영 관리 단계를 DB화하여 추후 한스타일 생태건축 프로젝트시행시 참고자료로 활용가능
	한국적 건축에 기반한 한스타일 생태건축 디자인 기술은 건축 설계사무소 및 건축디자인 관련 전문가들이 기술자료로 활용가능

2세부	한국형 자연조절 웰빙 생태건축 기술개발
기술적 기대효과	건축물을 포함한 주변지역 환경(미시기후) 조절과 자연환기, 자연채광, 우수-생태계 조성 등의 자연조절 기법으로 최대의 쾌적성을 유지하면서 에너지 소비를 절감하는 쾌적성 중심 통합 친환경건축 개발
	미시기후 조절과 자연환기를 통한 냉방에너지 30% 절감, 작용온도 중심 실내 쾌적시간 30% 향상
	국내기후를 반영한 통합 성능 평가 플랫폼으로 인한 건설 IT산업 활성화
	웰빙 생태건축 지표 개발로 관련 전문가들의 기술자료 활용 가능
	한국 기후에 최적화된 건축기술 보급으로 인한 관련 산업 확산

3세부	한스타일 생태건축 실증단지 구축 및 모니터링
기술적 기대효과	홍보활동(박람회, 전시, 세미나, 워크숍, 학술회의 논문발표 등에서 택) 총 3식이상, 도면제작 목업, 테스트베드, 실증단지 각1식, 총 3식, 디자인 특허 1식, 책자발간 3식, 시제품 제작 목업, 테스트베드 각1식, 총 2식, 실증단지 준공 1식, 실용신안 등록 1식, 학술지 논문게재 1식, 보고서 2식, 웹상 DB 1식의 과학기술적 성과를 기대할 수 있음
	한스타일 생태건축의 표준모델을 제시하고 설계 및 시공기술, 디테일관련 자료를 제공함으로써 관련 전문가에게 기술 노하우를 체계적으로 전달하고 한스타일 생태건축의 확산과 보급에 기여할 수 있음

3절. 경제적 타당성

1. 정성적·정량적 효과

1세부	한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템 개발
정성적 효과	- 한스타일 생태건축의 정체성 발굴 연구자료는 한스타일 생태건축 디자인 기술개발의 기반자료로서 후속연구지원 - 한스타일 생태건축 디자인품질관리 가이드라인은 한스타일 생태건축 평가기법, 가이드라인으로 활용가능 - 한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템은 디자인 품질관리 시스템을 통해 구축된 DB를 사례로 활용가능하므로 유사프로젝트 시행 시 통합 사업분석에 중복된 비용투자를 최소화 할 수 있음 - 한스타일 생태건축 디자인 가이드라인을 통해 한국가치 확보로 아파트로 대표되는 획일적인 주거문화 개선 및 전통건축의 가치계승 효과
	- 새로운 건축양식인 한스타일 생태건축 관련 의사결정 과정에서 디자인품질관리 시스템을 활용하여 일관되고 빠른 의사결정을 가능하게 함으로서 설계변경 최소화 공기단축으로 비용 절감 효과를 가져올 수 있음 - 한스타일 생태건축의 디자인품질관리 시스템이라는 새로운 기술관련 전문 인력 양성효과 및 일자리 창출효과

2세부	한국형 자연조절 웰빙생태 건축기술개발
정성적 효과	- 웰빙 생태건축 지표는 관련 규정 제정 및 개정을 위한 기준과 기초자료로 활용가능, 건축 설계사무소 및 건축환경 관련 전문가들이 기술자료로 활용가능 - 선택리 시스템(권역 생태- 쾌적- 에너지 통합 평가기법)은 관련 전문가 및 일반인을 대상으로 자연환기·채광 통합에너지 평가기법의 설명서 배포 및 교육가능, 건축 관련 설계자 및 실무자가 설계단계에서 자연환기 및 채광 에너지의 정량적 검토 도구(tool)로써 활용가능 - 전통건축 미시기후 조절 전략 현대건축 적용기술은 건축설계사무소 및 건축환경 관련 전문가들이 기술자료로 활용가능, 한국형 자연조절 웰빙 생태건축에 참여하는 설계자 및 전문가에게 설계 참고자료로 활용가능 - 입지환경별 비용/편익 기반 유형을 개발하여 관련 전문가 및 건축주(일반인 등)를 대상으로 한국형 자연조절 웰빙 생태건축 디자인 가이드라인 설명서 배포 및 교육 - 한스타일 생태건축 설계/시공 가이드라인은 관련 전문가 및 건축주가 성능검토 및 편익분석, 건물 사용성 평가시 정량적 검토지표로서 활용가능, 추후 한스타일 생태건축 관련사업시 사업성 근거자료로 활용가능
	모듈간 통합 운영을 통한 비용절감
	비용/편익최적화된 한스타일 웰빙건축 유형으로 동일 표준주택 대비 비용증가 30% 이내 관리
	미시기후를 활용한 자연조절 웰빙건축 기술개발로 기존 냉방비의 30%절감

3세부	한스타일 생태건축 실증단지 구축 및 모니터링
정성적 효과	한스타일 생태건축 실증단지는 언론, 학계, 일반인에게 한스타일 생태건축에 대한 홍보기능 강화역할 가능, 한스타일 생태건축이라는 새로운 시장창출 가능
	한스타일 생태건축 실증단지를 구축함으로써 추후 한스타일 생태건축 관련사업시 사업성 근거자료로 활용가능
	한스타일 생태건축 실증단지 모니터링을 통하여 추후 관련건축물 설계 및 시공시 설계, 시공 디테일 기술제공, 향후 한스타일 생태건축관련 사업시행시 설계, 시공, 운영가이드 및 표준모델로 활용가능, 시공백서는 학생 및 전문가를 대상으로 한 한스타일 생태건축 교육자료로 활용, 실증단지 모니터링 자료로 한스타일 생태건축에 대한 신뢰성 확보가능, 한스타일 생태건축의 최적화 설계표준모델로 활용가능
정량적 효과	실증단지 구축을 통하여 관련 직종의 재원을 필요로 하므로 일자리 확보 가능

- 핵심기술의 개발은 R&D의 성격을 가지고 있기 때문에 생산자 측면의 편익 측정방법인 시장접근법을 활용하여 연구개발을 통한 부가가치 창출 규모를 추정.
 - 시장수요접근법은 연구개발사업을 통해 추가적으로 창출되는 미래 시장규모의 증가분에, 해당 연구개발사업의 기여분과 기술개발 성공률을 반영하여 편익을 산정하게 됨.
 - 한옥시장의 규모: ‘2015 강원 친환경 건축 콘퍼런스’에서 발표된 건축도시공간연구소 국가한옥센터 부연구위원의 전망에 따르면 우리나라 목조건축 시장을 약 2조원으로 봤을 때 한옥시장은 약 2,000억 원 규모이며, 건축시장이 마이너스 성장인 반면 목조건축시장은 20% 이상 성장을 지속 중인 것으로 분석됨.
- 실증의 경우 실제 한스타일 생태건축으로 인한 소비자 편익의 측정을 위해 조건부 가치측정법 활용.
 - 소비자 측면에서는 연구개발활동을 통해 개선된 한스타일 주택의 거주를 통한 효용(utility) 즉, 소비자의 주관적 만족도의 증가를 의미함.

4절. 타당성 검토 종합

1. 기술개발 투자의 시의성

- 본 연구과제에서 개발하고자 하는 기술은 해외 여러 국가에서 이미 녹색산업 육성에 기반을 둔 경제전략 수립, 추진으로 관련 기술 개발을 집중 지원하고 있어 투자가 시급히 요구됨.
- 친환경 건축 시장 및 기술의 육성과 발전은 국토의 품격 향상 및 국민의 삶의 질 향상에 매우 중요한 역할을 수행하며 건강과 웰빙에 대한 지속적인 수요증가추세를 보이는 시점에 본 연구과제를 수행하는 것은 시의 적절함.
 - 친환경 건축인증의 낮은 인지도, 주택 에너지 소비의 지속적인 증가, 에너지 효율성, 녹색건축 기술의 적용성 등 시장확대 저해 요소들을 분석, 해결 방안 필요

2. 정부 주도의 지원 필요성

- 한스타일 생태건축 연구과제는 국가의 정체성을 담은 건축양식을 정의하고 관련 원천기술을 확보하는 연구로 지금까지 우리나라 정체성을 대표하는 건축양식으로 여겨져온 한옥뿐만 아니라 한국적 정서와 현시대의 한국성까지 포함한 개념으로 한국건축의 발전적인 미래방향성을 제시할 수 있으므로 국가경쟁력을 강화할 수 있는 유의미한 연구임.
- 한스타일 생태건축은 아파트로 대표되는 획일화된 주거환경 개선, 실내 공기질 향상, 미시기후 조절전략 개발 등을 통해 국민의 건강과 양질의 건축을 확보하기 위하여 필요한 연구과제임. 국민 삶의 질 향상은 선진국으로 진입하기 위해 반드시 거쳐야하는 과정이므로 국가적 차원의 기술개발이 필요함.
- 한스타일 생태건축 기술개발은 건설산업 전반에 활용 가능하므로 관련 전문인력 양성 및 고용창출 효과를 기대할 수 있으므로 민간주도가 아닌 정부차원의 주도적 역할이 절대적으로 필요함.
- 한스타일 생태건축은 처음 정의되는 건축양식이며 한국의 정체성을 대표하는 건축인 만큼 국가적 차원에서 한스타일 생태건축에 대한 명확한 기준과 표본을 제시하여 한스타일 생태건축이 올바른 방향으로 발전될 수 있도록 유도할 필요가 있으며 중장기의 개발시간이 필요한 연구이므로 국가차원의 투자가 선행되어야 함.
- 정의, 디자인 품질수준, 디자인 및 시공 가이드라인, 각 종 지표와 기준, 설계 및 시공기술 표준, 선행 사업의 DB 등을 선도적으로 개발 및 보급할 필요가 있음. 국가적 차원에서 각 종 정의, 기술지표의 정립이 선행된 후 순차적으로 민간의 참여유도를 도모할 수 있음.

