제 출 문

국토교통부장관 귀하

이 보고서를 “공공청사건물의 에너지절약을 위한 설계 및 설비의 녹색화 방안 개발에 관한 연구“과제의 보고서로 제출합니다.

2015. 05. 11

주관연구기관명 : 건국대학교 산학협력단
주관연구책임자 : 김 용 식
연 구 원 : 현 은 미
〃 : 안 광 호
〃 : 최 명 철
〃 : 송 창 환
〃 : 최 순 영
〃 : 조 영 건
〃 : 황 기 영
협동연구기관명 : ㈜단우건축사사무소 도시연구소
협동연구책임자 : 김 용 민

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>12첨단도시
C09</td><td>해 당 단 계
연 구 기 간</td><td>2012.04.10.~
2015.02.09</td><td>단 계 구 분</td><td>3 / 3</td></tr>
<tr><td>연 구 사 업 명</td><td colspan="5">국토교통기술촉진연구사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 과 제 명</td><td>최 상 위
과 제 명</td><td colspan="4">공공청사건물의 에너지절약을 위한 설계 및 설비의 녹색화 방안 개발</td></tr>
<tr><td>단위과제명</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>연 구 책 임 자</td><td>김 용 식</td><td>총연구기간
참 여
연구원수</td><td>총 : 20명
내부 : 10명
외부 : 10명</td><td>총
연구비</td><td>정부: 499,500천원
기업: 175,000천원
계: 674,500천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소 속 부 서 명</td><td colspan="2">건국대학교 산학협력단</td><td>참여기업명</td><td colspan="2">㈜단우건축사사무소</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="3">상대국명 :</td><td colspan="2">상대국연구기관명 :</td></tr>
<tr><td colspan="4">요약</td><td>보고서면수</td><td>292</td></tr>
<tr><td colspan="6">○ 2020년 온실가스 배출량 대비 30%감축을 위한 저탄소 녹색성장의 정부정책 아래 건축당시 에너지관련 법규와 규제사항 등 적법절차에 의해 친환경건축물 우수등급을 획득한 공공청사가 에너지다소비건물로 언급되면서 현행 인증제도와 규제가 건물의 실질적인 에너지절약 효과의 절대적인 기준이 될 수 없음이 시사됨.
○ 녹색건축인증제(G-SEED)를 비롯하여 미국의 LEED2009, 영국의 BREEAM 2011, 호주의 Green Star를 비교.분석하여 국내 제도의 목적을 재구성하고, 평가 내용의 개선방안을 제시함. 또한, 녹색건축인증제도가 개선되더라도 근간이 되는 건축법규와 설계프로세스의 변화가 없이는 녹색건축물 실현이 어렵기 때문에 “공공청사 건물의 에너지절약을 위한 설계 및 설비의 녹색화”를 위해서는 건축법규 내의 에너지 관련 부분 즉 이산화탄소 감소, 에너지사용량 제한 등을 입법화하고 효율적인 녹색건축물을 만들 수 있도록 건축가가 초기부터 녹색건축계획에 참여할 수 있도록 인증을 위한 설계프로세스를 개정해야 함.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">색 인 어
(각 5개 이상)</td><td>한 글</td><td colspan="4">저탄소 녹색성장, 공공청사, 녹색건축인증, 에너지, 패시브디자인</td></tr>
<tr><td>영 어</td><td colspan="4">Green Growth, Government Office Building, G-SEED, Energy, Passive Design</td></tr>
</table>

요 약 문

Ⅰ. 제목

○ 공공청사 건물의 에너지절약을 위한 설계 및 설비의 녹색화 방안 개발

Ⅱ. 연구개발과제 개요

○ 2020년 온실가스 배출량 대비 30%감축을 위한 저탄소 녹색성장의 정부정책 아래 건축 당시 에너지관련 법규와 규제사항 등 적법절차에 의해 친환경건축물 우수등급을 획득한 공공청사가 에너지다소비건물로 판명되면서 현행 인증제도와 녹색건축 관련 법규 및 규제가 건물의 실질적인 에너지절약 효과의 절대적인 기준이 될 수 없음이 시사됨.

○ 현재 녹색건축인증제는 LEED가 근간이고 건축물에너지효율등급제도는 독일의 에너지 관련법을 근간으로 하여 국내 실정을 반영하지 못하고 있으며 에너지와 지속가능성(Sustainability)이 통합되어있지 않음.

○ 녹색건축인증제(G-SEED)를 비롯하여 미국 LEED 2009, 영국 BREEAM 2011, 호주 Green Star를 비교·분석하여 국내 제도의 불합리한 점을 분석·조사하여 보다 효율적인 제도의 정립을 모색하고 이의 실현을 위해 건축법규·인증프로세스의 개선방향을 제시함.

Ⅲ. 연구개발 수행내용 및 결과

○ LEED는 필수전제조건을 두어 각 분야별 필수조건을 만족시킬 수 있도록 하며, 영국은 Building Regulations에서 건물의 에너지 절감을 규제하고 있어 모든 건축물은 법규의 조건을 만족시켜야만 함. 또한 BREEAM은 하위등급(Pass, Good, Very Good)은 법규의 조건을 만족시킨다면 별도의 에너지 규제를 두지 않고 상위등급(Excellent, Outstanding)만 다시 에너지 절감 규제를 두어 평가하고 있음. Green star는 모든 항목에 필수 조건이 존재하지는 않지만 ‘에너지평가’ 항목에서만 4 star에 해당하는 이산화탄소 배출 기준치를 만족시키도록 되어 있음. 이를 통해, 국외에서는 에너지를 중심으로 지속가능성(Sustainability)을 평가하는 반면, 국내 녹색건축인증제는 지속가능성(Sustainability)과 에너지 중 어디에 중점을 두었는지 명확하지가 않음.

○ 「에너지 성능」평가 항목은 다른 제도들에 비해 평가 방법이 단편적이라 할 수 있음. EPI는 에너지절약계획서가 제시하는 기준을 평가하는 서면평가이며, 건축물에너지효율등급은 ECO2로 평가하고 있지만 프로그램 분석 방식이 LEED의 Energy Plus나 e-Quest와는 다름. 국내 공공건축물의 간헐적인 운전시간을 고려하지 못한 채 분석되기도 하며 부하계

산의 방법이 건물사용용도의 고려가 없이 인증획득을 위해 사용하는 프로그램으로서의 방법으로만 사용되고 있어 실질적인 에너지 평가를 얻기가 어려움.

○ LEED, BREEAM, Green Star는 각 분야별 전문가가 프로젝트 초기에서부터 참여하여 목표 등급을 설정하고 참여하는 프로세스를 갖는 반면, 국내 설계프로세스는 기한 내에 원하는 조건을 만족시키기 위해 건축가가 아닌 대행업체에서 친환경분석을 수행하며 프로세스 상 피드백이 불가능함. 또한 각 종 법규 및 기준 등을 만족시키기 위해 설계가 변경되는 경우도 발생함. 결국 건축가의 디자인으로 녹색건축을 실현시키는 것이 아니라 에너지 절약 아이템으로 인증을 획득하는 실정임.

○ 외국의 경우, 사례분석을 통해 보면 에너지효율시스템보다는 우선적으로 패시브디자인에서 시작함을 알 수 있음. 다양한 Mass Study를 통해 외피 부하를 분석하고, 일사 조절을 위해서는 차양을 의무적으로 사용하는 것이 아니라 건축 디자인 즉, 하나의 입면계획으로 부여함으로써 조화로운 건물 디자인이 됨과 동시에 에너지 절약적인 기능을 충실히 수행함.

Ⅳ. 최종 연구성과 및 적용실적

○ 국내 녹색건축 관련 인증제도 및 국외 인증제도(미국 LEED, 영국 BREEAM, 호주 Green Star) 및 국내외 에너지관련 건축법규, 국내외 인증제도 프로세스 등의 비교·분석을 통해 국내 인증제도의 평가방법과의 차이점 및 개선안에 대한 제안

Ⅴ. 연구목표 달성 및 효과

○ 국내 녹색건축인증제도의 개선 제안에 대한 보고서는 추후 녹색건축인증제 및 기타 녹색건축 관련 제도 개정 시 기초 자료로 효과적임. 단순한 녹색건축인증제의 개정에서 나아가 에너지관련 건축법규 및 인증프로세스의 개선을 제안함으로써 녹색건축인증제의 근본 목적을 효율적으로 달성할 수 있음

○ 녹색건축물을 설계하는 건축사무소는 인증에 수반되는 설비, 자재업체, 녹색건축인증 시뮬레이션, 인증 비용 등이 설계비에 포함하기 때문에 비용부담이 크며 설계프로세스 상 투자 대비 피드백 효과가 부족함. 이에 설계프로세스 개선으로 건축가가 처음부터 참여함으로써 부가적으로 들어가는 설계 비용을 절감할 수 있을 것임.

○ 건축설계부터 녹색건축이 고려되어야 하는 바, 건축의 패시브디자인 필요성이 중요해짐에 따라 건축가의 설계역량 확보가 가능함

Ⅵ. 연구성과 활용계획

본 연구는 국내외 녹색건축인증제를 비교·분석하여 국내 녹색건축인증제도의 목적을 분명히 하고 인증제도의 개정 방향에 대한 제안을 제시하였음. 국내 녹색건축인증제도의 개선 제안에 대한 보고서는 추후 녹색건축인증제 및 기타 녹색건축 관련 제도 개정 시 참고가 될 수 있는 자료로 활용이 가능함.

또한 현행 에너지절약계획서의 평가요소는 건축가의 패시브디자인에 따른 에너지절감 계획을 반영하기에 한정되어 있으므로 실질적인 효과를 나타낼 수 있도록 내용을 보완하는데 자료로 활용 가능함

SUMMARY

Ⅰ. Title

○ Greening measures development of design and equipment for energy saving in public buildings

Ⅱ. Objective and Necessity

○ In 2020, below the low-carbon green growth in government policy by reduction of greenhouse gas emissions by 30% by due process of construction, such as energy-related laws and regulations as a public building has received green building '2' rating to the energy consumption buildings the current regulation is imply that certification helps the absolute criterion not be of substantial energy savings in buildings.

○ Current reen building certification system is the LEED basis and due to building energy efficiency rating system is based on the German energy law, it does not reflect the national situation, energy and sustainability is not integrated too.

○ By comparison and analysis of the Green building certification system G-SEED, LEED 2009 of United States, BREEAM 2011 of UK, Green Star v2 of Australia - Reconstruct the object of the domestic law system, must present the improvement of the assessment.

Ⅲ. Scope and Contents

○ LEED in rating items put premise is a prerequisite and to meet the essential requirements of each area, BREEAM is all building regulations energy savings in buildings in the UK building regulations must satisfy the conditions of the law, the BREEAM lower grade (Pass, Good, Very Good) satisfies the conditions of the legislation does not separate energy regulation and evaluate the different eco-friendly, top Rated (Excellent, Outstanding) is again placed in an energy-saving regulations that assess and BREEAM. Green star requirement does not exist for all items' energy rating, that item is only so as to satisfy the criterion of carbon dioxide emissions equivalent to more than 4 star. Through this, while assessing the environmental friendliness as the energy-weighted in the oversea, domestic green building certification system is not clear whether the focus is on eco-friendly and energy.

○ Looking at the details related to energy, energy efficiency evaluation method for the largest portion is occupied by fragmented compared to other institutions. EPI is a documentary evaluation to assess on the basis of energy conservation plan and building energy efficiency rating is determined at the ECO2, but this method of analysis differs from the Energy Plus program or e-Quest of LEED. Domestic does not consider the intermittent operation time of a public building, without architectural approach to the method of calculating the load is simply being used only as a means for receiving the authentication. Therefore, effective energy assessment difficult.

○ LEED, BREEAM, Green Star has a process for setting goals ratings are experts in their field to join in from the start, and meeting proceeds. On the other hand, the case of public buildings, and the environment-friendly analysis in a different company and architects in order to satisfy the objectives of the conditions within the time limit in the design process, such as the current state of the design and turnkey. However, the feedback for this is not possible and also occurs when the design is changed to meet the various laws and standards. After all, as the architect of the design not to realize green building. The situation obtaining certification as an energy-saving items.

○ In case analysis of each country, rather than obtaining a green building certification system energy efficiency can be seen that first approached by passive design. Analyzes the envelope variation of the load over a wide range of mass and the building design is harmonious with the elevation plan without the awning is compulsory for solar control to fulfill the energy-saving features at the same time.

Ⅳ. Results

○ Through domestic green building certification system and international(LEED of USA, BREEAM of UK, Green Star of Australia) analysis suggest about the differences and improvements in the evaluation of the national certification system.

Ⅴ. Research Objectives and Effects

○ Report on the suggestions of domestic and international green building certification system is effective as a material of the future green building green building certification system and other related systems. The purpose and direction of the Green Building Certification and Energy Efficiency Rating Certification for sure, and available as a resource for planning the integration or linkages of the system.

○ Architectural Design Office to design a green building green building simulation is certified for authentication, etc. is included in the total cost of greater cost burden. On the other hand, the design process feedback effect on investment is low. Improvement of this design process, architects will be able to reduce the additional design costs involved from the beginning.

○ Because of Architectural Design from green building should be considered, the need for the design of the building is secured passive design is possible, depending on the capabilities of the architect becomes important.

Ⅵ. Utilization

This study is to analyze and compare the domestic and international green building certification system clearly the purpose of the national green building certification system and present a proposal for a revised direction of the certification system. Report on the suggestions of domestic and international green building certification system is available that can be utilized as a reference during the revision of future green building green building certification system and other related systems. Evaluation element of the current energy-saving plan because they are limited to reflect the energy-saving plan in accordance with the passive design of the architect can be utilized to supplement the data to indicate a substantial effect.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction ····· **20**

Section 1. Necessity and Objective of Study ····· 20
Section 2. Scope and Methods of Study ····· 25
Section 3. Technical developments in related fields ····· 28

Chapter 2. Contents and results of research and development ····· **41**

Section 1. Research carried out strategy and methodology ····· 41
Section 2. Green building certification system analysis, problem analysis through public buildings ····· 42
Section 3. Domestic and international green building certification system comparison ····· 69
Section 4. Development of G-SEED and design process guidelines ····· 162
Section 5. Proposals and conclusions ····· 212

Chapter 3. The final research results ····· **258**

Chapter 4. Achieve the research objectives and effects ····· **261**

Chapter 5. Utilization of research results and additional research need ····· **264**

References ····· 266

APPENDIX ····· 269

목 차

제 출 문 ····· 1

보고서 요약서 ····· 2

요 약 문 ····· 3

Summery ····· 6

1장. 연구개발과제 개요 ····· 20

1절. 연구개발의 목적 및 필요성 ····· 20
1. 연구개발 배경 및 필요성 ····· 20
2. 연구개발 최종목표 ····· 24

2절. 연구개발 정의 및 범위 ····· 25
1. 국내 공공청사 분석을 통한 녹색건축인증제 문제점 분석 ····· 25
2. 국내외 녹색건축인증제도 비교 분석 ····· 25
3. 국내 녹색건축인증제 및 설계심의제도 가이드라인 개발 ····· 26
4. 연구개발의 특징 ····· 27

3절. 관련 분야의 국내외 기술개발 현황 ····· 28
1. 국내외 시장 및 기술 현황 ····· 28
2. 정부정책 현황 ····· 31
3. 국내 연구 현황 ····· 34
4. 연구과제의 차별성 ····· 38

2장. 연구개발 수행 내용 및 결과 ····· 41

1절. 연구수행 전략 및 방법론 ····· 41

2절. 공공청사 분석을 통한 녹색건축인증제 문제점 분석 ····· 42
1. 녹색건축 개념 재정립 ····· 43
2. 국내 공공청사 사례 분석을 통한 인증제도 문제점 도출 ····· 47
3. 녹색건축의 디자인 기법 등 건축적 접근 ····· 64

3절. 국내외 녹색건축인증제도 비교 분석 ····· 69
1. 국내 녹색건축인증제도 분석 ····· 70

2. LEED ·····97
3. BREEAM ·····111
4. GREEN STAR ·····139

4절. 국내 녹색건축인증제도 및 설계심의제도 개선안 ·····162
1. 국내외 인증제도 분석 결과 ·····163
2. 녹색건축인증에서의 에너지 분석 프로그램 평가 ·····175
3. 세종시정부종합청사 분석 ·····191
4. 인증제도와 설계프로세스 개정 ·····205

5절. 연구 수행 결과 및 제안 ·····212

3장. 최종 연구성과 및 적용실적 ·····258

1절. 핵심요소기술의 개념 ·····258

2절. 주요 연구 성과 ·····259
1. 학술적 성과 ·····259
2. 연구개발 홍보성과 ·····259
3. 인력지원성과 ·····260
4. 정책제안 ·····260

4장. 연구목표달성 및 효과 ·····261

1절. 연구개발 최종 목표 달성도 ·····261

2절. 연구개발 성과의 효과 ·····262
1. 정책적 효과 ·····262
2. 경제적 효과 ·····262
3. 기술적 효과 ·····263

5장. 연구성과의 활용 및 추가연구 필요성 ·····264

1절. 연구성과 활용방안 ·····264

2절. 추가 연구 필요성 ·····265

참고문헌 ·····266

[부 록] ·····269

<표 목차>

표 1. 대형공공청사의 건물에너지효율 ····21
표 2. 국내 녹색기술 관련 보유기술 또는 특허 현황 ····30
표 3. 국가별 특허 출원 건수 ····30
표 4. 공공청사 관련 지침 사항 ····32
표 5. 국외 녹색건축 관련 정책 방향 및 내용 ····33
표 6. 공공건축물 관련 국외 정책 ····34
표 7. 녹색건축인증 관련 연구 논문 ····35
표 8. 녹색건축 관련 연구과제 동향 ····35
표 9. 녹색건축 관련 국가 연구 과제 ····37
표 10. '14년 1차 녹색건축물 기본계획 추진 과제 ····38
표 11. 연구수행과정 ····41
표 12. 1차년도 연구목표 및 내용 ····42
표 13. 국내 녹색건축 관련법의 정의에 따른 키워드 ····44
표 14. 각 국 인증제도의 목표 ····45
표 15. 대형공공청사의 건물에너지효율 ····47
표 16. 창면적비에 따른 부하 변화 : 성남시청사 ····51
표 17. 창면적비에 따른 부하 변화 : 용산구종합행정타운 ····51
표 18. 창면적비에 따른 부하 변화 : 용인시청사 ····52
표 19. 아트리움 열 환경 분석 조건 ····53
표 20. 아트리움과 난방부하와의 관계 ····56
표 21. 아트리움과 냉방부하와의 관계 ····56
표 22. 공공청사 분석을 통한 소결 ····63
표 23. 2차년도 연구목표 및 내용 ····69
표 24. 건축물에너지효율등급인증제도 연혁 ····79
표 25. 건축물에너지효율등급 개정 전(좌), 후(우) 비교 ····79
표 26. 공공건축물 에너지소요량 평가서 내용(바닥면적 3천㎡ 이상 업무시설에 한하여 작성) ··80
표 27. ECO2 주요 입력내용 ····80
표 28. 신재생에너지의 공급의무 비율 ····82
표 29. 녹색건축인증제 개정 연혁 ····84
표 30. 친환경건축물인증제도 주요 내용 ····85
표 31. 녹색건축인증제도 주요 내용 ····85
표 32. 친환경건축물인증제도와 녹색건축인증제도 비교 ····86
표 33. 친환경건축물인증제도와 녹색건축인증제도 평가부문 비교 ····86
표 34. 녹색건축인증관련 인센티브 ····89
표 35. G-SEED 유지관리 및 재인증 제안 ····96
표 36. LEED V2.2와 2009의 평가항목별 배점 비교 ····97
표 37. LEED V2.2와 2009의 등급별 점수 비교 ····97
표 38. LEED 2009의 구성 ····98
표 39. LEED 주요 내용 ····98
표 40. Sustainable Sites 평가 내용 ····99

표 41. Water Efficiency 평가 내용 ·····99
표 42. Energy and Atmosphere 평가내용 ·····99
표 43. LEED 2009 에너지평가 점수 ·····100
표 44. Materials and Resources 평가 내용 ·····101
표 45. Indoor Environmental Quality 평가 내용 ·····101
표 46. Innovation & Design Process 및 Regional Priority 평가 내용 ·····102
표 47. Green Buildings Act Composition System ·····112
표 48. Building Regulations : Approved Documents(Part 4~7) ·····113
표 49. BREEAM 개정 연혁 ·····115
표 50. BREEAM 2008과 2011의 Scheme 비교 ·····115
표 51. BREEAM 2008과 BREEAM 2011 평가항목 및 점수 ·····116
표 52. BREEAM 평가항목 ·····117
표 53. BREEAM 주요 내용 ·····118
표 54. 영국 녹색건축 관련 기관 방문 및 전문가 회의 ·····120
표 55. 7 More London 층별 기류 흐름 ·····123
표 56. GREEN STAR 개정 연혁 ·····139
표 57. Green Star 평가항목 ·····139
표 58. Green Star 주요 내용 ·····141
표 59. NABERS 평가 항목 ·····142
표 60. NABERS의 업무용 건축물 평가 범위 ·····143
표 61. Green Star와 NABERS 비교 ·····144
표 62. 호주 녹색건축 관련 기관 방문 및 전문가 회의 ·····145
표 63. 3차년도 연구 목표 및 내용 ·····162
표 64. 국내외 인증제도 일반사항 비교 ·····163
표 65. 국내외 인증제도 평가항목 비교 ·····164
표 66. 국내외 인증제도 평가항목 비교(국가 추가) ·····165
표 67. 국내외 인증제도의 유사항목 요약 ·····166
표 68. 세종시정부종합청사 개요 ·····191
표 69. 세종시정부종합청사 기본계획 ·····191
표 70. 패시브디자인분야에 따른 계획요소 분류 ·····198
표 71. 공공청사 설계지침 ·····199
표 72. 연구 계획 ·····200
표 73. 녹색건축 관련 법규에서의 녹색건축에 관한 정의 ·····212
표 74. 국외 녹색건축운영기관 및 인증제도 정의 ·····213
표 75. 에너지성능지표검토서(EPI)의 신재생에너지부문 ·····213
표 76. 신재생에너지이용건축물인증제도의 신재생에너지의무사용 비율계획 ·····214
표 77. 미국과 영국의 녹색건축전문가 및 에너지평가사 ·····221
표 78. 미국 ASHRAE BEMP 자격 조건 ·····222
표 79. 국내 에너지평가사 개요 ·····223
표 80. 에너지성능지표검토서(EPI) ·····233
표 81. 국내외 녹색건축 관련 법규 비교 ·····240
표 82. G-SEED와 LEED의 에너지 분석 프로그램 비교 ·····241

표 83. 연구 진행과정 ·····261
표 84. 연구 목표에 따른 달성 내용 ·····262

<그림 목차>

그림 1. 국내 녹색건축 관련 법규 내 정의 ·····22
그림 2. 연구의 개요 ·····23
그림 3. 연구개발 흐름도 ·····27
그림 4. 국내 녹색건축물 시장 예측 ·····28
그림 5. 세계 건축시장 규모 ·····29
그림 6. Percentage of Firms with more than 60% Work Green ·····29
그림 7. 미국 녹색빌딩 시장 규모 ·····29
그림 8. 1차 녹색건축물 기본계획 수립 ·····31
그림 9. 녹색건축인증제도 관련 논문 건수 ·····34
그림 10. 기존 연구의 특성 ·····39
그림 11. 본 연구의 차별성 및 우수성 ·····40
그림 12. 각 국 인증제도에서 바라보는 녹색건축 개념 ·····46
그림 13. 창면적비에 따른 부하 변화 그래프 : 성남시청사 ·····51
그림 14. 창면적비에 따른 부하 변화 그래프 : 용산구종합행정타운 ·····51
그림 15. 창면적비에 따른 부하 변화 그래프 : 용인시청사 ·····52
그림 16. 금천구청 아트리움 온도분포 : 여름(좌), 겨울(우) ·····53
그림 17. 성남시청사 아트리움 온도분포 : 여름 ·····53
그림 18. 성남시청사 아트리움 온도분포 : 겨울 ·····54
그림 19. 성남시청사 아트리움 고온현상의 원리 ·····54
그림 20. 용산구종합행정타운 아트리움 온도분포 : 여름(좌), 겨울(우) ·····55
그림 21. 용인시청사 아트리움 온도분포 : 여름(좌), 겨울(우) ·····55
그림 22. 금천구청 남북 일사량 ·····56
그림 23. 금천구청 일사유무에 따른 난방부하 비교 : 북측(좌), 남측(우) ·····57
그림 24. 금천구청 일사로 인한 남북 냉방부하 비교 ·····57
그림 25. 금천구청 여름철 실내온도 ·····57
그림 26. 성남시청사 남북 일사량 ·····58
그림 27. 성남시청사 일사유무에 따른 난방부하 비교 : 북측(좌), 남측(우) ·····58
그림 28. 성남시청사 여름철 남북 실내온도 및 냉방부하 분석 ·····58
그림 29. 용산구종합행정타운 남북 일사량 ·····59
그림 30. 용산구종합행정타운 일사유무에 따른 난방부하 비교 ·····59
그림 31. 용산구종합행정타운 기준층 냉방 부하 ·····60
그림 32. 용인시청사 일사유무에 따른 북측 난방부하 ·····60
그림 33. 용인시청사 일사유무에 따른 남측 난방부하 ·····60
그림 34. 용인시청사 일사로 인한 남북측 냉방부하 비교 ·····61
그림 35. 금천구청 기준층 공조조닝 ·····61
그림 36. 성남시청사 기준층 공조조닝 ·····62
그림 37. 용산구종합행정타운 4층 공조조닝 ·····62
그림 38. 용산구종합행정타운 8층 공조조닝 ·····62
그림 39. 용인시청 기준층 공조덕트 평면도 ·····62
그림 40. 국내 녹색건축 관련 제도 ·····77

그림 41. 국내 인증제도의 운영 부처 ····78
그림 42. 공공건축물에 적용되는 에너지 기준 ····79
그림 43. 남북 평면 조닝으로 인한 일사량과 부하의 차이 ····81
그림 44. 성남시청사 기준층 공조조닝 ····81
그림 45. 성남시청사 단면 ····81
그림 46. 아트리움 온도분포(여름) ····81
그림 47. 아트리움 온도분포(겨울) ····81
그림 48. LH공사 아트리움 ····82
그림 49. 영국의 건물 에너지 계획 ····83
그림 50. 업무용 건축물의 평균 점수표(제공 : 해안종합건축사사무소) ····92
그림 51. 녹색건축인증제 인증 현황 ····95
그림 52. LEED NC 항목별 점수 분포 ····97
그림 53. Genzyme Center 주요 친환경 요소 ····105
그림 54. Genzyme Center : 아트리움을 통한 자연채광 유입 ····105
그림 55. 자연채광을 이용한 광합성 유도 ····105
그림 56. Bank of America의 Mass Study : Case 1 ····109
그림 57. Bank of America의 Mass Study : Case 2 ····110
그림 58. Bank of America의 Mass Study : Case 3 ····110
그림 59. Building Regulations & CO2 Emissions in UK ····111
그림 60. BER and TER of BREEAM ····114
그림 61. Benchmarking System ····114
그림 62. BREEAM의 Minimum Standard ····118
그림 63. Assessment Process ····119
그림 64. 7 More London BREEAM 점수 ····122
그림 65. 7 More London 기류 흐름 비교(건축 전(왼쪽), 후(오른쪽)) ····122
그림 66. 7 More London 루버 설치 전 일조 분석 ····125
그림 67. 7 More London 루버 설치 후 일조 분석 ····126
그림 68. 7 More London 루버 설치 전(위), 후(아래) 실내 일조 분석 ····126
그림 69. LSE New Students' Centre 인증점수 ····127
그림 70. Perforated Brick ····128
그림 71. Timber-framed glazing ····128
그림 72. perforated brick와 일반 유리의 자연채광 비교분석(여름) ····129
그림 73. perforated brick와 일반 유리의 자연채광 비교분석(겨울) ····129
그림 74. One Angel Square BREEAM 인증 점수 ····130
그림 75. 4m/s 서풍이 불 때 건물 주변 기류 ····133
그림 76. 4m/s 남서풍이 불 때 건물 주변 기류 ····133
그림 77. 4m/s 남풍이 불 때 건물 주변 기류 ····133
그림 78. Atrium Exhaust(Facade Supply) ····134
그림 79. Facade Exhaust(Atrium Supply) ····134
그림 80. Atrium Exhaust(Core Supply) ····134
그림 81. Facade Exhaust(Core Supply) ····134
그림 82. Houghton Primary Care Centre BREEAM 인증 점수 ····135

그림 83. NABERS 평가 등급 ·····143
그림 84. Pixel Building BREEAM 인증 점수(좌), LEED 인증 점수(우) ·····146
그림 85. 1 Bligh ST Green Star 인증 점수 ·····150
그림 86. 1 Bligh ST 사계절 일조분석(왼쪽 첫 번째 그림부터 시계방향으로) ·····152
그림 87. 1 Bligh ST 사계절 일영분석(왼쪽 첫 번째 그림부터 시계방향) ·····152
그림 88. 1 Bligh ST의 이중외피 ·····155
그림 89. RMIT 입면계획 및 내부에서의 모습 ·····157
그림 90. 외부패널이 있는 경우(좌), 없는 경우(우) ·····158
그림 91. 여름철 외부패널이 있는 경우(위), 없는 경우(아래) ·····158
그림 92. 겨울철 외부 패널이 있는 경우(위), 없는 경우(아래) ·····159
그림 93. SA Water HQ Tenancy Green Star 인증 점수 ·····160
그림 94. 녹색건축인증의 에너지 성능 평가 ·····175
그림 95. 프로그램 평가항목 구성(ECO2-OD) ·····176
그림 96. ECO2-OD 일반사항 ·····177
그림 97. 기상데이터입력(*.epw) ·····177
그림 98. 지역조건 입력 ·····177
그림 99. ECO2-OD(건축부문) ·····178
그림 100. ECO2-OD(형별성능관계내역) ·····178
그림 101. 서브프로그램에 의한 건축물의 구성 ·····179
그림 102. 외피구성(좌), 재료구성(우) ·····179
그림 103. ECO2-OD(난방기기) ·····180
그림 104. ECO2-OD(냉방기기) ·····181
그림 105. ECO2-OD(공조기기) ·····181
그림 106. 냉난방 기기 입력 ·····181
그림 107. 존별 조닝 ·····182
그림 108. 공조기기의 세부사항 ·····182
그림 109. 자연환기 조건 ·····182
그림 110. 실내 공기조건 ·····183
그림 111. ECO2-OD(전기설비부문) ·····184
그림 112. Electric Load ·····185
그림 113. Internal Gains ·····185
그림 114. 팬, 펌프 등의 다양한 전기기기 입력 ·····186
그림 115. ECO2의 신재생에너지 입력 ·····187
그림 116. Solar Collectors ·····188
그림 117. 지열 에너지 ·····188
그림 118. Energy Plus 사용스케줄 입력 ·····189
그림 119. Energy Plus 존별 조닝과 일사조건 입력 ·····190
그림 120. Energy Plus 물 사용량 산정 및 LCC 분석 ·····190
그림 121. 세종시정부종합청사 배치도 ·····192
그림 122. 세종시정부종합청사 입면도 ·····192
그림 123. 주요 건물의 방위별 입면계획 ·····193
그림 124. 세종시정부종합청사 차양시스템 ·····194

그림 125. 세종시정부종합청사 기류분석 : 여름 ·····195
그림 126. 세종시정부종합청사 기류분석 : 겨울 ·····196
그림 127. 단면에 따른 기류의 흐름(1) ·····196
그림 128. 단면에 따른 기류의 흐름(2) ·····197
그림 129. 교육부 열화상카메라 측정 남측(위), 북측(아래) ·····197
그림 130. 국토교통부 열화상카메라 측정 남측(위), 북측(아래) ·····198
그림 131. 건축물 패시브디자인 예시 ·····199
그림 132. 베를린 북유럽 대사관(1) ·····202
그림 133. 베를린 북유럽 대사관(2) ·····203
그림 134. 현상설계 및 턴키 과정 ·····205
그림 135. 녹색건축인증제 인증 시점 ·····206
그림 136. 녹색건축의 아이템 ·····206
그림 137. 영국 HOK의 설계프로세스 ·····208
그림 138. Revit Model을 통한 건물의 일조 분석(by H.O.K) ·····209
그림 139. Garden by the Bey의 Passive Design Simulation:일조분석(by Ateliten) ·····209
그림 140. Esplanade Theatre Passive Design Simulation:일조분석(by Ateliten) ·····210
그림 141. LEED Process(좌), BREEAM Process(우) ·····210
그림 142. 영국의 건물 에너지 계획* ·····214
그림 143. Masdar Headquarters 건축 개념도 ·····215
그림 144. BEDZED의 에너지절약계획 ·····216
그림 145. 기존 녹색건축인증 신청 시기 ·····217
그림 146. 녹색건축인증 절차(예비인증) ·····218
그림 147. 녹색건축인증 절차(본인증) ·····218
그림 148. LEED Process(좌), BREEAM Process(우) ·····219
그림 149. H.O.K의 건축설계프로세스 ·····220
그림 150. 건축계획요소 적용에 의한 이산화탄소 배출 효과 검토 ·····220
그림 151. BREEAM Aseessor 자격시험 과정 ·····222
그림 152. 녹색건축인증 프로세스 제안 ·····224
그림 153. 녹색건축계획 초기단계 고려 요소 ·····225
그림 154. 과도한 창 면적으로 인한 일사의 영향 ·····226
그림 155. Passive Solar를 고려한 건물 외피 디자인 계획 ·····226
그림 156. Massing and Orientation ·····227
그림 157. 성남시청사 아트리움 계획 ·····227
그림 158. 성남시청사 아트리움 온도 측정결과 ·····228
그림 159. 성남시청사 아트리움 열환경 시뮬레이션 결과 ·····228
그림 160. LH공사 아트리움 ·····228
그림 161. 아트리움 온도를 고려한 건축계획 ·····229
그림 162. 풍력계획 및 섬진강 토산 어류 생태관 BIPV ·····229
그림 163. 태양광 이용에 대한 건축계획단계에서의 검토(Marina Mall, H.O.K) ·····230
그림 164. 우수 및 중수 이용 계획 ·····230
그림 165. 독일국회의사당 ·····231
그림 166. 성남시청사 기준층 공조조닝 ·····236

그림 167. 용산구종합행정타운 8층 공조조닝 ·····236
그림 168. 용인시청 기준층 공조닥트 평면도 ·····236
그림 169. Building Regulations의 최소 에너지 성능 요구 사항 ·····237
그림 170. 에너지평가사에 대한 규정 ·····238
그림 171. Approvement Part L 기본 요구 사항 ·····239
그림 172. ECO2의 특성 ·····241
그림 173. 녹색건축과 건축환경 ·····242
그림 174. 토지주택연구원의 녹색건축인증제 평가항목 분석 연구 예시 ·····257
그림 175. 한국건축가협회 의견 ·····264

1장. 연구개발과제 개요

1절. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발 배경 및 필요성

• 친환경건축물인증제도(現 녹색건축물인증제)에서 우수등급을 획득한 공공청사의 에너지 비효율성으로 인해 현행 인증제도와 규제가 건물의 실질적인 에너지절약 효과의 절대적인 기준이 될 수 없음에 따라 인증제도의 문제점 분석 필요
• 녹색건축인증 및 건축물 설계프로세스 상 건축계획단계에서부터 녹색건축 디자인 창출이 어려워 프로세스 변화 필요
• 녹색건축 실현을 위해 국내외 녹색건축인증제도 비교·분석을 통해 녹색건축인증이 추구해야 하는 목표를 분명히 하고 「녹색건축인증 개선」을 제안하고자 함.

가. 건축물 온실가스 및 에너지 사용 감축을 위한 노력

○ 건물의 에너지사용량과 이산화탄소 배출 저감을 위하여 유럽에서는 '패시브 디자인(Passive Design)'을 제시하고 EPBD(Energy Performance of Building Directives)를 통해 유럽연합 국가들에 대하여 제로에너지 건축물 의무화를 추진하고 있음.

○ 국내에서는 2009년 기준으로 국내 온실가스 배출량의 약 25%를 건축부문이 차지하고 있으며 연 평균 증가율이 3.9%로 건축물의 에너지소비량은 지속적으로 증가할 것으로 예측됨. 정부는 2020년까지 건축물에서 배출되는 온실가스를 BAU대비 약 27% 감축하기로 하고 이를 위해 각종 계획 및 제도, 전략 등을 마련하고 있음.

○ 녹색건축물 활성화를 위하여 2002년부터 친환경건축물인증제도(現 녹색건축인증), 건축물에너지효율등급인증제도, 신재생에너지이용건축물인증제도[1] 등의 다양한 제도가 나타남. 이 후 2013년 녹색건축물조성지원법 시행에 따라 녹색건축 관련 인증제도의 근거법이 「건축법」에서 「녹색건축물조성지원법」으로 이관됨.

나. 공공건축물의 에너지 비효율성으로 인한 인증제도 실효성 제고

○ 2010년 2월 산업통상자원부(前 지식경제부)와 행정자치부(前 행정안전부)의 보도 자료에

1) 2015년 1월 28일 '신재생에너지개발.이용.보급촉진법' 일부 개정 법률에 따라 제 10조3호 신재생에너지이용건축물의 인증 및 사후관리 조항이 삭제되었음. 산업통상자원부 보도자료,

의하면 2005년 이후 지어진 대형공공청사의 1인당 에너지사용량이 이전에 지어진 공공청사보다 매우 높으며 특히, 2005~2008년에 신축된 15개 지자체 청사의 평균에너지 사용량이 전체 지자체 평균 에너지 사용량의 2배, 1인당 에너지 사용량의 1.5배인 것으로 조사됨.

○ 특히, 건축 당시 에너지관련 법규와 규제사항을 지키고 적법절차에 의해 허가를 받고 녹색건축인증제(前 친환경건축물인증제도)에서 우수등급을 획득한 성남시청사 및 많은 공공청사가 에너지다소비 건물로 언급되고 에너지 규제를 위하여 만들어진 건축물에너지효율등급에서도 4등급 또는 등외 판정을 받음으로써 현행 인증제도와 규제가 건물의 실질적인 에너지절약효과 및 절대적인 기준이 될 수 없음이 판명됨으로써 녹색건축인증제의 문제점 분석이 필요함.

표 1. 대형공공청사의 건물에너지효율

공공청사		녹색건축인증등급	에너지효율	
			건물등급 (개선결과)[2]	단위면적당 에너지사용량(kWh/㎡)
성남시청		우수등급 (2009.11)	등외→3등급	603.3
용산구종합 행정타운		최우수등급 (2010.7)	4등급→3등급	397
용인시청		우수등급 (2011.11)	등외→5등급	791.3
금천구청		우수등급 (2009.1)	등외→5등급	597

다. 녹색건축을 위한 녹색건축인증제의 개선 필요

○ 2012년까지 각종 녹색건축 관련 제도가 에너지부분에서 실효성이 없자 정부는「녹색건축물조성지원법」을 제정하여 건물의 에너지절약을 유도하고 녹색건축물 활성화를 위해 기존 친환경건축물인증제도와 주택성능등급인증을 통합하여 2013년 2월 22일 "녹색건축인증제"를 시행함.

2) 2010년 2월 시설 개선 권고 기준이 마련됨에 따라 2012년까지 조치하도록 시행하였음.

○ 그러나 제도의 목적이 [그림 1]과 같이 불분명함. “녹색건축물”은 에너지·신재생에너지, “녹색건축물조성”은 에너지+친환경, “녹색건축인증”은 지속가능, 자연친화에 가깝지만 영문 브랜드명(G-SEED, Green Standard for Energy & Environmental Design)의 의미와 상충되고 있음. **“친환경건축물인증”이 “녹색건축인증”으로 바뀌었을 뿐 정의와 목적은 그대로 적용되어 법의 정의 상 녹색건축인증과 친환경건축물인증이 동일하게 여겨짐. 이러한 이유로 각각의 제도 및 규제에서 정확히 추구하고자 하는 바를 알 수 없음.**

○ 또한 법이 새로 제정·시행되었음에도 불구하고 평가항목 및 방법이 기존 제도에서 변화된 것이 없어 제도의 실효성 문제는 여전히 남아있음. 이에 2020년 건물 온실가스 배출 27% 감축을 목표로 한 상황에서 인증제도의 목적 및 내용을 분명히 할 필요가 있음.



그림 1. 국내 녹색건축 관련 법규 내 정의

○ 또한 설계프로세스 상 건축계획단계부터 녹색건축 디자인 창출이 어려우며 녹색건축인증 획득을 위한 친환경요소기술 도입에 초점이 맞춰져 있어 설계프로세스의 변화가 필요함.

○ 따라서, 본 연구는 친환경요소기술 도입이 녹색건축이 된다는 그릇된 인식에서 벗어나 녹색건축인증이 추구해야 하는 목표와 인식을 분명히 하고 녹색건축 실현을 위해 국내외 녹색건축인증제도 비교·분석을 통해 「녹색건축인증제 개선」을 제안하고자 함.


연구의 필요성
현행 인증제도와 규제가 건물의 실질적인 에너지절약의 절대적인 기준이 될 수 없음에 녹색 건축인증제의 개선이 필요함
공공청사의 에너지비 효율성으로 인한 인증 제도 실효성 제고
· 공공청사는 실제운영현황을 고려해야 하지만 외국의 실내조건 및 운영상태를 적용함에 따라 국내에 맞는 여건으로 조정해야 함.
· 녹색건축인증제는 에너지기반 위에 재정립되어야 하며 설계프로세스 개선이 필요함
연 구 내 용
국내외 녹색건축인증제도 및 법규 비교 · 분석을 통한 국내 녹색건축인증제도 개선안 제시
설계시스템을 바탕으로 한 국내외 녹색건축인증제도 및 규제 분석을 통한 문제점 분석
– 녹색건축인증제(G-SEED)
– LEED
– BREEAM
– GREEN STAR
해외 녹색건축물 분석을 통한 시사점 도출
에너지다소비 공공청사 분석을 통한 국내 녹색건축인증제도 및 설계프로세스 문제점 도출
연구 결과 및 활용 방안
국내 녹색건축인증제도 및 설계심의제도 가이드라인
· 국내외 인증제도 분석을 통해 국내 인증제도 평가방법 개선에 대한 제안서
· 가이드라인 1건, 학술적성과 6건, 세미나홍보 2건, 언론보도 1건
정책적 활용방안
녹색건축인증제 및 관련 제도 개정 시 참고 자료로써 활용
업계 활용방안
국내외 녹색건축인증제도 항목에 대한 유사점, 차이점, 평가방법을 비교함으로써 녹색건축인증을 받기 위한 프로젝트과정에서 참고자료로써 활용

그림 2. 연구의 개요

2. 연구개발 최종목표

가. 최종목표

현재의 설계 프로세스(건축설계 인허가)와 건축법규(설비 및 에너지 관련 사항), 녹색건물인증제도(前 친환경건축물인증제도)로써는 건물사용에너지를 줄여 궁극적으로 온실가스를 감축하는 녹색건축물을 실현할 수 없음.

이에 본 연구과제는 국내 녹색건축 실현을 위해 **공공청사건물의 에너지 다소비 원인 분석**을 통해 녹색건축인증제의 문제점을 도출하고 ① 녹색건축물 정의의 재정립 ② 설계프로세스(건축설계인허가)절차의 개정 ③ 건축법규 중 설비 및 에너지 관련 사항 전면 추가 제안 ④ 녹색건물인증제를 개편하는 것을 제안하고자 한다. 더불어 국내외 인증사례의 건축계획요소를 통해 녹색건축 실현을 위한 **패시브디자인 필요성**을 제시함.

나. 최종목표의 성격 및 설정근거

구 분	주요 내용
성과물 내용	국내 녹색건축인증제도 및 설계심의제도 가이드라인
근거 기술	• 국내의 녹색건축분야는 기술적 측면에 치우쳐 있으며 녹색건축인증제도 및 법규의 규제 마련에 중점을 두었으나 이러한 노력에도 불구하고 규제를 적용받은 공공청사의 에너지 효율이 낮게 나타나는 등 제도의 효과가 미흡하다는 평가를 받고 있음. • 본격적인 녹색건축화 시기에 들어선 시점에서 요소기술에 치우친 규제가 아닌 통합적인 차원에서의 건축프로세스가 필요함.

2절. 연구개발 정의 및 범위

현재 녹색건축인증제는 LEED가 근간이고 건축물에너지효율등급인증제도는 독일의 에너지 관련법을 근간으로 하여 국내 실정을 반영하지 못하고 에너지와 지속가능성(Sustainability)가 통합되어 있지 않음. 이에 국내외 인증제도(G-SEED, LEED, BREEAM, Green Star)와 사례 연구를 통해 국내 녹색건축인증제의 개선방향을 제시함.

1. 국내 공공청사 분석을 통한 녹색건축인증제 문제점 분석

가. 주요 연구목표

녹색건축 개념 재정립과 친환경 규제를 적용받은 신축 공공청사 건물의 에너지 다소비 분석을 통한 녹색건축인증제 문제점 분석 - 통합적 녹색건축 측면에서

나. 연구개발 범위 및 수행방법

연 차	주요 연구내용	수행 방법
1차년도	국내 녹색건축의 개념 조사 및 연구	• 녹색건축개념에 관한 문헌조사 및 이론 연구
	녹색건축 관련 법규 및 제도 분석·평가	• 국내 녹색건축 관련 동향 조사 분석 • 국내 녹색건축인증제도, 법규, 제도 등 분석 • 국외(미국 LEED) 분석
	국내 신축 공공청사의 사례 분석	• 대상 공공청사의 에너지 효율 사례 조사 및 분석 – 대상 : 성남시청사, 용산구종합행정타운, 용인시청사, 금천구청 – 신축당시 적용되었던 친환경인증제도 및 법규 검토 – 건축계획 분석
	녹색건축 디자인 기법 연구	• 계획요소(배치, 평면, 외피)중심의 사례분석 및 디자인 기법 연구

2. 국내외 녹색건축인증제도 비교 분석

가. 주요 연구목표

국내 녹색건축인증제와 LEED, BREEAM, Green Star 비교·분석 및 각 국 녹색건축물 사례 분석을 통한 국내 공공청사의 녹색화 방안 도출

나. 연구개발 범위 및 수행방법

* 연차평가 결과 및 2013년 2월 녹색건축물조성지원법이 제정되는 등 국내 녹색건축 관련 분야의 환경변화에 따라 기존의 연구내용에서 녹색건축물조성지원법 분석 및 LEED를 포함한 영국 BREEAM, 호주 Green Star를 포함한 제도 분석이 필요하여 연구 내용이 변경됨.

연 차	주요 연구내용	수행 방법
2차년도	녹색건축관련 인증제도 분석*	• 녹색건축물조성지원법 제정 및 평가 실효성에 대한 분석 • 국내 제도와 영국(BREEAM), 호주(Green Star) 녹색건축제도 분석
	국외 설계심의제도 분석	• 국외 녹색인증 심의 방법 및 설계허가제도 분석
	국외 녹색건축물 답사 및 분석	• 미국 LEED 인증을 획득한 녹색건축 분석 • 영국 BREEAM 인증을 획득한 녹색건축 및 제도 운영 분석 • 호주 Green Star 인증을 획득한 녹색건축 분석 • 미국, 영국, 호주의 녹색건축 유지관리 분석
	국내 녹색건축 방안 도출 분석	• 국외 법규 및 프로세스 분석을 통한 국내 녹색건축 방안 도출을 위한 분석

3. 국내 녹색건축인증제 및 설계심의제도 가이드라인 개발

가. 주요 연구목표

국내 녹색건축인증제도 및 설계프로세스의 보완 및 개정방향 제안

나. 연구개발 범위 및 방법

연 차	주요 연구내용	수행 방법	비고
3차년도*	녹색인증제도의 개정 보완에 대한 분석·검토	• 국내 설계심의 허가제도의 보완에 대한 대안 제시 • 녹색인증제도의 개정 보완에 대한 대안 제시	
	국내 녹색화를 위한 설계지침 및 디자인 가이드**	• 국내 녹색건축화를 위해 패시브디자인 가이드라인의 내용 분석을 통한 보완 및 개정방향을 제시한 가이드 작성	p.191~257 참고
	기존 공공건물의 디자인 리모델링 제시	• 작성된 설계지침 및 디자인 가이드를 활용하여 기존 공공건물(세종시정부종합청사)의 외관 및 설비시스템(조명 등)을 보완·수정하는 리모델링 계획을 수행하고 시뮬레이션을 통한 검증과정을 거치도록 함	

* 사전점검회의 결과, 국내 공공청사의 녹색건축 실현을 위해 녹색건축에 대한 인식과 개념 재정립을 통해 녹색건축 관련 인증제도 및 국내외 설계프로세스 개선안을 제시함으로 설정함.

** 연구 계획은 국내외 녹색건축인증제의 효율화를 위한 것이었으나 연구 진행 중 녹색건축인증제가 개정된다하더라도 근간이 되는 건축법규와 설계프로세스의 변화가 없이는 녹색건축물 실현이 어렵다는 결과를 얻음. 녹색화를 위한 설계지침 및 디자인가이드의 단편적인 열거로는 기존과의 차별성이 없으며 녹색건축계획을 위해서는 설계프로세스에서부터 변화되어야 한다는 관점에서 접근하기로 함.

4. 연구개발의 특징

○ 본 연구는 건국대학교 산학협력단과 건축사무소인 (주)단우건축사사무소, (주)행림종합건축사사무소, (주)유선엔지니어링건축사사무소가 참여, 산·학의 전문성을 기반으로 한 협업을 통해 녹색건축인증제의 실효성을 분석하고 특히, 건축가 입장에서의 녹색건축인증제 문제점을 분석함.

○ 이론적 검토, 제도 분석, 국내외 사례분석을 통해 인증제도의 목표 실현을 위하여 건축디자인의 참여를 유도하고 초기투자가 큰 비효율적인 신재생에너지 및 설비시스템의 사용에 대한 인식을 제고하고자 함.

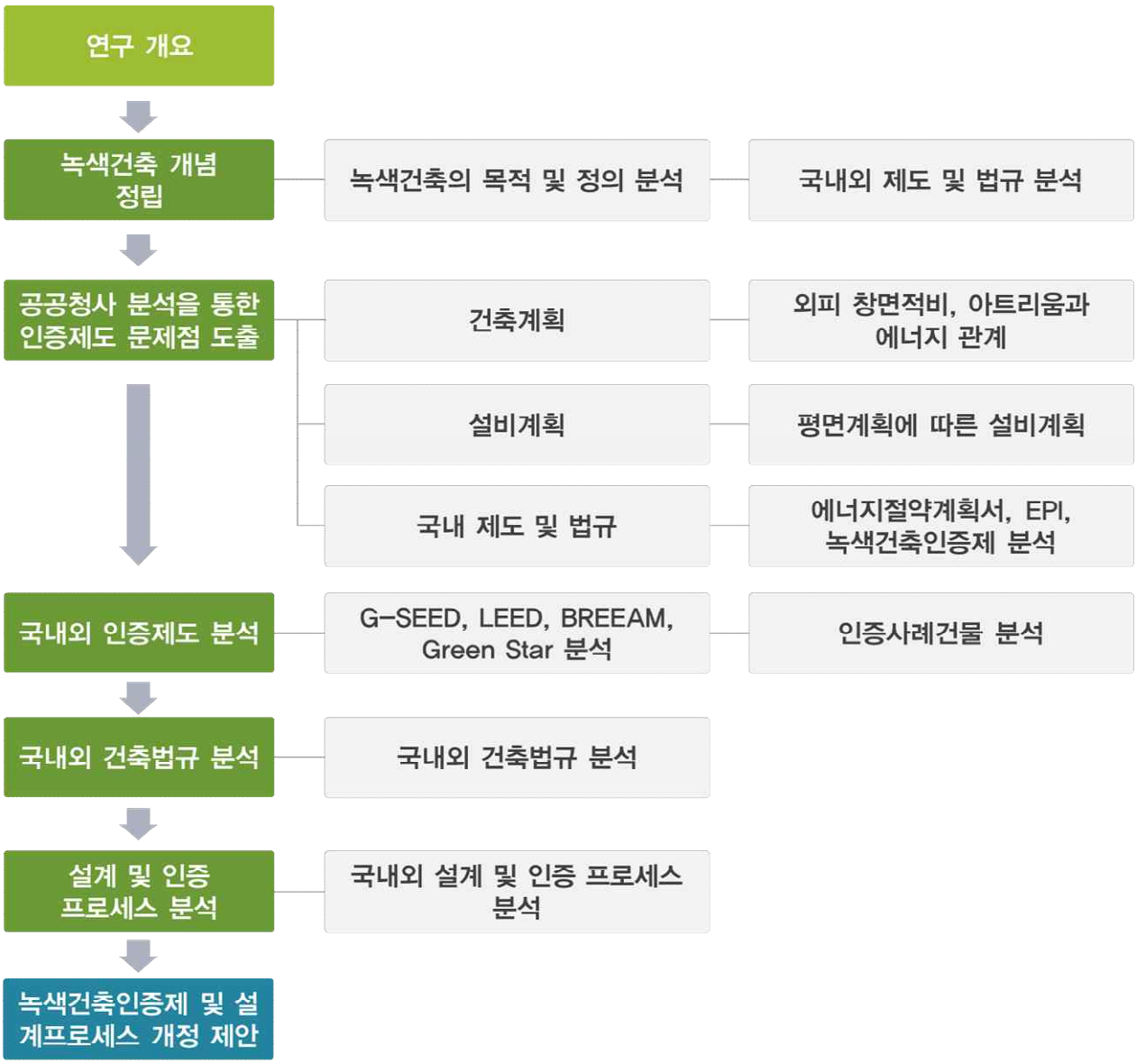


그림 3. 연구개발 흐름도

3절. 관련 분야의 국내외 기술개발 현황

1. 국내외 시장 및 기술 현황

가. 국내 시장 및 기술 현황

○ Global Green Building Trends, McGraw Hill Construction(2008)에 따르면 친환경 저에너지 건축 관련 기술은 기후변화협약 이행, 유가변동에 따른 그린빌딩, 그린 홈 보급 확대와 함께 2008년까지 전체 건설시장의 5% 비중에서 2012년 이후 16%~최대 60%까지 비중이 증가할 것으로 예상됨.
또한 올해 전 세계 녹색건축시장 규모는 1490억 달러로 전체 건축시장 규모의 48%를 차지할 것으로 예상되고 있음.[3)]

○ 국내 건설시장의 연평균 6.7% 성장이 전망되며 탄소배출권시장, 신재생에너지시장, 녹색건축물 시장을 중심으로 이루어져있으며 올해 25조원 규모로 성장할 것이라 예측됨. 국내 녹색건축시장은 2007년 약 5조원에서 2030년 130조 규모까지 성장이 예상되며 녹색건축 및 관련 녹색산업의 시장 확대와 고부가치화를 통하여 신고용 창출 및 경제 활성화에 기여할 것임.

○ 공공청사의 녹색건축화를 위해 신재생에너지, 자원순환 및 절약방안을 도입하여 청사의 상징성을 고려하여 녹색건축물의 시범공간으로 실시하고자 함. 이를 위해 탄소저감형 녹색건축 요소기술 개발 및 보급을 위하여 외단열공법, 고성능 창호, 자원순화, 기밀 및 환기 등 녹색건축물 필수 기술개발을 지원하고 이를 시범화하는 사업을 추진 중임.

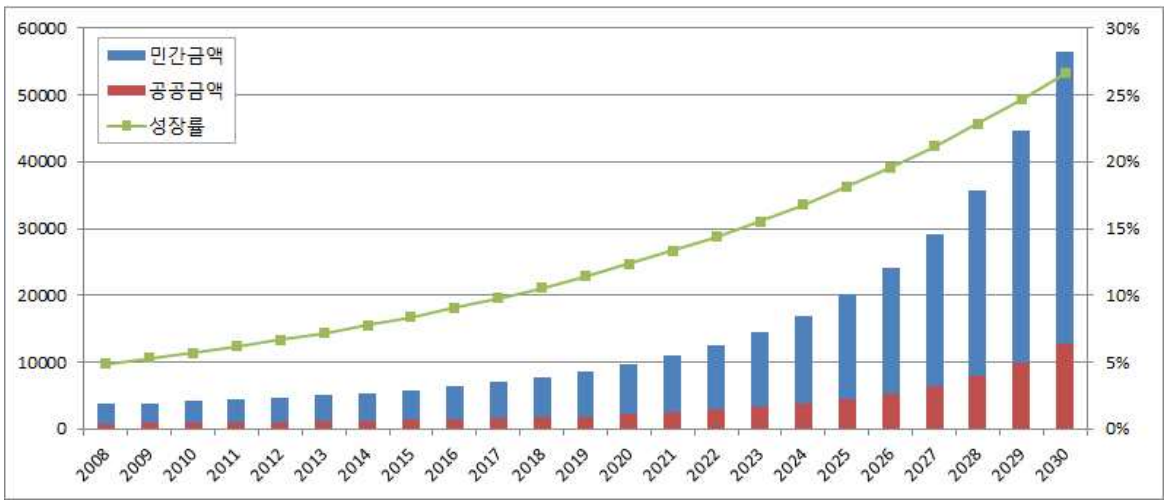


그림 4. 국내 녹색건축물 시장 예측

3) Green Market Size, McGraw-Hill Construction, 2010

나. 국외 시장 및 기술 현황

○ 2012년 녹색건축 시장은 녹색건축 관련 프로젝트가 전체 프로젝트의 38%를 차지하였고 2015년까지는 60%로 증가할 것이라 예상되고 있으며 일부 지역에 국한된 것이 아닌 전 세계적으로 확대되고 있는 상황임.

○ 현재 주요 선진국은 제로 에너지 건물을 2020~2030년 내에 보급하는 것을 경쟁적으로 추진하고 있음. 미국은 Building America 사업을 기반으로 시장 연계 제로에너지타운 보급을, 영국은 2016년부터 전체 주택을 제로에너지주택으로 보급하고 2019년에는 상업용 건물로까지 확대하고자 함.



그림 5. 세계 건축시장 규모

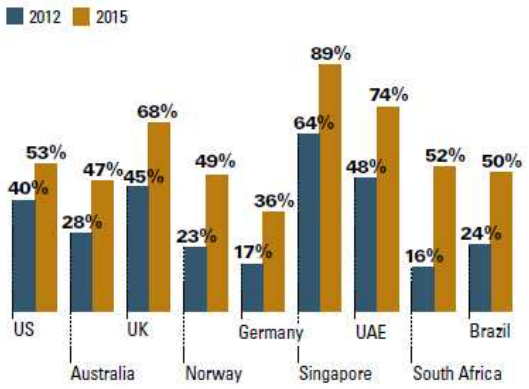


그림 6. Percentage of Firms with more than 60% Work Green

○ 2008년 미국 100대 녹색설계회사의 매출합계는 전년대비 63.9% 성장한 28.5억 달러, 녹색건설회사 매출도 전년대비 70.4% 증가한 387억 달러를 기록하였으며 녹색건설 실적 비중은 상업용 빌딩 25.6%, 교육시설 15.4%, 공공시설 12.1%로 다음은 미국 녹색빌딩 시장 규모를 나타냄.[4] 또한 상위 10위 녹색건설회사에서 발생하는 매출의 21~84%는 녹색건축에서 발생하여 전문성을 갖추어 급성장할 것으로 판단됨.

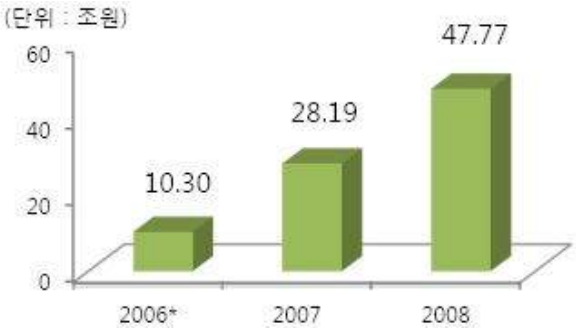


그림 7. 미국 녹색빌딩 시장 규모

4) ENA, Top 100 Green Contractors & Top 100 Design Firms(2007~2009)

다. 국내외 기술개발 수준

○ 국내의 녹색건축 관련 기술시장은 신재생에너지 관련이 주종을 이루고 있으며 그 다음으로 탄소절감, 첨단 그린주택도시, 그린 IT 등에 투자를 하고 있음. 건물부문 에너지 효율 향상 분야의 최고 기술선진국은 유럽이며, 이에 대한 국내의 현재 기술수준은 62%, 기술격차는 약 6.8년으로 추정되며 국내 그린에너지 기술 수준은 선진국 대비 50~88% 수준임.

표 2. 국내 녹색기술 관련 보유기술 또는 특허 현황

구분	세부기술	업체명	보유 기술/특허	비고
1	지속 가능한 건축물 실현을 위한 환경 성능 평가방법	한양대학교 산학협력단	1020070098517 (2007년)	설계단계의 중요성이 부각되지 못함
	환경적 지속성, 사회적 지속성 및 경제적 지속성에 따른 평가지표를 설정한 후 설정된 평가 지표의 중요도에 따라 차별된 가중치를 주어 건축물의 지속가능성을 객관적 점수화함으로써 해당건축물의 지속 가능성 정도를 판단할 수 있는 환경성능 평가 방법			
2	녹색건축물 전 생애 환경부하 평가 방법	한양대학교 산학협력단	1020070098524 (2007년)	전생애 기간 동안의 에너지소비 및 이산화탄소 배출량 산출을 통해 환경부하를 평가하지만 설계단계의 중요성이 부각되지 못함
	대상 건축물의 전생애 걸친 에너지소비량 및 이산화탄소 소비량을 평가하도록 연면적, 용적률, 건폐율, 건축면적, 건설시기 및 건설비용을 포함하는 건축물 특성에 따라 건축물을 분석하여 전생애 기간으로 구분하여 에너지 소비 원단위 및 이산화탄소 배출량 산출			
3	건물의 친환경 에너지 관리 시스템	㈜ 한미파슨스 건축사사무소	1020090047535 (2009년)	녹색건축 설계에 대한 방법보다 건물의 에너지 관리방법에 대한 내용
	건물 내의 에너지 소비기기 각각에서 소비되는 에너지를 검출하고 검출된 데이터를 이용하여 에너지를 효율적으로 관리하는 에너지관리시스템으로 검침부, 제어부, 데이터수집부, 에너지관리부로 구성됨			
4	친환경 에너지 관리 방법	㈜ 한미파슨스 건축사사무소	1020090008910 (2009년)	녹색건축 설계에 대한 방법보다 건물의 에너지 관리방법에 대한 내용
	에너지소비기기의 에너지 소비량을 원격 검침 및 자동 집계하고 이들 데이터를 관리 사이클을 통해 관리함으로써 건물의 최적 성능 유지 및 에너지절약이 가능한 에너지관리방법			

○ 전 세계적으로 건물에너지절약을 통한 이산화탄소 배출저감을 위한 핵심기술에 대한 연구가 진행 중이며 특히, 건축 시스템과 신재생에너지 등의 특허 기술이 증가하고 있음. 또한 녹색건축물 기술에 대한 국가별 특허건수는 미국이 1,137건으로 가장 많은 특허를 보유하고 있으며 일본, 유럽, 한국 순으로 선진국과 비교해 특허건수가 적은 수준임.

표 3. 국가별 특허 출원 건수

구분	유럽	일본	한국	미국	국제	합계
특허건수	98	381	41	1,137	438	2,095

○ 현재 국내의 녹색건축물관련 특허는 주로 제품 개발과 설비기기에 집중되고 있고 건물의 전체적인 에너지절약 방안보다는 설비기기를 통한 에너지절약에 치중되어 있음. 주로 업체에서 이루어지고 있는 제품과 설비기기 등의 개발과 신재생에너지에 관한 연 구는 신뢰성과 실효성이 미흡함.

2. 정부정책 현황

가. 국내 정부정책 현황

○ 최근 정부에서는 2020년까지 건물 부문에서 배출되는 온실가스를 배출전망치 대비 26.9% 감축하기로 1차 녹색건축물 기본계획을 수립하였으며, 이를 위해 신축 건축물의 에너지 기준 강화, 기존 건축물의 에너지 효율개선 촉진, 건축물 사용자의 에너지절약 유도, 녹색건축 기술개발 및 인프라 구축 등 4대 추진전략과 10개의 정책과제를 도출함.[5)]

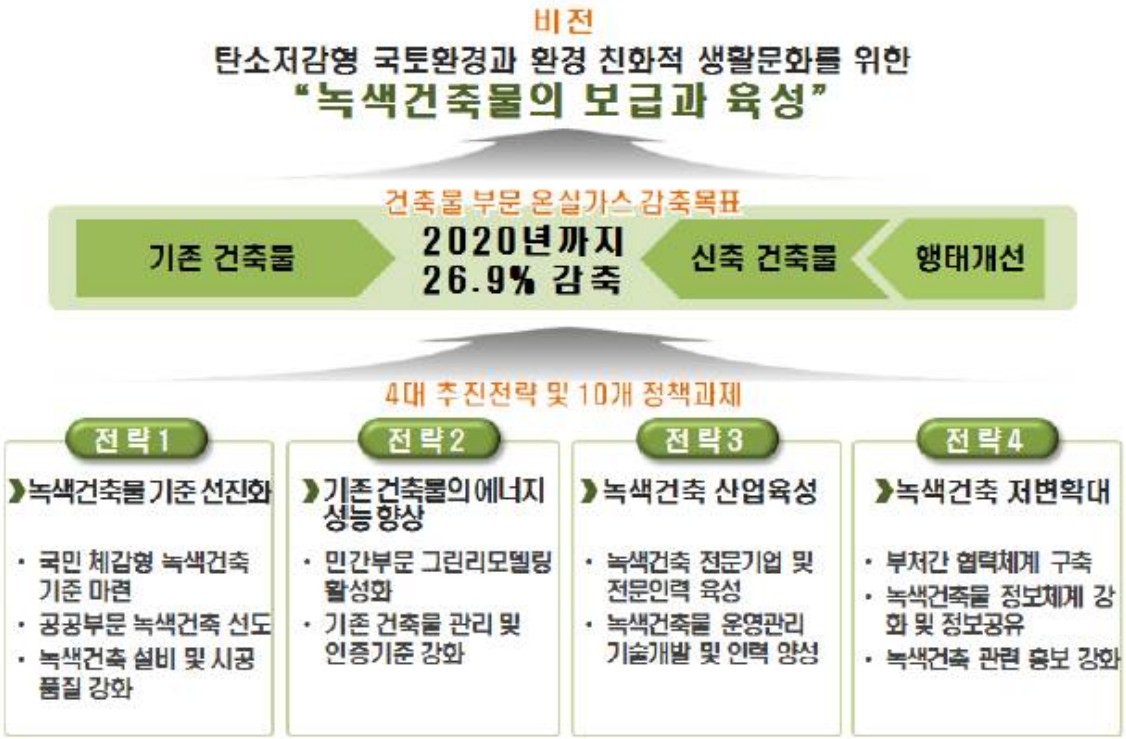


그림 8. 1차 녹색건축물 기본계획 수립

○ 또한 다양한 정책 및 규정을 통해서 건축물의 에너지 소비 및 온실가스 배출을 저감하고 있으며 특히, 공공건축물에 대하여는 민간 건축물보다 강화된 에너지관련 규정을 제시하고 있으며 그 내용은 다음과 같음.

5) 국토교통부 녹색건축과 201412.20 배포 보도자료

표 4. 공공청사 관련 지침 사항

지침 사항	관련 법령	주요 내용
공공기관 에너지이용 합리화추진지침	•에너지이용합리화법 제 8조 1항 •에너지이용합리화법 시행령 제15조	• 목적 : 국가, 지방자치단체 등 공공기관의 에너지의 효율적 이용과 온실가스 배출 저감을 위하여 공공기관이 추진해야 하는 사항을 규정함 • 기본방향: 공공기관부터 에너지절약을 선도하여 범국가적 절약 분위기 제고 및 에너지절약 및 이용효율 향상을 통한 예산 절감 • 주요내용 – 에너지절약계획서 제출, 건축물에너지효율 1등급 이상 취득 의무화 – 공공기관에서 연면적 10,000㎡ 이상 신축하는 경우 BEMS 구축하여 운영하도록 노력해야 함 –「고효율에너지기자재 보급촉진에 관한 규정」에 따라 고효율에너지기자재 인증제품 또는 에너지소비효율 1등급 제품을 우선 구매 – 사무기기 및 가전기기는 「대기전력저감프로그램 운용 규정」에 따라 에너지절약마크가 표시된 제품을 의무적으로 사용 – 난방설비 가동 시 평균 18℃이하, 냉방설비 가동 시 평균 28℃ 이상으로 실내온도를 유지해야 함. –종사자는 근무시간 중에 개인난방기를 사용해서는 안 됨.
혁신도시 공공기관 청사 에너지 절약 설계 가이드라인	공공기관 지방이전에 따른 혁신도시건설 및 지원에 관한 특별법	• 혁신도시 내 건축하는 공공청사 건축물에 대하여 에너지 부하 저감, 신재생에너지 활용 등 에너지 절약형 건축을 권장하기 위한 설계기준을 정함 • 주요내용 이전기관은 공공청사에 대하여 건축물에너지절약 설계기준에 따라 건축된 일반 건축물과 비교하여 에너지소요량을 50%저감할 수 있도록 하며 이를 이해 에너지성능 기준을 제시하여 반영하도록 함.
공공기관 신재생에너지 설치 의무화	•신에너지 및 재생에너지 개발.이용.보급촉진법 제12조 제2항 •동법 시행령 제 15조 제1항 •신재생에너지설비의 지원 등에 관한 기준 및 지침	• 목적 : 공공부문을 대상으로 선도적인 신재생에너지 설비투자 확대를 유도하여 초기시장 창출 및 시장 활성화 촉진 • 공공기관이 신.증.개축하는 건축 연면적 1,000㎡이상인 경우 예상에너지사용량의 12% 공급함. (연면적 3,000㎡이상, 총 건축공사비 5%이상에서 개정됨)
공공기관 에너지 목표관리제	공공기관 에너지이용 합리화추진 지침	• 목적 : 정부기관, 국공립대학 등 공공부문에 대해 매년 온실가스 감축 및 에너지절약에 대한 목표를 설정하고 이행실적을 관리 • 목표 : 매년 과거 2년 에너지사용량 대비 일정비율

		감축목표 설정(2010년 : 10%) • 2015년까지 기준배출량 대비 20%이상 감축되도록 하고 2016년부터는 국가 온실가스 배출전망 및 감축목표량 등을 검토하여 적정 수준의 감축목표를 재설정

나. 국외 정부정책 현황

표 5. 국외 녹색건축 관련 정책 방향 및 내용

국가	정책방향 및 핵심사항
유럽연합 	• EPBD(Energy Performance of Building Directive, 유럽 건축물 에너지절약 강령)을 통해 2009년부터 모든 유럽연합국가에서 의무 시행되고 있으며 내용이 다음과 같이 재구성됨. – 2015년까지 신축건물에 대한 에너지 향상방안을 제시할 것 – 2018년까지 공공기관의 신축건물은 제로에너지수준으로 의무화 – 2020년까지 모든 신축건축물은 제로에너지수준으로 의무화 – 500㎡ 이상의 공공기관 건축물은 에너지성능등급 인증서 게시 의무화 – 25%이상의 외피면적 또는 비용의 개보수시에는 최소에너지성능을 준수
독일 	• 2020년까지 EU의 탄소 저감 목표량인 BAU대비 30%를 상회하는 40$ 절감 목표 • 독일 연방 에너지청(DENA)에서 국가적인 수준의 혁신 프로젝트, 녹색건축물 조성 기술개발 및 활성화를 유도
영국 	• 2050년까지 80% 감축 목표 설정 • 2016년부터 건축물의 탄소제로화를 목표로 제로카본허브 TF팀 설립 • 각종 지침을 통해 수자원, 토양 등 건축물의 지속가능성 향상을 도모하며 일자리 창출, 사회·경제의 동반성장 측면에서 녹색건축물 조성 강조
미국 	• 2005년 대비 2020년 17% 감축 목표 설정 • 교토의정서 비준 탈퇴, 총량적 온실가스 감축량은 발표하지 않으며 에너지 사용량 감축보다는 고기능 건물화에 초점
호주 	• 2020에너지 계획을 통해 저소득층을 우선적으로 지원하는 국가사업으로서 녹색건축물 조성 추진 • 친환경 및 지속가능한 설계 및 건설지침 및 주택기술매뉴얼 마련, 탄소 저감형 주택 및 주거단지정책, Green Star 운영
일본 	• 1990년 대비 2020년까지 25%, 2050년까지 80% 감축 목표 설정 • 탈 온난화 2050프로젝트에서 공포 • 부처 간 연계 추진 및 전문가 Working Group운영으로 중장기적 대책 수립
중국 	• 제12차 에너지절감건축 절약 목표(2011~2015) 수립을 통해 2015년까지 2010년 대비 20% 감축 목표설정(건축물 에너지 소비 65% 감축) • 100개 이상의 대규모 '녹색건축 집중 시범지역' 을 운영, 중앙정부에서 보조금을 지급하여 지자체의 적극적인 참여 유도

○ 공공건축물 관련 정책[6)]

국외의 공공건축물에 대한 에너지 정책은 신재생에너지개발, 에너지효율 향상 프로젝트지원, 각국과의 에너지절감에 대한 협력 등 광범위하게 이루어지고 있음.

표 6. 공공건축물 관련 국외 정책

국가	내용
영국	공공건물에 대하여 '에너지 효율 법안 계획'과 '기후변화 프로그램'을 시행하고 공공건물 부문의 에너지절감 및 에너지효율성 향상에 대한 가이드라인을 발표함.
미국	DOE를 중심으로 2005년 개정된 에너지법안을 기초로 모든 공공건물에 대한 기준안이 마련되어 있음.
일본	공공건물 에너지정책의 토대가 에너지 보존 법안에 포함되어 있어 Top Runner Standard 프로그램, 에너지라벨 프로그램, 고효율 시스템 도입에 관한 개정법률, 에너지절약 지침서 제출 등의 기준안이 있음.

3. 국내 연구 현황

○ 녹색건축인증제도와 관련한 논문은 꾸준히 증가하고 있으며 2014년 기준 '친환경건축물인증, 녹색건축인증'으로 검색한 결과, 학위논문 3,876건, 학술지논문 335건, 연구보고서 33건이 등록되어 있음.[7)]

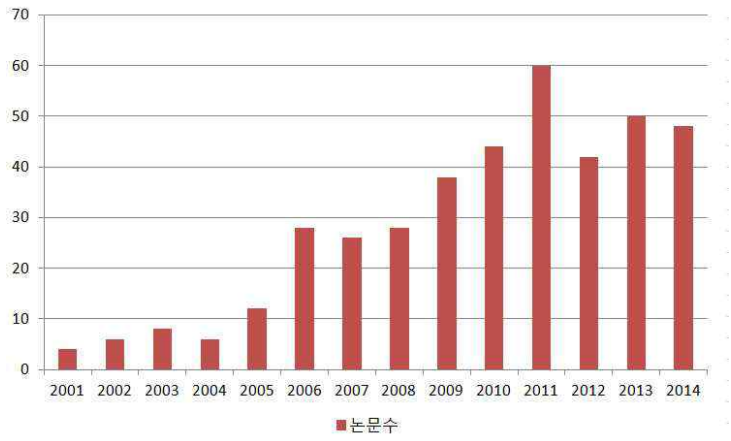


그림 9. 녹색건축인증제도 관련 논문 건수

○ 인증에 대한 연구가 본격적으로 시작된 2008년 이후를 기점으로 하여 연도별 연구논문 주제를 다음과 같이 정리할 수 있음. 인증제도와 관련한 논문은 국외 인증제도와의 비교를 통해 국내 인증제도의 개선방향을 제시하거나 사례분석, 또는 인증을 받은 건축물에 대한 선호도 및 만족도, 제도의 운영체계 및 방식에 대하여 언급됨.

6) 녹색건설기술(주), 공공부분 녹색건설 활성화를 위한 녹색 리모델링 기법 연구 최종보고서, 2011
7) 학술연구정보서비스(www.riss.kr)

표 7. 녹색건축인증 관련 연구 논문

기간	내용
2008	녹색건축인증제도의 유효기간 만료에 따른 사후관리 및 재인증 제도에 대한 분석에 대한 연구가 시작됨 – 국내 사후관리를 위한 별도의 심사기준이 없으며 실질적인 관리가 필요함
2009	• 2009년부터 학교시설의 인증이 의무화되면서 학교 인증건수가 증가함. 이에 학교시설 인증제도에 대한 문제점이 나타나면서 평가에 대한 보완 연구들이 주를 이룸. • 인증평가를 건물이 아닌 거주자 중심에서 생각하여 실내, 빛 환경 평가의 중요성이 언급되고 정량화되지 않은 평가기술 및 항목에 대한 기준 마련 및 방향성을 제시하는 연구가 이루어짐,
2010	녹색건축 관련 인증제도 중복성과 평가의 불합리성으로 인증제도들 간의 연관성을 LEED, BREEAM과 비교·분석하여 제도별 특징을 도출하는 연구가 수행됨.
2011	인증제도의 객관적인 평가와 함께 지역에 맞는 인증을 위한 평가기준의 다양성을 마련하고 특히, 국내 상황에 적합한 인증제도로 발전시키기 위한 연구가 이루어짐.
2012	인증제도 평가방법과 내용이 주를 이룬 기존 연구에서 제도의 운영방식, 심사방식, 지원방식 등 운영체계에 대한 구체적인 발전방향 연구가 진행되면서 평가항목보다 운영체계가 마련되어야 할 시점을 제시함.
2013	친환경녹색건축물인증제도가 녹색건축인증제로 개정되면서 도입단계에서 구축단계로 국제적 위상을 높이는 인증제도가 될 수 있는 기반을 마련한 연구가 수행됨.

○ DAMOA R&D 통계에 본 연구와 관련된 키워드인 **‘에너지’**, **‘녹색건축’**으로 연구동향을 검토한 결과, 검색한 결과, 다음의 연구들이 검색되었으며 **에너지 및 녹색건축에 관한 연구의 대부분이 녹색건축 활성화 및 에너지관리를 위한 시스템 구축에 초점이 맞춰져 있음.**

표 8. 녹색건축 관련 연구과제 동향

연도	연구과제	내용	비고
2003	에너지효율 향상을 위한 건축설비 최적 설계 및 관리 시스템 기술개발	건축설비시스템의 효율성을 제고하고 에너지를 절약할 수 있는 건축설비시스템의 최적 설계 표준모델 제시하고 이를 검증할 수 있는 소프트웨어 개발	건축을 제외하고 설비시스템에 초점이 맞춰져 있으며 실제 성능과 제품의 reliability를 고려해야 함. 실제 건축에 대한 제안이 미비함
2005	저에너지 친환경 공동주거 기술개발	저에너지 친환경 공동주거 기술에 관한 통합적이고 합리적인 연구주제를 도출하고 효율적으로 관리하고 지원할 수 있는 관리지원시스템 구축	저에너지친환경주거는 Passive house에 관한 것으로 주로 단열 및 기술적인 내용으로 이루어짐
2011~2013	녹색건축물 활성화를 위한 온실가스 배출량 평가 및 통합인증시스템 구축	– 건물부분 온실가스 상세 인벤토리 구축 – 건축물 에너지성능평가를 위한 기반자료 DB 구축 – 건물부문 에너지 및 온실가	건축물 에너지성능 평가를 위한 데이터베이스구축, 관리시스템 등은 거눔ㄹ 본인증 시, 운영단계에서의 에너지소비량 평가에 활용할 수 있음

		스 분석/관리 시스템 개발 – 녹색건축물 통합 인증제도 및 지원시스템 개발 – 친환경 건축자재 통합 시스템 개발	
2011~ 2014	건물에너지성능 평가모델 및 성능개선 프로세스 표준화 개발	국제표준규격 ISO에 부합되는 건물 에너지 성능평가를 위한 표준모델 구축, 건물 에너지성능 정량화 기법 개발	에너지성능평가는 본인증 심사에 적용 할 수 있음
2011~	시장수요기반 신축 녹색건축물 확산 연구	정부시책에 부합하는 보급형 녹색건축물 유형별 모델개발 및 이를 구현할 수 있는 설계/시공/운영 과정의 핵심역량 개발 – 녹색건축물 사업화 모델 개발 – 녹색건축물 실증 사업 – 건물 유형별 녹색건축물 프로토타입 개발 및 통합설계지침 개발 – 녹색건축물 품질확보를 위한 시공기술 개발 – 녹색건축물의 효율적 운영 및 관리기술 개발	– 실제 건축에 대한 실효성을 검토해야 하며, 녹색거축물의 관리기술 개발은 본인증 시 건물의 에너지소비량파악에 사용가능함. – 건물 초기단계부터 에너지절약을 위한 디자인 고려가 필요함
2011~	시장수요기반 기존 건축물 녹색화 확산 연구	기존 건축물 분야에서의 리노베이션 확산을 위한 정책, 제도, 금융 등의 지원책 등의 종합적 대책 마련 등 – 기존건축물 최적 패시브화 녹색기술 개발 – 기존건축물 녹색화 액티브 기술통합 시스템 개발 – 기존 건축물 녹색실증사업 및 모니터링 – 기존 건축물 녹색화 확산 전략 및 성능평가 시스템 개발	실제 건축에 대한 실효성을 검토해야 함.
2012	건축물 생애단계별 녹색건축지원시스템 개발 기획 연구	건축물의 전 생애 단계에서 녹색 건축물 활성화를 위한 건축자재, 기술, 시스템 및 정책개발 등의 관련 제반 기술을 기획하여 녹색 건축지원 통합 인프라 구축 및 시스템을 구현하기 위한 기술개발 연구 과제를	녹색건축지원을 위한 인프라 구축은 녹색건축의 계획단계에서부터 고려될 수 있어야 하며 이러한 지원시스템은 건축설계기준의 개정과 함께 이루어져야 함.

		도출하고 기존 기술 및 제도와의 연계활용 전략을 수립하며 더불어 새로운 기술 및 시스템을 개발하기 위한 추진전략을 마련함. 또한, 녹색건축지원시스템의 구체화 방안 및 보급 활성화 정책 전략을 수립.	
2013	녹색건축물 활성화를 위한 에너지성능 통합관리시스템 개발	총량적 에너지 절약을 위한 에너지절약 설계기준의 개정 및 제로에너지 건축물 설계 기준안 마련	에너지절약설계기준은 주로 단열, 열관류율, 고효율설비 등 요소기술적인 내용으로 건물의 Passive Design 고려가 부족함
2012	제로에너지 주택 실증단지 구축 및 최적화 모델 개발 기획.	국내 에너지 절약형 건축물이 실험용 시범주택 수준 에 머물고 있는 한계에서 벗어나 실제 주민이 거주하는 실증단지 조성 기획	제로에너지주택은 Passive House 개념으로 건축초기단계의 에너지절약을 위한 디자인에 대한 비중이 작음

○ **녹색건축 정책**과 관련한 연구들은 다음과 같이 정리할 수 있음.[8] 녹색건축물조성지원법 조성 당시 법 제정에 대한 기본 연구들이 많이 이루어졌으며, 주요 연구방법들은 문헌조사 및 국내외 법과 제도분석으로 이루어졌음.

표 9. 녹색건축 관련 국가 연구 과제

연구명	주요 연구내용
녹색건축물 활성화를 위한 제도 기반 구축 방안 연구	녹색건축물 조성 관련 정책동향 분석 해외 녹색건축물 관련 정책 시사점
녹색건축 조성 활성화 방안	녹색도시, 건축조성을 위한 법제 개선 방안 제시
건축물에너지목표관리제도 기반 조성을 위한 연구	업종별 표준 에너지 원단위 도출 및 에너지사용량 또는 온실가스 배출량 산정 지침서 등 각종관련 지침서 마련
서울형 저탄소 녹색성장을 위한 공공건축물 건설 방안 연구	서울시내 공공건축물 에너지사용량 분석 등을 통한 에너지절약방안 검토

○ 2014년 제1차 녹색건축물 기본계획에서는 주요정책과제를 발표하였으며 그 중 공공건축물, 인증제도와 관련하여 추진 중이거나 계획 중인 내용은 다음과 같음. 이 중 **녹색건축 인증 전문가 및 에너지평가사 제도는 미국, 영국의 에너지평가사 및 LEED, BREEAM 전문가와 유사한 것이지만 설계프로세스의 차이로 인해 제 역할이 가능한지 검토가 필요함.**

8) 녹색건축물 기본계획 수립을 위한 사례연구

표 10. 14년 1차 녹색건축물 기본계획 추진 과제

추진과제	내용
녹색건축 기준 선진화 : 공공건축 부문	
신축 공공건축물 에너지효율 1등급 의무화 대상 확대	의무대상 확대
공공건축물의 에너지효율 평가제도 도입	• 공공건축물 에너지 성능 진단 및 사용량 표시 의무화 • 공공건축물 에너지 성능 등급을 공공기관 평가와 연계
성능이 낮은 공공건축물에 대한 그린 리모델링 사업 추진	• 공공건축물 에너지 성능개선 기준마련 • 그린 리모델링 단계적 측면 • 에너지효율 1등급 및 그린 리모델링 추진 공공건축물 실내온도 규제 차등 적용
녹색건축물 보급을 위한 건축설계 발주제도 개선	• 온실가스 감축 및 에너지 사용 저감을 위한 설계발주 제도 개선 방안 연구 수행 • 설계공모 및 사업수행능력 평가기준에 녹색건축 관련 항목 추가 • 기술제안 입찰 방시의 설계안 평가기준에 녹색건축 관련 항목 추가 • 일괄입찰 시 제출하는 집행기본계획서항목에 녹색건축물 조성 방안 추가 • 설계발주방식에 온실가스 감축 및 에너지 사용 저감을 고려한 방식 도입
건물 운영관리 시스템 효율화 사업 지원	공공기관 에너지이용합리화 지침에 BEMS 도입 의무화
녹색건축 인력 육성	
건물에너지평가사 제도 강화	• 건물에너지평가사 자격을 국가자격으로 승격 • 건물에너지평가사 업무확대
녹색건축 인증 전문가 제도 신설	• 녹색건축물조성지원법에 관련 규정 신설 • 녹색건축 인증 전문가 참여 시 가점 부여 • 인증 업무 담당 인원 충원
녹색건축 확대	
범 부처 지원체계 구축으로 저비용, 고효율 정책 추진	녹색건축 정책 협력체계 구축
부처별 건물 에너지 성능 개선 사업 연계 추진	부처별 관련 사업 연계 추진

4. 연구과제의 차별성

○ **국내 녹색건축 및 에너지와 관련된 연구들의 특성을 요약하면 다음과 같음.**

- 근본적인 녹색건축의 개념 및 정의와 건축법규에서부터 근본적으로 에너지절약, 온실가스 감축을 고려하여 시작되어야 함에도 불구하고 원천적으로 이런 사항을 고려하지 않은 친환경인증제도의 피상적인 평가만을 추가하는 연구임.