5장. 인력투입 소요예산 산정

1절. 연구일정에 따른 인력투입계획

1. 전체사업 인력투입계획

(단위 : 명)

구분	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
1세부	8	15	24	—	—	32.33
1세세부	3.74	—	—	—	—	3.74
2세세부	3.6	3.85	8	—	—	15.45
3세세부	—	1.95	3.67	—	—	5.62
4세세부	—	3.85	3.67	—	—	7.52
2세부	55.54	56.42	38.3	—	—	150.26
1세세부	13.7	5.12	—	—	—	18.82
2세세부	13.7	13.7	3.82	—	—	31.22
3세세부	22.57	22.57	17.52	—	—	62.66
4세세부	5.57	8.92	7.25	—	—	21.74
5세세부	—	6.11	9.71	—	—	15.82
3세부	—	—	4.88	10.01	9.71	24.6
1세세부	—	—	2.44	4.29	3.24	9.97
2세세부	—	—	2.44	4.29	3.24	9.97
3세세부	—	—	0	1.43	3.23	4.66
총괄	57.97	56.39	55.79	25.04	26.64	207.19

2. 세부과제별 인력투입계획

□ 1세부 연구인원

(단위 : 명)

구분	과제명	1년	2년	3년	4년	5년	소계
1-1	한스타일 생태건축의 정체성 발굴	3.74	-	-	-	-	3.74
1-1-1	한국적 형태에 기반한 창살, 처마, 문양, 기둥 등에 대한 연구	1.87	-	-	-	-	1.87
1-1-2	한국적 공간에 기반한 공간위계, 마루, 중간공간 등에 대한 연구	1.87	-	-	-	-	1.87
1-2	한국적 건축에 기반한 한스타일 생태건축 디자인 기술개발	3.6	3.85	8	-	-	15.45
1-2-1	한국적 형태에 기반한 디자인 기술개발	1.80	1.95	4	-	-	7.75
1-2-2	한국적 공간에 기반한 디자인 기술개발	1.80	1.90	4	-	-	7.7
1-3	한스타일 생태건축 디자인품질관리 가이드라인 개발	-	1.95	3.67	-	-	5.62
1-3-1	한스타일 생태건축 디자인품질 가이드라인 도출을 위한 연구	-	1.95	1.87	-	-	3.82
1-3-2	한스타일 생태건축 디자인품질 가이드라인(안), 3차원 어반디자인 시뮬레이션 및 가이드라인 보완	-	-	1.80	-	-	1.8
1-4	한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템 구축	-	3.85	3.67	-	-	7.52
1-4-1	통합 디자인품질관리 체계정립	-	1.95	1.80	-	-	3.75
1-4-2	한스타일 생태건축 DB구축이 가능한 통합 디자인품질관리 웹기반 시스템 구축	-	1.90	1.87	-	-	3.77
총괄		8	15	24	-	-	32.33

□ 2세부 연구인원

(단위 : 명)

구분	과제명	1년	2년	3년	4년	5년	소계
2-1	웰빙 생태건축 지표	13.7	5.12	-	-	-	18.82
2-1-1	자연조절 쾌적성 기준 정립(Adaptive comfort 연계 온습도, 자연환기, 자연채광)	2.45	-	-	-	-	2.45
2-1-2	자연환기 적용기준 개발(최소 외기도입량, 실내공기질 기준, 공기연령, 옥외공기질, 최대 소음)	1.84	-	-	-	-	1.84
2-1-3	자연채광 적용기준(최소 조도기준, 자연채광 자족율, 현회) 개발	1.84	-	-	-	-	1.84
2-1-4	미시기후 조절 기준(우수순환율, 옥외공간 쾌적성) 개발	2.45	-	-	-	-	2.45
2-1-5	웰빙 생태건축 지표 개발	5.12	5.12	-	-	-	10.24
2-2	선택리 통합분석 플랫폼 개발 (권역 생태-쾌적-에너지 통합 평가)	13.7	13.7	3.82	-	-	31.22
2-2-1	권역별 생태-쾌적-에너지 통합 평가체계 및 플랫폼 개발	1.57	1.57	1.57	-	-	4.7
2-2-2	권역별 바람지도 및 건축 유형별 압력계수 개발	1.8	1.8	-	-	-	5.9
2-2-3	자연환기 유형별 평가모듈 개발	4.04	4.04	-	-	-	8.1
2-2-4	자연채광 평가모듈(연간 기후데이터 기반) 개발	0.67	0.67	-	-	-	1.3
2-2-5	옥외공간 쾌적성 평가모듈 개발	1.35	1.35	-	-	-	2.7
2-2-6	우수 순환 평가모듈 개발	2.02	2.02	-	-	-	4.04
2-2-7	BIM 기반 3차원 형상 모델링 활용 모듈 개발	2.25	2.25	2.25	-	-	4.5
2-3	미시기후 활용 자연조절 웰빙건축 기술	22.57	22.57	17.52	-	-	62.66
2-3-1	권역별 자연환기, 자연채광, 우수-생태 시스템 현황조사, 거주자 쾌적 조절 행태분석	5.05	5.05	-	-	-	12.8
2-3-2	한국형 계절전환 공간모듈 및 자동운전시스템 개발	2.7	2.7	2.7	-	-	10.79
2-3-3	환기창호 및 자동계폐장치 개발	5.39	5.39	5.39	-	-	14.37
2-3-4	웰빙 축체제를 활용한 쾌적성 향상 기법 개발	3.59	3.59	3.59	-	-	10.32
2-3-5	웰빙 습도 자동조절기법 및 시스템 개발	3.14	3.14	3.14	-	-	8.98
2-3-6	주거지 우수 순환 및 자동제어시스템 개발	2.7	2.7	2.7	-	-	5.4
2-4	비용/편익 최적화 한스타일 웰빙건축 유형 개발	5.57	8.92	7.25	-	-	21.74
2-4-1	권역별 자연조절 기본유형 및 통합유형 개발	1.67	1.67	-	-	-	3.34
2-4-2	최적화 성능분석을 통한 유형별 최적설계	3.9	3.9	3.9	-	-	11.7
2-4-3	적용기술 비용편익분석을 통한 수준별 최적설계	-	3.35	3.35	-	-	6.7
2-5	한스타일 웰빙건축 설계/시공 가이드라인	-	6.11	9.71	-	-	15.82
2-5-1	자연조절 유형별 통합설계 프로세스 및 가이드라인 개발	-	2.51	2.51	-	-	5.02
2-5-2	자연조절 유형별 시공 가이드라인 개발	-	3.6	3.6	-	-	7.2
2-5-3	자연조절 유형별 유지관리 가이드라인 개발	-	-	3.6	-	-	3.6
총괄		55.54	56.42	38.3			150.26

□ 3세부 연구인원

(단위 : 명)

구분	과제명	1년	2년	3년	4년	5년	소계
3-1	실증단지 설계	-	-	2.44	4.29	3.24	9.97
3-1-1	사업타당성 분석 및 홍보마케팅	-	-	1.22	1.43	1.62	4.27
3-1-2	한스타일 생태건축 실증단지 설계공모	-	-	-	1.43	-	1.43
3-1-3	한스타일 생태건축 설계 및 감리	-	-	1.22	1.43	1.62	4.27
3-2	실증단지 시공	-	-	2.44	4.29	3.24	9.97
3-2-1	한스타일 생태건축 목업 및 테스트 배드 구축	-	-	1.22	1.43	-	2.65
3-2-2	한스타일 생태건축 실증단지 시공	-	-	1.22	1.43	1.62	4.27
3-2-3	실증단지 시공기술 개발 및 표준화	-	-	-	1.43	1.62	3.05
3-3	실증단지 모니터링	-	-	-	1.43	3.23	4.66
3-3-1	한스타일 생태건축 핵심요소기술 모니터링	-	-	-	-	1.61	1.61
3-3-2	한스타일 생태건축 디자인 품질관리 시스템 운영 및 최적화 모델 개발	-	-	-	1.43	1.62	3.05
총괄		-	-	4.88	10.01	9.71	24.6

2절. 소요예산 산정

1. 예산 산정방법

□ 민감부담 비율 산정

- 총 개발 비용에 대한 민감 부담 비율은 25%로 가정함. (국토해양부소관 연구개발사업 운영규정 제27조 관련)

□ 연차별 소요예산 산정

- 1년차에는 한스타일 생태건축의 정체성 발굴, 전통건축 및 기존 건축물 에너지진단 연구 등 기반연구와 각 중 개발 연구가 착수되는 시점으로 전체 연구비의 23%를 배정함
- 2년차에는 한국적 건축에 기반한 한스타일 생태건축 디자인 기술개발, 디자인 품질관리 가이드라인 개발 및 디자인품질관리 시스템구축 연구가 시작되는 시점이며 기 추진중인 각 중 개발연구들의 성능지표, 가이드라인개발, 평가소프트웨어 개발 등 핵심기술개발이 진행되는 시점이므로 전체 연구비의 24%를 산정함
- 3년차에는 핵심기술개발 연구에 박차를 가하여 연구결과물을 내고, 실증단지에 접목할 수 있도록 정돈하는 단계이며 한스타일 생태건축 실증단지 구축에 앞서 연구된 핵심기술의 목업테스트가 이루어지는 시점으로 전체 연구비의 23%를 산정함
- 4년차에는 연구개발 프로젝트가 종료되고 목업테스트의 모니터링을 통해 핵심기술을 보완하여 실증단지내에 테스트베드를 구축하고 실질적인 실증단지 설계공모 및 설계를 통한 실증단지 시공이 시작되는 단계로 전체 연구비의 15%를 산정함
- 5년차에는 한스타일 생태건축 실증단지의 시공이 완료되며 실증단지 입주 및 모니터링을 통한 전체 연구과제의 연구성과물이 정돈되는 시점으로 전체 연구비의 15%를 산정함