- 또한, 에너지 및 녹색건축과 관련한 연구가 건축보다는 요소기술적인 시스템과 이를 관리하기 위한 통합시스템, 인벤토리 구축에 초점이 맞춰져 있는데 이러한 기술도 녹색건축활성화에 필요하지만 본 연구는 제도의 근간을 먼저 살펴본다는 점에서 유의미한 시사점이 도출될 수 있으며 국내 제도 개정 시 참고 활용가능성이 있음.

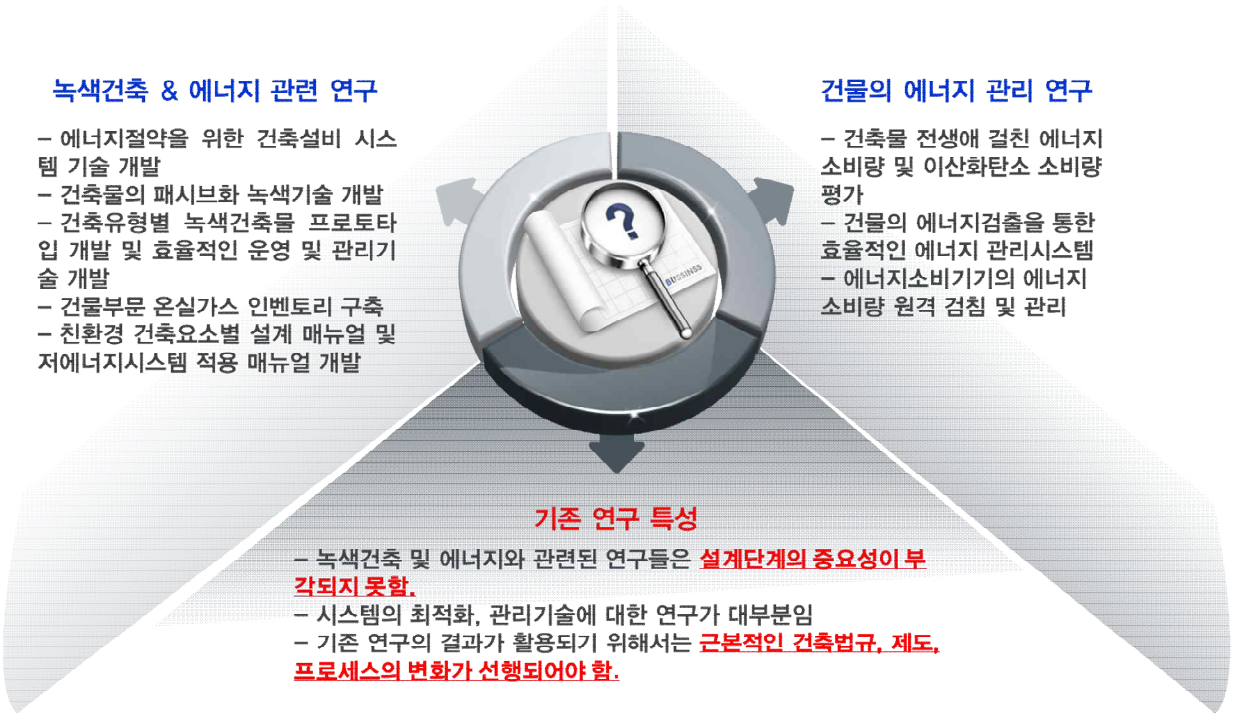


그림 10. 기존 연구의 특성

○ 환경성능평가에는 에너지 이외에도 건축의 타 부분이 포함되어 있고 이런 방법이 일본, 미국 등의 외국시스템을 반영함으로써 법과 제도가 다른 우리나라에는 실질적 도입이 어려움. 건물의 에너지절약은 국내 실정을 충분히 반영한 기술능력과 제도를 바탕으로 온실가스 감축에 초점을 맞추어 이루어져야 함.

○ **본 연구는 국내법규 및 인증제도의 본질적인 목적을 재정립하고 녹색건축인증이 담아야 하는 에너지와 지속가능성(Sustainability)를 국외 인증제도와 비교함으로써** 이에 따른 제도 개선방안을 모색하는 것임.

○ 공공청사의 설계지침은 에너지절약계획서, 에너지성능지표검토서, 녹색건축인증기준 요구사항을 만족하고 건축물 패시브디자인가이드라인을 활용하여 계획되고 있으나 녹색건축을 위해서는 녹색건축인증제 뿐 아니라 근간이 되는 건축법규, 지침 및 에너지성능지표검토서가 건물의 에너지사용량을 평가할 수 있어야 하며 녹색건축설계에 대한 접근과 이를 평가하는 인증절차가 서로 부합하여 인증시기 및 절차에서부터 녹색건축설계프로세스가 반영되어 진행되어야

함을 제안하며 이러한 프로세스는 이미 영국, 미국에서 중요시하는 부분으로 유의미한 시사점이 도출될 수 있음.

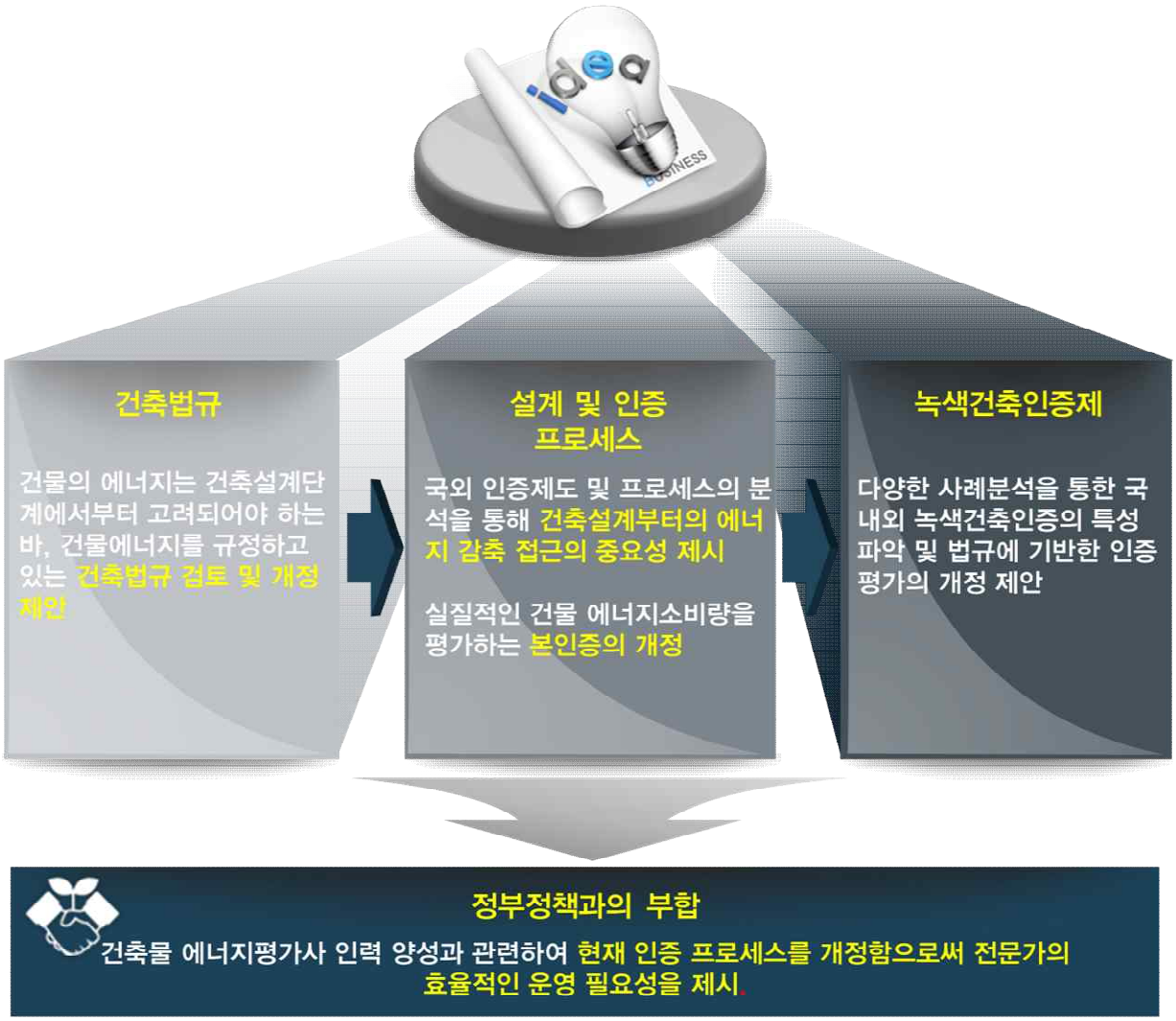


그림 11. 본 연구의 차별성 및 우수성

2장. 연구개발 수행 내용 및 결과

1절. 연구수행 전략 및 방법론

연구개발 추진전략 및 수행과정은 다음과 같음.

연구수행을 위해 건축설비·건물에너지 절약 분야의 연구실적 및 실무경험이 있는 건국대학교와 공공청사 건축설계 경험이 다분한 ㈜단우건축사사무소, (주)행림종합건축사사무소, (주)유선엔지니어링건축사사무소가 협업으로 산학협력체계를 구축함. 또한 설비와 건축이 참여하는 종합적인 연구 특성을 반영하여 3년간 실무진 및 전문가의 지속적인 협업을 진행함.

표 11. 연구수행과정

1차년도	2차년도	3차년도
녹색건축 개념 조사		
국내 녹색건축제도 관련 동향 조사	⇨ 녹색건축물조성지원법 분석	⇨ 건축법규, 녹색건축인증제도, 설계프로세스 개정보완에 대한 대안 제시
친환경건축물인증제도, LEED 분석	⇨ 녹색건축인증제, BREEAM, GREEN STAR 분석	⇨
국내 건축법규 분석	⇨ 국외 건축법규 분석	⇨
	녹색건축인증 심의방법 및 프로세스 분석	⇨
국내 신축공공청사 사례분석		
녹색건축디자인 기법 연구	⇨ 해외 녹색건축물 답사 및 분석	⇨ 국내 녹색화를 위해 건축가에 의한 패시브디자인 필요성 제안

2절. 공공청사 분석을 통한 녹색건축인증제 문제점 분석

표 12. 1차년도 연구목표 및 내용

	연구세부목표	주요연구내용	관련 연구 결과물
1차년도	녹색건축 개념 조사	• 각 종 법규 및 제도에서 정의하는 녹색건축 개념 조사 결과, 각 종 법과 제도는 건물의 온실가스 배출과 에너지 소비 절감을 위한 목적 실현을 위하여 만들어졌음. • 그러나 각 종 법과 제도의 정의를 살펴보면 의미가 일맥상통하지 못하고 정확히 추구하고자 하는 바를 알 수 없기에 “녹색건축”에 대한 정의와 목적을 하나로 통일하여 명시해 주어야 할 필요가 있음.	
	국내 녹색건축제도 관련 동향 조사 친환경건축물인증제도, LEED 분석	• 국내 녹색건축인증제도와 미국 LEED 비교	국내 학술게재 논문 1건
	국내 신축공공청사 사례분석	• 건축설계 : 외피 창면적비 및 아트리움 → TRNSYS를 이용한 건물 부하분석을 통해 입면계획에 의한 과도한 부하가 발생함을 파악 • 공조계획 : 평면계획을 고려하지 못한 건축설비 • 제도 및 법규 : 인증제도 및 EPI를 중심으로 건축법규 분석 → 법규에서 요구하는 EPI 점수는 만족하였으나 건물에너지절약에는 큰 역할을 하지 못함 • 공공건축물 및 공공청사의 설계는 현상설계 및 턴키로 진행이 됨. 보통 수행기간은 약 3개월 정도 소요되며, 그 중 약 2개월을 건축계획안 작성에, 약 3주를 보고서 작성에 소요함으로써 실제 시뮬레이션이 가능한 경우는 1~2주로써 피드백이 불가능함.	국내 학술게재 논문 1건 국내 학술발표 논문 1건
	녹색건축디자인 기법 연구	• 녹색건축을 위한 패시브 디자인 분석	

○ 국내 친환경건축물인증제도의 문제점 도출
○ 국내 건축법규(EPI)의 문제점 도출
○ 설비계획, 시스템 적용의 문제점 파악

1. 녹색건축 개념 재정립

가. 국내 녹색건축의 개념

현재 국내에서는 친환경건축과 녹색건축의 용어가 혼재되어 사용되고 있으며 그 이유는 다음과 같이 각 종 법규와 제도에서 원인을 찾을 수 있음.

1) (2002년) 친환경건축물인증제도(現 녹색건축인증)
2002년부터 시행된 친환경건축물인증제도는 제2조 2의 정의에서 “지속가능한 개발의 실현을 목표로 인간과 자연이 서로 친화하며 공생할 수 있도록 계획·설계되고 에너지와 자원 절약 등을 통하여 환경오염부하를 최소화함으로써 쾌적하고 건강한 거주환경을 실현한 건축물”이라고 정의하고 있음.

2) (2010년) 건축물에너지효율등급제도
- “건축물의 설계 및 시공단계에서부터 에너지 효율적 설계를 채택, 원천적으로 에너지를 저소비하는 에너지절약형 건물보급”을 목적으로 하며 녹색건축물조성지원법 제17조(건축물의 에너지효율등급 인증) ①에서 “에너지성능이 높은 건축물을 확대하고 건축물의 효과적인 에너지관리를 위하여 이를 시행한다.”라고 명시되어 있음.

- 여기서 에너지효율적설계란, 계획초기단계에서부터 건축가의 디자인부터 에너지절약계획이 되어 있어야 하나 외국과 달리 국내에서는 대부분의 건축 설계가 끝난 후 설비설계회사가 아닌 건축물에너지효율등급을 대행하는 업체에 의해 인증을 받음으로써 원래의 목적과는 다르게 시행되고 있음.

3) (2013 개정) 저탄소 녹색성장기본법
제54조(녹색건축물의 확대) ①에서 “에너지 이용 효율 및 **신·재생에너지의 사용 비율이 높고** 온실가스 배출을 최소화하는 건축물(이하 녹색건축물 이라 한다)”라고 명시되어 있음. 경제성이 떨어지는 **신재생에너지 사용만을 중점**으로 하고 있음을 알 수 있음.

4) (2013 개정) 녹색건축물조성지원법
- 제2조(정의)에서 “녹색건축물”이란 「저탄소 녹색성장 기본법」 제54조에 따른 “건축물과 환경에 미치는 영향을 최소화하고 동시에 쾌적한 거주환경을 제공하는 건축물”로 정의하고 있음.

- 제16조(녹색건축의 인증) ① “지속가능한 개발의 실현과 자원절약형이고 자연친화적인 건축물의 건축을 유도하기 위하여 녹색건축인증제를 시행한다.”라고 명시되어 있어 기존의 정의와 동일함.

- 녹색건축인증제의 국제경쟁력을 위한 영문 브랜드명 G-SEED는 Green Standard for Energy and Environmental Design으로 영어용어의 정의와 국문명 목적과 상충되고 있음.

표 13. 국내 녹색건축 관련법의 정의에 따른 키워드

법 / 제도	정의 및 목적에 따른 키워드
저탄소녹색성장기본법	에너지, 신재생에너지, 온실가스 배출 최소화
녹색건축물조성지원법	환경 영향 최소화, 쾌적한 거주환경
녹색건축인증제	(국문) 자연 친화, 자원절약, 지속가능 / (영문) 에너지, 환경, 디자인

각 종 법과 제도는 건물의 온실가스 배출과 에너지 소비 절감을 위한 목적을 실현하기 위하여 만들어졌음. 그러나 각 법과 제도의 정의를 살펴보면 의미가 일맥상통하지 못하며 정확히 추구하고자 하는 바를 알 수 없기 때문에 "녹색건축"에 대한 정의와 목적을 하나로 통일하여 명시해주어야 할 필요가 있음.

나. 해외의 녹색건축 개념

1) 미국

- 미국의 녹색건축인증제도인 LEED(Leadership in Energy & Environmental Design)는 USGBC(U.S Green Building Council)에서 관할하며 원어에서 보는 것과 같이 친환경이라는 용어를 사용하지 않고 녹색건물을 사용하며 LEED의 목적은 에너지와 환경디자인에 긍정적인 영향을 미치는 리더로써의 역할(Leadership in Energy & Environmental Design)을 수행하는 것임.

- LEED는 기본적으로 필수조건인 표준 건물 대비 12% 에너지절약이 되어야 LEED인증을 획득할 자격이 되는 Minimum Energy Performance(최소한의 건물에너지사용)[9]을 제시함으로써 근본적으로 에너지절약이 필수가 되는 제도임.

2) 영국

- BREEAM은 영국 건축법규인 Building Regulations을 근간으로 하며 Building Regulations 2010은 건축물 설계를 위한 최소한의 기준을 설정하기 위한 목적으로써 Building Act 1984년에서 이루어지고 있음.

- Building Regulations 중 Part6는 모든 건축물에 대한 최소 에너지 성능, 이산화탄소 배출량 성능을 요구하고 있으며 이산화탄소 배출량 계산방법에 대한 내용을 포함하고 있으며 2010년에는 2002년 대비 총 46%의 이산화탄소 배출량을 감축시키도록 규제하고 있음.

- BREEAM은 하위등급인 Pass, Good, Very Good은 Building Regulations에서 제시하는 기

9) LEED 에너지평가에서는 국가 공인된 Energy Plus, e-Quest를 사용하며 건물 사용시간이 9시~6시까지로 명시되어 있음.

준만 충족시키면 별도의 기준을 제시하지 않지만 상위등급인 Excellent, Outstanding은 BREEAM에서 별도로 기준을 강화하여 최소 조건(Minimum Standard)으로 규제하고 있음.

3) 호주

- Green Star를 관리는 호주의 그린빌딩위원회(GBCA)는 녹색건축물에 대하여 설계, 건설 및 운영과정을 포함하는 전 과정에서 환경과 거주자에게 개발로 인한 부정적인 영향을 제거하거나 감소시키는 전략이라고 정의함. 여기에는 에너지효율, 온실가스 배출 저감, 물 소비, 자원절약 및 재활용, 소음·물·공기·토양·빛 등의 오염방지, 생태계강조, 천연자원소비의 감소, 쾌적한 환경 제공, 유연한 공간 제공 등이 포함됨.

- 이러한 이유로 인해 호주는 Green star의 최소 기준 등급을 4 Star로 정하여 Green star를 획득하려고 하는 경우, 4 star 이상을 획득해야만 인정이 됨.

- 또한 Green Star로 시작하는 호주의 녹색건축인증제도는 시공 전의 설계조건만으로 등급을 맺은 결과, 실제 건물이 완공된 후 기대했던 에너지절감 효과가 없는 경우가 커 건물 준공 후 1년간의 사용에너지를 조사한 후 녹색건물등급을 결정하는 NABERS를 제도화하였음.

다. 소결

미국, 영국, 호주에서는 녹색건축인증제를 운영하는 기관에서 녹색건축에 대한 정확한 정의를 제시하고 그 정의를 실현시키기 위하여 인증제도를 마련하였음.

표 14. 각 국 인증제도의 목표

구분	목표
LEED	• 건물의 전 생애주기에 걸친 종합적인 관점에서 환경적 성과를 평가하는 제도 • 공통의 측정 표준을 확립함 • 건축 산업에서 환경측면의 리더십 인식 • 녹색건축에 대한 소비자 인식 제고
BREEAM	• 환경에 미치는 영향을 최소화하는 건물의 시장성에 대한 인식을 제공함 • 환경을 고려한 사항이 건물의 기획, 설계, 건설 및 운영에 포함되어 있는지 확인함. • 규정에서 요구하는 것을 능가하는 강력하고 비용 효율적인 성능을 정의함 • 건물의 환경 영향을 최소화하고 혁신적이고 비용효율적인 해결방안을 제공하기 위함. • 건축주, 거주자, 건축가등 건물과 관련된 이들에게 건물이 환경에 미치는 영향 에 대한 인식을 제고함.
Green Star	• 설계, 건설 및 운영과정을 포함하는 전 과정에서 환경과 거주자에게 개발로 인한 부정적인 영향을 제거하거나 감소시키는 전략

○ 특히 미국은 필수전제조건(Prerequisite Requirement)을 통해 에너지를 규제하고 이 후 다시 지속가능성(Sustainability)과 에너지를 평가하며 영국은 건축법규에서 건물의 에너지를 우선적으로 규제하고 BREEAM에서 하위등급은 지속가능성(Sustainability)을, 상위등급은 향상된 에너지규제기준을 제시하고 지속가능성(Sustainability)을 평가함.

○ 하지만 **국내 제도는 녹색건축을 다루는 상위법과 하위법의 정의가 일치하지 않으며 이를 근간으로 하는 인증제도에서도 상위법과 부합하지 않는 목적을 나타내고 있음.** 녹색건축인증 에너지평가는 에너지성능지표검토서(EPI)와 건축물에너지효율등급을 비교하여 유리한 내용이 적용됨에 따라 에너지와 녹색건축인증의 관련성이 미흡함. 또한 인증제도가 에너지 기반위에 있지 않고 에너지와 지속가능성(Sustainability)이 평가되고 있음.

○ **본 연구에서는 녹색건축물은 기본적으로 에너지가 기반이 되고 그 위에 지속가능성(Sustainability)이 존재해야 한다는 것을 기본 핵심사항으로 다루어야 한다고 봄**

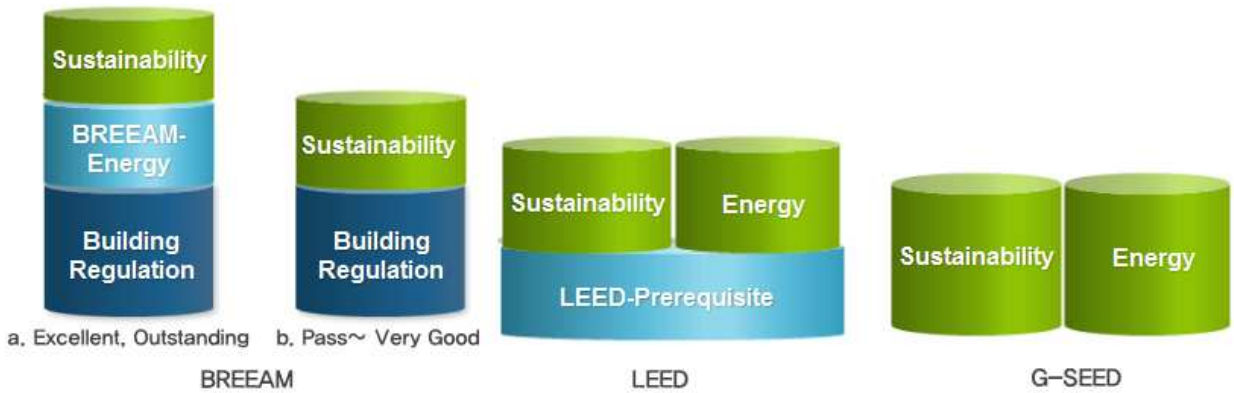


그림 12. 각 국 인증제도에서 바라보는 녹색건축 개념

2. 국내 공공청사 사례 분석을 통한 인증제도 문제점 도출

가. 분석의 배경 및 연구 방법

○ 2010년 2월 산업통상자원부(前 지식경제부)와 행정자치부(前 행정안전부)의 지자체 청사 에너지 사용량 조사결과 2005년 이후 지어진 대형 청사의 1인당 에너지 사용량이 매우 높은 것으로 나타났으며 친환경건축물인증제도(現 녹색건축인증)에서 우수등급을 받은 성남시청사가 실질적으로는 에너지효율이 매우 낮다는 사실이 밝혀진 이후 건물의 온실가스 감축을 실현시키기 위해 공공청사의 녹색건축화로 인한 민간건축의 선도가 요구되어 지고 있음.

○ 연구는 기본적으로 신청사의 건축계획이 에너지소비적인 형태로 이루어졌다는 조사를 바탕으로 하여 건축계획과 건축설비측면에서 그 원인을 분석하고 인증 평가 내용을 분석함.
- 건축계획 : 창면적비 및 아트리움의 에너지 관계
- 설비계획 : 건축의 평면, 입면, 단면 및 건물 사용을 고려한 설비계획이 이루어졌는지
- 인증평가내용 : 점수를 획득한 평가 내용 분석

○ 대형청사의 에너지효율 조사를 바탕으로 금천구청, 성남시청사, 용인시청사, 용산구종합행정타운을 대상으로 선정하였음.

표 15. 대형공공청사의 건물에너지효율

공공청사		녹색건축인증등급	에너지효율	
			건물등급 (개선결과)[10]	단위면적당 에너지사용량(kWh/㎡)
금천구청		우수등급 (2009.1)	등외→5등급	597
성남시청		우수등급 (2009.11)	등외→3등급	603.3
용산구종합 행정타운		최우수등급 (2010.7)	4등급→3등급	397
용인시청		우수등급 (2011.11)	등외→5등급	791.3

10) 2010년 2월 시설 개선 권고 기준이 마련됨에 따라 2012년까지 조치하도록 시행하였음.

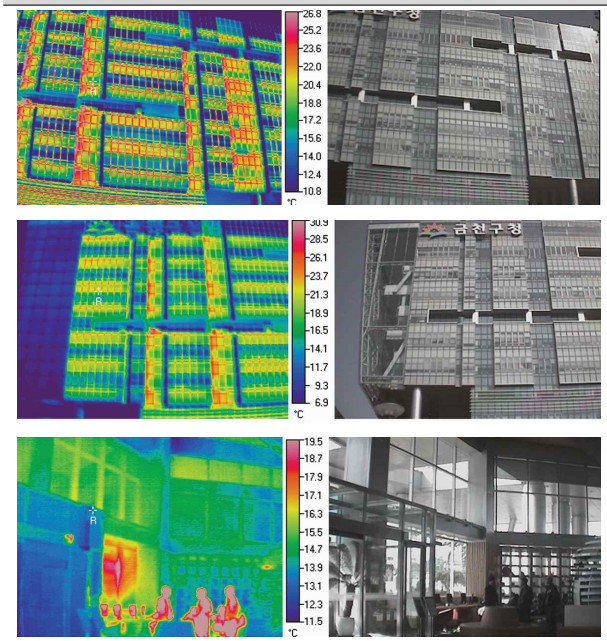
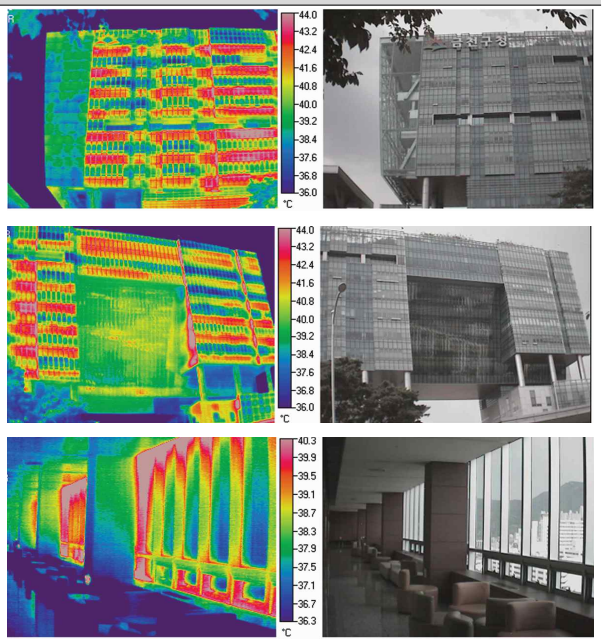
○ 용인시청사를 제외하고 금천구청, 성남시청사와 용산구종합행정타운은 친환경건축물인증제도에서 각각 우수등급과 최우수등급을 획득하였으나 에너지 다소비 건물이 됨으로써 인증제도의 실효성에 문제가 있음을 알리는 사례가 됨.

나. 건축계획 분석

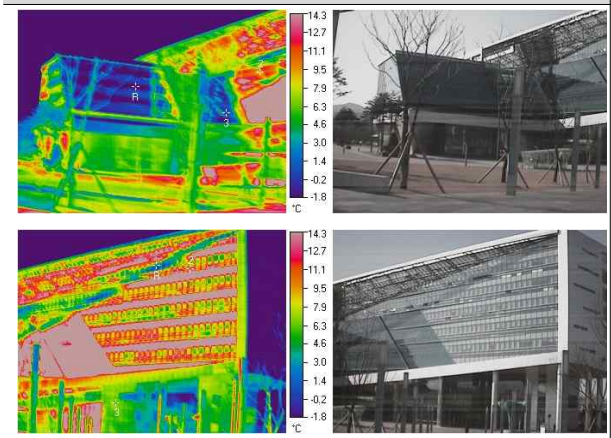
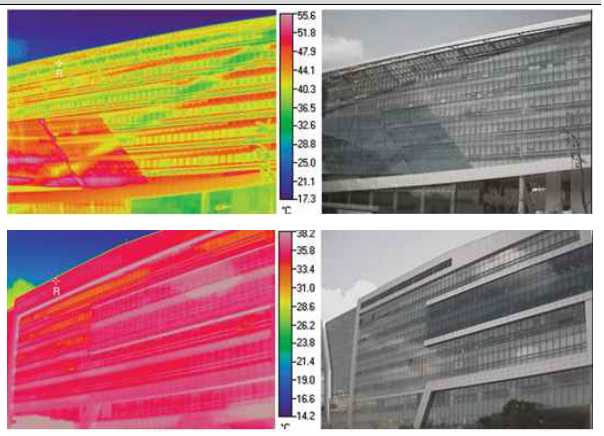
건축계획분석은 ①열화상카메라를 이용한 입면계획에 의한 외피 에너지효율 측정, ②창면적비에 따른 에너지부하 분석, ③아트리움의 열환경, ④평면계획(남북조닝)에 의한 부하분석에 대하여 진행하였음.

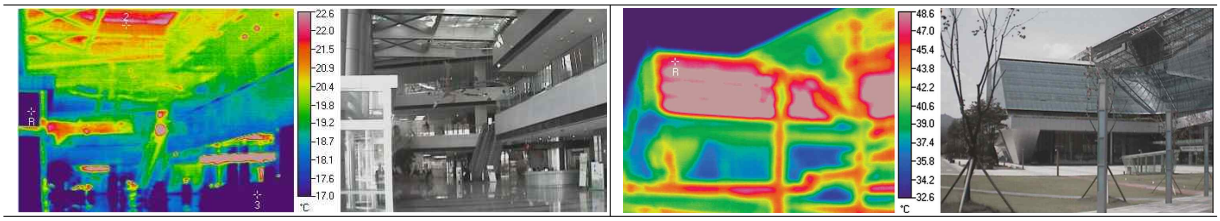
1) 열화상카메라 측정 및 문제점 도출

○ 금천구청

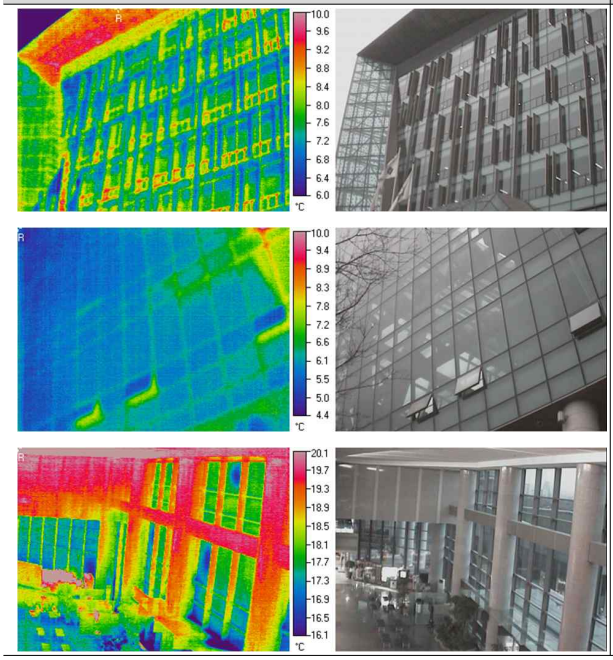
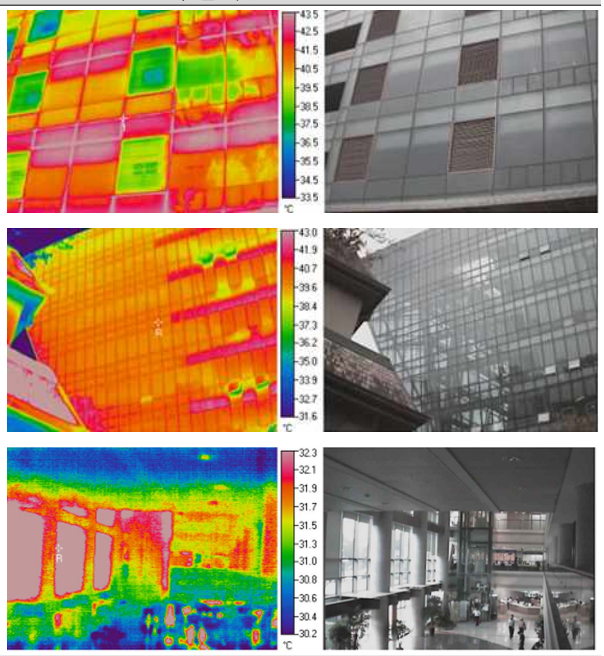
중간기(2012.3.21.~22)	하절기(2012.8.7.~8)
	

○ 성남시청사

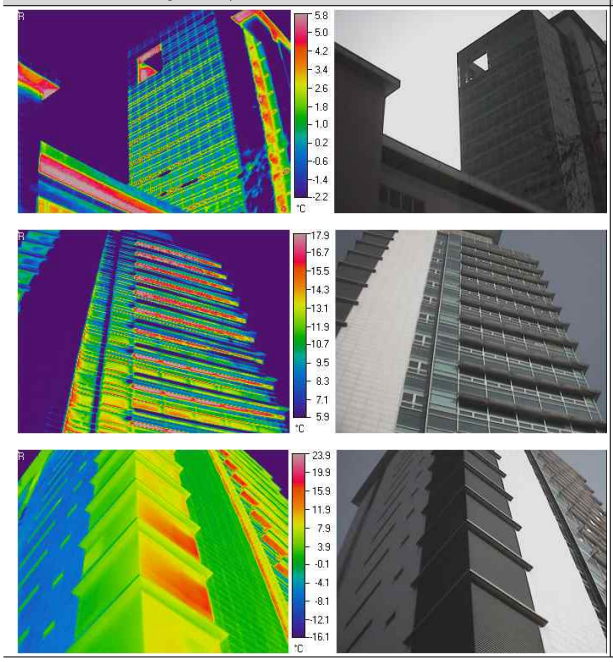
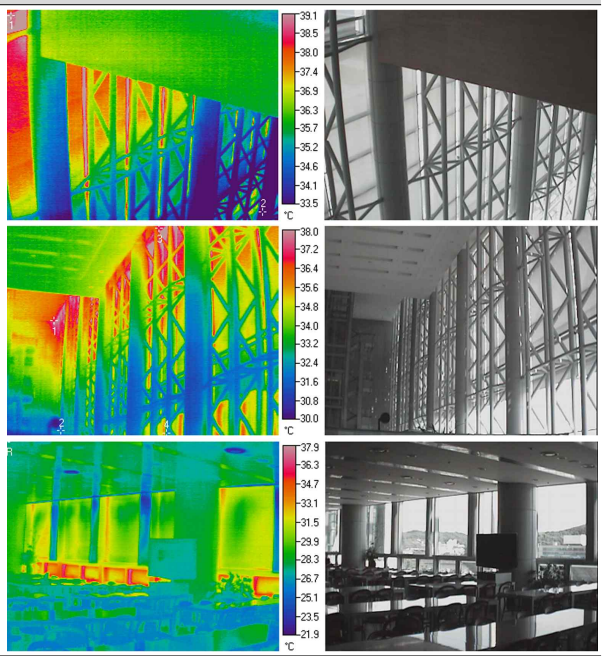
중간기(2012.3.21.~22)	하절기(2012.8.7.~8)
	



○ 용산구종합행정타운

중간기(2012.3.21.~22)	하절기(2012.8.7.~8)
	

○ 용인시청사

중간기(2012.3.21.~22)	하절기(2012.8.7.~8)
	

○ 소결

- 금천구청, 성남시청사, 용산구 종합행정타운, 용인시청사의 건물 열손실 측정 결과 공통적으로 과다한 유리사용으로 인해 측정당시 외기 온도인 33.2℃와 비교하여 유리커튼월을 중심으로 최소 5℃에서 최대 10℃이상의 온도 분포가 나타났으며, 이로 인해 커튼월과 직접적으로 면하고 있는 실내온도는 높은 열전도율을 가진 재료의 특성에 따라 지속적으로 영향을 받아 실내온도를 상승시키고 실내 쾌적성을 유지시키기 위하여 냉방부하가 증가하게 됨. 실제 구청 공무원들과의 인터뷰에서 여름에는 실내온도가 높음에도 불구하고 냉방가동을 하지 않아 일하기가 힘들며 민원실을 제외한 나머지 공간은 거의 냉방을 하지 않음을 확인하였음.

- 동일하게 겨울철 역시 재료의 높은 열전도율에 따라 차가운 외기가 지속적으로 실내에 영향을 미치게 되어 온도저하를 가져오고 난방부하의 증가를 가져옴.

- 여기서, 유리에서 일사를 받았을 경우 건물의 온도 및 발생하는 부하에 어떠한 영향을 미치는 지에 대하여 분석이 필요하며 이에 TRNSYS를 활용하여 창면적비 및 평면형태, 일사조건에 따른 부하를 분석함.

2) 창면적비에 따른 건물의 에너지부하 분석

○ 3개의 청사 모두 건물 외벽이 유리 커튼월로 되어 있음. 유리 커튼월은 태양빛을 실내로 유입시켜 조명부하를 낮출 수는 있으나 일사가 함께 유입되어 냉방부하를 높이고 기계식환기를 위한 추가적인 에너지소비를 유발하여 건물의 에너지효율을 급격히 떨어뜨리는 요인이 됨.

○ 건물에너지 해석을 위해 입력한 기상조건은 TRNSYS 17에서 제공되는 기상데이터(KR-Seoul-471080.tm2)를 사용하며 실내온도설계조건에서 겨울철 온도는 보통 20℃로 사용되어지나 2012년 11월 정부가 발표한「동절기 전력수급 및 에너지절약 대책」에서 공공기관의 경우는 실내온도 18℃이하 유지를 의무화하는 내용이 포함됨에 따라 본 연구에서도 이와 같은 국내 실정을 반영하여 겨울철 실내온도조건을 18℃로 하여 시뮬레이션을 수행하였음.

가) 성남시청사

Case1에서 창면적비를 50%로 감소시킨 Case2는 연간 난방부하와 냉방부하가 각 115Gcal, 93Gcal 감소하였고, 창면적비를 40%로 줄인 Case3는 각 189Gcal, 153Gcal 감소함. 난방부하의 경우 각 5.8%, 9.6% 감소하여 10%내외의 감소비율을 보였지만, 냉방부하의 경우 24.4%, 40.2%로 창면적비를 40%로 감소시켰을 경우 절반에 가까운 감소비율을 보이고 있어 창면적비가 낮을수록 에너지소비 절감에는 유리함을 알 수 있음.

표 16. 창면적비에 따른 부하 변화 : 성남시청사

구분	Case 1 (Original)	Case 2 (50%)	Case 3 (40%)	감소비율(%)	
				C1/C2	C1/C3
난방부하(Gcal)	1,968	1,853	1,779	5.8	9.6
냉방부하(Gcal)	381	288	228	24.4	40.2

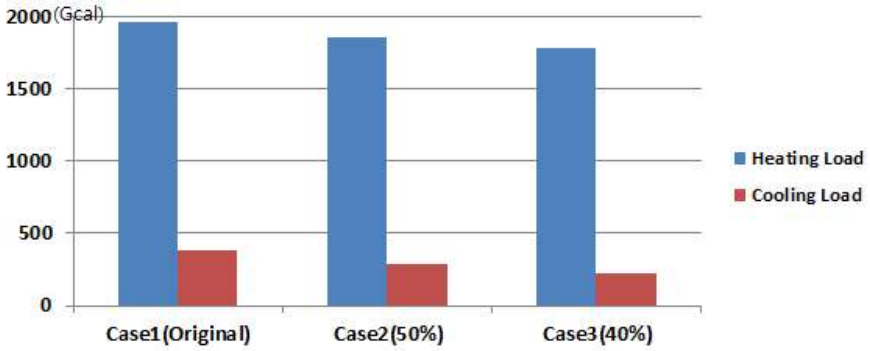


그림 13. 창면적비에 따른 부하 변화 그래프 : 성남시청사

나) 용산구종합행정타운

Case1에서 창면적비를 50%로 감소시킨 Case2는 연간 난방부하와 냉방부하가 각 125Gcal, 23Gcal 감소하였고, 창면적비를 40%로 줄인 Case3는 각 137Gcal, 31Gcal 감소함. 난방부하의 경우 각 11%, 12.1% 감소하여 10%를 조금 넘는 감소비율을 보였지만, 냉방부하의 경우 31.5%, 42.5%로 창면적비를 40%로 감소시켰을 경우 절대적인 감소량은 적게 나타나지만 절반에 가까운 감소비율을 보이고 있어 A청사와 마찬가지로 창면적비가 낮을수록 에너지 소비 절감에는 유리할 것으로 판단됨.

표 17. 창면적비에 따른 부하 변화 : 용산구종합행정타운

구분	Case 1 (Original)	Case 2 (50%)	Case 3 (40%)	감소비율(%)	
				C1/C2	C1/C3
난방부하(Gcal)	1,136	1,011	999	11.0	12.1
냉방부하(Gcal)	73	50	42	31.5	42.5

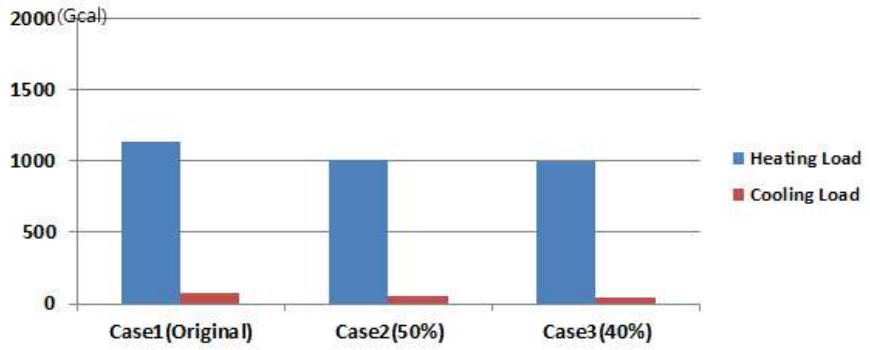


그림 14. 창면적비에 따른 부하 변화 그래프 : 용산구종합행정타운

다) 용인시청사

Case1에서 창면적비를 50%로 감소시킨 Case2는 연간 난방부하와 냉방부하가 각 935Gcal, 24Gcal 감소하였고, 창면적비를 40%로 줄인 Case3는 각 958Gcal, 40Gcal 감소함. 난방부하의 경우 각 49.1%, 49.7% 감소하였고, 냉방부하의 경우 33.8%, 43.7%로 창면적비를 40%로 감소시켰을 경우 냉난방부하 모두 절반에 가까운 감소량을 보임. 특히 난방부하의 경우 성남시청사, 용산구종합행정타운에 비해 매우 많은 감소량을 나타내고 있으며, 용인시청사 역시 창면적비가 낮을수록 에너지소비 저감이 유리한 것으로 보임.

표 18. 창면적비에 따른 부하 변화 : 용인시청사

구분	Case 1 (Original)	Case 2 (50%)	Case 3 (40%)	감소비율(%)	
				C1/C2	C1/C3
난방부하(Gcal)	1,905	970	958	49.1	49.7
냉방부하(Gcal)	71	47	40	33.8	43.7

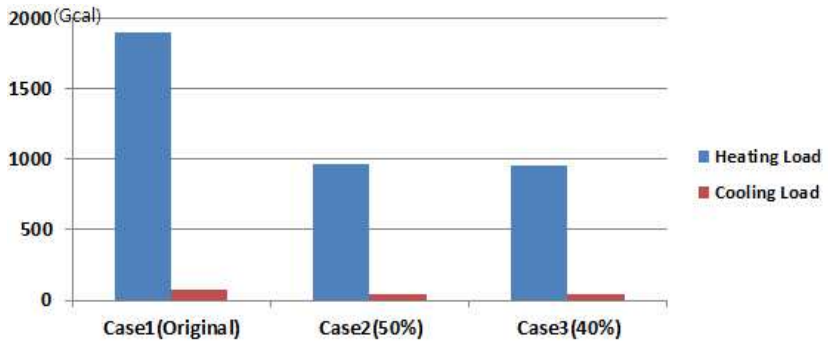


그림 15. 창면적비에 따른 부하 변화 그래프 : 용인시청사

3) 아트리움 열 환경 분석

3 곳의 건물을 분석한 결과 여름철·겨울철 아트리움으로 인한 에너지 손실이 전체 에너지소비에서 큰 부분을 차지하고 있음. 아트리움의 열 환경 분석을 위한 시뮬레이션 조건은 <표 19>와 같음.

표 19. 아트리움 열 환경 분석 조건

구분	조건	
중력가속도(m/s^2))	9.81	
Mesh	Surface Remesher, Polyhedral Mesher, Prism Layer Mesher	
물리적 조건	유동장내 온도(K)	300
	상압(Pa)	101,326
	공기밀도(㎏/㎥)	1.184
	Three Dimensional	
	Steady	
	Segregated Flow	
	Turbulent	
	K-Epsilon Turbulent	
	Segregated Fluid Temperature	
	Gravity	
	Gradients	
	Boussinesq Model	

가) 금천구청

분석결과, 하절기 일사에 의한 온도상승으로 팽창된 열이 상층부로 올라가 열고임 현상이 나타나고 아트리움 형태가 1층부터 최상층까지 하나로 연결되어 있어 온도 차이가 약 10℃가량 나타나고 원활한 환기가 이루어지지 않았으며 동절기에는 외기에 의해 차가워진 공기가 벽면을 따라 흘러 하층부에 약 6℃로 정체되어 있음.

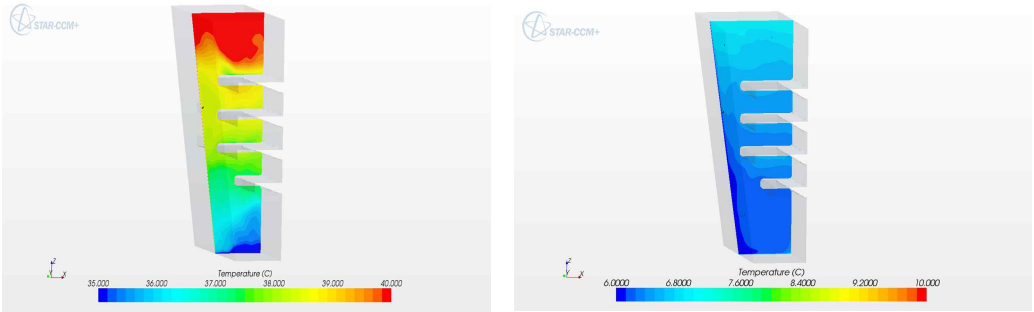


그림 16. 금천구청 아트리움 온도분포 : 여름(좌), 겨울(우)

나) 성남시청사

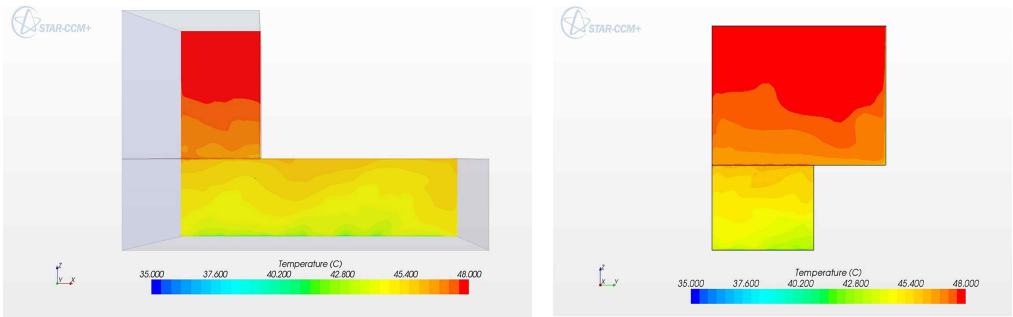


그림 17. 성남시청사 아트리움 온도분포 : 여름

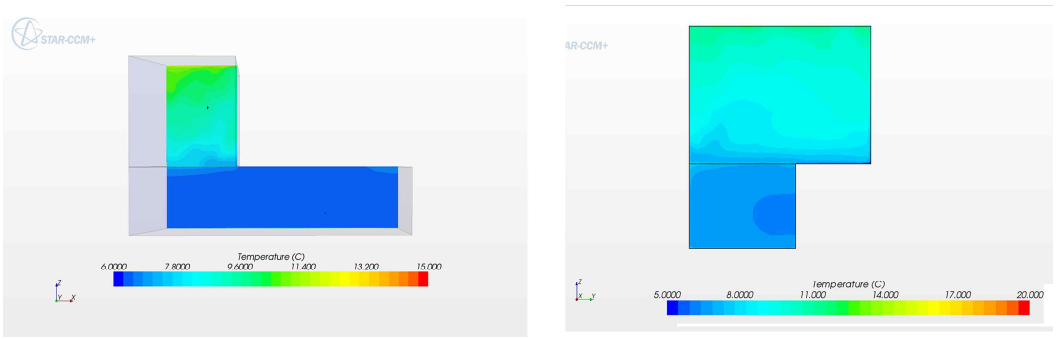


그림 18. 성남시청사 아트리움 온도분포 : 겨울

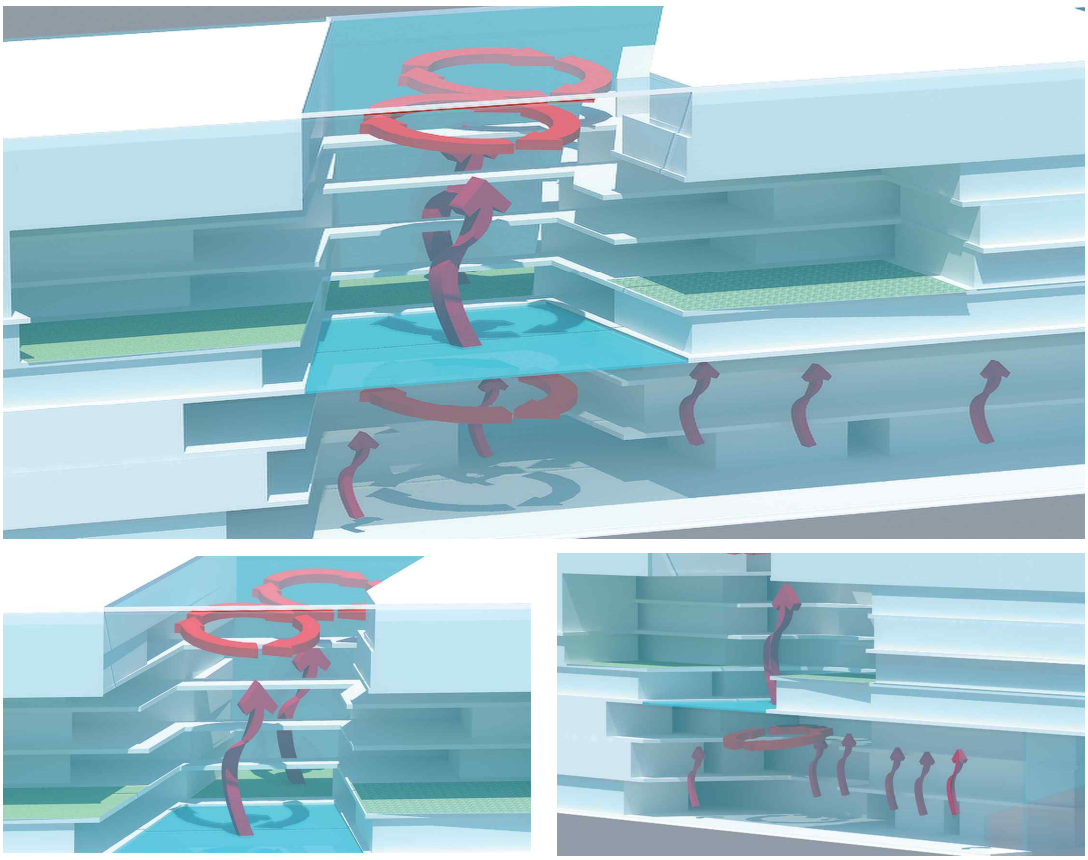


그림 19. 성남시청사 아트리움 고온현상의 원리

분석결과, 하절기 아트리움 상층부의 온도는 난류가 정체하면서 48℃까지 오르고 동절기에는 아트리움의 하층부 온도가 6℃로 차가운 공기가 정체되어 있음을 알 수 있다. 또한 성남시청사 아트리움은 1층~4층, 5층~9층으로 나뉘어 있다. 두 아트리움의 경계면이 닫혀있음으로써 공기의 대류가 원활하게 이루어지지 않고 각각 아트리움의 상층부에 기류가 정체되어 여름철 과열현상의 원인이 된다.

다) 용산구종합행정타운

용산구종합행정타운의 아트리움은 남서측에 면해있으며 다른 청사들과 마찬가지로 상층부의 온도가 38℃이상이며 아트리움에 면해있는 벽면의 온도를 상승시키는 요인이 됨으로써 실내 냉방부하를 증가시키게 됨. 동절기는 차가운 공기가 하부에 머물러 온도가 낮아짐을 알 수 있음.

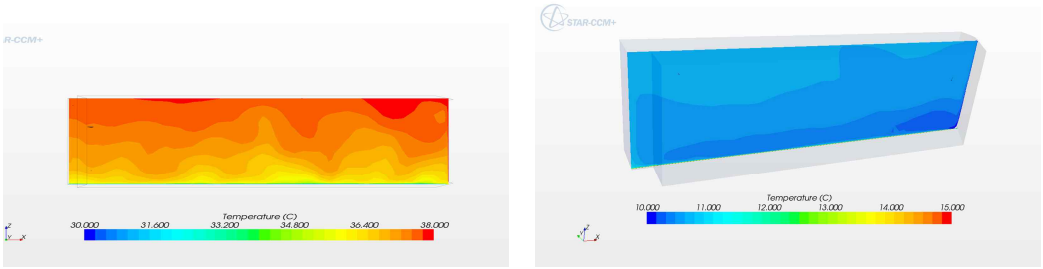


그림 20. 용산구종합행정타운 아트리움 온도분포 : 여름(좌), 겨울(우)

라) 용인시청사

용인시청사는 15~16층 식당가가 아트리움 형태로 되어 있으며 직원들이 식사하는 동쪽과 남쪽 공간은 2개 층을 아트리움으로 하여 사용하고 있음. 과다한 일사량으로 인한 상층부의 고온현상이 하절기에 나타나며 동절기에는 겨울철 난방을 하더라도 cold draft현상으로 하층부 온도가 낮아져 환경에 불리함.

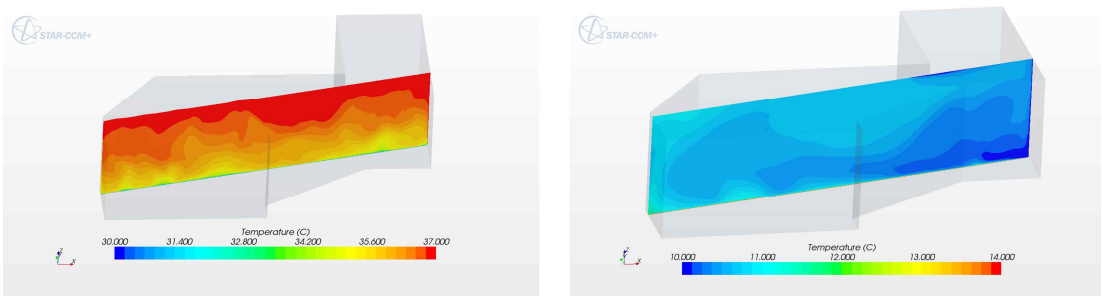


그림 21. 용인시청사 아트리움 온도분포 : 여름(좌), 겨울(우)

마) 아트리움과 창면적비와의 관계 분석

- 위에 분석된 아트리움은 열손실이 높은 유리커튼월로 구성된 높고 넓은 대형공간으로써 공간의 쾌적성을 유지하기 위하여 에너지 소비량이 많을 것으로 예상됨에 따라 아트리움이 차지하는 부하와의 관계성을 파악하였음.

- 난방부하 분석결과, 성남시청사와 용산구종합행정타운은 남향을 면하고 있는 수직형 아트리움으로 연면적 대비 각 12.4%, 4.7%의 면적을 가지고 있지만 20.7%, 9.3%의 난방부하 비율을 나타내고 있어 아트리움 부분의 에너지 소비영향이 높은 것으로 분석됨. 용인시청사는 면적은 2.9%로 낮았지만 3면이 외기와 접하고 있어 아트리움의 난방부하는 11.3%로 에너지 손실 및 소비 측면에서 매우 불리한 것으로 분석됨.

표 20. 아트리움과 난방부하와의 관계

	아트리움을 제외한 난방부하(Gcal)	아트리움 부하(Gcal)	부하 비율(%)
성남시청사	1,561	407	20.7
용산구종합행정타운	1,030	106	9.3
용인시청사	1,690	215	11.3

- 냉방부하는 난방부하보다 부하책임 비율이 낮았지만, 일반적인 건축부분보다 에너지 소비 측면에서 불리한 것으로 분석됨. 특히 3면을 외기와 면하고 있는 용인시청사는 냉방부하도 높은 비율을 나타내고 있어 아트리움의 형태와 규모에 따라 부하 특성이 나타난다고 봄.

표 21. 아트리움과 냉방부하와의 관계

	아트리움을 제외한 난방부하(Gcal)	아트리움 부하(Gcal)	부하 비율(%)
성남시청사	1,561	407	20.7
용산구종합행정타운	1,030	106	9.3
용인시청사	1,690	215	11.3

4) 남북으로 조닝된 평면형태에 따른 부하

실내로 유입되는 일사량은 겨울철 난방부하를 감소시키는 장점이 있으나 여름철 냉방부하는 증가시키는 단점을 갖고 있음. 따라서 본 연구에서는 외기조건(일사량) 변동에 의한 비정상상태 계산을 위해 TRNSYS 프로그램을 활용하며 남북으로 길게 되어 있는 평면은 일사량으로 인한 부하의 차이가 발생할 것으로 예상되어 일사에 의한 겨울철 난방부하 및 여름철 냉방부하와 온도를 분석함.

가) 금천구청

남측과 북측의 일사량을 분석한 결과 최대 4.15배의 일사량 차이가 발생하였으며 이로 인해 남측과 북측의 냉난방부하 및 실내 온도가 큰 차이를 보임

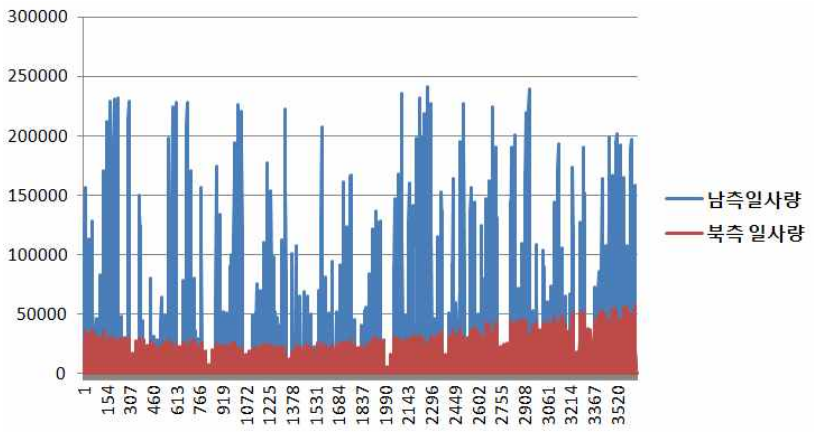


그림 22. 금천구청 남북 일사량

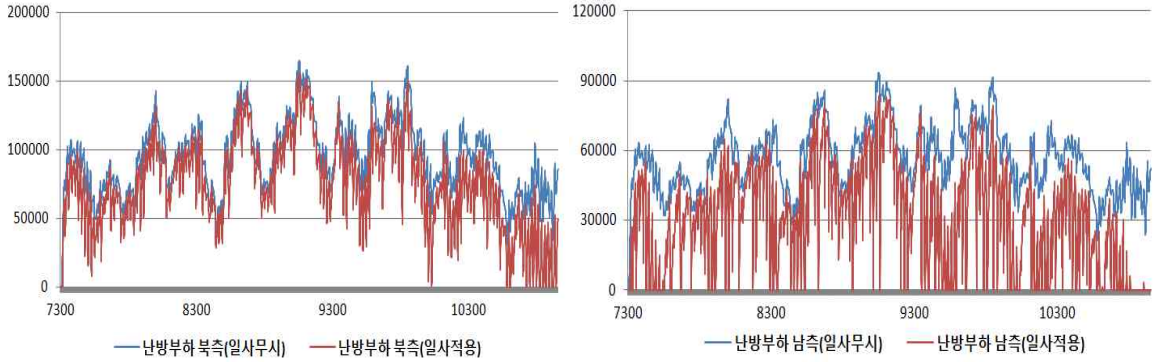


그림 23. 금천구청 일사유무에 따른 난방부하 비교 : 북측(좌), 남측(우)

또한, 남측의 과도한 일사량으로 인해 북측보다 냉방부하량이 차이가 발생함에 따라 남측과 북측의 공조조닝을 분리하여 방위별 일사로 인한 부하 변동에 대응할 수 있도록 설계되어야 함.

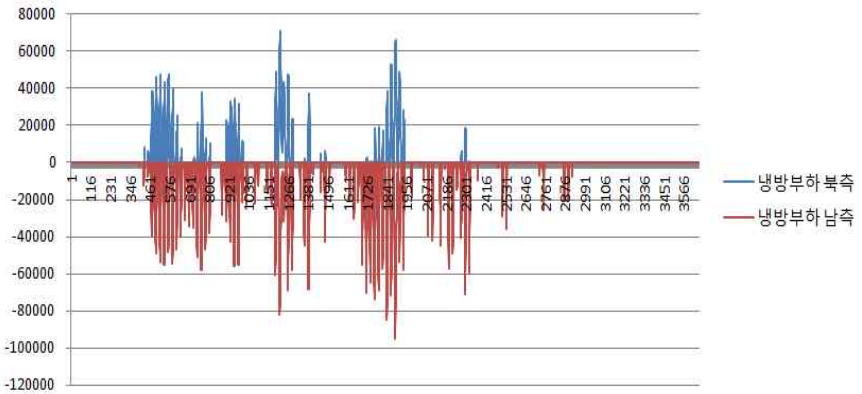


그림 24. 금천구청 일사로 인한 남북 냉방부하 비교

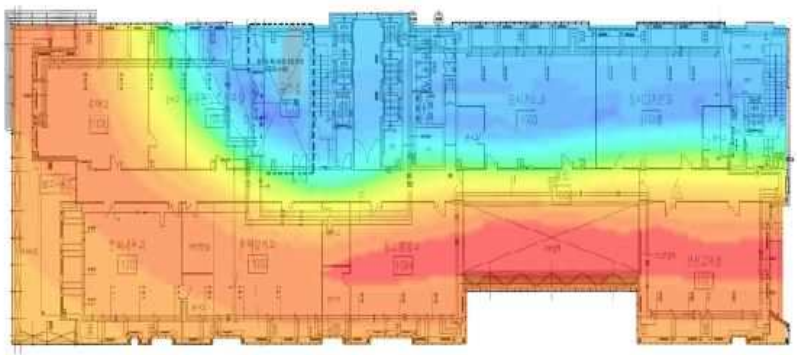


그림 25. 금천구청 여름철 실내온도

나) 성남시청사

겨울철 남측과 북측의 일사량을 비교하면, 북측은 차이가 거의 없으나 남측은 일사량변동이 심하여 일사량이 많은 남쪽은 냉방부하가 증대되어 북측과 상당한 차이가 발생하게 됨.

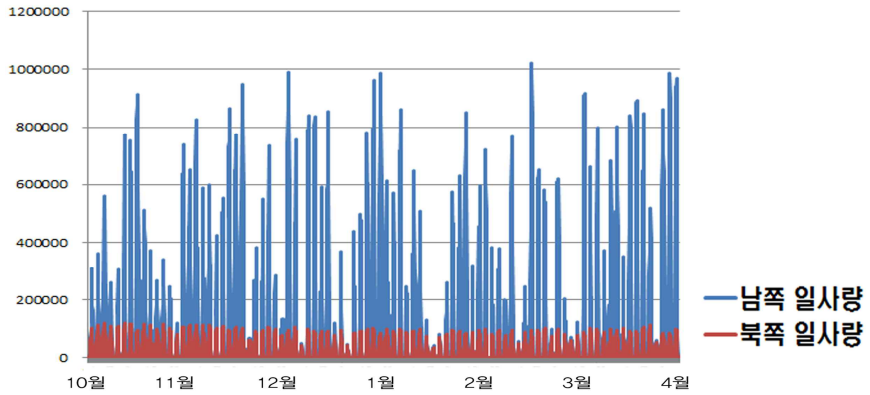


그림 26. 성남시청사 남북 일사량

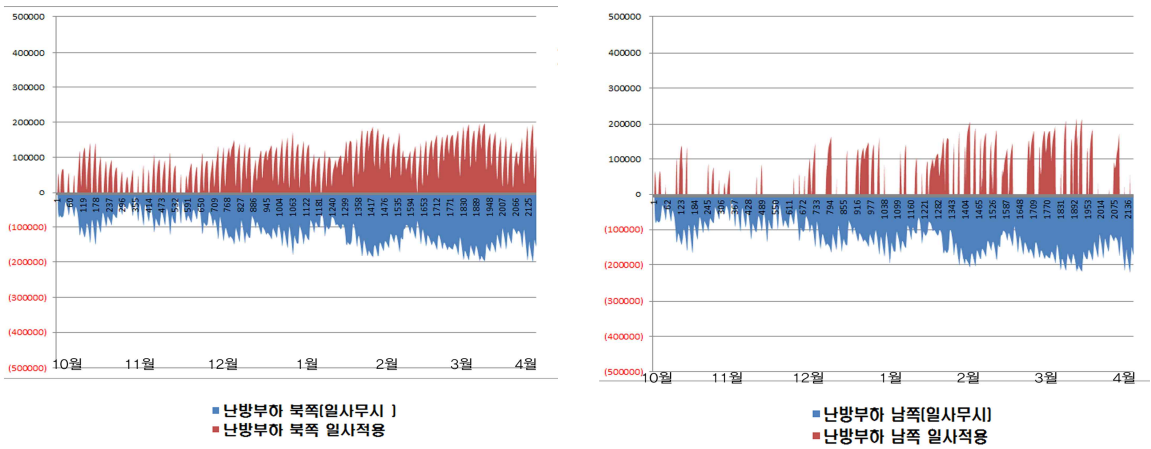


그림 27. 성남시청사 일사유무에 따른 난방부하 비교 : 북측(좌), 남측(우)

일사로 인한 여름철 남북 냉방부하 및 온도를 살펴보면 기준층의 여름철 남측과 북측 온도에서 일사로 인한 온도가 남측 45℃, 북측 26℃로 약 19℃의 온도 차이를 보임. 그렇기 때문에 극명한 온도와 일사의 차이를 보이는 남과 북의 공조시스템이 분리되어야 함.

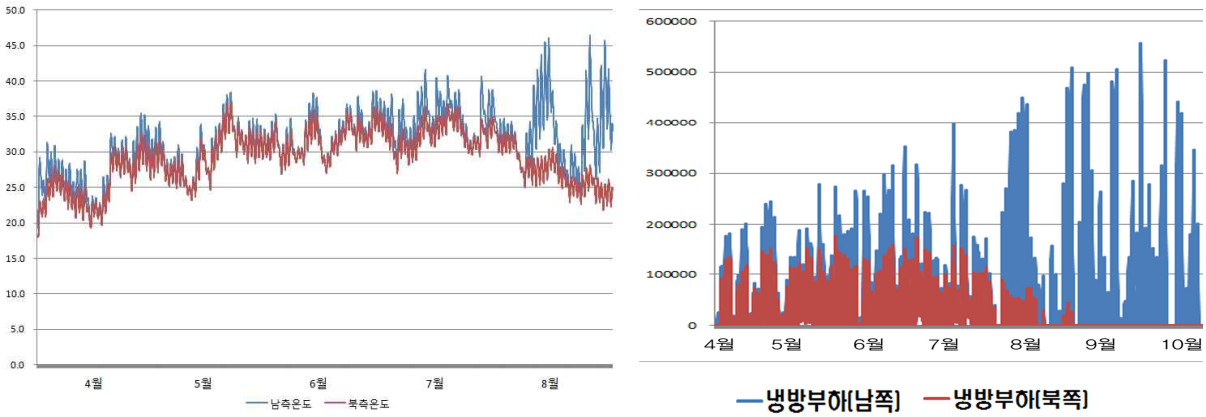


그림 28. 성남시청사 여름철 남북 실내온도 및 냉방부하 분석

다) 용산구종합행정타운

남측과 북측의 일사량 비교 결과는 금천구청 및 성남시청사와 유사하게 나타남. 또한 일사 적용 유무에 따른 기준층 난방부하를 비교한 결과 일사량이 적은 북측의 난방부하량이 더 크며(그림 28) 냉방부하의 경우 주로 남측에 편중되어 있음을 알 수 있음.(그림 29)

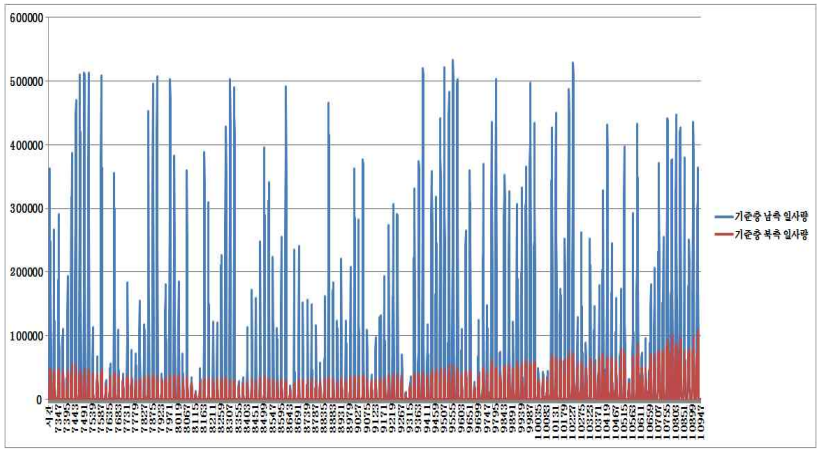


그림 29. 용산구종합행정타운 남북 일사량

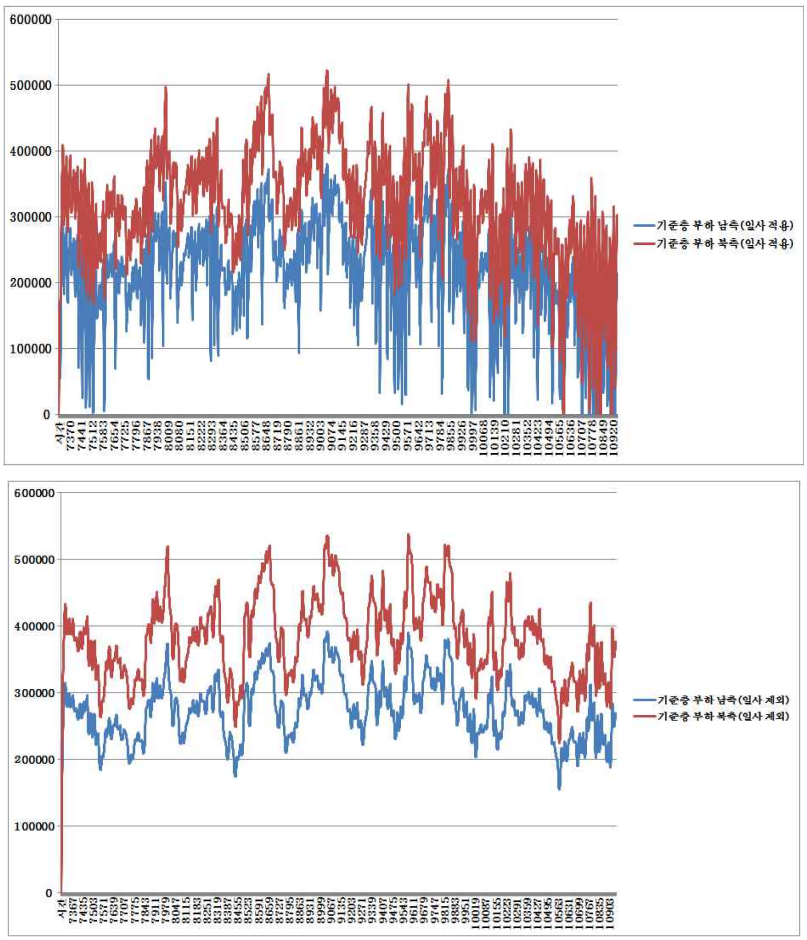


그림 30. 용산구종합행정타운 일사유무에 따른 난방부하 비교
(위: 일사적용, 아래 : 일사 제외)

시뮬레이션 결과, 남측과 북측의 큰 일사량 차이로 건물 전체 난방부하에서 북측이 차지하는 비율은 60%, 냉방부하에서는 남측이 70%를 차지함에 따라 용산구종합행정타운 역시 남측과 북측의 공조를 분리해야 함.

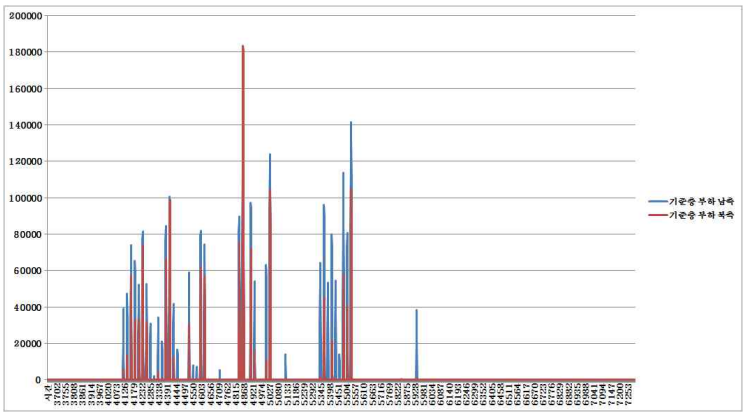


그림 31. 용산구종합행정타운 기준층 냉방 부하

라) 용인시청사

[그림 32],[그림 33],[그림 34]에 의해 일사량에 의해 남측의 냉난방부하가 북측에 비해 24% 더 큰 것으로 나타남.

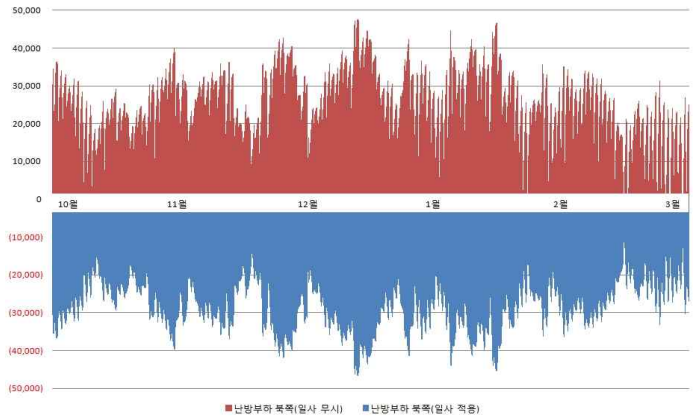


그림 32. 용인시청사 일사유무에 따른 북측 난방부하

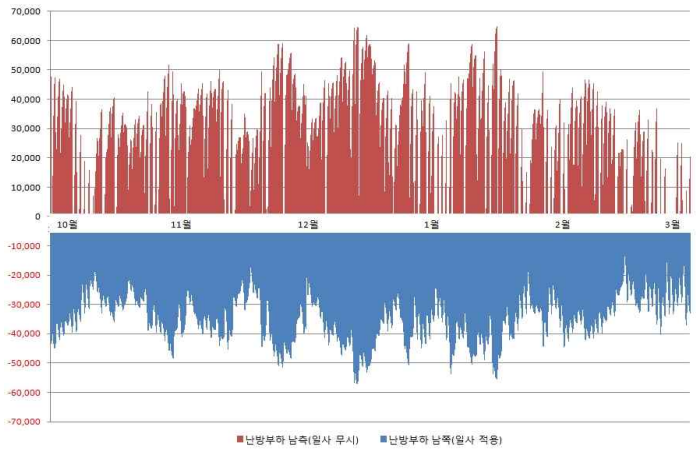


그림 33. 용인시청사 일사유무에 따른 남측 난방부하

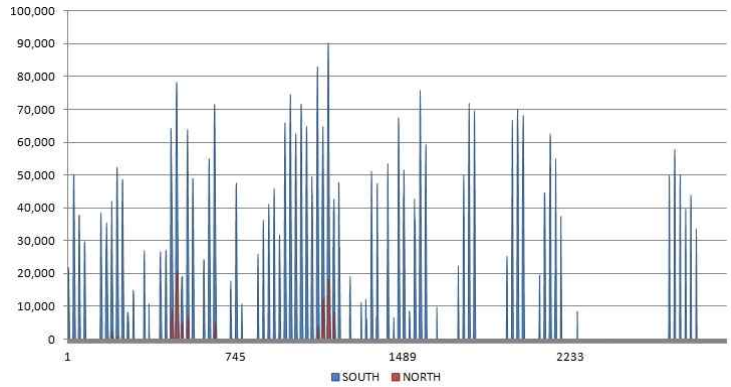


그림 34. 용인시청사 일사로 인한 남북측 냉방부하 비교

다. 설비계획 분석

○ 4곳 건물의 설비시스템은 공통적으로 VAV SYSTEM 즉, 변풍량 방식으로 Supply Duct가 VAV Box 와 연결되어 실로 공기가 유입되기 전에 실내 온도에 따라 VAV Box가 공기를 차단시킴으로써 즉 공기의 차단을 통해 닥트 내 압력이 높아지게 되면 팬이 자동적으로 속도가 줄거나 정지하여 전기로 인한 에너지 낭비를 줄일 수 있는 자동제어 시스템을 채택하였음.

○(나)에서 평면계획을 분석한 결과, 성남시청사와 용인시청사는 평면이 남북으로 길고 용산구종합행정타운도 서남과 서북으로 길게 되어 있어 남과 북, 서남과 서북의 겨울철·여름철 온도 및 부하에 차이가 상당히 발생함. 이에 따라 방위별 부하변동에 따른 공조 조닝이 필요함. 그러나 공조계획분석 결과, 일사에 의한 온도 차이가 큰 남과 북의 공조조닝이 분리되어 있지 않고 하나의 공조로 관리되거나 동서로 조닝이 분리되어 있어 남북 일사량에 따른 실내 온도조절을 따로 관리할 수가 없어 불필요한 공간에 에너지소비를 야기하거나 각 실의 온도변화에 대응하지 못하고 있음.

○이와 같이 창면적비가 커서 남북의 겨울철 일사량으로 인해 난방부하가 큰 경우에는 남과 북으로 공조조닝을 하고 남측에는 필요시에 외기 냉방도 고려해야 함.

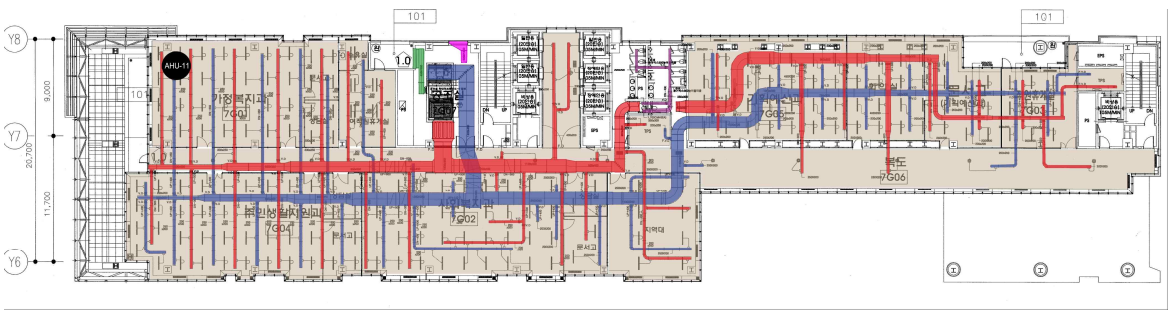


그림 35. 금천구청 기준층 공조조닝

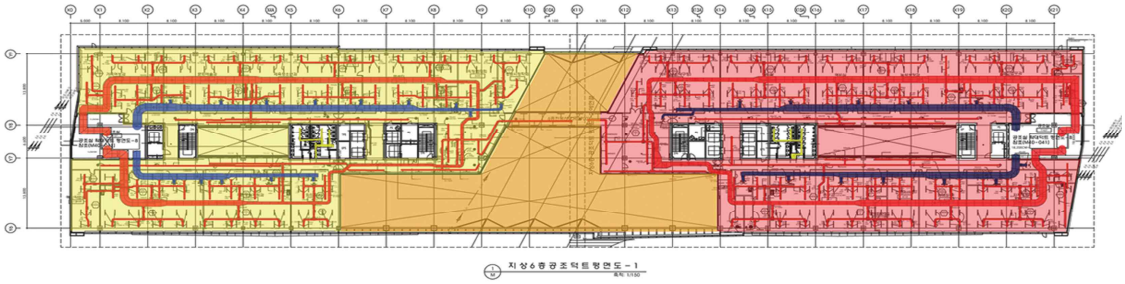


그림 36. 성남시청사 기준층 공조조닝

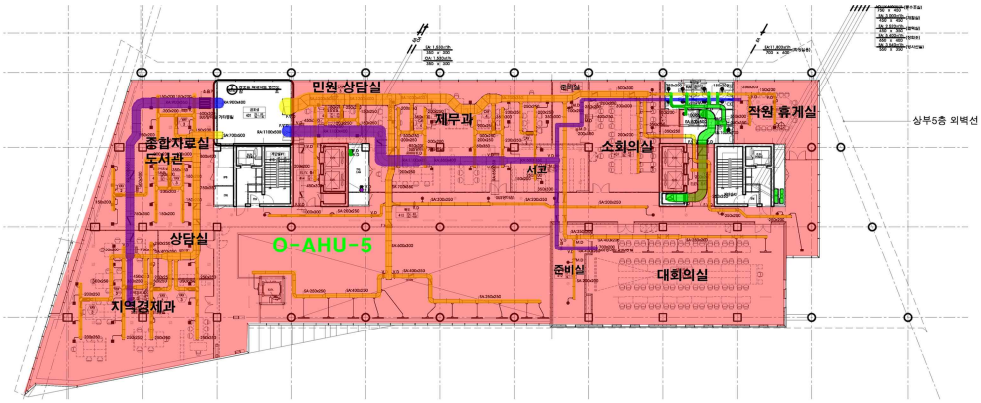


그림 37. 용산구종합행정타운 4층 공조조닝

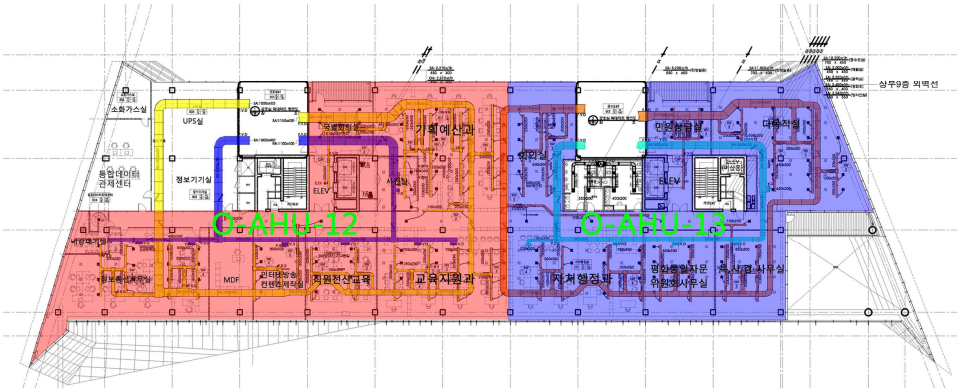


그림 38. 용산구종합행정타운 8층 공조조닝

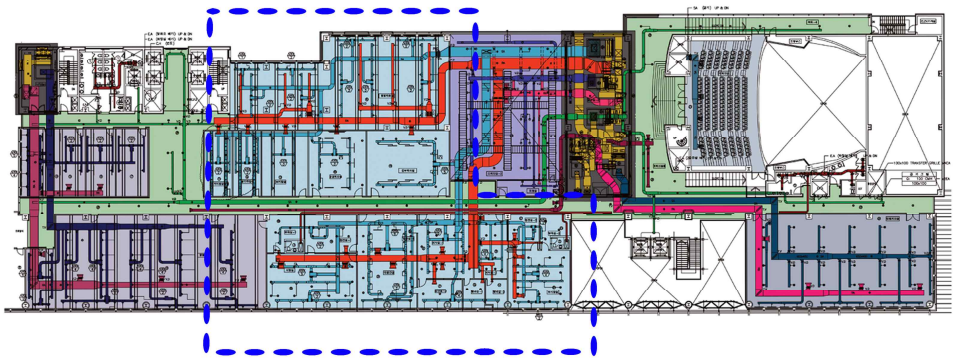


그림 39. 용인시청 기준층 공조덕트 평면도

라. 소결

표 22. 공공청사 분석을 통한 소결

금천구청	. 건물의 입면과 통유리로 된 아트리움은 본 건물의 에너지 과소비의 가장 큰 원인되는 요소임. . 시설개선권고사항에 따라 에너지소비량을 줄이도록 개선하였음에도 불구하고 건축물에너지효율등급에서 5등급을 받음에 따라 에너지 다소비 문제는 여전히 남아있는 상태임. . 저층부 중앙의 휴식공간으로 제공되는 Open Space는 겨울철 빠른 속도의 바람길을 형성하여 본 건물 및 주변 기류에도 쾌적하지 못한 환경을 제공함.
성남시청사	. 외벽에서 창 면적이 큰 부분을 차지함으로서 에너지소비가 많음. . 창면적비를 줄이더라도 아트리움이 차지하는 에너지소비부문이 매우 큼으로써 단순히 창면적비를 줄이는 것만으로는 에너지소비를 크게 줄일 수 없음. . 현재 창호 뒤에 일부 단열재를 보강하려는 시도를 하고 있으나 시공이 쉽지 않을 뿐 아니라 아트리움을 보완하지 않고서는 근본적으로 에너지절약이 가능한 건물이 되기에 어려움. . 9개 층으로 되어 있는 아트리움은 1~3층과 4~9층 사이가 나눠져 있어 여름철 3층과 9층의 고온 공기가 배출될 수 있는 시스템이 없으며 특히 화재 시에는 연소가스의 배출방법이 없어 매우 위험한 요소라고 판단됨. . 건물 매스계획에서 필로티부분은 겨울철 기류의 통로가 됨으로써 필로티천장이 떨어져 나가게 됨. 실제 이 부분에서 천장 박탈로 인해 재시공이 되었으나 매스와 배치계획에서 기류를 예측하지 못한 건물임. . 기준층의 설비도면에서와 같이 남북향의 겨울철 일사를 고려치 않은 VAV SYSTEM은 남측의 겨울철 다량의 일사 취득 시 실내온도를 컨트롤 할 수 없음.
용산구 종합행정타운	. 과다한 유리사용과 건물매스 상 뚫려 있는 OPEN SPACE로 인해 에너지과소비는 물론 OPEN SPACE 부근은 에너지계산이 되지 않은 곳에서의 열손실이 큼. . 건물의 형태, 즉 매스 또한 건물의 에너지소비에 계산은 되지 않으나 영향이 크다는 것을 인지해야 함.
용인시청사	. 외벽에서의 창 면적이 큼으로써 에너지 소비가 많음. . 현재 많은 부분을 단열재로 부착하여 에너지를 줄였다고 하나 근본적으로 많은 창면적과 유리사용은 에너지절약에 비효율적인 건물임. . 상부 식당은 높은 층고와 과다한 유리 사용으로 인해 여름철 고온으로 겨울철은 온도가 너무 낮아 에너지는 물론 쾌적함을 유지하기 힘듦 . 남북으로 계획되어 있는 기준층을 동서로 분리하여 공조함으로써 겨울철 일사가 많은 날에는 남향과 북향의 사무실의 실내온도조절이 VAV DUCT SYSTEM으로 조절하기 어려움.