□ 세부과제별 소요예산 산정

○ 세부과제별 연구비의 비율은 연구의 성격과 진행과정 등을 고려하여 산정하였음

○ 1세부 과제

- 한스타일 생태건축 정체성 발굴을 위한 조사비용, 한국적 건축에 기반한 한스타일 생태건축 디자인 기술개발 및 한스타일 생태건축 디자인 품질관리 가이드라인 개발을 위한 연구비용, 한스타일 생태건축 통합품질관리 시스템 구축을 위한 비용을 포함하고 있으며 전체연구비의 15%를 산정함

○ 2세부 과제

- 전통건축 및 기존 건축물 에너지진단 기술개발, 자연환기·자연채광 기준개발, 통합 웰빙 생태건축 지표개발, 입지환경별·건축유형별 디자인 가이드라인 개발 등 특히 많은 세부과제를 포함하고 있음. 세부과제 진행을 위한 연구비용과 자연환기·채광 통합 에너지 평가 소프트웨어 개발비용 등을 포함하고 있으며 전체연구비의 47%를 산정함

○ 3세부 과제

- 3세부 과제는 연구과제 진행을 위한 연구비와 실증단지 구축을 위한 비용(목업, 테스트베드, 실증단지 구축비용 중 본 연구과제에서 개발된 핵심연구기술을 구현하기 위한 비용)으로 나누어지며 연구비와 실증단지 구축비를 모두 포함하여 전체연구비의 38%를 산정함

2. 전체사업 소요예산

(단위 : 백만원)

구분		1세부	2세부	3세부	총괄
1차년	정부	602	2,395	—	2,997
	민간	201	798	—	999
2차년	정부	797	2,405	—	3,202
	민간	266	802	—	1,068
3차년	정부	601	1,480	997	3,078
	민간	200	493	332	1,025
4차년	정부	—	—	2,008	2,008
	민간	—	—	669	669
5차년	정부	—	—	1,995	1,995
	민간	—	—	665	665
합계	정부	2,000	6,280	5,000	13,280
	민간	667	2,093	1,666	4,426

*3세부는 연구비 외에 실증비를 포함하여 산정함.

3. 세부과제별 소요예산

□ 1세부 과제

(단위 : 천원)

예 산 항 목	세부 항목	예 산 항 목								비율 (%)
		단가 (연급여)	연평균인 원/참여율	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계	
인 건 비	책임 연구원	73,896	0.98명 /50%	66,706	83,333	66,612	-	-	216,651	11%
	연구원	56,664	4.02명 /50%	204,892	273,615	204,842	-	-	683,349	34%
	소 계			271,598	356,948	271,454	-	-	900,000	45%
직 접 비	연구장비 재료비			150,000	200,000	150,000	-	-	500,000	25%
	연구활동비			60,000	80,000	60,000	-	-	200,000	10%
	연구과제추진비			42,000	56,000	42,000			140,000	7%
	연구수당			18,000	24,000	18,000	-	-	60,000	3%
	소 계			270,000	360,000	270,000	-	-	900,000	45%
위탁연구개발비				-	-	-	-	-	-	-
간접비				60,000	80,000	60,000	-	-	200,000	10%
합 계				601,598	796,948	601,454	-	-	2,000,000	100%

□ 2세부 과제

(단위 : 천원)

예산 항목	세부 항목	예 산 항 목								비율 (%)
		단가 (연급여)	연평균인원/ 참여율	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계	
인 건 비	책임 연구원	73,896	1.08명 / 50%	293,737	293,737	183,190	-	-	770,664	12%
	연구원	56,664	3.5명 / 50%	732,309	748,566	524,661	-	-	2,005,536	32%
	소 계			1,026,046	1,042,303	707,851	-	-	2,776,200	44%
직 접 비	연구장비 재료비			669,250	687,250	354,500	-	-	1,711,000	27%
	연구활동비			248,125	235,375	146,000	-	-	629,500	10%
	연구과제추진비			173,688	164,763	102,200	-	-	440,650	7%
	연구수당			74,438	70,613	43,800	-	-	188,850	3%
	소 계			1,165,500	1,158,000	646,500	-	-	2,970,000	47%
위탁연구개발비				-	-	-	-	-	-	-
간접비				203,575	204,425	125,800	-	-	533,800	9%
합 계				2,395,121	2,404,728	1,480,151	-	-	6,280,000	100%

□ 3세부 과제

(단위 : 천원)

예산 항 목	세부 항목	예 산 항 목								비율 (%)
		단가 (연급여)	연평균인 원/참여율	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계	
인 건 비	책임 연구원	73,896	0.96명 / 50%	-	-	42,238	76,351	98,550	217,139	4%
	연구원	56,664	3.95명 / 50%	-	-	134,819	291,109	256,933	682,861	14%
	소 계			-	-	177,057	367,460	355,483	900,000	18%
직 접 비	연구장비 재료비			-	-	700,000	1,400,000	1,400,000	3,500,000	70%
	연구활동비			-	-	40,000	80,000	80,000	200,000	4%
	연구과제 추진비			-	-	28,000	56,000	56,000	140,000	3%
	연구수당			-	-	12,000	24,000	24,000	60,000	1%
	소 계			-	-	780,000	1,560,000	1,560,000	3,900,000	78%
위탁연구개발비				-	-	-	-	-	-	-
간접비				-	-	40,000	80,000	80,000	200,000	4%
합 계				-	-	997,057	2,007,460	1,995,483	5,000,000	100%

6장. 과제 제안요구서

1절. 과제 제안요구서(RFP)

연구개발과제명	한스타일 생태건축 핵심기술 개발 및 실증
1. 연구개발 목표	○ 본 연구과제의 최종적인 비전은 한스타일 생태건축 구현을 통한 국토의 품격 향상과 한국건축을 브랜드화 하는 것임
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	가. 연구개발의 필요성 ○ 한국 전통 건축의 다양성, 가변성 확보를 위한 새로운 해석의 필요성 - 한국 전통건축을 그대로 보전, 보호하는 것과 별개로 한국적 건축의 전통적 가치가 정체되거나, 과거의 전유물로 않도록 응용 및 활용을 통한 대중화 필요성 제기 - 한국 전통건축의 응용은 모방의 수준을 넘어 본질적 가치와 그 안에 담겨있는 정서를 응용하여 현대에 맞게 재해석함으로써 한국 전통건축이 과거의 것이 아닌 현재에서 다양성과 가변성을 가지고 그 가치를 축적, 발전하도록 할 필요가 있음 ○ 한국 건축의 활용을 위한 변화의 필연성 - 한국 전통건축에 대한 대중적 관심에 비해 현대적 라이프 스타일과 동떨어져 있어 활용성의 증대를 위해 한국성은 유지하면서 현대적 라이프 스타일에 맞는 변화가 필요함 - 가족의 구성 및 특성, 거주자의 생활 패턴, 가치관의 변화로 인해 실의 구성, 규모, 인테리어 등에 영향을 미침 - 현대적 편의성, 냉난방 기술, 유지보수 및 관리 기술, 기밀성 등 설비, 쾌적, 편의성 관련 수요에 대응한 현대적 기술의 적용필요 ○ 국가·지자체의 다양한 정책과 사업을 뒷받침하는, 재료에서 도시에 이르는 다양한 척도의 미래 지향적 한스타일 생태건축 모델 개발 필요성 증대 - 2000년 이후 국토교통부, 문화체육관광부, 문화재청, 농림축산식품부 등 국가 부처에서 국토의 경관을 개선하고 거주환경의 질을 높이려는 다양한 정책을 수립하고 관련 사업을 추진하고 있음 - 서울시, 전라남도, 전주시 등의 지자체에서도 기존 한옥 및

	한옥주거지를 보전하고 새로운 한옥의 신축을 장려하는 조례를 제정하고 각종 지원 사업을 추진하고 있음 - 이러한 국가 및 지자체의 정책과 사업은 일정한 성과를 거두고 있으나 한옥이 갖는 경제적·성능적·양식적 한계로 인해 파급효과에 한계가 있으며 전국적으로 경관이 복고적으로 획일화 되는 문제를 낳고 있으며, 민간 시장으로 확산되지 못하고 있음 - 이에 따라 국가·지자체의 다양한 정책과 사업을 뒷받침하는, 재료에서 도시에 이르는 다양한 척도의 미래지향적 한스타일 생태건축 모델을 개발해 국토경관의 정체성을 회복하고 민간시장의 활성화를 도모할 필요성이 증대됨
가. 기술동향	○ 정체성 있는 주거지에 대한 사회적 요구가 증대하고 있음. 따라서 전통마을의 공간구성원리와 기법을 현대적으로 계승한 건강한 생태마을 모델 개발이 필요함 ○ 건강과 웰빙에 대한 수요 증대에 따라 친환경 건축 시장이 점차로 커지고 있음. 생태순환체계와 자연조절 기술을 개발하여 마을단위 생태계 조성 기대 ○ 친환경 관련 정책, 사업 등을 시행하고 있지만 저층주거지, 마을단위의 구체적인 계획 체계 부재 ○ 한국의 기후와 지역의 자연풍토에 적합한 모델개발이 필요함
3. 연구개발내용	
가. 세부과제별 연구내용	[1세부과제] 한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템 개발 ○ 한스타일 생태건축의 정체성 발굴 ○ 한국적 건축에 기반한 한스타일 생태건축 디자인 기술개발 ○ 한스타일 생태건축 디자인품질관리 가이드라인 개발 ○ 한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템 구축 [2세부과제] 한국형 자연조절 웰빙 생태건축 기술개발 ○ 웰빙 생태건축 지표 개발 ○ 선택리 통합분석 플랫폼 개발(권역 생태-쾌적-에너지 통합 평가) ○ 미시기후 활용 자연조절 웰빙건축 기술 개발 ○ 비용/편익 최적화 한스타일 웰빙건축 유형 개발 ○ 한스타일 웰빙건축 설계/시공 가이드라인 개발 [3세부과제] 한스타일 생태건축 실증단지 구축 및 모니터링 ○ 실증단지 설계

	○ 실증단지 시공 ○ 실증단지 모니터링
4. 연구개발 추진방법	
가. 추진전략	○ 한스타일 생태건축의 디자인 기대수준을 정량화하여 디자인 방향 및 가이드를 제공함으로써 새로운 건축양식인 한스타일 생태건축의 질적 향상을 도모하고자 함 ○ 한국적 건축의 대표적 특성인 미시기후 조절 전략을 활용한 건축물 쾌적환경 조절 기법의 현대화 및 과학화를 통한 세계적 수준의 생태건축 기술을 개발하고자 함 ○ 여러 건축가의 참여로 실증단지를 구축함으로써 새로운 건축양식인 한스타일 생태건축에 대한 담론을 일으키고 단기간에 다수의 사례를 접할 수 있도록하여 한스타일 생태건축의 확산을 도모하고자 함 ○ 한스타일 생태건축 핵심기술을 3세부 실증단지에 적용하여 해당 기술의 신뢰성을 확보하고 한스타일 생태건축 기술의 보급 및 확산을 유도함
다. 추진체계	○ 1세부 - 국토교통부 + 미래창조과학부 ○ 2세부 - 국토교통부 + 산업통상자원부 + 미래과학창조부 ○ 3세부 실증단지 - 국토교통부 + 농림축산식품부 + 안전행정부 + 지자체 및 지자체 도시 개발 공기업
5. 최종성과물	
가. 주요 최종성과물	- 학술지 논문게재 22식 - s/w 지적재산권 등록 1식 - 디자인품질관리 가이드라인 1식 - 보고서 19식 - 가이드라인 3식 - S/W(모듈 등) 5식 - 홍보활동(박람회, 전시, 세미나, 워크숍, 학술회의 논문발표 등에서 택) 총 3식이상 - 도면제작 목업, 테스트배드, 실증단지 각1식, 총 3식 - 디자인 특허 1식 - 책자발간 3식 - 시제품 제작 목업, 테스트배드 각1식, 총 2식 - 실증단지 준공 1식 - 실용신안 등록 1식 - 웹상 DB 1식

6. 활용방안 및 기대효과

가. 활용방안

- 한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템 개발
 - 한스타일 생태건축 디자인 가이드라인을 통해 한국가치 확보로 아파트로 대표되는 획일적인 주거문화 개선 및 전통건축의 가치계승 효과
 - 한국적 건축의 현대화 기술개발을 통하여 한국적 가치를 지님과 동시에 현대적 거주성을 지닌 한스타일 생태건축 도모
 - 새로운 건축양식인 한스타일 생태건축 관련 의사결정 과정에서 디자인품질 가이드라인을 활용하여 일관되고 빠른 의사결정을 가능하게 함
 - 한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템을 통하여 기획, 설계, 시공, 운영 관리 단계를 DB화하여 추후 한스타일 생태건축 프로젝트시행시 참고자료로 활용가능
 - 설계단계별(기획-계획-설계-시공-운영) DQI활용방안을 제안하여 완성도 높은 한스타일 생태건축 구현에 기여할 수 있음
- 한국형 자연조절 웰빙 생태건축 기술개발
 - 한국 전통건축의 특성인 웰빙생태건축 디자인 기법 및 시공법 개발로 한국 전통문화의 과학화와 세계화
 - 권역별 특성에 부합하는 웰빙 생태마을 개발을 활성화하여 주거환경 개선
 - 한국형 자연조절 기술개발로 관련 산업의 기술 경쟁력 확보가능
 - 통합 플랫폼 개발으로 인한 건설 IT 산업 활성화
 - 한국 기후에 최적화된 수준별 가이드라인 보급으로 인한 관련 산업 확산
- 한스타일 생태건축 실증단지 구축 및 모니터링
 - 한스타일 생태건축 주택의 우수성 실증 및 보급·확산
 - 한스타일 생태건축 관련 시장 및 산업의 활성화 계기 마련
 - 실증단지를 통하여 민간 설계사, 시공사 등과 관련 전문가, 학생, 건축주 등에게 홍보 및 교육을 시행할 수 있으며 한스타일 생태건축에 대한 관심과 이해를 높일 수 있음
 - 실증단지를 구축하는 과정에서 사업타당성 검토 및 모니터링을 실시함으로써 국내 관련 사업발전의 토대를 제공
 - 한스타일 생태건축의 표준모델을 제시하고 설계 및 시공기술, 디테일관련 자료를 제공함으로써 관련 전문가에게 기술 노하우를 체계적으로 전달하고 한스타일 생태건축의 확산과 보급에 기여할

	수 있음 - 추후 한스타일 생태건축 관련 사업 시행시 실증단지 모델은 기획, 설계, 시공, 운영의 벤치마킹 모델로써 역할이 가능함
바. 기대효과	○ 한스타일 생태건축 디자인 가이드라인을 통해 한국적가치 확보로 아파트로 대표되는 획일적인 주거문화 개선 및 전통건축의 가치계승 효과, 한국적 건축의 현대화 기술개발을 통하여 한국적 가치를 지님과 동시에 현대적 거주성을 지닌 한스타일 생태건축의 확산 도모, 새로운 건축양식인 한스타일 생태건축 관련 의사결정 과정에서 디자인품질 가이드라인을 활용하여 일관되고 빠른 의사결정을 가능하게 하며 한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템을 통하여 기획, 설계, 시공, 운영 관리 단계를 DB화하여 추후 한스타일 생태건축 프로젝트시행시 참고자료로 활용가능, 설계단계별(기획-계획-설계-시공-운영) DQI활용방안을 제안하여 완성도 높은 한스타일 생태건축 구현에 기여할 수 있음 ○ 한국 전통건축의 특성인 웰빙생태건축 디자인 기법 및 시공법 개발로 한국 전통문화의 과학화와 세계화, 권역별 특성에 부합하는 웰빙 생태마을 개발을 활성화하여 주거환경개선, 한국형 자연조절 기술 개발로 관련 산업의 기술 경쟁력 확보가능, 통합 플랫폼 개발으로 인한 건설 IT 산업 활성화, 한국 기후에 최적화된 수준별 가이드라인 보급으로 인한 관련산업 확산 ○ 실증단지 구축 및 모니터링을 통하여 한스타일 생태건축 주택의 우수성 실증 및 보급·확산, 한스타일 생태건축 관련 시장 및 산업의 활성화 계기 마련, 홍보 및 교육을 시행 및 한스타일 생태건축에 대한 관심과 이해의 증대, 실증단지를 구축하는 과정에서 사업타당성 검토 및 모니터링을 실시함으로써 국내 관련 사업발전의 토대 제공
7. 연구개발기간 및 소요예산	
	○ 총 연구개발기간 : 2017년 ~ 2021년 (5년) ○ 총 정부출연금 : 13,280백만원 이내 ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음 ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능 ※ 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수 ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타

- 본 과제의 보안등급은 “일반/보안 과제”임
- 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함
- 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함
 - ※ www.kaia.re.kr 열린정보, <http://rndgate.ntis.go.kr>의 유사과제목록 참조
 - 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
 - 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
 - ※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음
- 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시
- 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시
 - 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시
 - ※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성
 - 과학기술적성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시
- 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시
 - 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적인 방안을 제시해야 함
 - ※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용
 - 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능
- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공

현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안

- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제 내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음

- 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음
- 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
- 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음

○ 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우, 「분산공유형 건설연구 인프라 구축」 과제결과로 구축된 “분산공유 6대 실험시설” 우선 활용