3. 녹색건축의 디자인 기법 등 건축적 접근

○ 건축의 패시브 디자인은 대지의 상황과 주변조건에 에너지라는 요소가 더해져 디자인 자체에 막대한 영향을 끼치는 것을 말함. 즉 건축물을 결정짓는 모든 요소가 패시브디자인에 관여되어있다고 해도 과언이 아니며, 이는 앞에서 언급한 LEED의 평가기준에서 창조적인 디자인이 상당한 부분 점수를 가지고 있는 것이 그 증거가 될 수 있음.

○ 건축물의 디자인에 영향을 주는 각 요소들을 설정하고 각 요소들에 대한 에너지 지표를 대응시켜 어떤 요소들이 어떻게 조합되어야 효과적인지 도출하여 녹색건축의 디자인 기법을 만들어내는 것이 최종 목표임.

○ 이 부분에서는 그 첫 단계인 디자인에 영향을 주는 요소들을 설정하는데 그 목적이 있음. 크게 배치, 형태, 기후, 평면구성, 입면구성, 단면구성, 으로 나뉘며 그 세부항목으로 다음과 같이 정의함.

가. 배치

패시브디자인에 영향을 미치는 1차적인 디자인 요소로 건축물의 입지와 배치유형이 에 대한 요소가 있음. 입지요소는 건축물이 들어서는 지역적 환경이 패시브디자인 건축물에 영향을 미칠 수 있다는 전제로 다음과 같이 구분하였음.

1) 입지(A)

패시브 디자인의 배치관련 요소 중 광역적인 입지조건에 대한 분류로 도시화 여부를 판별 후, 주변의 산, 강, 바다 등 자연조건이 어떠한지, 그리고 그 자연요소와의 대응방식, 거리 등을 판별하여 비교분석이 가능하도록 하였음.

a. 도시화 여부			b. 주변 자연요소와의 관계			
1. 도시지역	2. 준도시지역	3. 자연지역	1. 산림	2. 수변(바다)	3. 수변(강)	4. 지형
Aa1	Aa2	Aa3	Ab1	Ab2	Ab3	Ab4

2) 배치(B)

대상지의 입지조건에 대한 분류로 대상지의 지형이 어떠한지를 판별하고, 각 지형에 적용되는 배치유형, 이를테면 -자형, ㄷ자형, ㅁ자형 등 건물의 평면적 배치유형 분류하여 패시브디자인과의 관계 분석이 가능하도록 하였음. 또한 같은 양의 용적을 가지는 매스에서 각각의 경우에 받는 에너지량을 스펙트럼 형식으로 정의함.

a. 지형별 구분		b. 배치유형별 구분				
1. 평지형	2. 경사지형	1. 一자형	2. ㄷ자형	3. ㅁ자형	4. E자형	5. 二자형
Ba1	Ba2	Bb1	Bb2	Bb3	Bb4	Bb5

나. 형태 - 매스(C)

패시브디자인에 영향을 미치는 디자인 요소 중 건축물의 형태로 매스의 유형과 높이에 대한 구분을 통해 분류할 수 있음.

a. 매스의 유형		b. 높이		
1. 타워형	2. 판상형	1. 저층형	2. 중층형	3. 고층형
Ca1	Ca2	Cb1	Cb2	Cb3

다. 기후

기후 특성에 따라 건축물의 형태가 다르게 나타나는 것은 지역의 특수성에 가장 잘 적응하기 위한 수단임. 각 기후별 특성은 인간생활에 직접적으로 작용하는 기후요소 일조, 바람, 기온으로 구분할 수 있으며, 각각의 기후특성에 맞는 건축디자인이 필요함. 거시적 관점에서 한국의 기후에 대해 정의하는 영역. 기후를 구성하는 여러 요소들이 상한과 하한을 설정하였음.

특성	내용	기후요소
한랭기후	눈이 많고 바람이 심함	바람, 기온
건조기후	햇볕이 강하고 바람이 심함	일조, 바람, 기온
열대기후	햇볕이 강하고 온도가 높음	일조, 기온
온대기후	4계절 뚜렷함	일조, 바람, 기온

○ 환경요소를 열, 빛, 공기로 구분함.

기후요소	적용원리	환경요소
기온	여름이나 겨울 외부의 온도에 관계없이 실내온도를 유지할 수 있게 한다.	열 환경
일조	풍부한 일조량을 통해 건축물에서 필요로 하는 태양열을 획득하고, 에너지를 보존한다.	빛 환경
바람	실내 자연환기 및 통풍조절이 가능하여 실내 온도를 유지하게 한다.	공기 환경

○ 한국의 기후조건에 맞도록 온도, 및 습도, 주풍향, 주광량 등을 사계절로 나누어 구역을 설정하며 기존 기상청의 데이터 및 기 발표된 논문 등을 사용하여 지역을 지정하고 각 지역에서 적용할 수 있는 기후 데이터를 설정함.

라. 평면구성(D)

패시브디자인에 영향을 미치는 디자인 요소 중 평면이 미치는 영향은 매우 크고 중요함. 본 연구에서는 공공청사의 건물특성을 반영하여 공용과 사적공간의 구성방식을 통한 실 배치, 그리고 외기에 면한 부분대비 실 깊이를 조사한 실 깊이 비율평균값으로 나누어 보았음. 평면의 실 배치는 편복도형과 중복도형, 중앙홀형으로 구분하였으며 실 깊이 비율평균값을 각각의 향 조건에 따라 분류하여 그 성능을 조사할 필요가 있음.

a. 실 배치			b. 실 깊이 비율평균			
1. 편복도형	2. 중복도형	3. 중앙홀형	1. 동	2. 서	3. 남	4. 북
Da1	Da2	Da3	Db1	Db2	Db3	Db4

마. 입면구성(E)

○ 건축에서 입면은 디자인적으로 뿐만 아니라 실내환경의 좋고 나쁨을 좌우하는 중요한 요소 중 하나임. 또한 근래에 개발된 여러 종류의 외벽재료들과 공법들이 적용되면서 디자인적으로 자유롭게 이상을 표현할 수 있도록 되었으나 이로 인해 소비되는 에너지는 기하급수적으로 증가되어 극단적으로는 일부 건축물에서는 외기가 쾌적한 상태임에도 불구하고 강제공조 없이 생활 할 수 없는 건축물이 지어지게 됨.

○ 어떠한 요소들로 인해 이러한 실내 환경이 만들어졌는지 세부적으로 파악하여 건축물 자체만으로도 추가 에너지를 쓰지 않고 살 수 있는 집을 만들 수 있도록 할 필요가 있음.

○ 따라서 본 연구에서는 이에 입면의 구성요소들은 어떤 것이 있는지 구분하여 그 요소들이 실내 환경에 끼치는 영향을 파악하고 또한 그 요소들 간의 상관관계를 규정하여 건축 부위에 따라 최선의 입면을 구성할 수 있는 방향을 제시하고자 하였음.

1) 외벽환기 면적비(a)

각 향별로 얼마만큼의 개구부를 가지는가는 실내의 환기량 및 공기질에 긍정적인 영향을 미치지만 반대로 실내 온도를 유지하는 부분에 있어서는 부정적인 영향을 미침. 유리의 단열성능에 따라 달라지기는 하겠지만 여기서는 다른 Factor를 고정하고 향과 개구부의 크기 그리고 한 층에서 개구부의 위치에 대해 에너지를 절감 할 수 있는 적정 크기 및 위치를 가늠해보고자 함.

a. 외벽환기 면적비				b. 외벽의 마감재료		
1. 동	2. 서	3. 남	4. 북	1. 지붕	2. 외벽	3. 최하 거실바닥
Ea1	Ea2	Ea3	Ea4	Eb1	Eb2	Eb3

2) 외벽의 마감재료, 열관류율(b,c,d)

외기의 차단 즉, 단열에 대한 사항으로 이미 규정 및 법규에서 열관류율로 외벽의 성능을 규정짓고 있고 디테일로 인한 열손실을 막을 수 있는 여러 방안이 제시되고 있음. 이 대목에서는 외벽을 채우고 있는 재료의 구성방법에 대한 내용으로 단열재의 위치, 공기층의 두께, 공기층이 통기가 가능한지 등에 대한 내용으로 진행 될 예정임.

c. 외벽평균 열관류율			d. 외단열공법			
1. 지붕	2. 외벽	3. 최하거실바닥	type.1	type.2	type.3	type.4
Ec1	Ec2	Ec3	Ed1	Ed2	Ed3	Ed4

3) 창의 열관류율(f)

창은 실내에서 외부를 바라보고 자연광을 받아들이는 외벽의 한 부분으로 건축적으로 각 부분에 따라 다른 기능을 가진 유리를 사용함. 현재 유리는 쓰이는 곳에 따라 다양하게 개발되어있으며 이 대목에서는 건축물에 쓰일 수 있는 유리의 종류들을 에너지 절감의 기준에서 나열해 보고 경제성을 감안한 그 성능을 알아보는데 있음.

e. 외단열공법				f. 창호 열관류율			
type.1	type.2	type.3	type.4	type.1	type.2	type.3	type.4
Ee1	Ee2	Ee3	Ee4	Ef1	Ef2	Ef3	Ef4

4) 창호의 기밀성(g) 및 썬 루버 등 차양의 설치(h)

가) 개요

건축물의 외벽을 구성하는 요소 중 에너지 손실이 가장 많은 부분인 창호에 대한 내용으로 중요한 요소임. 대부분의 창호는 알루미늄으로 구성되며 특수한 성능을 가지기 위해 몇몇 특허를 적용한 형태가 등장하고 있음. 또한 4계절이 뚜렷한 국내의 경우 여름철 직사광선을 피하기 위하여 최근 차양장치가 설치되고 있으며 이는 디자인 요소로도 많이 적용되어 반겨야할 부분이지만 향에 따라 혹은 설치되는 부분에 따라 그 형태를 달리해야함에도 불구하고 디자인 및 다른 부분들로 인해 잘못 설치되기도 함.

나) 계획

○ 창호 기밀성 : 현재 적용가능한 창호의 창호만의 열 성능은 어떻게 되는지 검토하고 그 개선방향 및 이상적인 창호형태를 알아보도록 함.

○ 차양설치 : 얼마만큼의 직사광선 즉 열에너지가 건물 내로 유입되는 것을 차단하는지 검토해보고 적정한 규모는 어느 정도인지 어떠한 부분에 설치하는 것이 효과적인지 분석이 필요함.

g. 창호 기밀성	h. 썬 루버 설치		i. 창면적비			
	1. 서측	2. 동측	1. 동	2. 서	3. 남	4. 북
Eg	Eh1	Eh2	Ei1	Ei2	Ei3	Ei4

바. 단면구성(F)

건물내부에 바람의 길을 뚫어주면 각 실의 내부환경을 유지하는데 도움이 되기도 하지만 건물외부에 불필요한 빌딩풍 장애를 발생시킬 수 있음. 이 대목에서는 각 단면형에 따라 기류의 순환이 어떻게 일어나는지 시뮬레이션분석을 통해 내부 공기순환을 극대화하기 위해 효과적인 구성방법을 연구하고자 함.

a. 일반형	b. 필로티형	c. 중정형	d. 홀형
Fa	Fb	Fc	Fd

사. 해외 건축물을 통한 설정된 요소들의 유효성 검토

건물명		시애틀 시청사	런던 시청사	타카사키 시청사
건축 기본 계획	이미지			
	위치	미국, 시애틀	영국, 런던	일본, 타카사키
패시브 계획	배치 계획	주변 건물들과 연계된 배치계획 입구부분에 실내의 계단식 수 공간 형성	북향배치 타원형의 둥근 매스로 인해 균일한 채광을 받음	북향배치 녹지이용 대규모 지하주차장 도시의 중심타워 및 공원과의 일체화
	매스 계획	직사각형	타원형 매스	고층의 타원형 행정동, 하부에 설치된 거대 아트리움 공간
	자연 환기	바닥은 구조체로부터 38cm정도 띄어져서 완기 및 온도조절을 통해 쾌적성을 높임	아트리움을 이용하여 자연풍을 통과시킴으로써 환기유도 이중외피	복층유리
	단열	옥상녹화 내구성 있는 재료와 가변적 설계	고효율 단열재료 재생에너지 사용의 냉난방 시스템	전열교환기 VAV 에너지계측
	조명 및 차양	건물의 곡선을 따라 설치된 천장을 통한 자연채광 특수유리로 차광성능향상 외부조명은 밤하늘 감상 및 철새들 이동에 장애가 되는 빛 공해 고려하여 계획	자연채광 반투명 유리 이중외피 및 개폐 가능한 창문	조도센서 조명제어 시스템 야간 자연환기 복층유리

3절. 국내외 녹색건축인증제도 비교 분석

표 23. 2차년도 연구목표 및 내용

	연구세부목표	주요연구내용	관련 연구 결과물
2차년도	영국, 호주 녹색건축인증제도 및 법규, 설계프로세스 분석	• 영국(BREEAM), 호주(Green Star)제도 분석 • 미국, 영국, 호주의 녹색건축인증을 획득한 건물의 인증내용 및 시뮬레이션을 통한 건축계획요소 분석 -미국 : Genzyme Center, Bank of America -영국 : 7 More London, LSE New Students' Center, One Angel Square, Houghton Primary Care Center, Suscon, Green Incubator, Friar Gate Square -호주 : Pixel Building, 1 Bligh ST, RMIT, SA Water Heaquter Tenancy	
	해외 녹색건축물 및 녹색건축관련 기관 방문	• 영국 : BRE, HOK, Atelier Ten 방문, 인증제도 운영기관 전문가, 녹색건축 설계 전문가, 녹색건축 설계분석 및 엔지니어링 전문가와의 회의 • 호주 : GBCA 방문 및 녹색건축물 답사	국내 학술게재 논문 1건 연구개발 관련 홍보 3건
	녹색건축물 조성지원법 분석	• 2013년 2월 제정된 녹색건축물조성지원법 및 녹색건축인증제(G-SEED) 분석	
	국내 공공청사건물의 녹색화 방안 도출	• 국외 법규 및 프로세스 분석을 통한 국내 녹색건축 방안 도출을 위한 분석	

○ 국내외 건축법규 및 인증제도 분석결과, 인증과 건물 에너지 감축은 법규를 기반으로 해야 효과가 나타남
○ 녹색건축물조성지원법에 따른 녹색건축인증제는 기존의 친환경건축물인증제도에서 변경된 것이 없음
○ 현재의 건축법규와 인증 프로세스는 건물의 실질적인 에너지 소비량을 파악하고 평가할 수 없음
○ 국내 공공청사 건물의 녹색화를 위해서는 건축법규, 프로세스, 녹색건축인증제의 전반적인 개정이 필요함.

1. 국내 녹색건축인증제도 분석

가. 건축법규와 건물에너지

○ 건축법규 상의「건축물의 에너지절약설계기준」[11](녹색건축물조성지원법 제14조, 15조, 동 법 시행령 제10조, 11조, 동 법 시행규칙 제7조의 규정)에서는 건축물의 효율적인 에너지 관리를 위하여 열손실 방지 등 에너지절약 설계에 관한 기준, 에너지절약계획서 및 설계 검토서 작성기준, 녹색건축물의 건축을 활성화하기 위한 건축기준 완화에 관한 사항을 포함함.

○ 건축물의 에너지절약설계기준의 에너지성능지표검토서(EPI, Energy Performance Index)는 녹색건축물인증제도의 에너지항목 배점 산출 기준으로써 건축, 기계, 전기, 신재생에너지부문으로 총 4가지 항목에 대하여 평가내용을 의무사항과 권장사항으로 나누어 평가하며 2012년에는 일반 건축물은 평점 합계 60점 이상, 공공기관이 신축하는 건축물은 평점합계 74점 이상을 만족하도록 개정됨.

○ 하지만 건축부문의 내용은 건물의 열관류율 및 단열, 창호설치의 기준 등 단열성 및 기밀성에 관한 것이 주 내용이며 기계·설비부문은 사용기기 및 장비의 효율에 초점이 맞춰져 있어 건축계획과 관련한 에너지 성능을 파악할 수 없으며 평가방법도 적용 여부로 되어 있음. 이에 건물의 에너지 사용량을 객관적으로 확인할 수 없어 실질적인 에너지 절약의 실효성이 부족한 피상적인 구조로 되어 있음.

○ 에너지성능지표검토서의 [기계설비 부문]의 VAV System 적용의 경우, 소형건축물은 VAV System을 거의 적용하지 않기 때문에 이 항목을 적용하는 경우 EPI에서의 점수획득이 낮아질 수밖에 없어 50점을 간신히 넘기는 상황이 됨. 결국 소형건축물보다는 대형건축물 위주로 항목이 구성되어 있다고 할 수 있음.

11) 목적 : 건축물의 효율적인 에너지 관리를 위하여 열손실 방지 등 에너지절약 설계에 관한 기준, 에너지절약계획서 및 설계검토서 작성기준, 녹색건축물의 건축을 활성화하기 위한 건축기준 완화에 관한 사항 등을 정함.

○ 건축부문

2. 에너지성능지표											
항 목	기본배점 (a)				배점 (b)						의견사항
	비주거		주거		1점	0.9점	0.8점	0.7점	0.6점		
	대형 (3,000㎡ 이상)	소형 (500~3,000㎡미만)	주택 1	주택 2							
1.외벽의 평균 열관류율 Ue(W/㎡·K) (창 및 문을 포함)	21	34			중부	0.470미만	0.470~0.640미만	0.640~0.820미만	0820~1.000미만	1.000~1.180미만	열관류율 기준 : 제시된 기준이 충족되면 점수획득이 가능함.
					남부	0.580미만	0.580~0.770미만	0.770~0.970미만	0.970~1.170미만	1.170~1.370미만	
					제주	0.700미만	0.700~0.940미만	0.940~1.200미만	1.200~1.460미만	1.460~1.720미만	
			31	28	중부	0.350미만	0.350~0.420미만	0.420~0.500미만	0.500~0.580미만	0.580~0.660미만	
					남부	0.440미만	0.440~0.520미만	0.520~0.600미만	0.600~0.680미만	0.680~0.770미만	
					제주	0.550미만	0.550~0.680미만	0.680~0.810미만	0.810~0.940미만	0.940~1.070미만	
2.지붕의 평균 열관류율 Ur(W/㎡·K) (천창 등 투명 외피부분을 제외한 부위의 평균 열관류율)	7	8	8	8	중부	0.110미만	0.110~0.120미만	0.120~0.140미만	0.140~0.160미만	0.160~0.180미만	
					남부	0.140미만	0.140~0.160미만	0.160~0.180미만	0.180~0.200미만	0.200~0.220미만	
					제주	0.170미만	0.170~0.190미만	0.190~0.220미만	0.220~0.250미만	0.250~0.280미만	
3. 최하층 거실바닥의 평균 열관류율 Uf (W/㎡·K)	5	6	6	6	중부	0.120미만	0.120~0.160미만	0.160~0.200미만	0.200~0.240미만	0.240~0.290미만	
					남부	0.140미만	0.140~0.180미만	0.180~0.230미만	0.230~0.280미만	0.280~0.340미만	
					제주	0.160미만	0.160~0.210미만	0.210~0.260미만	0.260~0.310미만	0.310~0.380미만	
4. 제5조 제9호 차목에 따른 외단열 공법의 채택 (전체 외벽면적에 대한 시공비율, 전체 외벽면적에 대한 창면적비가 50%미만일 경우에 한함)	4	6	6	6	70%이상		60%~70%미만	50%~60%미만	40%~50%미만	30%~40%미만	단열 기준
5. 기밀성 창호 및 문의 설치(KS F2292에 의한 기밀성 등급 및 통기량 (㎥/h㎡))	5	6	6	6	1등급 (1㎥/h㎡ 미만)		2등급 (1~2㎥/h㎡미만)	3등급 (2~3㎥/h㎡미만)	4등급 (3~4㎥/h㎡미만)	5등급 (4~5㎥/h㎡미만)	창호 설치 기준
6.자연채광용 개구부(수영장), 주된 거실에 개폐 가능한 외기에 면한 창의 설치 (기타 건축물)	1	1	1	1	수영장 : 수영장 바닥면적의 1/5이상 자연채광용 개구부 설치 기타 건축물 : 개폐되는 창부위의 면적이 외주부주4) 바닥면적의 1/10이상 적용 여부						적용여부 판단
7. 유리창에 제5조제9호타 목에 따른 야간 단열장치를 설치	–	–	1	1	전체 창 면적의 20% 이상 적용 여부						적용여부 판단

8. 냉방부하저감을 위한 제5조제9호 거목에 따른 차양 장치 설치		4	2	2	2	외부 차양에 한함. 내부차양은 자동제어가 연계되는 경우 인정 (남향 및 서향 창면적의 80% 이상 설치 시)					
공동주택	9. 외기에 면한 주동 출입구에 방풍실 또는 회전문을 설치 함	–	–	1	1	적용 여부					**적용여부 판단**
	10. 공동주택 각 세대의 현관에 방풍실 설치	–	–	1	1	적용 여부					**적용여부 판단**
	11.대향동의 높이에 대한 인동간격비	–	–	1	1	1.20이상	1.15이상~ 1.20미만	1.10이상~ 1.15미만	1.05이상~ 1.10미만	1.00이상~ 1.05미만	
	12.공동주택의 지하주차장에 300m2이내마다 2m2 이상의 채광용 개구부를 설치하며(지하 2층 이하 제외), 조명설비는 주위 밝기에 따라 전등군별로 자동점멸 또는 스케줄 제어가 가능하도록 하여 조명전력을 감소	–	–	1	1	적용여부					**적용여부 판단**
	13.지하주차장 설치되지 않는 경우의 기계부문 15번 및 건축부문 12번에 대한 보상점수	–	–	2	2	–					**–**

○ 기계설비부문

항 목			기본배점 (a)				배점 (b)					의견사항
			비주거		주거							
			대형 (3,000㎡ 이상)	소형 (500~3,000㎡미만)	주택 1	주택 2	1점	0.9점	0.8점	0.7점	0.6점	
1.난방 설비 (효율%)	기름보일러		8	7	10	7	92이상	89~92미만	86~89미만	83~86미만	83미만	설비시스템의 효율을 나누어 배점을 부여함. 초기 계획 시 EPI를 제출해야 하는 상황에서 점수를 획득하기 위하여 건축물 특성보다는 효율이 높은 시스템을 설치할 가능성이 크기에 실질적인 에너지절약과 무관할 수 있음.
	가스보일러	중앙난방방식					87이상	83~87미만	81~83미만	79~81미만	79미만	
		개별난방방식					1등급 제품	-	-	-	그 외 또는 미설치	
	기타 난방설비						고효율 인증제품 (신재생 인증제품)	-	-	-	그 외 또는 미설치	
2.냉방 설비	원심식(성적계수, COP)		6	2	-	2	5.18이상	4.51~5.18 미만	3.96~4.51 미만	3.52~3.96 미만	3.52미만	
	흡수식 (성적계수, COP)	①1중효용					0.75이상	0.73~ 0.75미만	0.7~ 0.73미만	0.65~ 0.7미만	0.65미만	
		②2중효용 ③3중효용 ④냉온수기					1.2이상	1.1 ~ 1.2미만	1.0 ~ 1.1미만	0.9 ~ 1.0미만	0.9미만	
	기타 냉방설비						고효율 인증제품 (신재생 인증제품)	-	-	-	그 외 또는 미설치	
3.열원설비 및 공조용 송풍기의 효율(%)			3	1	-	1	60이상	57.5~60미만	55~57.5미만	50~55미만	50미만	
4.냉온수 순환, 급수 및 급탕 펌프의 평균 효율			2	2	3	3	1.16E이상	1.12E~ 1.16E미만	1.08E~ 1.12E미만	1.04E~ 1.08E미만	1.04E미만	
5. 이코노마이저시스템 등 외기냉방시스템의 도입			3	1	-	1	적용 여부					대부분 적용하는 요소임
6. 폐열회수형 환기장치 또는 바닥열을 이용한 환기장치, 보일러 또는 공조기의 폐열회수설비			2	2	2	2	적용 여부 (폐열회수형 환기장치는 고효율에너지기자재 인증제품인 경우 배점)					시스템 운전 시의 효율성보다는 효율 좋은 시스템을 설치하도록 함
7.기기, 배관 및 닥트 단열			2	1	2	2	건축기계설비 표준시방서에서 정하는 기준의 20% 이상 단열재 적용 여부 (급수, 배수, 소화배관, 배연덕트 제외)					시방서 상 지켜야 하는 요소임.

8 열원설비의 대수분할, 비례제어 또는 다단제어 운전	2	1	2	2	적용 여부	
9. 공기조화기 팬에 가변속제어 등 에너지절약적 제어방식 채택	2	1	–	1	공기조화기용 전체 팬 동력의 60% 이상 적용 여부	**운전성능을 보장하는 건물 규모 및 용도에 따라 적용이 달라져야 하는데 이에 대한 구체적 사항이 제시되지 못함. VAV시스템은 공사비용뿐만 아니라 전기 동력비가 많이 들기에 에너지절약적 운전이 어려움.**
10. 생활배수의 폐열회수설비	1	1	1	1	적용 여부	**적용여부만을 판단함.**
11. 축냉식 전기냉방, 가스 및 유류이용 냉방, 지역냉방, 소형열병합 냉방 적용, 신재생에너지 이용 냉방 적용(주간 최대냉방부하 담당 비율, %)	2	1	–	1	100 / 90~100미만 / 80~90미만 / 70~80미만 / 60~70미만	
12. 급탕용 보일러	2	2	2	2	고효율에너지기자재, 또는 에너지소비효율1등급 설비 적용여부	
13. 난방 또는 냉난방순환수 펌프의 대수제어 또는 가변속제어 등 에너지절약적 제어방식 채택	2	1	2	2	냉난방 순환수 펌프 전체동력의 60% 이상 적용여부	**건물 규모 및 용도에 따라 적용이 달라져야 하는데 이에 대한 구체적 사항이 제시되지 못함.**
14. 급수용 펌프 또는 가압급수펌프 전동기에 가변속 제어 등 에너지절약적 제어방식 채택	1	1	1	1	급수용 펌프 전체 동력의 60% 이상 적용 여부	**가압급수펌프방식은 고가수조방식에 비해 에너지절약적이지 못함. 가압펌프를 작동하기 위해서는 전기가 사용되기 때문에 전력소비가 상당함.**
15. 기계환기설비의 지하주차장 환기용 팬에 에너지절약적 제어방식 설비 채택	1	1	1	1	지하주차장 환기용 팬 전체 동력의 60% 이상 적용 여부	
16. –지역난방방식 또는 소형가스열병합발전 시스템, 소각로 활용 폐열시스템을 채택하여 1번, 8번 항목의 적용이 불가한 경우의 보상점수	10	8	12	9	지역난방, 소형가스열병합발전, 소각로 활용 폐열시스템은 전체난방설비용량(신재생에너지난방설비용량 제외)의 60% 이상 적용여부 (단, 부 열원은 기계부문 1번 항목의 배점(b) 0.9점 이상 수준 설치에 한함)	**보상이라는 개념은 위와 같이 시스템을 강제적용하려다 보니 적용이 되지 않는 부분에 대한 보상인데, 근본적으로 시스템을 제한한다는 것은 에너지절약에 도움이 되지 못함.**
–개별난방 또는 개별냉난방방식주9)을 채택하여 8번, 13번 항목의 적용이 불가한 경우의 보상점수	4	2	4	4	–	

○ 전기설비부문

<table>
<tr><th rowspan="3" colspan="2">항 목</th><th colspan="4">기본배점 (a)</th><th colspan="5">배점 (b)</th><th rowspan="3">의견사항</th></tr>
<tr><th colspan="2">비주거</th><th colspan="2">주거</th><th rowspan="2">1점</th><th rowspan="2">0.9점</th><th rowspan="2">0.8점</th><th rowspan="2">0.7점</th><th rowspan="2">0.6점</th></tr>
<tr><th>대형
(3,000㎡
이상)</th><th>소형
(500~3,000㎡
미만)</th><th>주택
1</th><th>주택
2</th></tr>
<tr><td colspan="2">1.제5조제9호가 목에 따른 거실의 조명밀도(W/㎡)</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>8미만</td><td>8~11미만</td><td>11~14미만</td><td>14~17미만</td><td>17~20미만</td><td rowspan="15">건축에서 반영될 사항이 없음.
조명에너지와 관련된 사항에서는 고효율조명기기의 사용을 권하고 있으나 이를 건물 조명에너지절약의 방법으로 간주되기에는 건축이 전혀 반영되지 않음.</td></tr>
<tr><td colspan="2">2.간선의 전압강하(%)</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>3.5미만</td><td>3.5~4.0미만</td><td>4.0~5.0미만</td><td>5.0~6.0미만</td><td>60~70미만</td></tr>
<tr><td colspan="2">3.변압기를 대수제어가 가능하도록 뱅크 구성</td><td>1</td><td>–</td><td>–</td><td>–</td><td colspan="5">전등/전열, 동력, 냉방용 등으로 구분하고 같은 용도 2대 이상 설치된 변압기간 연계제어 적용여부</td></tr>
<tr><td colspan="2">4.최대수요전력 관리를 위한 제5조제11호사 목에 따른 최대수요전력 제어설비</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td colspan="5">적용 여부</td></tr>
<tr><td colspan="2">5.실내 조명설비에 대해 군별 또는 회로별 자동제어설비를 채택</td><td>1</td><td>1</td><td>–</td><td>–</td><td colspan="5">전체 조명전력의 40%이상 적용 여부</td></tr>
<tr><td colspan="2">6.옥외등은 고휘도방전램프(HID 램프) 또는 LED 램프를 사용하고 격등 조명과 자동 점멸기에 의한 점소등이 가능하도록 구성</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td colspan="5">적용 여부
(제5조제11호라목에 따른 고효율조명기기인 경우 배점)</td></tr>
<tr><td colspan="2">7.층별 또는 임대 구획별로 전력량계를 설치</td><td>1</td><td>2</td><td>–</td><td>–</td><td colspan="5">층별 1대 이상, 임대구획별 전력량계 설치 여부</td></tr>
<tr><td colspan="2">8.BEMS 또는 에너지 용도별 미터링 시스템 설치</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td colspan="5">난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명, 콘센트 구분 각각 계량시 반영</td></tr>
<tr><td colspan="2">9.역률자동 콘덴서를 집합 설치할 경우 역률자동조절장치를 채택</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td colspan="5">적용 여부</td></tr>
<tr><td colspan="2">10.분산제어 시스템으로서 각 설비별 에너지제어 시스템에 개방형 통신기술을 채택하여 설비별 제어시스템 간 에너지관리 데이터의 호환과 집중제어가 가능한 시스템</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td colspan="5">적용 여부</td></tr>
<tr><td colspan="2">11.전체 조명설비 전력에 대한 LED 조명기기 전력 비율(%) (단, LED 제품은 고효율에너지기자재인증제품인 경우에만 배점)</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>20% 이상</td><td>15%이상 ~20%</td><td>10%이상 ~15%</td><td>5%이상 ~10%</td><td>3%이상 ~5%</td></tr>
<tr><td colspan="2">12.제5조제11호카목에 따른 대기전력자동차단장치를 통해 차단되는 콘센트의 거실에 설치되는 전체 콘센트 개수에 대한 비율</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>80% 이상</td><td>70%이상 ~80%</td><td>60%이상 ~70%</td><td>50%이상 ~60%</td><td>40%이상 ~50%</td></tr>
<tr><td colspan="2">13. 제5조제11호거목에 따른 창문 연계 냉난방설비 자동 제어시스템을 채택</td><td>1</td><td>1</td><td>–</td><td>–</td><td colspan="5">적용여부</td></tr>
<tr><td rowspan="2">공동
주택</td><td>14.도어폰을 대기전력저감우수제품으로 채택</td><td>–</td><td>–</td><td>1</td><td>1</td><td colspan="5">적용 여부</td></tr>
<tr><td>15. 홈게이트웨이를 대기전력저감우수제품으로 채택</td><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td colspan="5">적용 여부</td></tr>
</table>

○ 신재생에너지 부문[12)]

항 목	기본배점 (a)				배점 (b)					의견사항
	비주거		주거		1점	0.9점	0.8점	0.7점	0.6점	
	대형 (3,000㎡ 이상)	소형 (500~3,000㎡미만)	주택 1	주택 2						
1.전체난방설비용량에 대한 신·재생에너지 용량 비율	3	3	4	3	2% 이상 적용 여부, (단, 의무화 대상 건축물은 4% 이상)					**신재생에너지이용 비율을 법적으로 의무화하고 있으나 효율에 대해 전혀 고려하지 않음. 신재생에너지의 대표적인 종류로 지열, 태양광, 태양열이 있으나 건축디자인에 영향력이 적은 지열 사용이 가장 큼. 하지만 효율성은 미비하며 점수 취득 후 관리의 문제가 야기됨.**
2.전체냉방설비용량에 대한 신·재생에너지 용량 비율	4	4	-	3	2% 이상 적용 여부, (단, 의무화 대상 건축물은 4% 이상)					
3.전체급탕설비용량에 대한 신·재생에너지 용량 비율	1	1	4	3	10% 이상 적용 여부, (단, 의무화 대상 건축물은 15% 이상)					
4.전체전기용량에 대한 신·재생에너지 용량 비율	4	4	4	3	2% 이상 적용 여부 (단, 의무화 대상 건축물은 4% 이상)					

12) 신재생에너지이용건축물인증에서 이용 의무 비율을 다음과 같이 정하였으나 2015년 신재생에너지용건축물인증이 삭제되기로 결정됨. 영국에서도 신재생에너지이용의 효율 및 기준에 대한 검증이 제대로 되지 않아 2010년 의무 사용 비율을 삭제하였음.

연도	2011~2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
이용의무비율(%)	10	11	12	13	14	15	16	18	20

나. 녹색건축물조성지원법의 제정

○ 2011년 건축물 부문 온실가스를 2020년 BAU 대비 26.9% 감축을 목표로 설정하고 이를 위해 국토교통부는 건축물의 온실가스 감축 목표에 맞추어 다양한 정책을 수행하기 위한 법적 근거로써 2013년 2월「저탄소 녹색성장 기본법」에 근거한「녹색건축물조성지원법」을 제정함.

○ 총 5개 장 · 31개 조항으로 구성되어 있으며 ①계획 수립 및 연계측면, ②정보체계 구축, ③건축물 에너지 관리 시책, ④지원체계 및 조직, ⑤사업지원 및 보고체계 등으로 내용 구성이 되어 있음.[13] 1장(총칙)은 법의 목적 및 정의, 기본 원칙 등을 제시하고, 2장(녹색건축물 조성 기본계획 등)에서는 온실가스 감축, 전문 인력, 조성 시범사업 등 동 법과 관련된 시행 계획들의 기본계획을 5년마다 수립하도록 하고 있음. 3장(건축물 에너지 및 온실가스 관리대책)은 온실가스 배출현황조사와 같이 예측할 수 있는 정보체계를 구축하도록 하고 있으며 4장(녹색건축물 등급제 시행)은 건축물에 대한 효율적인 에너지관리 및 활성화를 위한 각 종 인증의 시행을 정하며 녹색건축물을 활성화하기 위한 인력, 조성 및 시범사업, 인센티브 등을 5장에 마련하였음.

2013년 2월 녹색건축물조성지원법

구분	건축물의 에너지절약 설계기준	친환경건축물인증제도	주택성능등급표시제도	건축물에너지효율등급 인증제도	신재생에너지건축물인증
시기		2002년	2006년 1월	2010년 (대상확대)	2011년 4월 13일
운영	국토교통부	국토교통부, 환경부	국토교통부	산업통상자원부, 국토교통부	산업통상자원부, 국토교통부
근거	건축물의 에너지절약 설계기준	친환경 건축물 인증 규칙	주택성능 등급인정 및 관리기준	건물에너지효율등급인증에 관한 규정	신재생에너지이용 건축물 인증에 관한 규칙
인증 성격	의무	자발적 인증 (공공기관 의무)	의무	자발적 인증 (공공기관 의무)	자발적 인증 (공공기관 의무)
인증 등급	에너지 성능지표	최우수, 우수, 우량, 일반	1~4등급	1+++ ~10등급	1~5등급
허가 조건 및 평가 항목	평면, 단열, 설비, 에너지절약계획서	토지이용, 교통에너지, 재료 및 자원, 수자원, 환경오염, 유지관리, 생태환경, 실내환경	소음, 구조, 환경, 화재소방(환경관련 25% 에너지 부분)	에너지 절감율	태양광, 태양열, 지열, 연료전지
대상 건물	공동주택 80세대 이상 근린생활, 업무시설	공동주택, 업무시설, 주상복합시설, 학교	신축공동주택 1,000세대 이상	공동주택 및 업무시설	연면적 1,000㎡이상의 건축물

그림 40. 국내 녹색건축 관련 제도

○ 그러나 기존과 마찬가지로 녹색건축인증제와 건축물에너지효율등급인증제도의 운영기관이 각각 국토교통부+환경부, 국토교통부+산업통상자원부에서 관리되어 관계부처 간의 이

13) 이민석 외 2, 녹색건축물 활성화를 위한 제도 기반 구축 방안 연구, 건축도시공간연구소 연구보고서, 2011

해상충 및 건축실무관련자들의 혼선을 야기하는 문제는 여전히 남아있고 이러한 운영상황은 환경부와 산업통상자원부가 에너지수치에 관한 규정 작성 시 건축전문가와의 소통이 없거나 매우 적을 수 뿐 없다고 판단됨.

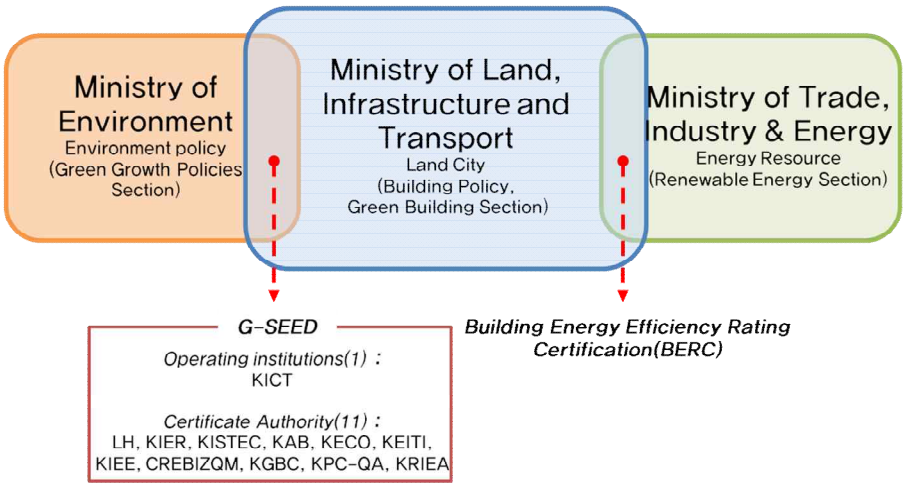


그림 41. 국내 인증제도의 운영 부처

다. 에너지 관련 제도의 출현, 미비한 효과

1) 건축물에너지효율등급인증제도

○ 「건축물에너지효율등급인증제도」는 에너지효율개선의 기반을 구축하고 건물부문에서의 합리적인 에너지절약을 위해 건물에서 사용되는 에너지에 대한 정확한 정보를 제공하여 에너지절약기술에 대한 투자를 유도하고 에너지절약에 대한 인식제고를 목적으로 하고 있음.[14] 초기에는 공동주택을 대상으로 시행되다가 친환경건축물인증제도가 에너지절약에 대해 실효성이 없자 2010년 1월부터 신축업무용 건축물로 확대·시행하기 시작하였으며 공공건축물은 1등급 획득을 의무화하고 2020년까지 모든 건축물이 인증대상이 되도록 단계적 확대를 계획하고 있음.[15]

○ 신축 업무용 건축물은 난방만 적용하던 공동주택과 달리 난방, 냉방, 환기, 급탕, 조명에너지를 모두 포함하여 건축물에너지소요량을 계산함.

○ 2013년 친환경건축물인증제도와 함께 「건축법」에서 「녹색건축물조성지원법」으로 근거법이 변경되고 기존 5개의 인증등급에서 10개 등급으로 세분화되었음.

14) http://www.kemco.or.kr/building/v2/ 에너지관리공단 건물에너지절약사업
15) 지속가능한 녹색건축물 보급 활성화 방안, 국토해양부, 녹색건축물 보급 활성화를 위한 정책/기술 세미나. 2012.10

표 24. 건축물에너지효율등급인증제도 연혁

연도	주요내용	관련규정
2001	제도 시행	「건축물에너지효율등급 인증에 관한 규정」 제정 「공공기관 에너지이용합리화 추진지침」 개정 * 공동주택 인증시작, 공공기관 신축 공동주택 인증 취득 의무화
2004	기준 변경	「건축물에너지효율등급 인증에 관한 규정」 개정 * 표준주택 기준 강화 및 절감률 기준 변경
2008	의무 강화	「공공기관 에너지이용합리와 추진지침」 개정 * 공공기관 신축 공동주택 2등급 이상 인증 취득 의무화
2009	근거법마련	「건축법」 제66조의2(건축물의 에너지효율등급인증) 신설 * 제도시행 법적 근거마련 후 국토부, 지경부 공동주관
2010	대상 확대 (업무용)	「건축물 에너지효율등급 인증규정」 * 업무용 건축물 에너지효율등급인증제도 시행 및 공공기관 신축 업무용 건축물 에너지효율 1등급 취득 의무화
2013	근거법 변경, 대상 확대 및 등급 변경	「녹색건축물조성지원법」으로 근거법 변경 * 「건축물에너지효율등급 인증에 관한 규칙」제정, 「건축물에너지효율등급인증기준」 개정

표 25. 건축물에너지효율등급 개정 전(좌), 후(우) 비교

<종전 인증등급>		
등급	신축공동주택 (총 에너지절감율)	신축업무용건축물 (연간 단위면적당 1차에너지소요량, kWh/㎡ · 년)
1	40% 이상	300미만
2	30%이상 40%미만	300이상 350미만
3	20%이상 30%미만	350이상 400미만
4	10%이상 20%미만	400이상 450미만
5	0%이상 10%미만	450이상 500미만

<개정 인증등급>		
등급	신축공동주택 (총 에너지절감율)	신축업무용건축물 (연간 단위면적당 1차 에너지 소요량, kWh/㎡ · 년)
1+++	60미만	80미만
1++	60이상 90미만	80이상 140미만
1+	90이상 120미만	140이상 200미만
1	120이상 150미만	200이상 260미만
2	150이상 190미만	260이상 320미만
3	190이상 230미만	320이상 380미만
4	230이상 270미만	380이상 450미만
5	270이상 320미만	450이상 520미만
6	320이상 370미만	520이상 610미만
7	370이상 420미만	610이상 700미만

○ 건축물의 연간에너지사용량제한은 총량으로 이루어져야 하지만 건축물에너지효율등급 인증은 난방, 냉방, 조명 및 장비 등으로 에너지소비량 기준을 세워 제한하고 있음. 이는 독일기준을 인용하여 제정되었지만 국내의 기후조건에 적절한 것인지, 특히 공공건축물의 사용시간 및 특성을 고려한 것인지가 불분명함.(그림42, 표26)



그림 42. 공공건축물에 적용되는 에너지 기준

표 26. 공공건축물 에너지소요량 평가서 내용(바닥면적 3천㎡ 이상 업무시설에 한하여 작성)

구 분	단위면적당 에너지요구량 (kWh/㎡년)	단위면적당 에너지소요량 (kWh/㎡년)	단위면적당 1차에너지소요량 (kWh/㎡년)
난 방			
급 탕			
냉 방			
조 명			
환 기			
합 계			

○ 건축물 에너지는 이런 구분 없이 총체적 에너지 사용을 제한하는 것이 시스템 설계자의 창의성을 유도할 수 있으며 건축 설계자에게도 창의적인 디자인을 유도할 수 있음.

가) ECO2

○ 건축물에너지효율등급인증평가에 사용되는 에너지시뮬레이션 평가툴인 ECO2는 에너지관리공단에서 배포되며 월별 평균 기상데이터를 바탕으로 난방, 냉방, 조명, 급탕, 환기시스템의 5가지 항목만 추출하여 단위 면적당 1차 에너지소요량을 산출하도록 되어 있음.

표 27. ECO2 주요 입력내용

구분		주요입력내용
건축 입력	입력 존	용도별 조닝(냉난방/공조가 동일한 실) 사용프로필, 바닥면적, 천장고 등 실의 데이터 입력 냉난방공급시스템, 열생산, 공조처리 연결
	입력면	입력 존에서 구분된 조닝을 반영한 실별 외피면적 입력
	열관류율	바닥, 지붕, 벽체의 레이어 입력으로 열관류율 산출
시스템 입력	공조처리	각종 공조처리기기 데이터입력(AHU, 전열교환기, 급배기팬 등)
	난방기기	열 생산기기의 데이터 입력(온수보일러, 항온항습기, EHP 실외기 등)
	난방공급시스템	실내로 열을 공급하는 기기에 대한 데이터 입력 (항온항습기, EHP 실내기, FCU, CON 등)
	난방분배시스템	난방기기와 난방공급시스템을 연결해주는 배관 데이터 입력 (열원 이동 시 배관에서의 열손실 계산을 위함)
	냉방기기	열 생산기기의 데이터 입력(흡수식 냉동기, 항온항습기, EHP 실외기 등)
	냉방분배시스템	냉방기기와 연결된 펌프데이터 입력(냉방 및 냉각수 순환펌프 등)
신재생 입력	신재생 및 열 병합	지열, 태양광, 태양열 및 열 병합 등 신재생에너지 시스템의 종류 및 설치용량에 대한 데이터 입력

○ ECO2의 입력 사항은 열관류율, 설비시스템 및 신재생에너지와 관련된 사항으로 제한적이며 건축물 에너지에 가장 많은 영향을 미치는 건축계획 요소는 반영되어 있지 않음. 건물에너지 예측 시 다음과 같은 공간계획에 대한 에너지 계산은 어떻게 이루어지는지 살펴봐야 함.

○ 일사량 계산

남북으로 업무공간이 나뉘는 중복도 평면형태는 [그림43], [그림44]와 같이 겨울철 실내로 유입되는 일사량이 남북에서 현저한 차이를 보임. 이러한 경우 남북측 업무공간의 공조를 분리해야 하는 사항에 대하여 프로그램 적용은 어떻게 이루어지는가?

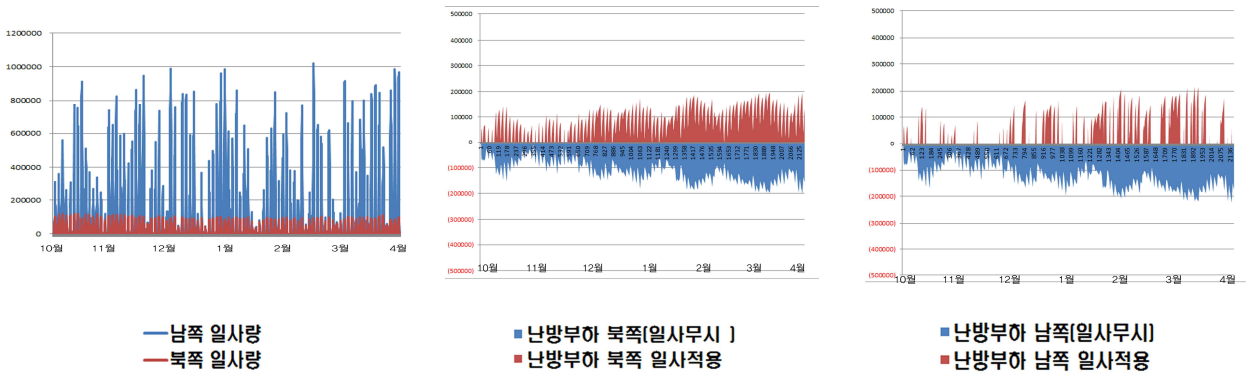


그림 43. 남북 평면 조닝으로 인한 일사량과 부하의 차이

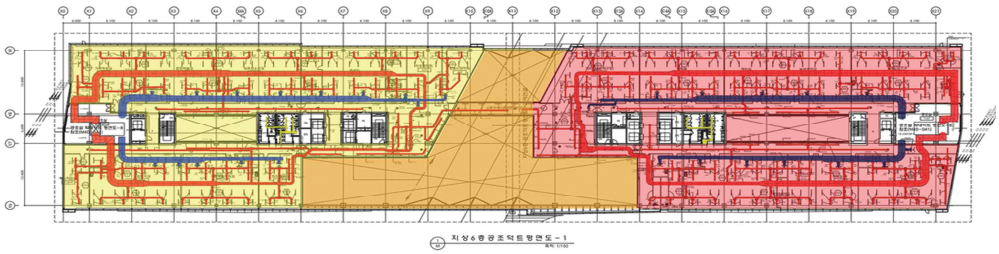


그림 44. 성남시청사 기준층 공조조닝

○ 아트리움 계산

아트리움은 공공건축물 및 업무용 건축물에 많이 적용되는 계획 요소임. 성남시청사 아트리움은 2개 층으로 나눠진 구조로 하층부와 상층부 아트리움 상부에 데워진 공기가 정체되는 현상이 발생하게 됨. 이에 대한 에너지시뮬레이션은 어떻게 이루어지는가?

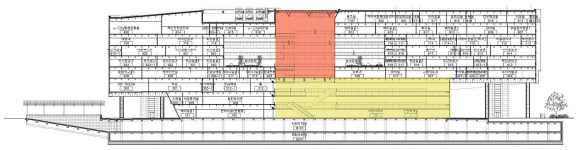


그림 45. 성남시청사 단면

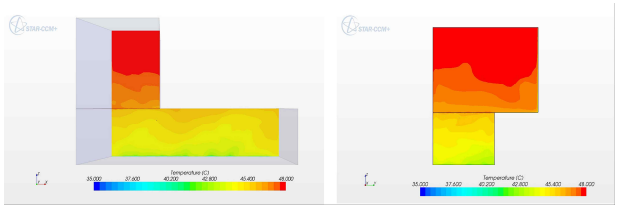


그림 46. 아트리움 온도분포(여름)

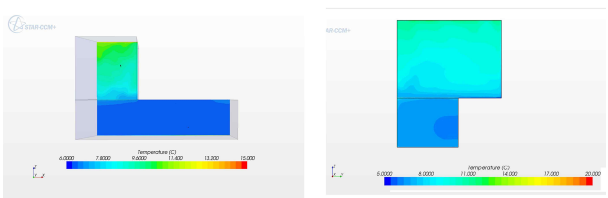


그림 47. 아트리움 온도분포(겨울)

LH공사 사옥처럼 아트리움마다 위치 및 부하 패턴이 다를 경우 어떻게 계산해야 하는가?

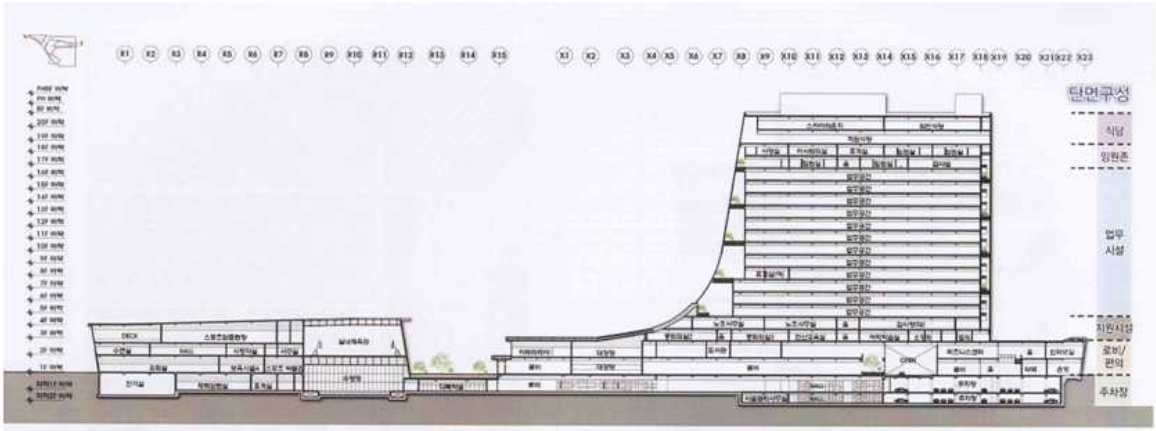


그림 48. LH공사 아트리움

○ ECO2는 외국의 정부공인 에너지시뮬레이션과는 전혀 다른 형태를 보이고 건축설비설계가 에너지시뮬레이션과는 별도로 진행됨에 따라 인력낭비 및 건축설비설계자도 ECO2를 사용하여 인증 받는데 참여하지 못하고 있음.

2) 신재생에너지이용건축물인증제도

○ 「신재생에너지이용건축물인증제도」는 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용 보급 촉진법」에 근거하여 신축 민간건축물의 신재생에너지 공급률에 따라 등급을 부여하여 인증함으로써 자발적으로 신재생에너지설비를 설치하도록 유도하고 보급 활성화를 목적으로 2011년 4월부터 시행됨. 연면적 1,000㎡이상인 업무시설을 대상으로 하며 국가기관 및 지방자치단체, 정부투자기관, 정부출연기관, 정부출자기업체 등은 설치 의무화대상으로 지정됨.

표 28. 신재생에너지의 공급의무 비율

연도	2011~2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
이용의무비율(%)	10	11	12	13	14	15	16	18	20

○ 그러나 신재생에너지는 관리와 점검이 필수적인 일임에도 불구하고 허가를 받은 후에는 관리와 점검이 이루어지지 않고 심지어 허가 후에는 사용하지 않는 경우도 발생함. 이와 같은 이유로 2010년 영국에서는 신재생에너지이용의 효율 및 기준에 대한 검증이 제대로 되지 않기에 그 기준을 삭제함.

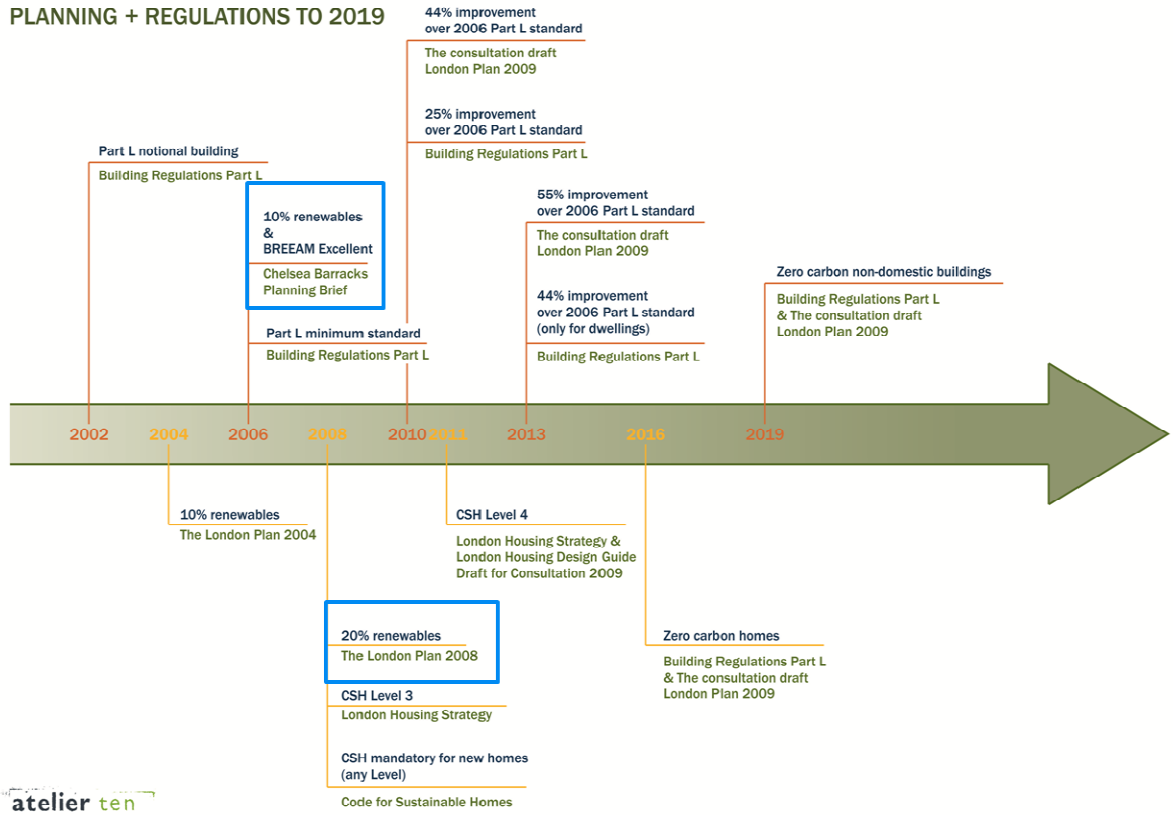


그림 49. 영국의 건물 에너지 계획

라. 친환경건축물인증제도

○ 2002년 공동주택을 대상으로 첫 시행된「친환경건축물인증제도」는 지속가능한 개발의 실현을 목표로 인간과 자연이 서로 친화하며 공생할 수 있도록 계획된 건축물의 입지, 자재선정 및 시공, 유지관리, 폐기 등 건축의 전 생애를 대상으로 환경에 영향을 미치는 요소에 대한 평가를 통해 건축물의 환경성능을 인증하는 제도임.

○ 2005년 「건축법」제58조에 친환경건축물인증제도의 법적 근거가 마련되고 2008년 친환경건축물인증과 인증기관 지정 등에 관한 사항을 규정하기 위해 「친환경건축물의 인증에 관한 규칙」이 제정·시행되었음.

○ 2002년 제도가 첫 시행된 이후 13번의 개정을 거쳤으며 2006년까지는 제도의 확대시행을 위해 주거복합시설, 업무용 건축물, 학교시설, 판매 및 숙박시설의 평가대상 추가에 집중되었고 평가방법에 대한 개정은 2002년부터 2010년까지 공동주택을 대상으로 단 한번 개정 외에는 대부분이 시행 초기의 기준이 그대로 적용되고 있음.

○ 2010년 7월 친환경건축물인증제도의 인증기준 적용대상, 평가부문 및 평가항목, 등급체

계 등 제도의 전반적인 부분이 전면 개정되었음. 이 때 녹색건축 인증 등급이 2등급에서 4등급으로 세분화되고 평가·가산으로 구분되던 평가항목이 평가·필수항목으로 변경되었으며 점수 배점에 가중치를 도입하기 시작함.

○ 이후 2013년 녹색건축물 활성화를 위해 「저탄소 녹색성장 기본법」에 근거한 「녹색건축물조성지원법」이 제정됨에 따라 기존의 「건축법」에서 「녹색건축물조성지원법」으로 근거법이 이관되면서 기존의 '친환경건축물인증제도'와 '주택성능등급인정제도'가 통합되어 현재의 '녹색건축인증제도'가 시행되기 시작함.

○ 국내 제도의 변화는 녹색건축물보급확산을 목적으로 평가 대상의 추가가 매년 이루어졌으나 평가기준의 개정은 이루어지지 않고 있으며 건물에너지와 직접적인 관련이 있는 항목 개정은 2008년 신재생에너지이용 확산을 위해 대체 에너지항목이 신재생에너지이용 항목으로 변경되고 2010년 EPI에 의했던 에너지절약 평가방법에 건축물에너지효율인증등급 기준이 추가됨.

표 29. 녹색건축인증제 개정 연혁

일시	내용	비고
1999	건축물 환경성능인증제도 도입방안 연구	-
2000	친환경건축물 시범인증 도입	-
2002	친환경건축물인증기준 시행	공동주택 대상
2002	친환경건축물인증기준 적용 확대	주거복합 및 업무용(리모델링 포함)
2005	친환경건축물인증기준 적용 확대	학교시설
	공동주택 인증기준 개정	평가 및 가산항목 구분, 부문 및 범주 개정
	건축법 제65조 친환경건축물의 인증	법적 근거 마련
2006	친환경건축물인증기준 적용 확대	판매시설, 숙박시설
2008	친환경건축물인증에 관한 규칙 및 친환경건축물 인증기준 신설	인증운영위원회의 구성 및 운영, 인증심사기준, 등급 및 수수료 개정 에너지항목 : 신재생에너지 이용 항목 신설
2010	인증등급 및 기준 변경	인증등급 : 2등급→4등급 에너지평가방법 : EPI → EPI 혹은 건축물에너지효율인증등급 평가방법 : 평가/가산항목→평가/필수항목 점수배점 : 가중치도입
	공공기관 취득 의무화	연면적 합계 10,000㎡ 이상
	친환경건축물인증제도 개정 고시 및 시행	그 밖의 건축물
2011	공공건축물 청사 또는 공공업무시설 취득 의무 기준등급	2등급 이상 의무 취득
	주택성능등급인정 통합	공동주택
2013	녹색건축물조성지원법 및 인증기준 시행	
	녹색건축인증기준 고시(현행)	인증시청 시점 공공건축물 인증 의무 취득화:1만㎡→3천㎡ 인증기준 분류체계 재정리 : 9개→7개

○ 친환경건축물인증제도의 적용대상 및 인증등급 등을 요약하면 <표 30>과 같음.

표 30. 친환경건축물인증제도 주요 내용

구분	내용		
목적	환경친화적인 건축물의 건설을 유도하기 위해 건축물의 설계, 시공 및 유지관리 등 전과정에 걸쳐 환경오염과 에너지 소비 등을 줄이고 친환경적인 건축물임을 인증하기 위함		
근거법	건축법 제65조		
인증대상	공동주택, 주거복합건축물, 업무용 건축물, 학교시설, 판매시설, 숙박시설, 그 밖의 건축물(7개 분야)		
심사항목	토지이용, 교통, 에너지, 재료 및 자원, 수자원, 환경오염방지, 유지관리, 생태환경, 실내환경(9개 분야)		
등급	* 업무용 건축물인 경우	최우수(그린 1등급)	80점 이상
		우수(그린 2등급)	70점 이상
		우량(그린 3등급)	60점 이상
		일반(그린 4등급)	50점 이상

마. 녹색건축인증제도

1) 연혁

○ ‘녹색건축인증제도’는 녹색건축물의 조성에 필요한 사항을 정하고 건축물 온실가스 배출량 감축과 녹색건축물의 확대를 통해 지속가능한 개발의 실현과 자원절약형이고 자연친화적인 건축물의 건축을 유도하여 저탄소 녹색성장의 실현 및 국민의 복리향상에 기여함을 목적으로 함. 기존의 「친환경건축물의 인증에 관한 규칙」에서 「녹색건축인증에 관한 규칙」으로 전면 개정되어 시행됨.

○ 2013년 개정을 통해 ‘친환경건축물인증제도’의 9개 전문분야·54개 평가항목에서 토지이용과 교통이 토지이용 및 교통으로, 에너지와 환경오염방지가 에너지 및 환경오염방지로 합쳐지면서 ‘녹색건축인증제도’는 총 7개 전문분야·54개 평가항목으로 재구성됨.

표 31. 녹색건축인증제도 주요 내용

구분	내용			
목적	지속가능한 개발의 실현과 자원절약형이고 자연친화적인 건축물의 건축 유도			
근거법	녹색건축물조성지원법 제16조			
인증대상	공동주택(기존), 복합건축물(주거), 업무용 건축물(기존), 학교시설, 숙박시설, 판매시설, 소형주택 그 밖의 건축물			
심사항목	토지이용 및 교통, 에너지 및 환경오염방지, 재료 및 자원, 수자원, 유지관리, 생태환경, 실내환경(7개 분야)			
등급	* 업무용 건축물인 경우	등급	신축건축물	기존건축물
		최우수(그린 1등급)	80점 이상	75점 이상
		우수(그린 2등급)	70점 이상	65점 이상
		우량(그린 3등급)	60점 이상	55점 이상
		일반(그린 4등급)	50점 이상	45점 이상

○ 친환경건축물인증제도와 녹색건축인증제도를 비교하면 다음과 같이 요약할 수 있으며 평가항목의 재구성 외에는 달라진 것이 없음.

표 32. 친환경건축물인증제도와 녹색건축인증제도 비교

<table>
<tr><th>구분</th><th>친환경건축물인증제도</th><th>녹색건축인증제도</th></tr>
<tr><td>근거법</td><td>건축법 제65조</td><td>녹색건축물조성지원법 제16조</td></tr>
<tr><td>인증 대상</td><td>공동주택, 주거복합건축물, 업무용 건축물, 학교시설, 판매시설, 숙박시설, 그 밖의 건축물</td><td>공동주택(기존), 복합건축물(주거), 업무용 건축물(기존), 학교시설, 숙박시설, 판매시설, 소형주택 그 밖의 건축물</td></tr>
<tr><td>심사 항목</td><td>
<table>
<tr><td>토지이용</td><td>4(5%)</td></tr>
<tr><td>교통</td><td>4(5%)</td></tr>
<tr><td>에너지</td><td>21(25%)</td></tr>
<tr><td>오염</td><td>6(5%)</td></tr>
<tr><td>재료 및 자원</td><td>8(15%)</td></tr>
<tr><td>수자원</td><td>13(10%)</td></tr>
<tr><td>생태환경</td><td>12(10%)</td></tr>
<tr><td>유지관리</td><td>9(7%)</td></tr>
<tr><td>실내 환경</td><td>21(18%)</td></tr>
</table>
</td><td>
<table>
<tr><td>토지이용 및 교통</td><td>8(10%)</td></tr>
<tr><td>에너지 및 환경오염</td><td>27(30%)</td></tr>
<tr><td>재료 및 자원</td><td>8(15%)</td></tr>
<tr><td>물순환관리</td><td>13(10%)</td></tr>
<tr><td>생태환경</td><td>12(10%)</td></tr>
<tr><td>유지관리</td><td>7(10%)</td></tr>
<tr><td>실내 환경</td><td>21(18%)</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>등급</td><td>
<table>
<tr><td>최우수(그린 1등급)</td><td>80점 이상</td></tr>
<tr><td>우수(그린 2등급)</td><td>70점 이상</td></tr>
<tr><td>우량(그린 3등급)</td><td>60점 이상</td></tr>
<tr><td>일반(그린 4등급)</td><td>50점 이상</td></tr>
</table>
</td><td>
<table>
<tr><th>등급</th><th>신축</th><th>기존</th></tr>
<tr><td>최우수(그린 1등급)</td><td>80점 이상</td><td>75점 이상</td></tr>
<tr><td>우수(그린 2등급)</td><td>70점 이상</td><td>65점 이상</td></tr>
<tr><td>우량(그린 3등급)</td><td>60점 이상</td><td>55점 이상</td></tr>
<tr><td>일반(그린 4등급)</td><td>50점 이상</td><td>45점 이상</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>항목 구분</td><td colspan="2">필수항목, 평가항목, 가산항목</td></tr>
<tr><td>총점 계산</td><td colspan="2">분야별 배점 및 가중치를 적용하여 총점 100점으로 평가</td></tr>
</table>

2) 평가항목 및 내용

표 33. 친환경건축물인증제도와 녹색건축인증제도 평가부문 비교

<table>
<tr><th colspan="5">친환경건축물인증제도</th><th colspan="5">녹색건축인증제도</th></tr>
<tr><th>구분</th><th>범주</th><th>평가항목</th><th>구분</th><th>배점</th><th>구분</th><th>범주</th><th>평가항목</th><th>구분</th><th>배점</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1. 토지 이용</td><td>1.1 생태학적 가치</td><td>1.1.1 기존 대지의 생태학적 가치</td><td>평가 항목</td><td>2</td><td rowspan="4">1. 토지 이용 및 교통</td><td>1.1 생태학적 가치</td><td>1.1.1 기존 대지의 생태학적 가치</td><td>평가 항목</td><td>2</td></tr>
<tr><td>1.2 인접대지 영향</td><td>1.2.1 일조권 간섭방지 대책의 타당성</td><td>평가 항목</td><td>2</td><td>1.2 인접대지 영향</td><td>1.2.1 일조권 간섭방지 대책의 타당성</td><td>평가 항목</td><td>2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2. 교통</td><td rowspan="2">2.1 교통부하 저감</td><td>2.1.1 대중교통에의 근접성</td><td>평가 항목</td><td>2</td><td rowspan="2">1.3 교통부하 저감</td><td>1.3.1대중교통에의 근접성</td><td>평가 항목</td><td>2</td></tr>
<tr><td>2.1.2 대지 내 자전거 보관소 설치 여부</td><td>평가 항목</td><td>2</td><td>1.3.2 대지 내 자전거 보관소 설치여부</td><td>평가 항목</td><td>2</td></tr>
</table>

친환경건축물인증제도					녹색건축인증제도				
구분	범주	평가항목	구분	배점	구분	범주	평가항목	구분	배점
3. 에너지	3.1 에너지 절약	3.1.1 에너지 효율향상	필수 항목	12	2. 에너지 및 환경오염	2.1 에너지 절약	2.1.1 에너지 성능	필수 항목	12
		3.1.2 계량기 설치여부	평가 항목	2			2.1.2계량기 설치여부	평가 항목	2
		3.1.3 조명에너지절약	평가 항목	4			2.1.3 조명에너지 절약	평가 항목	4
	3.2 지속 가능한 에너지원 사용	3.2.1 신재생에너지이용	평가 항목	3		2.2 지속 가능한 에너지원 사용	2.2.1 신재생에너지이용	평가 항목	3
	-					2.3 지구온난 화방지	2.3.1 이산화탄소 배출저감	평가 항목	3
							2.3.2오존층보호를 위한 특정물질의 사용 금지	평가 항목	3
4. 재료 및 자원	4.1 자원절약	4.1.1 화장실에서 사용되는 소비재 절약	평가 항목	1	3. 재료 및 자원	3.1 자원절약	3.1.1 화장실에서 사용되는 소비재절약	평가 항목	1
	4.2 지속가능한 자원 활용	4.2.1 유효자원의 재활용을 위한 친환경제품사용여부	필수 항목	3		3.2 지속가능한 자원 활용	3.2.1 유효자원 재활용을 위한 친환경인증제품 사용여부	필수 항목	3
		4.2.2 재활용 가능자원의 분리수거	필수 항목	2			3.2.2 재활용 가능자원의 분리수거	필수 항목	2
		4.2.3 재료의 탄소배출량 정보 표시	평가 항목	2			3.2.3 재료의 탄소배출량 정보 표시	평가 항목	2
	리모델링 시만 평가	4.2.4 기존건축물의 주요 구조부 재사용으로 재료 및 자원의 절약	가산 항목	7		리모델링 시만 평가	3.2.4기존건축물의 주요 구조부 재사용으로 재료 및 자원의절약	가산 항목	7
		4.2.5 기존건축물의 비내력벽 재사용으로 재료 및 자원의 절약	가산 항목	2			3.2.5기존건축물의 비내력벽 재사용으로 재료 및 자원의 절약	가산 항목	2
5. 수자원	5.1 수순환체 계구축	5.1.1 우수부하 절감대책의 타당성	평가 항목	3	4. 물순환 관리	4.1 수순환체 계구축	4.1.1 우수부하 절감대책의 타당성	평가 항목	3
	5.2 수자원 절약	5.2.1 생활용 상수 절감대책의 타당성	필수 항목	4		4.2 수자원 절약	4.2.1 생활용 상수 절감대책의 타당성	필수 항목	4
		5.2.2 우수 이용	평가 항목	3			4.2.2 우수 이용	평가 항목	3
		5.2.3 중수도 설치	평가 항목	3			4.2.3 중수도 설치	평가 항목	3

친환경건축물인증제도					녹색건축인증제도				
구분	범주	평가항목	구분	배점	구분	범주	평가항목	구분	배점
6. 환경 오염 방지	6.1 지구온난화방지	6.1.1 이산화탄소배출저감	평가항목	3	2. 에너지 및 환경오염 방지에 합쳐짐				
		6.1.2 오존층보호를 위한 특정물질의 사용금지	평가항목	3					
7. 유지 관리	7.1 체계적인 현장관리	7.1.1 환경을 고려한 현장 관리계획의 합리성	평가항목	1	5. 유지 관리	5.1 체계적인 현장관리	5.1.1 환경을 고려한 현장 관리계획의 합리성	평가항목	1
	7.2 효율적인 건물관리	7.2.1운영/유지관리 문서 및 지침 제공의 타당성	필수항목	2		5.2 효율적인 건물관리	5.2.1운영/유지관리 문서 및 지침 제공의 타당성	필수항목	2
		7.2.2 TAB 및 커미셔닝 실시	평가항목	2			5.2.2 TAB 및 커미셔닝 실시	평가항목	2
	7.3 시스템 변경의 용이성	7.3.1 거주자의 요구에 대응하여 공간배치 및 시스템변경용이성	평가항목	4		5.3 시스템 변경의 용이성	5.3.1 거주자의 요구에 대응하여 공간배치 및 시스템변경용이성	평가항목	4
8. 생태 환경	8.1 대지 내 녹지공간 조성	8.1.1 자연지반 녹지율	평가항목	2	6. 생태 환경	6.1 대지 내 녹지공간 조성	6.1.1 자연지반 녹지율	평가항목	2
	8.2외부 공간및건물외피의 생태적기능확보	8.2.1 생태면적률	평가항목	6		6.2외부 공간및건물외피의 생태적기능확보	6.2.1 생태면적률	평가항목	6
	8.3 생물서식 공간조성	8.3.1 비오톱조성	평가항목	4		6.3 생물서식 공간조성	6.3.1 비오톱조성	평가항목	4
9. 실내 환경	9.1 공기환경	9.1.1실내공기오염물질 저방출 자재의 사용	필수항목	3	7. 실내 환경	7.1 공기환경	7.1.1실내공기오염물질 저방출 자재의 사용	필수항목	3
		9.1.2 자연환기성능 확보여부	평가항목	3			7.1.2 자연환기 성능 확보여부	평가항목	3
		9.1.3 외기 급배기구의 설계	평가항목	3			7.1.3 외기 급배기구의 설계	평가항목	3
		9.1.4건축자재로부터 배출되는 그 밖의 유해물질 억제	평가항목	1			7.1.4건축자재로부터 배출되는 그 밖의 유해물질 억제	평가항목	1
	9.2 온열환경	9.2.1 실내 자동온도조절 장치 채택 여부	평가항목	2		7.2 온열환경	7.2.1 실내 자동온도조절 장치 채택 여부	평가항목	2
	9.3 음환경	9.3.1 교통소음에 대한 실내소음도	평가항목	2			7.3.1 교통소음에 대한 실내소음도	평가항목	2
	9.4 쾌적한 실내환경 조성	9.4.1 휴식 및 재충전을 위한 공간 마련	평가항목	3			7.4.1 휴식 및 재충전을 위한 공간 마련	평가항목	3

○ 예전부터 국내 친환경건축물인증제도의 실효성에 대한 문제와 에너지절약을 위한 실질적인 기준의 재정비가 요구되었으나 〈표 33〉의 친환경건축물인증제도와 녹색건축인증제도의 평가항목 비교를 살펴보면 공동주택 분야 평가 시 주택성능등급인증제의 평가 내용이 추가되었을 뿐, 업무용 건축물·학교시설·판매시설 등의 세부평가기준은 기존의 친환경건축물인증제도와 크게 달라지지 않음. 이에 녹색건축인증제도가 갖는 문제점을 다음과 같이 정리하고자 함.

3) 인센티브

○ 녹색건축물조성사업과 관련되어 소득세·법인세·취득세·재산세·등록세 등을 감면할 수 있도록 하고 건축법 제5조제1항에 따라 허가권자는 녹색건축물의 활성화를 위해 조경설치면적을 85/100까지 완화하여 적용할 수 있으며 용적률 및 높이를 115/100의 범위에서 완화하여 적용할 수 있음.

표 34. 녹색건축인증관련 인센티브

	구분	건축물에너지효율 1등급	건축물에너지효율 2등급
건축기준완화[16]	녹색건축인증 최우수등급	12%이하	8%이하
	녹색건축인증 우수등급	8%이하	4%이하
	구분	경감률(%)	
환경개선부담금 경감	녹색건축인증 최우수등급	50%	
	녹색건축인증 우수등급	40%	
	녹색건축인증 우량등급	30%	
	녹색건축인증 일반등급	20%	
	구분	건축물에너지효율 1등급	건축물에너지효율 2등급
재산제 경감률	녹색건축인증 최우수등급	15%	10%
	녹색건축인증 우수등급	10%	3%
	구분	취득세경감	
		최우수	우수
취득세 경감률	EPI 90점 이상 또는 에너지효율1등급	15%	10%
	EPI 80점 이상 90점 미만 또는 에너지효율2등급	10%	5%

○ 세제 경감을 제외하고 건축과 직접적인 관련이 있는 인센티브는 용적률, 건폐율 등의 건축기준 완화부분임. 하지만 인센티브는 녹색건축인증 등급이 결정된 이후에 적용되는 것으로 건축설계가 완성된 이후 평가되는 현재의 프로세스에서는 이러한 인센티브 반영이 어려움.

16) 건축물의 에너지절약설계기준 제16조(완화기준), 국토교통부 고시 제2013-587호

4) 녹색건축인증제의 문제점

가) 평가항목의 변별력

○ 위에서 언급된 실효성이 없는 건축법규의 에너지성능지표검토서가 녹색건축인증제에 그대로 적용되어 에너지평가에 사용됨에 따라 녹색건축물은 에너지평가가 없는 것이나 마찬가지임. 공공건축물이 대부분 유리건물임에도 불구하고 녹색건축인증제에서 우수·최우수 등급 획득이 가능한 것은 위에서 밝힌 바와 같이 녹색건축인증제의 에너지평가가 에너지 측면에서 전혀 실효성이 없기 때문임.

○ 공공건축물을 포함한 업무용 건축물이 인증을 받으려면 총 33개의 항목을 평가하여 일정 이상의 점수를 획득해야 등급을 받을 수 있으나 평가에 다음과 같은 문제점이 있음.

[실질적인 건축설계를 고려가 아닌 아이템 위주의 평가항목]

○ 건축설계에 직접적으로 영향을 미치는 요소는 14개이며 기계, 전기, 조경 분야가 포함되어 있음. 즉, 33개 항목 중 19개 항목은 건축계획과 별개로 인증이 진행되며 건축 관련 평가대상인 14개의 항목 중에서도 2.3.2(오존층파괴물질 사용억제), 3.2.1(자원재활용을 위한 친환경제품), 3.2.3(탄소성적표지인증제품), 7.1.1(실내공기오염물질 저 방출 자재) 등 4개 이상이 자재에 관한 평가항목임.

○ 자전거보관소나 폐기물 보관시설 등의 아이템 위주 평가항목은 건축설계 및 건축에너지와 무관함.

[항목별 편파적인 점수획득으로 손쉬운 녹색건축설계]

○ 업무용 건축물의 2010년 항목별 평균 점수를 조사한 결과, 평균 59.37(일반 50점 이상)으로 점수를 쉽게 받을 수 있는 항목과 그렇지 않은 항목이 뚜렷하게 차이가 남.**(그림50)**

○ 예를 들어, 「유지관리」의 5.2.1(운영/유지관리 문서 및 지침 제공의 타당성)항목은 매뉴얼 7종만 제공하면 되고 「실내 환경」의 7.1.4(건축자재에서 배출되는 그 밖의 유해물질 억제)항목은 석면이 포함된 자재만 사용하지 않도록 시방서에 기록하기만 하면 누구나 점수를 확보할 수 있음. 하지만 7.1.4는 이미 건축법규에서 규제하고 있는 것으로 인증제도의 목적과는 부합하지 않음.

○ 이와 반대로「물순환관리」의 4.1.1(우수부하 절감대책의 타당성)이나 4.2.3(중수도 설치) 항목은 초기 설치공사비가 크고 유지관리도 어려워 사실상 선택하기 어려운 항목임. 특히 비오톱이나 소음도 측정 등은 별도의 추가비용이 발생되어 설계자 누구에게도 환영받지 못하는 항목이라 할 수 있음.

○ 이러한 이유로 점수획득이 편한 항목으로 치우치는 것을 피하기 위해 2011년 필수항목

을 신설하여 현재 6개 항목에서 기본 점수를 받아야 하는 필수평점을 제시하고 있으나 LEED 및 BREEAM에 비하여 적은 수에 불과함.