※ 공고시 첨부한 “분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료” 참조

연구개발과제명	(1세부) 한스타일 생태건축 통합품질관리 시스템
1. 연구개발 목표	○ 새로운 양식인 한스타일 생태건축의 디자인 기대수준을 정량화하여 한스타일 생태건축의 디자인 방향과 가이드를 제공하고 궁극적으로는 한스타일 생태건축의 질적향상을 도모하는 것 ○ 한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템 활용으로 기획-운영단계의 의사결정과정을 온라인상에 DB화하여 추후 한스타일 생태건축 기획, 설계, 시공 등에 참고자료로 활용할 수 있도록 함으로써 최종적으로는 한스타일 생태건축의 보급 및 확산을 용이하도록 하는 것 ○ 한국적 가치를 확보하면서 현대적이며 전통건축 대비 공사비 절감 - 한스타일 생태건축 디자인 가이드라인을 통해 한국가치와 현대성 확보 - 한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템을 통하여 설계변경 최소화 · 공기단축으로 비용 절감
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	
가. 연구개발의 필요성	○ 디자인 품질제고를 위한 사회적 변화 - 디자인서울 가이드라인, 국제공모전 등 디자인 품질제고를 위한 노력을 하고 있음 - 국가차원에서는 건축정책기본계획을 통하여 건축정책 방향을 제시하고 있음 ○ 한국적 공간에 대한 수요의 확산 - 문체부는 ‘한국적 생활문화공간 발굴 및 확산 사업’을 시행하여 한국문화의 디자인과 가치를 현대적으로 구현한 실내공간에 대한 사업을 진행하였음 - 이러한 수요에 대응하여 실내에 국한하지 않고 실내·외, 건축, 공간에 대한 한스타일 생태건축 디자인에 대한 연구의 필연성 ○ 한스타일 생태건축은 새로운 건축양식으로 디자인 품질 및 기대수준을 정량화하여 건축가, 발주처 등의 개별적인 의도에 따라 디자인이 결정되는 경우를 방지할 필요성 존재 ○ 생소한 건축양식인 한스타일 생태건축의 확산을 위하여 본 양식을 구현하는 모든 과정(기획, 설계, 시공, 운영)을 웹기반 시스템에 DB화 하여 관련 사업 시행시 표본으로서 활용필요

3. 연구개발내용	
가. 세부과제별 연구내용	○ 한스타일 생태건축의 정체성 발굴 - 한국적 형태에 기반한 창살, 처마, 문양, 기둥 등에 대한 연구 - 한국적 공간에 기반한 공간위계, 마루, 중간공간, 계절대응형 다목적공간 및 공동체에 기반한 공유공간에 대한 연구 ○ 한국적 건축에 기반한 한스타일 생태건축 디자인 기술개발 - 한국적 형태에 기반한 디자인 기술개발 - 한국적 공간에 기반한 디자인 기술개발 ○ 한스타일 생태건축 디자인품질관리 가이드라인 개발 - 한스타일 생태건축 디자인품질관리 가이드라인 도출을 위한 연구 - 한스타일 생태건축 디자인품질 가이드라인(안) 3차원 어반디자인 시뮬레이션 및 가이드라인 보완 ○ 한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템 구축 - 통합 디자인품질관리 체계정립 - 한스타일 생태건축 DB구축이 가능한 통합 디자인품질관리 웹기반 시스템 구축
4. 연구개발 추진방법	
가. 추진전략	○ 한스타일 생태건축의 디자인 기대수준을 정량화하여 디자인 방향 및 가이드를 제공함으로써 새로운 건축양식인 한스타일 생태건축의 질적 향상을 도모하고자 함
다. 추진체계	- 국토교통부 + 미래창조과학부
5. 최종성과물	
가. 주요 최종성과물	- 학술지 논문게재 6식 - 디자인품질관리 가이드라인 1식 - s/w지적재산권 등록 1식 - 보고서 3식
6. 활용방안 및 기대효과	
가. 활용방안	○ 한스타일 생태건축의 정체성 발굴 - 한스타일 생태건축 디자인 기술개발의 기반자료로서 후속연구지원 ○ 한국적 건축에 기반한 한스타일 생태건축 디자인 기술개발 - 건축 설계사무소 및 건축디자인 관련 전문가들이 기술자료로 활용 가능 ○ 한스타일 생태건축 디자인품질관리 가이드라인 개발

	- 한스타일 생태건축 평가기법, 가이드라인으로 활용가능 ○ 한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템 구축 - 유사프로젝트 시행 시 통합 디자인품질관리 시스템을 통해 구축된 DB를 사례로 활용가능
바. 기대효과	○ 한스타일 생태건축 디자인 가이드 라인을 통해 한국가치 확보로 아파트로 대표되는 획일적인 주거문화 개선 및 전통건축의 가치계승 효과 ○ 한국적 건축의 현대화 기술개발을 통하여 한국적 가치를 지님과 동시에 현대적 거주성을 지닌 한스타일 생태건축 도모 ○ 새로운 건축양식인 한스타일 생태건축 관련 의사결정 과정에서 디자인 품질 가이드라인을 활용하여 일관되고 빠른 의사결정을 가능하게 함 ○ 한스타일 생태건축 통합 디자인품질관리 시스템을 통하여 기획, 설계, 시공, 운영 관리 단계를 DB화하여 추후 한스타일 생태건축 프로젝트시행시 참고자료로 활용가능 ○ 설계단계별(기획-계획-설계-시공-운영) DQI활용방안을 제안하여 완성도 높은 한스타일 생태건축 구현에 기여할 수 있음
7. 연구개발기간 및 소요예산	○ 총 연구개발기간 : 2017년 ~ 2019년 (3년) - 1차년도 연구개발기간 : 2017.01 ~ 2017.12 (12개월) - 2차년도 연구개발기간 : 2018.01 ~ 2018.12 (12개월) - 3차년도 연구개발기간 : 2019.01 ~ 2019.12 (12개월) ○ 총 정부출연금 : 2,000백만원 이내 - 1차년도 정부출연금 : 602백만원 이내 - 2차년도 정부출연금 : 797백만원 이내 - 3차년도 정부출연금 : 601백만원 이내 ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음 ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능 ※ 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수 ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타

- 본 과제의 보안등급은 “일반/보안 과제”임
- 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함
- 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함
 - ※ www.kaia.re.kr 열린정보, <http://rndgate.ntis.go.kr>의 유사과제목록 참조
 - 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
 - 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
 - ※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음
- 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시
- 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시
 - 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시
 - ※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성
 - 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시
- 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시
 - 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적인 방안을 제시해야 함
 - ※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용
 - 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능
- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공

현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안

- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제 내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음

- 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음
- 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
- 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음

○ 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우, 「분산공유형 건설연구 인프라 구축」 과제결과로 구축된 “분산공유 6대 실험시설” 우선 활용

※ 공고시 첨부한 “분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료” 참조

연구개발과제명	(2세부) 한국형 자연조절 웰빙 생태건축 기술개발
1. 연구개발 목표	○ 한국의 자연풍토와 재료에 기반한 글로벌 친환경 생태건축 기술을 개발 ○ 건축물을 포함한 주변지역 환경(미시기후) 조절과 자연환기, 자연채광, 우수-생태계 조성 등의 자연조절 기법으로 최대의 쾌적성을 유지하면서 에너지 소비를 절감하는 쾌적성 중심 통합 친환경건축 개발 ○ 미시기후 조절과 자연환기를 통한 냉방에너지 30% 절감, 작용온도 중심 실내 쾌적시간 30% 향상 ○ 국내기후를 반영한 통합 성능 평가 플랫폼 개발 ○ 웰빙 생태건축 지표 개발
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	
가. 연구개발의 필요성	○ 현대사회는 웰빙 라이프스타일에 대한 관심이 증대되고 있으며 웰빙건축, 건강건축, 생태건축에 대한 수요 또한 증가하는 추세를 보임. ○ 한국 건축의 활용을 위한 변화의 필연성 - 한국 전통건축에 대한 대중적 관심에 비해 현대적 라이프스타일과 동떨어져 있어 활용성의 증대를 위해 한국성은 유지하면서 현대적 라이프스타일에 맞는 변화가 필요함 - 가족의 구성 및 특성, 거주자의 생활 패턴, 가치관의 변화로 인해 실의 구성, 규모, 인테리어 등에 영향을 미침 - 현대적 편의성, 냉난방 기술, 유지보수 및 관리 기술, 기밀성 등 설비, 쾌적, 편의성 관련 수요에 대응한 현대적 기술의 적용필요 ○ 전통건축의 대표적 특성인 미시기후 조절 전략을 활용한 건축물 쾌적환경 조절 기법의 현대화 및 과학화를 통한 세계적 수준의 생태건축 기술 개발 필요 ○ 현행 물리적 환경 및 에너지중심 전략(LEED, BREEAM, 녹색건축 인증제(G-SEED))에서 거주자 만족도 및 건강을 중시하는 Well-Being 전략(Well Building Standard(미), Living Building Challenge(미), Total Quality Building(오스트리아))으로의 전환

요구에 따라 국내환경에 적합하고 미래지향적인 웰빙 지표 및 기술의 필요

- 건축물의 실내환경 쾌적성 극대화를 위한 실내공기질, 자연환기, 자연채광관련 기준, 설계법, 평가법에 대한 전반적인 기술 개발 시급
- 쾌적성지표를 통합한 에너지 평가의 필요성

가. 기술동향

- 저에너지 건축 요소기술 국내 기술 수준
 - 미래 첨단 주거, 교육환경 부분에서 해외와 기술격차 수준 지속
 - 저에너지 구현을 위한 패시브방식 부하저감기술(고단열, 고효율 창호) 등의 기술 개발이 진전되고 있으나 경제성과 국내 건설환경에 기반을 둔 외단열기술, 디테일기술 등 개발이 필요
 - 외피 기술 중 외단열 내화성능과 구조 및 접합부 기밀성능 등에 대한 실용기술 개발 미진
 - 국내 전문 설계자 및 시공자 부족
 - 부지조성 및 조경, 실내환경, 수자원활용 관련 설계 기술 및 시공기술 개발 미진
- 그린 리모델링 기술
 - 녹색건축조성지원법에 의한 창조센터 이차지원 사업으로 그린 리모델링 사업자 선정 및 리모델링 민간 프로젝트 시행
 - 단열보강, 창호교체, 누수방지, 고효율 기기 등의 기술 적용
 - 다양한 공법으로 조성된 저층 주택을 위한 사전 진단, 환경개선예측, 비용·성능 LCA 분석, 시공 진단 등의 기술개발 필요
- 저에너지 한옥
 - 그린 한옥(건설기술연구소+(유)에스와이 개발)
- 그린 BIM 기술 확대
 - BIM 기술 확대로 3차원 정보기술을 활용하여 초기 대안 설계 단계부터 환경 성능 평가 병행
 - 에너지 성능 중심으로 평가가 이루어지고 있으나 자연환기 및 자연채광 분석으로 확대할 필요가 있음
 - 외부 대지 및 식생에 따른 주변 미시기후 변화 예측모델 개발필요
- 환기시스템 및 제어기술 연구개발 증가
 - 환기에 따른 냉난방 에너지 소비저감을 위하여 하이브리드 환기방식을 포함하여 각종 환기시스템이 개발되고 있으며, 센서제어를 통한 최적 제어기술에 대한 연구개발이 증가하고 있음