[건축설계자가 적용할 수 있는 평가항목 부재]

○ 정부주도의 인증방식은 계획단계의 아이템을 평가하는 것에 집중되어 있고 LEED, BREEAM 등 국외 제도 인증기준에서 평가하고 있는 창의적이고 혁신적인 디자인은 반영되어 있지 않음. 건축설계전문가가 설계 초기부터 반영할 수 있는 패시브적 요소들을 더 보강해야 하고 호주와 같이 실제 준공 이후 사용자의 사용패턴 및 유지관리단계에서의 에너지 사용 검증평가를 할 수 있는 제도로 변화되어야 함.(예 : 호주의 NABERS)

부문	범 주		평 가 항 목		평가기준	분야	배점	평균점수 (2010)
1. 토지 이용 및 교통	1.1	생태적 가치	1.1.1	기존 대지의 생태학적 가치	· 생태학적 가치가 낮은 대지의 면적 비율평가	-	2	0.52
	1.2	인접대지의 영향	1.2.1	일조권 간섭방지대책의 타당성	· 정북방향 최대앙각을 측정	건축	2	1.21
	1.3	교통부하 저감	1.3.1	대중교통에의 근접성	· 대지출입구로부터 대중교통과의 도보거리를 평가	-	2	1.51
			1.3.2	자전거 보관소 설치	· 자전거보관소 및 샤워시설 설치정도	건축 조경	2	1.83
	소 계					합계	8	
	분야별 최종점수 : 획득점수(소계) / 분야별 총점(배점합계) X 가중치					가중치	10	
2. 에너지 및 환경 오염	2.1	에너지절약	2.1.1	에너지 효율 향상	· 에너지성능지표(E.P.I)의 평점합계로 평가 ※필수항목:최소평점4.8점	건축 기계 전기	12	9.39
			2.1.2	계량기 설치 여부	· 용도구분별 사용에너지를 측정할 수 있는 계량기의 설치 종류	기계 전기	2	0.90
			2.1.3	조명에너지 절약	· 사무공간이 평균조도(400lx이상)를 확보한 상태에서의 평균조명밀도	전기	4	3.24
	2.2	지속가능한 에너지원 사용	2.2.1	신·재생에너지 이용	· 대상 건축물의 신재생설비 적용비율 평가	기계 전기	3	2.66
	2.3	지구온난화방지	2.3.1	이산화탄소 배출 저감	· 이산화탄소 배출저감시설의 적용	기계	3	1.66
			2.3.2	오존층보호를 위한 특정물질의사용 금지	· 오존층 파괴물질 사용 억제방안을 평가	건축 기계	3	1.92
	소 계					합계	27	
	분야별 최종점수 : 획득점수(소계) / 분야별 총점(배점합계) X 가중치					가중치	30	
3. 재료 및 자원	3.1	자원절약	3.1.1	화장실에서 사용되는 소비재를 절약	· 화장실에서의 세수후 손건조방식 평가	기계	1	0.97
	3.2	지속가능한 자원활용	3.2.1	자원재활용을 위한 친환경제품사용 여부	· 주된 건축물과 외부공간에 적용된(예정인) 재활용자재의 종수를 평가. ※필수항목:최소평점1.2점	건축 조경	3	2.70
			3.2.2	재활용가능자원의 분리수거	· 폐기물 보관시설 및 분리수거함 반영 ※ 필수항목:최소평점 0.8점	건축	2	1.93
			3.2.3	재료의 탄소배출량 정보표시	· 탄소성적표지인증제품의 적용 종수	건축	2	1.57
	소 계					합계	8	
	분야별 최종점수 : 획득점수(소계) / 분야별 총점(배점합계) X 가중치					가중치	15	

그림 50. 업무용 건축물의 평균 점수표(제공 : 해안종합건축사사무소)

부문	범 주		평 가 항 목		평가기준	분야	배점	평균점수 (2010)
4. 물순환 관리	4.1	수순환체계구축	4.1.1	우수부하절감대책의 타당성	· 대지내 우수유출저감시설의 설치와 연계면적을 평가	건축 기계	3	0.92
	4.2	수자원 절약	4.2.1	생활용상수절감 대책의 타당성	· 생활상수 절약방식의 적용을 평가 ※필수항목:최소평점3.0점	기계	4	3.95
			4.2.2	우수 이용	· 우수재활용시설의 설치정도를 평가	기계	3	2.08
			4.2.3	중수도 설치	· 중수도시설을 적용정도를 평가	기계	3	**0.82**
	소 계					합계	13	
	분야별 최종점수 : 획득점수(소계) / 분야별 총점(배점합계) X 가중치					가중치	10	
5. 유지 관리	5.1	체계적인 현장관리	5.1.1	환경을 고려한 현장관리계획의 합리성	· 시공회사의 ISO14001획득여부와 현장운영지침에서의 환경정책수립	시공	1	0.83
	5.2	효율적인 운영관리	5.2.1	운영/유지관리문서 및 지침제공의 타당성	· 건축물의 운영/유지관리를 위한 매뉴얼 및 지침의 제공여부 평가 ※필수항목:최소평점1.0점	시공	2	2.00
			5.2.2	TAB 및 커미셔닝실시	· TAB 및 커미셔닝 실시여부 평가	기계	2	1.11
	5.3	시스템 변경의 용이성	5.3.1	거주자의 요구에 대응하여 공간 배치 및 시스템 변경 용이성	· 실내공간에 설치된 시스템의 기술적 측면에서 변경용이성에 대하여 평가	건축 기계	4	**1.01**
	소 계					합계	9	
	분야별 최종점수 : 획득점수(소계) / 분야별 총점(배점합계) X 가중치					가중치	7	
6. 생태 환경	6.1	대지내녹지공간 조성	6.1.1	자연지반 녹지율	· 대상지내에 분포하는 자연지반녹지의 비율평가	조경	2	1.35
	6.2	외부공간및건물외피의 생태적 기능확보	6.2.1	생태면적률	· 생태면적률평가	조경	6	3.33
	6.2	생물서식공간 조성	6.3.1	비오톱 조성	· 비오톱조성을 위해 채용된 기법을 대상으로 정성적, 정량적 평가	조경	4	**1.49**
	소 계					합계	12	
	분야별 최종점수 : 획득점수(소계) / 분야별 총점(배점합계) X 가중치					가중치	10	

부문	범 주		평 가 항 목		평가기준	분야	배점	평균점수 (2010)
7. 실내 환경	7.1	공기환경	7.1.1	실내공기오염물질 저방출자재의사용	· 친환경 마감재의 적용정도 평가 ※ 필수항목 : 최소평점 2.0점	건축 시공	3	2.92
			7.1.2	자연 환기성능 확보	· 자연통풍이 가능한 환기창/환기구의 설치여부를 평가	건축	3	2.50
			7.1.3	외기 급.배기구의 설계	· 신선한 외기를 도입하기 위한 공조급.배기구 설계내용 확인	건축 기계	3	1.45
			7.1.4	건축자재에서 배출되는 그 밖의 유해물질억제	· 석면이 포함된 자재를 사용하는지를 평가	건축 시공	1	**1.00**
	7.2	온열환경	7.2.1	실내 자동온도조절장치채택여부	· 실내자동온도조절장치 적용비율	기계	2	1.39
	7.3	음환경	7.3.1	교통소음(도로,철도)에 대한 실내소음도	· 「공동주택의 소음측정기준」에 의한 실내소음도를 평가	시공	2	**0.36**
	7.4	거주자를 위한 쾌적한 실내환경 조성	7.4.1	휴식 및 재충전을 위한 공간마련	· 휴식 및 재충전을 위한 전용휴게공간이 조성되어 있는지를 평가	건축 조경	3	2.52
			7.4.2	거주자를 위한 쾌적한 실내환경 조성	· 개별제어에 적합한 환경인자(온도,환기,풍량,조명)의 수 및 적용률을 평가	기계 전기	4	**1.84**
	소 계					합계	21	
	분야별 최종점수 : 획득점수(소계) / 분야별 총점(배점합계) X 가중치					가중치	18	
총 점							100	59.37

나) 유지관리 및 녹색건축인증제의 재인증 부재

○ 현재 녹색건축인증을 받은 건물은 2002년부터 2013년 9월까지 본인증 1,305건(35.6%), 예비인증 2,364건(64.4%)으로 총 3,669건이며 정부 정책에 의해 인증 건수는 지속적으로 증가할 것임.

○ 녹색건축인증은 신축건축물에 대한 비율이 상대적으로 높으며, 기존 건축물에 대한 인증을 추진하고 있으나 인증을 받았던 건물에 대한 재인증과 유지관리에 대한 정보가 부족한 상황임. 모든 신축건축물은 시간이 경과됨에 따라 설비의 노후화 및 건물성능이 저하되어 에너지 절약이 초기 계획보다 발휘되지 못하는 상황으로 전환될 수 있기에 인증 받은 건물에 대한 지속적 관리가 중요함.

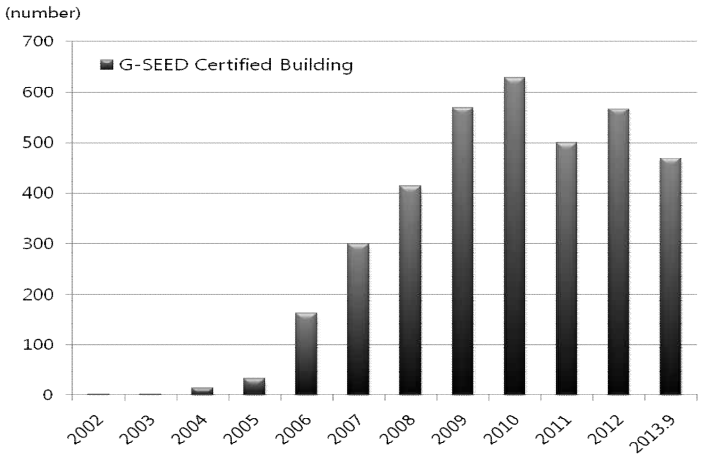


그림 51. 녹색건축인증제 인증 현황

○ 개정 전의 친환경건축물인증 유효기간은 5년으로 2014년에는 2009년에 인증 받은 건축물들의 유효기간이 만료됨. 녹색건축인증제의 개정 연혁을 살펴보면 2008년 이후 BTL등의 심의에서 학교시설 인증이 의무화[17]되고 2010년 5월 전면 개정되면서 인증 대상이 모든 건축물로 확대, 10,000㎡이상의 공공건축물 인증이 의무화됨에 따라 인증 건수가 급격히 증가하였으며 특히 2009년은 에너지다소비청사라 지적받았던 대다수의 공공청사[18]들이 포함되어 있어 인증 만료 후에 대한 대책이 필요한 상황임.

○ 개정 전 인증제도의 유효기간은 5년으로 인증 유효기간이 만료되는 날부터 60일 이전에 재인증 신청이 가능하였으며 '기존 공동주택' 및 '기존 업무용건축물' 평가기준을 적용하도록 함. 개정 후 유효기간은 그대로 유지되지만 재인증 신청에 대한 내용이 삭제되고[19] 「녹색건축인증에 관한 규칙」 제12조,「녹색건축인증기준」 제6조(인증을 받은 건축물

17) 정지나 외 3명, 친환경학교시설의 유지관리조사를 통한 친환경건축물인증제도의 개선방안에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 제26권 제6호, 2010.6, P.349~356

18) 본 연구의 1차년도 연구내용에서 다루었던 성남시청사, 용산구종합행정타운, 용인시청사가 이에 해당되어 올해 인증만료 시점이 되는 시기에 귀추가 주목될 것으로 판단된다.

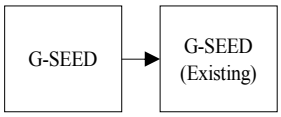
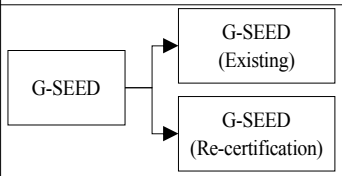
19) 녹색건축인증에 관한 규칙 제9조(인증서 발급 및 인증의 유효기간 등)의 ①항 및 ②항,

의 사후관리 등)에 의해 인증기관 장이 녹색건축인증을 받은 건축물의 정상 상태 확인을 필요로 하는 경우 두 기관 장관의 승인을 받아 유지관리 및 생태환경 현황, 에너지 사용량 및 물 사용량과 그 밖의 요청하는 사항을 확인하도록 하였으나 정확한 평가 기준 및 방법이 제시되어 있지 않음.

○ 재인증에 적용되는 기존 업무용 건축물 평가내용과 신축 업무용 건축물 내용을 비교하면 총 33개의 평가 내용 중 '기존 대지의 생태학적 가치' 및 'TAB 및 커미셔닝 실시'는 기존 업무용 건축물에서 평가되지 않으며 거주자의 만족도 조사(평가항목)가 추가되었음. 건물에너지평가는 필수항목에서 평가항목으로 약화되고 평가방법은 에너지성능지표서(EPI)에서 취득한 점수를 근거로 평가하거나 1차 에너지사용량의 절감률로 평가하도록 되어 있으며 에너지성능지표서는 평균 열관류율 및 창호의 설치, 기계설비장비의 효율성 등 시스템의 채택 및 적용 여부를 평가하고 있으며 신축건물과 기존건물의 평가항목이 동일함.
기존 건물 외 건물의 재인증을 평가하는 경우 이미 최초 인증에서 인정받은 에너지성능지표 사항이 재인증 평가에 동일하게 사용되는 것은 건물 계획 시의 목표에 부합되는지, 건물의 실질적인 에너지 성능 평가 여부를 판단하기에는 부족함.

○ 이에 G-SEED의 유지관리 평가를 LEED와 BREEAM의 커미셔닝 평가와 같이 "운영 및 지침관리 제공"와 "TAB 및 커미셔닝 실시"를 통합하고 이를 필수항목으로 지정하며 커미셔닝의 최종 평가는 건물 준공 1년 후 에너지 소비에 관한 자료 수집 및 운영 상황을 살펴 초기 계획단계에서 목표했던 소비량과 비교하여 평가하도록 유지관리 평가를 강화할 수 있는 개정이 필요함을 제안함.

표 35. G-SEED 유지관리 및 재인증 제안

<table>
<tr><th></th><th colspan="2">Before</th><th colspan="3">After</th></tr>
<tr><td rowspan="4">G-SEED : 유지관리</td><td>환경을 고려한 현장관리계획의 합리성</td><td>1</td><td colspan="3">동일</td></tr>
<tr><td>운영/유지관리 문서 및 지침 제공의 타당성</td><td>2(필수)</td><td rowspan="3">커미셔닝(필수)</td><td>사용자가이드
모니터링</td><td rowspan="3">cf) LEED & BREEAM</td></tr>
<tr><td>TAB 및 커미셔닝 실시</td><td>2</td><td>Test
POE</td></tr>
<tr><td>사용자 매뉴얼 제공</td><td>3</td><td colspan="2">동일</td></tr>
<tr><td>G-SEED : 재인증</td><td colspan="2"> 
</td><td colspan="3"> 

: Energy, Water, Material, IAQ</td></tr>
</table>

2. LEED

가. 개요

<표 36>은 LEED 개정에 따른 평가항목을 비교한 것으로 [에너지와 대기환경], [지속가능한 대지]의 비중이 각각 7%, 4% 높아지고 [재료 및 자원]이나 [실내 환경의 질]은 각각 6%, 8% 감소하여 다소 비중이 떨어짐. 이는 지역 환경 및 에너지에 대한 중요도가 높아지고 있음을 시사하며 여기에 더해 지역 우선을 첨부한 것은 각 지역에 따른 지역성이 중요해짐을 시사하는 부분임.

표 36. LEED V2.2와 2009의 평가항목별 배점 비교

항목		점수	
		LEED 2009	LEED V2.2
Sustainable Sites(지속가능한 대지계획)		26점(24%)	14점(20%)
Water Efficiency(수자원의 효율성)		10점(9%)	5점(7%)
Energy & Atmosphere(에너지와 대기환경)		35점(32%)	17점(25%)
Materials & Resources(재료와 자원절약)		14점(13%)	13점(19%)
Indoor Air Quality(실내공기의 질)		15점(14%)	15점(22%)
추가항목	Innovation Design(창의적 디자인)	6점(5%)	5점(7%)
	Regional Priority	4점(3%)	N/A
총 점수		110점	69점

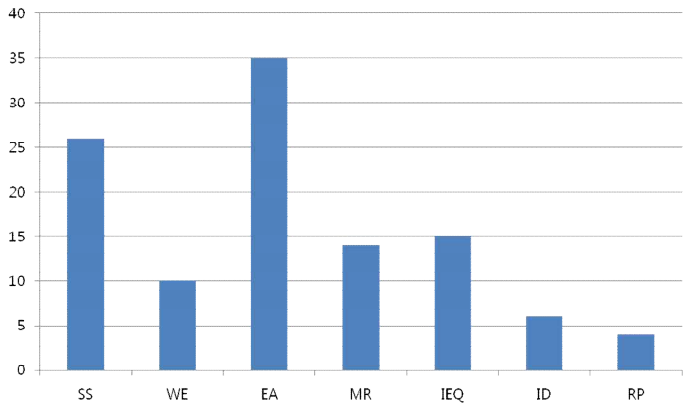


그림 52. LEED NC 항목별 점수 분포

○ 점수 배점은 기본 점수 100점에 추가 점수 10점으로 되어 있으며 점수별로 Certified, Silver, Gold, Platinum의 등급으로 구분하며 등급 구별을 위한 점수비율은 이전 버전과 유사함.

표 37. LEED V2.2와 2009의 등급별 점수 비교

등 급	LEED 2009	LEED V2.2
Certified	30~40점(36% 이상)	26~32점(38% 이상)
Silver	50~59점(45% 이상)	33~38점(48% 이상)
Gold	60~79점(55% 이상)	39~51점(57% 이상)
Platinum	80~110점(73% 이상)	52~69점(75% 이상)

○ LEED 2009의 구성은 Sustainable Building Technical Manual을 바탕으로 9개 Rating system과 각각의 Rating system 기준인 Reference Guide로 되어 있음. Reference Guide는 각 항목별로 요구되는 내용에 대한 해설을 담고 있음.

표 38. LEED 2009의 구성

Rating System	Reference Guide
LEED for New Construction	Green Building Design & Construction
LEED for Core & Shell	
LEED for Schools	
LEED for Healthcare	
LEED for Retail	
LEED for Commercial Interiors	Green Interiors Design & Construction
LEED for Retail Interiors	
LEED for Existing Buildings	Green Building Operation & Maintenance
LEED for Existing Schools	

○ LEED의 주요 내용을 요약하면 다음과 같음.

표 39. LEED 주요 내용

구분	내용
목적	에너지와 환경디자인에 긍정적인 영향을 미치는 리더로써의 역할(Leadership in Energy & Environmental Design)을 수행
개발기관	USGBE(미국그린빌딩협회)
인증대상	신축건축물, 기존건물, 상업건물내부, 골조와 외부, 주택, 단지개발, 학교시설, 의료시설, 유통매장
심사항목	대지계획, 에너지효율, 재료 및 자원절약, 실내환경의 질, 수자원보호, 창의적인 디자인
평가시점	실시설계단계
인증등급	Certified, Silver, Gold, Platinum
유효기간	5년

나. 평가항목

1) Sustainable Site(SS)

부지를 선정하고 건설과정을 관리하는 것은 프로젝트의 지속가능성에 있어 중요한 문제이며 지속가능한 토지이용에 관한 카테고리는 미개발 구역에 대한 개발을 막고 건축물의 수계와 생태계에 대한 영향을 최소화하며 지역에 적합한 도시계획 수립을 유도, 효과적인 교통체계를 제안하고 강우유출을 억제하고 침식을 방지하며 빛공해와 열섬효과 등 건설 활동과 관련된 오염 발생을 억제하도록 함.

표 40. Sustainable Sites 평가 내용

항 목		점 수
Pre 1	Constructions Activity Pollution Prevention	required
Credit 1	Site Selection	1
Credit 2	Development Density & Community Connection	5
Credit 3	Brownfield Redevelopment	1
Credit 4.1	Alternative Transportation : Public Transportation Access	6
Credit 4.2	Alternative Transportation : Bicycle Storage & Changing Rooms	1
Credit 4.3	Alternative Transportation : Low-Emitting and Fuel-Efficient Vehicle	3
Credit 4.4	Alternative Transportation : Paking Capacity	2
Credit 5.1	Site Development : Protect or Restore Habitat	1
Credit 5.2	Site Development : Maximize Open Space	1
Credit 6.1	Stormwater Design : Quantity Control	1
Credit 6.2	Stormwater Design : Quality Control	1
Credit 7.1	Heat Island Effect :Non-roof	1
Credit 7.2	Heat Island Effect : roof	1
Credit 8	Light Pollution Reduction	1

2) Water Efficiency(WE)

정부가 제공하는 공급용수 및 하수시스템에 부담을 줄이기 위해 건물의 중수 이용 효율을 향상 지켜야 하며 필수항목에서는 건물의 기본 물 사용을 20% 감소시킬 수 있는 전략수립을 평가하며 나머지는 실내용수, 실외용수, 공업용수로 구분함.

표 41. Water Efficiency 평가 내용

항 목		점 수
Pre 1	Water use Reduction	required
Credit 1	Water Efficient Landscaping	2~4
Credit 2	Innovative Wastewater Technologies	2
Credit 3	Water use Reduction	2~4

3) Energy and Atmosphere(EA)

Energy and Atmosphere는 LEED 2009의 전체 배점 110점 중 35점으로 약 31.8%를 차지하고 있으며 필수항목 3가지와 일반항목 6가지로 구성되어 있음.

표 42. Energy and Atmosphere 평가내용

항 목		점 수
Pre 1	Fundamental Commissioning of Building Energy Systems	required
Pre 2	Minimum Energy Performance	required
Pre 3	Fundamental Refrigerant Management	required
Credit 1	Optimize Energy Performance	1~19
Credit 2	On-site Renewable Energy	1~7
Credit 3	Enhanced Commissioning	2
Credit 4	Enhanced Refrigerant Management	2
Credit 5	Measurement and Verification	3
Credit 6	Green Power	2

가) Prerequisite 1. Fundamental Commissioning of Building Energy System

○ LEED의 에너지평가는 에너지소비를 근본적으로 감소시키는 것을 가장 큰 목적으로 하고 있으며 이를 위해 빌딩 프로젝트 커미셔닝의 중요성을 부각시키고 있음. 국내 녹색건축인증제도에서도 커미셔닝항목을 평가하지만 LEED에서 요구하는 커미셔닝과는 다른 부분으로 같이 비교될 수 없음.

○ LEED에서는 건물 커미셔닝을 에너지절약을 위한 필수항목으로 평가하고 있지만 G-SEED에서는 초기 계획대로 시스템의 성능이 부합되는지를 확인하는 사항이 미흡함. 최근 녹색건축물조성지원법이 제정되면서 건축물의 연간 에너지소요량 또는 온실가스 배출량이 표시된 건축물에너지효율등급평가서를 통해 에너지소비를 증명할 수 있도록 할 예정으로 이를 G-SEED와 연계 및 정리하여 건물 운영 시 시스템 성능확인의 증빙자료 및 절차로 가능할 수 있도록 하는 방법을 제안할 수 있음.

나) Prerequisite 2. Minimum Energy Performance

표 43. LEED 2009 에너지평가 점수

LEED(NC)							
에너지절감율(%)	12	14	16	18	20	22	24
점수	1	2	3	4	5	6	7
에너지절감율(%)	26	28	30	32	34	36	38
점수	8	9	10	11	12	13	14
에너지절감율(%)	40	42	44	46	48		
점수	15	16	17	18	19		

○ LEED 2009는 에너지절약을 위하여 ASHRAE 90.1-2007을 기반으로 과도한 에너지사용으로 인한 경제적, 환경적 문제를 감소시키기 위하여 건물과 시스템에 대한 에너지효율의 최소 수준을 설정하고 있음.

○ Baseline Building과 Project Building의 전체 건물에너지시뮬레이션을 통해 기준 건물보다 12%이상 에너지를 절감해야 점수획득이 가능하며[20] 이는 LEED를 획득하게 되면 기준 건물보다 기본적으로 12% 에너지절감이 되었음을 역설하는 부분임.

○ G-SEED는 에너지평가를 위해 에너지성능지표와 건축물에너지효율인증등급 중 유리한 점수로 적용이 가능하지만 이는 건물의 실질적인 에너지절약 평가에는 적절하지 않은 방법임. 이에 건물 전체의 에너지소비파악 및 효율적인 절감을 위해서는 국내에서는 에너지성능지표가 아닌 건축물에너지효율인증등급 취득에 가중치를 주는 등의 평가방법 변경 및 단위면적당 에너지소비량 기준 강화가 필요함.

20) 건물에너지시뮬레이션으로는 DOE-2, e-Quest, Energy Plus의 국가공인프로그램을 사용하도록 제시하고 있음. ASHREA 90.1-2007, Energy Standard for Building Except Low-Rise Residential Buildings

4) Materials and Resources(MR)

재료 및 자원에 대한 평가는 주로 국제표준기구 또는 미국 산림청에서 인증한 제품을 건축자재에 사용하고 있는지를 평가하며 건설부지로부터 일정 반경 이내의 자재를 사용함으로써 자재의 생산, 제조, 운송의 전반적인 과정을 포함함.

표 44. Materials and Resources 평가 내용

항 목		점 수
Pre 1	Storage and Collection of Recyclables	required
Credit 1.1	Building Reuse maintain exiting Walls, Floors and Roof	1~3
Credit 1.2	Building Reuse maintain exiting Interior Nonstructural elements	1
Credit 2	Construction Waste Management	1~2
Credit 3	Materials Reuse	1~2
Credit 4	Recycled Content	1~2
Credit 5	Regional Materials	1~2
Credit 6	Rapidly Renewable Materials	1
Credit 7	Certified Wood	1

5) Indoor Environmental Quality(IEQ)

실내환경은 공기환경, 빛환경, 열환경 등을 종합적으로 평가하며 특히 금연건물 지정 및 별도의 흡연구역 공조방법 등 흡연으로 인한 환경적 문제를 필수항목으로 제시하고 있음.

표 45. Indoor Environmental Quality 평가 내용

항 목		점 수
Pre 1	Minimum Indoor Air Quality Performance	Required
Pre 2	Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control	Required
Credit 1	Outdoor Air Delivery Monitoring	1
Credit 2	Increased Ventilation	1
Credit 3.1	Construction Indoor Air Quality Management Plan : During Construction	1
Credit 3.2	Construction Indoor Air Quality Management Plan : Before Occupancy	1
Credit 4.1	Low-Emitting Materials—Adhesives and Sealants	1
Credit 4.2	Low-Emitting Materials—Paints and Coatings	1
Credit 4.3	Low-Emitting Materials—Flooring Systems	1
Credit 4.4	Low-Emitting Materials—Composite Wood and Agrifiber Products	1
Credit 5	Indoor Chemical and Pollutant Source Control	1
Credit 6.1	Controllability of Systems—Lighting	1
Credit 6.2	Controllability of Systems—Thermal Comfort	1
Credit 7.1	Thermal Comfort—Design	1
Credit 7.2	Thermal Comfort—Verification	1
Credit 8.1	Daylight and Views—Daylight	1
Credit 8.2	Daylight and Views—Views	1

6) Innovation & Design Process 및 Regional Priority

디자인 혁신과 지역 우선의 경우 LEED에서 총 6점의 점수배정이 되어있지만 국내 인증항목에는 이 부분이 빠져있음. 앞선 선진 녹색건축인증제도를 구축하기 위해서는 설비와 기

계적인 부분보다 건축가의 창의성을 중요시하는 이러한 항목을 평가함으로써 건축가의 패시브디자인을 통한 녹색건축물 설계를 추구해야 함.

표 46. Innovation & Design Process 및 Regional Priority 평가 내용

항 목		점 수
Credit 1	Innovation in Design	1~5
Credit 2	LEED Accredited Professional	1
Credit 1	Regional Priority	1~4

다. LEED 인증 사례분석

1) Genzyme Center, “LEED NC v.2/v.2.1 Platinum”



◦ 위치 : Cambridge, MA, USA
◦ 용도 : 업무시설(제약회사)
◦ 면적 : 35,500㎡
◦ 층수 : 지상 12층
◦ 인증등급 : LEED NC v.2 / v.21 Platinum

◦ 특이사항 : 수상이력
- Environmental Merit Award, Environmental Protection Agency, 2004
- Top The Green Projects, American Institute of Architects, 2004
- Worldwide award for high architectural standards and substantial contribution to the environment, Royal Institute of British Architects, 2005
- Best Workplace for commuters, Environmental Protection Agency & Department of Transportation, 2005

◦ 건축적 특징
- 이 건물의 아트리움은 일사량뿐만 아니라 아트리움 내의 식재를 통하여 신선한 공기를 공급하는 아이디어를 갖고 계획한 건물임

가) LEED 인증 내용

	항목	점수
Sustainable Site Selection	Erosion and Sedimentation Control	req.
	Site Selection	1
	Urban Redevelopment	1
	Brownfield Redevelopment	1
	Alternative Transportation - Public transportation	1
	Alternative Transportation - Alternative Commuting	1
	Alternative Transportation - Alternative Fuel Vehicles	1
	Alternative Transportation- Carpool space	1
	Stormwater Management	1
	Stormwater Management	1
	Heat Island Effect : Roof	1
	Heat Island Effect : Non-roof	1
	Light Pollution Reduction	1
Water Efficiency	항목	점수

	Water Efficient Landscaping	2
	Water Use Reduction	2
Energy & Atmosphere	항목	점수
	CFC Reduction	req.
	Building systems commissioning	1
	Measurement and Verification	1
	Optimize Energy Performance	6
	HCFC Reduction	1
	Green Power	1
Material and Resources	항목	점수
	Storage & collection of recyclables	req.
	Construction waste management	2
	Recycled content	2
	Local materials	2
	Certified wood	1
Indoor Environmental Quality	항목	점수
	Meet minimum standards for indoor air quality	req.
	Smoke free building	req.
	Carbon dioxide monitoring	1
	Increase ventilation effectiveness	1
	Construction air quality standards	2
	Views of outdoors	1
	Low-Emitting Materials	4
	Indoor Chemical &Pollutant Control Systems	1
	Controllability of Systems	1
	Thermal Comfort	1
	Thermal Monitoring	1
	Daylight	1
Innovation & Design Process	항목	점수
	LEED Accredited Individual	1
	Green Building Education	1
	Exceptional Performance, Recycled Content	1
	Exceptional Performance, Green Power	1
	Exceptional Performance, Commuting Enhancements	1
총 점		52

나) 주요 친환경 요소 분석

○ 아트리움을 통한 자연채광 유입

광선반을 통해 아트리움 내부로 햇빛을 유입시키고 빛을 건물 내부 전체로 확산시켜 사무실 조명 에너지와 열 부하를 감소

○ 자연채광을 이용한 광합성 유도

아트리움을 통해 들어오는 햇빛과 1층 수공간의 빛 반사효과를 이용하여 건물 내 식물의 광합성 작용을 유도하여 산소를 다량으로 발생시키고 발생된 산소는 건물 내부에 상승기류를 일으켜 열 부하 감소와 환기 및 실내공기 정화에 영향을 미침.

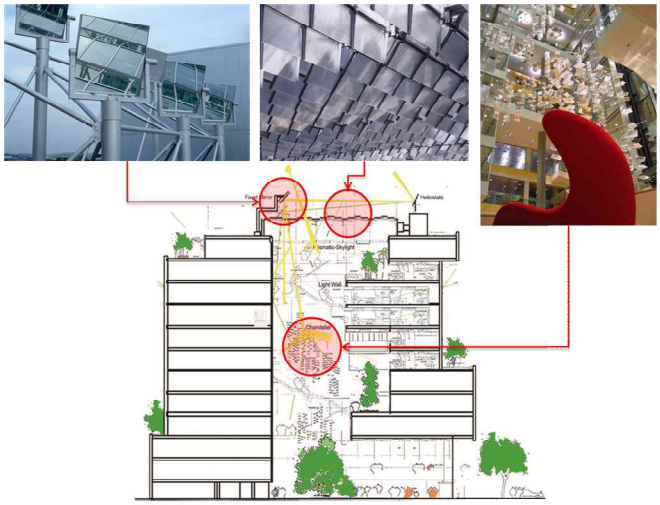


그림 53. Genzyme Center 주요 친환경 요소

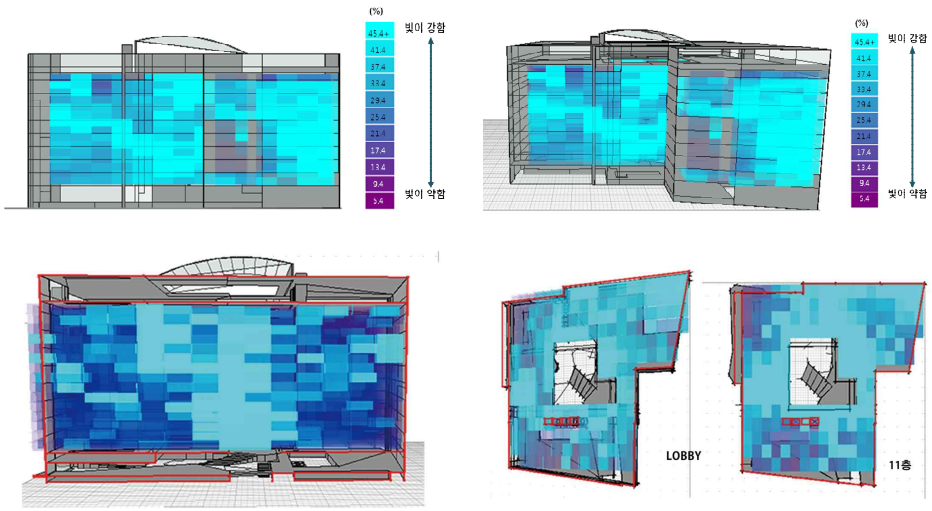


그림 54. Genzyme Center : 아트리움을 통한 자연채광 유입



그림 55. 자연채광을 이용한 광합성 유도

2) Bank of America Tower, “LEED NC Platinum”



◦ 위치 : Sixth Avenue & 42nd Street, New York City, New York
◦ 용도 : 상업 · 업무시설
◦ 면적 : 204,000㎡
◦ 층수 : 55층
◦ 인증등급 : LEED NC Platinum

◦ 특이사항
- Platinum LEED Certification을 획득한 첫 번째 초고층 사무소 건물

◦ 건축적 특징
- 다양한 Mass Study를 통해 최적의 형태를 디자인함. 이를 세종시정부종합청사 마스터 플랜과 비교하면 우리나라는 건축계획초기부터 에너지와는 무관하게 계획이 이루어짐을 알 수 있음.

가) LEED 인증 내용

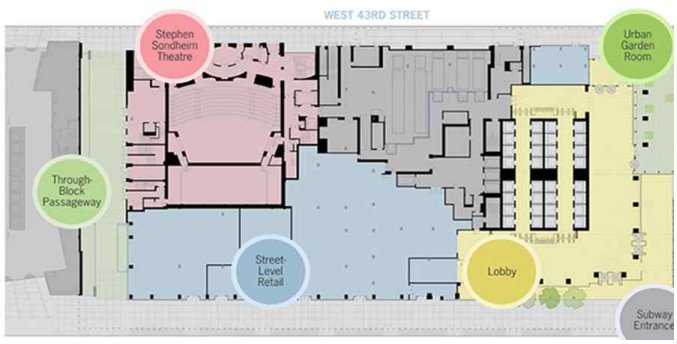
	항목	점수
Sustainable Site Selection	Erosion and Sedimentation Control	req.
	Site Selection	1
	Urban Redevelopment	1
	Brownfield Redevelopment	1
	Alternative Transportation - Public transportation	1
	Alternative Transportation - Alternative Commuting	–
	Alternative Transportation - alternative Fuel Vehicles	1
	Alternative Transportation - Carpool space	1
	Stormwater Management	1
	Stormwater Management	1
	Heat Island Effect : Roof	1
	Heat Island Effect : Non-roof	1
	Light Pollution Reduction	0
	Tenant Design & construction guidelines	1
Water Efficiency	항목	점수
	Water Efficient Landscaping	2
	Innovative Wastewater Technologies	1
	Water Use Reduction	2
Energy & Atmosphere	항목	점수
	Fundamental Commissioning	req

	Minimum Energy Performance	req
	CFC Reduction in HVAC&R Equipment	req
	Optimize Energy Performance	8
	Renewable Energy, 1%	0
	Enhanced Commissioning	1
	Ozone Depletion	1
	Measurement &Verification	2
	Green Power	1
Materials and Resource	항목	점수
	Storage &Collection of Recyclables	req
	Building Reuse	0
	Construction Waste Management	2
	Resource Reuse, Specify 1%	0
	Recycled Content	2
	Local/Regional Materials	1
	Certified Wood	1
Indoor Environmental Quality	항목	점수
	Minimum IAQ Performance	req
	Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control	req
	Carbon Dioxide (CO2) Monitoring	1
	Increase Ventilation Effectiveness	1
	Construction IAQ Management Plan, During Construction	1
	Low-Emitting Materials, Composite Point Score	3
	Controllability of Systems, Thermal Comfort	1
	Indoor Chemical &Pollutant, Source Control	1
	Thermal Comfort, Comply with ASHRAE 55-2004	1
	Daylight &Views	2
Innovation & Design Process	항목	점수
	Innovation in Design	4
	LEED Accredited Professional	1
총 점		50

나) 주요 내용

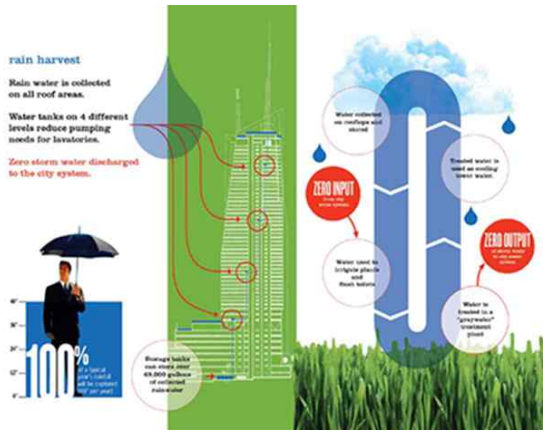
○ Sustainable Site

Bank Of America 설계 계획은 다양한 공공 공간을 형성하기 위해 도시정원, 타임스퀘어역 입구와 함께 일반 업무용 건물보다 3배 이상의 공용공간을 제공, 대중교통과의 접근성이 좋아 자동차로 인한 이산화탄소 배출을 감소시킬 수 있음.



○ Water Efficiency

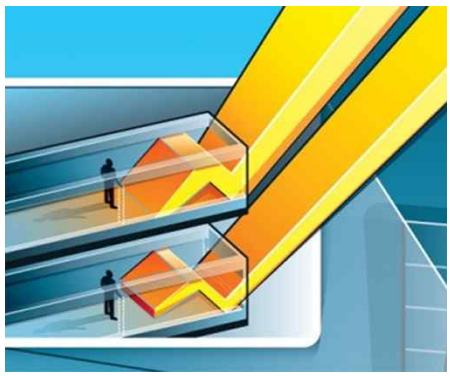
빗물 사용 극대화를 위해 옥상정원을 최소화하고 수집된 빗물은 총 6만 갤런 상당의 탱크에 저장, 냉각탑・화장실에 공급함.



○ Energy & Atmosphere

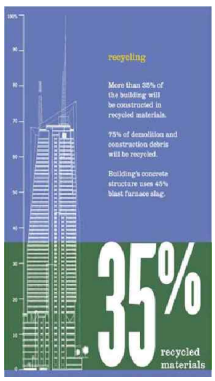
9.5ft 크기의 창문패턴은 직사광선 유입을 차단하고 일사량을 높이며 천장의 센서를 통해 입사되는 빛의 양을 조절함으로써 조명 에너지 사용량을 절감하였고 빙축열시스템, 열병합 발전을 이용하여 전력사용량의 피크를 줄이거나 최대 전력 수요의 일부를 대처할 수 있도록 함.





○ Materials and Resource

건축자재의 35%를 재활용 자재로 사용하였으며 건축현장에서 반경 500마일 이내에서 재료를 조달하여 운송 중 발생하는 이산화탄소 양을 최소화함.







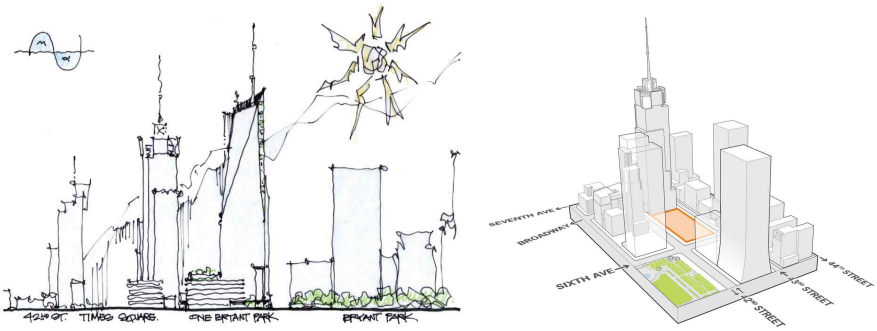
○ Indoor Environmental Quality

유입되는 공기의 95%가 정화되어 실내로 유입되고 외부로 실내공기를 배출할 때 필터로 정화한 후 배출하여 도시의 공기 오염을 최소화함.



다) Passive Design을 통한 에너지 절약

○ 고층건물에 둘러싸인 Bank Of America는 더 좋은 view를 제공하고 일사량을 효과적으로 취득하기 위하여 설계 시 다양한 Mass Design과정을 거침.



○ ECOTECT로 MASS 형태에 따른 일사량을 확인한 결과, 크리스털 형태(Case 3)가 Case 1보다 최대 1.8배, Case 2보다 최대 3.7배 더 많은 일사량을 획득하는 것으로 나타남. 특히 Case 3의 지붕면이 받는 일사량이 2,700Wh/㎡으로 Case 1의 10배(270Wh/㎡), Case 2의 5배(540Wh/㎡)임을 알 수 있음.

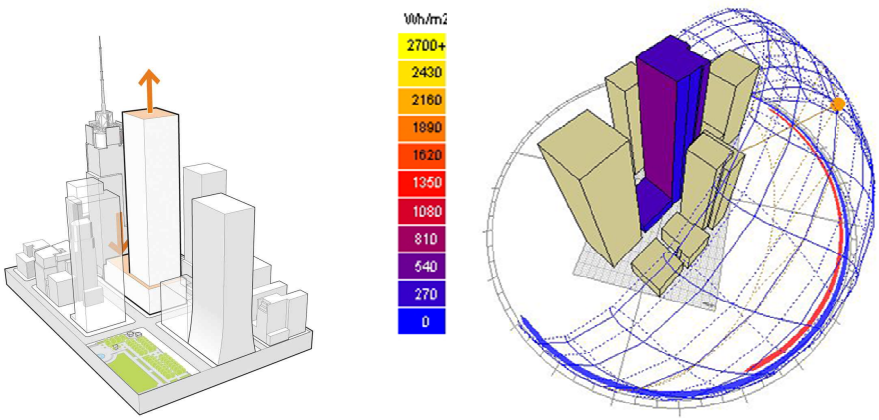


그림 56. Bank of America의 Mass Study : Case 1

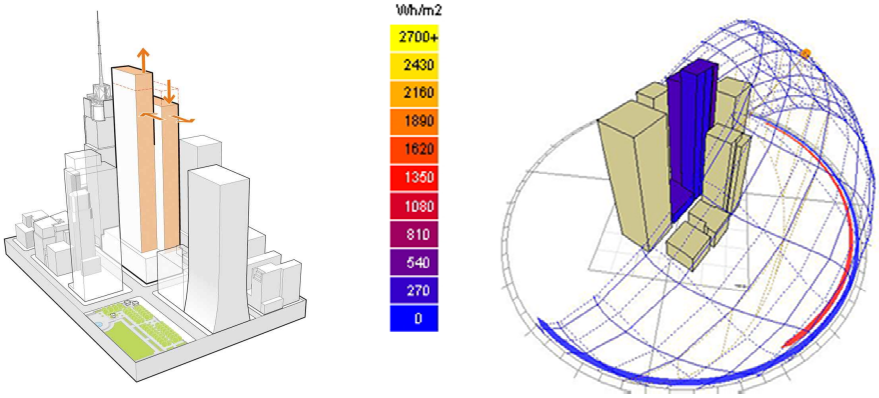


그림 57. Bank of America의 Mass Study : Case 2

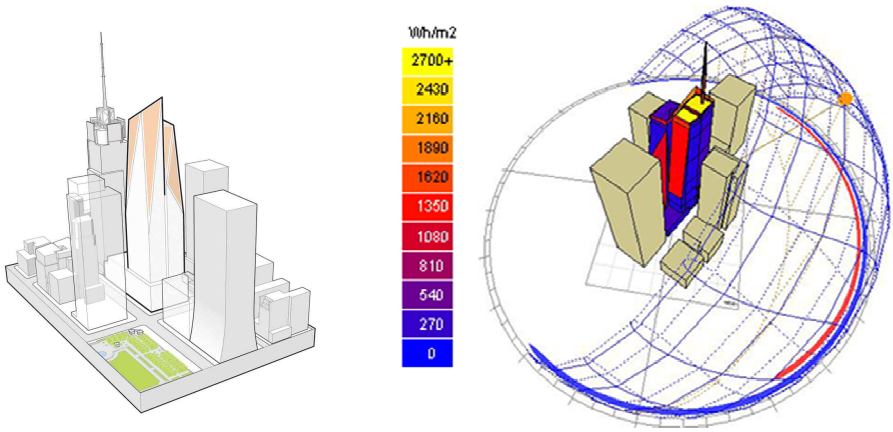


그림 58. Bank of America의 Mass Study : Case 3

3. BREEAM

가. Building Regulations

○ 영국은 2006년 이산화탄소 배출량을 2020년 대비 28% 감축시키도록 규제하던 것을 2010년에는 2006년 규제치보다 25% 향상시켜 2002년 대비 총 46%의 이산화탄소 배출량을 감축시키도록 규제하고 있으며 Building Regulations를 지속적으로 개정하면서 최종적으로 2019년 Zero Carbon을 목표로 함.

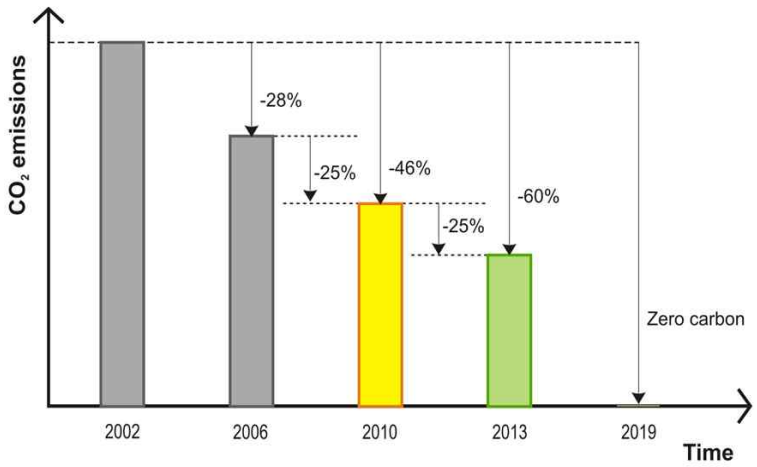


그림 59. Building Regulations & CO2 Emissions in UK

○ Building Regulations에는 이산화탄소 배출량 목표치 뿐 아니라 에너지사용에 대한 커미셔닝의 실시, 에너지평가 시 반드시 에너지평가사(Energy Assessor)에 의한 에너지성능평가를 실시하도록 하며 에너지평가사는 그 결과에 대한 책임을 지도록 규정하고 있음.

L1. Reasonable provision shall be made for the conservation of fuel and power in buildings by:

(a) limiting heat gains and losses–

(i) through thermal elements and other parts of the building fabric; and

(ii) from pipes, ducts and vessels used for space heating, space cooling and hot water services;

(b) providing fixed building services which–

(i) are energy efficient;

(ii) have effective controls; and

(iii) are commissioned by testing and adjusting as necessary to ensure they use no more fuel and power than is reasonable in the circumstances; and

☞ **에너지 사용에 대해 필요한 테스트 및 commissions을 실시함.**

New buildings – Regulation 26

Where a building is erected, it shall not exceed the target CO_2 emission rate for the building that has been approved pursuant to regulation 25.

☞ 법규에서 요구하는 이산화탄소배출량 목표를 초과하지 않도록 하고 있음.

Energy performance certificates – Regulation 29

(1) This regulation applies where–

(a) a building is erected; or

(b) a building is modified so that it has a greater or fewer number of parts designed or altered for separate use than it previously had, where the modification includes the provision or extension of any of the fixed services for heating, hot water, air conditioning or mechanical ventilation.

(2) The person carrying out the work shall–

(a) give an energy performance certificate for the building to the owner of the building; and

(b) give to the local authority notice to that effect, including the reference number under which the energy performance certificate has been registered in accordance with regulation 30(4).

(3) The energy performance certificate and notice shall be given not later than five days after the work has been completed.

(4) An energy performance certificate must–

(a) express the asset rating of the building in a way approved by the Secretary of State under regulation 24;

(b) include a reference value such as a current legal standard or benchmark;

(c) be issued by an energy assessor who is accredited to produce energy performance certificates for that category of building; and

☞ 에너지평가사(ECP)에 의해 에너지성능을 확인해야 하며 평가사는 에너지성능인증서를 발급함.

○ Building Regulations는 10개의 장으로 구성되어 있으며 건축물과 건축물과 관련된 것에 영향을 받는 인간의 건강, 안전, 복지, 편의를 보호하고 연료 및 전력의 절약, 수자원 낭비 및 오염의 예방, 환경 보호 및 향상, 지속가능한 개발의 촉진, 범죄 예방 등을 위해 제정되었으며 건축물의 설계·건설·철거, 건축물이나 건축물과 관련된 서비스·설비 등을 규제하도록 되어있음.[21)]

표 47. Green Buildings Act Composition System

Chapter	Contents
Part 1	General
Part 2	Control of building Work
Part 3	Notices, Plans and Certificates
Part 4	Supervision of Building Work Otherwise than by Local Authorities

21) 이민석 외2, 녹색건축물활성화를 위한 제도 기반 구축 방안 연구, 건축도시공간연구소, 2011

Part 5	Self-certification Schemes
Part 6	Energy Efficiency Requirements
Part 7	Water Efficiency
Part 8	Information to be Provided by the Person Carrying Out Work
Part 9	Testing and Commissioning
Part 10	Miscellaneous(기타)

○ Part 4~7를 준수하기 위하여 지침으로써 제공되는 Approved Document는 Part A~P로 되어 있으며 건축 관계자는 건축물과 관련한 내용이 건축법규를 준수하고 있는지를 항상 확인해야 함.

표 48. Building Regulations : Approved Documents(Part 4~7)

Part A	구조(Structure)
Part B	소방(Fire Safety)
Part C	현장 준비 및 오염물질, 습기에 대한 방지(Site Preparation and Resistance to Contaminants and Moisture)
Part D	유해물질(Toxic Substances)
Part E	차음 및 방음(Resistance to the Passage of Sound)
Part F	환기(Ventilation)
Part G	위생, 급탕 및 수자원 효율(Sanitation, hot water Safety and Water efficiency)
Part H	배수 및 폐기물 처리(Drainage and Waste Disposal)
Part J	연소기기 및 연료저장 시스템(Combustion Appliances and Fuel Storage systems)
Part K	낙하 및 충격 방지(Protection from Falling, Collision and impact)
Part L	에너지절약(Conservation of fuel and Power)
Part M	건물의 사용 및 접근성(Access to and use of Buildings)
Part N	유리(Glazing - Safety in Relation to impact, opening and cleaning)
Part P	전기(Electrical Safety)

○ Building Regulations 중 Part 6는 건물에 대한 최소 에너지성능, 이산화탄소배출량 감축을 요구하고 있으며 이산화탄소 배출량 계산방법에 대한 내용을 포함하고 있음. 영국은 Building Regulations 중 건축물의 연료와 전력 사용, 에너지를 절약할 수 있는 기준인 Part L(Conservation of Fuel and Power)을 통해 건물에너지소비를 규제하고 있음

○ Part L은 건물 용도에 따라 New Dwellings(신축주거, L1A), New Buildings Other than Dwellings(주거 외 신축건물, L2A), Existing Dwellings(기존주거, L1B), Existing Building Other than Dwelling(주거 외 기존건물, L2B)으로 세분화되어 있으며 법규에서 요구하는 이산화탄소 배출량 목표를 초과하지 않도록 규정하고 있음.

○Part L2A는 ①Introduction : 이 문서에서 고려해야 하는 일반적인 사항, ②The Requirements : 건축규제에 포함된 관련 법적 요구사항, ③General Guidance : 용어의 정의 및 건축행위 등, ④Design Standards : 에너지효율 요구사항을 충족시키기 위한 설계의 세부적인 사항 및 기술적인 조언, ⑤Quality of Construction and Commissioning, ⑥Providing Information, ⑦Model Design으로 구성됨.

○ 건축설계 시 건물에너지와 관련하여 다음의 조건을 만족하도록 되어있음.
- 실제 건물의 배출비율(BER)과 Building Regulations 기준 건물의 비율(TER)을 계산하여 BER이 TER을 넘지 않아야 함.

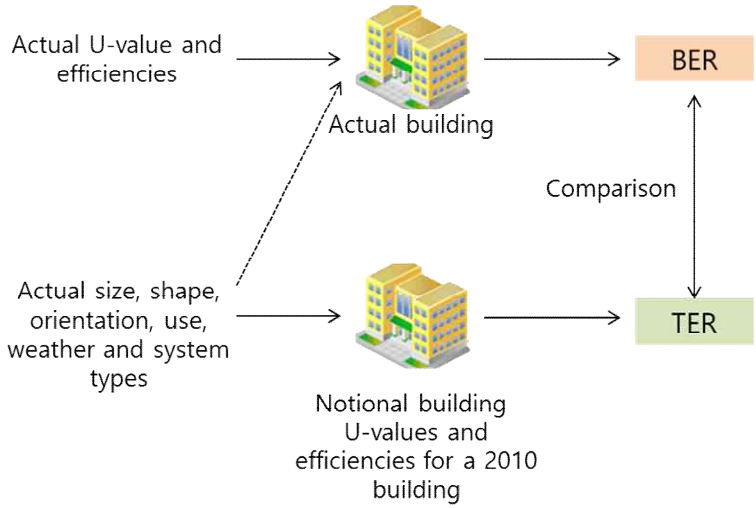


그림 60. BER and TER of BREEAM

- 공간 형태에 따른 여름철 일사 획득량을 제한(Limiting Solar in Summer)하여 불필요한 일사로 인한 부하 증가를 방지하도록 하고 있음.

나. BREEAM

1) 개요
○ 1990년, BRE에서 고안된 BREEAM(Building Research Establishment's Environmental Assessment Method)은 세계 최초의 종합적인 녹색건물평가시스템으로 G-SEED, LEED, GREEN STAR 등 국내외 녹색건축물인증제도의 기반이 됨. 건축법규가 정하는 최소한의 기준에서 더 나아가 지속가능한 건물의 설계, 시공, 운영단계에 적용할 수 있는 지표를 마련하여 사례를 제시하고 있음.



그림 61. Benchmarking System

○ BREEAM 개정은 2008년과 2010년 Building Regulations 개정에 따라 이루어졌으며 2010년 이산화탄소배출량 규제 목표치가 향상됨에 따라 Scheme Structure, Minimum Standard, 에너지평가방법, 일부 평가항목의 내용이 변경되고 BREEAM 2008에서 건물유형에 따라 개별적으로 운영되던 것이 BREEAM New Construction 2011로 통합되어 기본 가이드라인을 제공하고 추가적으로 건물유형에 따라 개별 가이드를 제공하고 있음.

표 49. BREEAM 개정 연혁

Time	Content	Note
1990	BREEAM Offices	Launch
1991	BREEAM Homes, Retail	Launch
1993	BREEAM Industrial, Existing offices	Launch
1995	The Environmental Standard	Launch
1998	BREEAM '98	current layout, weighting etc.
2000	EcoHomes	Launch
2001	Bespoke Assessments	Launch
2002	Annual Updates Introduced	
2005	BREEAM Retail	Launch
2006~2007	Code for Sustainable Homes	Launch
2008	BREEAM 2008	Mandatory Standards/Innovation Introduction of new schemes International development
2010	Code for Sustainable Homes	Revision
2010	BREEAM 2011	Structure, Minimum Standard, Reduction of CO2 emissions

표 50. BREEAM 2008과 2011의 Scheme 비교

BREEAM 2008	BREEAM 2011	
	Sector	Building type
건물의 유형에 따라 - BREEAM Courts(법원) - Education(학교시설) - Industrial(산업시설) - Healthcare(의료시설) - Offices(사무소) - Retail(상업시설) - Prisons(교도소) - Multi-Residential(공동주택) - Data Centres	Commercial	Offices
		Industrial
		Retail
	Public(non-housing)	Education
		Healthcare
		Prisons
		Law courts
	Multi-residental accommodation	Residential institutions
	Others	Residential institutions Non residential institutions Assembly and leisure

2) Delivering BREEAM Internationally

○ BRE는 BREEAM 인증을 받고자 하는 건축물이 속해 있는 지역, 국가의 문화 및 기후적인 특성을 고려하여 맞춤식 제도를 마련한 후 인증을 받을 수 있도록 함. 이는 National Scheme Operators와 BREEAM International Bespoke로 구분됨. National Scheme Operators는 국가차원의 제도로 준비기간이 1~2년 소요되며 BREEAM 인증업무를 BRE Global로부터 위임받아 적용함.(예: BREEAM ES, BREEAM SE, BREEAM NOR)

○ 또한, International Bespoke는 간략한 임시 매뉴얼로 위의 자격을 부여받지 못한 국가에서 BREEAM 인증을 받고자 할 경우 해당 건축물에 대한 매뉴얼을 제공하는 것으로 2~3개월의 기간이 소요됨.

○ 국내에서는 SK 에너지 판교신사옥에서 BREEAM 인증을 진행 중에 있으며 여기에 사용된 것이 BREEAM International Bespoke로 현재 BRE에서 국내에 적합한 Bespoke를 작성하기 위해 연구 중인 상황임. - 향후 국내에서도 BREEAM 인증을 획득하려는 움직임이 증가할 것이라 예상되며 국내의 어떠한 조건들이 반영되었는지에 대하여 연구할 필요가 있다고 판단됨.

3) 평가항목 및 점수

○ 9개의 대분류와 49개의 평가내용으로 되어 있으며 항목별로 합산된 점수에 가중치를 적용하여 계산하며 BREEAM에서 정하는 최대 기준보다 개선된 디자인을 제시할 경우 Innovation점수를 추가로 부여받을 수 있으며 이렇게 정해진 최종 합계 점수에 따라 6개의 등급으로 부여받음.

○ 현재 영국 내 BREEAM 최고 등급인 Outstanding을 획득한 건물은 약 1%에 불과함.

표 51. BREEAM 2008과 BREEAM 2011 평가항목 및 점수

	BREEAM Ver, 2008		BREEAM Ver, 2011	
	점수	가중치	점수	가중치
Management	10	12%	22	12%
Health & Wellbeing	14	15%	10	15%
Energy	21	19%	30	19%
Transport	10	8%	9	8%
Water	6	6%	9	6%
Materials	12	12.5%	12	12.5%
Waste	7	7.5%	7	7.5%
Land Use & Ecology	10	10%	10	10%
Pollution	12	10%	13	10%
Innovation	10	10%	10	10%

표 52. BREEAM 평가항목

부문	평가항목		배점
Management	Man 01	Sustainable Procurement	8
	Man 01	Sustainable Procurement	5
	Man 02	Responsible Construction Practices	2
	Man 03	Construction site Impacts	5
	Man 04	Stakeholder Participation	4
	Man 05	Lifecycle Cost and Service Life Planning	3
Health & Wellbeing	Hea 01	Visual Comfort	BTD
	Hea 02	Indoor Air Quality	BTD
	Hea 03	Thermal Comfort	2
	Hea 04	Water Quality	1
	Hea 05	Acoustic Performance	BTD
	Hea 06	Safety and Security	2
Energy	Ene 01	Reduction of Emissions	15
	Ene 02	Energy monitoring	BTD
	Ene 03	External lighting	1
	Ene 04	Low and Zero Carbon Technologies	5
	Ene 05	Energy Efficient Cold Storage	2
	Ene 06	Energy Efficient Transportation Systems	2
	Ene 07	Energy Efficient Laboratory Systems	BTD
	Ene 08	Energy Efficient Equipment	2
	Ene 09	Drying Space	1
Transport	Tra 01	Public Transport Accessibility	BTD
	Tra 02	Proximity to Amenities	BTD
	Tra 03	Cyclist Facilities	BTD
	Tra 04	Maximum Car Parking Capacity	BTD
	Tra 05	Travel Plan	1
Water	Wat 01	Water Consumption	5
	Wat 02	Water Monitoring	1
	Wat 03	Water Leak Detection and Prevention	2
	Wat 04	Water Efficient Equipment	1
Materials	Mat 01	Life Cycle Impacts	BTD
	Mat 02	Hard Landscaping and Boundary Protection	1
	Mat 03	Responsible Sourcing of Materials	3
	Mat 04	Insulation	2
	Mat 05	Designing for Robustness	1
Waste	Wst 01	Construction Waste Management	4
	Wst 02	Recycled Aggregates	1
	Wst 03	Operational Waste	1
	Wst 04	Speculative Floor and Ceiling Finishes	1
Land Use & Ecology	LE 01	Site Selection	2
	LE 02	Ecological Value of Site and Protection of Ecological features	1
	LE 03	Mitigating Ecological Impact	1
	LE 04	Enhancing Site Ecology	BTD
	Le 05	Long-term Impact on Biodiversity2	BTD
Pollution	Pol 01	Impact of Refrigerants	3
	Pol 02	NOx Emissions	BTD
	Pol 03	Surface Water run off	5
	Pol 04	Reduction of night time light Pollution	1
	Pol 05	Noise Attenuation	1
Innovation	Inn 01	Innovation	10

○ BREEAM의 주요내용을 요약하면 <표 53>과 같음.

표 53. BREEAM 주요 내용

<table>
<tr><th>구분</th><th>내용</th></tr>
<tr><td>목적</td><td>환경에 대한 건물의 영향을 줄이고 건물의 환경적 이익에 따라 건물이 인식될 수 있도록 하는 것, 건물에 대한 신뢰성 있는 환경 등급을 부여하는 것, 지속가능한 건물에 대한 수요를 진작시키는 것</td></tr>
<tr><td>개발기관</td><td>BRE(영국 건축연구소)</td></tr>
<tr><td>인증대상</td><td>상업시설, 공공건축물, 주거복합시설, 그 밖의 건축물</td></tr>
<tr><td>심사항목</td><td>관리, 건강, 에너지, 교통, 수자원, 재료, 폐기물, 토지이용, 생태계, 오염</td></tr>
<tr><td>평가시점</td><td>실시설계단계</td></tr>
<tr><td>인증등급</td><td>
<table>
<tr><th>Rating</th><th>% score</th><th>시장 점유율</th></tr>
<tr><td>Outstanding</td><td>≥ 85</td><td>~ 상위 1%</td></tr>
<tr><td>Excellent</td><td>≥ 70</td><td>~ 상위 10%</td></tr>
<tr><td>Very Good</td><td>≥ 55</td><td>~ 상위 25%</td></tr>
<tr><td>Good</td><td>≥ 45</td><td>~ 상위 50%</td></tr>
<tr><td>Pass</td><td>≥ 30</td><td>~ 상위 75%</td></tr>
<tr><td>Unclassified</td><td>< 30</td><td>–</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>유효기간</td><td>5년</td></tr>
</table>

5) Minimum Standard

○ BREEAM에서 요구하는 최소기준(Minimum Standard)은 LEED의 필수조건과는 성격이 다름. 등급에 관계없이 각 항목에서 제시하는 필수조건을 만족해야 인증자격이 주어지는 LEED와 달리 BREEAM은 등급별로 이행해야 하는 최소 기준 항목과 점수가 다르게 주어짐.

	Man 01: Sustainable Procurement	Man02: Responsible Construction Practices	Man 04: Stakeholder Participation	Hea 01: Visual Comfort	Hea 04: Water Quality	Ene 01: Reduction of CO_2 Emissions	Ene 02: Energy Monitoring	Ene 04: Low or Zero Carbon Technologies	Wat 01: Water Consumption	Water 02: Water Monitoring	Mat 03: Responsible Sourcing	Wst 01: Construction Waste Management	Wst 03: Operational Waste	LE 03: Mitigating Ecological Impact		
Pass	1			Criterion 1 Only	Criterion 1 Only						Criterion 3 Only					
Good	1			Criterion 1 Only	Criterion 1 Only					Criterion 1 Only	Criterion 3 Only					
Very Good	1			Criterion 1 Only	Criterion 1 Only		1		1	Criterion 1 Only	Criterion 3 Only			1		
Excellent	1	1	1	Criterion 1 Only	Criterion 1 Only	6	1	1	1	Criterion 1 Only	Criterion 3 Only		1	1		
Outstanding	2	2	1	Criterion 1 Only	Criterion 1 Only	10	1	1	1	Criterion 1 Only	Criterion 3 Only	1	1	1		

그림 62. BREEAM의 Minimum Standard

○ 상위등급으로 갈수록 만족해야 하는 최소 기준이 많아지며 Excellent, Outstanding에서만 에너지항목의 최소 기준이 주어짐. 이는 모든 등급에 에너지성능을 요구하는 LEED와 달리 BREEAM은 법규가 정하는 에너지 성능 기준을 충족시킨다면 Very Good 등급까지는 강제적인 에너지절약을 요구하지 않음.

6) 인증절차

인증업무에 관여하는 전문가로는 “평가사”가 있으며 이는 인증업무를 진행함에 있어 필수적임. 또한 인증에 관한 모든 과정의 권한 및 책임은 평가사에게 있으며 높은 등급을 획득하기 위해서는 평가사뿐만 아니라 각 분야별 전문가가 초기부터 참여해야 함.

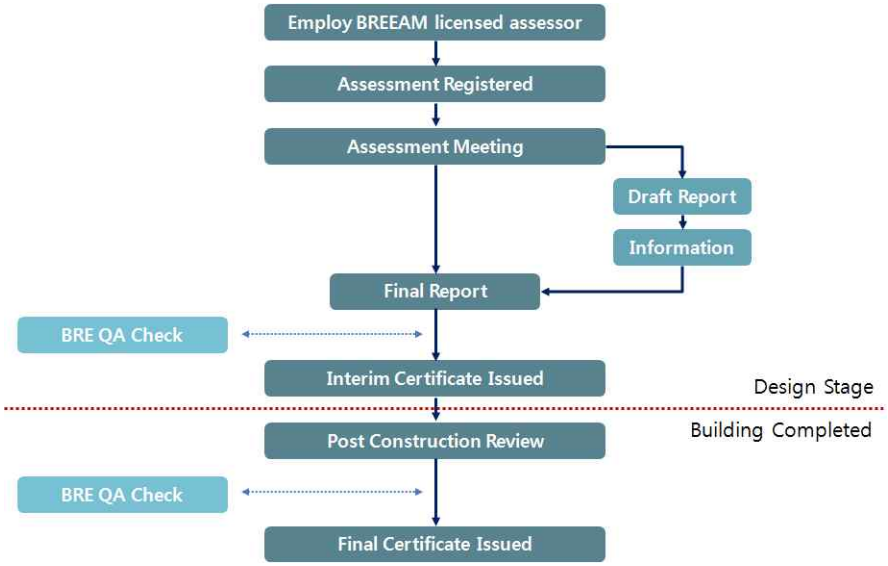


그림 63. Assessment Process

다. 영국 녹색건축 관련 기관 방문 및 전문가 회의

표 54. 영국 녹색건축 관련 기관 방문 및 전문가 회의

BRE 세미나

BRE Global BREEAM Multi-Residential Scheme Manager인 구성한 박사와 연락을 취하여 영국의 BREEAM 운영 현황 및 국내 녹색건축물 인증제도의 발전방향에 대한 전문가 회의




Atelier ten : 건물의 친환경적 접근 및 설계, 분석방법에 대한 회의

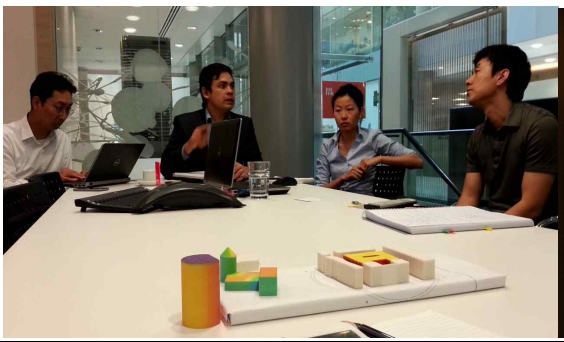
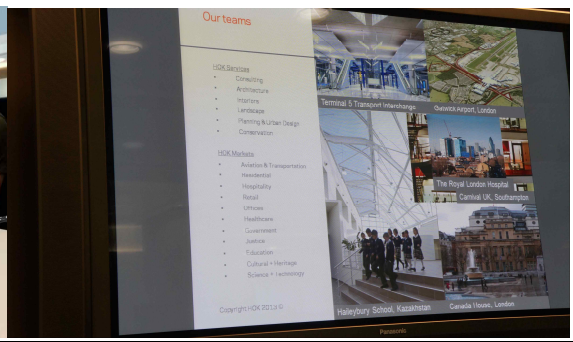
Atelier ten은 건물의 친환경 디자인 컨설팅과 엔지니어링이 접목된 회사로서, Environmental Designer이며 LEED AP BD+C인 이윤하님을 통하여 세미나를 진행함.





HOK : LEED 인증을 획득한 HOK 사옥 답사 및 HOK 영국지사 부사장 Chris Yoon 회의

1955년 설립된 HOK는 Design, Architecture, Engineering, Planning을 통해 건축설계 뿐만 아니라 건축환경에 대한 지식을 공유함으로써 친환경적 설계를 위한 접근을 중시하고 있음. Christopher s. Yoon Senior Vice President를 통하여 HOK에 대한 전반적인 설계 현황에 대한 세미나와 HOK에서 Sustainable Design Practice Leader인 Joyce Chan, Ateiler Ten의 Chris Mortensen과 함께 친환경 건축 계획 및 설계에 대한 세미나를 진행함.

라. BREEAM 인증 사례분석

1) 7 More London, “BREEAM 2008 Outstanding”



◦ 위치 : London. UK
◦ 용도 : 상업 · 업무시설
◦ 면적 : 60,849㎡
◦ 층수 : 10층
◦ 인증등급 : BREEAM 2008 Outstanding

◦ 특이사항
- BREEAM 2006 “Excellent”를 목표로 하였으나 건물 엔지니어링 디자인 작업 진행 중 BREEAM 2008로 개정됨에 따라 설계 디테일이 2008에 맞춰지고 달성 목표를 “Outstanding”으로 높임. 그 결과 런던 최초로 Outstanding(89.07%)을 획득함.

◦ 건축적 특징
- 현대 건축물에서 흔히 볼 수 있는 커튼월 건물임에도 불구하고 Outstanding 등급을 받음.
- Combined Cooling Heating & Power Tri-generation과 같은 Active System도 중요하지만 7 More London이 More London 플랜의 마지막 건물로써 이미 지어진 다른 건축물에 대한 환경적 피해를 주지 않기 위하여 건축계획부터 기후와 주변 환경을 고려하여 설계되었다는 점에서 큰 의미를 가짐.

가) BREEAM 인증 내용

◦ Building Regulations 기준의 에너지효율보다 이산화탄소 배출량을 70% 감축하여 EPC에서 “A” 등급을 획득함. 에너지 항목 점수 15점 중 13점을 획득하였으며 이 외에도 Bio-fuel-generation, Solar Hot water, Low energy lighting 등 에너지 절감 설비시스템을 적용함. (25% 재생 가능한 전력, 45% Low and Zero Carbon 기술 적용)

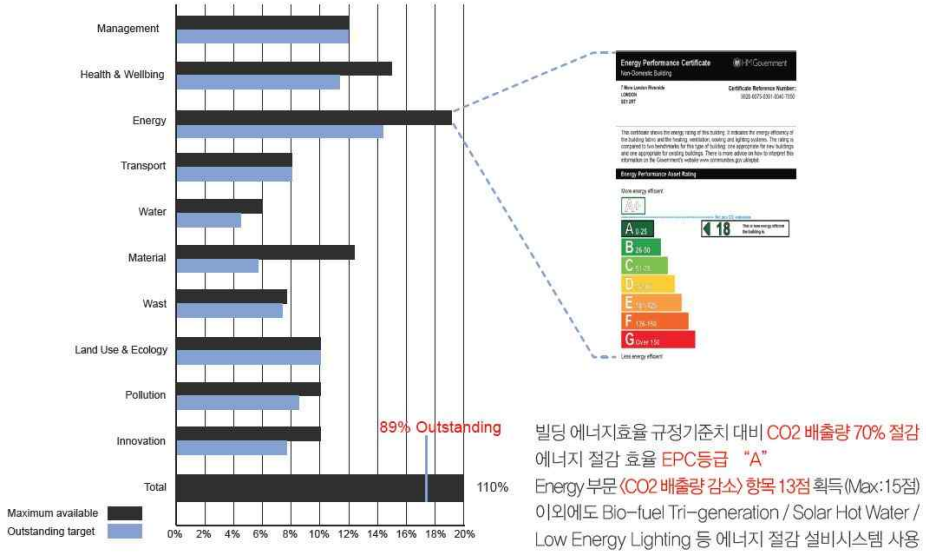


그림 64. 7 More London BREEAM 점수

나) Passive Design을 통한 에너지절약

○ Site & Climate : Wind Direction & Speed Analysis

7 More London이 건축되기 이전 템스 강에서 불어오는 바람이 강하게 통과하여 난기류를 형성하였고 이 난기류는 양측 건물과 남측도로의 보행자에게 악영향을 미침. 이에 7 More London은 양측 건물 사이로 흐르는 바람을 차단하여 주변의 기류를 복원하였으며 잔류되는 바람은 주변 조경을 통해 해결하고, 건물 정면으로 유입되는 바람은 Sky Bridge 및 중정에 공기 흐름을 원활히 하며 신선한 공기를 건물 내부로 유입시켜 환기를 유도함.

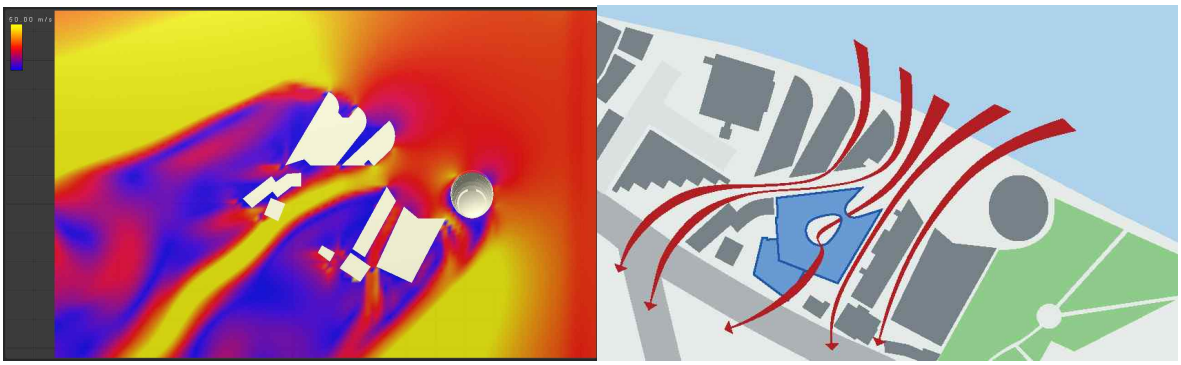
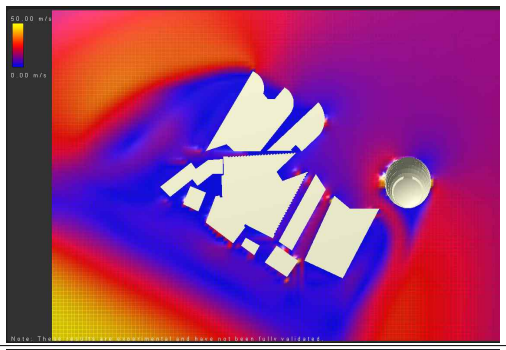
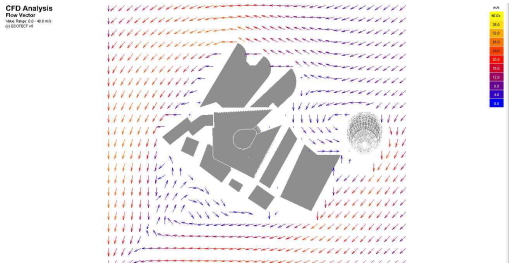
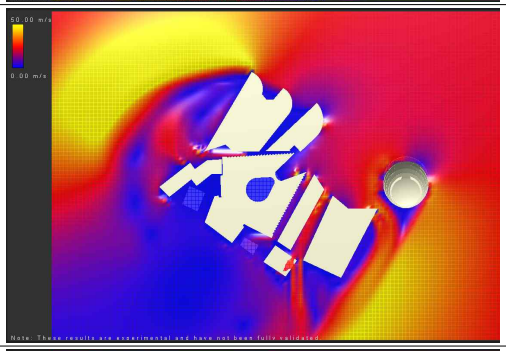
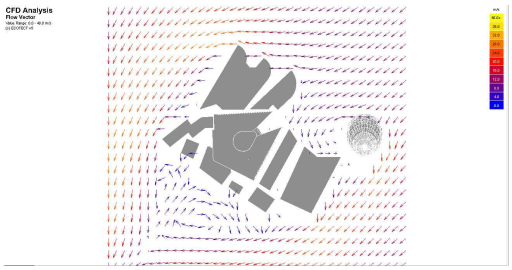
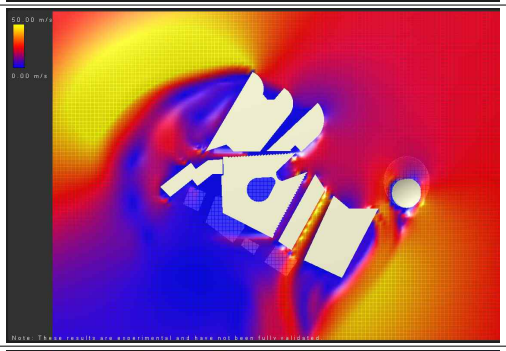
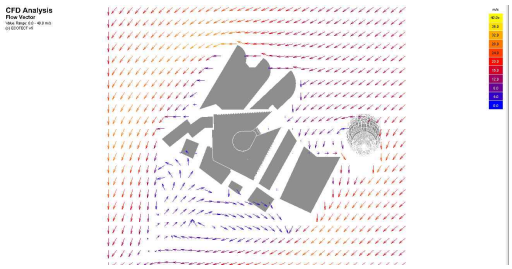
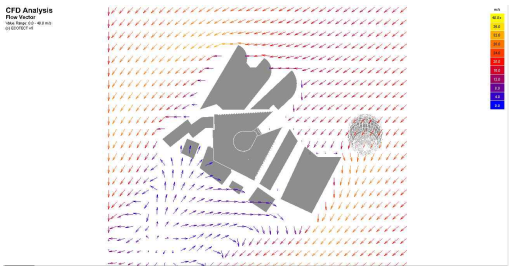
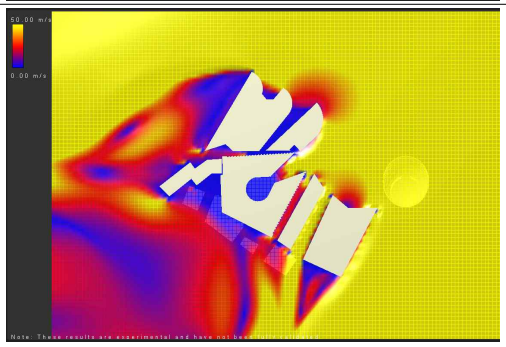
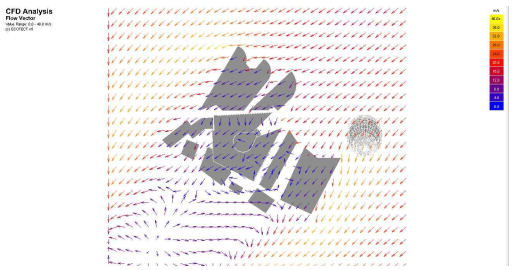


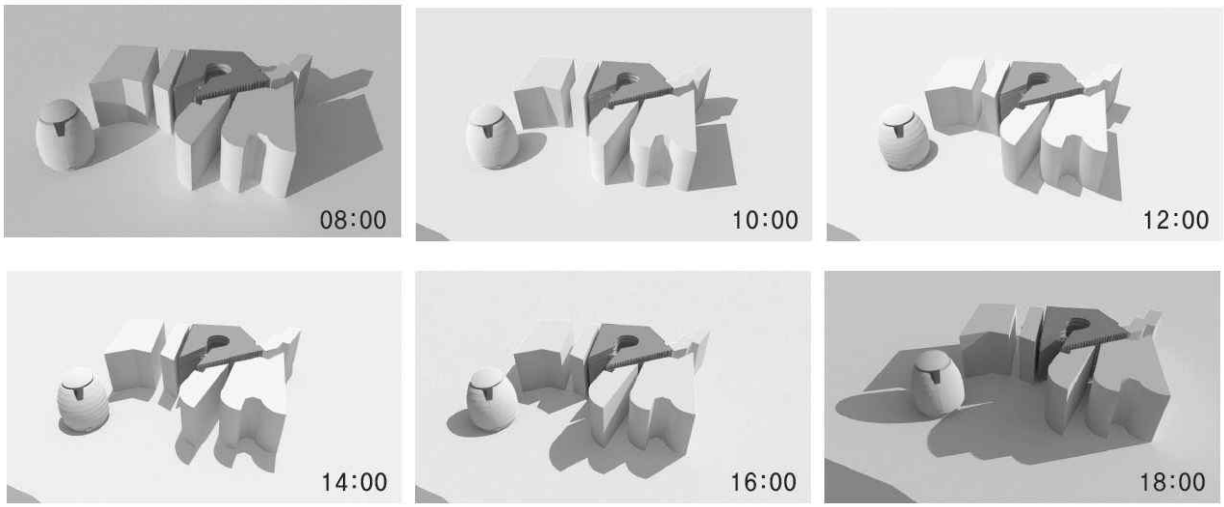
그림 65. 7 More London 기류 흐름 비교(건축 전(왼쪽), 후(오른쪽))

표 55. 7 More London 층별 기류 흐름

Level 1		
Level 2		
Level 3		
Level 4		
Level 5		

○ Sun Shadow Analysis

More London 마스터플랜의 마지막 건물인 7 More London 건축이 주변 건물 일조환경에 미치는 영향을 분석함.

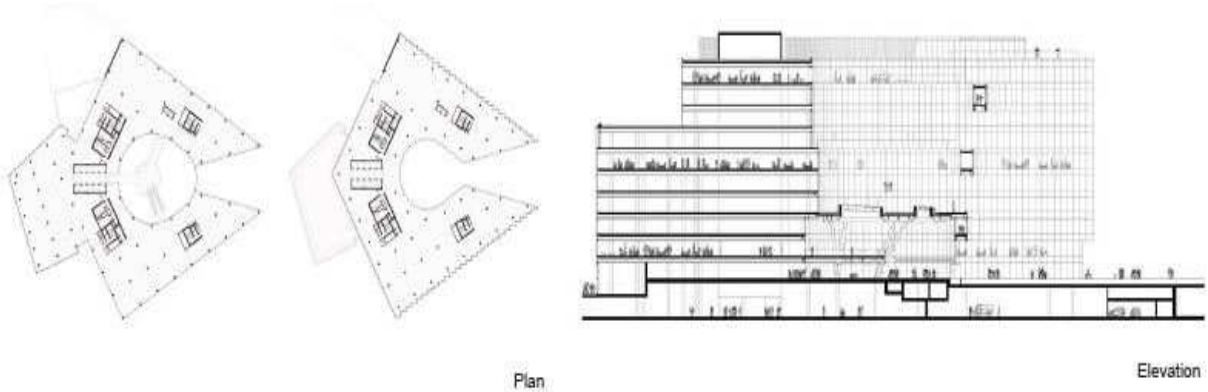


○ Form & Massing Process

- Tower of London 및 템스 강에 대한 건물 조망권 확보가 핵심요소였음. 건물 형태는 일사 유입과 차단을 고려하여 설계되었으며 건물 중앙의 정원은 북측 일사를 건물 내부로 깊숙하게 유입시키며 휴식처를 제공함.

- 양측면의 지그재그 형태 외관은 북측의 템스 강을 향한 시야 확보와 불필요한 일사를 차단시키며, 동서측 공간은 중정 및 반대편 공간에 그늘을 제공하여 적절한 일사만을 유입시킴.

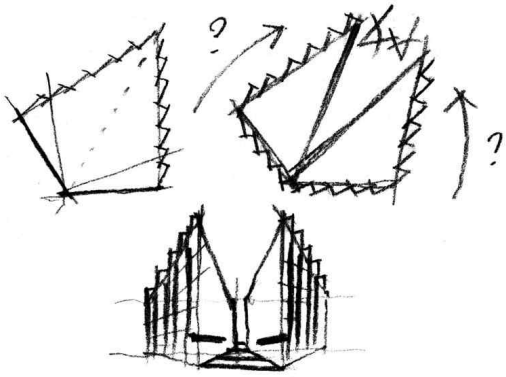
- 인근 건물에 대한 내부 가름막 역할 및 독특한 외관을 형성하며 건물 양측면 외관에 설치되어 북측의 불필요한 일사를 차단하고, 반사를 통해 은은한 빛과 색을 내부로 유입시킴.



Plan

Elevation







○ 루버 설치

루버로 인한 자연채광의 변화에 대하여 ECOTECT를 이용하여 분석한 결과, 설치 전에 비해 자연채광 양이 상대적으로 감소하였으나 내부에 균등한 채광을 공급함.

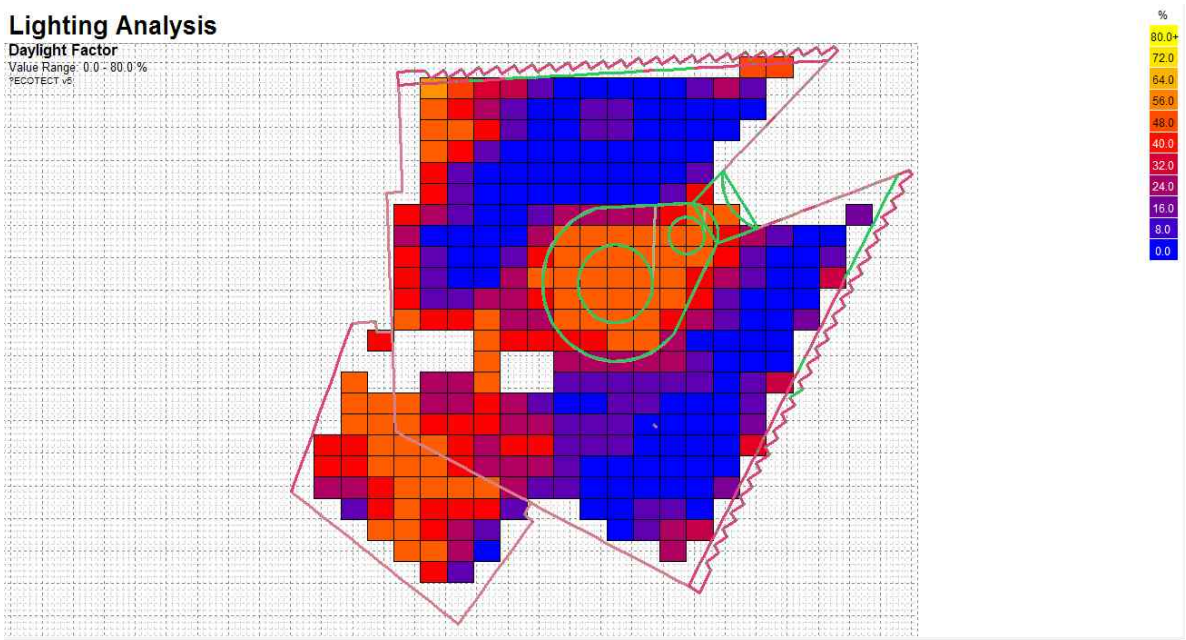


그림 66. 7 More London 루버 설치 전 일조 분석

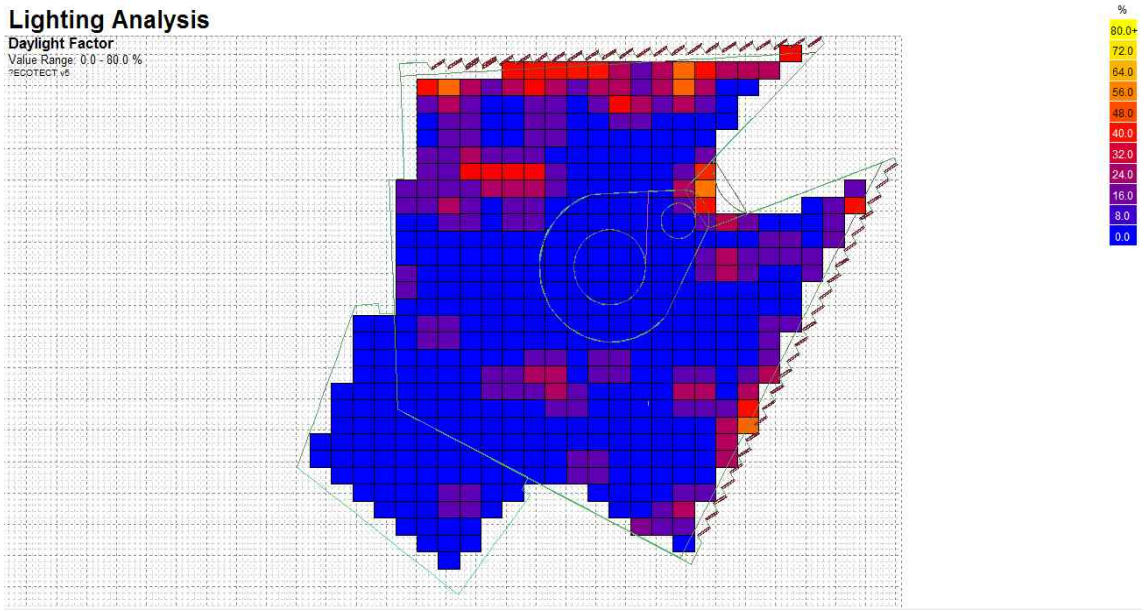


그림 67. 7 More London 루버 설치 후 일조 분석

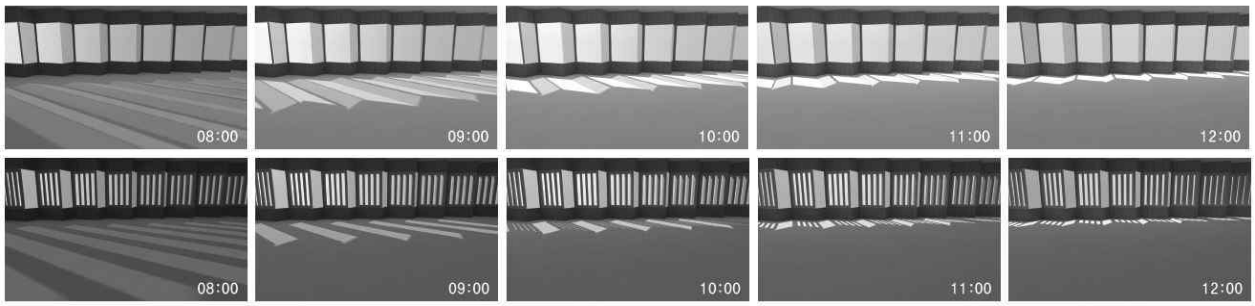


그림 68. 7 More London 루버 설치 전(위), 후(아래) 실내 일조 분석

2) LSE New Students' Centre, " BREEAM 2008 Outstanding"



◦ 위치 : Sheffield Street, WC2A 2EZ, LONDON
◦ 용도 : 교육시설
◦ 면적 : 6,101㎡
◦ 층수 : 지하 2층, 지상 7층
◦ 인증등급 : BREEAM 2008 Outstanding

◦ 특이사항
- 2011년 11월, Low Environmental Impact Building으로써 BREEAM Design Stage Assessment(BREEAM Education 2008)에서 Outstanding(86.45%)을 획득한 최초 대학교 건물임.

◦ 건축적 특징
- 독특한 건물 외피 디자인을 통해 건물의 자연환기 및 자연채광을 최소한의 비용으로 에너지 효율을 높임

가) BREEAM 인증 내용

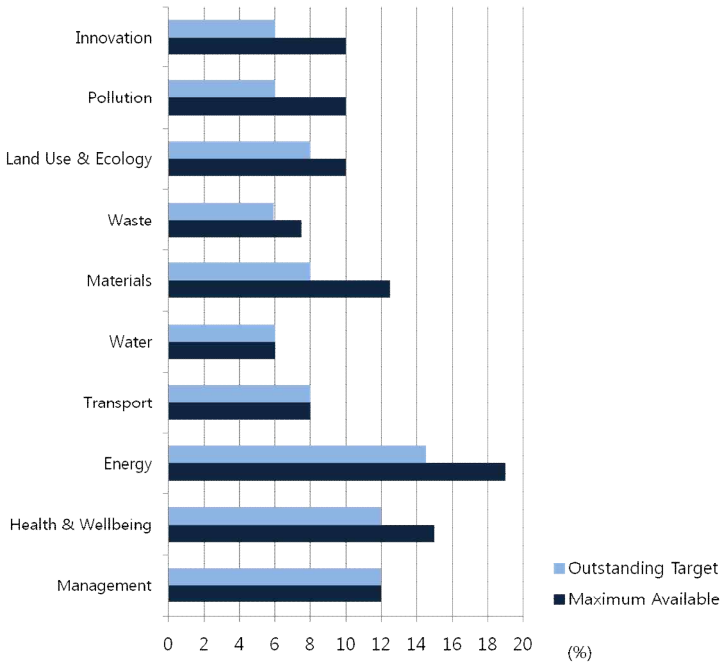


그림 69. LSE New Students' Centre 인증점수

나) 주요 친환경 요소 분석

○ 외피 계획 : 본 건물의 외피계획은 Perforated Brick, Solid Brick, Timber-Framed Glazing로 구성됨

- Perforated Brick

Perforated Brick은 Header부분을 제거한 플레미쉬 쌓기 방식으로 만들진 것으로써 Solar shading 효과를 통해 일반 유리에 비해 여름철 일사부하를 감소시킬 수 있으며 자연환기 및 자연채광이 가능하고, 적색벽돌로 구성된 깔끔한 외피를 표현함.

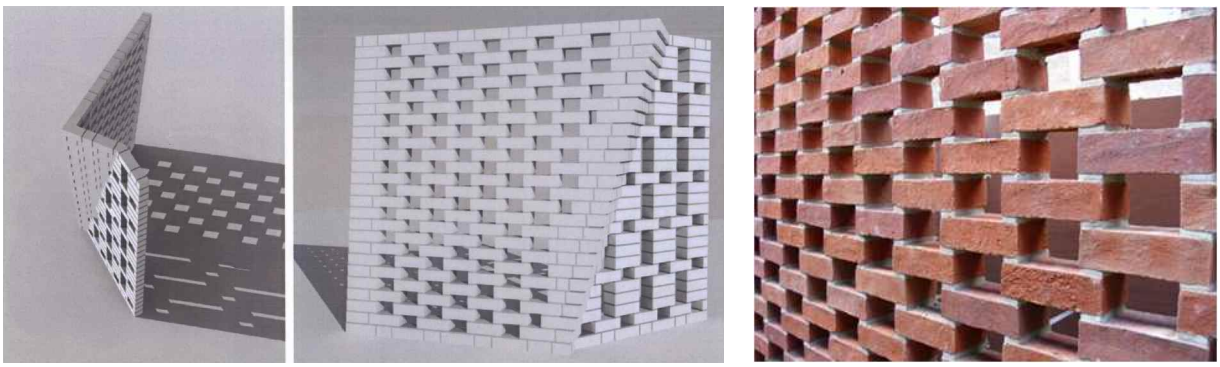


그림 70. Perforated Brick

- Solid Brick

기본적인 Solid Brick은 자연채광과 자연환기가 필요하지 않은 부분에 적용하고 BREEAM Outstanding을 받기 위해 발생되는 폐기물을 줄이고자 벽체에 맞게 패널을 제작하고 현장에서 벽돌을 절단하지 않도록 함.

- Timber-Framed Glazing

프레임이 나무로 된 창문으로 Perforated Brick 뒷면의 알루미늄 프레임 창문에 적용하여 수밀성, 내구성, 밀도 등을 향상시키고 수동개폐와 자동개폐방식을 혼용함.



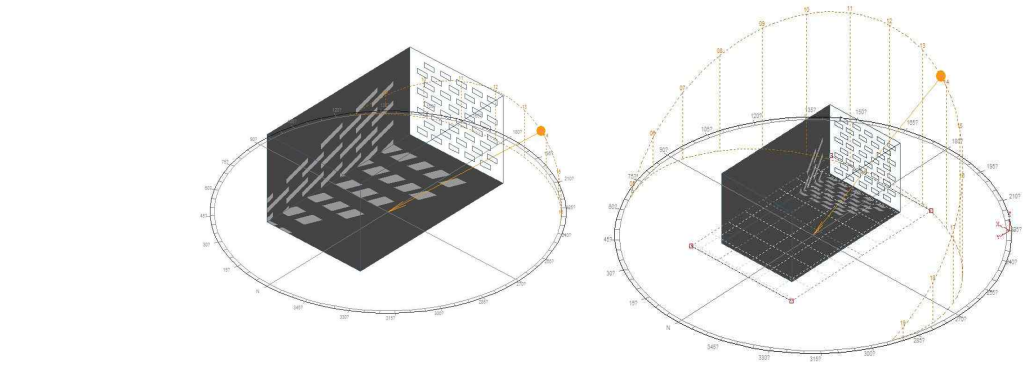
그림 71. Timber-framed glazing

○ 자연환기

자동 개폐 방식은 실내 CO_2 농도와 온도에 따라 자동적으로 창문을 개폐하도록 BMS[22]에 매뉴얼화 되어 있으며 여름철 저녁에는 창문을 열어 낮 동안 흡수된 건물의 열기를 제거하고 시원한 공기를 유입시키며 낮에는 창문을 닫아 햇빛만 통과시키는 방식 등으로 조절함.

○ 자연채광

- 각 방향의 perforated brick 면적과 모양은 설계 단계에서 각 방향마다 비춰지는 조도를 정확하게 분석하여 설계팀에 의한 의사결정과정을 통해 디자인되었으며 깊은 곳에 위치한 공간까지 효과적으로 빛이 도달할 수 있도록 함.



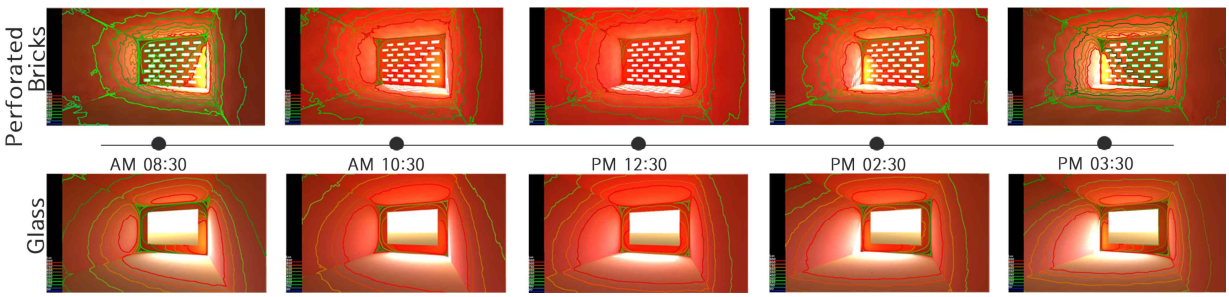


그림 72. perforated brick와 일반 유리의 자연채광 비교분석(여름)

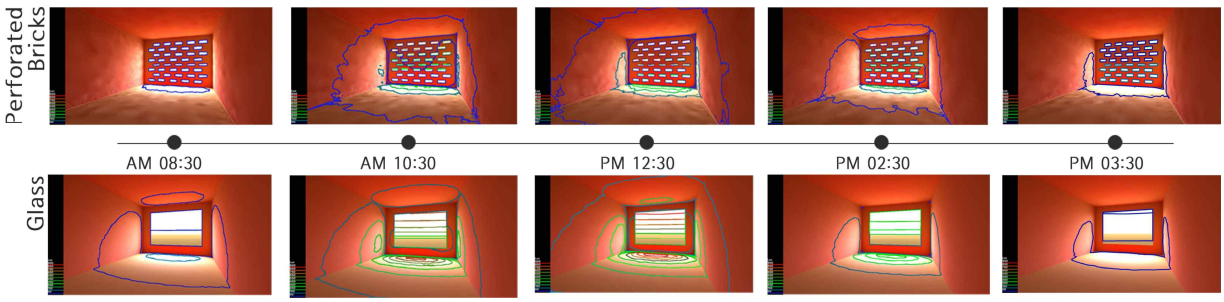


그림 73. perforated brick와 일반 유리의 자연채광 비교분석(겨울)

22) BMS(Building Management System) : 빌딩 내 각종 설비의 다양한 정보를 실시간으로 수집.분석하여 건물의 효율을 개선하는 시스템이다.

3) One Angel Square, “BREEAM 2008 Outstanding”



◦ 위치 : Manchester, UK
◦ 용도 : 업무시설
◦ 면적 : 99,000m
◦ 층수 : 15층
◦ 인증등급 : BREEAM 2008 Outstanding

◦ 특이사항 : 수상이력
- 지속가능성(Sustainability) Award at the 2012 North West Business Insider Property Awards
- 2012 Property Week Award for 지속가능성(Sustainability)
- 2012 Regeneration and Renewal Award for 지속가능성(Sustainability)
- 2012 지속가능성(Sustainability) Leaders, Sustainable Building Carbon Award
- 2012 BCSC 지속가능성(Sustainability) Gold Award
- 2013 BREEAM Best Office Building

◦ 건축적 특징
- BREEAM Office 2008 Outstanding(92.2%) 획득.
- BREEAM의 10개 평가항목 중 대부분에서 만점을 받았으며 CHP (Combined Heat Power)를 바이오디젤과 PPO를 활용하여 -88점으로 EPC A+를 획득하고 실제 운전평가인 DEC(Display Energy Certificate)에서도 A등급을 획득함. 이로 인해 기존 건물대비 80%의 에너지절약과 탄소배출저감을 만족시킴.

가) BREEAM 인증 내용

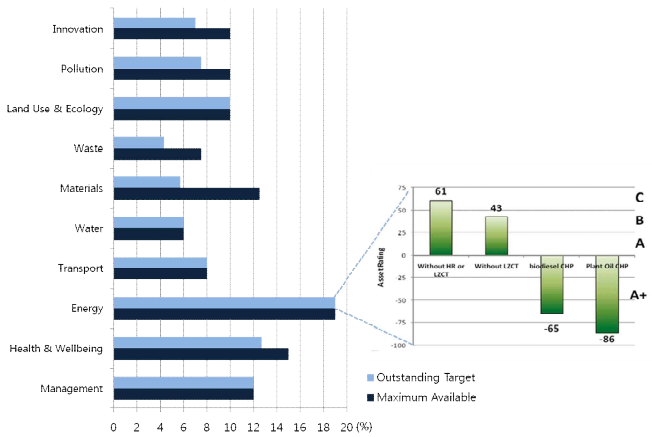
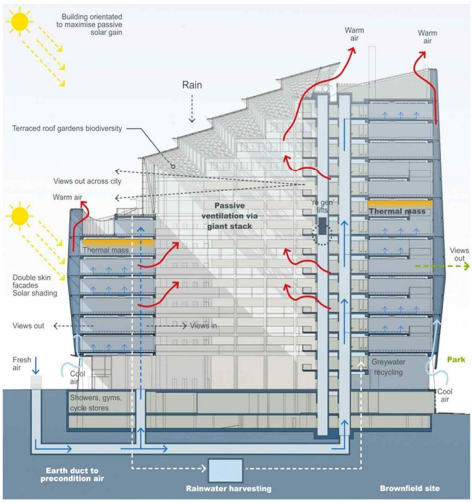


그림 74. One Angel Square BREEAM 인증 점수

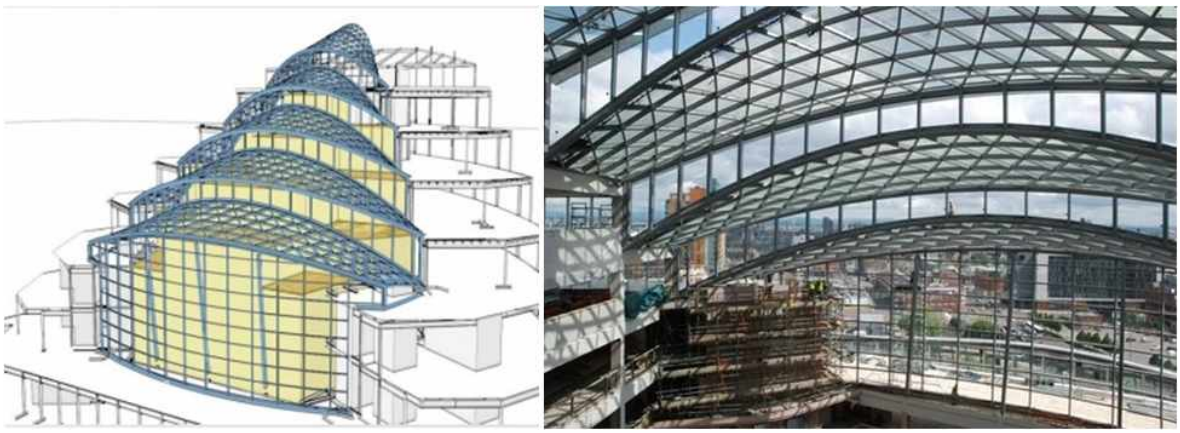
나) 주요 친환경 요소



◦ Earth ducts underground
◦ Natural ventilation
◦ Five story of open atrium
◦ Double skin facade
◦ Thermal mass of concrete
◦ Graywater and rainwater recycling
◦ Solar shading, Photovoltaic panel
◦ Combined heat and power with PPO
◦ Passive chilled beams
◦ Extensive free cooling
◦ EC/DC Motor drive
◦ Electrical management system

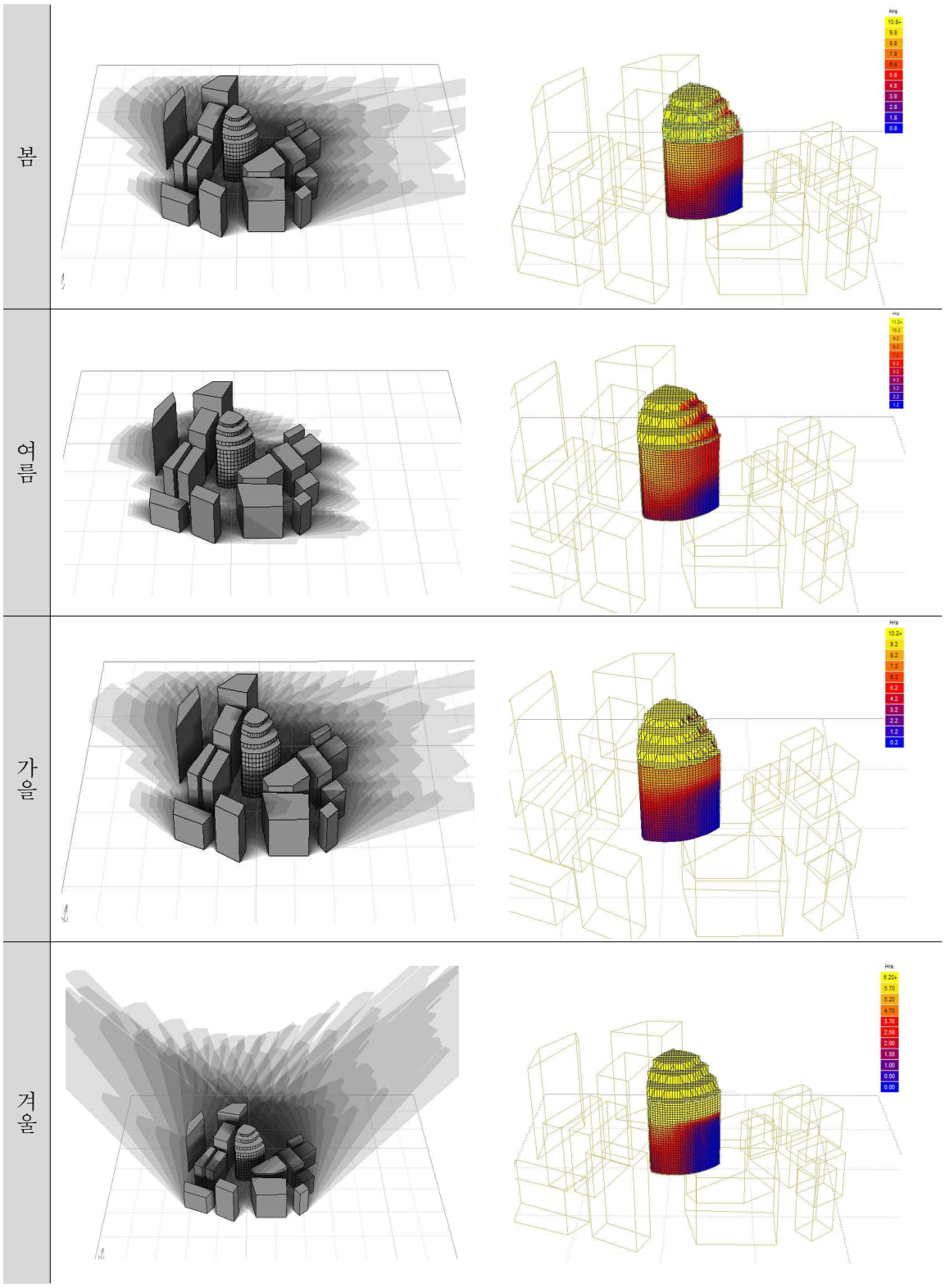
○ 에너지절약을 위한 Design Concept

Slice 모양의 MASS로 채광면적을 증가시켜 기존 건물 대비 총 50% 에너지 감소와 80% 탄소 감소를 통해 총 유지비용의 30%감축을 목표로 함.



○ Sunlight

주변 건물과의 관계를 분석한 결과, 인접 건물로 인해 저층부가 여름을 제외하고 그림자에 가려지고 특히 우측일조시간이 부족하여 남향에 9층 규모의 아트리움을 설치하여 건물 내부로 채광을 끌어들여 문제를 해결하고자 함.



○ 기류 분석

맨체스터지역 기류의 58%는 대부분 남쪽, 남서쪽, 서쪽에서 발생하며 이를 근거로 건물의 외부기류를 분석한 결과, 주변 건물들로 인해 외부 기류 흐름이 원활하지 않았음. 이러한 외부 기류는 건물 내 원활한 자연환기를 일으킬 수 없으며, 이를 해결하고자 Earth Duct를

활용하여 환기를 적극적으로 도모하였다고 판단됨.



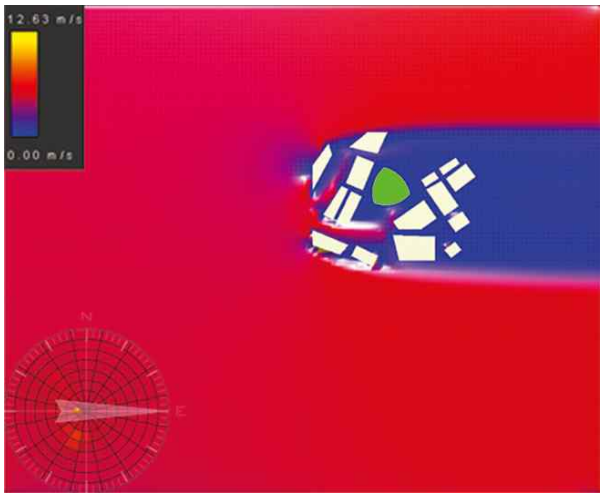


그림 75. 4m/s 서풍이 불 때 건물 주변 기류

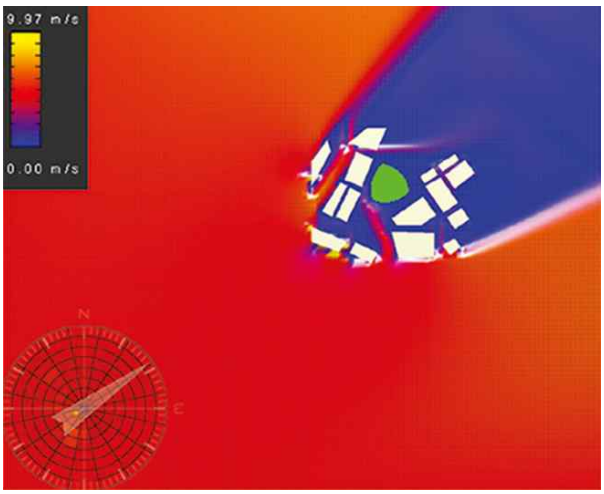


그림 76. 4m/s 남서풍이 불 때 건물 주변 기류

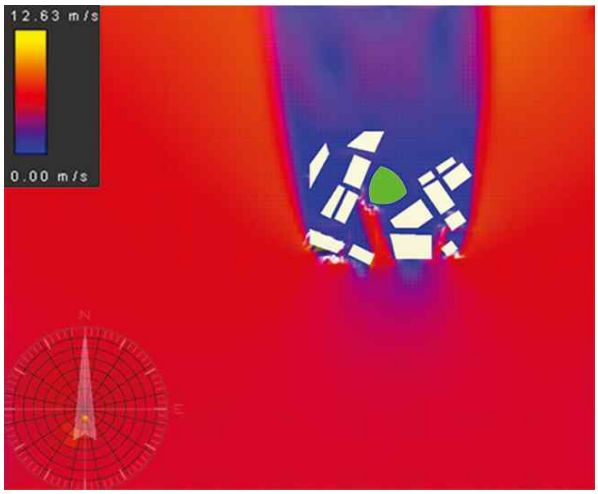


그림 77. 4m/s 남풍이 불 때 건물 주변 기류

○ 환기

- 4가지 환기방식을 분석하면, Earth Duct와 아트리움을 활용한 방식이 가장 에너지 절감 효과가 뛰어남. 에너지를 소모하여 적극적으로 공기를 유도하는 방식이지만, CHP with PPO로 인해 탄소배출량은 오히려 (-)가 되며 Earth Duct는 초당 50m의 신선한 공기를 공급할 수 있음.

- Earth Duct없이 오로지 아트리움과 이중외피만으로 자연환기를 하는 방식은 바람에 의한 압력차와 건물내외의 온도차가 충분치 않으면 외피를 통해 신선한 공기 유입이 어렵기 때문에 에너지 소모가 큼.

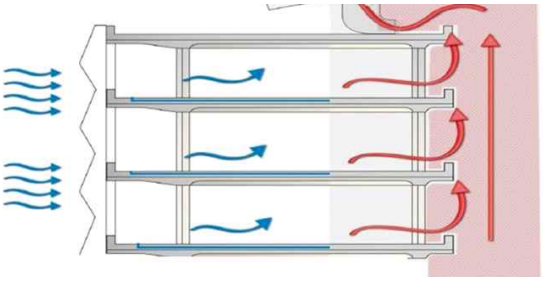


그림 78. Atrium Exhaust(Facade Supply)

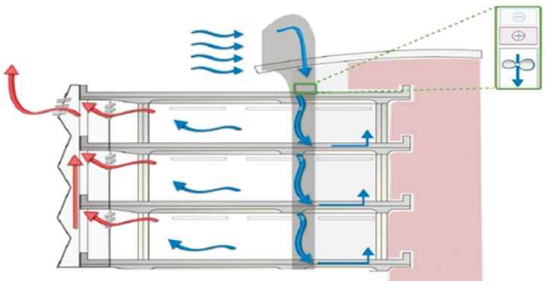


그림 79. Facade Exhaust(Atrium Supply)

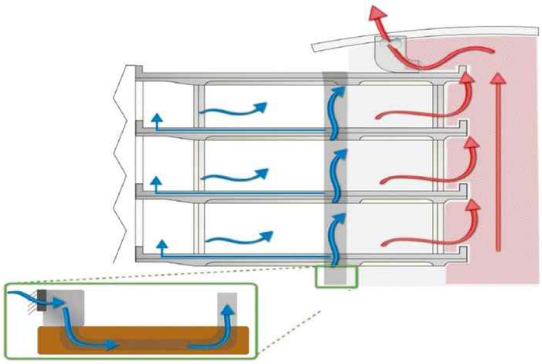


그림 80. Atrium Exhaust(Core Supply)

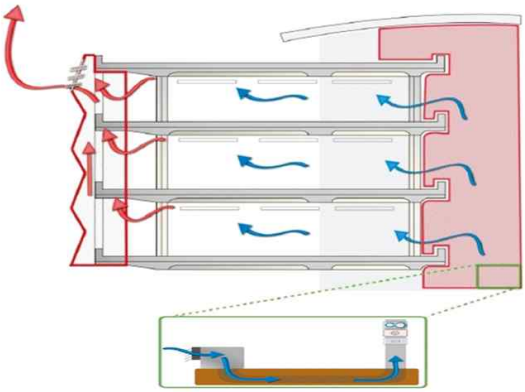


그림 81. Facade Exhaust(Core Supply)

4) Houghton Primary Care Centre, “BREEAM 2008 Outstanding”

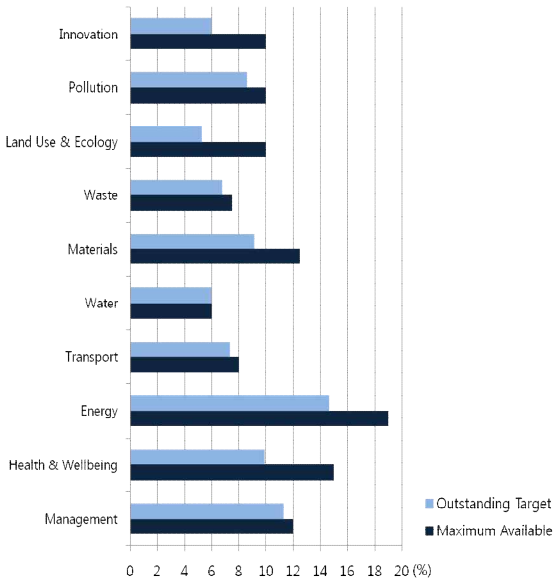


◦ 위치 : Brinkburn Crescent, Hougton-le-Spring, Durham, DH4 5HB, UK
◦ 용도 : 의료시설
◦ 면적 : 5,224㎡
◦ 층수 : 2층
◦ 인증등급 : BREEAM 2008 Outstanding

◦ 특이사항 : 수상이력
- 2012 BREEAM Award Winner
- 2012 LABC Award : The Building was the winner of the Sunderland Local Authority Building Control Awards
- 2012 Building Award Shortlisted
- 2012 Green Build Awards finalist

◦ 건축적 특징
- BREEAM Healthcare 2008 Outstanding(85.31%) 등급을 획득한 최초 의료 건물로, 초기 단계에서부터 BREEAM 평가사의 협력과 건물 대지에 대한 수많은 고려를 통해 많은 비용을 들이지 않은 것이 Outstanding획득의 주요 요인임.
- 초기과정부터 BREEAM 전문가 참여 , BREEAM 전문성을 갖춘 설계 및 시공 팀 구성
- 초기부터 BREEAM의 필수 요구사항을 지정
- Breathing Building System으로 Innovation부분 점수 획득

가) BREEAM 인증 내용



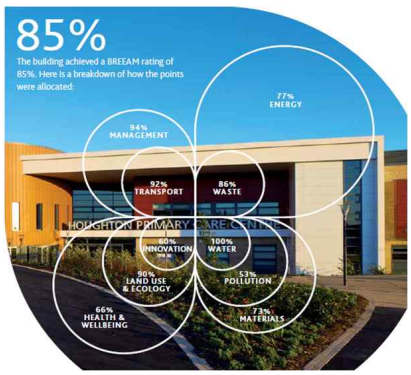
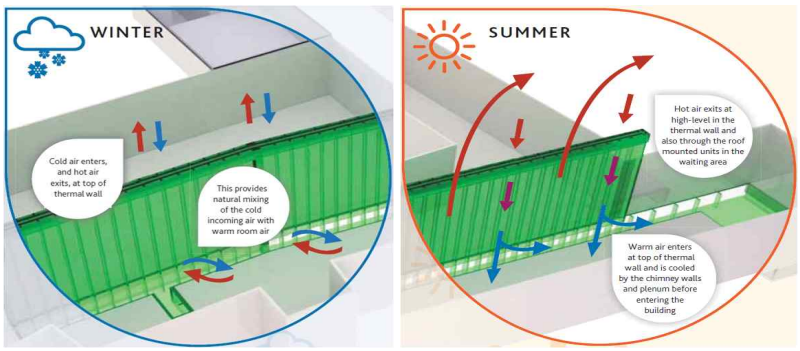


그림 82. Houghton Primary Care Centre BREEAM 인증 점수

나) 주요 친환경 요소 : Breathing Building System - Thermal Wall

본 시설은 공기조화가 필요 없이 일 년에 100시간 동안 25℃ 이하로 유지되도록 설계됨. 50m길이의 Thermal Wall이 객실 환기뿐 아니라 카페, 대기실과 같은 오픈 공간을 담당하며 49개의 chimney로 분리되어 개별 공간에 대한 환기를 가능하게 하고 공기를 통한 감염을 줄이고자 함.



Management	Willmott Dixon은 Considerate Constructors Scheme(CCS)에서 평균보다 8% 높은 36점을 획득하였으며, 생애주기 비용은 유지 및 난방시스템과 같은 특정 요소를 결정하는데 실시됨.
Health & Wellbeing	조명 및 온도제어의 형태, 범위, 위치, 음향은 환자와 직원을 위한 최적 조건을 제공하기 위해 설계되었으며 커뮤니티 정원과 미술작품은 심리적 만족감을 제공하도록 함.
Energy	건물 에너지는 Building Regulations Part L에 의해 평가되며 설치된 신재생에너지는 기존 건물에 비해 이산화탄소 배출량을 38% 감소시키며 광범위한 에너지 모니터링도 실시간으로 사용함.
Land use & Ecology	전체 지역의 생태 개선 및 대지에 서식하고 있는 생물 종을 위한 새 서식지를 마련하고 건물의 지붕은 동식물을 위하여 35%를 sedum으로 구성함.
Pollution	조경과 저장탱크는 홍수의 위험을 방지하는 반면 석유 분리시스템은 수자원 오염 위험 요소를 감소시킴.

5) Suscon, “BREEAM Outstanding(89.58%)”



◦ 위치 : Dartford, UK
◦ 용도 : 교육연구시설
◦ 면적 : 2,849㎡
◦ 인증등급 : BREEAM 2008 Outstanding

◦ 건축적 특징
- Energy 95.83%, Water 100%, Materials 80%, Waste 100%, Land use and Ecology 70%
- 연간 탄소배출량은 7.94kgCO2e/㎡.year이며 2008년 Building Regulation보다 72.47% 감축
- 에너지성능지표(Energy Performance Certificate, EPC)에서 “A” 등급, CO2 Index 9를 획득

6) Green Incubator, “BREEAM Rating Outstanding (87.77%)”



◦ 위치 : South shields, UK
◦ 용도 : 업무시설
◦ 면적 : 2,849㎡
◦ 인증등급 : BREEAM 2008 Outstanding

◦ 건축적 특징
- Management, Waste에서 최고 점수를 받았으며 Transport와 Water, Pollution에서 1점씩 감점되었으며 5가지를 평가하는 Innovation 만점 획득함.
- Building Regulations에서 요구하는 탄소 배출량보다 20% 향상시켜 EPC에서 “A” 등급을 획득함.
- Winter Garden과 Central chimney의 Passive Design을 통해 자연환기를 유도하였으며 지붕에 설치된 태양광 패널은 건물 에너지 사용량의 20%를 담당함.

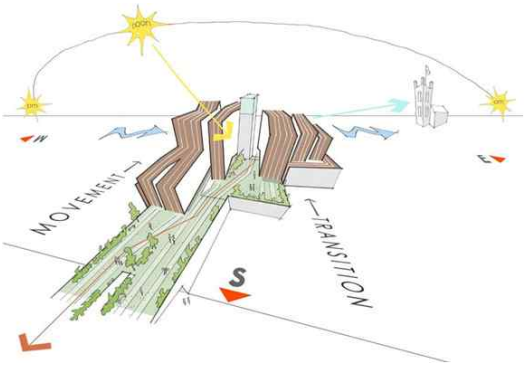
7) Friar Gate Square, “BREEAM Excellent”

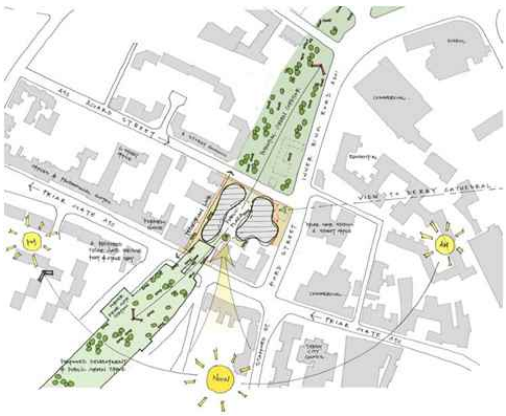


◦ 위치 : Derby, UK
◦ 용도 : 업무시설
◦ 면적 : 3,066㎡
◦ 인증등급 : BREEAM Excellent

가) 실내환경
- 최소한의 에너지를 사용하여 쾌적 조건을 만족시킴.
- 자연환기를 최대로 활용할 수 있는 건물의 배치 계획
- 일사획득과 글레어 감소를 위한 차양 적용
- 효율적인 조명 시스템사용으로 에너지 사용량 감소

나) 지속가능한 건축 (Low carbon building)
- 주요 오염물질 발생 없이 재생 가능한 자원 사용
- 건설, 철거, 재건축 등에 사용되는 자재 생산 및 운송과정의 이산화탄소 발생량 제한
- 현지 노동, 재료 및 현재 생산물 사용
- 물, 하수, 폐기물, 에너지공급 및 수송 시스템의 관리 및 확장 등 사회기반시설에 건물이 미치는 영향력을 제한









4. GREEN STAR

가. 개요

○ 2003년 BREEAM과 LEED를 기반으로 만들어진 호주의 녹색건축인증제도로 호주의 기후 조건이나 건물의 지역적 특성에 맞게 조절하여 건물 디자인과 관련된 환경적 요인들을 평가하는 제도임.

○ Green Star에서 높은 등급을 받은 건물이 일반 건물에 비해 에너지사용량이 약 70% 절감되었다는 연구결과가 있으며 인증을 획득한 건물은 에너지효율의 장점뿐만 아니라 입주자나 구매자들에게 지속가능한 건물이라는 관심을 이끄는 홍보역할을 하기도 함.

표 56. GREEN STAR 개정 연혁

연도	내용	비고
2003	Office Design v1	-
2004	Office as built v1	-
2005	Office Design v2, Office As built v2, Office Interiors v1	Office v1→v2 revision, Launch of Office Interiors
2007	Office Interiors v1.1	Office Interiors v1 → v1.1 revision
2008	Office v3, Education v1, Retail Centre v1	Office v2 → v3 revision, Launch of Education, Retail Centre
2009	Healthcare v1, Multi Unit Residential v1	Launch of Healthcare, Multi Unit Residential
2010	Industrial v1, Public building pilot	Launch of Industrial, Development of Public building rating
2012	Communities pilot, Interiors pilot	Development of Communities, Interiors

나. 평가항목 및 점수체계

표 57. Green Star 평가항목

부문	평가항목		배점
Management	Man-1	Green Star Accredited Professional	2
	Man-2	Commissioning Clauses	2
	Man-3	Building Tuning	2
	Man-4	Independent Commissioning Agent	1
	Man-5	Building Users' Guide	1
	Man-6	Environmental Management	1
	Man-7	Waste Management	2
IEQ	IEQ-1	Ventilation Rates	3
	IEQ-2	Air Change Effectiveness	2
	IEQ-3	Carbon Dioxide monitoring & Control	1
	IEQ-4	Daylight	3
	IEQ-5	Daylight Glare Control	1
	IEQ-6	High Frequency Ballasts	1
	IEQ-7	Electric Lighting Levels	1

	IEQ-8	External Views	2
	IEQ-9	Thermal Comfort	2
	IEQ-10	Individual Thermal Comfort Control	2
	IEQ-11	Hazardous Materials	1
	IEQ-12	Internal Noise Levels	2
	IEQ-13	Volatile Organic Compounds	3
	IEQ-14	Formaldehyde Minimisation	1
	IEQ-15	Mould Prevention	1
	IEQ-16	Tenant Exhaust Riser	1
Energy	Ene-1	Greenhouse Gas Emissions	20
	Ene-2	Energy Sub-metering	2
	Ene-3	Lighting Power Density	3
	Ene-4	Lighting Zoning	2
	Ene-5	Peak Energy Demand Reduction	2
Transport	Tra-1	Provision of Car Parking	2
	Tra-2	Fuel-Efficient Transport	1
	Tra-3	Cyclist Facilities	3
	Tra-4	Commuting Mass Transport	5
Water	Wat-1	Occupant Amenity Water	5
	Wat-2	Water Meters	1
	Wat-3	Landscape Irrigation	1
	Wat-4	Heat Rejection Water	4
	Wat-5	Fire System Water Consumption	1
Materials	Mat-1	Recycling Waste Storage	2
	Mat-2	Building Reuse	6
	Mat-3	Reused Materials	1
	Mat-4	Shell and Core or Integrated Fitout	2
	Mat-5	Concrete	3
	Mat-6	Steel	2
	Mat-7	PVC	2
	Mat-8	Timber	1
	Mat-9	Design for Disassembly	1
	Mat-10	Dematerialisation	1
Land Use & Ecology	Eco	Conditional Requirement	-
	Eco-1	Topsoil	1
	Eco-2	Re-use of Land	1
	Eco-3	Reclaimed contaminated Land	2
	Eco-4	Change of Ecological Value	4
Emissions	Emi-1	Refrigerant ODP	1
	Emi-2	Refrigerant GWP	2
	Emi-3	Refrigerant Leaks	2
	Emi-4	Insulant ODP	1
	Emi-5	Stormwater	3
	Emi-6	Discharge to Sewer	5
	Emi-7	Light Pollution	1
	Emi-8	Legionella	1
Innovation	Inn-1	Innovative Strategies & Technologies	10
	Inn-2	Exceeding Green Star Benchmarks	
	Inn-3	Environmental Design Initiatives	

○ Green Star의 주요내용을 정리하면 아래 <표 58>과 같음.

표 58. Green Star 주요 내용

<table>
<tr><th>구분</th><th>내용</th></tr>
<tr><td>목적</td><td>광범위한 문제들을 고려하여 건축물이 환경에 대한 영향을 줄이고 지속가능한 건축의 혁신을 만들기 위함</td></tr>
<tr><td>개발기관</td><td>GBCA(호주그린빌딩위원회)</td></tr>
<tr><td>인증대상</td><td>Design & As Built, 인테리어, 커뮤니티, 성능(Performance)</td></tr>
<tr><td>심사항목</td><td>관리, 실내환경의 질, 에너지, 교통, 수자원, 재료, 토지이용 및 생태환경, 배출</td></tr>
<tr><td>평가시점</td><td>Design / As Built</td></tr>
<tr><td>인증등급</td><td>
<table>
<tr><th>Rating</th><th>Score</th><th>Represent</th></tr>
<tr><td>1 star</td><td>10</td><td>Minimum</td></tr>
<tr><td>2 star</td><td>20</td><td>Average</td></tr>
<tr><td>3 star</td><td>30</td><td>Good</td></tr>
<tr><td>4 star</td><td>45</td><td>Best</td></tr>
<tr><td>5 star</td><td>60</td><td>South African Excellence</td></tr>
<tr><td>6 star</td><td>75</td><td>World Leadership</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

(참고) 점수 및 등급 산출 예시

	획득가능 점수	획득한 점수	항목 점수	가중치	가중치 점수
Management	12	12	100%	10%	10.0
IEQ	27	14	51.9%	20%	10.4
Energy	24	17	70.8%	25%	17.8
Transport	11	6	54.5%	10%	5.34
Water	13	10	76.9%	12%	9.2
Materials	20	8	40.0%	10%	4.0
Land Use & Ecology	8	3	37.5%	8%	3.0
Emissions	14	5	35.7%	5%	1.78
Category Total	129	75			61.63
Innovation Credits					1
Green Star 최종 점수					63.0
Green Star 최종 등급					5 Star

○ 에너지평가방법

Energy Rating Tool은 ABGR 또는 NABERS, ABGT-Program을 사용하며 시뮬레이션 Requires는 4~5 Star를 만족해야 함. 또한 건물 운영 12개월 후 BMS의 1년 간 데이터를 이용하여 사후 평가를 받아야 함.

다. NABERS

1) 개요

○ NABERS(National Australian Built Environment Raging System)는 1998년 ABGR(Australian Building Greenhouse Rating)[23]에서 만들어져 12년 동안 운영해온 Energy & Greenhouse 효율 평가시스템임.

○ GREEN STAR와 달리 NABERS는 호주만의 독특한 제도로서 GREEN STAR를 기반으로 12개월 간 운영 후 실제 소비정도를 측정, 평가하여 초기계획과 비교하여 문제점을 찾아내고 개선해주는 일종의 커미셔닝 제도임.

○ 사무소, 호텔, 주거용 건물, 상업시설을 대상으로 에너지, 물, 폐기물, 실내 환경을 평가하며 건물용도 및 형태에 따라 평가항목을 다르게 적용함.

○ NABERS 등급은 1년 동안 유요하며 건물의 생애주기단계에서 여러 번의 등급 획득이 가능하며 시간이 지남에 따라 등급이 향상되는 경우 높은 평가와 보상을 받게 되는 특징이 있어 건축 관계자의 참여를 유도함.

2) 평가대상 및 항목

표 59. NABERS 평가 항목

	Energy	Water	Waste	IEQ
offices	○	○	○	○
Homes	○	○		
Hotels	○	○		
Retail	○	○		
Data centres	○			

○ 에너지 : 당해 소비한 에너지(전기, 가스, 석탄, 석유 등)의 양을 평가하고 그린파워[24]로부터 제공받은 것이 어느 정도인지 파악함.
○ 물 : 당해 소비된 물의 양과 재활용된 물을 얼마나 사용했는지 평가함.
○ 폐기물 : 평가항목에 새로 추가된 것으로 하루에 한 사람당 얼마만큼 자원을 사용했는지 총합계(종이 사용 등)와 사용된 재료들의 재활용이 얼마나 되었는지에 대하여 평가함.
○ 실내 환경 : 당해 실내 쾌적환경, 공기 질, 실내소음, 조명과 실내 레이아웃 등의 비율을 평가함.

3) 평가내용 및 등급

GREEN STAR와 달리 평가항목을 개별적으로 수행하며 에너지와 물의 평가는 12개월 동안

23) 현재 NABERS ENERGY로 변경됨
24) 재생에너지로서 전기나 가스의 사용을 대체하여 전력회사로부터 구매 가능한 것을 뜻함.

의 작업, 사용 데이터를 참조하여 계산하며 국가로부터 공인된 평가사에 의해 결정됨.(BREEAM과 유사함)

표 60. NABERS의 업무용 건축물 평가 범위

	Energy	Water	Waste	IEQ
offices	tenancy base building whole building	whole building	tenancy base building whole building	tenancy base building whole building
rating type	covers		applicable	
tenancy	tenanted space		tenant occupying a leased or privately owned office space within a commercial office building	
base building	central building services and common areas		building owner or property manager	
whole building	a combination of the above		building owner or property manager	



그림 83. NABERS 평가 등급

다. GREEN STAR와 NABERS 비교

○ GREEN STAR가 "각 건물의 개별 존의 조명 스위치를 분리하였는가?"를 평가한다면 NABERS는 "작년에 얼마나 많은 전기를 사용했는가?"를 평가하는 것임. 이러한 점에서 NABERS는 미국의 Energy Star Portfolio Manager, 영국의 BREEAM IN-USE와 유사함.

○ GREEN STAR와 NABERS는 각각 강점과 약점을 가지고 있음. 건물의 생애주기 단계에서 어떠한 부분에서 강점을 갖는지, 약점을 갖는지에 대하여 잘 판단하여야 함. GREEN STAR는 설계 단계에서 건물의 지속가능한 결정이 가능하도록 도와주지만 건물 운영단계해서 효과적인 관리를 위한 인센티브를 제공하지 않으며, 실제 성능은 관리 및 임차인 활동을 구축하는 중요한 역할을 지속적으로 에너지 사용과 관련하기에는 약점을 보임.

○NABERS는 건물의 유지 및 운영, 커미셔닝에 목적을 두고 있음. 또한 설계 및 시공단계에서의 의사결정에 영향을 미치며 설계 등급을 보완함. NABERS rating은 1년 동안 유효하며 건물은 생애주기단계에서 많은 rating을 얻을 수 있으며 시간이 지남에 따라 등급이 향상되면 높은 평가와 보상을 받게 되는 장점이 있음.

표 61. Green Star와 NABERS 비교

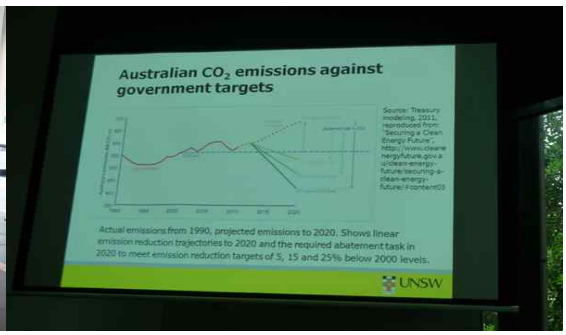
	GREEN STAR	NABERS
환경적 영향	잠재적	현실적
Rates	건축단계	운영단계
시기	초기인증(디자인단계) & 본인증(준공이후)	운영단계*
주관	Green Building Council Australia (GBCA)	NABERS for NSW Dept of Environment, Climate Change & Water
적용범위	호주 전역	호주 전역
평가대상	업무시설, 공동주택, 판매시설, 의료시설, 교육시설, 상업시설, 업무시설 인테리어	업무시설, 공동주택, 호텔 데이터센터
평가범위	건물전체 Office fit-outs Integrated fit-out & base building	Whole buildings^ Tenancies Base building
평가항목	실내 환경, 에너지, 수자원, 폐기물 유지관리, 교통, 재료 및 자원 토지이용 및 생태환경, 오염, 창의성	에너지, 수자원 폐기물, 실내 환경
평가등급	4~6 stars	1, 1½, 2, 2½, 3, 3½, 4, 4½, 5 stars
Best time to engage Phoenix	Concept phase (for Design rating) &/or post Handover (As-built rating)	Any time (Base building or Tenancy) or when 75%+ occupied (Whole building)
Phoenix services to assist gaining ratings	Independent Commissioning Agent Building Users Guide preparation Staff Training Facilitation Document Education, Audit & Mgmt Re-commissioning & Tuning	Remote Energy Monitoring Meters Verification Green Lease Building Management Facilitating Building Management Committee (BMC) meetings

라. 호주 녹색건축 관련 기관 방문 및 전문가 회의

표 62. 호주 녹색건축 관련 기관 방문 및 전문가 회의

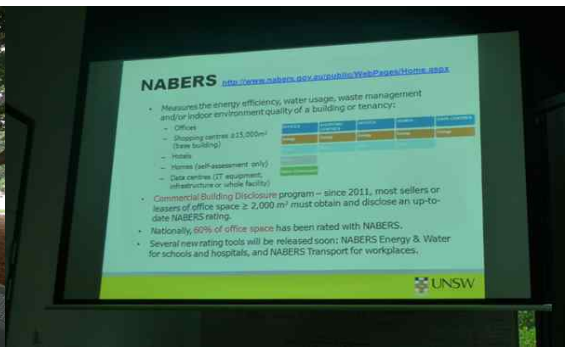
UNSW Tyree Energy Technology Building 워크샵
UNSW Tyree Energy Technology Building 워크샵을 통해 호주의 Green Star 운영 현황 및 국내 녹색건축물 인증제도의 발전방향에 대한 전문가 회의









마. Green Star 사례분석

1) Pixel Building, “Green Star 6 Star, LEED Platinum, BREEAM Outstanding



◦ 위치 : 멜버른, 호주
◦ 용도 : 업무시설
◦ 인증등급 : BREEAM 2008 Outstanding

◦ 특이사항
- LEED, BREEAM, Green Star에서 최고 등급을 획득한 건물

◦ 건축적 특징
- Pixel Building은 건물 내에서 소비되는 탄소의 배출량을 건물에서 생산한 재생에너지를 통해 상쇄시켜 탄소의 배출이 없는 zero energy building임.

가) 인증 내용

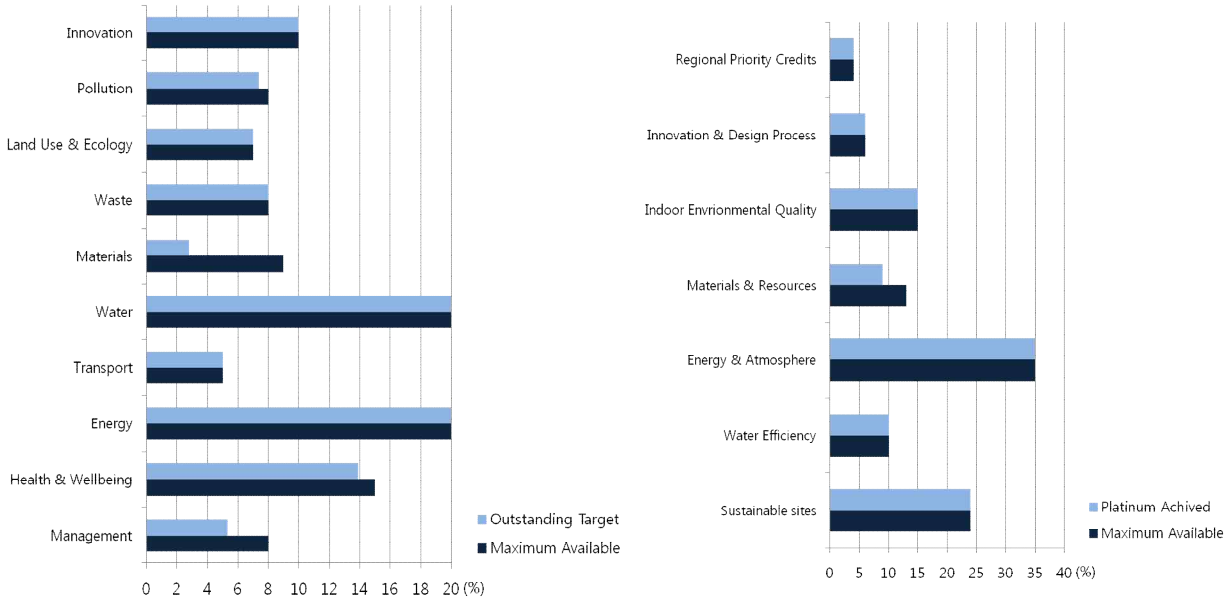
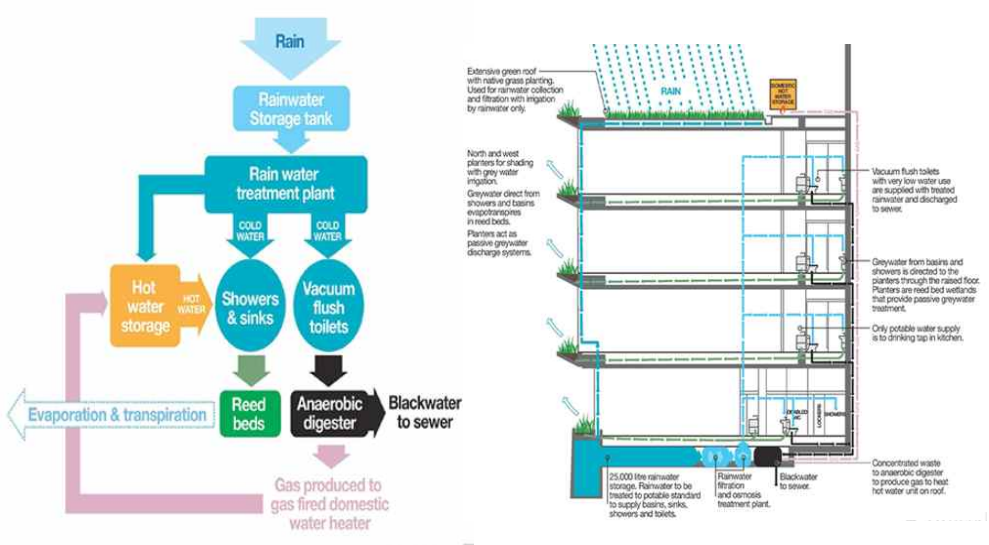


그림 84. Pixel Building BREEAM 인증 점수(좌), LEED 인증 점수(우)

나) 주요 내용

○ Water system

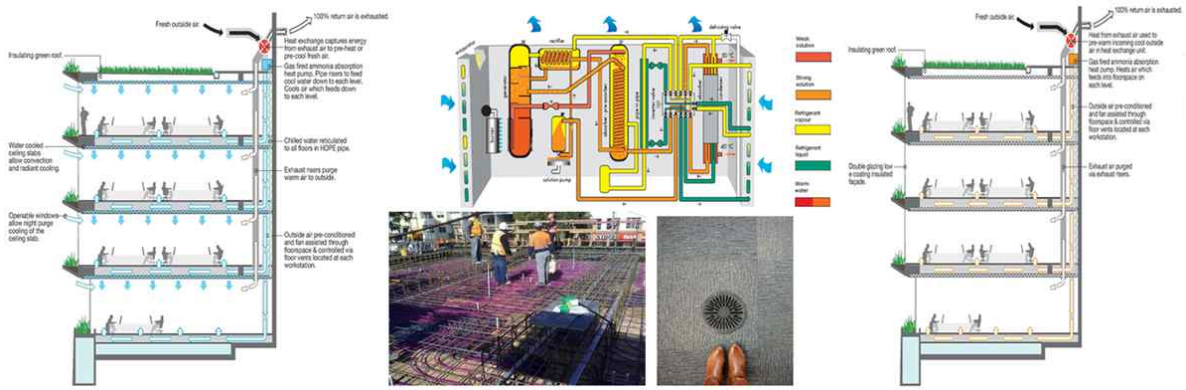
건물의 물 소비량을 멜버른의 평균 강우량으로 자급자족할 수 있도록 계획하고 옥상정원을 통해 우수를 지하의 우수탱크로 보내 저장하고 저장된 우수를 정화시킨 후 펌프를 통하여 각 층의 화장실로 공급함. 또한 각 층에서 사용된 오수는 일반 오수와 grey water로 분류되어 오수는 각 층의 외부 정원을 통해 증발하고, grey water는 지하 오수 탱크에 따로 저장됨.



○ Cooling system & Heating system

- Cooling system : 옥상의 열교환기를 통해 외부의 신선한 공기를 실내로 유입시키고 내부 공기는 배출시킴. 유입된 공기는 열펌프를 통해 실내로 보내지고 각층의 슬래브 안에 설치된 파이프로 냉수를 순환시켜 실내 온도를 낮추고 밤에는 창문이 자동으로 열려 외부 찬바람을 실내로 유입, 온도를 낮춤.

- Heating system : Cooling system과 동일하게 옥상의 열교환기를 통해 외부의 신선한 공기를 실내로 유입시키고 내부 공기는 배출시키며 유입된 공기는 열펌프를 통해 데워진 후 실내로 보내짐.



○ Renewable Energy

옥상에 설치된 태양열 패널과 풍력 발전기를 통해 생산한 에너지는 건물 내 필요한 에너지 소요량을 상쇄시킬 수 있는 수준임.

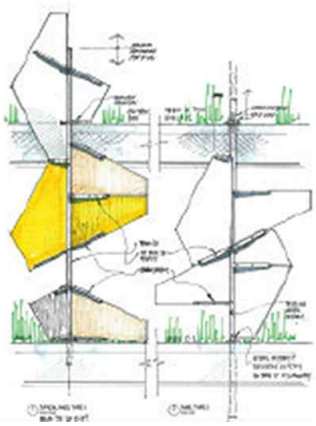


다) Passive Design을 통한 에너지절약

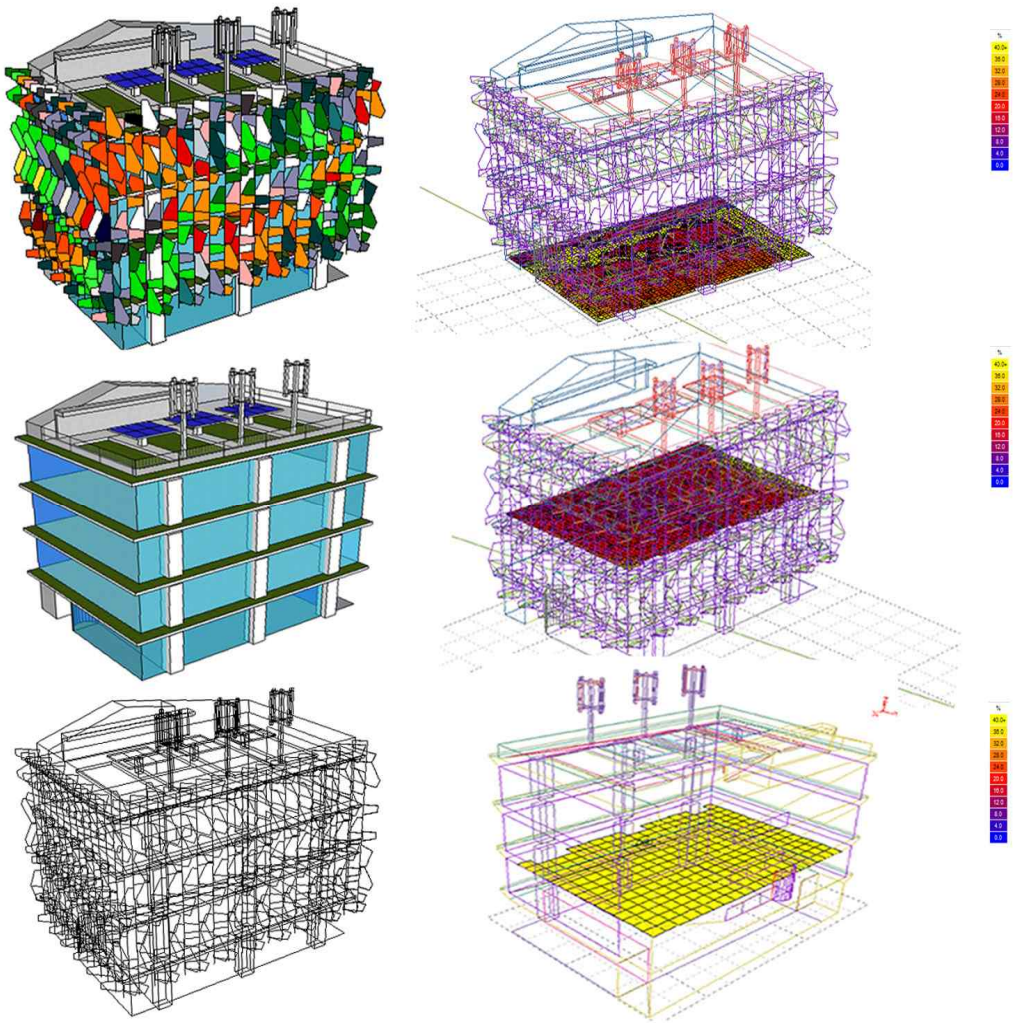
○ Pixel building은 통유리 건물로 에너지 손실이 크지만 다양한 형태의 패널을 설치하여 일사량과 실내 열 부하를 저감시킴.

○ 각 패널은 독립된 형태로 센서가 설치되어 시간에 따라(태양의 위치에 따라) 실내로 유입되는 일사량 조절을 위해 작동함.









○ Pixel building은 친환경 요소를 적용하여 건물 에너지 소비량과 생산량을 상쇄시켜 건물에서 따로 탄소를 소비하지 않는 탄소중립 건물로, 국내에서도 친환경 건축을 발전시키기 위해서는 이처럼 Passive와 Active 디자인을 적절히 이용할 수 있어야 함.

○ 특히, 건물에 유리가 많은 단점을 시간에 따라 실내에 들어오는 빛을 조절하여 실내조도를 일정하게 조절할 수 있는 패널을 설치함으로써 건물의 독특한 입면 디자인 효과와 열 부하를 감소시켜 친환경 건축물의 중요한 요소인 에너지 효율을 높인 것은 눈여겨봐야 할 점이라 판단됨.

2) 1 Bligh St, “Green Star v.2 6 Star”



◦ 위치 : 1 Bligh Street, Sydney NSW 2000
◦ 용도 : 업무시설
◦ 면적 : 42,700㎡
◦ 층수 : 30층
◦ 인증등급 : Green Star v.2 6 Star

◦ 특이사항

- 1 Bligh Street 목적은 6 Star Green Star Office Design Rating, 6 Star Green Star Office As Built Rating, 5 Star ABGR Rating 획득이었으며, Green Star v2 최초로 평가된 건물로서 84.2%(106점)으로 6 Star 등급 획득함.

가) Green Star 인증 내용

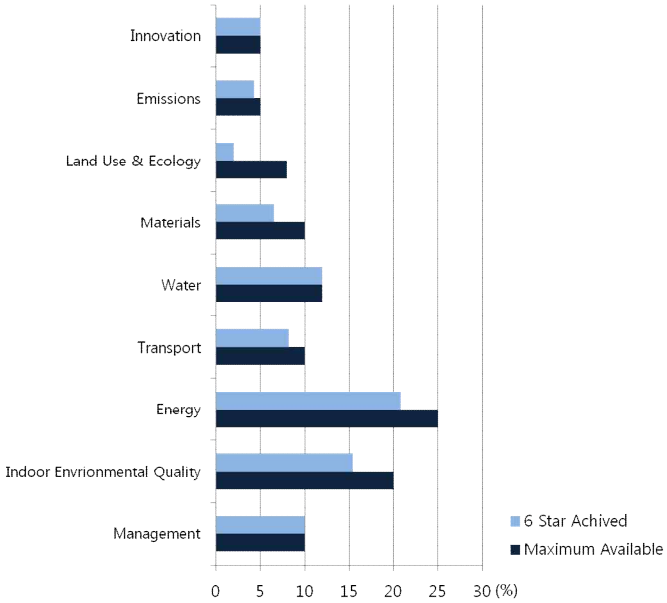
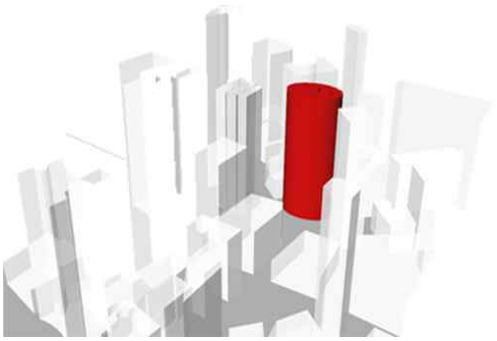
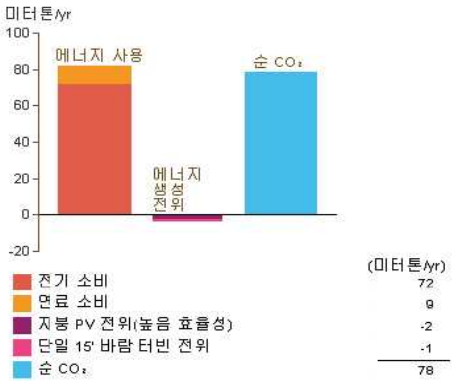
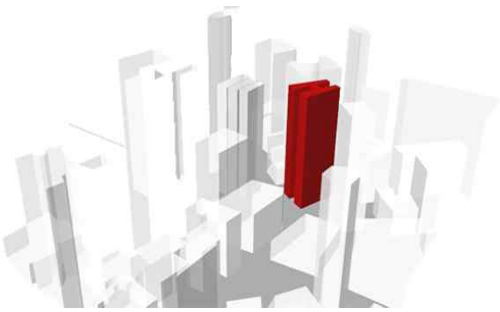
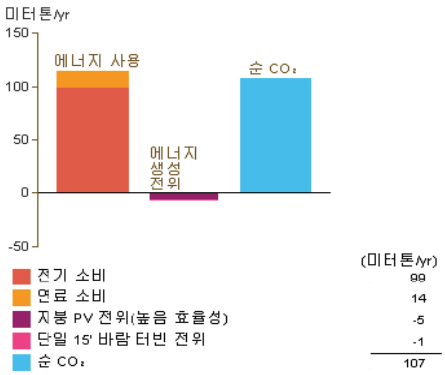
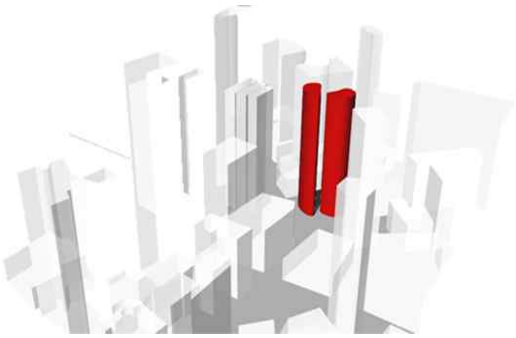
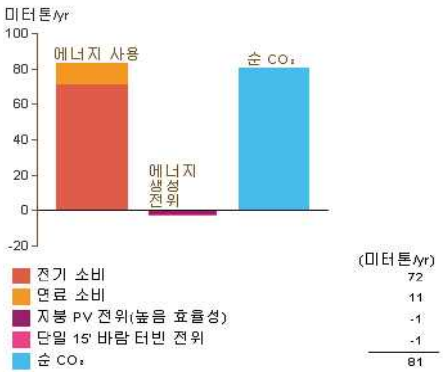
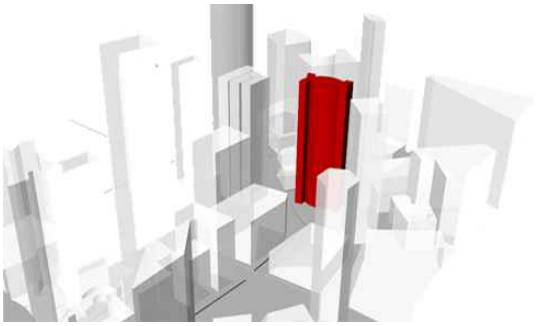
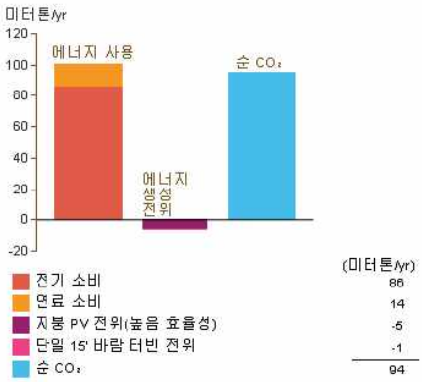


그림 85. 1 Bligh ST Green Star 인증 점수

나) Passive Design

○ Mass Study

Mass 1		
Mass 2		
Mass 3		
Mass 4		

○ Daylight

- Solar Radiation

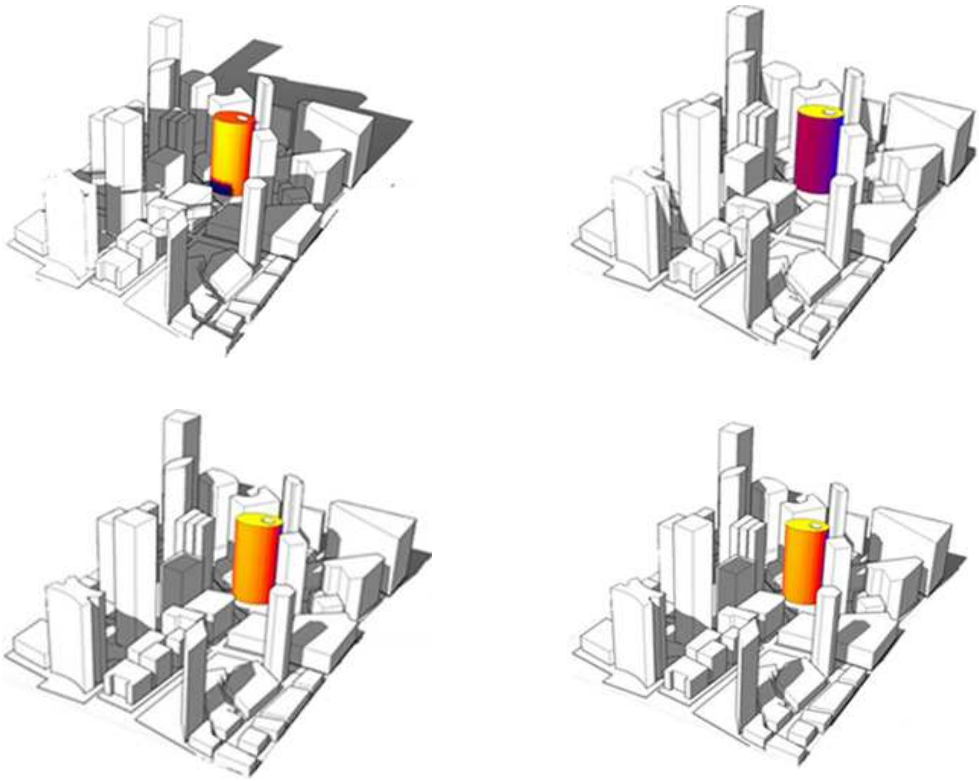


그림 86. 1 Bligh ST 사계절 일조분석(왼쪽 첫 번째 그림부터 시계방향으로)

- Shadow Analysis

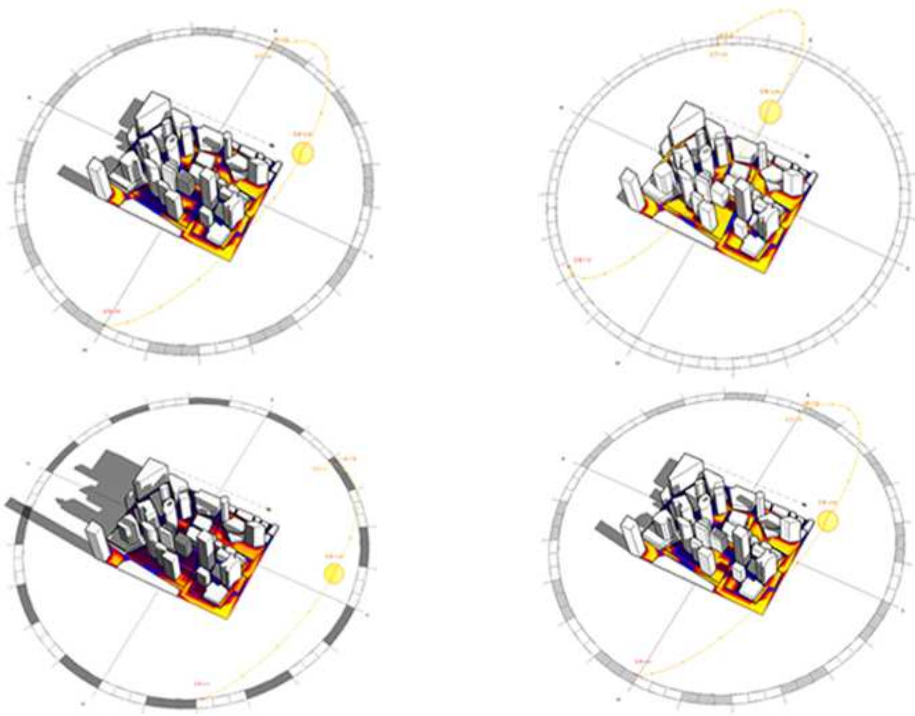
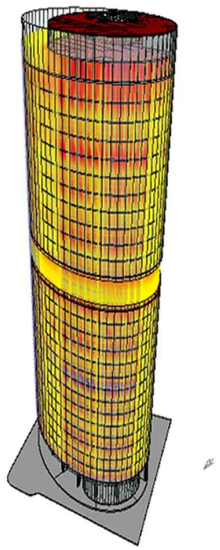


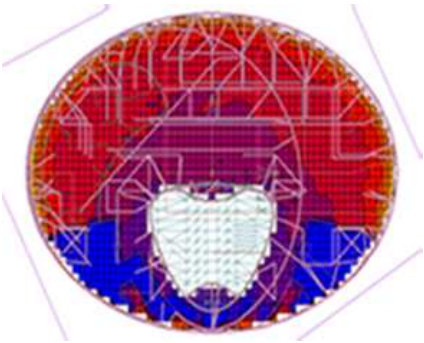
그림 87. 1 Bligh ST 사계절 일영분석(왼쪽 첫 번째 그림부터 시계방향)

○ 실내 자연채광

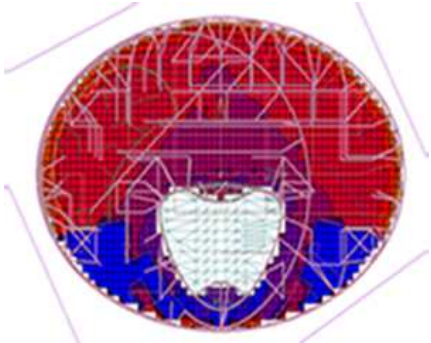
호주는 비교적 따뜻한 나라로 난방부하보다 냉방부하가 더 크기 때문에 직사광선을 가급적이면 피하도록 계획해야 함. 아래 그림의 평면처럼 실내로 들어오는 빛은 대부분 아트리움을 통해 들어오고 상대적으로 안정된 채광을 얻는 것을 볼 수 있음. 하지만 이러한 기술은 호주의 높은 일사고도이기에 가능하며 효과적인 도입을 위해서는 각 건물의 기후 환경 및 그 나라의 환경을 고려해야 함.



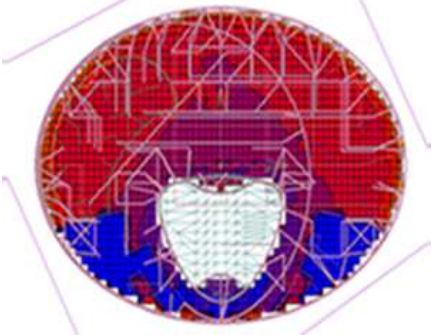
저층



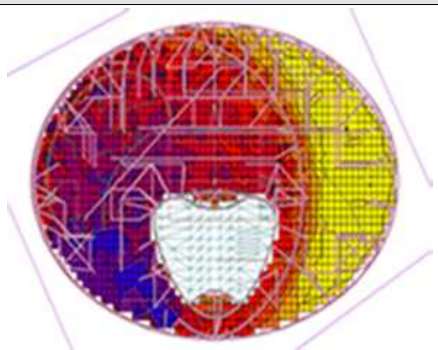
중간층



고층

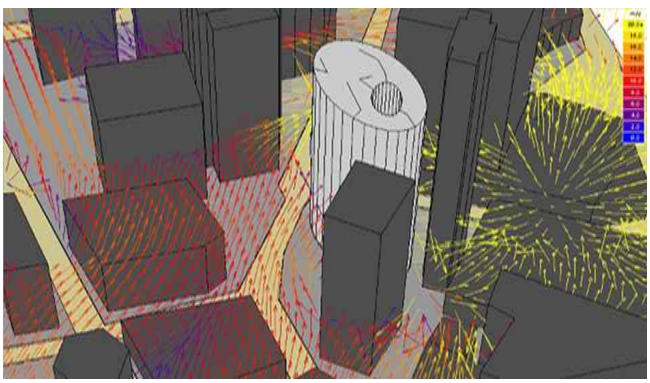


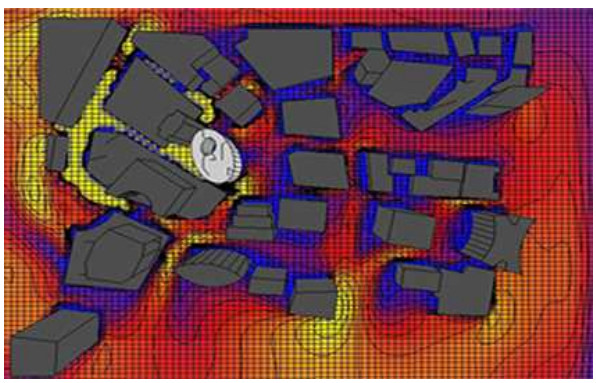
지붕층



○ 외부 기류

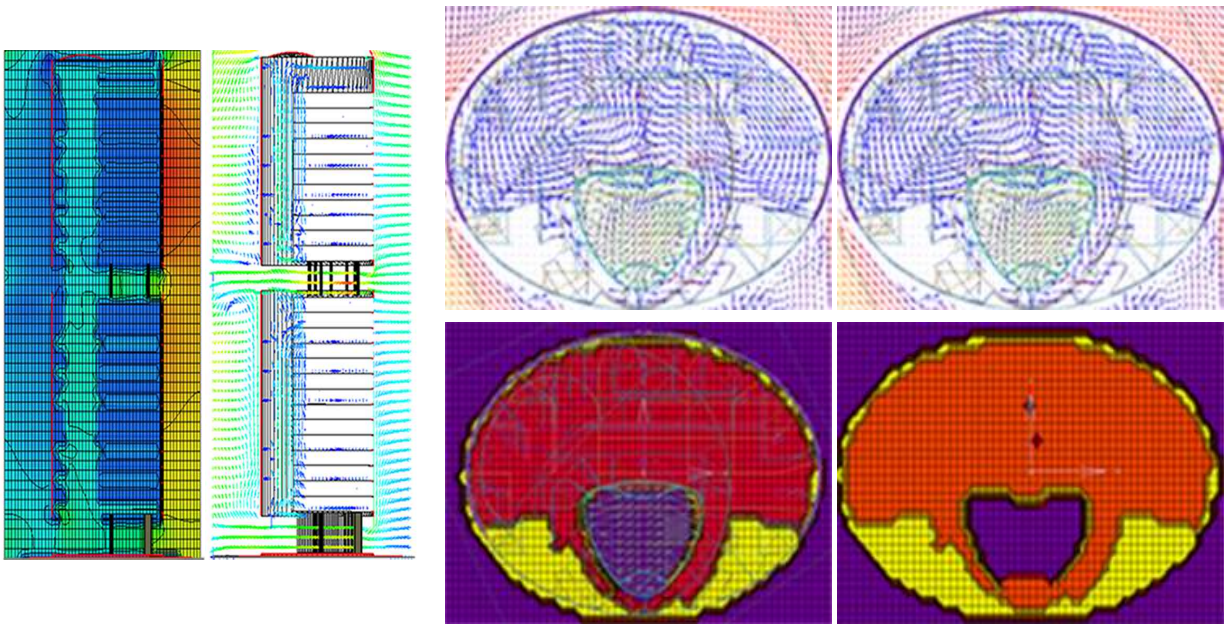
주변 고층 건물로 인해 외부에서 유입된 바람이 방해받게 되며 실내 자연환기를 계획하기 위해서는 건물 외부기류 시뮬레이션을 통해 건물에 얼마나 큰 풍량·풍속이 들어오는가를 알지 않고서는 건물 내의 원활한 자연환기효과를 기대할 수 없음. 이렇듯 시뮬레이션 결과를 통해 이 건물의 친환경디자인 요소인 Double skin의 폭을 얼마나 할 것인지, 또는 아트리움의 고도를 얼마나 할 것인지 결정해야 함.





○ 내부 기류

본 건물의 자연환기 원리는 주로 이중외피와 아트리움을 통해 이루어짐. 이중외피는 상대적으로 느린 기류를 일정하게 도입하고 아트리움은 빠른 기류로 실내 전체 환기를 담당함.



○ 이중외피

위의 설명과 같이 1 Bligh ST의 실내 자연환기에 이중외피는 매우 중요한 역할을 하고 있으며 아래의 그림과 같이 일반적인 계획과는 다르게 계획됨. 각 층마다 유리의 위·아래 부분이 뚫려있어 이 부분을 통해 바람을 실내로 유입하도록 되어 있음.





그림 88. 1 Bligh ST의 이중외피

다) 요약

○ 본 건물의 분석 결과, Green Star 제도의 평가 내용은 전부 Passive Design 요소를 평가 대상으로 하고 있음.

○ 1 Bligh ST는 Green Star V2 최신버전의 건물임에도 불구하고 NABERS 에너지 평가에서 실제 에너지 소비량이 설계 당시 의도된 소비량과 어느 정도 차이가 있음.

○ NABERS 평가에서 외부환경은 수시로 변화하기에 설비적인 요소로 이러한 것들을 예측하고 제어하기는 어려움. 이에 녹색건물이란 외부환경 변화에 따라 대응하고 제어할 수 있어야 하는 것이라 판단됨.

3) The Swanston Academic Building(RMIT), “Green Star v.1 5 Star”



◦ 위치 : Corner of Swanston and ABeckett Streets, Melbourne, VIC 3000
◦ 용도 : 교육시설
◦ 면적 : 34,350㎡
◦ 층수 :
◦ 인증등급 : Green Star v.1 5 Star

◦ 특이사항
2012년 2월 1일 Green Star Education Design V1 Rating에서 5 Star(65점)인증을 획득함.

◦ 건축적 특징
The Swanston Academic Building의 외관은 독특한 삼각형의 패널로 되어 있어 차양효과를 얻을 수 있으며 패널의 유리는 음영 요소와 특수 코팅으로 눈부심을 줄였고 건물 내부에 일사를 전달해주는 역할을 함.

가) Green Star 인증 내용

Building Management : Metering	건물관리시스템(BMS)를 통해 물, 전기, 가스 사용량을 에너지 및 물 소비와 연결시켜 실시간 모니터링이 가능하며 조명, 온수 사용, 빗물 수집 등을 포함한 건축 요소 및 별도의 기능에 대하여 모니터링이 가능함. BMS를 통해 건물의 효율적인 운영과 거주자의 쾌적조건을 만족시킴.
수요 기반의 환기 제어(DCV)	DCV기술을 도입하여 적절한 환기를 유지하고 에너지를 절약하면서 공기질을 개선시킴. 이산화탄소 센서는 실제 거주자가 필요로 하는 환기의 양을 제어하며, DCV는 적인 인원이 상주하는 동안 실내에 전체 외기 도입량을 감소시켜 에너지를 절약함.
에너지효율(1) : 바닥공기분배시스템	바닥공기분배시스템(Under Floor Air Distribution System)을 통해 강의실과 같은 대공간 전체의 상태를 조절하기보다는 점유 공간을 대상으로 하여 냉방 및 환기 에너지를 줄이는데 사용함. 신선한 공기는 적은 에너지소비로 좋은 실내 환경을 제공하기 위하여 좌석 아랫부분의 바닥 디퓨저를 통해 낮은 레벨에서 공급되며 높은 레벨에서 추출됨.
에너지효율(2) : Central Plant	SAB의 냉각수는 Swanston Street에 걸쳐 12개의 건물 지붕에 있는 냉각수 Plant에서 공급되며 이는 좀 더 나은 에너지효율을 보임.
에너지효율(3) : Chilled Beams	건물 내부 open plan 사무소 공간에 Active Chilled Beam을 설치함. 효율적인 에너지 이동을 위 hydronic water loop를 통해 물의 순환과 대류를 이용하는 방법으로 에너지 효율적이고 안정적, 소음이 적으며 유지보수 사항이 낮음,

지속가능한 자원 : 지속가능한 재료	콘크리트, 목재 등 지속가능한 재료가 사용됨. 시멘트 일부는 산업폐기물로 대체, 재사용된 목재는 FSC(Forest Stewardship Council) 인증을 받은 목재, 사용 후 재활용된 목재 등을 사용함. 대다수의 fit out 제품들은 GECA(Good Environmental Choice Australia) 라벨 인증을 받은 제품을 사용함.