- 환기시스템 유형
 - 창호형 자연환기시스템, 자동 개폐 시스템
 - 온실, 아트리움, 개구부 배치
 - 이중외피구조 시스템(DSC : Double Skin Construction)
 - 전통한옥 외피성능 향상 및 자연환기, 하이브리드 환기시스템
- 전통마을의 배수체계
 - 전통마을의 배수원리
- 빗물 관리 기술 현황
 - 빗물을 침투·저류시키기 위해 개발되고 있는 기술 및 시설들은 주로 빗물유출 저감이나 대체 수자원 확보를 목적으로 함
 - 빗물관리기술 관련 특허 출원 증가
- 저영향 개발 연구
 - ‘건전한 도시 물순환 인프라의 저영향개발(LID) 및 구축·운영 기술’ 연구(2012~2017)
 - 기후변화 대응형 도시 빗물관리시스템 연구(2011~2014)
- 물순환 해석 모형
 - ‘도시유역 물순환 해석 모형의 개발 및 적용’에 관한 연구(2007~2011)
- 수질센서 및 센서 네트워크
 - 수질센서, 센서네트워크
- 생태건축 성능요소검토 (Performance Framework)
 - Feature Performance: 개별 기술성능, 에너지, 물, 공기질, 자재, 자원 등으로 파악
 - Process Performance: 디자인-통합디자인, 계약방법, 에너지예상, 절감의 인증, 측정방법론(MnV), 사용자교육, 매뉴얼 등 프로세스적인 요소 또한 기술요소와 함께 성능관점에서 파악되어야 함(가장 효과적으로 수행될 수 있는 프로세스 제시로 성과와 편익달성위한 최소비용 접근)
 - 생태건축 성능단계 검토: Performance Framework
 - 배드제드(ruralZED™)에서 제시하는 완제품 형태의 솔루션
 - 표준가격 제시(Typical Costs): 성능달성위한 최소 투자비용
 - 요소기술의 조합을 통한 가장 효과적 성능달성 기술적용모델을 비용편익을 고려한 시장가격으로 제시

3. 연구개발내용

가. 세부과제별

연구내용

- 웰빙 생태건축 지표 개발
 - 한국 기후변화를 반영하여 거주자의 만족도와 신체적·정신적 건강, 웰빙에 초점을 맞춘 지표 개발
 - 자연환기 관련 기준(자연환기잠재력 지표(natural ventilation potential), 최소 도입 외기량, 최대 실내 발열량, 실내외 공기질 기준, 습도 기준 등) 개발
 - 자연채광 관련 기준(최소 조도 기준, 자연채광 지속시간, 현휘 기준 등) 개발
 - 우수-생태계 관련 기준(우수절감율, 우수활용 기준, 옥외공간쾌적성, 옥외 생태공간 조성 기준 등 정립)
 - 청각, 후각, 촉각 등 거주자 심신의 편안함을 위한 기준(내·외부 공간별 소음 기준 및 설비·설계 기준, 냄새 방지를 위한 최소 설비·설계 기준, 열쾌적성 기준, 공간의 친밀감 형성 기준, 거주지 복지 기준 등)
- 선택리 통합분석 플랫폼 개발(자연조절 통합 평가 플랫폼)
 - 권역별 생태-쾌적-에너지 통합 평가 체계 및 플랫폼
 - 권역별 바람 지도 및 건축 유형별 압력계수 개발
 - 자연환기유형별 평가 모듈 개발
 - 자연채광 평가 모듈(연간 기후 데이터 기반) 개발
 - 옥외공간 쾌적성 평가 모듈 개발
 - 우수 활용 평가 모듈 개발
 - BIM 기반 3차원 형상 모델링 활용 모듈 개발
- 미시기후 활용 자연조절 웰빙건축 기술
 - 권역별 자연환기, 자연채광, 우수-생태 시스템 현황 조사, 거주자 쾌적 조절 행태 분석
 - 환기창호 및 자동계폐장치 개발
 - 웰빙 축냉체를 활용한 쾌적성 향상 기법 개발
 - 주거지 우수 순환 및 자동제어 시스템 개발
 - 주택 자연채광 유형 개발
- 입지환경별 비용/편익 기반 유형 개발
 - 권역별 자연조절 기본 유형 및 통합 유형 개발
 - 최적화 성능 분석을 통한 유형별 최적설계
 - 적용기술 비용편익 분석을 통한 수준별 최적설계

	○ 한스타일 생태건축 설계/시공 가이드라인 - 자연조절 유형별 통합설계 프로세스 및 디자인 가이드라인 - 자연조절 유형별 시공 가이드라인 개발 - 건물 사용성 평가 반영 보완
4. 연구개발 추진방법	
가. 추진전략	○ 한국적 건축의 대표적 특성인 미시기후 조절 전략을 활용한 건축물 쾌적환경 조절 기법의 현대화 및 과학화를 통한 세계적 수준의 생태건축 기술을 개발하고자 함
다. 추진체계	○ 건축가, 지구단위계획전문가 + 건축에너지전문가 + 생태 및 지질전문가(국제 연구) + 의학전문가 + 공간정보 및 디지털 프로그램 개발 전문가와 연계추진 가능 ○ 국토교통부 + 산업통상자원부 + 미래과학창조부
5. 최종성과물	
가. 주요 최종성과물	- 학술지 논문게재 15식 - 보고서 14식 - 가이드라인 3식 - S/W(모듈 등) 5식
6. 활용방안 및 기대효과	
가. 활용방안	○ 웰빙 생태건축 지표 - 관련 규정 제정 및 개정을 위한 기준과 기초자료로 활용가능 - 건축 설계사무소 및 건축환경 관련 전문가들이 기술자료로 활용가능 ○ 선택리 통합분석 플랫폼 개발 (권역 생태- 쾌적- 에너지 통합 평가기법) - 관련 전문가 및 일반인을 대상으로 자연환기 · 채광 통합 에너지 평가기법의 설명서 배포 및 교육 - 건축 관련 설계자 및 실무자가 설계단계에서 자연환기 및 채광 에너지의 정량적 검토 툴로써 활용가능 ○ 미시기후 활용 자연조절 웰빙건축 기술 - 건축설계사무소 및 건축환경 관련 전문가들이 기술자료로 활용가능 - 한국형 자연조절 웰빙 생태건축에 참여하는 설계자 및 전문가에게

	설계 참고자료로 활용가능 ○ 입지환경별 비용/편익 기반 유형 개발 - 관련 전문가 및 건축주가 성능검토 및 편익분석, 건물 사용성 평가시 정량적 검토지표로서 활용가능 - 추후 한스타일 생태건축 관련사업시 사업성 근거자료로 활용가능 ○ 한스타일 생태건축 설계/시공 가이드라인 - 관련 전문가 및 건축주(일반인 등)를 대상으로 한국형 자연조절 웰빙 생태건축 디자인 가이드라인 설명서 배포 및 교육
바. 기대효과	○ 한국 전통건축의 특성인 웰빙생태건축 디자인 기법 및 시공법 개발로 한국 전통문화의 과학화와 세계화 ○ 권역별 특성에 부합하는 웰빙 생태 마을 개발을 활성화하여 주거환경 개선 ○ 한국형 자연조절 기술개발로 관련 산업의 기술 경쟁력 확보가능 ○ 통합 플랫폼 개발으로 인한 건설 IT 산업 활성화 ○ 한국 기후에 최적화된 수준별 가이드라인 보급으로 인한 관련 산업 확산
7. 연구개발기간 및 소요예산	○ 총 연구개발기간 : 2017년 ~ 2019년 (3년) - 1차년도 연구개발기간 : 2017.01 ~ 2017.12 (12개월) - 2차년도 연구개발기간 : 2018.01 ~ 2018.12 (12개월) - 3차년도 연구개발기간 : 2019.01 ~ 2019.12 (12개월) ○ 총 정부출연금 : 6,280백만원 이내 - 1차년도 정부출연금 : 2,395백만원 이내 - 2차년도 정부출연금 : 2,405백만원 이내 - 3차년도 정부출연금 : 1,480백만원 이내 ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음 ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능 ※ 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수 ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타

- 본 과제의 보안등급은 “일반 과제”임
- 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함
- 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함
 - ※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조
 - 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
 - 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
 - ※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음
- 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시
- 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시
 - 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시
 - ※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성
 - 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시
- 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시
 - 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함
 - ※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용
 - 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능
- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공,

시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

- 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
 - 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함
- 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음
 - 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음
 - 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
 - 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음
- 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우, 「분산공유형 건설연구 인프라 구축」 과제결과로 구축된 “분산공유 6대 실험시설” 우선 활용
 - ※ 공고시 첨부한 “분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료” 참조