나) Passive Design

○ 외피와 차양

이 건물의 가장 큰 특징인 외피는 건물의 방향에 따라 서로 다른 음영의 각도를 나타내는 삼각형 요소와 패널로 구성됨. 유리와 불투명한 패널로 되어있으며 50/50 패널은 다양한 깊이의 대각선 차양으로 이루어짐. Shading elements와 Glazing performance의 결합은 눈부심은 감소시키고 내부공간으로 유입되는 자연채광의 질을 향상시킴.

또한, 자연적인 빛에 근접함으로써 거주자에게 건강과 웰빙, 일의 능률을 높이고 복층유리를 사용하여 겨울철 불필요한 열 손실을 줄이고자 함.



그림 89. RMIT 입면계획 및 내부에서의 모습

○ 패널 적용 유무에 따른 일사의 변화 분석

ECOTECT로 건물 내외부의 조도를 분석한 결과, 차양패널이 있을 때 겨울과 여름의 실내 조도 차이는 3%로 큰 차이가 없었으나 차양패널을 제거한 경우 여름과 겨울의 실내 조도 차이가 10%로 확연히 나타남. 이는 여름철 실내 온도의 상승과 냉방부하 증가로 인해 에너지 사용이 증가할 것이라 추측 가능함.

- 일사에 의한 건물 내부 음영

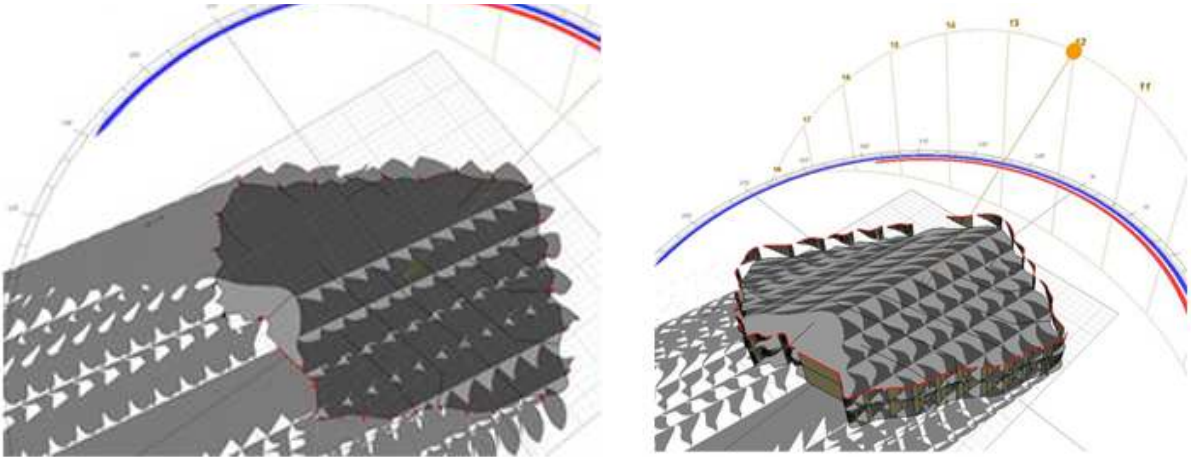
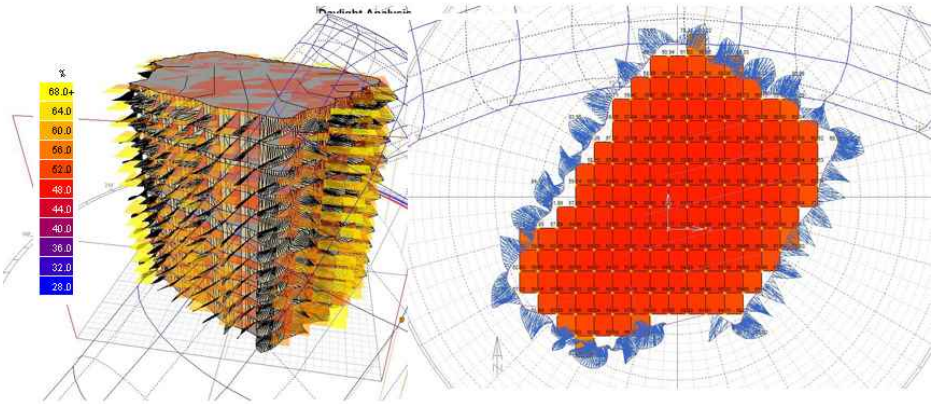


그림 90. 외부패널이 있는 경우(좌), 없는 경우(우)



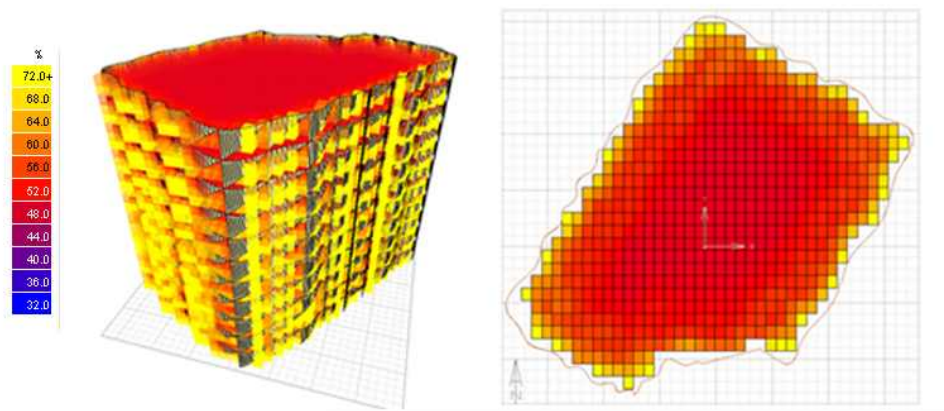


그림 91. 여름철 외부패널이 있는 경우(위), 없는 경우(아래)

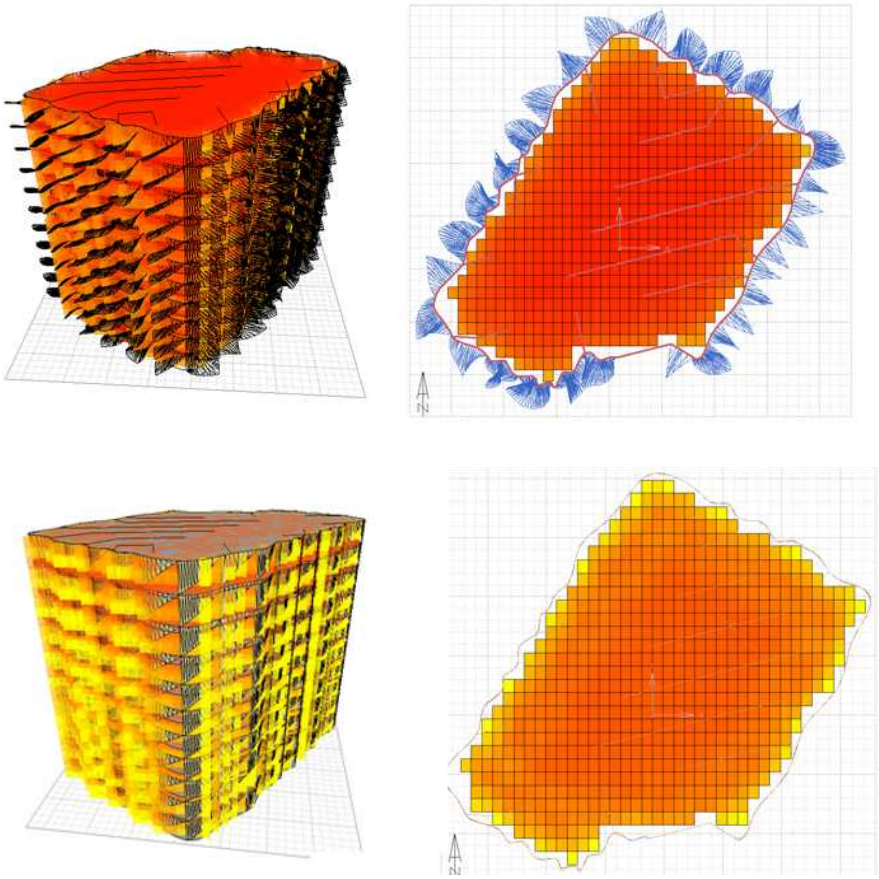


그림 92. 겨울철 외부 패널이 있는 경우(위), 없는 경우(아래)

○ 최근 신축되는 업무용 건물에서 유리 사용 비율이 증가하고 있음. 유리 사용은 자연채광이 향상되는데 반해 냉방 및 난방 에너지가 증가할 수 있음. 유리를 통하여 유입되는 일사를 효과적으로 이용하기 위하여 적절한 차양의 사용은 이러한 문제를 보완하고 단순한 차양이 아닌 건물 디자인과 접목시켜 가치를 상승시킬 수 있어야 할 것이라 판단됨.

4) SA Water HQ Tenancy, “Green Star v.1.1 6 Star”



◦ 위치 : 2 Angas Street 1 Victoria, Adelaide, Australia
◦ 용도 : 업무시설
◦ 면적 : 35,350㎡
◦ 층수 :
◦ 인증등급 : Green Star v.1.1 6 Star

◦ 특이사항
2012년 6월 27일, Green Star Office Interiors V1.1에서 77점으로 6 Star를 획득함.

◦ 건축적 특징
건물의 컨셉은 중앙 아트리움과 계단을 통해 개방된 공간에서 모든 층을 시각적, 물리적으로 연결하여 사회 환경과 상호작용을 촉진시키고자 함.

가) Green Star 인증 내용

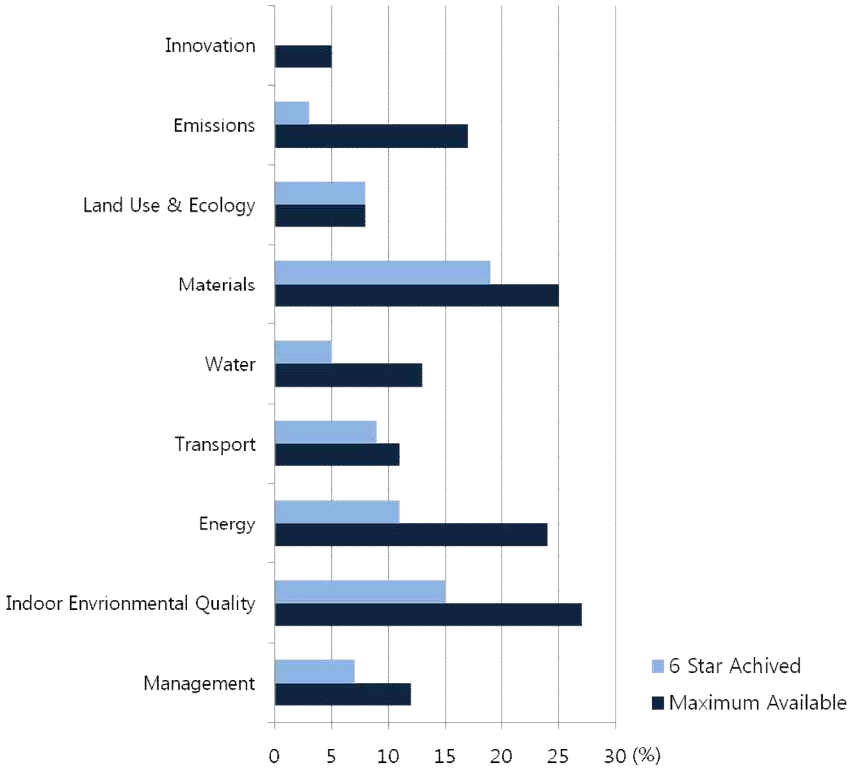
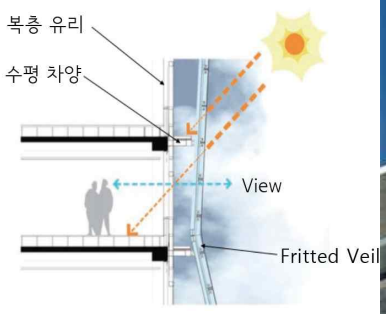


그림 93. SA Water HQ Tenancy Green Star 인증 점수

나) 주요 친환경 요소

○ Vertical Glass Veil

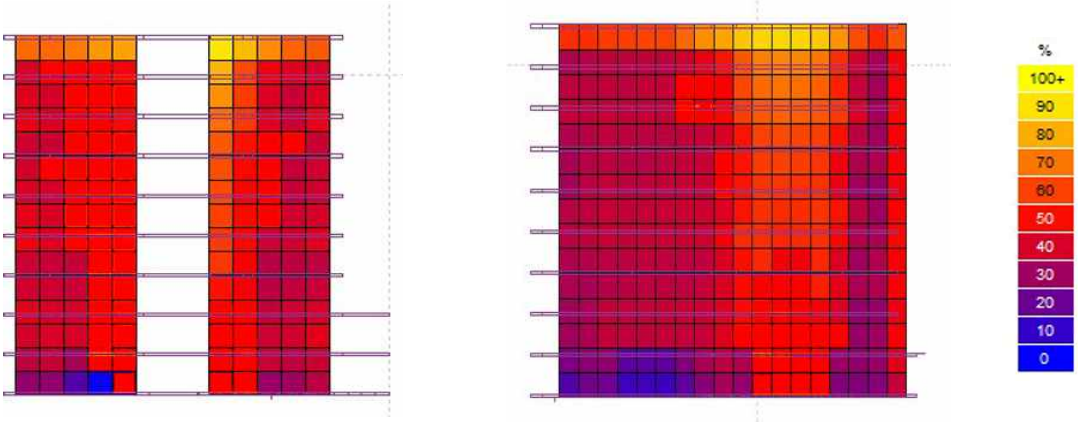




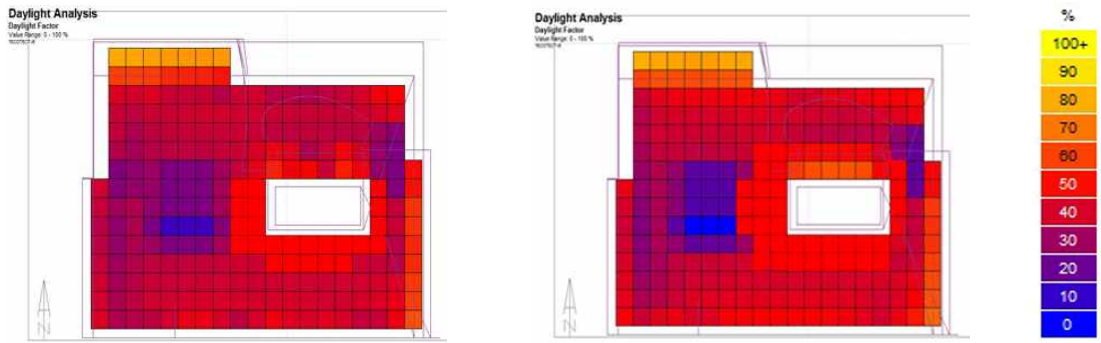


○ 아트리움을 통한 자연채광

남북 단면	동서 단면



3층 자연채광	7층 자연채광



4절. 국내 녹색건축인증제도 및 설계심의제도 개선안

표 63. 3차년도 연구 목표 및 내용

	연구세부목표	주요연구내용	관련 연구 결과물
3차년도	세종시정부종합청사 분석	• 녹색건축물조성지원법, 녹색건축인증제가 적용된 세종시정부종합청사의 기본계획, 마스터플랜 분석, 현장답사 및 시뮬레이션을 통한 친환경 건축계획 분석 • 세종시정부종합청사의 친환경계획 문제점 도출 • 베를린 북유럽 대사관의 건축적 접근방법의 필요성을 제시	
	녹색건축인증제도 개정 보완에 대한 제시	국내외 녹색건축인증제도 비교분석을 통해 국내 인증제도의 평가항목별 개선 사항을 제시함	보고서 정책제안 학술발표대회 1건
	국내 녹색화를 위한 설계지침 및 디자인 가이드작성	국내 녹색건축화를 위하여 녹색건축의 재정립, 건축법규 개정, 녹색건축인증제도 개정을 고려한 설계프로세스를 제시함	보고서 정책제안 논문 1건
	기존 공공건물의 디자인 리모델링 제시	작성된 설계지침 및 디자인 가이드를 활용하여 기존 공공건물(세종시 청사)의 외관 및 설비시스템(조명 등)을 보완·수정하는 리모델링 계획을 수행하고 시뮬레이션을 통한 검증과정을 거치도록 하였으나 세종시정부종합청사 분석 결과를 토대로 인증제도 및 법규의 프로세스의 근본적인 변화요구가 선행되어야 함.	

○ 세종시정부종합청사 분석 결과, 1차년도에 분석했던 공공청사들과 유사한 문제점이 나타남.
○ 이는 패시브디자인 설계지침의 단편적 열거로는 기존과 차별성을 줄 수 없으며 인증제도 및 법규의 프로세스에 문제가 있다고 판단하여 이에 대한 근본적인 변화가 있어야 설계지침이 제대로 작용될 수 있음.
○ 연구의 종합적인 결론을 건축법규 개정, 인증프로세스 개정, 녹색건축인증제의 개선으로 정리함.

1. 국내외 인증제도 분석 결과

○ 녹색건축인증제의 평가 내용이 에너지와 직접적인 관련이 없는 것으로 구성되어 있음. 신재생에너지, 고효율설비기기 등에 의존하여 녹색건축물을 계획하고 있으며 본질적인 건축디자인을 통한 에너지절약은 고려되지 않음.

○ 녹색건축물은 기본적으로 에너지를 기반으로 하여 지속가능성(Sustainability)이 이루어져야 하는바, 녹색건축인증의 기준 및 평가는 이를 위한 시스템으로 구축되어야 함.

○ 위의 각 국가의 녹색건축인증제도의 특성 및 평가항목을 요약·정리하면 다음과 같음.

표 64. 국내외 인증제도 일반사항 비교

	G-SEED	LEED	BREEAM	GREEN STAR
운영주관	국토교통부,환경부	USGBC	BRE TRUST	GBCA
운영심사	4대 인증기관	GBCI		
운영개선	별도 선정	USGBC		
운영구조	다원화	일원화	일원화	일원화
운영주도	정부	민간	민간	민간
심사조직	한국에너지기술연구원 LH 주택공사연구원 크레비즈인증원 한국교육환경연구원	USGBC	BRE TRUST	GBCA
심사진행	분리심사	결함 또는 분리	결합심사	결합심사
심사준비	설계사/건설사/컨설턴트(비자격)	설계사, 건설사 + LEED AP	설계사, 건설사 + BREEAM AP	설계사, 건설사 + GREEN STAR AP
교육주관	-	USGBC	BRE TRUST	GBCA
교육구성	-	단계별 수준교육	자격종류별 교육시행	기초과정 전문과정
유지교육	-	-	자격유지교육	-
기타교육	-	세미나, 워크숍 등	온라인세미나	온라인
교육방법	-	웹/현장교육	웹/현장교육	웹/현장교육
연구주관	국토교통부, 환경부	USGBC	BRE TRUST	GBCA
연구시행	별도의 선정기관	-	-	-
연구 분야	개선연구, 개발연구	개선연구, 개발연구, 거주 후 평가연구		
주요연구	제도개선, 평가확대	제도개선, 평가확대, 에너지효과, 실내쾌적성, 부동산가치		
특이사항	거주 후 검증 연구 미비	거주 후 검증연구		
연구 성격	수동적	능동적		

표 65. 국내외 인증제도 평가항목 비교

	G-SEED	LEED	BREEAM	GREEN STAR
제정 시기	2003.1 통합	1998	1990	2008
국가	대한민국	미국	영국	호주
평가대상	공동주택(기존), 복합건축물(주거), 업무용건축물(기존)학교시설,숙박시설, 판매시설, 소형주택 그 밖의 건축물	신축건축물, 기존건물, 상업건물내부, 골조와 외부, 주택, 단지개발,학교시설, 의료시설, 유통매장	상업시설, 공공건축물, 주거복합시설, 그 밖의 건축물	Design & As Built, 인테리어, 커뮤니티, 성능
평가구성	7개 분야, 35개 항목	6개 분야, 56개 항목	9개 분야, 50개 항목	9개 분야, 63개 항목
Site Selection /Ecology	20.0%	24%	18.0%	14.0%
Water	10.0%	9.0%	6.0%	14.0%
Energy	30.0%	31.5%	19.0%	20.0%
Materials	15.0%	12.5%	20.0%	20.0%
IEQ	18.0%	13.5%	25.5%	20.0%
Innovation	-	5.5%	10%	3.5%
Mis.c	유지관리 : 7.0%	Regional Priority :4%	Management : 12%	Management : 8.5%
인증등급	≥ 80점 : 최우수 ≥ 70점 : 우수 ≥ 60점 : 우량 ≥ 50점 : 일반	80점 이상: Platinum 60~79점 : Gold 50~59점 : Silver 40~49점 : Certified	≥ 85 : Outstanding ≥ 70 : Excellent ≥ 55 : Very Good ≥ 45 : Good ≥ 30 : Pass < 30 : Unclassified	75점 이상 :Six Star 60~74점: Five Star 45~59 : Four Star

표 66. 국내외 인증제도 평가항목 비교(국가 추가)

		G-SEED	LEED	BREEAM	GREEN STAR	Green Mark	HK-BEAM	QSAS	Peal Rating System (Estidama)
제정 시기		2003.1 통합	1998	1990	2008	2005	2004	2009	2009
국가		대한민국	미국	영국	호주	싱가포르	홍콩	카타르	UAE
평가대상		공동주택(기존), 복합건축물(주거), 업무용건축물(기존) 학교시설,숙박시설, 판매시설, 소형주택 그 밖의 건축물	신축건축물, 기존건축물, 상업건물내부, 골조와 외부, 주택, 단지개발, 학교시설, 의료시설, 유통매장	상업시설, 공공건축물, 주거복합시설, 그 밖의 건축물	Design & As Built, 인테리어, 커뮤니티, 성능	주거건축물 비주거건축물 기존건축물 업무용건물 인테리어 인프라 지구단위 Overseas Projects Landed Houses New & Existing Parks	신축건축물 기존건축물	상업시설, 골조와 외부, 학교, 단독주택, 공동주택, 사원, 호텔, 시공, 운영, Light Industry, Neighborhoods,	건축물 커뮤니티시설 빌라
Categories	Site Selection /Ecology	20.0%	24%	18.0%	14.0%	10.0%	9.0%	17.0%	16.0%
	Water	10.0%	9.0%	6.0%	14.0%	8.5%	7.0%	16.0%	25.0%
	Energy	30.0%	31.5%	19.0%	20.0%	**62.0%**	**40.0%**	24.0%	25.0%
	Materials	15.0%	12.5%	20.0%	20.0%	10.0%	12.0%	8,0%	16.0%
	IEQ	18.0%	13.5%	25.5%	20.0%	5.0%	28.0%	14.0%	20.0%
	Innovation	-	5.5%	10%	3.5%	4.5%	3.0%	-	2.0%
	Mis.c	유지관리 : 7.0%	Regional Priority :4%	Management : 12%	Management : 8.5%	-	Cultural Heritage : 0.5% Safety : 0.5%	Cultural & Economic Value : 13% Management & Operations : 8%	Integrated Design Process : 7%
인증등급		≥ 80점 : 최우수 ≥ 70점 : 우수 ≥ 60점 : 우량 ≥ 50점 : 일반	80점 이상: Platinum 60~79점 : Gold 50~59점 : Silver 40~49점 : Certified	≥ 85 : Outstanding ≥ 70 : Excellent ≥ 55 : Very Good ≥ 45 : Good ≥ 30 : Pass < 30 : Unclassified	75점 이상 :Six Star 60~74점: Five Star 45~59 : Four Star	90점 이상: Platinum 85~90점 : Gold Plus 75~85점 : Gold 50~75점 : Certified	≥ 75 : Outstanding ≥ 65 : Gold ≥ 55 : Silver ≥ 40 : Bronze	6 Star로 구분 (누적점수로 계산)	≥ 140점 : 5 Pearl ≥ 115점 : 4 Pearl ≥ 85점 : 3 Pearl ≥ 60점 : 2 Pearl < 60 : 1 Pearl
인증획득난이도		중간	어려움	어려움	중간	중간	중간	알려지지 않음	매우 어려움
시장성		★	★★★	★★	★	★★	★	★	★

○ 에너지절약을 위한 혁신적인 디자인(Innovation)을 평가하지 않는 인증제도는 G-SEED와 QSAS로 국내 인증제도 패시브디자인을 통한 건축물의 설계에 대하여 다른 나라들에 비해 부각되지 않고 있음을 알 수 있으며 건물 에너지평가에 대한 비율이 가장 높은 나라는 싱가포르가 62%, 홍콩이 40%로 미국이나 영국에 비해 월등히 높은 비율을 가짐.

○ G-SEED, LEED, BREEAM, Green Star의 유사항목을 비교하면 다음과 같음.

표 67. 국내외 인증제도의 유사항목 요약

LEED 2009(NC)		BREEAM		GREEN STAR		G-SEED	
평가항목	총점	평가항목	총점	평가항목	총점	평가항목	총점
Sustainable Sites	26 (24%)	Transport	9(8%)	Transport	11(8%)	토지이용 및 교통 : 8(10%)	20 (20%)
		Land Use and Ecology	10 (10%)	Land Use and Ecology	8(6%)	생태환경 : 12(10%)	
Water Efficiency	10 (9%)	Water	9(6%)	Water	12 (12%)	물순환 관리	13 (10%)
Energy & Atmosphere	35 (32%)	Energy : 30(19%)	43 (29%)	Energy : 29(25%)	48 (31%)	에너지 및 환경오염	27 (30%)
		Pollution :13(10%)		Emission : 19(6%)			
Materials & Resources	14 (13%)	Materials	12 (12.5%)	Materials	25 (14%)	재료 및 자원	8 (15%)
		Waste	7 (7.5%)				
Indoor Environmental Quality	15 (14%)	Health and Wellbeing	10 (15%)	Indoor Air Quality	27 (20%)	실내환경	21 (18%)
-		Management	22 (12%)	Management	12 (9%)	유지관리	9 (7%)

가. 교통이용

G-SEED	LEED	BREEAM	GREEN STAR
대중교통에의 근접성	Credit 4.1 Public transportation access	Tra 01. Public transport accessibility	Tra 04. Commuting mass transport
자전거 보관소 설치 여부	Credit 4.2 Bicycle Storage & changing rooms	Tra 03. Cyclist facilities	Tra 03. Cyclist facilities
-	Credit 4.3 Low-Emitting and fuel-efficient vehicle	-	Tra 02. Fuel-efficient transport
-	Credit 4.4 Parking Capacity	Tra 04. Maximum car parking capacity	Tra 01. Provision of car parking
-	-	Tra 05. Travel plan	-
-	-	Tra 02. Proximity to amenities	

○ G-SEED의 「1. 토지이용 및 교통」중 “교통” 부문에 대하여 LEED, BREEAM, GREEN STAR와 비교한 결과 BREEAM과 GREEN STAR에서는 평가항목에 교통(Transport)부문이 별도로 존재하나, LEED에서는 「Site Selection」Credit 4.1~4.4의 Alternative Transportation에서 평가하고 있음. 4개 제도의 표면적인 평가항목의 유사점은 다음과 같음.

- 첫째, 해당 대지 또는 건축물로부터 이용 가능한 대중교통과의 접근가능성 평가
- 둘째, 자전거 보관소 및 이용자들을 위한 샤워시설의 설치

○ 하지만, 유사한 항목이어도 평가방법이 국내 제도보다는 LEED, BREEAN, GREEN STAR의 기준이 명확함. G-SEED는 대중교통과 자전거 보관소 설치 여부 2가지 항목을 평가하는 반면, LEED, BREEAM, GREEN STAR에서는 친환경 자동차를 위한 주차공간을 별도로 제공하는지를 평가하며 BREEAM은 평가항목이 5개로 세부적인 관련 사항을 면밀히 평가하고 있어 건축기획, 계획 시 교통계획을 함께 실시해야 함.

나. 토지이용 및 생태환경

G-SEED	LEED	BREEAM	GREEN STAR
기존 대지의 생태학적 가치	Credit 3. Brownfield redevelopment	LE 01. Site selection	Eco-2. Reuse of land
			Eco-3. Reclaimed Contaminated land
일조권 간섭방지 대책의 타당성	-	-	-
자연지반 녹지율	-	-	-
생태면적율	-	-	-
비오톱 조성	-	-	-
-	Credit 1. Site selection	-	conditional requirement
-	-	LE 03. Mitigating ecological impact	Eco-4. Changed of ecological value
-	Credit 8. Light pollution reduction	Pollution-04와 유사	Emission-7과 유사
	Credit 2. Development density & Community connection	-	-
	Credit 5.1 Protect or restore habitat		
	Credit 5.2 Maximize open space		
	Credit 6.1 Stormwater Design : Quantity control		
	Credit 6.2 Stormwater Design : Quality control		
	Credit 7.1 Heat island effect : non-roof		
	Credit 7.2 Heat island effect : roof		
	-	LE 02. Ecological value of site and protection of ecological features	-
		LE 04. Enhancing site ecology	
		LE 05. Long term impact on biodiversity	
		-	Eco-1. Topsoil

○ G-SEED 「토지이용 및 교통」의 “토지이용”, “생태환경”과 대응하는 항목으로써 LEED의「Sustainable Site」, BREEAM의 「Land Use of Ecology」, GREEN STAR의 「Ecology」가 있음.

○ 기존 대지의 생태학적 가치에 대하여 4개 제도에서 동일하게 평가하고 있으며 G-SEED에서는 일조권에 대한 사항도 평가함. 이 외에 LEED, BREEAM, GREEN STAR의 Ecology에 해당하는 부분이 G-SEED의 「생태환경」에 대응하기에 이 부분을 함께 비교·분석함.

○ 모든 제도에서 공통적으로 오염된 부지나 생태학적 가치가 낮은 대지의 사용을 권장하고 있음. 그러나 BREEAM은 대지의 생태학적 가치에 대하여 여러 평가항목을 통해 긴 시간 동안 생태환경에 미치는 영향을 평가하며, GREEN STAR와 함께 건설 활동 후 건축이 생태계에 미치는 영향의 정도를 평가하여 사후관리가 확실함. 또한 모든 국외 제도가 오염된 부지의 사용에 대하여 전문가의 견해 및 공신력 있는 보고서를 뒷받침으로 하는 반면, 국내 제도에서는 도시계획 확인원 등의 서류를 근거로 하고 있어 대지의 정확한 가치 평가가 이루어지지 않고 있음.

○ 전반적으로 위 항목에서의 국내 친환경 인증제도와 BREEAM의 차이점은 생태적 기능 확보를 하느냐(국내), 생태적 영향을 최소화 하느냐(국외)에 달려있음. 즉 국내의 경우, 생태적 기능을 지닌 공간을 조성하는 것에 Focus 되어 있다면, BREEAM의 경우 기존 생태계 기능에 영향을 최소화하려는 것에 집중되어 있다고 볼 수 있음.

다. 환경오염

<table>
<tr><th>G-SEED</th><th>LEED</th><th>BREEAM</th><th>GREEN STAR</th></tr>
<tr><td>이산화탄소 배출저감</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="4">오존층보호를 위한
특정물질의 사용금지</td><td rowspan="4">Prerequisite 3.
Fundamental refrigerant
EA 3. Enhanced
refrigerant management</td><td rowspan="4">Pol 01. Impact of
refrigerants</td><td>Emi 01. Refrigerant
ODP</td></tr>
<tr><td>Emi 03. Refrigerant
leaks</td></tr>
<tr><td>Emi 02. Refrigerant
GWP</td></tr>
<tr><td>Emi 04. Insulant ODP</td></tr>
<tr><td>-</td><td>[SS 8] Light pollution
reduction</td><td>Pol 04. Reduction of
night time light
pollution</td><td>Emi 07. Light Pollution</td></tr>
<tr><td>-</td><td>-</td><td>Pol 03. Surface water
run off</td><td>Emi 05. Watercourse
Pollution</td></tr>
<tr><td rowspan="4">-</td><td rowspan="4">-</td><td rowspan="2">-</td><td>Emi 06. Discharge to
Sewer</td></tr>
<tr><td>Emi 08. Legionella</td></tr>
<tr><td>Pol 02. NOx emissions</td><td rowspan="2">-</td></tr>
<tr><td>Pol 05. Noise
attenuation</td></tr>
</table>

○ G-SEED의 「에너지 및 환경오염」중 “환경오염”에 대응하는 항목을 살펴보면, LEED는 「Energy and Atmosphere」, BREEAM은 「Pollution」, GREEN STAR는 「Emission」에서 평가하고 있음.

○ 오존층 보호를 위한 물질의 사용을 금지하는 평가가 공통적으로 나타나며 LEED에서만 필수항목으로 지정하고 있음. G-SEED와 LEED는 특정물질의 사용을 금지하는 부분만 평가하는 반면 BREEAM과 GREEN STAR는 이 외에 강우에 의한 환경오염, 빛으로 인한 환경오염(빛공해), 소음, 수질오염 등 다양한 환경적 측면에서의 환경오염을 함께 평가하고 있어 건물이 미치는 환경오염 뿐 아니라 거주자에게 미칠 수 있는 부분까지 함께 다루고 있음.

라. 에너지

G-SEED	LEED	BREEAM	GREEN STAR
에너지 성능	Prerequisite 2. Minimum energy performance & EA 1. Optimize Energy	Ene 01. Reduction of emissions	Ene-Conditional requirement
			Ene-5. Peak energy demand reduction
계량기 설치여부	-	Ene 02. Energy monitoring	Ene-2. Energy sub-metering
조명에너지절약	-	Ene 03. External lighting	Ene-3. Lighting power density
			Ene-4. Lighting zoning
신재생에너지 이용	On-site renewable energy	Ene 04. Low and zero carbon technologies	-
		Ene 05. Energy efficient cold storage	-
		Ene 06. Energy efficient transportation	
		Ene 08. Energy efficient equipment	
	Green power	-	
	-		Ene-1. Greenhouse gas emissions

○ 건물의 에너지 소비 평가 방법은 세 가지 제도가 각각 달랐으며 BREEAM의 기준이 가장 까다로우며 그 다음 LEED, G-SEED의 순이며 국외 제도들이 건물의 에너지 소비를 이산화탄소 배출량과 연관 지어 평가하는 반면 국내 제도는 에너지평가가 이산화탄소 배출과는 별개로 다루어지며 단위면적당 1차 에너지 소비량만으로 평가되고 있음.

○ 또한, 국내 에너지 평가 기준이 되는 에너지성능지표와 건축물에너지효율등급인증제도의 기준 자체가 모호하고 명확하지 않아 이를 기준으로 삼아 평가하기에는 실효성이 떨어짐.

○ 모든 평가 내용의 방법이 설치여부에 따라 판단되어 실질적인 에너지의 절약 및 운영

현황을 파악하기가 어려움. (계량기 설치여부 등)

마. 재료 및 자원

G-SEED	LEED	BREEAM	GREEN STAR
화장실에서 사용되는 소비재 절약	-	-	-
유효자원 재활용을 위한 친환경인증제품 사용여부	Materials reuse	Mat 03. Responsible sourcing of materials	Mat 03. Reused materials
재활용 가능자원의 분리수거	Prerequisite 1. Storage and collection of recyclables	Wat-03. Operational Waste	Mat 01. Recycling waste storage
재료의 탄소배출량 정보표시	-	Mat 01. Life cycle impacts	-
기존 건축물의 주요구조부 재사용으로 재료 및 자원의 절약	Building reuse maintain existing walls, floors and roof	-	Mat 02. Building reuse
기존 건축물의 비내력벽 재사용으로 재료 및 자원의 절약	Building reuse maintain interior nonstructural elements	-	
-	Certified wood	-	Mat 08. sustainable timber
-	Construction waste management	Wst-01.Construction waste management	-
-	-	Mat 04. Insulation	-
		Mat 05. Designing for robustness	
		Mat 02. Hard landscaping and boundary protection	
		Wat 02. Recycled Aggregates	
		Wat 04. Speculative floor and ceiling finishes	
	Recycled content	-	
	Regional materials		
	Rapidly renewable materials		
	-		Mat 05. Concrete
			Mat 04. Shell and core or integrated fit-out
			Mat 06. Steel
			Mat 07. PVC minimisation
			Mat 09. Design for disassembly
			Mat 10. Dematerialisation

○ LEED 와 국내 제도에서는 재료 및 자원에 초점이 맞춰져 있으며 BREEAM은 재료와 폐기물이 별도로 평가되고 있음. 또한 BREEAM은 재료에 대하여 수자원이 아닌 본 항목에서 물을 자원으로 여겨 개인이 사용하는 물의 소비량에 따른 점수를 획득하는 항목과 물의 사용과 누수를 감지하는 계량기의 설치에 대한 항목, 위생설비 공간에 대해 적외선 동작감지기의 사용으로 미사용 시 공급을 차단하는 항목이 존재하여 전체적으로 물의 소비량을 줄이는 데 초점이 맞추어져 있음.

○ BREEAM과 LEED의 경우는 성능을 정해놓고 거기에 미치지 못하면 점수를 차등적으로 부여하는 방식이지만, 국내의 경우는 단순히 사용여부와 적용여부만을 놓고 점수를 부여하고 있음.

바. 물순환관리

G-SEED	LEED	BREEAM	GREEN STAR
우수부하 절감 대책의 타당성	-	-	-
생활용 상수절감대책의 타당성	Water use reduction Credit 3. Water use reduction	Wat 01. Water consumption	Wat 01. Occupant Amenity Water
우수이용 중수도 설치	Credit 1. Water efficient landscaping	Wat 04. Water efficient equipment	Wat 03. Landscape irrigation
-	-	Wat 02. Water Monitoring	Wat 02. Water meters
-	Credit 2. Innovative wastewater technologies	-	-
	-	Wat 03. Water leak detection and prevention	-
		-	Wat 04. Heat rejection water
			Wat 05. Fire system water consumption

○ 4개 제도에서 수자원을 평가하는 항목은 4~5개로 비슷함. 공통적으로 수자원절약을 필수항목으로 평가하며 BREEAM은 Water Monitoring도 필수항목으로 지정함. 그 외 G-SEED는 수자원 절약을 위하여 우수 및 중수도의 이용에 대하여 평가하지만 LEED, BREEAM, GREEN STAR 평가에서는 우수 및 중수도의 이용에 대해서는 평가하지 않음.

○ 다른 평가항목에 비해 수자원 부문은 각 나라의 특성을 고려하여 물 절약 외에 서로 다른 성향을 보이고 있음.

○ 국내인증제도는 우수유출 저감시설의 설치유무와 집수면적의 크기에 대한 항목과 환경표지인증을 받은 절수 수도꼭지와 양변기 등의 제품들을 전 층의 80% 이상 사용한 경우에

따라 각각 1점씩 획득할 수 있음. 또한 우수 저수조 또는 저류지의 설치용량에 따라 최대 3점까지 점수획득이 가능하며, 사용한 수돗물을 처리하는 중수도 시설로 생산한 중수의 사용율에 따라 점수획득이 가능하며 10%이상일 경우 최고점인 3점이 획득 가능한 것과 같이 시스템의 설치여부에 초점이 맞춰져 있음.

사. 유지관리

G-SEED	LEED	BREEAM	GREEN STAR
환경을 고려한 현장관리계획의 합리성	–	Man 03. Construction site impacts	Man 06. Environment management Man 07. Waste management
운영/유지관리 문서 및 지침 제공의 타당성	–	Man 04. Stakeholder participation	Man 05. Building user’s guide
TAB 및 커미셔닝 실시	[EA] Fundamental commissioning of building energy systems [EA] Credit 3. Enhanced commissioning	Man 01. Sustainable procurement	Man 01. Green star Accredited Professional Man 02. Commissioning clauses Man 04. Independent commissioning agent
거주자의 요구에 대응하여 공간 배치 및 시스템 변경 용이성	–	–	–
–	[EA] Credit 5. Measurement and verfication	–	–
	–	Man 02. Responsible construction practices Man 05. Life cycle cost and service life	
–	–	–	Man 03. Building Turning

○ G-SEED의 유지관리는 「체계적인 현장관리」, 「효율적인 건물관리」, 「시스템 변경의 용이성」으로 평가되며 체계적인 현장관리는 시공 시에, 시스템변경 용이성은 실내공간에 설치된 시스템의 기술적 측면의 변경 용이성을 평가하여 건물 생애주기에 대한 유지관리와는 관련성이 적음. 「효율적인 건물관리」에서는 ‘운영/유지관리 문서 및 지침 제공(필수)’과 ‘TAB 및 커미셔닝 실시(평가)’를 평가함. 지침제공은 제도에서 요구하는 지침 항목의 제공 여부 및 채택 수로 평가됨. TAB와 커미셔닝은 설계도서대로 시공되었는지 시스템의 성능을 확인하는 것이나 BREEAM, LEED와 달리 평가사항으로 되어 있고 건물 준공 후 시스템 확인에 대한 조건이 구체적으로 명시되어 있지 않아 실질적인 건물의 에너지성능확인 및 유지관리에 한계가 있음.

아. 실내환경

G-SEED	LEED	BREEAM	GREEN STAR
실내공기오염물질 저방출 자재의 사용	Low-emitting materials-adhesive and sealants/paints and coatings/flooring systems/composite wood and agrifiber products	-	-
자연환기성능확보여부 거주자를 위한 쾌적한 실내환경 조성	Controllability of systems-thermal comfort	Hea 03. Thermal comfort	IEQ 09. Thermal comfort IEQ 10. Individual thermal comfort control
교통소음에 대한 실내소음도	-	Hea 05. Acoustic performance	IEQ 12. Internal noise levels
외기 급배기구의 설계	Increased ventilation	-	IEQ 01. Ventilation rates
건축자재로부터 배출되는 그 밖의 유해물질 억제	-	-	IEQ 11. Hazardous materials
실내 자동온도조절 장치 채택 여부	-	-	-
휴식 및 재충전을 위한 공간 마련	-	-	-
-	Controllability of systems-lighting	-	IEQ 04. Daylight
-	Outdoor air delivery monitoring	-	-
	Prerequisite 1. Minimum indoor air quality performance		
	Thermal comfort-design/verification		
	Daylight and views-daylight/views		
	Prerequisite 2. Environmental tobacco smoke control		
	Construction indoor air quality management plan(during construction/before occupancy)		
	Indoor chemical & pollutant source control		
-	-	Hea 01. Visual comfort	-
		Hea 02. Indoor air quality	
		Hea 04. Water quality	

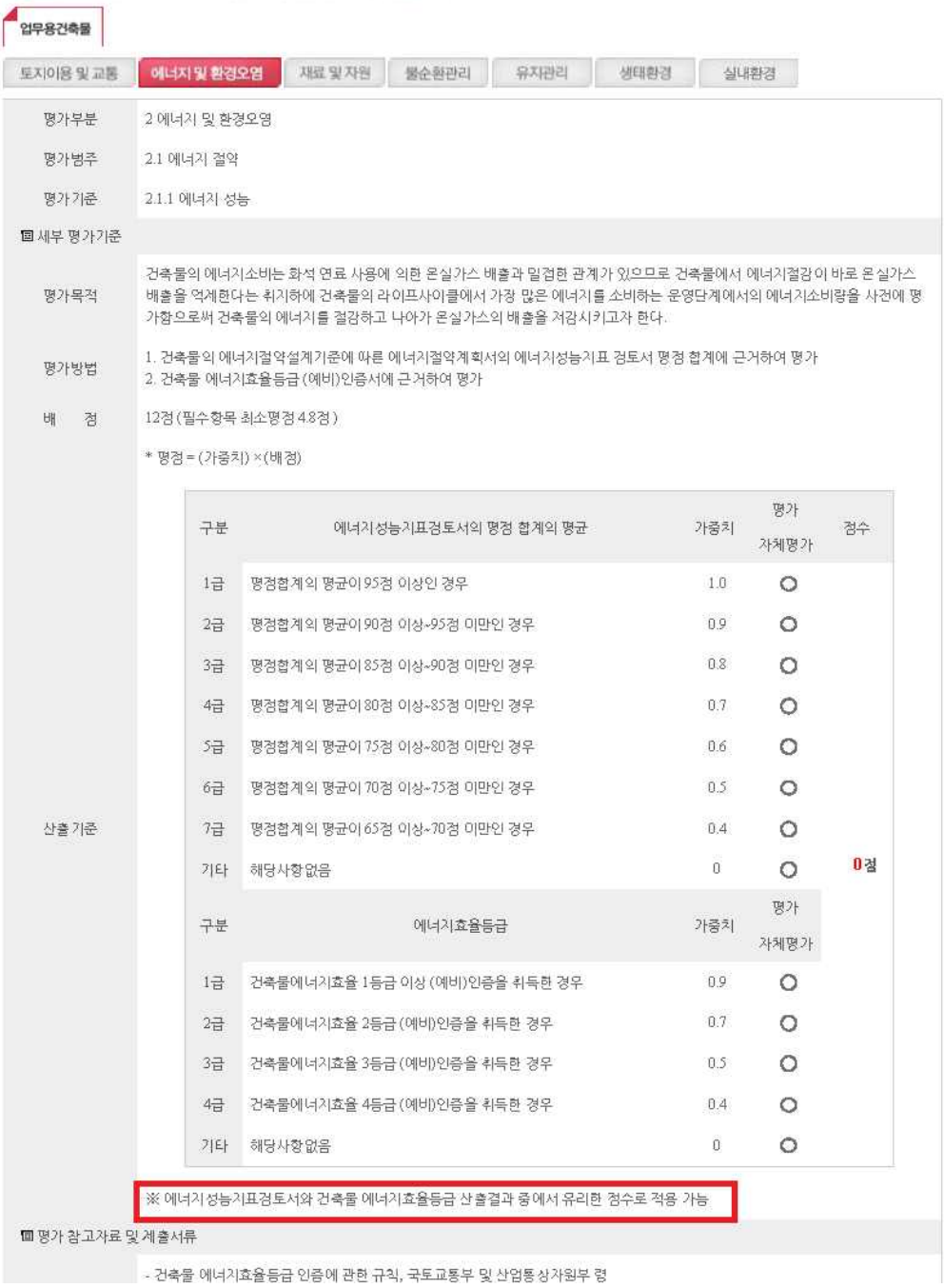
		Hea 06. Safety and security	
		–	IEQ 02. Air change effectiveness
			IEQ 03. Carbon dioxide monitoring and control
			IEQ 05. Daylight glare control
			IEQ 06. High frequency ballasts
			IEQ 07. Electric lighting levels
			IEQ 08. External views

○ LEED와 G-SEED, Green Star는 “실내환경“이라는 항목으로, BREEAM은 “Health & wellbeing“이라는 항목으로 평가됨. 실내환경에 대한 평가 비중은 국내 제도가 가장 크며 미국과 영국은 비슷한 비중을 차지함. 실내환경 평가는 각 나라의 환경 및 거주의 특성이 가장 많이 반영된 것으로 볼 수 있으며, 네 가지 제도에서 공통적으로 나타난 내용은 (1) 환기 (2) 화학물질 저방출 재료 사용이 있으며 이 중 LEED가 화학물질 저방출에 대하여 세세 항목으로 나누어 평가를 하고 있음. 이에 반해 BREEAM은 주로 빛에 대하여 평가하고 있으며 국내 제도는 LEED와 BREEAM에서 세세히 평가하는 사항들을 하나의 평가항목으로 묶어 평가하고 있으며 이외에 휴식 및 재충전 공간 마련 등 건물의 에너지나 지속가능과는 무관한 항목이 포함되어 있음.

2. 녹색건축인증에서의 에너지 분석 프로그램 평가

가. 녹색건축인증의 에너지 성능 평가 및 에너지 분석 프로그램 개요

2013년 녹색건축물조성지원법에 의해 녹색건축인증으로 개정되었으나 에너지 성능 평가는 다음 <그림 94>와 같이 에너지성능지표검토서(EPI) 또는 건축물에너지효율등급의 산출 점수 중 유리한 점수를 적용 가능하도록 명시하고 있어 에너지 성능 개선에는 변화가 없음.



업무용건축물

토지이용 및 교통 | 에너지 및 환경오염 | 재료 및 자원 | 물순환관리 | 유지관리 | 생태환경 | 실내환경

평가부분	2 에너지 및 환경오염
평가범주	2.1 에너지 절약
평가기준	2.1.1 에너지 성능

세부 평가기준

평가목적	건축물의 에너지소비는 화석 연료 사용에 의한 온실가스 배출과 밀접한 관계가 있으므로 건축물에서 에너지절감이 바로 온실가스 배출을 억제한다는 취지하에 건축물의 라이프사이클에서 가장 많은 에너지를 소비하는 운영단계에서의 에너지소비량을 사전에 평가함으로써 건축물의 에너지를 절감하고 나아가 온실가스의 배출을 저감시키고자 한다.
평가방법	1. 건축물의 에너지절약설계기준에 따른 에너지절약계획서의 에너지성능지표 검토서 평점 합계에 근거하여 평가 2. 건축물 에너지효율등급(예비)인증서에 근거하여 평가
배 점	12점(필수항목 최소평점 4.8점)
산출기준	* 평점 = (가중치) × (배점)

구분	에너지성능지표검토서의 평정 합계의 평균	가중치	평가 자체평가	점수
1급	평정합계의 평균이 95점 이상인 경우	1.0	○	
2급	평정합계의 평균이 90점 이상~95점 미만인 경우	0.9	○	
3급	평정합계의 평균이 85점 이상~90점 미만인 경우	0.8	○	
4급	평정합계의 평균이 80점 이상~85점 미만인 경우	0.7	○	
5급	평정합계의 평균이 75점 이상~80점 미만인 경우	0.6	○	
6급	평정합계의 평균이 70점 이상~75점 미만인 경우	0.5	○	
7급	평정합계의 평균이 65점 이상~70점 미만인 경우	0.4	○	
기타	해당사항없음	0	○	0점

구분	에너지효율등급	가중치	평가 자체평가
1급	건축물에너지효율 1등급 이상 (예비)인증을 취득한 경우	0.9	○
2급	건축물에너지효율 2등급 (예비)인증을 취득한 경우	0.7	○
3급	건축물에너지효율 3등급 (예비)인증을 취득한 경우	0.5	○
4급	건축물에너지효율 4등급 (예비)인증을 취득한 경우	0.4	○
기타	해당사항없음	0	○

※ 에너지성능지표검토서와 건축물 에너지효율등급 산출결과 중에서 유리한 점수로 적용 가능

평가 참고자료 및 제출서류

- 건축물 에너지효율등급 인증에 관한 규칙, 국토교통부 및 산업통상자원부 령

그림 94. 녹색건축인증의 에너지 성능 평가

나. 건축물 에너지 시뮬레이션

건축물 에너지 사용량 예측프로그램의 시뮬레이션 방식은 크게 Monthly Method, Dynamic Simulation 기법으로 구분됨. <2.1.1 에너지 성능> 항목의 건축물에너지효율등급은 해당 건축물의 에너지 총량을 기준으로 평가하기 때문에 에너지 산정에 유리한 ECO2를 사용하며 공공청사는 업무용 건축물로 분류되어 ECO2-OD를 적용함.

	기준	방식	대표 프로그램
Monthly Method	ISO13790	총에너지 산출을 통한 정량적인 시뮬레이션 수행	ECO2, BESS
Dynamic Simulation	ASHRAE 140	스케줄을 이용한 기간 및 원하는 시점의 에너지 사용량 산출을 통한 디테일한 시뮬레이션 수행	EnergyPlus, eQUEST, DesignBuilder, TRACE 700

다. ECO2-OD 에너지분석 프로그램

프로그램은 <그림 95>와 같이 일반사항, 건축, 기계설비, 전기설비, 신재생에너지 부문으로 구성되어 있고, 도면을 기준으로 각 평가항목에서 요구되는 사항을 입력하게 되어 있음.



그림 95. 프로그램 평가항목 구성(ECO2-OD)

1) 일반사항

○ LEED에서 사용되는 EnergyPlus나 eQUEST는 분석 시 지역 데이터를 선택하고 수정하여 지역의 특색을 반영할 수 있으나, ECO2는 주어진 지역을 선택하여 지역의 특색을 반영하는 것이 불가능함.

	ECO2-OD	Energy Plus
지역선택	· 13개 대도시(서울, 광주, 강릉, 대구, 대전, 목포, 부산, 원주, 인천, 전주, 제주, 청주, 춘천) · 지역데이터를 수정하거나 작성한 데이터를 입력할 수 없어 일반적인 기후조건을 기준으로 분석	· 미국의 기본적인 모든 도시 선택 가능 · 지역데이터를 수정하여 에너지 분석 시 선택가능
특징	보고서 작성을 위한 프로그램으로 건축물의 일반사항 입력	기상데이터 뿐만 아니라 분석을 위한 시간, 기간, 대지의 특징 등을 다양하게 입력 가능

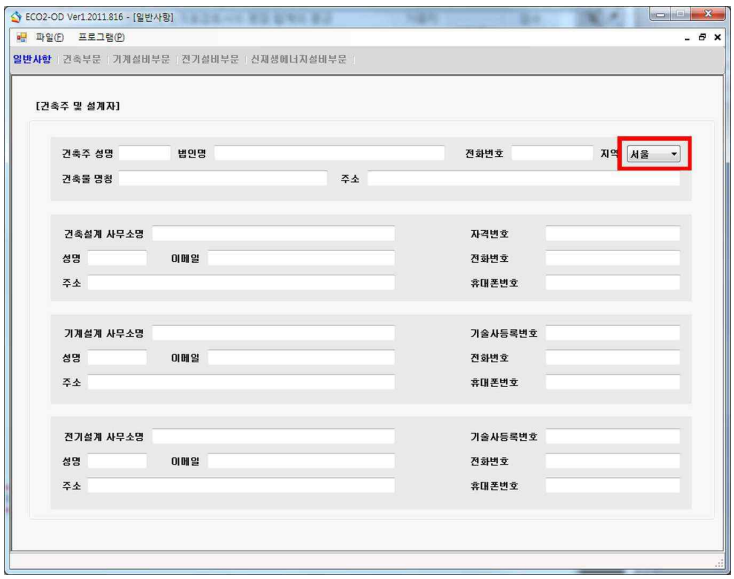


그림 96. ECO2-OD 일반사항

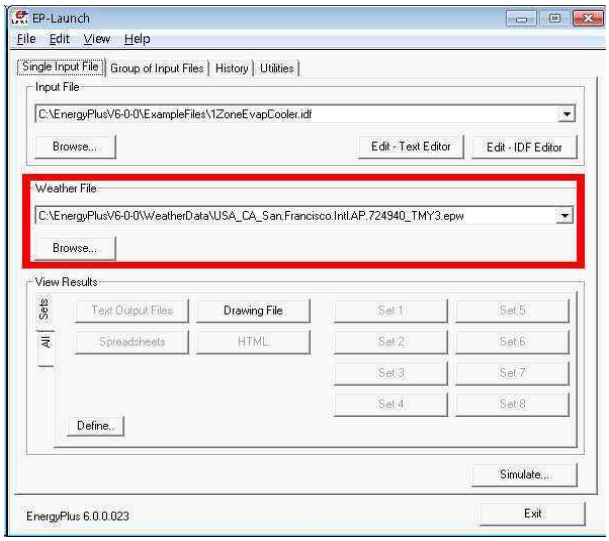


그림 97. 기상데이터입력(*.epw)

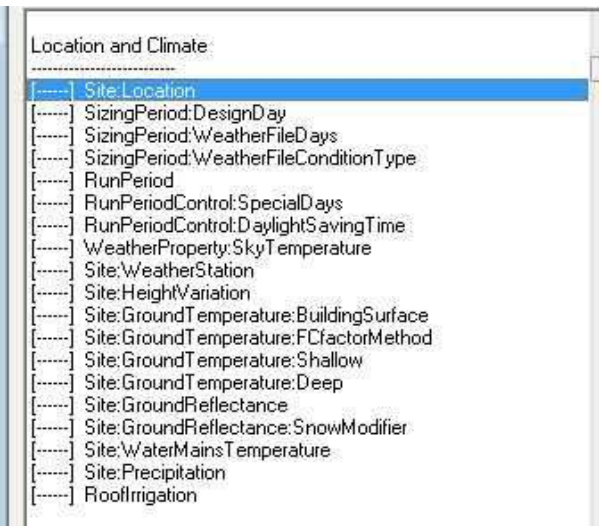


그림 98. 지역조건 입력

2) 건축부문

	ECO2-OD	EnergyPlus
형태구성	· 건축부위를 선택하고 위치한 방위를선택하여 형태를 구성 · 방위는 일사를 기준으로 수평, 남, 남동, 남서, 동, 서, 북동, 북서, 북, 일사없음으로 구분됨 **건물의 정확한 형태 및 개구부의 정확한 위치를 알 수 없음**	· IDF Editor 사용 시 방위각을 사용하지만 정확한 수치 입력도 가능 · 개구부 위치 역시 3차원 좌표입력을 통해 정확한 위치 입력가능 · 다양한 서브프로그램을 사용하여 실질적인 건축물 형태를 구현
외피계획	· 외피를 구성하는 벽체, 창호 등을 건축부위에 입력하고 세부사항은 형별성능내역을 통해 작성 · 형별성능관계내역에 작성하면 투과율과 열관류율 등이 자동으로 입력됨 **외피 특성을 면적과 방위, 열관류율, 투과율 등으로만 나타냄**	· 3차원 좌표를 이용하여 다양한 외피의 특성을 부여 · 구성요소는 재료항목에서 미리 작성한 것을 순서대로 레이어 형태로 선택하여 구성함
외피의 구성요소	· 형별성능관계내역에서 벽체 또는 창호를 선택하여 외피구성요소를 작성 · 일반적으로 사용되는 재료의 특성이 자동 입력되고 열관류율, 두께는 수정가능 **재료의 상세한 특징을 기입할 수 없으며 신기술 적용이 어려움**	· 건축물에 사용되는 모든 재료의 특성을 엔지니어가 입력 가능함 · 신기술의 도입이 가능함

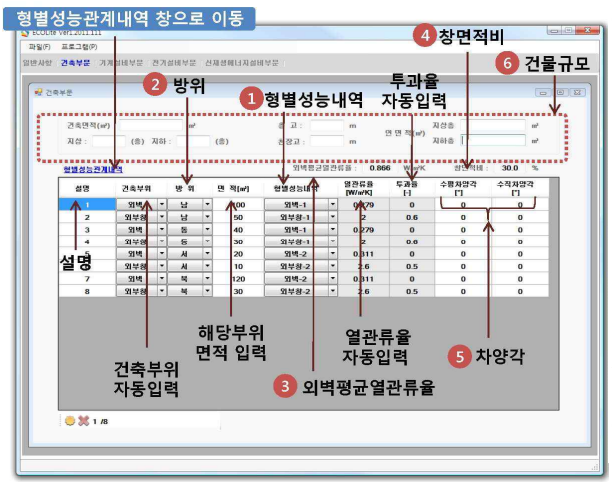


그림 99. ECO2-OD(건축부문)

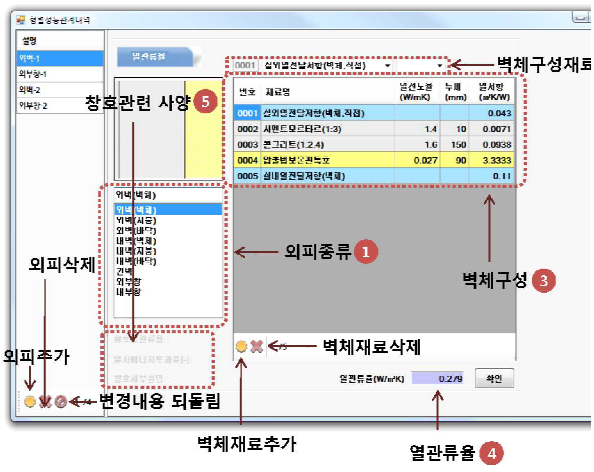
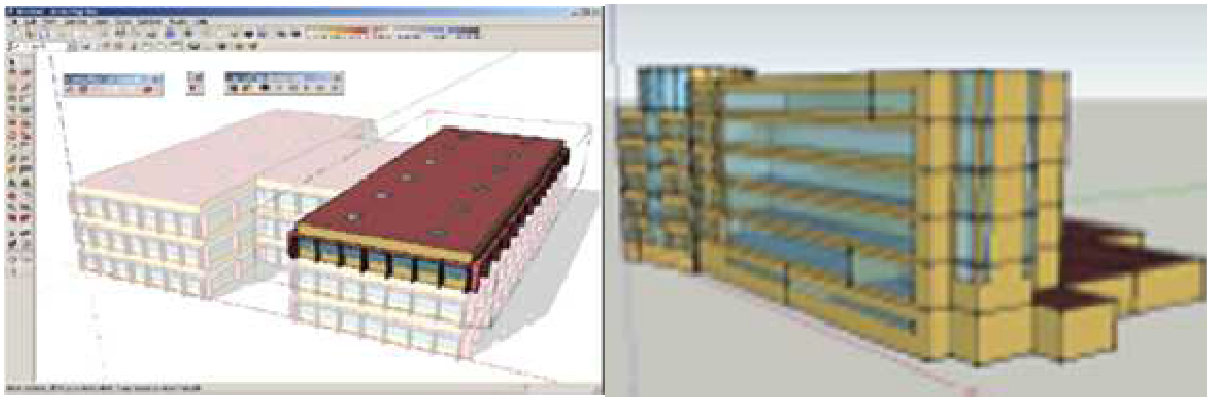
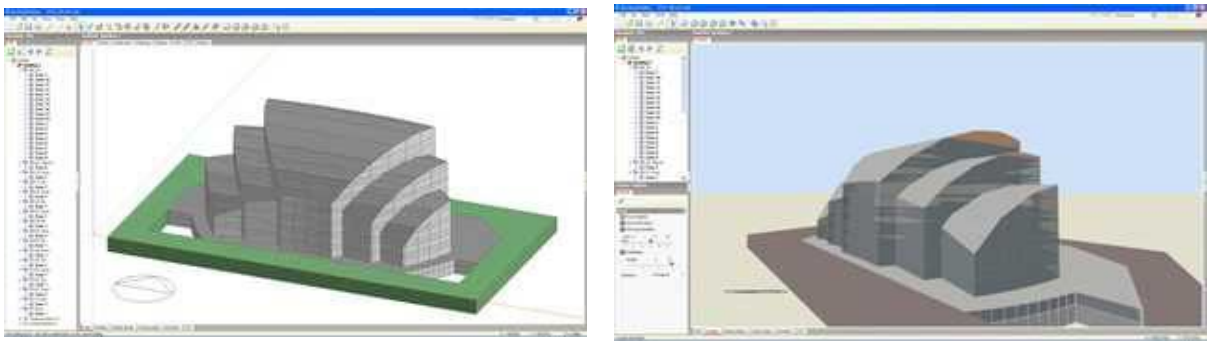


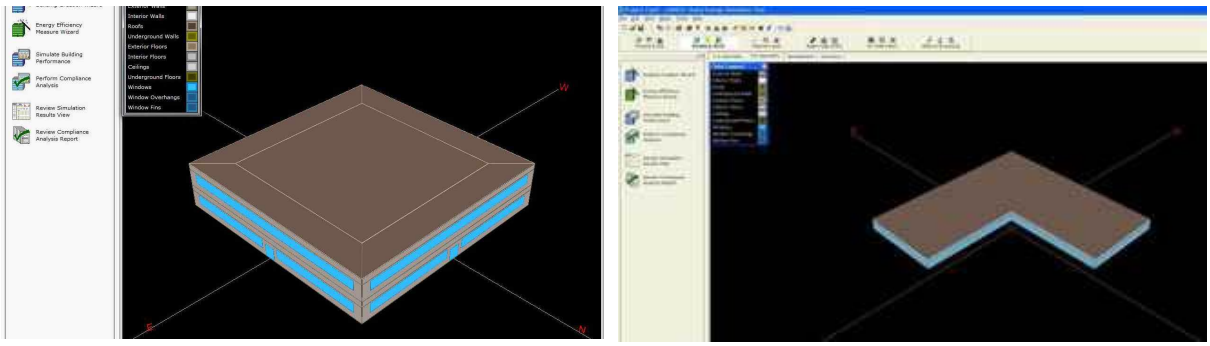
그림 100. ECO2-OD(형별성능관계내역)



a. SketchUp에 Plug-in으로 설치되는 OpenStudio



b. Design Builders



c. eQUEST

그림 101. 서브프로그램에 의한 건축물의 구성

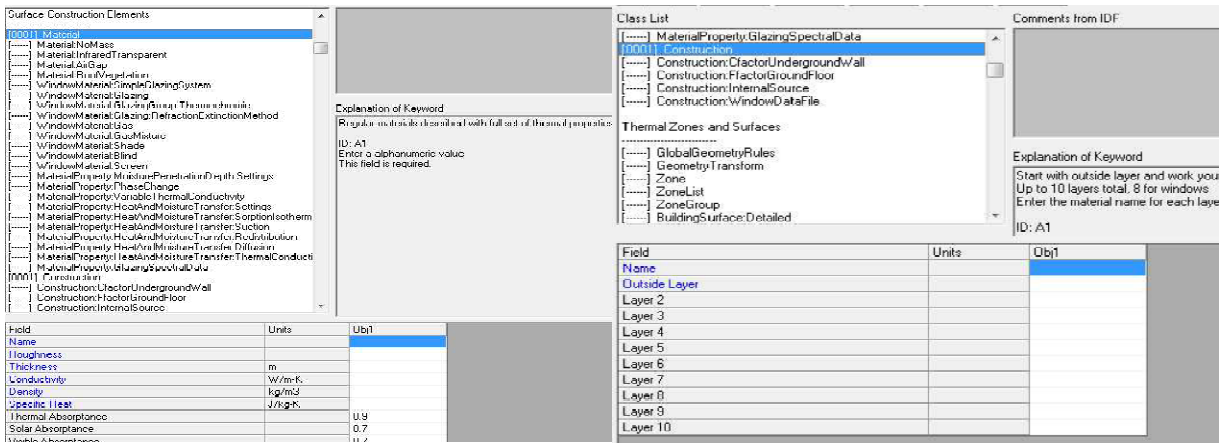


그림 102. 외피구성(좌), 재료구성(우)

3) 기계설비부문

	ECO2-OD	EnergyPlus
난방기기	· 난방, 급탕, 난방급탕 방식으로 선택하며 난방기기방식도 보일러, 전기보일러, 히트펌프, 지역난방으로 선택하여 단순한 입력 방식 · 난방방식을 선택하고 펌프동력과 길이 등을 선택하는 방식 **존별 조닝 및 사용시간의 고려가 없어 계획적 분석이 되지 않음**	· 설치되는 설비기기의 세부적인 사양을 직접 입력함 · 난방, 급탕을 세부적으로 구분하여 분석 가능 · 존별 조닝을 통해 분석 · 건축물에 사용되는 모든 기기의 성능입력이 가능하며, Dynamic Simulation기법에 의해 총 에너지 사용량뿐만 아니라 기기별, 시간별 또는 순간 에너지 사용량까지 분석 가능
냉방기기	· 흡수식, 압축식, 압축식(LNG), 지역냉방으로 구분하여 선택 식 입력 · 설비기기 용량과 효율을 근거로 에너지 사용량 예측 **존별 조닝 및 사용시간의 고려가 없어 계획적 분석이 되지 않음**	
공조기기	· 정풍량, 변풍량, 환기용으로 구분하여 선택식 입력 · 기기 성능을 기초로 한 사용량 예측 **· 존별 조닝 및 사용시간의 고려가 없어 계획적 분석이 되지 않음** **· 환기용 항목이 있으나 급/배기 팬 등 에너지 사용량이 있는 항목**	· 공조기기의 세부적인 사항 입력이 가능하며 존별 조닝을 통해 온도 등을 통제하고 기기별 특성이 입력 가능함. · 자연환기에 대한 조건 입력사항을 통해 공조기 사용량이 영향을 받아 에너지 사용량을 분석함 ·실내 공기조건 등을 입력하여 일반적인 조건 뿐 아니라 특수한 실 또는 조건의 건축물의 에너지사용량 분석이 가능함

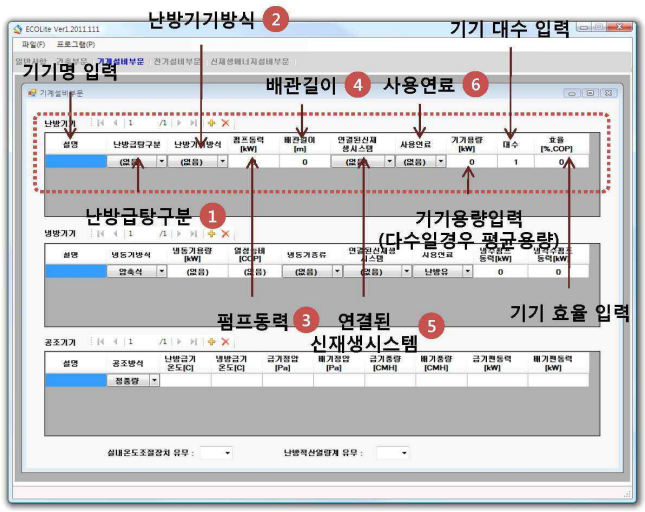


그림 103. ECO2-OD(난방기기)

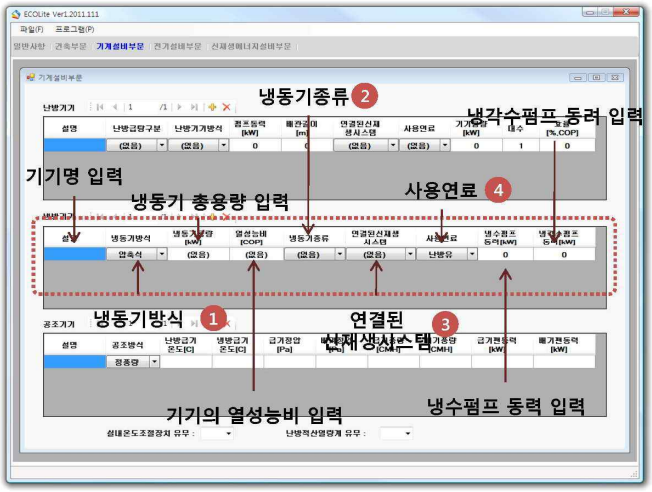


그림 104. ECO2-OD(냉방기기)

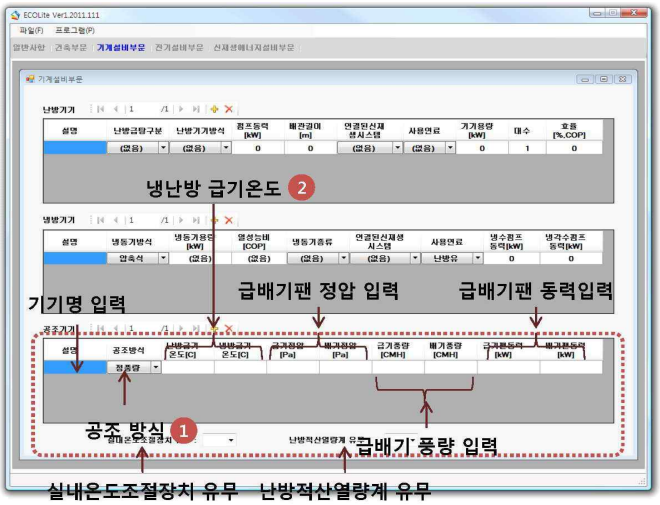


그림 105. ECO2-OD(공조기기)

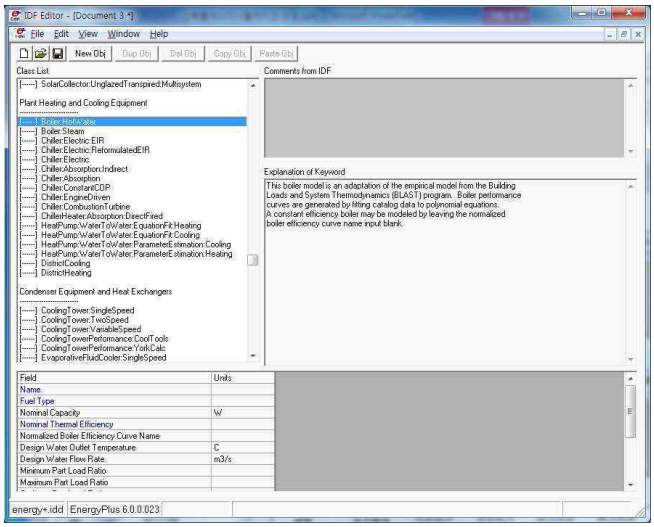


그림 106. 냉난방 기기 입력

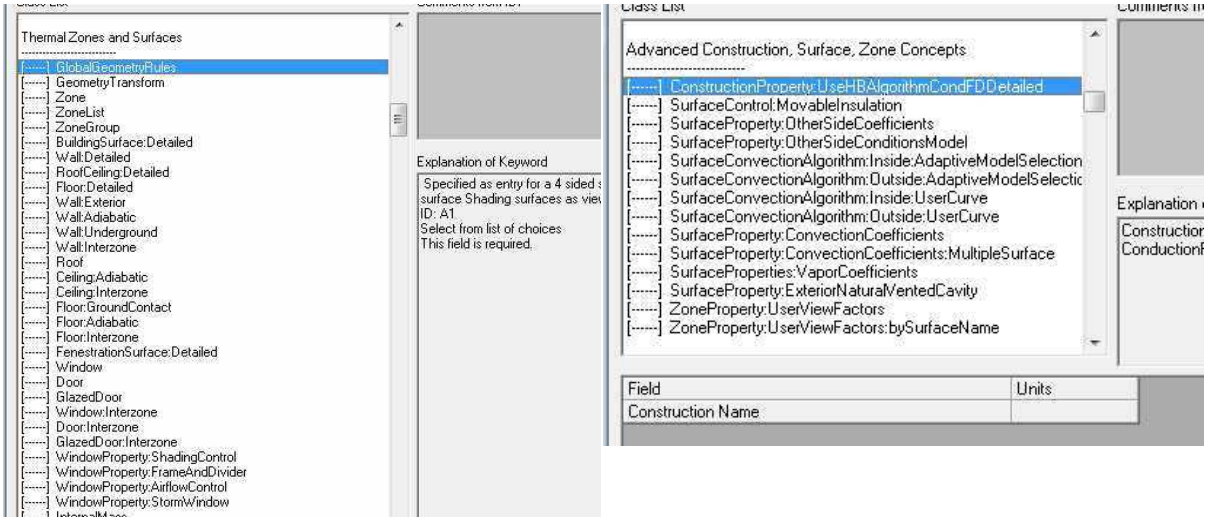


그림 107. 존별 조닝

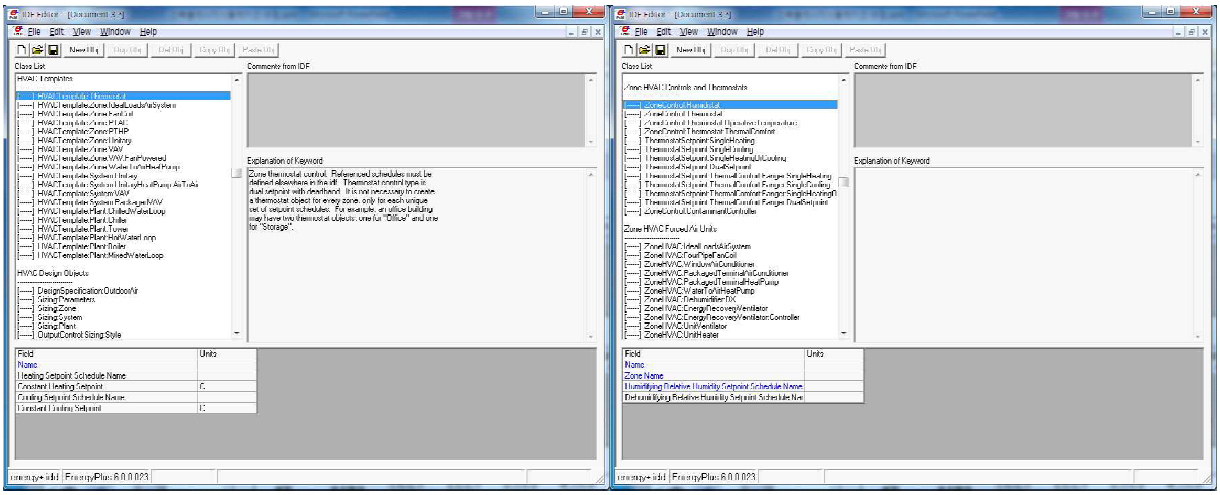


그림 108. 공조기기의 세부사항

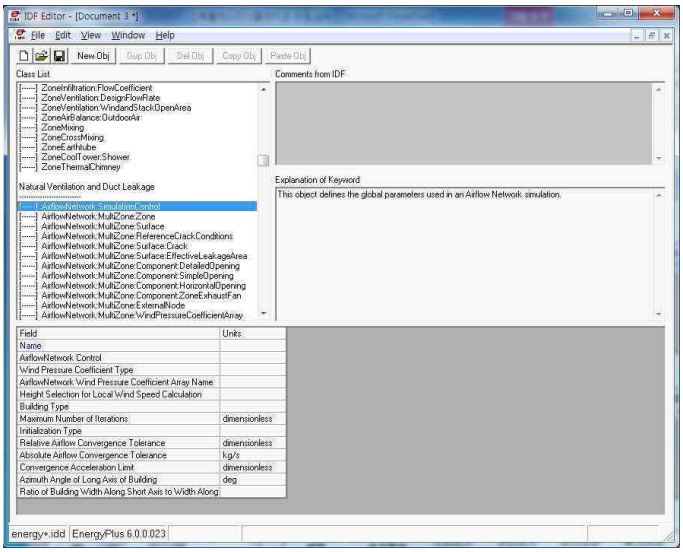


그림 109. 자연환기 조건

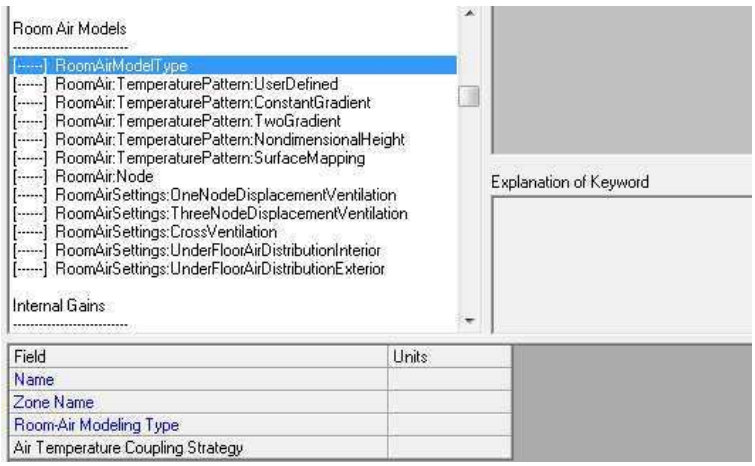
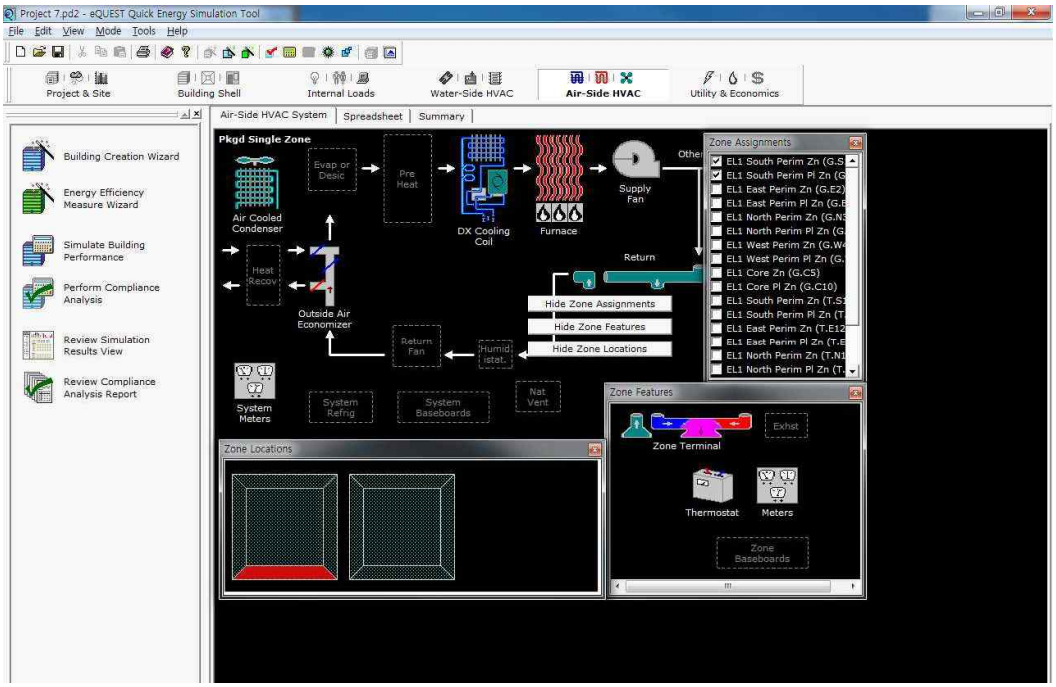


그림 110. 실내 공기조건

○ 모든 설비 기기 사용은 운영시간 및 운영조건 등이 명시되어야 함에도 불구하고 ECO2는 단순한 기기 사양을 입력하고 명확하게 제시되지 않은 운영조건에 의해 산출된 에너지 사용량을 근거로 하고 있음

○ LEED에서 사용하는 EnergyPlus, eQUEST는 스케줄로 사용시간을 입력하고 사용조건에 따라 운영된 기기의 에너지 사용량을 근거로 하고 있어 실제적인 에너지사용량 분석이 가능함

○ eQUEST의 기계설비 입력은 단순화된 계통도를 기본으로 하여 계통도에서 원하는 항목을 세부적으로 수정·추가하고 제거하는 방식을 통해 직관적인 기계설비기기의 입력이 가능함



4) 전기설비부문

	ECO2-OD	EnergyPlus
동력설비	· 건축물의 요구에 의해 계획된 전기용량을 산정하여 입력 **정확한 데이터 사용량이 반영되지 못함**	· Electric Load를 각 존별, 기기별로 입력하여 세부적인 전기 사용량을 분석할 수 있음 · 사람, 조명, 전기기기 등 다양한 조건을 입력함에 따라 정확하고 신뢰성이 높음
조명설비	· 업무용 건축물에서 에너지 사용량 비율이 높은 조명설비를 중점으로 전기사용량을 분석 **· 주거실을 기준으로 전력량을 산정** **· 스케줄이 고려되지 않아 조명의 on/off 시간 조정 불가로 인해 단순한 상황에 대한 분석만이 가능**	존별 조닝과 사용시간의 입력이 가능하기 때문에 필요한 실의 조명전력을 입력하고 사용스케줄에 따라 조명기기의 on/off를 결정하여 실제적인 에너지사용량을 산출할 수 있음
일반사항	**사용자에 대한 고려 없이 계획된 내용과 에너지 절약 기기 사용 유무만을 선택하여 입력함으로써 정확한 에너지 사용량 산출이 어려움**	· EnergyPlus는 내부발열항목에서 실내에서 발생하는 에너지사용량을 기기 용량과 사용시간, 외부조건 등을 통해 정량적 분석이 가능함 · 냉난방기기, 공조기, 팬, 급탕기기, 펌프에 이르기까지 기기에 전기가 사용되는 경우 각 항목에 입력하여 전체적인 에너지 사용량에 포함되도록 하고 있음

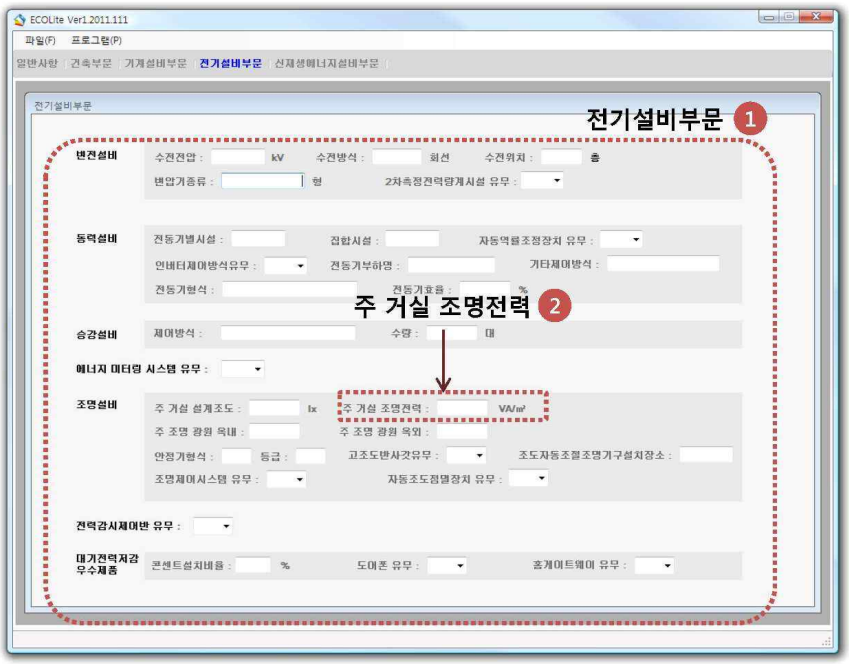


그림 111. ECO2-OD(전기설비부문)

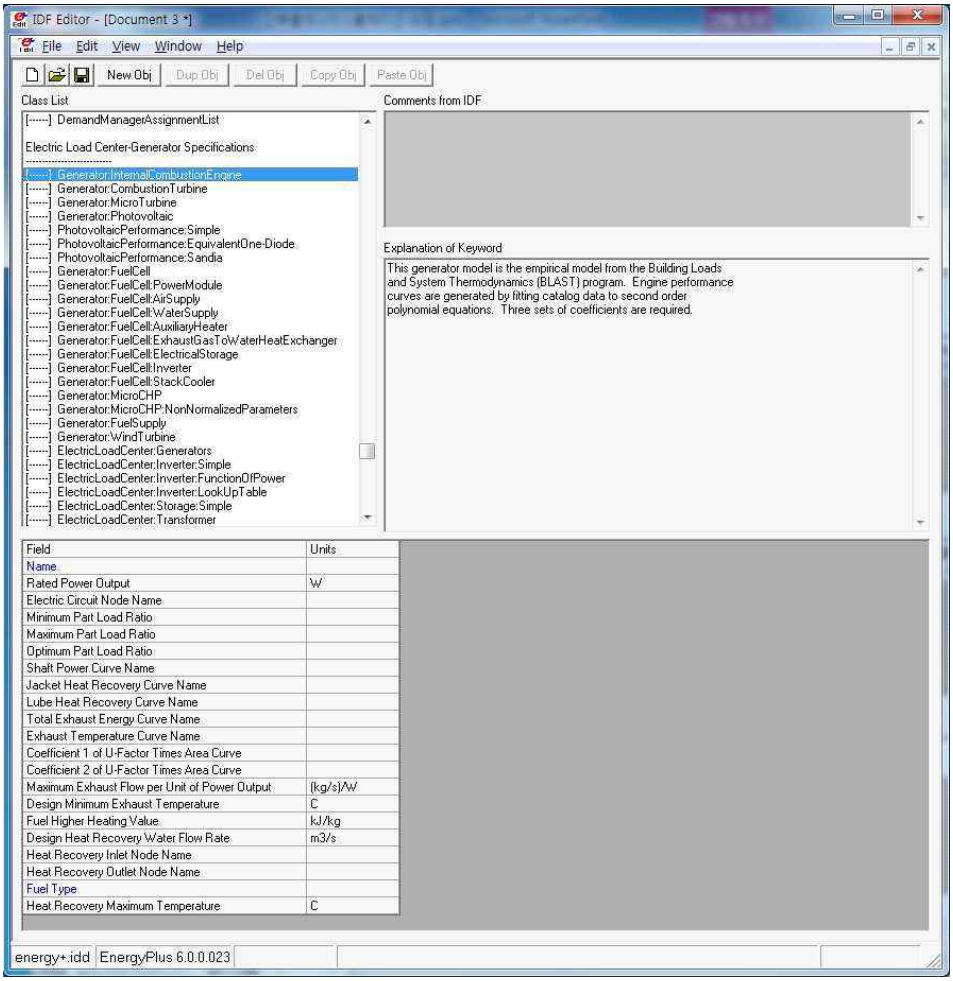


그림 112. Electric Load

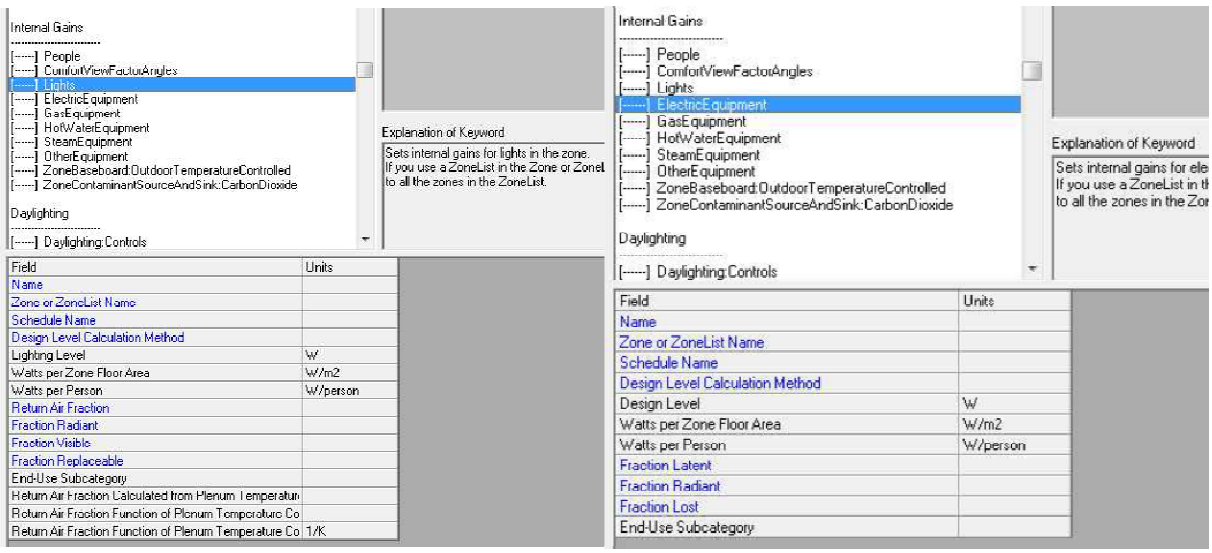


그림 113. Internal Gains

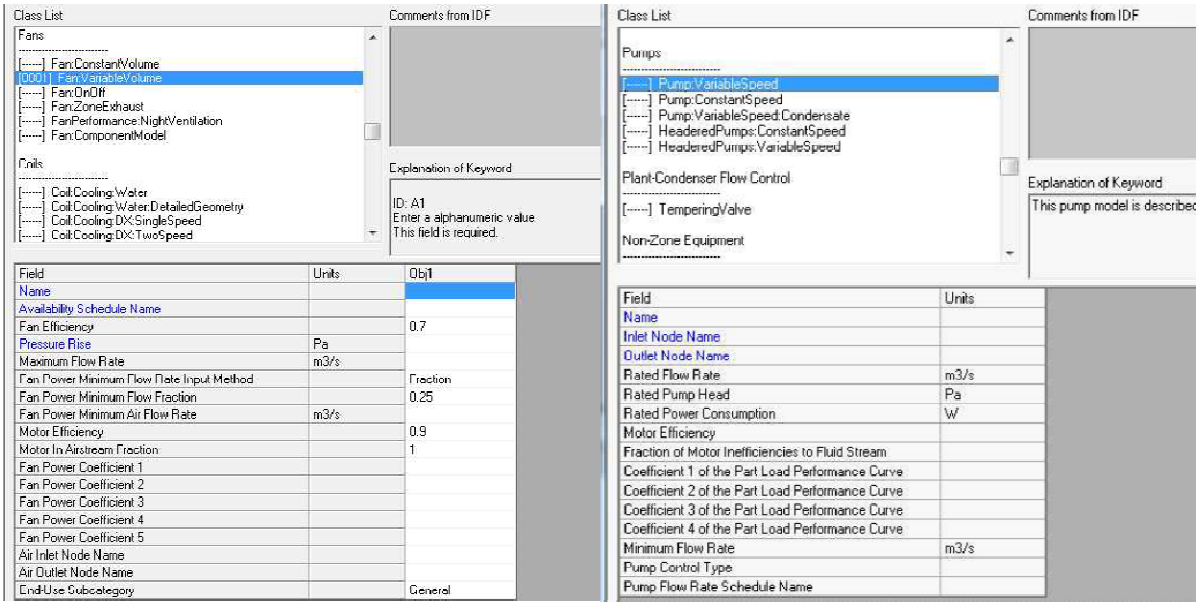
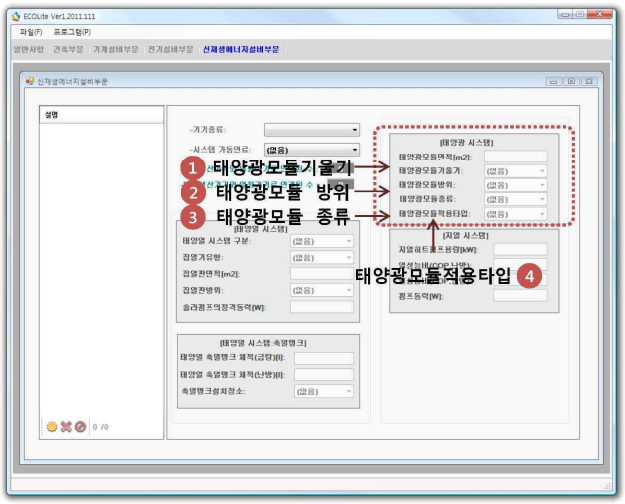


그림 114. 팬, 펌프 등의 다양한 전기기기 입력

5) 신재생에너지부문

	ECO2-OD	EnergyPlus
일반 사항	· 각 항목별로 에너지 사용량 평가를 위한 설비 기기의 특징을 위주로 입력 기계설비와 연동되는 방식을 취함 **· 단순한 인터페이스로 신기술에 대한 적용이 어려움** **· 기계설비와 연동되지만 보조에너지원과 주 에너지원이 어떠한 원리로 작동되는지 언급이 없으며, 스케줄이 입력되지 않아 사용량 분석에 근거가 부족함** **· 태양광설비의 기울기 선택이 수평, 수직, 45°로 한정되어 있어 실제 건축물의 사용량과 차이가 발생하여 다양한 분석이 어려움** **· 신재생에너지가 사용되는 공간에 대한 조닝이 없어 분석이 정확하지 않음**	· Solar Collectors은 기기의 모든 사양을 자세히 입력하고 지역 데이터를 기준으로 하여 실제 사용 지역의 신재생에너지 사용량을 예측할 수 있음 · 지열은 보일러의 특성부터 기기사양까지 자세한 입력 가능하여 신재생에너지 사용량을 정량적으로 예측할 수 있어 실효성 검토가 가능함



화면 구성 및 설명

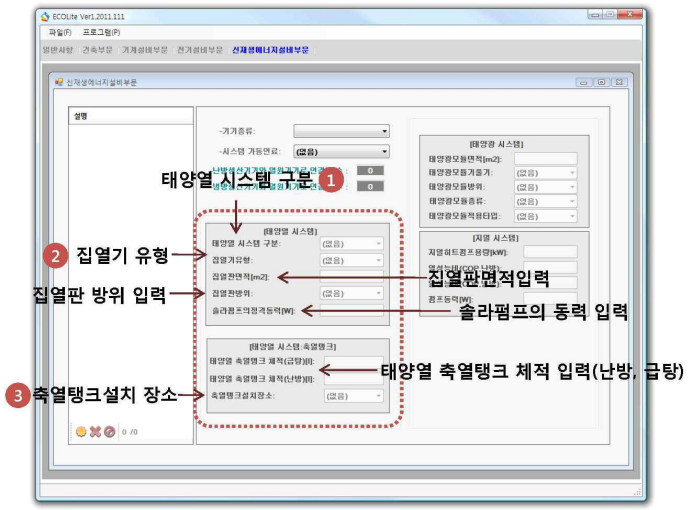
기기종류란에서 태양광을 선택하게 되면 **태양광 시스템** 관련 항목들이 활성화

1. 태양광모듈기울기
- 태양광 모듈의 기울기는 **수평, 수직, 45 °**로 구분
- 수직인 경우는 일반적으로 벽체와 일체형으로 붙어 있는 경우(**BIPV**)에 해당됨.