연구개발과제명	(3세부) 한스타일 생태건축 실증단지 구축 및 모니터링
1. 연구개발 목표	○ 여러건축가의 참여로 실증단지를 구축하여 한스타일 생태건축 활성화 계기를 마련하고 최종적으로는 한스타일 생태건축 확산을 도모 ○ 한스타일 생태건축의 핵심기술을 구현 및 모니터링함으로써 본 연구과제를 통해 한스타일 생태건축의 우수성을 실증하고 개발된 핵심기술의 신뢰성 확보 ○ 실증단지를 통해 한스타일 생태건축에 대한 대중의 이해와 관심을 이끌어내고 관련 전문가에게는 한스타일 생태건축의 모범 사례로서 역할을 하도록 함
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	
가. 연구개발의 필요성	○ 한스타일 생태건축연구를 통해 개발된 한스타일 생태건축을 사업기획부터 계획, 시공 및 에너지모니터링이 가능한 한스타일 실증단지 제시필요 ○ 본 실증단지를 통해 한스타일 생태건축 다수의 사례를 단기간에 접할 수 있어 한국 건축계에 한스타일 생태건축 담론을 일으킬 수 있음 ○ 한스타일 생태건축 실증단지를 조성함으로써 국가적 관점에서 다양한 한스타일 생태건축 주택의 표준으로 활용할 수 있도록 함 ○ 거주자가 없는 실험용 주택이 아닌 임대/분양을 통해 실제 거주 가능한 한스타일 생태건축 주택의 모델을 구축할 수 있도록 계획할 필요가 있음
3. 연구개발내용	
가. 세부과제별 연구내용	○ 한스타일 생태건축 실증단지 설계 - 실증단지 사업타당성 분석 및 마케팅 - 한스타일 생태건축 실증단지 설계공모 - 한스타일 생태건축 설계 및 감리 ○ 한스타일 생태건축 실증단지 시공 - 한스타일 생태건축 시공기술 개발

- 한스타일 생태건축 실증단지 시공
- 한스타일 생태건축 실증단지 모니터링
 - 한스타일 생태건축 핵심요소기술 모니터링
 - 한스타일 생태건축 디자인 품질관리 시스템 운영 및 최적화 모델 개발

4. 연구개발 추진방법

가. 추진전략

- 실증단지 설계
 - 한스타일 생태건축 실증단지 경제성 분석 및 사업타당성 분석시행
 - 대상지 특성을 반영한 홍보 및 마케팅 시행
 - 실증단지 공모는 섹션별로 나누어 진행함
 - 한스타일 생태건축 설계안의 디자인 품질을 일정수준이상으로 유도하기 위하여 공모지침에 한스타일 생태건축 디자인 품질관리 가이드라인 제공
- 실증단지 시공
 - 개발된 기술 중 핵심요소기술을 선택하여 테스트베드 모델 설계
 - 적용할 핵심요소기술은 각 핵심과제 연구진에서 실현가능성, 기술의 중요성, 기술개발의 시급성 등의 지표로 평가하여 결정함
 - 테스트 베드 모델 설계는 연구진에서 수행함
 - 테스트 베드는 실증단지 내에 구축하며 한스타일 생태건축 홍보관으로 활용함
 - 본 실증단지는 외부 투자자본에 의해 구축됨을 원칙으로 함
 - 본 연구단에서는 실증단지 구축비용 중 한스타일 생태건축 연구를 통해 개발된 기술을 구현하는 범주만을 대상으로 하여 예산 허용 범위 내에서 지원함
 - 본 과제에서 연구하는 시공기술은 한스타일 생태건축 핵심요소기술 구현을 위한 시공기술만으로 제한함
- 입주 및 운영, 모니터링
 - 한스타일 생태건축 실증단지 구축에 따른 객관적 검증 기준 수립 및 연구성과의 특성을 고려한 성능기준 적용
 - 각 핵심과제별로 요소기술 모니터링 실시
 - 디자인 품질관리 시스템을 운영하여 웹상에 한스타일 생태건축 DB를 구축하고 한스타일 생태건축 디자인 최적 모델을 개발
 - 한스타일 생태건축 인증시스템을 운영하여 실증단지 성능기준

	달성 여부 검증 및 인증시스템 보완 - 수요처별(건축주, 일반인, 관련기술자, 학생 등) 한스타일 생태건축 구축가이드 발간 - 본 핵심과제 3-2세부에서 개발한 한스타일 생태건축 시공기술 표준화, 시공백서 발간 - 실증단지 종합관리 보고서 발간
다. 추진체계	- 국토교통부 + 농림축산식품부 + 안전행정부 + 지자체 및 지자체 도시 개발 공기업 / 연구진 단지계획 (건축설계, 토목, 생태, 조경, 생태자재, 시공, 마을운영 등) + 입주자 공모를 통한 입주자 협의체 구성 + 개별 건축물 설계 공모 및 입주자 포함 선정
5. 최종성과물	
가. 주요 최종성과물	- 홍보활동(박람회, 전시, 세미나, 워크숍, 학술회의 논문발표 등에서 택) 총 3식이상 - 도면제작 목업, 테스트배드, 실증단지 각1식, 총 3식 - 디자인 특허 1식 - 책자발간 3식 - 시제품 제작 목업, 테스트배드 각1식, 총 2식 - 실증단지 준공 1식 - 실용신안 등록 1식 - 학술지 논문게재 1식 - 보고서 2식 - 웹상 DB 1식
6. 활용방안 및 기대효과	
가. 활용방안	○ 한스타일 생태건축 실증단지 설계 - 실증단지는 언론, 학계, 일반인에게 한스타일 생태건축에 대한 홍보 기능 강화역할 가능 - 한스타일 생태건축이라는 새로운 시장창출 가능 ○ 한스타일 생태건축 실증단지 시공 - 추후 한스타일 생태건축 관련사업시 사업성 근거자료로 활용가능 ○ 한스타일 생태건축 실증단지 운영 및 최적화 모델 제시 - 추후 관련건축물 설계 및 시공시 설계, 시공 디테일 기술제공 - 향후 한스타일 생태건축관련 사업시행시 설계, 시공, 운영가이드 및 표준모델로 활용가능 - 시공백서는 학생 및 전문자를 대상으로 한 한스타일 생태건축 교육

	자료로 활용 - 실증단지 모니터링 자료로 한스타일 생태건축에 대한 신뢰성 확보가능
바. 기대효과	- 한스타일 생태건축 주택의 우수성 실증 및 보급·확산 - 한스타일 생태건축 관련 시장 및 산업의 활성화 계기 마련 - 실증단지를 통하여 민간 설계사, 시공사 등과 관련 전문가, 학생, 건축주 등에게 홍보 및 교육을 시행할 수 있으며 한스타일 생태건축에 대한 관심과 이해를 높일 수 있음 - 실증단지를 구축하는 과정에서 사업타당성 검토 및 모니터링을 실시함으로써 국내 관련 사업발전의 토대를 제공 - 한스타일 생태건축의 표준모델을 제시하고 설계 및 시공기술, 디테일관련 자료를 제공함으로써 관련 전문가에게 기술 노하우를 체계적으로 전달하고 한스타일 생태건축의 확산과 보급에 기여할 수 있음 - 추후 한스타일 생태건축 관련 사업 시행시 실증단지 모델은 기획, 설계, 시공, 운영의 벤치마킹 모델로써 역할이 가능함
7. 연구개발기간 및 소요예산	
	○ 총 연구개발기간 : 2019년 ~ 2021년 (3년) - 1차년도 연구개발기간 : 2019.01 ~ 2019.12 (12개월) - 2차년도 연구개발기간 : 2020.01 ~ 2020.12 (12개월) - 3차년도 연구개발기간 : 2021.01 ~ 2021.12 (12개월) ○ 총 정부출연금 : 5,000백만원 이내 - 1차년도 정부출연금 : 997백만원 이내 - 2차년도 정부출연금 : 2,008백만원 이내 - 3차년도 정부출연금 : 1,995백만원 이내 ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음 ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능 ※ 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수 ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능
8. 기 타	

- 본 과제의 보안등급은 “일반/보안 과제”임
- 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함
- 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함
 - ※ www.kaia.re.kr 열린정보, <http://rndgate.ntis.go.kr>의 유사과제목록 참조
 - 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
 - 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
 - ※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음
- 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시
- 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시
 - 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시
 - ※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성
 - 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시
- 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시
 - 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적인 방안을 제시해야 함
 - ※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용
 - 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능
- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행 실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자

하는 기업에 한함

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안

- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제 내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음

- 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음
- 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
- 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음

○ 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우, 「분산공유형 건설연구 인프라 구축」 과제결과로 구축된 “분산공유 6대 실험시설” 우선 활용

※ 공고시 첨부한 “분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료” 참조

2절. 평가기준 설정

기준항목		세부항목
연구개발목표(10점)		○ 최종목표 및 연차별 달성 목표의 명확성 · 타당성(5점) ○ 성과목표/지표 설정의 명확성·적정성(10점)
연구개발내용(20점)		○ RFP 와의 부합성 ○ 과제 목표달성을 위한 세부과제 구성 및 상호연계성(5점) ○ 연구개발내용의 완성도 및 실현가능성(5점) ○ 연차별 연구내용의 차별성 및 창의성(5점)
추진전략 및 계획(20점)		○ 연구수행체계 적정성(5점) ○ 연구추진 전략의 구체성 · 적절성(5점) ○ 연구인프라 및 연구지원시스템의 적절성(5점) ○ 연구기간 및 연구개발비 편성의 적절성(5점)
연구성과물 실용성 및 경제성(40점)		○ 개발기술의 혁신성 · 차별성(10점) ○ 활용방안의 적절성 · 구체성(10점) ○ 개발기술의 실용성 · 사업성(10점) ○ 경제적 기대효과(투자 및 파급효과)(10점)
연구책임자의 관리능력 및 연구진의 전문성(10점)		○ 연구책임자의 연구과제 관리 및 운영 능력(5점) ○ 연구진의 전문성 및 해당분야 실적(5점)
기타	부합성 평가	○ 평가위원 과반수가 연구개발계획서와 과제제안요구서(RFP)가 부합되지 않는다고 판정할 경우 탈락 조치
	중복성 평가	○ 평가위원 과반수가 기 수행되었거나 수행중인 과제와 중복되는 것으로 판정할 경우 탈락 조치

부록

참고문헌

- 갤럽, 환경보전 및 녹색성장에 대한 설문조사 결과 보고서, 2012
- 건설경제, 친환경 아파트의 진실, 2011
- 고령자 주거안정법안 공청회 pp.42-43, 건설교통부, 대한주택공사 주택도시연구원, 2007
- 국토교통과학기술진흥원, 국토교통 R&D 동향조사 - 수자원분야, 2015
- 국토교통과학기술진흥원, 미래주택정책 R&D 종합계획(안), 2013.05
- 국토교통과학기술진흥원, 한스타일 생태건축 독일오스트리아 전통건축 및 생태건축관련 답사 및 인터뷰, 2015
- 국토교통부, 한옥기술개발 연구보고서, 명지대학교 산학협력단, 2013
- 김상호 · 김영현 외1, 공공건축의 디자인 향상을 위한 디자인품질지표 개발 연구, 건축도시공간연구소, 2009
- 김상호 · 김은희, 공공건축 디자인품질관리시스템 시범적용 및 제도화 연구, 건축도시공간연구소, 2012
- 김상호 · 엄운진, 공공건축의 디자인품질 관리시스템 구축 연구, 건축도시공간연구소, 2010
- 김승제 · 강태웅 외3, 영국의 사용자 참여형 DQI 프로세스에 관한 연구, 한국교육시설학회지, 2010
- 김영현, 영국의 공공건축 디자인품질지표(DQI)운영체계와 시사점, 건축도시공간연구소 AURI BRIEF NO.30, 2010
- 김영환, 창업지원 코워킹스페이스 현황 및 활성화를 위한 정책 과제, 과학기술정책연구원, STEPI Insight 164호, 2015
- 김원태 외 2인, 해외사례 조사를 통한 녹색건설 비용 및 편익 정보 체계의 개선 방향, 한국건설 관리학회 논문집, 2013
- 김원태, 녹색건설 비용 및 편익 정보 체계의 개선 방향, 한국건설관리학회 논문집 제14권 제5호 2013
- 김정화 외 3인, 녹색건축인증제도 비활성화의 원인 분석, 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, 2014
- 도시재생 R&D 종합성과집, 도시재생사업단, 2014
- 류수훈, 공공건축물의 건축디자인 평가 및 향상 도구 개발에 관한 연구, 대한건축학회 학회지 제28권 제11호(통권289호), 2012
- 미래창조과학부 미래준비위원회, 대한민국 미래이슈분석 보고서, 2015
- 생활밀착형 공동주택 성능 향상 연구단, 주거복지 구현을 위한 생활밀착형 주거성능 향상 기술개발 기획연구 최종보고서, 2013
- 신성준 외 2인, 공동주택사업의 녹색건축물인증 인센티브에 따른 비용·수익 분석,

대한건축학회연합논문집, 2014

- 실내공기질 관리 기본계획(2015~2019), 환경부, 2015
- 실내공기질 중장기 발전방향 연구(Ⅲ), 환경부, 한국실내환경학회, 2013
- 심우배, 기후변화에 따른 새로운 도시방재 패러다임과 도시정책방안, 국토연구원 issue paper, 2011
- 엄운진, DQI의 국내 적용과 정책, 그 가능성에 대해, 한국교육시설학회지 제17권 제5호 통권 제 78호, 2010
- 염철호 외, 주거문화 진단 및 주택정책 방향설정 연구, 2012
- 오윤정 · 정고은, 우리나라와 주요국의 연구개발 인력 현황, 한국과학기술기획평가원 평가분석본부 조사분석실, K-브리프 제18호, 2015
- 윤중호, 녹색성장을 위한 그린홈과 제로에너지 주택기술, 그린빌딩협의회, 2010
- 윤중연 외 4인, 모듈러 건축 삶을 지속시키는 네모난 희망, LG global challenger 2014
- 윤하중, 건설환경 변화에 대비한 건설정책 재정립 방안, 국토정책 Brief, 2014
- 이강민 · 옥채원, 한스타일 공공건축물 공급 방안 연구, 건축도시공간연구소, 2011
- 이강민, 한옥 미학의 특징 및 발전방안, 건축도시공간연구소 한옥정책 Brief NO.14, 2012
- 이병연 외, 자연환기 적용을 통한 신한옥 유형별 에너지 소비 및 쾌적성 향상 가능성에 관한 연구, 2016
- 이은량, 한국 전통 담장 조형요소의 모티브를 통한 현대 건축디자인 활용방안연구, 한양대학교, 2012
- 이진우, 녹색건축 공동주택의 실내환경 설계 가이드라인에 대한 기초연구, 2015
- 임유경 · 안건혁 외1, 파리시 도시계획 제 · 개정 과정에서 나타나는 역사문화경관 개념 확대와 도시계획적 관리수단의 변화, 한국도시계획학회지 제12권 제6호, 2011
- 임유경 · 안건혁 외1, 파리시 주거단지 설계에서 건축코디네이션 방식의 진화와 변형-1980년대 이후 협의개발지구(ZAC)에서의 건축코디네이션 분석을 중심으로-, 대한건축학회 논문집 계획계 제28권 제6호(통권284호), 2012
- 임유경 · 임강륜, 근린생활환경 향상을 위한 건축물 규제 개선 기본방향 연구-일반주거지역 이면도로 구역을 중심으로-, 건축도시공간연구소, 2012
- 임유경 · 진현영, 건축의 품격 향상을 위한 건축물 형태규제 개선방안 연구, 건축도시공간연구소, 2011
- 전명화, 녹색건축물의 녹색기술 적용성 평가 연구, 대한건축학회 추계학술발표대회논문집, 2012
- 전봉희 · 이강민, 한옥의 정의와 범위, 건축도시공간연구소 한옥정책 Brief NO.2, 2011
- 정광섭, 에너지효율향상을 위한 건축설비 최적설계 및 관리시스템 기술개발 연구, 건설교통부, 2005
- 정영미, 도서관 서비스 품질 향상을 위한 QFD 적용에 관한 사례 연구, 2014
- 제2차 저출산 고령사회 기본계획, 대한민국정부, 2010

- 제5차 환경보전 중장기 종합계획(2013~2017), 환경부, 2014
- 조진성 외 2인, 지속가능한 건축을 위한 초기 설계 단계에서의 Green BIM 적용 방안에 관한 연구, 대한건축학회 논문집 p.23, 2011
- 주택산업연구원, 저에너지 주택공급 활성화를 위한 제도개선 방안, 2015
- 차주영, 한옥 건축산업 현황과 시사점, 건축도시공간연구소 AURI BRIEF 제26호, 2010
- 한국과학기술기획평가원(KISTEP), KISTEP 통계브리프, 한국과학기술기획평가원 평가분석본부 조사분석실, 2016
- 한국과학기술기획평가원(KISTEP), 녹색도시의 부상과 녹색도시 R&D추진을 위한 제언, kistep R&D focus, 2009
- 한국리모델링협회, 리모델링 총설, 2013
- 한국소비자연맹 보도자료, 인테리어공사 관련 소비자피해 매년 증가, 2015
- 한국환경산업기술원, U-녹색환경 통합관리를 위한 그린패트론 기술동향, 2013
- 한양대학교 산학협력단, 기후변화 적응형 도시열환경 설계 및 관리시스템 기술 개발 기획, 2014
- CIBSE, Natural ventilation in non-domestic buildings, 2005
- CIRIA, C753 SUDS manual, 2015
- LOS, WELL BUILDING STANDARD®, 2015
- Low Impact Development: a design manual for urban areas, UACDC, 2010
- McGraw-Hill, World Green Building Trend, 2013
- WHO, The Right to Healthy Indoor Air, 2000
- 건축도시공간연구소(AURI) www.auri.re.kr
- 국가과학기술지식정보(NTIS) www.ntis.go.kr
- 국토교통과학기술진흥원(KAIA) www.kaia.re.kr
- 한국과학기술기획평가원(KISTEP) www.kistep.re.kr
- Austrian government, <https://www.yourhome.gov.au>
- Austrian sustainable building council, ÖGNB, Test version of the TQB tool, <https://www.oegnb.net/en/zertifikat.htm?typ=hs>
- Code for sustainable homes, https://en.wikipedia.org/wiki/Code_for_Sustainable_Homes
- Design centre for sustainability, <https://www.dcs.ubc.ca>
- Rural ZED, <http://www.zedfactory.com/zero-carbon-kit-house>
- The university of british columbia, <https://www.ubc.ca>

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통기술연구개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

주 의 사 항

1. 이 보고서는 국토교통부가 출연하고 국토교통과학기술진흥원이 위탁 시행한 국토교통기술연구개발사업의 최종보고서입니다.
2. 본 보고서의 내용을 발표할 때에는 반드시 국토교통부가 출연하고 국토교통과학기술진흥원이 위탁 시행한 국토교통기술연구개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.