2. 태양광모듈방위
- 모듈의 방위는 **동, 남동, 남, 남서, 서**로 구분

3. 태양광모듈종류
- 모듈의 종류는 **단결정, 다결정, 비정질박막형, CIS박막형, CdTe박막형, 기타박막형**으로 구분

4. 태양광모듈적용타입
- 태양광모듈적용타입은 **밀착형, 후면통풍형, 기계환기형**으로 구분
- 밀착형은 모듈이 외피와 일체형 방식일 경우를 나타내는 것이며, **가열된 모듈을 냉각하는 방식**에 따라 후면통풍형과 기계환기형을 구분



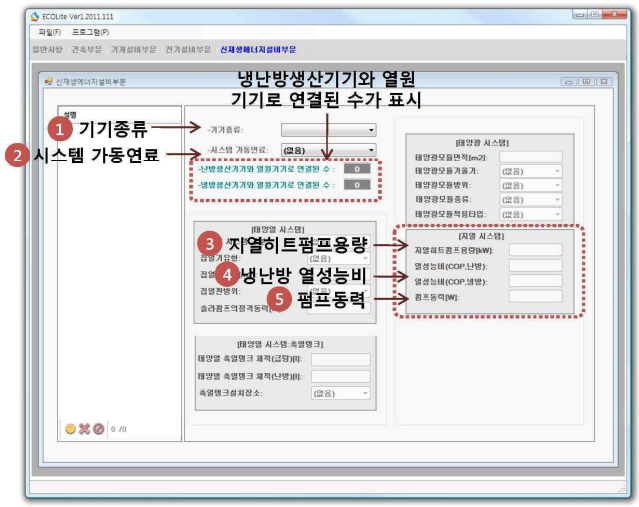
화면 구성 및 설명

기기종류란에서 태양열을 선택하게 되면 **태양열 시스템** 관련 항목들이 활성화

1. 태양열 시스템 구분
- 태양열 시스템의 적용 범위를 나타내는 것으로 **급탕 및 급탕 + 난방**으로 구분

2. 집열기 유형
- 태양열 시스템의 집열기 종류를 나타내는 것으로 **평판형과 진공관형**으로 구분

3. 축열탱크설치 장소
- 축열탱크 설치 장소의 특성에 따라 **난방공간, 비난방공간, 외부공간**으로 구분



화면 구성 및 설명

1. 기기종류
- 기기종류는 대표적인 신재생에너지원인 **태양열, 태양광, 지열**로 구분

2. 시스템가동연료
- 시스템가동연료는 기기종류가 지열일 경우 활성화되며, **난방유, 천연가스, 액화가스, 전기**로 구분

3. 지열히트펌프용량
- 지열히트펌프의 **총용량**을 입력

4. 냉난방 열성능비
- 해당 지열히트펌프의 열성능비를 **난방시와 냉방시로 구분**하여 입력

5. 펌프동력
- 해당 지열히트펌프에 연결된 **1, 2차 펌프의 총용량** 입력

그림 115. ECO2의 신재생에너지 입력

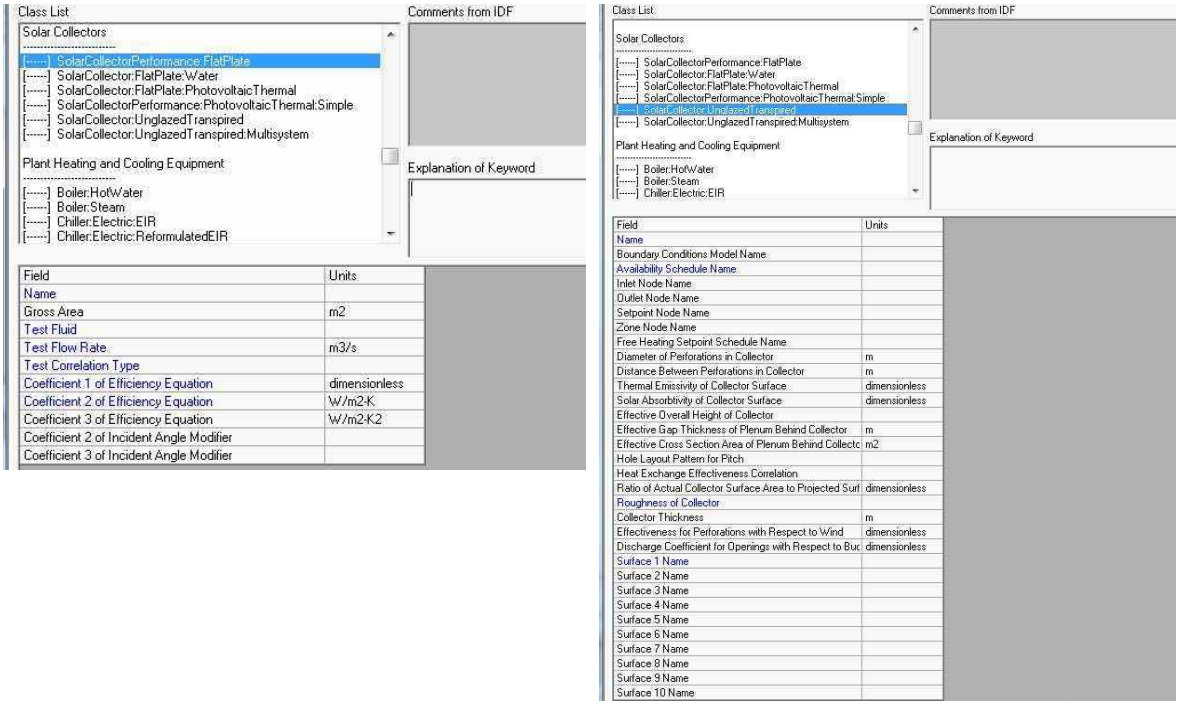


그림 116. Solar Collectors

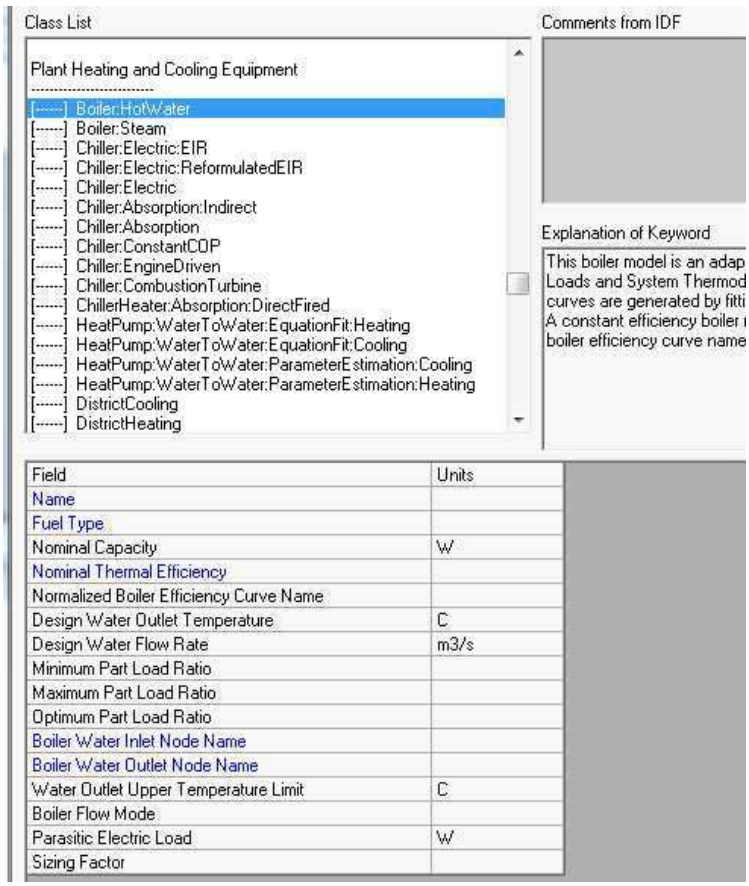


그림 117. 지열 에너지

다. 에너지 분석프로그램(ECO2-OD)의 문제점 및 개선 방향

○ 설비기기 입력위주의 프로그램으로 인터페이스가 단순하며 실제 입력자가 프로젝트와 무관한 분석을 위한 숙련자가 입력함에 따라 실질적인 건축물 운영에 따른 에너지 사용량으로 보기가 어려움. 특히 설계가 완료되고 설비기기 선택이 끝난 이 후 인증이 시작되며, 건축가가 아닌 인증 획득을 위한 용역에 의해 이루어져 목적에 맞는 에너지사용량이 분석되었다고 보기가 어려움.

○ 건축물을 사용조건과 시간에 따라 존별 조닝을 하고 사용스케줄에 의해 에너지사용량이 분석되어야 하나 ECO2-OD는 프로그램에 입력되어 있는 스케줄 수정이 불가능하고 조닝이 이루어지지 않아 기기용량만을 기준으로 에너지사용량을 측정하고 있어 국외 제도의 프로그램 및 에너지 분석과 많은 차이를 보임.

○ EnergyPlus는 존별 조닝 분석이 가능하고 일조조건 등 건축물 내·외 조건을 입력하여 실질적인 조건에서의 분석이 가능함. 또한, 물 사용량 분석이 가능하고 실질적인 에너지사용량 분석에 따라 현재 연료의 시세와 스케줄 등을 반영한 경제성 분석도 가능함.

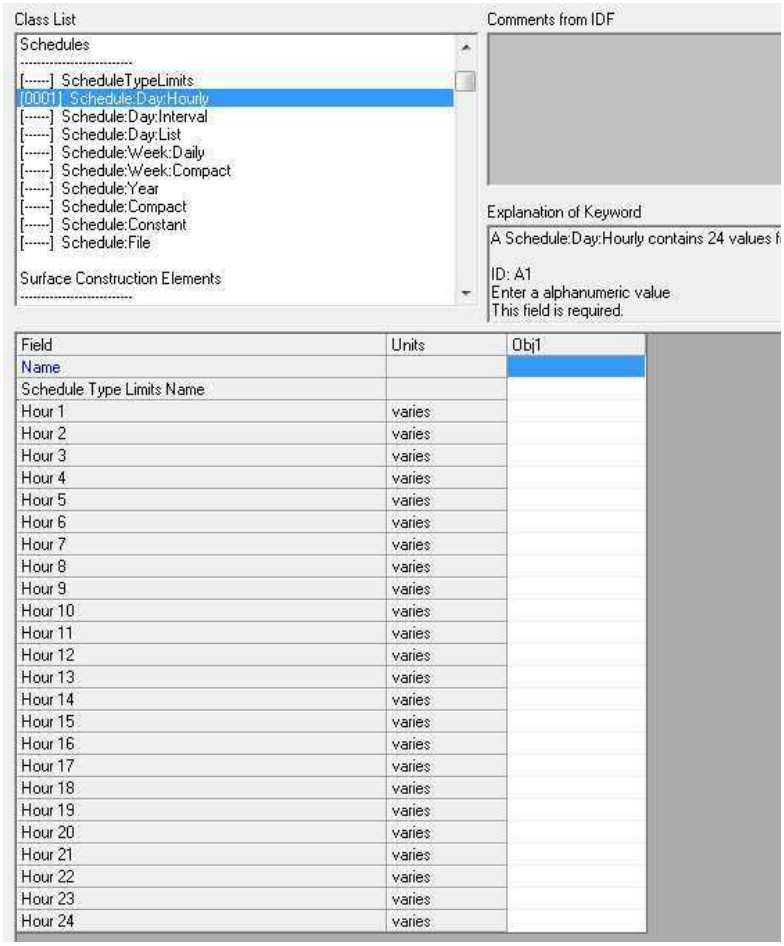


그림 118. Energy Plus 사용스케줄 입력

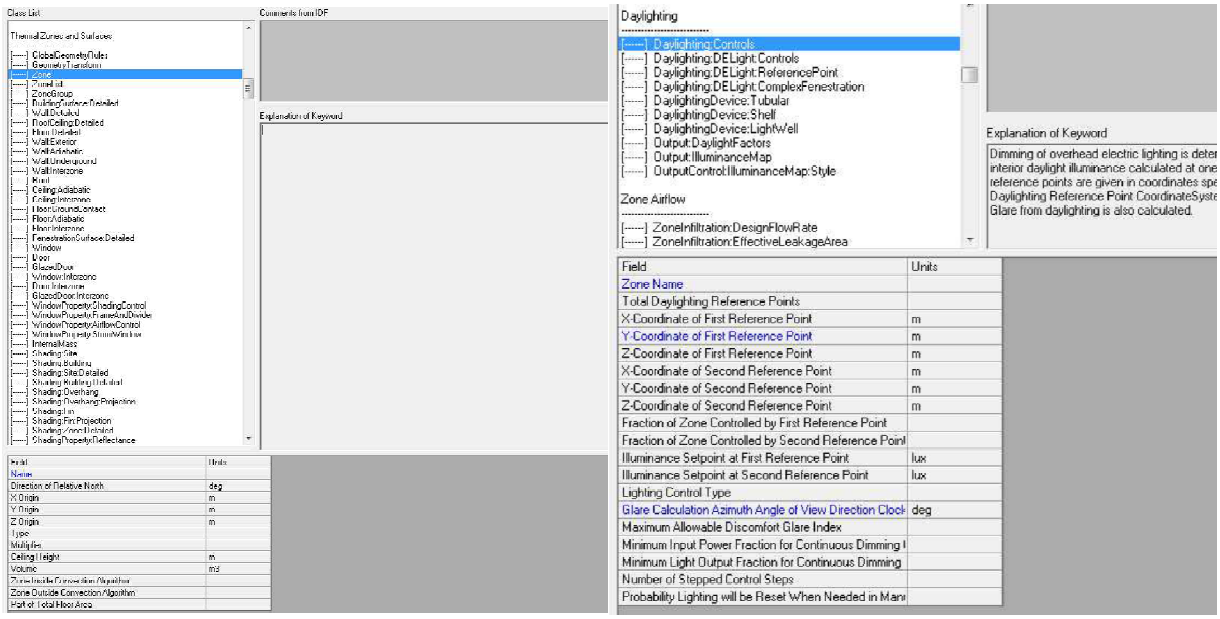


그림 119. Energy Plus 존별 조닝과 일사조건 입력

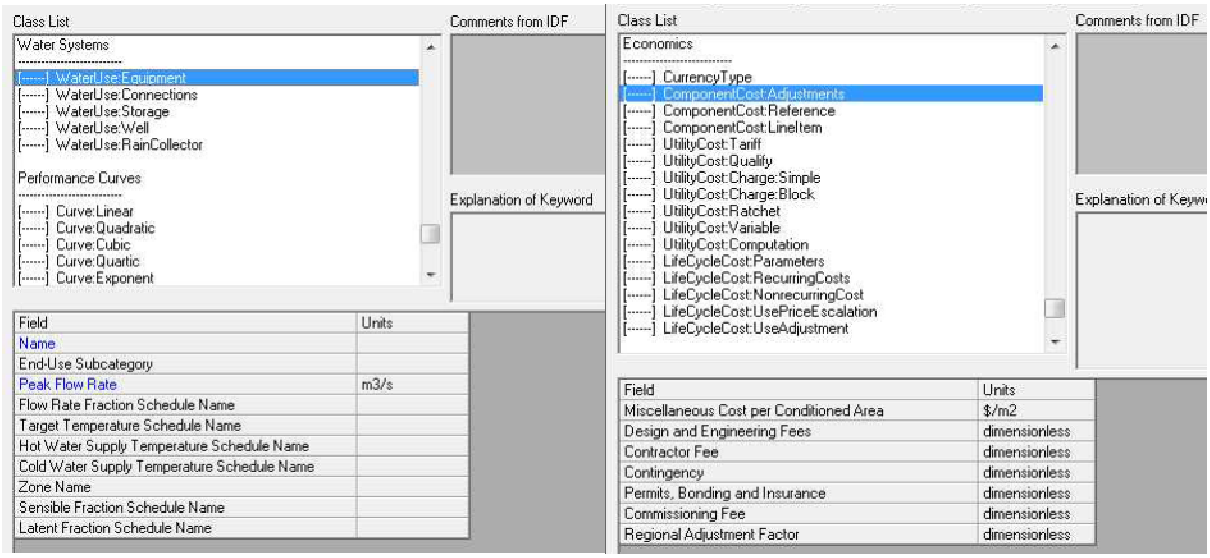


그림 120. Energy Plus 물 사용량 산정 및 LCC 분석

○ 위와 같이 ISO 13700을 기반으로 하는 ECO2는 기본적인 건물 모델/설비 구성/기후 조건 등에 대해서는 동적방식의 ASHRAE 140과 동일하지만 건물 내 운영방안, 제어 방식 및 계절에 대한 건물 내 부하, 그에 대한 설비/시시의 성능과 반응 등의 다양한 입력 변수가 반영되지 않아 시뮬레이션 정확도면에서 떨어짐.

○ 이에 국내 건축물 에너지분석 프로그램 개발 시 건물의 다양한 특성 반영이 가능하도록 동적 시뮬레이션 툴로의 개발 및 전환이 필요함.

3. 세종시정부종합청사 분석

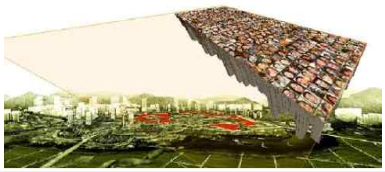
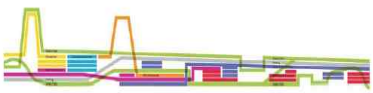
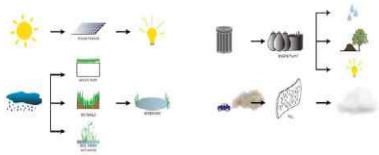
가. 개요

표 68. 세종시정부종합청사 개요

구분	내용
위치	세종특별자치시 어진동
사업기간	2006년~2014년(2012~2014년까지 단계별 이전)
사업규모	총 연면적 60만㎡
단계별 이전기관	1단계 : 국무총리 비서실 등 19개 기관(2012년 이전)
	2단계 : 교육인적자원부 등 18개 기관(2013년 이전)
	3단계 : 국세청 등 12개 기관(2014년 이전)
계획방향	새롭고 미래지향적, 개방적이며 친근함, 환경을 배려하는 지속가능함, 편리하고 안전하며 효율적임

나. 기본계획

표 69. 세종시정부종합청사 기본계획

Flat City	Link City	Zero City
		
20C 고밀도 수직도시를 지양하고 평평함의 도시를 강조	도시 기반시설 간 상호 연결을 통해 시민 편리성 강조	자정시스템을 갖춘 환경 친화적인 도시 제안
		

1) 배치계획

- 1단계 청사의 배치는 단계별 개발계획 및 입지요건 등을 고려하여 중심행정타운 서측의 인공호수변에서 시작하여 중심행정타운 북측 방죽천 앞까지 배치하였으며, 정부청사의 인지성 확보 및 1차 완결이 가능한 형태로 배치함.

- 2단계 청사배치는 청사의 연계성 및 고유특성을 고려하여 중심행정타운 남측의 BRT(Bus Rapid Transit)에 서측 호수변 문화시설로 이어지게 배치함.

- 3단계 배치계획은 방죽천 동측에 위치하였으며, 1.2 단계 청사와 상호 연결을 통하여 중심행정타운 내 정부청사를 완결함.



그림 121. 세종시정부종합청사 배치도

2) 입면계획

- 입면은 길고 구불구불하여 거의 모든 가로에서 조망이 가능하고 외부 입면은 더블스킨으로 구성되며, 내부스킨에는 다양한 재료와 패턴으로 컬러코드를 부여하여 각각의 기관 및 청사기능군의 특성과 조화를 이루도록 하고 청사 하부는 필로티로 구성하여 지상공원을 조성함.

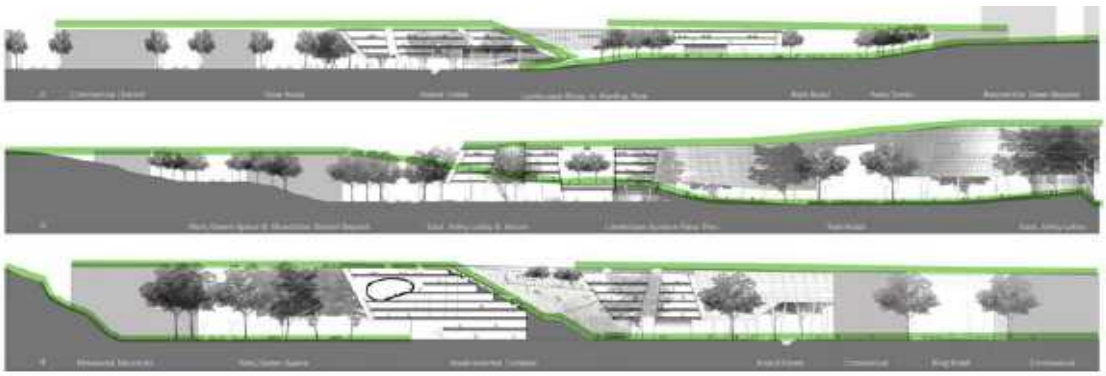


그림 122. 세종시정부종합청사 입면도



그림 123. 주요 건물의 방위별 입면계획

다. 마스터플랜과 현장 답사에 의한 환경계획 비교

1) Mass Design

마스터플랜	현장 답사
기본계획의 3가지 콘셉트에 의하여 기존 건축물들이 대부분 정방형이나 직육면체의 구조를 띄고 있는 반에 세종정부종합청사는 곡면으로 이루 어진 선형구조를 가짐.	· 콘셉트에 따라 선형 매스를 필로티 형태의 연결부를 통해 연결한 낮고 긴 선형구조를 가지게 됨. · 기존의 정방형 구조에 비해 넓은 외표면적을 가지게 되었고 이는 곧 기류와 열손실의 영향을 많이 받게 되는 구조가 됨.

2) Shading System

마스터플랜	현장 답사
· 차양 단면의 형태와 차양각 그리고 표면처리 상태에 따라서 태양열과 태양광의 선택적 흡수가 가능함. · 세종정부청사에는 커튼월 파사드에 차양을 사용함.	· 제 1구역의 경우 남측 입면이 모두 커튼월 구조로 이루어지고 과다한 일사 유입을 막기 위해 부분적으로 차양이 적용됨. · 하지만 기존 계획과 달리 자동 개/폐시스템이 아닌 고정형태로 일사 차단효과가 무의미함.



그림 124. 세종시정부종합청사 차양시스템

3) Green Roof

마스터플랜	현장 답사
 단열, 식물의 친환경성, 급류의 정화 및 보유, 그리고 자연경관과 계절 변화와의 연계 고려	· 기본적으로 전체적인 옥상녹화가 미완성된 상황 이었고 이를 통한 열 부하 감소가 어느 정도인 지, 실효성이 있는지 알 수 없음. · 옥상녹화가 차지하는 면적이 옥상면적이 비해 상대적으로 적어 건물의 옥상이 직접 노출된 부분이 Cold Joint로써 작용하여 단열효과를 보기 힘들뿐만 아니라 건물의 각 부분별로 차단막이 설치되어 있어 Link City로써의 역할도 못하고 있음.

라. 에너지 및 환경적 측면에서의 세종시정부종합청사 건축계획의 문제점

1) 건물형태, 배치로 인한 문제

- 건물의 도시 기반 시설 간 상호연결을 통해 시민 편리성을 강조하는 Link City의 콘셉트에 따라 각 건물을 말발굽형의 선 형태로 배치함으로써 **건물 형태 및 평면계획이 설계자가 에너지절약을 위한 창조적 계획을 할 수가 없음**. 정방형보다 길이가 긴 직사각형 형태는 외피면적이 넓어 에너지 손실이 클 수밖에 없으며 건물의 평면이 기존의 청사들과 마찬가지로 중복도로 계획되어 있어 양측의 온도차가 극심한 차이를 보일 수밖에 없다고 예측됨.

- 세종시정부종합청사의 선형 매스 배치에 의한 기류현상을 Star CCM+를 이용해 시뮬레이션을 수행함.

- 시뮬레이션 결과 [그림 125], [그림 126]과 같이 건물 주변의 기류 발생량이 적어야 유리한 겨울철이 여름철에 비해 오히려 기류 발생이 활발한 것으로 나타남으로써 **세종시정부종합청사 배치계획이 기류환경을 크게 고려치 않았음을 알 수 있음.**

- 또한 각각의 건물을 살펴보면, 여름철 높은 실내온도로 문제가 되는 국토교통부의 경우 기류가 원활한 곳은 남측돌출부 일부 밖에 없으며 북측면의 경우 여름철에는 기류가 거의 정체되는 것을 볼 수 있음. 이 문제는 S자 형태를 띠고 있는 교육부에서도 나타남.

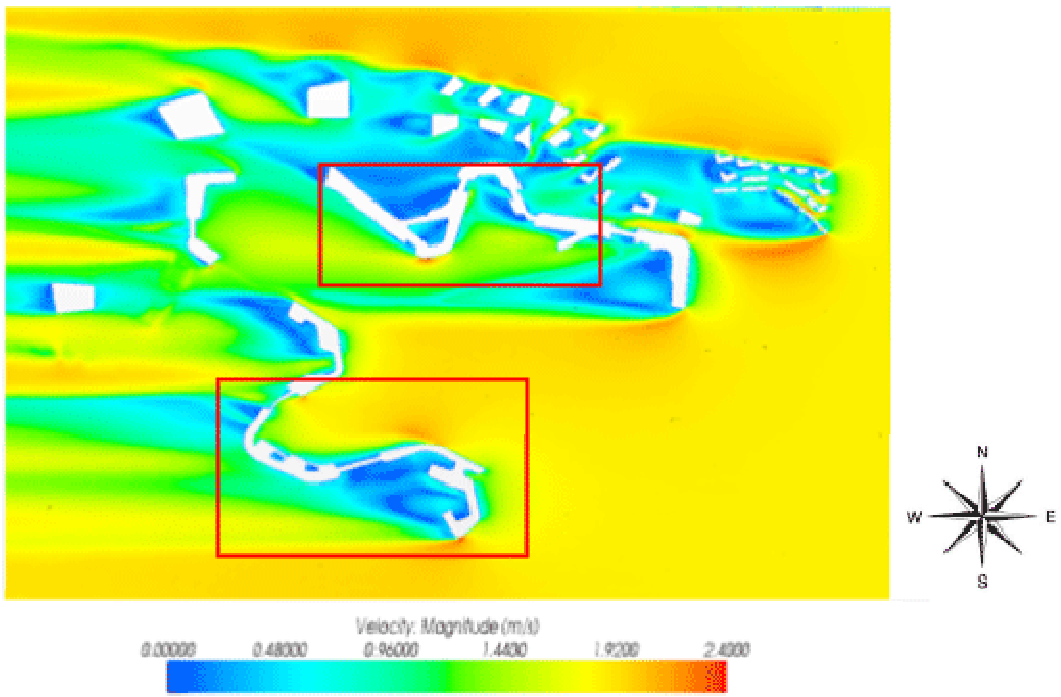


그림 125. 세종시정부종합청사 기류분석 : 여름

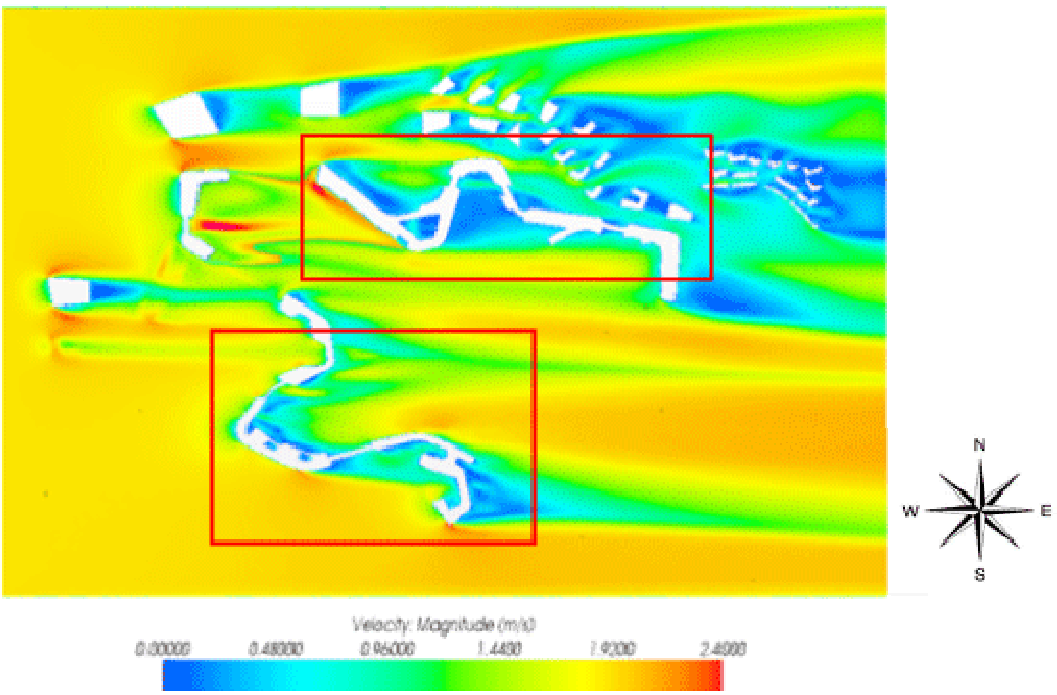


그림 126. 세종시정부종합청사 기류분석 : 겨울

- 특히, 건물 필로티는 기류의 통로가 되어 겨울철 집중기류가 흐름으로써 주변 환경의 열악한 요인이 되었음.

- [그림 127], [그림 128]을 살펴보면, 단면A-A'와 B-B'에서 높이가 낮은 청사 건물의 특성상 크게 기류흐름이 악화되는 곳은 없지만 구불구불한 선형 구조 건물이 마주보는 부분이 있는 C-C', D-D' 단면을 보면 **<u>각각 마주보는 부분에서 기류정체가 극심해 환기에 영향을 끼칠 것으로 예측됨.</u>**

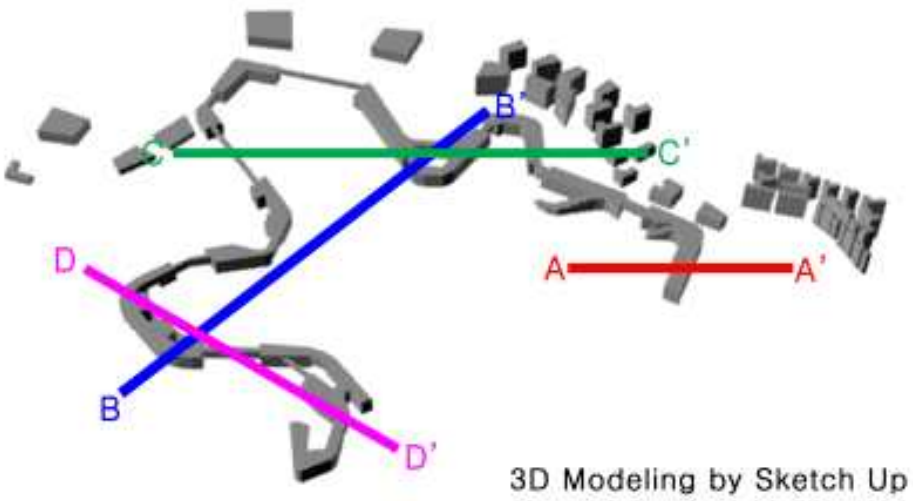


그림 127. 단면에 따른 기류의 흐름(1)

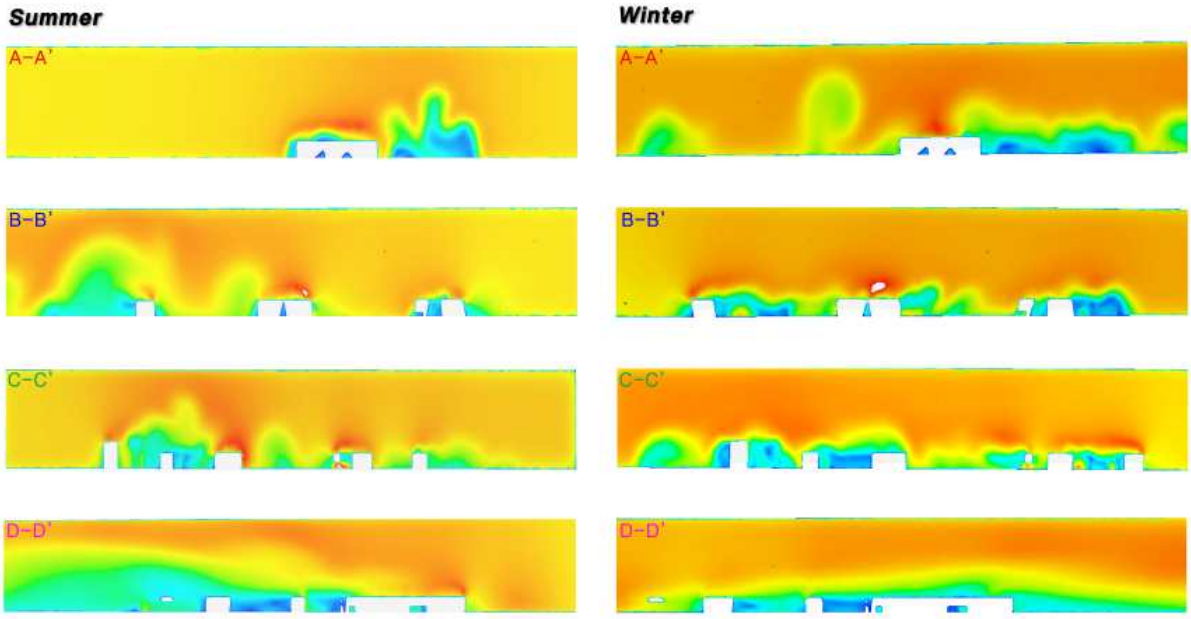


그림 128. 단면에 따른 기류의 흐름(2)

2) 유리커튼월로 인한 일사 유입

열화상 카메라 실측 결과, 27.2℃의 외기온도에 비해 건물 표면의 온도는 3.7 ~ 8.5℃ 더 높은 온도를 보임. 이는 일사에 의해 달궈진 표면임을 감안해도 상당히 높은 수치로서 여름철 두 건물이 온도조절을 실패하고 있음을 보여주는 자료임. 특히 개폐가 가능한 창문 중 열려있는 부분을 살펴보았을 때 주위보다 온도가 낮게 측정되는 것으로 보아 건물 내부의 냉방부하가 상당히 높은 것을 알 수 있음.

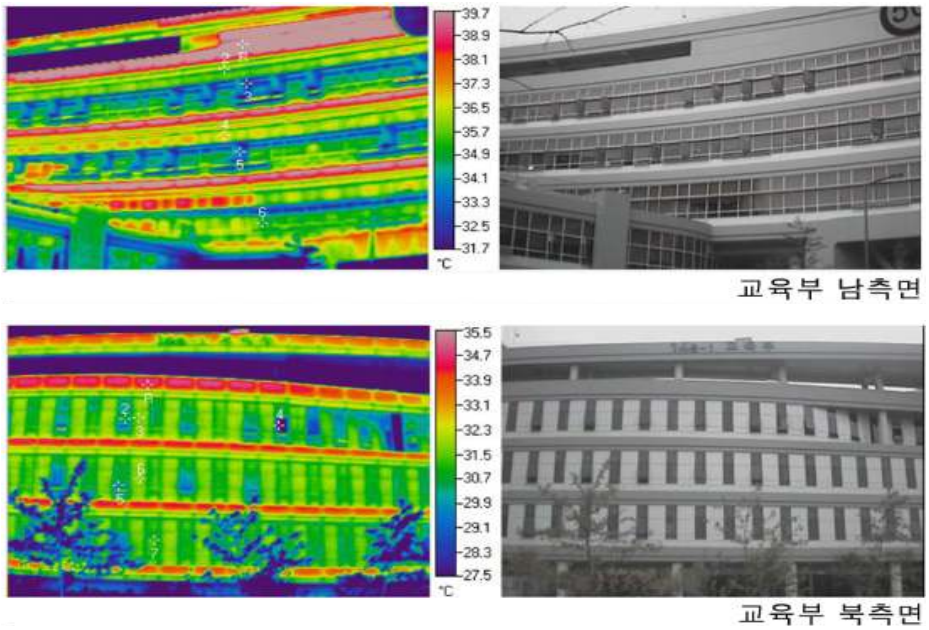


그림 129. 교육부 열화상카메라 측정 남측(위), 북측(아래)

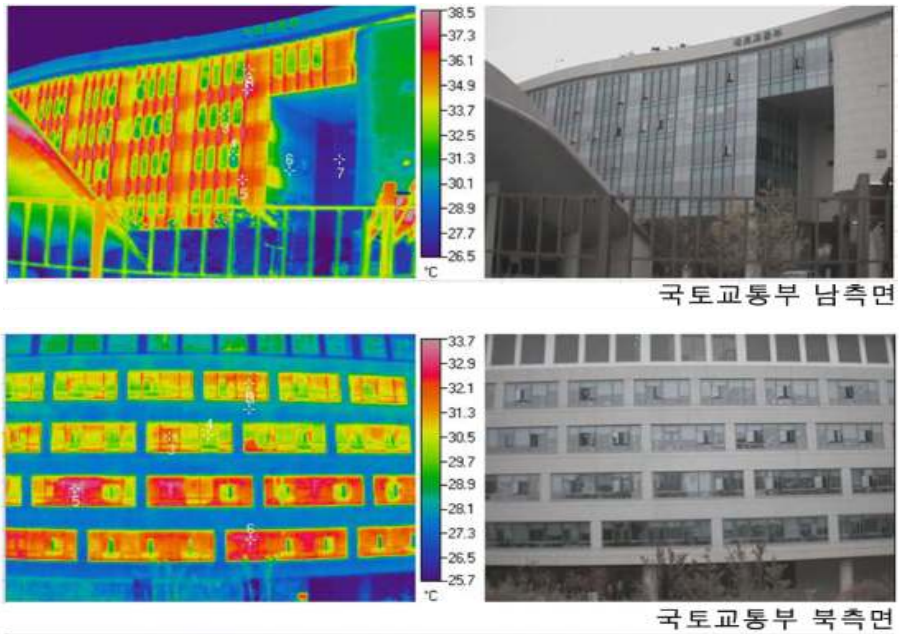


그림 130. 국토교통부 열화상카메라 측정 남측(위), 북측(아래)

마. 소결

○ 세종시정부종합청사 분석 결과, 본 건물은 이미 마스터플랜이 정해져 있는 상태에서 친환경 접근 및 에너지절약이 고려되지 않은 건축의 배치계획에서 설계가 진행됨에 따라 1차년도에 분석한 금천구청사, 성남시청사, 용산구종합행정타운, 용인시청사에서 나타난 문제점들이 유사하게 나타남.

○ 「건축물패시브디자인가이드라인」,「공공청사설계지침」을 적용한다 할지라도 초기 계획단계에서부터 에너지를 고려하지 않는 다면 설비요소를 통한 리모델링은 한계가 있음.

표 70. 패시브디자인분야에 따른 계획요소 분류

패시브디자인 분야	패시브계획요소	계획사항
배치 및 대지활용 계획	일사 및 일조	일조시간, 일조권 간섭방지, 채광률, 채광면적
	미기후 개선	바람길계획, CFD평가, 대지 내 수목피도
	열섬현상 완화	주차공간 차양, 외피의 과열 방지계획
	향	최적향 계획
	지중열 이용	쿨피트, 쿨튜브, 써멀라비린스 계획
건물 형태 및 단면계획	형태계획	S/V비, 장단변비, A/P비, VOLM평가 및 형태계획
	단면계획	층고
공간 프로그램 및 실내계획	공간프로그램	향별 프로그램 계획
	완충공간	태양굴뚝, 아트리움, 일광욕실, 발코니, 이중외피, 축열체 등 완충공간계획
	자연채광	채광방식별 계획, 채광장치별 계획
	자연환기	연돌효과, 베르누이효과, 맞통풍, 나이트퍼지 개념 적용, 최소 개구면적 및 위치계획
	열쾌적	건물 생체기후도 반영

외피계획	외피단열	패시브단열 및 열교방지, 외단열계획
	창호(유리)계획	패시브 창호계획, 창면적비 계획
	차양계획	차양방식, 향별 외부차양
조경계획	수평녹화	수평녹화 계획
	수직녹화	수직녹화 계획

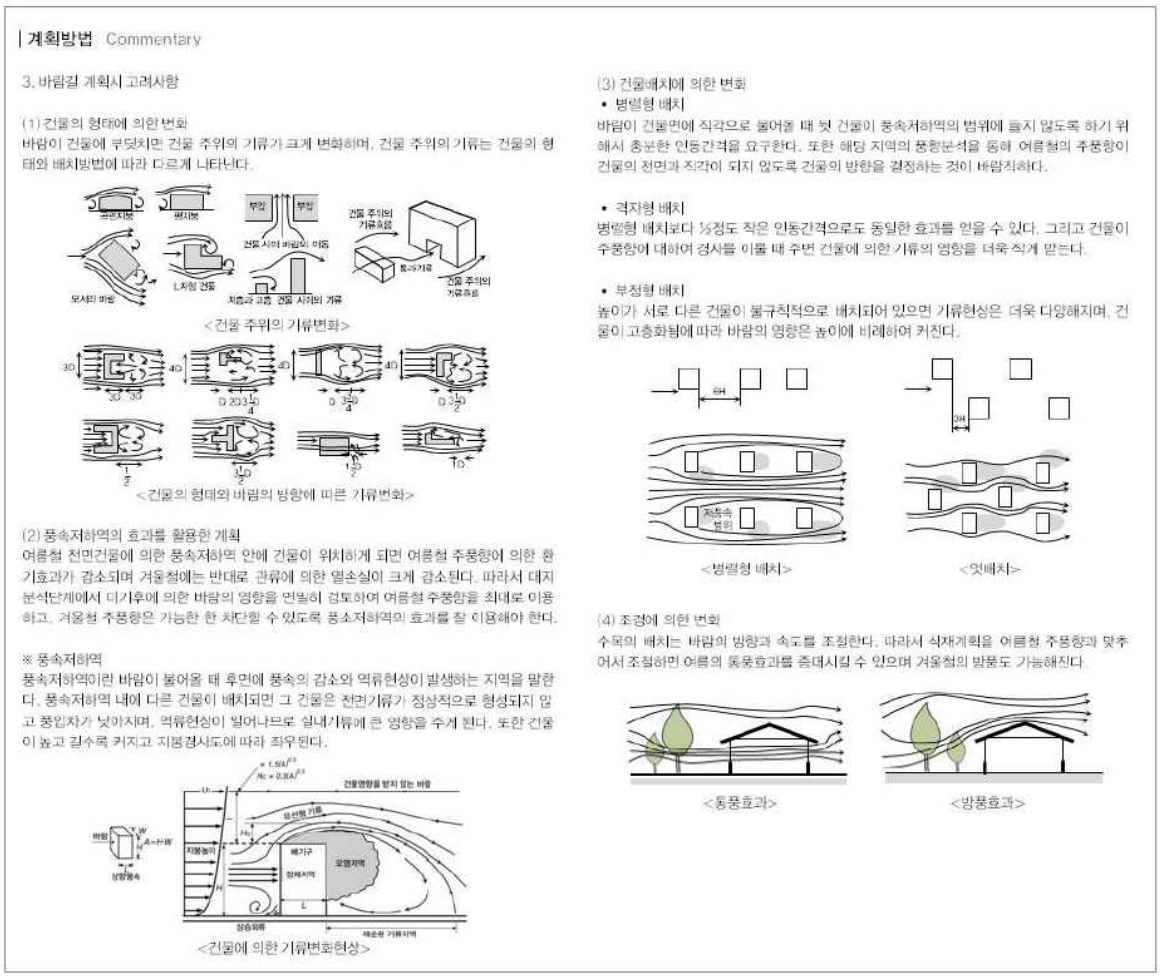


그림 131. 건축물 패시브디자인 예시

표 71. 공공청사 설계지침

내용	의견사항
일반사항 3) 건축물에너지효율등급인증규정에 의한 건축물에너지효율 '1등급'을 획득할 수 있도록 계획함.	건축물에너지효율등인증제도는 냉방, 난방, 조명, 급탕 등의 기준으로 등급별 사용용량을 세분화하여 평가하지만 건물에너지는 지역기후 및 사용패턴과 밀접한 관련이 있으며 에너지분석프로그램 또한 에너지총량을 파악하기에 미비함.
일반사항 4) 건축물의 에너지절약설계기준의 에너지성능지표를 90점 이상 획득할 수 있도록 계획함.	에너지성능지표는 건축과 관련한 단열성능 강화, 설비와 관련하여 고효율 사용기기 권장 등으로만 구성되어 있어 실질적인 건축물의 에너지 사용량을 제한하고 평가할 수 없음.

일반사항 5) 친환경건축물인증기준에 의한 '최우수' 등급을 획득하도록 하되, 비용 상승이 최소화되도록 함.	녹색건축인증제도에서 최우수, 우수등급을 획득한 공공청사 건물이 실제적으로 에너지 다소비 판정을 받음으로써 최우수 등급 획득은 에너지와는 무관하며, 특히 비용상승의 최소화는 친환경건물을 계획함으로써 운영기간 동안 투자 비용에 대한 회수가 미비하기 때문에 비용과 친환경건물의 관계가 성립되지 않음. 호주의 경우 "친환경=수익"이라는 인식이 자리잡혀있음.
일반사항 6) 건축물 패시브 디자인 가이드라인을 활용하여 계획함	건물의 부하를 줄이는 디자인 계획은 예전과 별 차이가 없음. 또한 이는 건물 유형 혹은 case마다 다르며 건축가의 창의력에 달림.
일반사항 7) 에너지절약 관련 최신 법령 등에 적합하도록 계획함	건축물에너지절약설계기준, 공공기관에너지이용합리화추진에 관한 규정, 신에너지 및 재생에너지개발·이용·보급촉진법, 신재생에너지설비의 지원 등에 관한 기준, 고효율에너지기자재보급촉진에 관한 규정 등의 사항이 현재 실효성이 부족함

○ 세종시정부종합청사와 같은 공공청사건물이 녹색건축이 되기 위해서는 다음과 같이 건축법규, 인증프로세스 및 녹색건축인증제의 내용 개정이 선행되어야 함.

바. 세종시정부종합청사 분석에 따른 연구목표 대비 변경 사항

핵심성과명	핵심성과 설명	
	연구계획	변경사항
국내 녹색건축인증제도 및 설계심의제도 가이드라인	국내외 인증제도 법규 및 설계심의제도를 분석한 결과를 바탕으로 국내 녹색건축인증제도 자체의 적합성 및 각 항목의 평가내용 및 평가적합성을 비교한 보고서	
녹색건축을 위한 설계지침 및 디자인 가이드	공공건축물의 에너지절약을 위해 필요한 최소한의 설계지침 및 디자인에 대한 가이드	**건축계획 초기부터 건축주관 하에 녹색건축을 위해 고려해야 하는 건축의 패시브디자인의 중요성에 중점을 둔 녹색건축을 위한 건축법규, 지침 및 설계프로세스제안으로 설정함**

* 당초 계획된 공공건축물의 에너지절약을 위해 필요한 최소한의 설계지침 및 디자인에 대한 기본 계획은 <표 72>와 같으며 이를 통해 기존 공공청사(세종시정부종합청사)의 리모델링계획안을 제시하기로 하였으며, 계획목표에 따라 세종시정부종합청사를 위와 같이 분석하였음.

표 72. 연구 계획

정의	· 공공건축물의 에너지절약을 위해 필요한 최소한의 녹색건축 설계지침 및 디자인
설정 사유	· 녹색건축과 관련한 사항들이 소위 녹색기술이라고 하는 부위별 요소에 중점을 두고 있으며 수치적 해석에 중점을 두고 있음. 따라서 건축가가 배제되어 있거나 참여가 극히 저조하다고 볼 수 있다. 본 성과는 부위별 요소가 아닌 건축계획 초기부터 건축주관 하에 녹색

	건축을 위해 고려해야 하는 건축의 패시브디자인에 중점을 둔 설계지침을 제시하고자 이와 같이 설정함.
목적	· 녹색건축 인증제도 개정을 통해 진정한 녹색건축물을 실현하기 위해서는 에너지관련 건축법규의 개정, 지침 및 설계프로세스의 개정을 통해 건축가의 참여유도와 창의적 디자인을 존중함과 동시에 건물의 에너지절약을 유도함.
성능 목표	(기존기술 수준) 건축의 부위별 요소기술의 정량화에 치중되어 있어 종합적인 설계지침이 미비하며 건축비용을 가중시킴 (개발기술 수준) 녹색건축 디자인 프로세스에 주안을 두어 설계계획초기단계에서부터 환경과 에너지 Concept이 반영될 수 있도록 함. (개발기술 수준 설정근거) 녹색건축 관련 제도 정책 제안, 기존 공공청사건물의 리모델링 계획

○ 현재 녹색건축인증의 예비인증과 본인증 시기 및 절차, 평가방법이 건축물 설계와 에너지효율을 뒷받침하지 못하고 건축설계가 건축물의 에너지효율에 미치는 영향 등을 사전에 검토할 수 없어 에너지효율적인 녹색건축물 실현이 미흡한 상태이며 기존에 제시되고 있는 공공청사의 설계지침서는 위에서 언급된 상황을 바탕으로 하여 녹색건축물설계와는 관련성이 적으며 기준만 제시하고 있을 뿐임.

○ 본 연구에서는 설계사무소와의 협업을 통해 분석에 의해 나타난 문제점은 건축 프로세스에 있다고 판단하였으며 패시브디자인 설계지침은 단편적인 열거로는 기존과 차별성을 줄 수 없으며 인증제도 및 법규의 프로세스의 근본적인 변화가 있어야 설계지침이 제대로 작용될 수 있음. 이에 “녹색건축을 위한 설계 및 디자인 가이드”를 부위별 요소가 아닌 근본적으로 건축가가 초기부터 녹색건축계획에 참여하며 건축의 패시브디자인의 중요성에 중점을 둔 녹색건축 전반에 걸친 프로세스 제안으로 설정함.

○그 결과, 공공청사의 설계지침서는 에너지절약계획서, 에너지성능지표검토서(EPI), 녹색건축인증기준 요구사항을 만족하고 건축물 패시브디자인가이드라인을 활용하여 계획하도록 되어 있지만 본 연구에서는 녹색건축을 위해서는 녹색건축인증제도 뿐만 아니라 이를 뒷받침하는 건축법규 및 에너지성능지표검토서(EPI)가 건물의 에너지사용량을 평가할 수 있는 구조로 개정되고 녹색건축설계에 대한 접근과 이를 평가하는 인증절차가 서로 부합하여 인증시기 및 절차에서부터 녹색건축설계프로세스가 반영되어 진행되어야 함을 제안함.

○ 독일 베를린에 위치한 [그림 132], [그림133]의 “북유럽 대사관(Nordische Botschaft)”은 덴마크, 핀란드, 아이슬란드, 노르웨이, 스웨덴 대사관이 한 곳에 보여 있는 곳으로 세종시 정부종합청사와 유사한 배치형태를 보이지만 최근 가장 성공적인 녹색건축으로 평가되는 건물임. 신재생에너지 사용 없이 패시브디자인으로만 에너지절약형 건물을 설계하였으며 특히, Facade 차폐시설로서 5개 건물을 둘러싸고 각각의 건물은 건물대로 다양한 디자인으로 일사를 차단하는데 주력하도록 계획되어 있음.



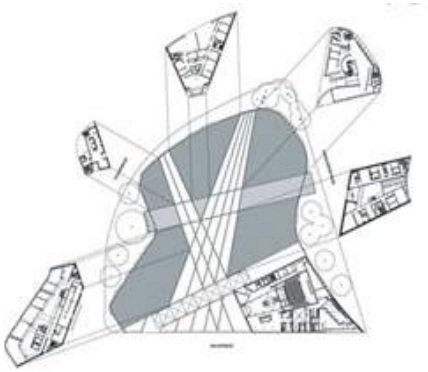






그림 132. 베를린 북유럽 대사관(1)





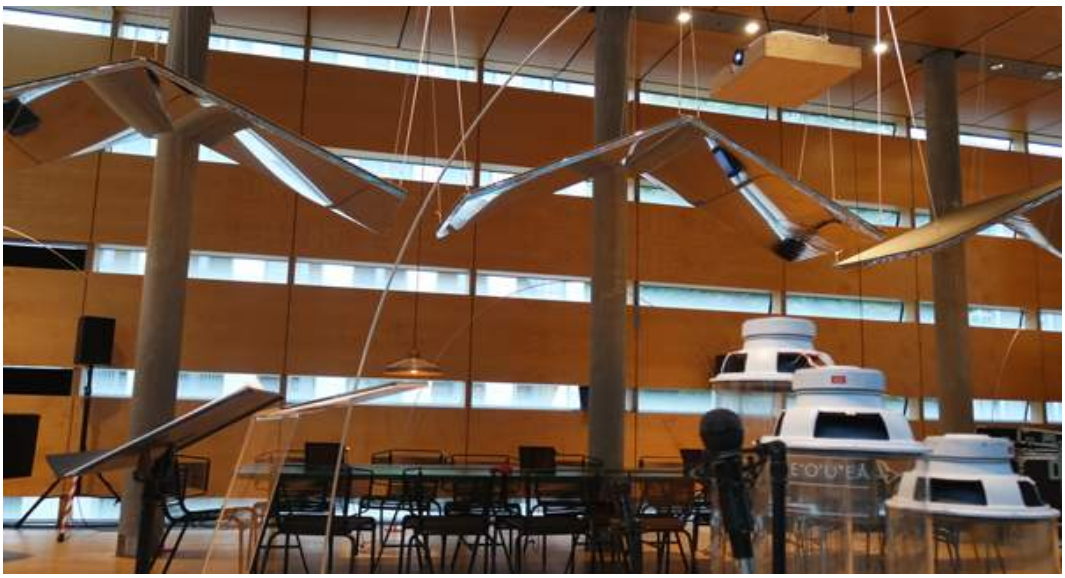


그림 133. 베를린 북유럽 대사관(2)

○ 이렇듯 Facade Design의 변화를 통해 외피부하를 분석하고 일사조절을 위해 전체적인 에너지효율을 고려한 건축디자인이 녹색건축이 되는 바람직한 방향이며 이를 토대로 인증제도 및 설계프로세스 제안을 다음과 같이 하고자 함.

4. 인증제도와 설계프로세스 개정

건축물의 에너지 감축을 위해서는 패시브디자인이 액티브디자인보다 에너지절약량이 크기 때문에 훨씬 우선되어야 하며 이를 위해서는 건축가가 건축계획 초기부터 참여해야함.

가. 국내외 설계프로세스와 인증시점

(1) 국내

○ 현상설계, 턴키로 진행되는 공공건축물 설계는 시간과 비용에 대한 인식부족으로 건축계획안과 보고서, 시뮬레이션 수행이 통합적으로 이루어지지 않고 피드백 시간 확보가 어려워지면서 실시설계 이후에도 아이템으로 경쟁하게 되는 현상이 발생함.

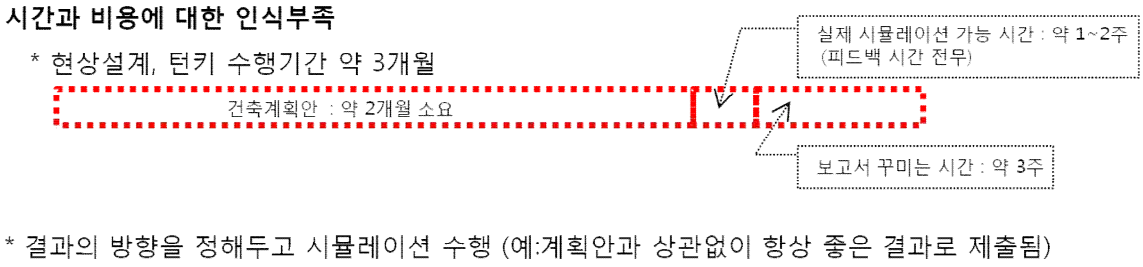


그림 134. 현상설계 및 턴키 과정

○ 녹색건축인증은 사용승인·사용검사를 받은 날로부터 3년이 경과되기 전에 신청이 가능함. 예비인증은 사용계획 승인을 받은 후 건축물 설계에 반영된 내용을 대상으로 '예비인증신청→인증심사→예비인증수여'의 과정을 거치도록 되어 있으며 사용승인 후 본인증도 이와 동일하게 진행됨.[25] 결국 인증과정자체가 설계/시공 프로세스 간의 연계성이 결여되어 있어 실질적인 건물 성능확인 평가 이행이 불분명함.

- 예비인증 : 설계가 완료된 이후 인증기준에 적합하게 설계되었는지를 평가하며 에너지절약설계에 대한 피드백이 전무하기에 현재 프로세스 상에서는 건축물의 에너지효율을 정확히 파악하기 어려움.

- 본인증 : 녹색건축인증기준에 따라 자체평가서가 작성되었는지, 정해진 제출서류가 포함되었는지 등을 평가하는 서류심사와 자체평가서의 작성 사항이 현장에 반영되었는지를 확인하고 촬영하여 보고하는 현장심사로 구분됨. 이러한 평가방법은 건물의 실질적인 에너지사용량을 평가할 수 없음.

25) 녹색건축인증에 관한 규칙 제6조(인증 신청 등) 제①항

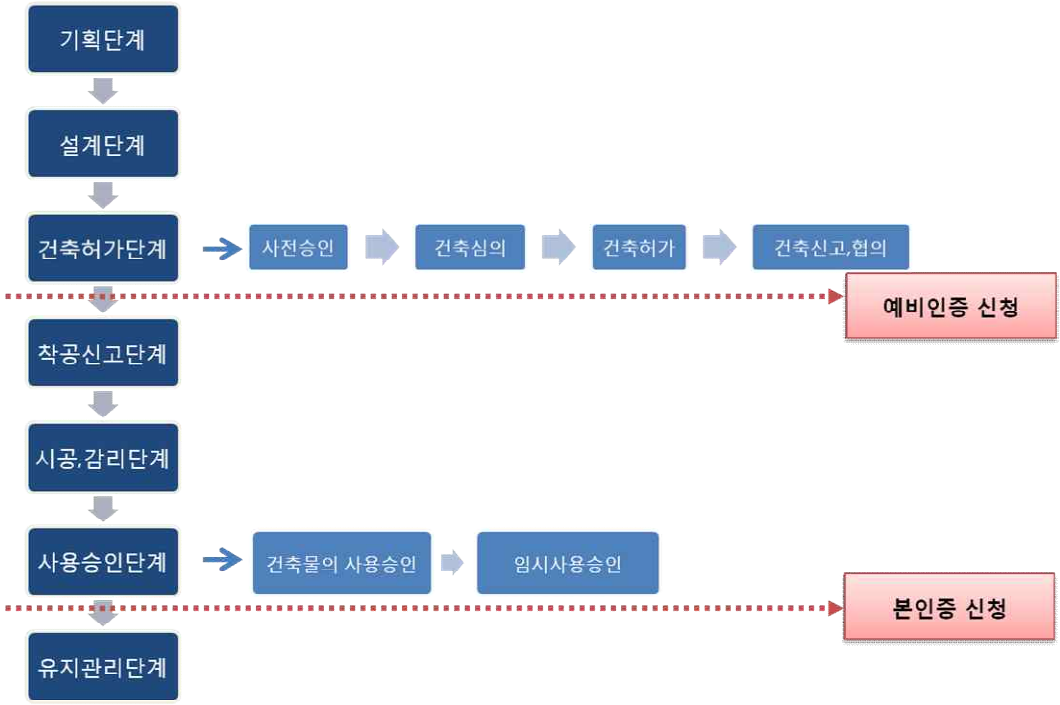


그림 135. 녹색건축인증제 인증 시점

○ 결국 이러한 현상은 위의 내용에서 언급한 것처럼 에너지평가에 대한 변별력이 부족하여 설계아이템, 설비시스템으로 경쟁하는 경우가 많아지면서 보여주기 위한 목적의 에너지절약/녹색건축물이 나타나게 됨.

에너지평가에 대한 변별력이 없으므로, 아이템으로 경쟁



그림 136. 녹색건축의 아이템

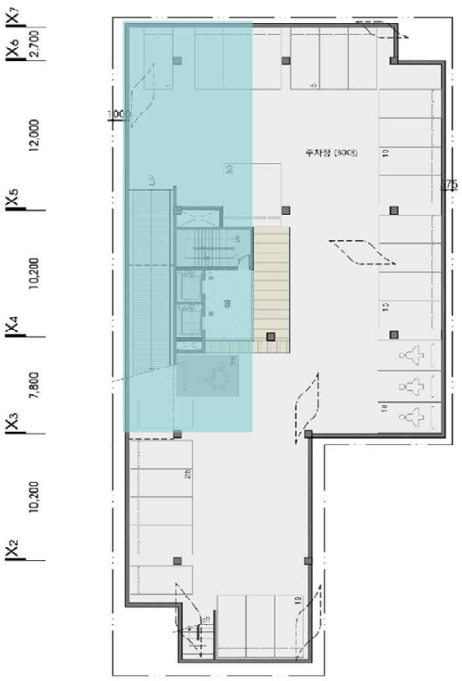
○ 또한, 요구되는 인증등급을 획득하기 위해 실시설계 시 설계변경이 발생하고 현상설계와는 다른 설계가 되기도 함. 서울시는 「그린디자인 서울 공공건축물 설계 가이드라인」을 통해 다음 사항을 요구함.

- 신재생에너지 : 에너지사용량의 10% 이상 설치
- 녹색건축인증 : 최우수등급
- 건축물에너지효율등급 : 1등급
- 에너지절약계획서 EPI : 90점 이상

○ 현상설계에서 당선된 안이 서울시에서 요구하는 인증등급을 받기 위해 우수저류조 설치, 태양광설치, 중앙공조, 액세스플로어, 전동 차양시스템을 적용함에 따라 평면도가 변경되고 실시설계에서는 전혀 다른 건물이 계획되기도 함.

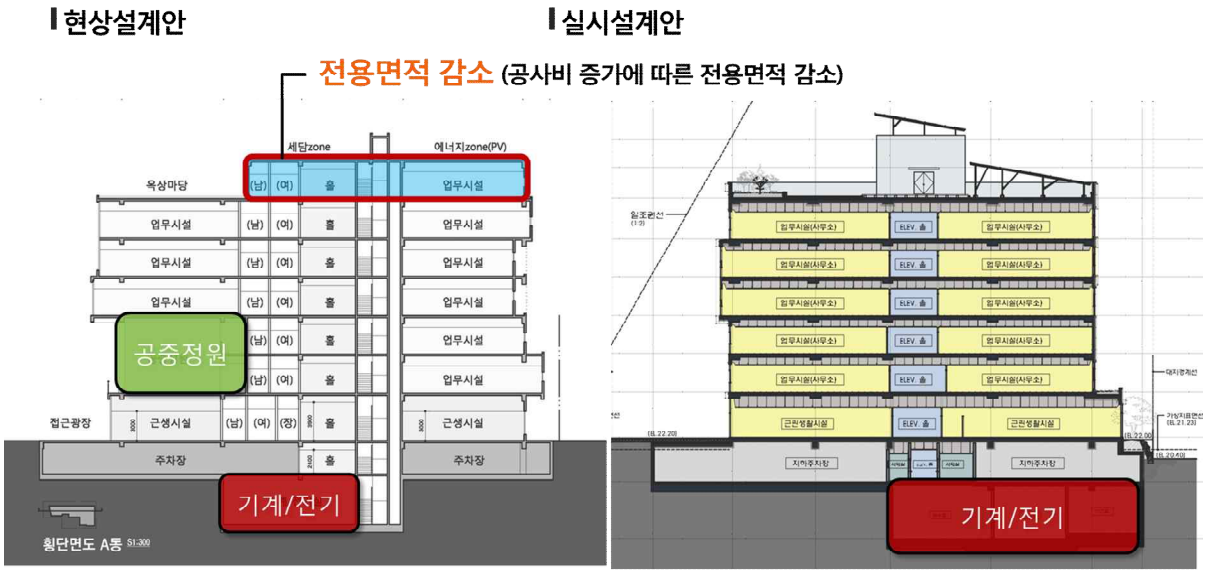
○ 기계실 및 전기실의 면적 증가로 전용률이 떨어지고 주차장 설치 등에 따른 자연지반 확보가 어려워 이와 관련한 녹색건축인증제「생태환경」평가항목의 자연지반녹지율, 생태면적률에서 점수 획득이 어려움. 또한 신재생에너지와 관련하여 태양광이외에는 별다른 대안이 없는 상황이지만 이마저도 실효성 및 경제적 이익이 불분명함.

▌현상설계안



▌실시설계안





(2) 국외 설계프로세스와 인증시점

○ 미국, 영국, 호주에서는 초기계획단계부터 건축주와 함께 인증 등급을 상의하는 것으로 시작됨. 에너지와 지속가능성에 대한 모든 비용이 인증 등급의 계획에 포함되어 있으며 설계자와 건축주, 관련 전문가들의 피드백이 이루어지도록 되어 있음.

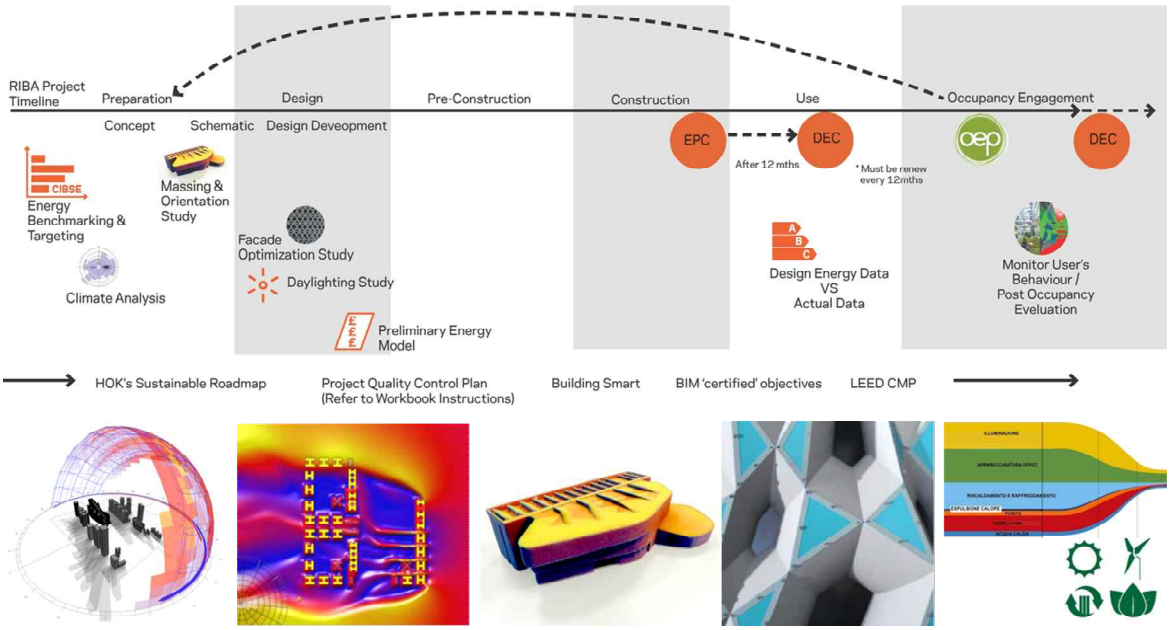


그림 137. 영국 HOK의 설계프로세스

○ 인증업무에 관여하는 전문가인 '에너지평가사(Energy Assessor)'는 인증업무를 수행함에 있어 필수적이며 법규 및 제도에서 에너지평가사에 의해 에너지평가가 이루어지도록 제시하고 있음.

○ 또한, 인증에 관한 모든 과정의 권한 및 책임은 평가사에게 있으며 높은 등급을 획득하기 위해서 평가사뿐만 아니라 각 분야별 전문가가 초기부터 참여해야 함.

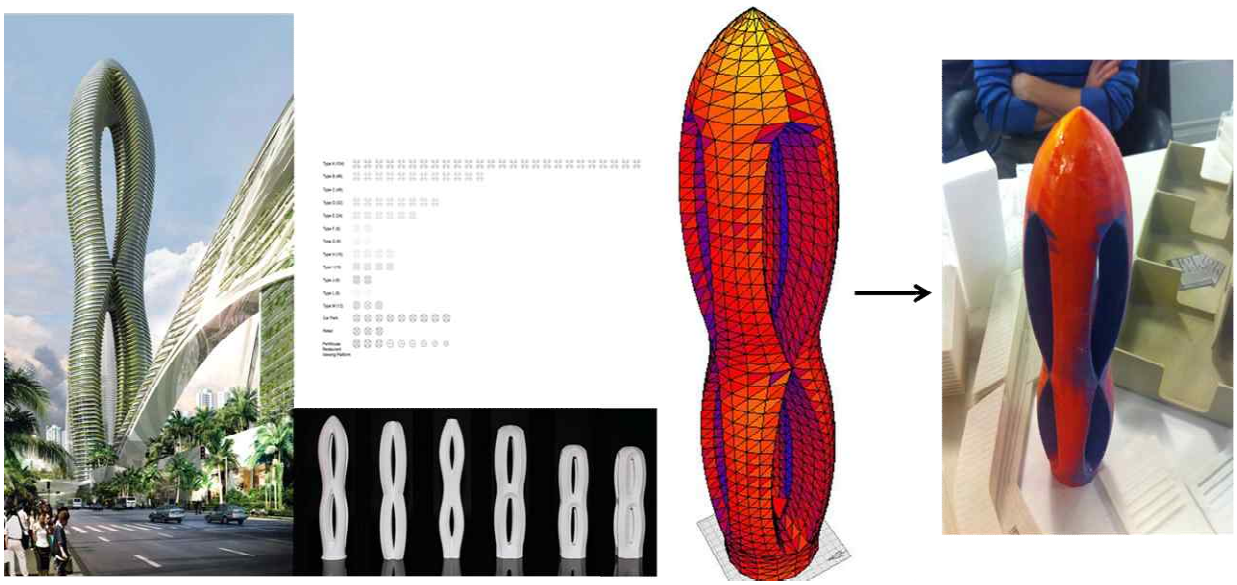


그림 138. Revit Model을 통한 건물의 일조 분석(by H.O.K)

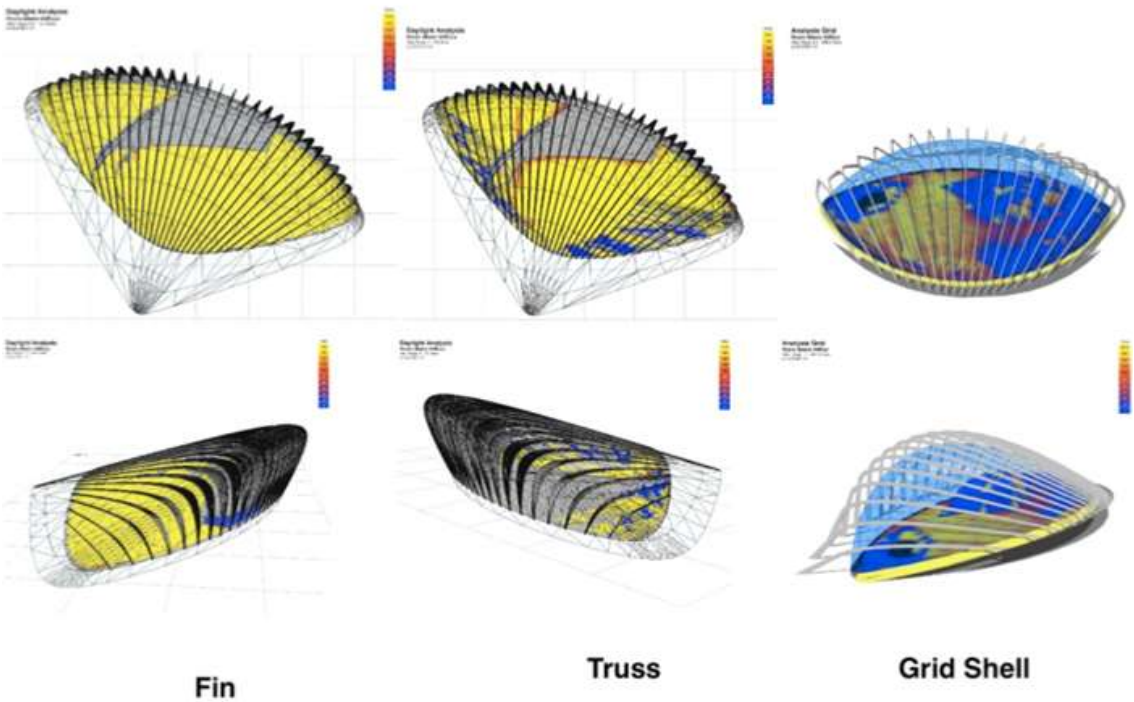


그림 139. Garden by the Bey의 Passive Design Simulation:일조분석(by Ateliten)

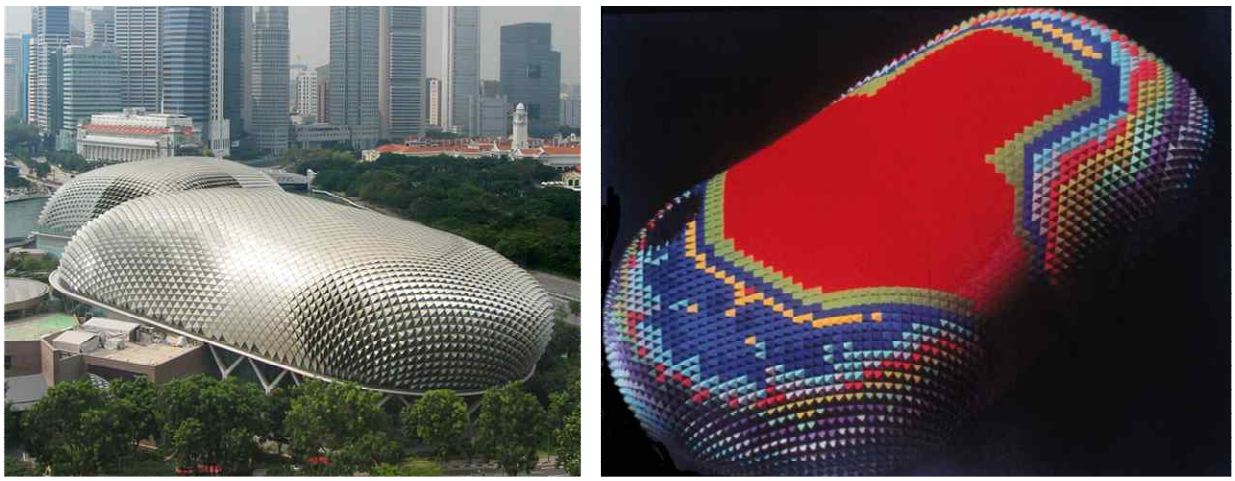


그림 140. Esplanade Theatre Passive Design Simulation:일조분석(by Ateliten)

○ LEED와 BREEAM의 인증시점을 살펴보면, 디자인단계와 준공 후 12개월 동안 커미셔닝을 통한 건물 성능 확인 이후 시점의 두 단계에 걸쳐 인증심사가 이루어진 후 인증이 최종 승인되며 초기계획단계에서부터 건축주와 관련 전문가들이 함께 인증 등급을 상의하는 것으로 시작되어 관련 전문가들의 피드백이 가능함.

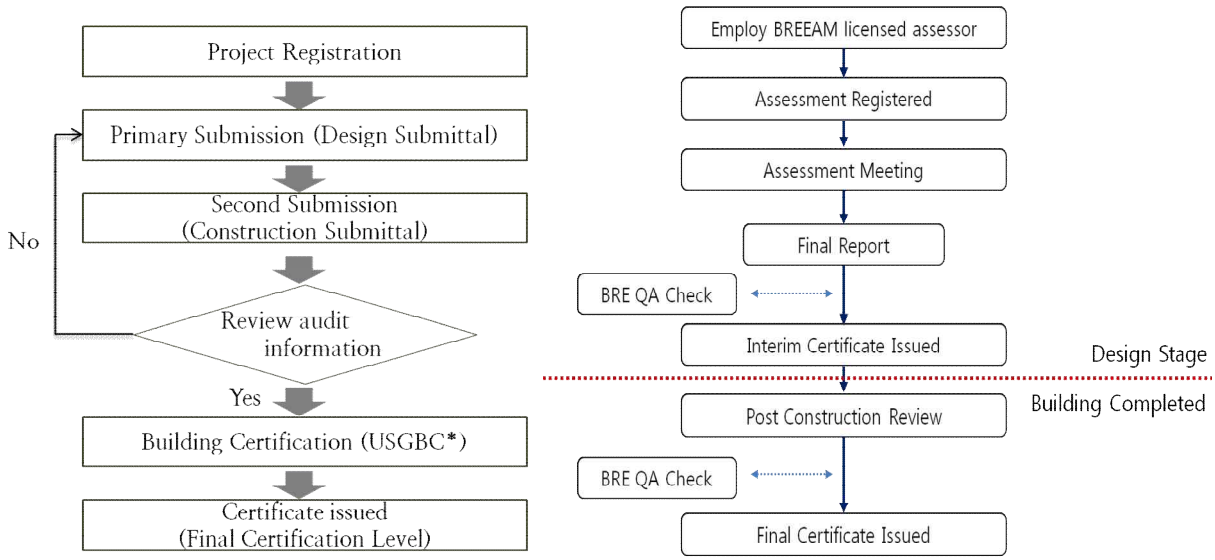


그림 141. LEED Process(좌), BREEAM Process(우)

○ 호주는 NABERS(National Australian Built Environment Rating System)제도를 통해 12개월간의 건물 운영으로 인한 실제 에너지 소비량을 측정, 평가하여 초기계획과 비교하여 문제점을 찾아내고 인증을 함. 등급은 1년동안 유효하며 건물 운영단계에서 여러 번의 등급을 획득할 수 있으며 시간이 지남에 따라 등급이 향상되는 경우 높은 평가와 보상을 받을 수 있음.

- 에너지 : 당해 소비한 에너지(전기, 가스, 석탄, 석유 등)의 양을 평가하고 그린파워[26]로부터 제공받은 것이 어느 정도인지 파악함.
- 물 : 당해 소비된 물의 양과 재활용된 물을 얼마나 사용했는지 평가함.
- 폐기물 : 평가항목에 새로 추가된 것으로 하루에 한 사람당 얼마만큼 자원을 사용했는지 총합계(종이 사용 등)와 사용된 재료들의 재활용이 얼마나 되었는지에 대하여 평가함.
- 실내 환경 : 당해 실내 쾌적환경, 공기 질, 실내소음, 조명과 실내 레이아웃 등의 비율을 평가함.

나. 에너지평가사

○ 현상설계, 턴키 제도상의 에너지 확인 기능이 부재하며 에너지를 전문적으로 평가할 수 있는 평가사가 부재함. 영국은 건축법규 자체에서 프로젝트 초기에서부터 운영단계까지 에너지평가사가 참여하여 건물과 관련한 모든 사항을 토론하고 관리하도록 되어 있음. 국내는 2013년 에너지평가사를 첫 도입하여 자격시험을 치렀으나 그 효과가 어떠할지는 아직 예측할 수 없음. 현재 녹색건축인증제도의 본인증을 개선하여 실제 준공 후 사용에너지를 검증하는 전문가의 역할을 수행하는 것이 바람직할 것임.

○ 에너지절약 및 녹색건축물 설계의 대부분은 디자인에서 결정됨.
국내 녹색건축물 설계에서는 패시브적 건축설계와 디테일 개발이 시급하며 건축초기부터 설계자가 주도하는 녹색건축물 설계가 이루어질 수 있도록 인증제도의 개선이 필요함.
또한, 녹색건축물 설계와 인증제도에서 보다 창의적이고 혁신적인 디자인을 장려하도록 하여 건축설계자가 자발적으로 녹색건축물 설계에 주목해가는 여건이 마련되어야 함.

26) 재생에너지로서 전기나 가스의 사용을 대체하여 전력회사로부터 구매 가능한 것을 뜻함.

5절. 연구 수행 결과 및 제안

현재의 설계 프로세스(건축설계 인허가)와 건축법규(설비 및 에너지 관련 사항), 녹색건물 인증제도(前 친환경건축물인증제도)로써는 건물사용에너지를 줄여 궁극적으로 온실가스를 감축하는 녹색건축물을 실현할 수 없다. 이에 본 연구결과를 ① 녹색건축물 정의 재정립 ② 설계프로세스(건축설계인허가)절차의 개정 ③ 건축법규 중 설비 및 에너지 관련 사항 전면 추가 제안 ④ 녹색건물인증제를 개편하는 것을 제안하고자 한다.

1 녹색건축물 정의의 재정립

녹색건축물과 관련한 법규에서는 다음과 같이 각각 정의하고 있다.

표 73. 녹색건축 관련 법규에서의 녹색건축에 관한 정의

「저탄소 녹색성장기본법」 제54조 (2013.2.23.국무총리실)	**"녹색건축물"** 이란 에너지이용효율 및 신재생에너지의 사용비율이 높고 온실가스 배출을 최소화하는 건축물이라 정의
「녹색건축물조성지원법」 제2조(정의) (2013.2.23. 국토교통부)	**"녹색건축물조성"** 이란 녹색건축물을 건축하거나 녹색건축물의 성능을 유지하기 위한 건축활동 또는 기존 건축물을 녹색건축물로 전환하기 위한 활동이라 정의
「녹색건축물조성지원법」 제16조 (2013.2.23. 국토교통부)	**"녹색건축인증"** 이란 지속가능한 개발의 실현과 자원절약형이고 자연친화적인 건축물의 건축을 유도하기 위함이라 정의 G-SEED(Green Standard for Energy and Environment Design)
「건축법」 제2조 (2005.10.11. 건설교통부)	**"친환경건축물인증제도"** 란 지속가능한 개발의 실현을 목표로 인간과 자연이 서로 친화하며 공생할 수 있도록 계획. 설계되고 에너지와 자원 절약 등을 통하여 환경오염부하를 최소화함으로써 쾌적하고 건강한 거주환경을 실현한 건축물이라고 정의

1) "녹색건축" 인지, "녹색건축물인증" 인지 분명히 해야 함.

○ 위의 <표 73>과 같이 2013년 제정된 "녹색건축인증" 정의는 기존의 "친환경건축물인증제도" 정의와 동일하며 상위법인 「저탄소녹색성장기본법」상의 새로운 정의인 녹색건축물의 목적과는 전혀 일치하지 않는다. 상위법의 정의의 목표를 고려하지 않고 새로 만든 녹색건축인증제도는 기존의 친환경건축물인증제도와 전혀 다를 바가 없게 된다.

○ 또한, 다음 <표 74>와 같이 미국, 영국, 호주는 녹색건축인증제도 명 및 이를 관할하는 기관명에 모두 '녹색건축(Green Building)' 이 명명되어 있다. 하지만 국제 경쟁력을 위해

Naming한 G-SEED에는 녹색건축물을 지칭하는 ‘건축(Building)’이 빠져있어 의미 전달이 부족하다.

표 74. 국외 녹색건축운영기관 및 인증제도 정의

미국	USGBC(U.S **Green Building** Council) LEED(Leadership in **Energy & Environmental** Design)
영국	BRE(**Building** Research Establishment) BREEAM(Building Research Establishment's Environmental Assessment Method)
호주	GBCA(**Green Building** Council Australia) Green Star

따라서 외국과 같이 에너지와 온실가스를 줄이려는 녹색건축물을 조성하기 위해서는 녹색건축인증제도는 녹색건축물인증제도로 바꿔야 하며 영어이름도 Green 뒤에 Building을 추가해야 하며 기존의 설계프로세스, 건축법규 및 친환경건축물인증제도, 건축물에너지효율등급인증제도의 에너지프로그램도 모두 개정되어야 한다.

2) 신재생에너지이용 검토

「저탄소 녹색성장기본법」에서 ‘녹색건축물’을 에너지이용효율 및 **신재생에너지의 사용비율이 높고** 온실가스 배출을 최소화하는 건축물이라 정의함에 따라 신재생에너지의 사용의 효율성에 대하여 검토하였으며 그 결과는 다음과 같다.

① 국내 법규 및 제도상의 신재생에너지이용

○ 에너지성능지표검토서의 <신재생에너지부문>은 신재생에너지이용 사용 비율을 평가하고 공공건축물을 법적으로 의무화하고 있으며 대표적인 종류로는 지열, 태양광, 태양열이 있다.

표 75. 에너지성능지표검토서(EPI)의 신재생에너지부문

항 목	기본배점 (a)				배점 (b)				
	비주거		주거						
	대형 (3,000㎡이상)	소형 (500~3,000㎡ 미만)	주택 1	주택 2	1점	0.9점	0.8점	0.7점	0.6점
1.전체난방설비용량에 대한 신·재생에너지 용량 비율	3	3	4	3	2% 이상 적용 여부, (단, 의무화 대상 건축물은 4% 이상)				
2.전체냉방설비용량에 대한 신·재생에너지 용량 비율	4	4	–	3	2% 이상 적용 여부, (단, 의무화 대상 건축물은 4% 이상)				
3.전체급탕설비용량에 대한 신·재생에너지 용량 비율	1	1	4	3	10% 이상 적용 여부, (단, 의무화 대상 건축물은 15% 이상)				
4.전체전기용량에 대한 신·재생에너지 용량 비율	4	4	4	3	2% 이상 적용 여부 (단, 의무화 대상 건축물은 4% 이상)				

○ 또한 「신재생에너지이용건축물인증제도」을 통해 2011년부터 2020년까지 이용의무비율을 제시하고 있다.

표 76. 신재생에너지이용건축물인증제도의 신재생에너지의무사용 비율계획

연도	2011~2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
이용의무비율(%)	10	11	12	13	14	15	16	18	20

② 신재생에너지이용의 적합성에 대한 검토

○ 신재생에너지를 경제성 및 실질적 효율의 고려 없이 적용하게 되면 준공 후 운영이 되지 않는다. 기존 건축물에 사용되고 있는 지열, 태양광 등은 지역 기후조건과 기기효율이 반영되지 않아 설치 후 사용이 전무한 경우도 대다수이다. 오히려 공사비만 높아지는 결과만 초래한다. 과다한 지열의 이용은 지하 생태계를 파괴하는 경우도 있다.
영국은 한때 신재생에너지이용을 우리나라와 같이 건축법규에서 사용을 의무화하였으나 실제 효율 및 검증을 통하여 2010년부터 의무 사용 비율을 삭제하였다.

○ 제도나 법규 등에 의해 신재생에너지사용의 의무화는 건축계획 시 에너지사용량 자체를 근본적으로 줄이려는 노력은 하지 않고 신재생에너지회사(태양광, 지열회사 등)의 외주처리에 의해 법규상의 사용비율만 확보하여 인증 받으려하기 때문에 에너지절약에는 아무런 도움이 되지 못하고 있다.

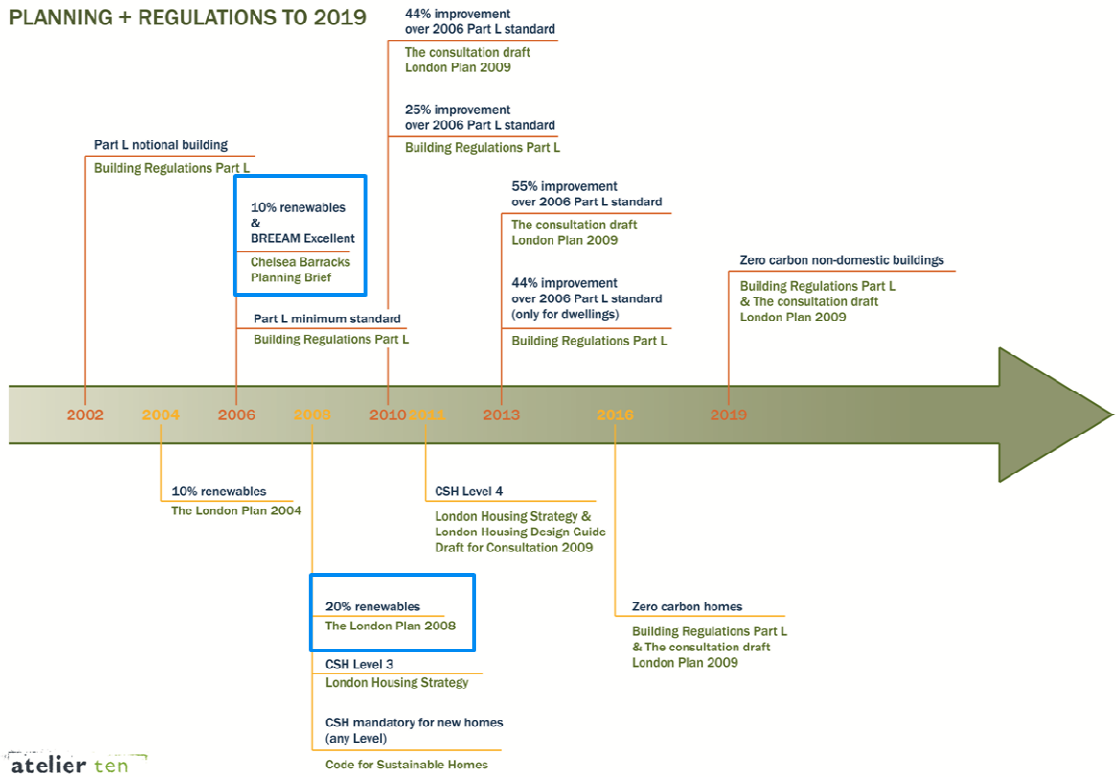


그림 142. 영국의 건물 에너지 계획*

*출처 : Ateliet ten, 2013년 영국 출장 세미나

○ 세계적으로 유명한 건축설계사무소에서의 유명 도시 및 건물에서는 신재생에너지사용을 다음과 같이 극도로 자제함을 볼 수 있다.

○ 포스트 앤 파트너스의 아부다비의 Masdar City는 탄소중립적, 폐기물 제로의 친환경 도시건립을 목표로 하여 **고비용의 신재생에너지나 대체에너지를 배제하고** 사막기후를 고려한 중동지역의 토속건축계획을 반영한 자연환기, 자연채광, 일사차폐 등의 패시브디자인을 통해 지속가능한 도시의 접근을 시작하였다. 이 사례에서 볼 수 있듯이 고효율설비장치나 신재생에너지, 대체에너지를 사용하려는 계획부터 시작한다면 올바른 녹색건축물 계획을 할 수 없게 된다.

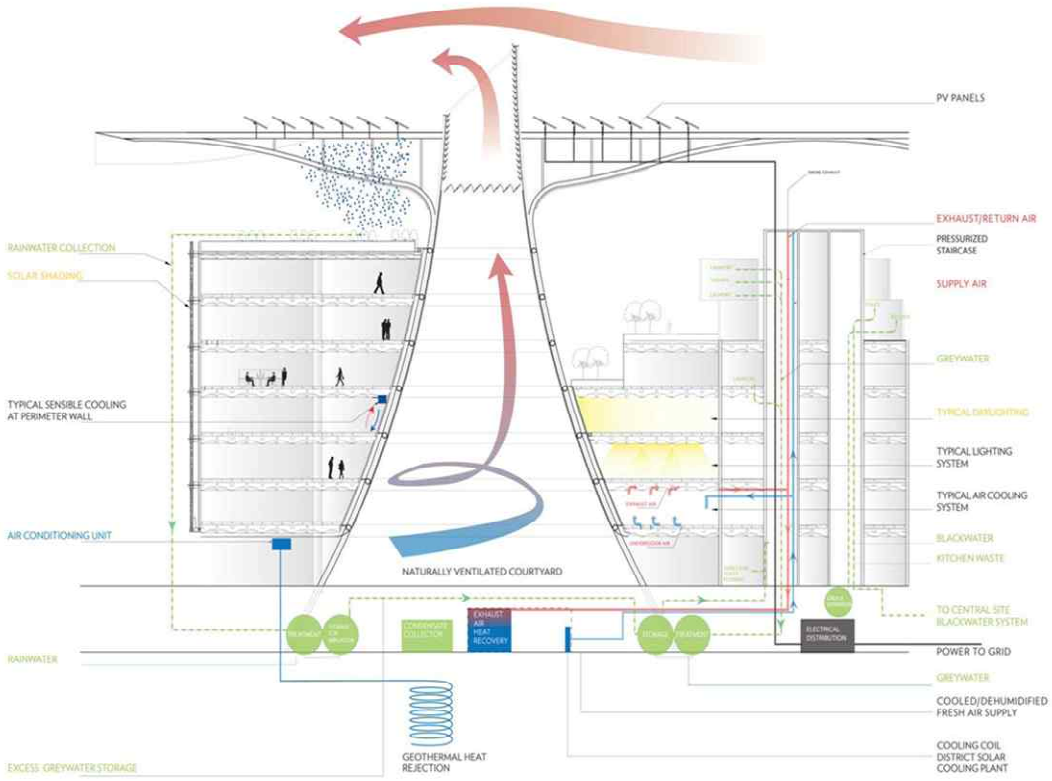


그림 143. Masdar Headquarters 건축 개념도

○ 영국 BedZED는 비록 이 건물이 패시브 하우스적 개념의 단열재, 일부 태양광패널설치, 쓰레기 처리에 의해 생산된 에너지를 주로 급탕 등에 사용하는 주거단지이지만 에너지수요를 최소화하기 위해 기술축적이나 경험(Performance) 데이터가 없는 신재생에너지의 사용은 가능한 자제하고 성능이 입증된 기술만을 사용하였다고 한다.

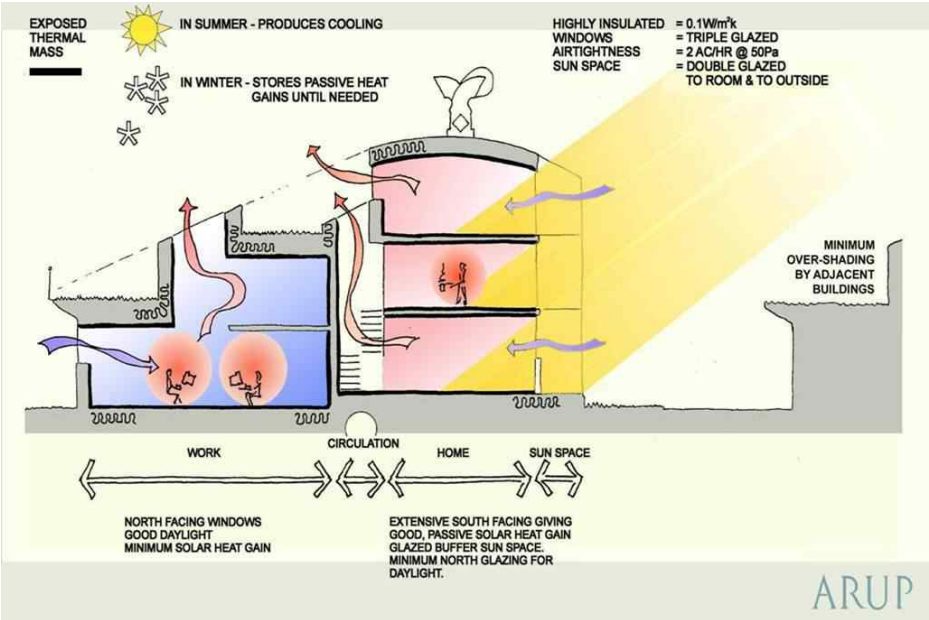


그림 144. BEDZED의 에너지절약계획

우리나라는 신재생에너지만 사용하면 쉽게 인증에서 이 부분 점수를 획득하거나 허가를 득할 수 있기 때문에 건축계획 시 근본적인 에너지절약을 고려치 않고 비효율적이라도 수치로서만 신재생에너지를 사용하여 점수를 획득하여 인증에 반영하게 된다. 이러한 폐단을 없애기 위해서는 신재생에너지이용비율을 별도로 정하지 않고 자발적 경제성 검토에 의해 사용하도록 해야 하며 점수 배점을 삭제하거나 최소화하여야하며 준공 후 사용기기의 효율을 확인하여 추후 명기할 수 있도록 해야 함을 제안한다.

위의 내용을 종합하여 본 연구에서는 녹색건축물 정의 재정립에 대하여 다음과 같이 제안한다.

녹색건축인증을 녹색건축물인증으로 개정하고 상위법의 정의에 근거하여 「녹색건축물조성지원법」제 16조를 “녹색건축물인증이란 에너지이용효율 및 온실가스 배출을 최소화하는 건축물의 건축을 유도하기 위함이라 정의하며 G-SEED(Green Building Standard for Energy and Environment Design)이라 한다. ” 로 개정해야 한다.

녹색건축인증제도 및 건축물에너지효율등급인증제도에 관해서는 다음의 장에서 논하였다.

2 인증절차를 고려한 설계프로세스의 개정 제안

○ 에너지 관련 건축법규나 각종 녹색건축물관련 인증제도가 잘 만들어졌다하더라도 설계 프로세스 상에 이에 대한 반영이 잘 되지 않는다면 이러한 법규나 제도는 실효성을 잃게 된다. 우리나라는 법규나 제도도 미비하지만 근본적으로 녹색건축인증절차의 설계프로세스가 녹색건축물을 만들기 위한 아이디어 창출을 전혀 하지 않아도 되는 시스템으로 되어 있다.

○ 녹색건축인증은 예비인증과 본인증으로 나눠지며, 각각의 시기와 절차는 다음 [그림 145]와 같다. 예비인증은 설계완료 후 녹색건축인증 자체평가서를 인증기관에 제출하여 설계 시 반영된 내용을 대상으로 심사하며(그림 146) 준공 후 사용승인 단계가 완료된 이후 본인증을 신청하여 설계도서대로 시공되었는지 현장실사를 통해 심사된다.(그림 147)

○ 절차를 보면, 친환경인증 대행업체에 의해 모든 인증과정이 이루어지고 인증기관에 제출하여 평가를 받는 프로세스로 진행된다. 설계부터 인증 사항이 반영이 되어야 하지만 별도의 면허조건이 없는 인증대행업체와 인증 전 피드백의 불확실성, 평가 시 보완사항으로 인한 인증소요기간 증가 등의 문제점을 갖고 있다.

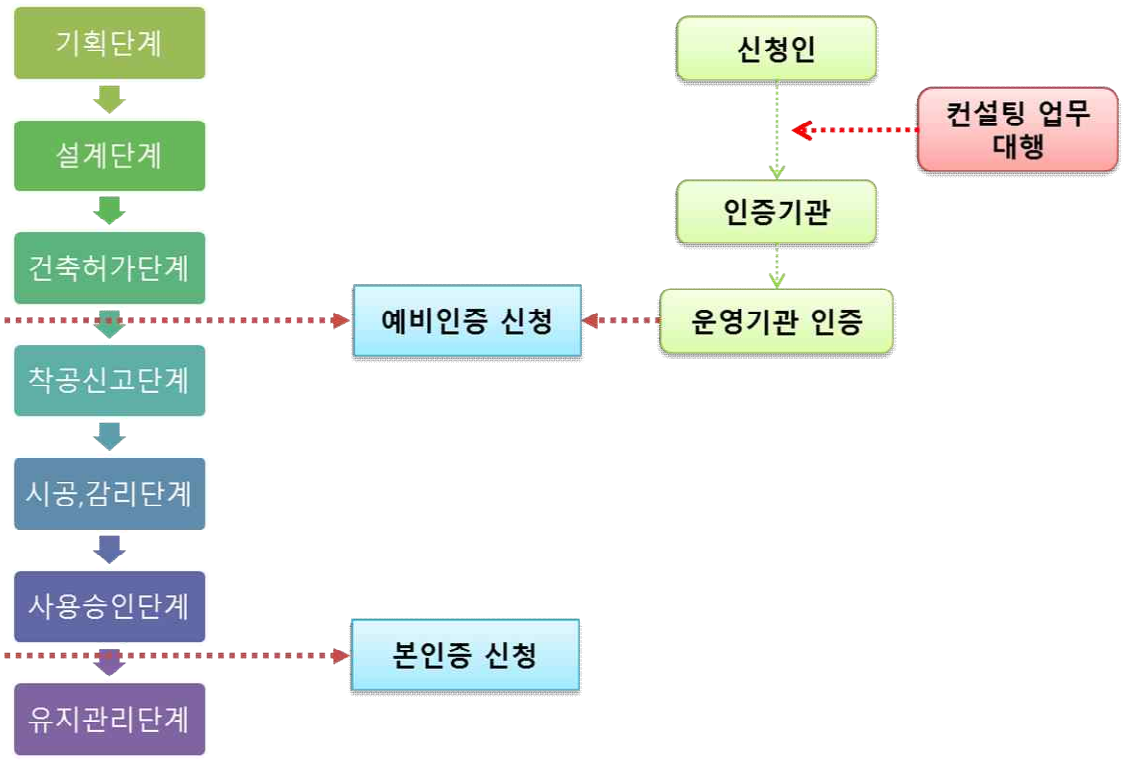


그림 145. 기존 녹색건축인증 신청 시기

예비인증(설계단계)

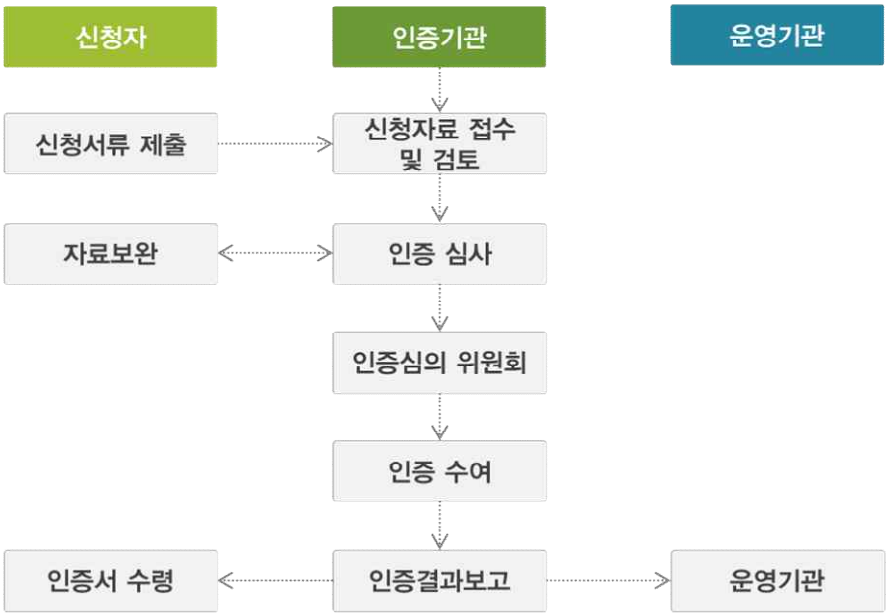


그림 146. 녹색건축인증 절차(예비인증)

본인증(사용승인단계)



그림 147. 녹색건축인증 절차(본인증)

○ 예비인증은 설계가 완료된 이후 인증기준에 적합하게 설계되었는지를 평가하게 되는데 녹색건축인증기준이 기존의 친환경건축물인증기준과 동일하고 자체평가서의 근거자료로는 주로 건축도면이 첨부된다. **모든 설계가 완료된 이후 예비인증이 실시되기 때문에 에너지절약 설계에 대한 피드백이 전무한 프로세스로 건축물의 에너지효율을 정확히 파악하기 어려우며 평가에도 반영되지 못한다.**

○ P. 225 ~ 232에서 언급되는 계획초기단계에서의 녹색건축물 설계접근방법은 건축물의 녹색화에 있어 가장 중요한 부분이다.

○ 본인증은 자체평가서를 통한 서류심사와 현장심사로 이루어진다. 서류심사는 자체평가서가 녹색건축인증기준에 따라 작성되었는지, 정해진 제출서류가 포함되었는지, 세부평가기준이 적합하게 작성되었는지 등을 심사하며 서류가 누락되거나 세부평가기준에 적합하게 작성되지 않은 경우 문서로 보완요청을 하게 되며 보완 완료 후 현장심사를 실시한다. **현장심사는 자체평가서 작성사항이 현장에 반영되었는지를 확인하고 항목별 사진을 촬영하여 보고하게 됨으로써 건물 운영 시 설계대로 에너지효율이 나타나는 지에 대하여 확인할 수 없다.**

○ 반면, 국외 녹색건축인증제도의 인증시기 및 절차는 [그림 148], [그림 149]로 나타낼 수 있다. 미국, 영국, 호주는 디자인 단계와 준공 후 12개월 동안이 커미셔닝을 통한 건물 성능 확인 이후 시점의 두 단계에 걸쳐 인증 심사가 이루어진 후 인증이 최종 승인된다.

또한, 초기계획단계에서부터 건축주와 관련 전문가들이 함께 인증 등급을 상의하는 것으로 시작되어 모든 비용이 인증 등급의 계획에 포함되고 관련 전문가들의 피드백이 가능하지만 국내는 설계프로세스 및 인증절차 상 초기부터 전반적인 에너지절약계획요소를 검토·적용하고 피드백을 할 수 있는 시간 및 비용이 부족하다.

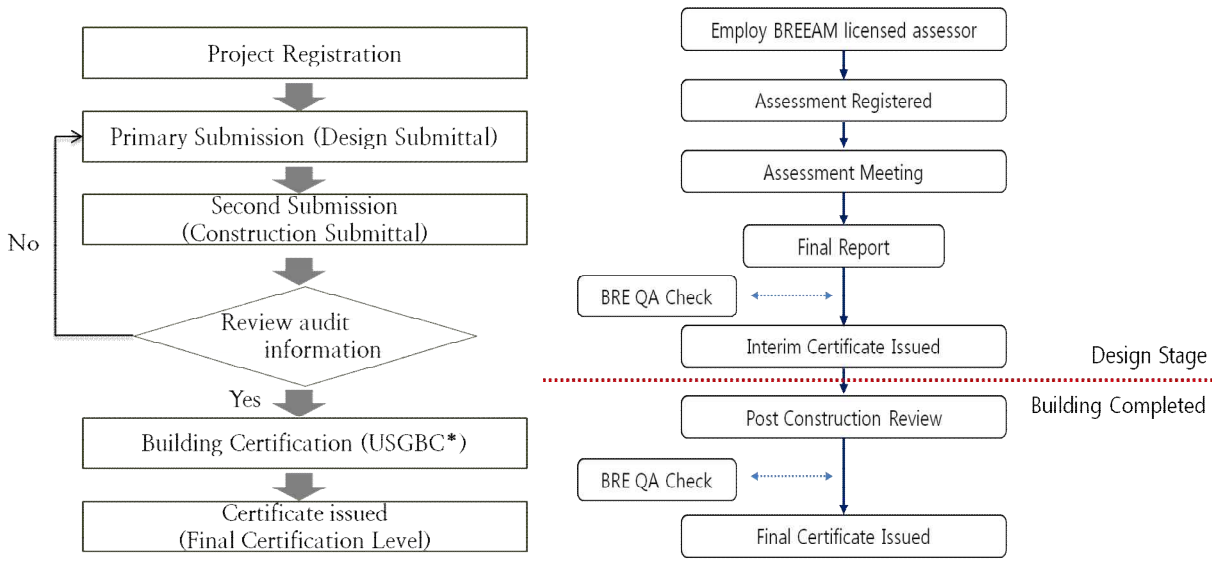


그림 148. LEED Process(좌), BREEAM Process(우)

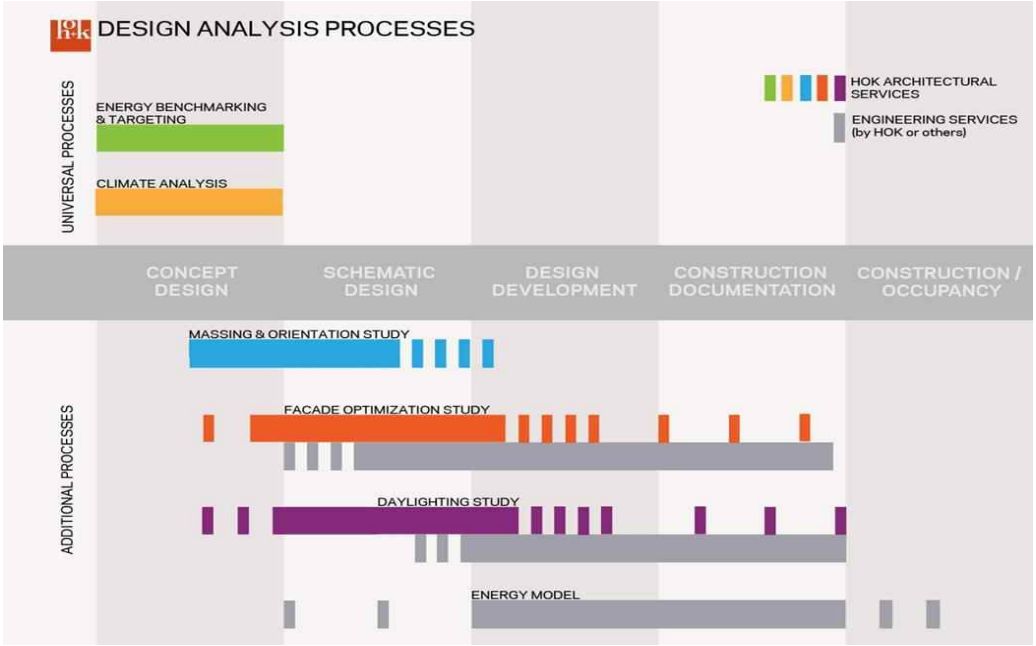


그림 149. H.O.K의 건축설계프로세스

○ 그 밖에 호주는 녹색건축인증제인 Green Star외에 NABERS(National Australian Built Environment Raging System)를 운영하고 있다. 1998년에 만들어진 것으로 12년 동안 운영해 온 호주의 Energy&Greenhouse 효율 평가시스템이다. 이 제도는 Green Star를 기반으로 12개월간의 운영 중 실제 에너지 소비정도를 측정·평가하여 초기계획과 비교하여 문제점을 찾아내고 개선해주는 일종의 커미셔닝 제도·사후 인증제도이다. 등급은 1년 동안 유효하며 건물 운영단계에서 여러 번의 등급을 획득할 수 있으며 시간이 지남에 따라 등급이 향상되는 경우 높은 평가와 보상을 받을 수 있다.

○ 건축계획초기단계부터 녹색건물로서의 계획은 다음과 같다. 아래 그림과 같이 건물 매스계획부터 외피, 일조 및 일사 등을 계획함과 동시에 건축가 또는 엔지니어링 전문가에 의해 에너지 계획이 수반되는 과정을 거침으로써 계획에서부터 건물의 에너지절약효과를 예측할 수 있게 된다.

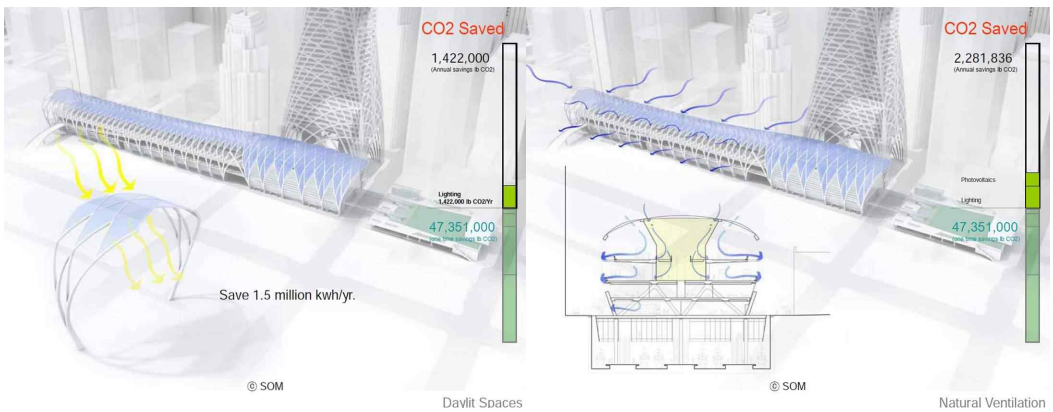


그림 150. 건축계획요소 적용에 의한 이산화탄소 배출 효과 검토

○ 에너지평가사

- 미국과 영국의 녹색건축 전문가 및 에너지평가사는 <표 77>과 같으며 녹색건축인증제에 참여하는 전문가와 에너지평가사 자격이 구분되어 있다.

표 77. 미국과 영국의 녹색건축전문가 및 에너지평가사

국가	구분	내용
미국	ASHRAE BEMP	• Building BEMP(Building Energy Modeling Professionals) • 건물과 시스템의 에너지성능, 경제성 평가, 에너지 모델링 소프트웨어 결과 분석
	LEED GA, AP	• LEED를 실제로 사용하여 건축물에 적용 • LEED인증 절차를 수행할 수 있는 자격 부여
영국	BREEAM Assessor	건물 유형별 매뉴얼과 평가도구를 사용하여 건물을 평가, BRE에 보고
	BREEAM AP	프로젝트 초기단계에 참여하여 높은 등급을 받기 위한 노력과 효율적인 설계를 위한 조언자 역할
	NDEA	• NDEA(Non-Domestic Energy Assessor) • Thermal Dynamic Modelling(SBEM 또는 DSM)을 이용하여 비주거용 건물의 에너지성능을 평가함 • EPC, OR, DEC, AR의 발행 및 Recommendation Report의 내용이 현실적인지 아닌지를 판단 • L3 : 비교적 단순한 설비시스템, 난방/냉방설비용량 100kW. 12kW이하의 일반적인 소규모 비주거용 건축물 • L4 : 복잡한 설비시스템, 난방/냉방설비용량 100kW, 12kW이상의 일반적 용도의 비주거용 건축물
	DEA	• DEA(Domestic Energy Assessor) • Domestic Building의 excel spreadsheet base tool인 SAP Assessor • 기존 주거용 건축물 조사하고 에너지성능을 평가
	OCDEA	• OCDEA(On Construction Domestic Energy Assessor) • SAP를 이용하여 신축 주거용 건물의 에너지성능을 평가하여 법규에 만족하는지를 판단 • EPC를 발급하고 발급 시 Recommendation Report의 내용이 현실적인지를 판단
	ACEA	• ACEA(Air Conditioning Energy Assessor) • Air Conditioning System의 에너지성능을 평가하는 자격으로 정부가 공인한 소프트웨어를 이용하여 Inspection Report를 작성함. • 시스템의 구성에 따라 L3(Packaged system), L4(Central system)로 구분됨

- 영국의 에너지평가사는 객관적인 평가를 위해 인증기관으로부터 독립되어 있으며 에너지평가사는 본인이 수행한 에너지효율등급결과, 에너지효율개선 조언 등에 책임이 있다. 또한,

BREEAM Assessor는 건물 용도별로 구분되어 예비자격-전문과정-시험을 통해 각 건물용도에 따른 자격을 획득하게 된다.

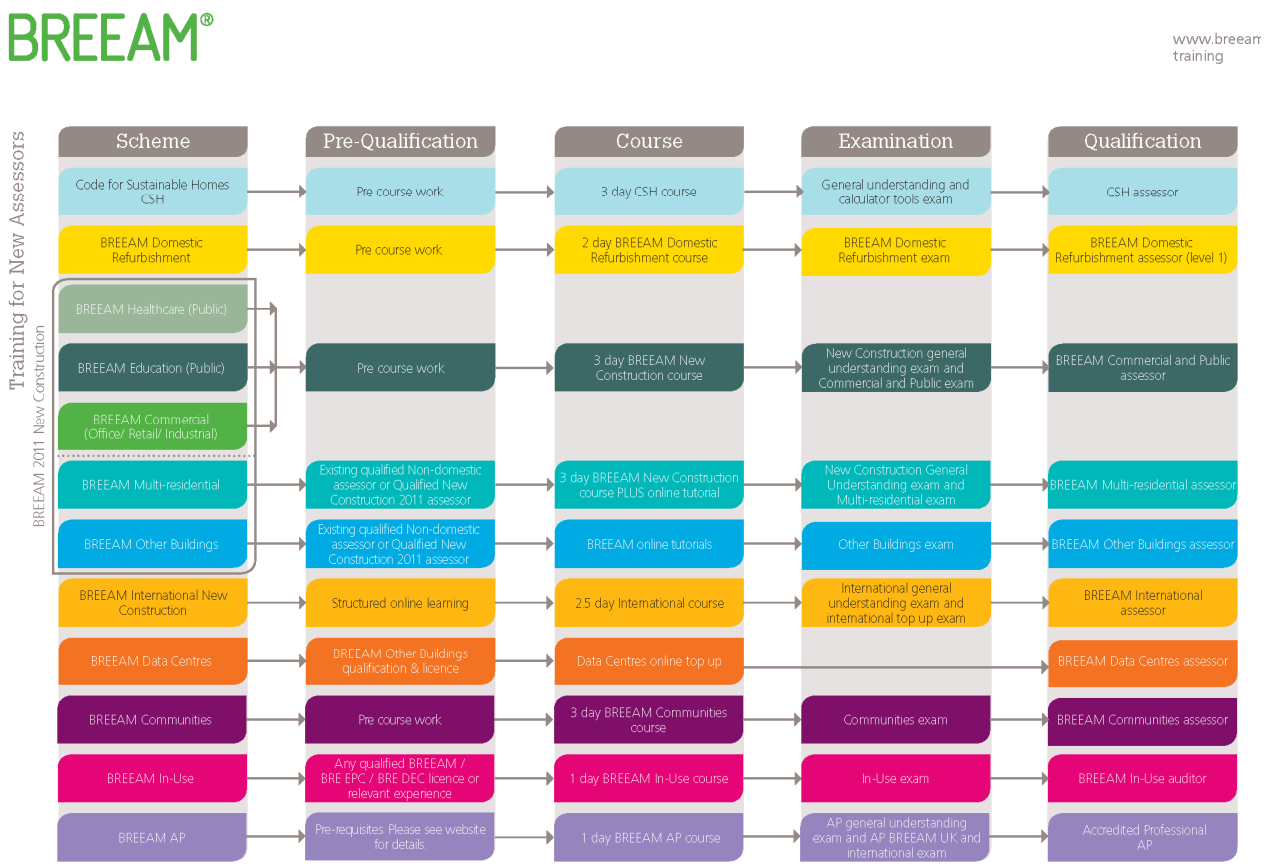


그림 151. BREEAM Aseessor 자격시험 과정

- 미국의 ASHRAE BEMP는 건물 에너지모델링의 전문가 인증이 요구됨에 따라 이를 평가, 해석하는 전문가로서 **에너지관련 경력 사항 또는 건물 에너지 모델링 경험 및 지식**이 있어야 자격 획득 조건이 주어진다.

표 78. 미국 ASHRAE BEMP 자격 조건

교육 및 경력	경력 요구 조건	
	에너지관련 HVAC, 건축가, 조명, 신재생에너지	건물 에너지 모델링
국가 공인 자격증 보유자 : 기술사, 건축가	–	2년
학사학위 최소 조건 : 공학, 또는 관련분야(건축환경, 건축, 물리학, 수학)의 고등교육 공인기관	5년	2년
준 학사학위 또는 기술인증서 : 디자인, 건설 또는 공인된 고등교육기관에서의 관련 분야	7년	2년
고등학교 졸업 또는 동등	10년	2년

- 국내의 건축물에너지평가사는 건축물에너지효율등급 평가 업무를 수행하고 에너지절약계획서 작성, 검토, 현장 확인 등을 수행할 전망이다. 하지만 에너지평가사 자격을 획득했다 할지라도 외국과 같이 건축을 이해하여 녹색건물계획에 참여할 수 있을지 의문이 간다. 오히려 다음의 양성방안과 같이 국내 본인증 제도를 실제 건물 준공 후 건물 사용 에너지를 검증하는 전문가로서 사용하도록 하는 것이 바람직할 것이다.

표 79. 국내 에너지평가사 개요

구분	국내
소속	LH, 건설기술연구원, 에너지기술연구원, 친환경건축연구원
운영	에너지관리공단
종류	평가사 1급(모든 건축물) 평가사 2급(500㎡ 미만 중소형 건축물)
시험내용	녹색건축물 관계 법규, 건축환경계획, 건축설비시스템, 에너지절약계획서 및 건축물에너지효율등급

○ 에너지평가사 양성방안

- 전문적인 에너지평가사를 양성하기 위해서는 평가사 종류의 세분화, 녹색건축인증절차에서의 에너지평가사 역할 최대화의 방법을 제안하고자 한다.

① 평가사 종류의 세분화

- 영국은 건물 종류, 특성별로 평가사가 구분되어 전문적인 수행이 가능하지만 국내는 시행초기단계로서 건물 연면적에 따른 2개의 등급으로 구분되어 있다. 건축물은 용도에 따라 에너지 사용패턴이 전혀 다르기에 단순히 연면적만으로 평가사를 구분하는 것은 평가사의 전문성을 저해할 수 있다.
- 이에 경력사항, 전문사항 등을 고려하여 건물 용도별로 평가사를 세분화한다.

② 평가시험내용의 전문성 강화

- 건축물 에너지평가사는 건물의 에너지관계를 정확히 평가할 수 있어야 한다. 녹색건축물과 관련된 법규의 중요성을 배제할 수는 없지만 기본적으로 건축환경, 건축설비, 건축계획에 대한 전문지식을 평가할 수 있는 내용으로 강화되어야 한다.

③ 인증프로세스의 개정을 통한 에너지평가사의 역할 증대

– 에너지평가사 자격을 획득한 자는 인증기관에 자격을 등록하고 건물의 계획·설계단계에서부터 건축주 및 프로젝트 관련자와 협의하여 건물의 인증 목표를 정하고 이에 따른 건물의 에너지효율을 사전에 협의하는 시스템 통해 사전평가를 실시, 그 결과와 자료를 인증기간에 제출하며 인증기관은 평가사의 평가 내용이 정확한지 검증을 하여 인증결과를 보고한다.

– 이러한 절차는 에너지평가사가 설계단계부터 참여하여 인증 목표를 고려한 정확하고 면밀한

컨설팅과 협의가 가능하여 적정한 에너지 성능을 지닌 건물 설계가 가능하다.

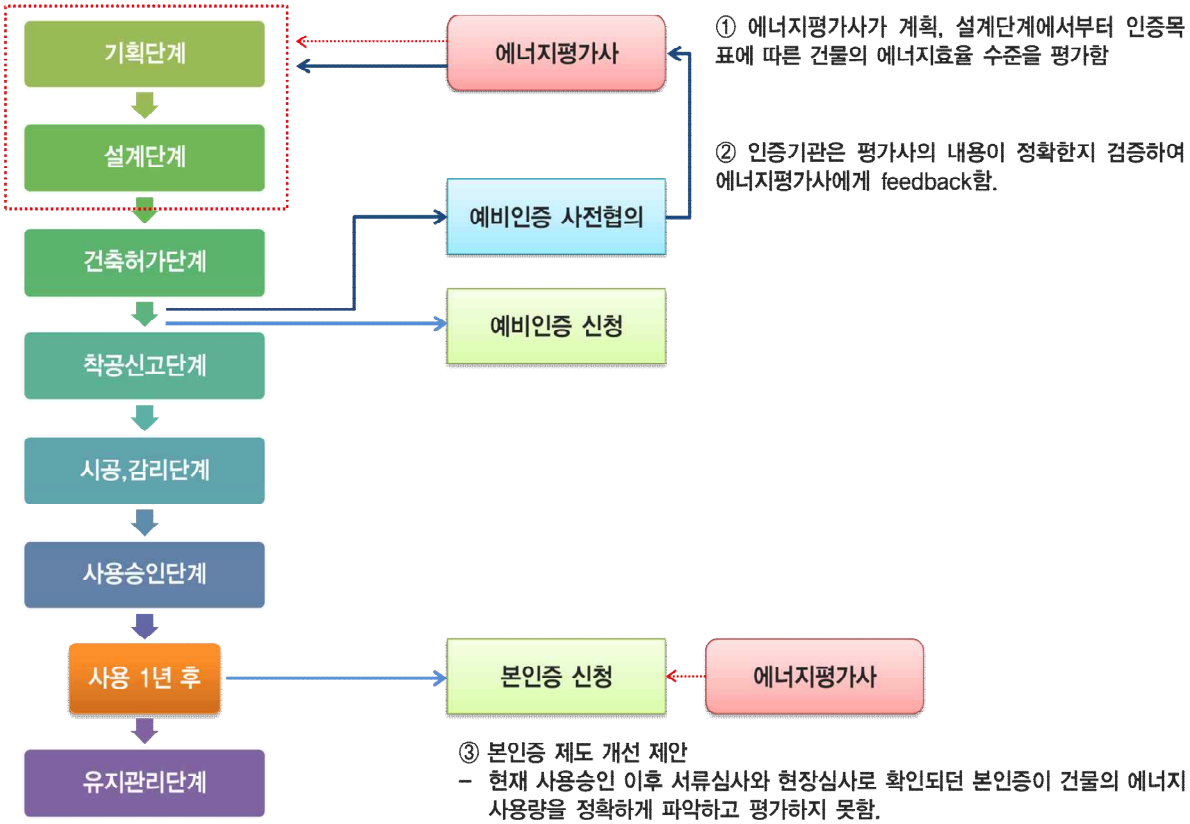


그림 152. 녹색건축인증 프로세스 제안

○ [그림 153]은 설계단계부터 고려되어야 하는 Passive Design 계획요소를 나타낸 것이다.

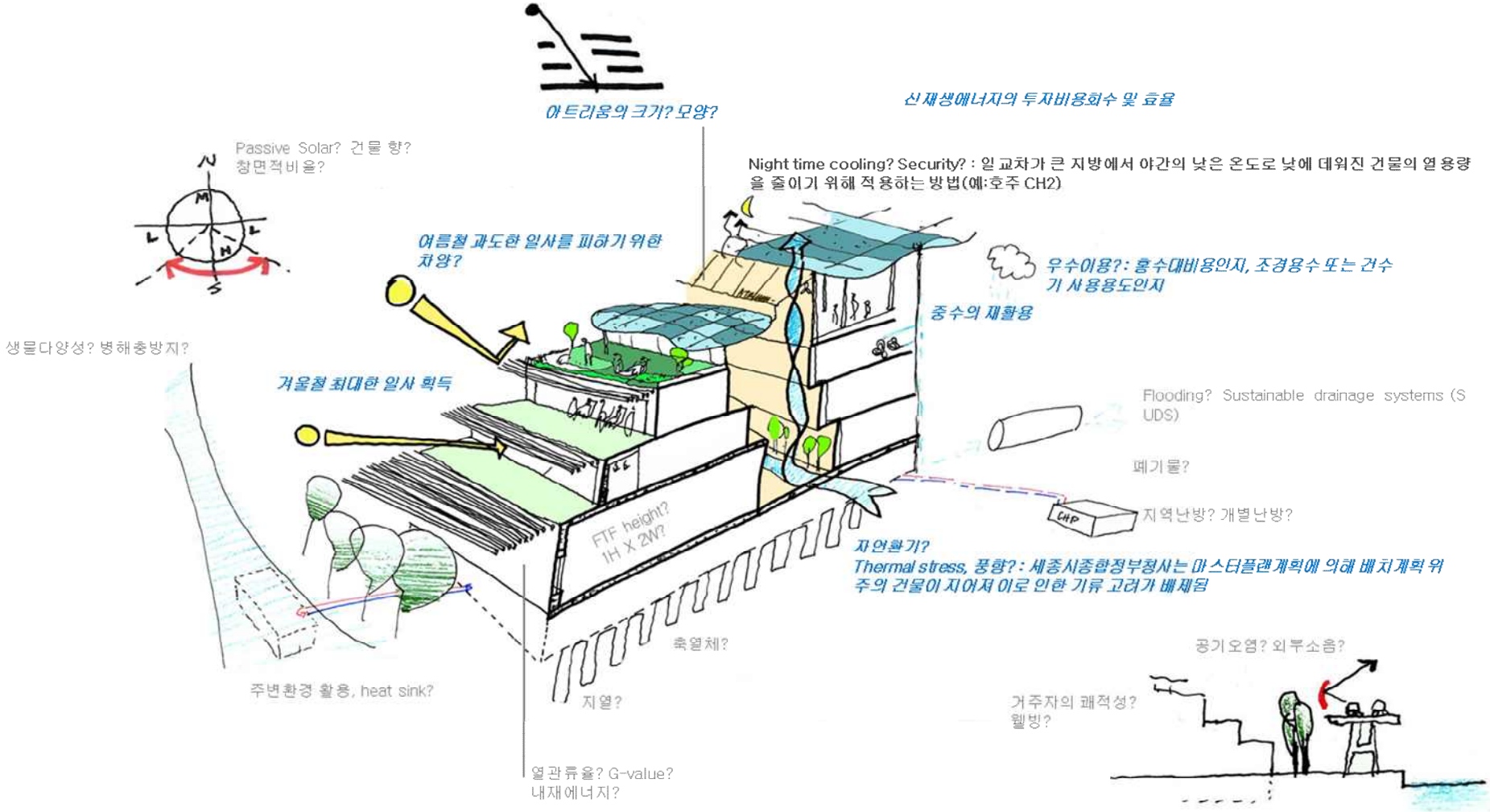


그림 153. 녹색건축계획 초기단계 고려 요소

영국에서는 이러한 내용들을 초기부터 고려하여 검토하고 계획에 반영하지만 국내에서는 이러한 프로세스를 거칠 수 없기에 다음과 같은 문제점이 발생한다. 이를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

1) 창 면적 비율? Passive Solar? 건물 향 ?

○ 현대 건축물의 유리 커튼월은 태양빛을 실내로 유입시켜 조명부하를 낮출 수는 있으나 일사가 함께 유입되어 냉방부하를 높이고 기계식환기를 위한 추가적인 에너지소비를 유발하여 건물의 에너지효율을 급격히 떨어뜨리는 요인이 된다.

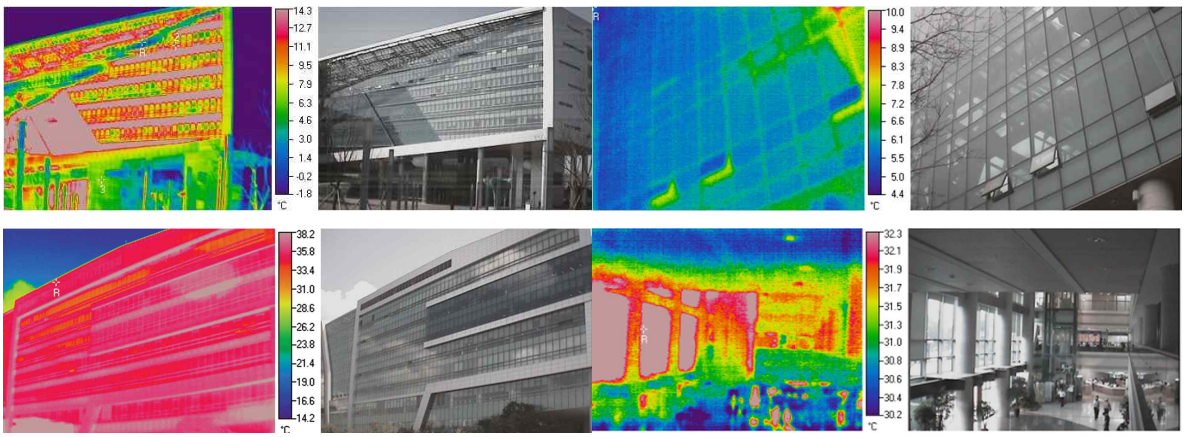


그림 154. 과도한 창 면적으로 인한 일사의 영향

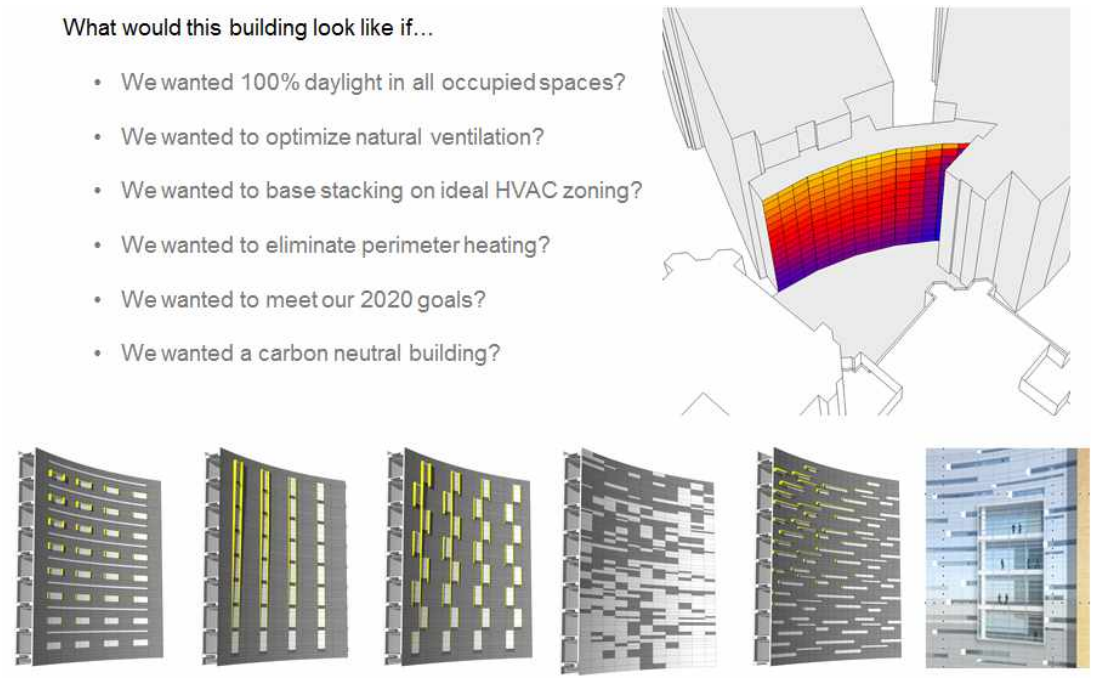


그림 155. Passive Solar를 고려한 건물 외피 디자인 계획

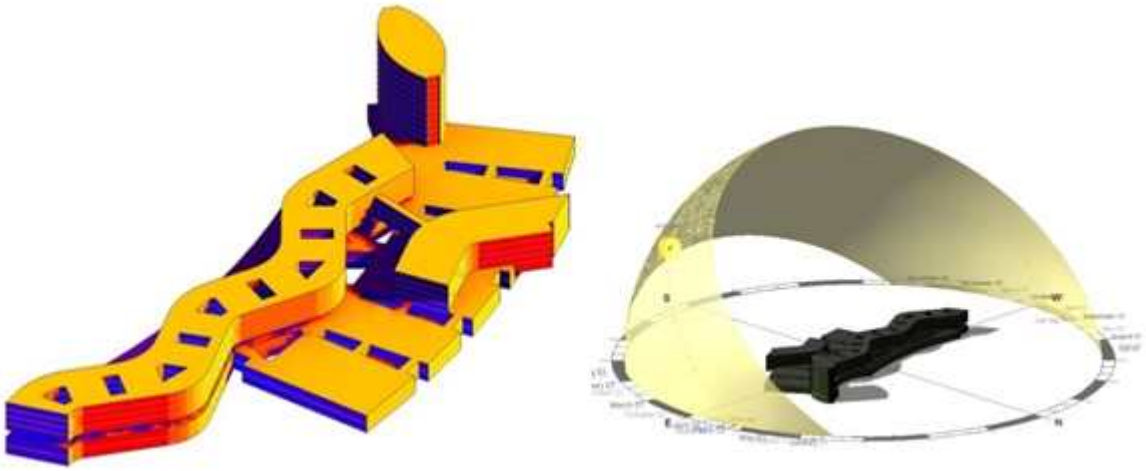


그림 156. Massing and Orientation

2) 아트리움 크기·모양

○ 최근 아트리움은 공공건축물 및 업무용 건축물에 많이 적용되는 계획요소이지만 이에 대한 에너지 고려 없이 진행된다면 에너지비효율적인 공간이 된다. 본 연구에서 분석된 성남시청사를 이러한 문제점을 단적으로 보여주는 사례이다.

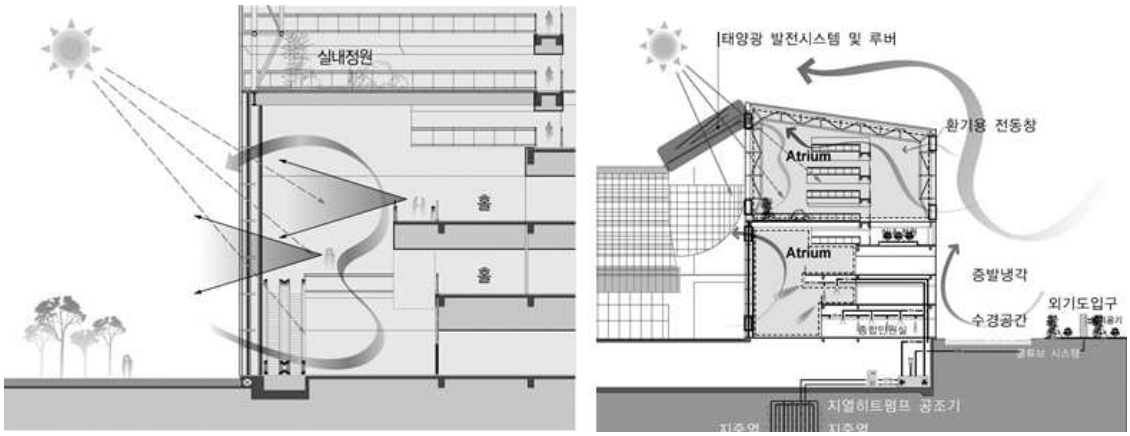


그림 157. 성남시청사 아트리움 계획

○ 9개 층으로 되어 있는 아트리움은 1~3층과 4~9층 사이가 나눠져 있어 여름철 3층과 9층의 고온 공기가 배출될 수 있는 시스템이 없어 중간기(3월) 온도 측정 결과, 13℃ 실외온도 대비 아트리움 고층부의 온도가 최고 26.5℃까지 상승한 것을 알 수 있다.

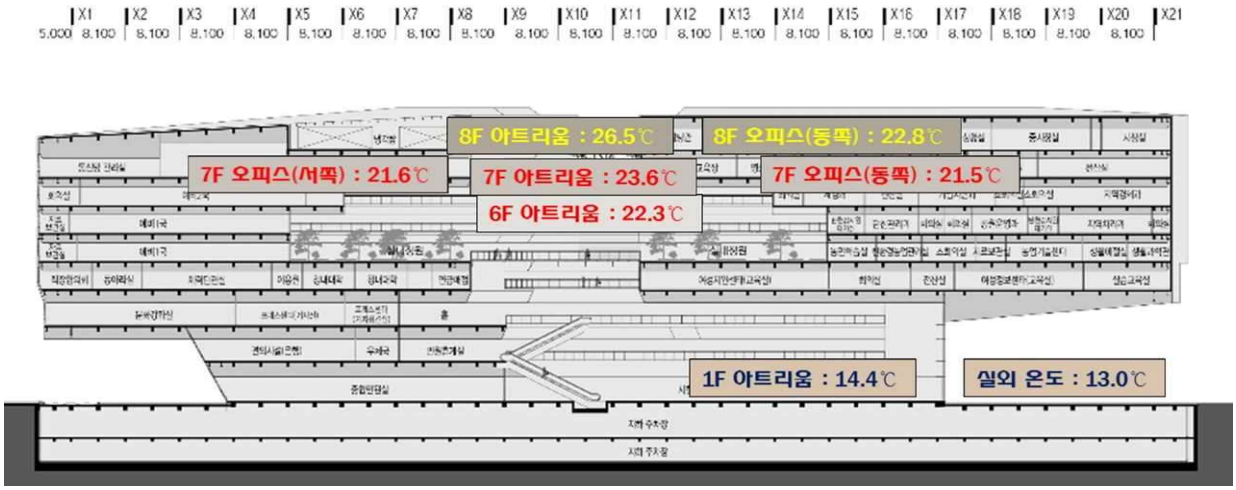


그림 158. 성남시청사 아트리움 온도 측정결과

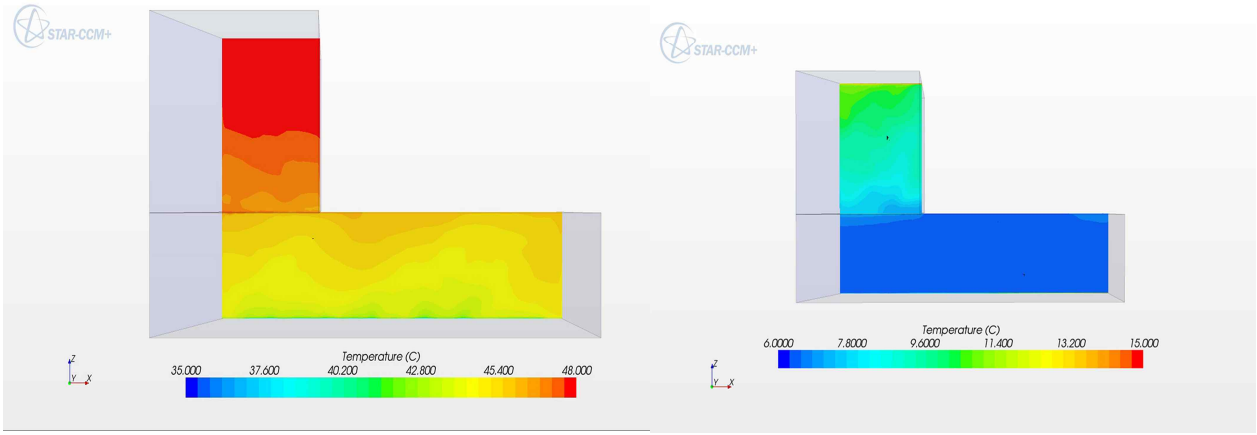


그림 159. 성남시청사 아트리움 열환경 시뮬레이션 결과

○ LH 공사의 3개 층마다 계획된 아트리움은 여름·겨울의 과열, 과냉현상 및 중간기의 환기 문제가 심각히 우려된다.

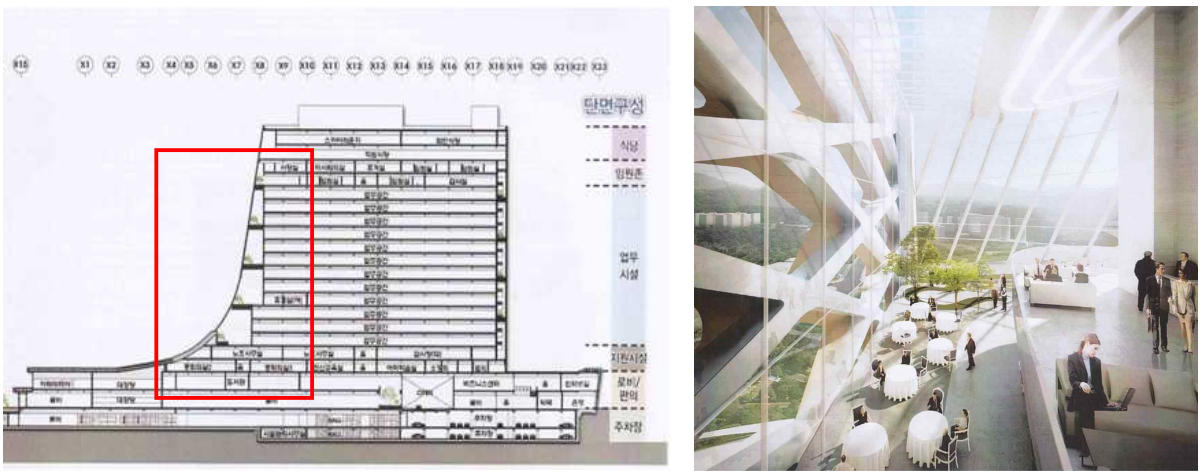


그림 160. LH공사 아트리움

○ 이렇듯 녹색건축물에 있어서 디자인 가이드는 그 자체의 기능보다는 건물과 연관되어 건물의 환경에 도움을 줄 수 있을 때 가이드로서의 역할을 할 수 있는 것이며 아트리움 역시 건물의 용도와 기능에 맞게 잘 계획되고 에너지를 포함한 설비계획을 고려해야 한다.

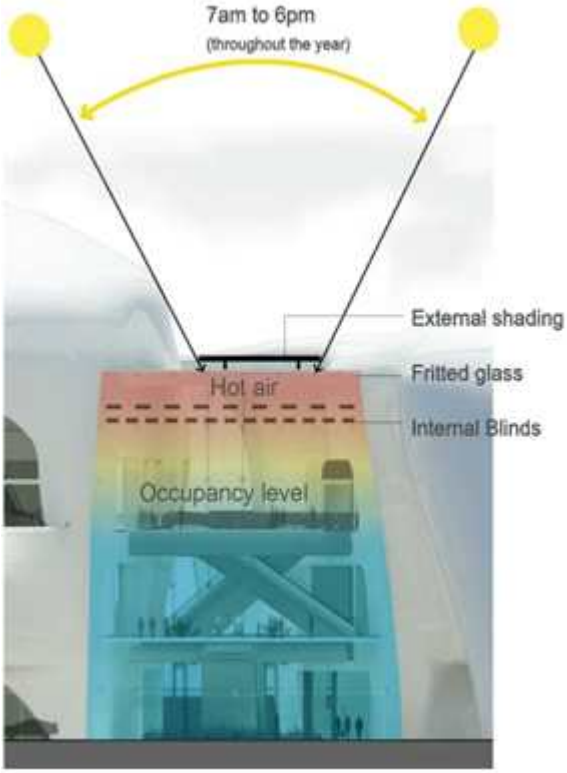


그림 161. 아트리움 온도를 고려한 건축계획

3) 신재생에너지 투자비용 및 회수

○ 신재생에너지 사용 의무화로 건물에 가장 많이 이용되는 신재생에너지는 태양열, 태양광, 지열이 있으나 신재생에너지의 효율 및 유지관리, 투자비용과 회수기간에 대하여 건축계획 초기에서부터 고려해야 한다. 국고지원을 받고 600 Kw의 태양광발전시스템을 사용하는 섬진강 생태관의 경우도 그 효율이 30%정도 밖에 되지 않는다고 한다.



그림 162. 풍력계획 및 섬진강 토산 어류 생태관 BIPV

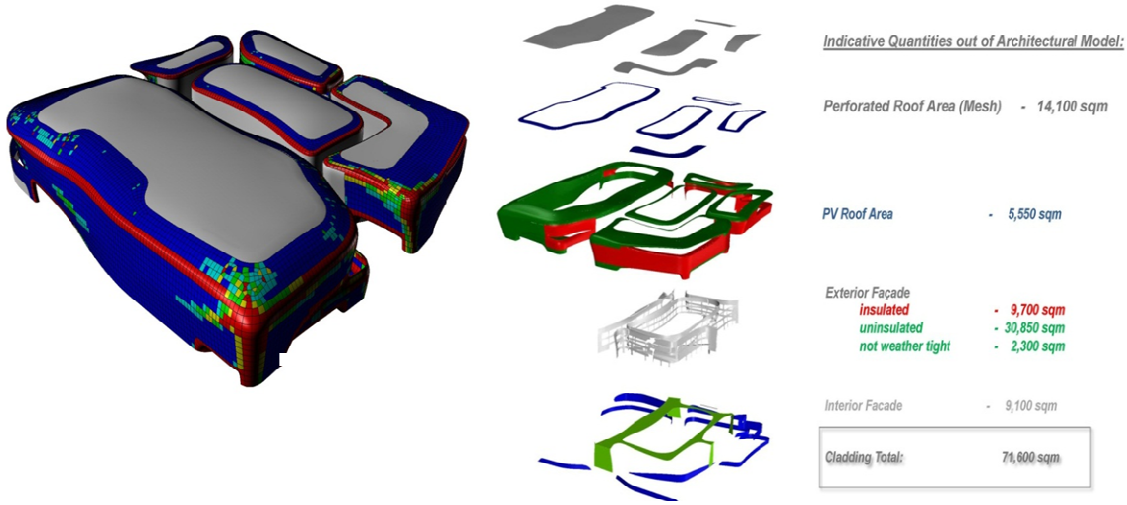


그림 163. 태양광 이용에 대한 건축계획단계에서의 검토(Marina Mall, H.O.K)

4) 우수 및 중수의 이용

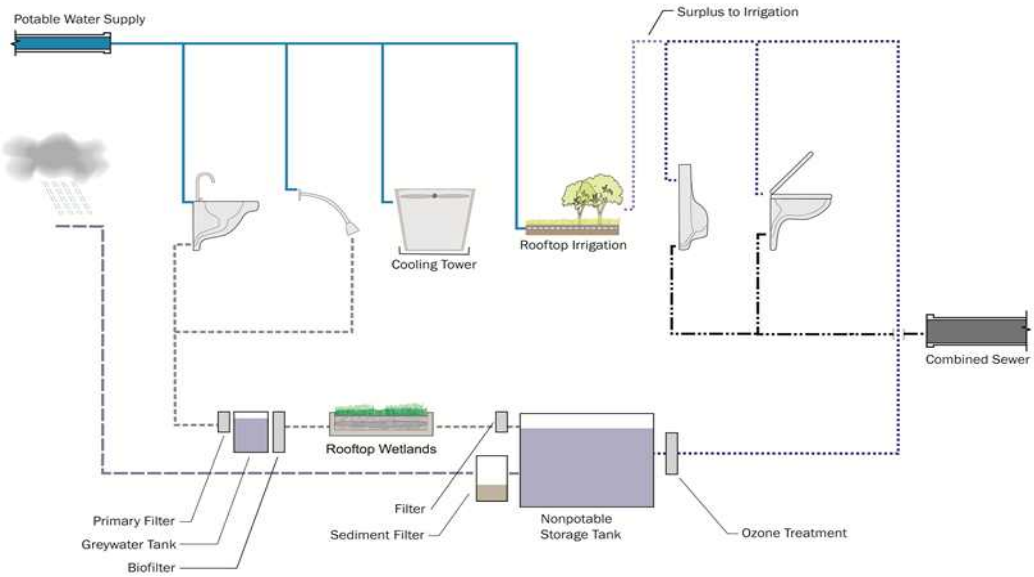


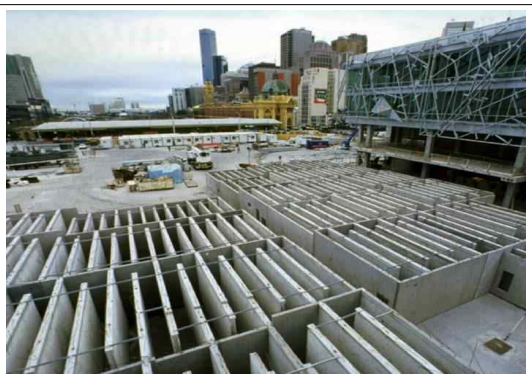
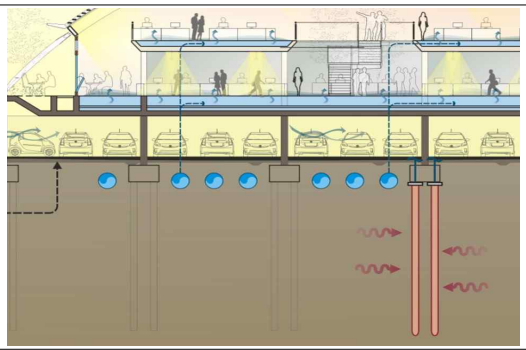
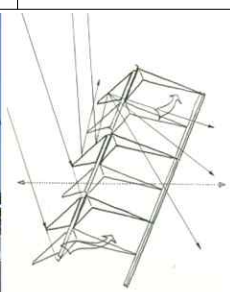
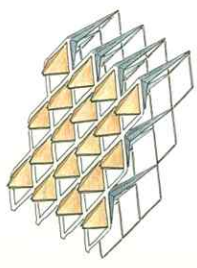
그림 164. 우수 및 중수 이용 계획

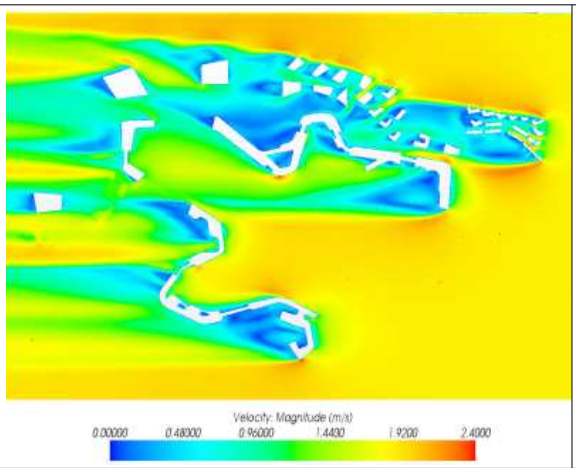
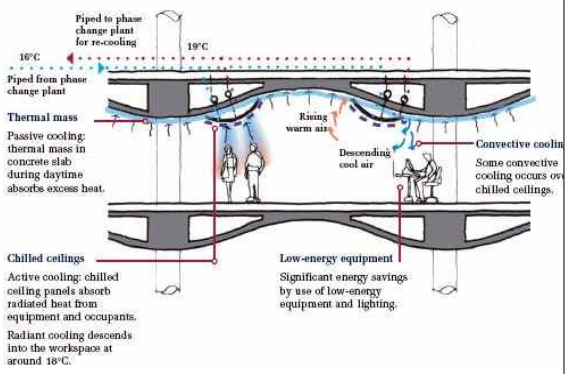
녹색건축물 설계를 위해 우수 및 중수 이용은 건물의 수자원 절약을 위해 많이 사용되고 있지만 사용용도를 고려하여 계획에 반영되어야 한다. 우수를 이용하는 것이 건물의 조경용수 및 건수기에 사용할 것인지 또는 홍수대비용 저류조를 설치하는 것인지 목적을 파악해야 한다. 사용목적에 따라 저류조의 용량 및 이와 관련된 시설 계획을 건축계획에 반영할 수 있기 때문이다. 독일국회의사당의 경우 돔의 표면온도가 상대적으로 높아 이로 인한 상당한 냉방부하가 발생한다는 점을 감안하여 중수 및 우수를 이용하여 건물외피를 냉각하는데 사용하고 있다.



그림 165. 독일국회의사당

5) 그 밖의 요소

Thermal Mass		신재생에너지의 지열과 다른 것으로 연중 일정한 지중온도 특성을 이용한다. 지하구조체 및 매립된 관을 지열과 열교환하여 실내에 공급하는 것으로써 외기 도입구 위치 등을 설계 시 고려해야 한다. 이화여대캠퍼스센터는 지하 측벽에 열적미로(Thermal Labyrinth)를 적용하였다.
지열이용		초기 투자비용 및 지중의 상태를 초기 계획단계에서부터 고려하여 회수 및 효율성을 파악하고 적용해야 한다.
겨울철 일사 획득 및 차양 이용	   겨울철 일사를 획득하거나 여름철 과도한 일사를 피하기 위하여 일사를 고려하여 건축디자인에 반영한다.	

자연환기 및 풍향		세종시정부종합청사는 마스터플랜계획에 의해 배치계획 위주의 건물이 지어져 이로 인한 기류 고려가 배제됨은 물론 녹색건축을 위한 방위, 매스 등 기본적인 사항도 고려할 수 없는 건물들로 구성되어져 있다. 모든 건축물은 계획 초기단계에서 건물의 자연환기를 위해 대지의 풍향 및 건물로 인한 영향을 충분히 파악해야 한다.
Night time cooling		호주의 멜버른시청사(CH2)는 냉방위주로써 일교차가 큰 지방에서 야간의 낮은 온도로 낮에 데워진 건물의 열용량을 줄이기 위해 적용하는 방법이다. 따라서 천장에 설치된 복사냉방코일을 우리나라 기후에 적용하는 것은 무리이다.

설계 디자인 가이드는 위와 같이 요소 위주의 가이드라인보다는 건물 전체의 디자인에 맞춰 전반적인 에너지절감을 유도할 수 있는 방식을 검토해야 한다.

녹색건축물을 실현하기 위해서는 녹색건축설계에 대한 접근과 이를 평가하는 인증절차가 서로 부합하여 인증시기 및 절차에서부터 녹색건축설계프로세스를 반영하여 진행되어야 한다. 하지만 현재 녹색건축인증의 예비인증과 본인증 시기 및 절차, 평가방법이 건축물설계와 에너지효율, 법규 상 추구하고자 하는 정의를 뒷받침하지 못하여 건축설계가 건축물의 에너지효율에 미치는 영향 등을 사전에 검토할 수 없어 에너지효율적인 녹색건축물 실현이 미흡한 상태이다.

예비인증 시에는 모든 설계프로세스가 포함되어 평가되어야 하며, 본인증은 호주의 NABERS와 같은 예비인증과 다른 별도의 제도를 통해 건물에너지와 직접적으로 관련된 사항을 평가하도록 해야 한다.

즉, 진정한 녹색건축물을 실현하기 위해서는 건축설계비가 상승되더라고 충분한 시간과 엔지니어링의 협조, 전반적인 시스템의 개정이 필요하다.

3 건축법규의 개정

(1) 국내 건축법규의 문제점

○건축물 에너지절약과 관련하여 국내에서는 건축물 에너지절약설계기준의 에너지성능지표검토서(EPI, Energy Performance Index)를 시행하고 있다. EPI는 건축, 기계, 전기, 신재생에너지부문의 4가지 항목에 대하여 각 항목을 의무사항과 권장사항으로 나누어 평가하며 일반 건축물은 평점 합계 60점 이상, 공공건축물은 평점 합계 74점 이상을 만족해야 한다.

○ 하지만 각 부문별 사항을 살펴보면 건축계획과 관련한 에너지성능을 파악할 수 없으며 평가방법도 적용여부에 관한 것으로써 건축물의 에너지사용량을 객관적으로 확인할 수 없다. <표 80>은 에너지성능지표검토서의 평가항목에 따른 의견사항을 명기한 것이다.

표 80. 에너지성능지표검토서(EPI)

부문	평가항목	평가방법	비고
건축부문	1. 외벽의 평균 열관류율 Ue(W/㎡·K)(창 및 문을 포함)	열관류율	**제시된 기준 충족 시 점수획득이 가능하며 단열조치에 대한 사항임.**
	2. 지붕의 평균 열관류율 Ur(W/㎡·K)(천창 등 투명 외피부분을 제외한 부위의 평균 열관류율)	열관류율	
	3. 최하층 거실바닥의 평균 열관류율 Uf (W/㎡·K)	열관류율	
	4. 제5조 제9호 차목에 따른 외단열 공법의 채택 (전체 외벽면적에 대한 시공 비율, 전체 외벽면적에 대한 창면적비가 50%미만일 경우에 한함)	적용비율	**단열조치**
	5. 기밀성 창호 및 문의 설치(KS F2292에 의한 기밀성 등급 및 통기량(㎥/h㎡))	기밀성등급 및 통기량 기준	**창호설치**
	6.자연채광용 개구부(수영장), 주된 거실에 개폐가능한 외기에 면한 창의 설치(기타 건축물)	적용면적비율	**일정기준 이상 적용여부를 판단함으로써 건축의 다양성 및 계획을 반영치 못함.**
	7. 유리창에 제5조제9호타목에 따른 야간 단열장치를 설치	일정기준 이상 적용여부	
	8. 냉방부하저감을 위한 제5조제9호 거목에 따른 차양장치 설치	일정기준 이상 적용여부	

부문	평가항목		평가방법	비고
기계설비 부문	1.난방설비 (효율%)	기름보일러	고효율인증제품 또는 1등급 제품 사용	설비시스템 효율을 기준으로 평가하며 높은 점수를 받기위하여 고효율인증제품을 사용하도록 함으로써 EPI를 제출하는 건축계획 시 건축물 특성을 고려하기보다 점수획득을 위하여 고효율제품을 설치함으로서 실질적인 에너지절약과 무관할 수 여지가 있음.
		가스보일러(중앙난방식/개별난방식)		
		기타 난방설비		
	2.냉방설비	원심식	고효율인증제품 및 성적계수	
		흡수식(1중효용,2중효용,3중효용,냉온수기)		
		기타 냉방설비		
	3.열원설비 및 공조용 송풍기의 효율(%)		기기 효율	
	4.냉온수 순환, 급수 및 급탕 펌프의 평균 효율		기기 효율	
	5. 이코노마이저시스템 등 외기냉방시스템의 도입		적용 여부	대부분 건축물이 적용하고 있어 평가항목으로 다소 적절치 못함.
	6. 폐열회수형 환기장치 또는 바닥열을 이용한 환기장치, 보일러 또는 공조기의 폐열회수설비		적용 여부	시스템 운전 효율보다 고효율제품을 적용토록 하고 있음.
	7.기기, 배관 및 덕트 단열		적용 여부	시방서 상 지켜야 하는 부분으로써 평가항목으로 다소 적절치 못함.
	8 열원설비의 대수분할, 비례제어 또는 다단제어 운전		적용 여부	
	9. 공기조화기 팬에 가변속제어 등 에너지절약적 제어방식 채택		적용 여부	건물 규모 및 용도에 따라 적용되는 시스템이 고려되어야 하지만 이에 대한 구체적 사항이 제시되지 못하고 VAV는 공사비용뿐 아니라 운영비가 많이 들기에 에너지 절약적 운전이 어려움
	10. 생활배수의 폐열회수설비		적용 여부	적용 여부만을 판단
	11. 축냉식 전기냉방, 가스 및 유류이용 냉방, 지역냉방, 소형열병합 냉방 적용, 신재생에너지 이용 냉방 적용(주간 최대냉방부하 담당 비율, %)		냉방 담당 비율	
	12. 급탕용 보일러		고효율인증제품 또는 1등급 제품 사용	
	13. 난방 또는 냉난방순환수 펌프의 대수제어 또는 가변속제어 등 에너지절약적 제어방식 채택		일정기준 이상 적용 여부	건물 규모 및 용도에 따라 적용되는 시스템이 고려되어야 하지만 이에 대한 구체적 사항이 제시되지 못함.
	14. 급수용 펌프 또는 가압급수펌프 전동기에 가변속 제어 등 에너지절약적 제어방식 채택		일정기준 이상 적용 여부	가압급수펌프는 가압펌프 작동을 위한 전력소비가 상당하여 고가수조방식에 비해 에너지절약적이지 못함.

부문	평가항목	평가방법	비고
기계설비 부문	15. 기계환기설비의 지하주차장 환기용 팬에 에너지절약적 제어방식 설비 채택	일정기준 이상 적용 여부	
	16-1. 지역난방방식 또는 소형가스열병합발전 시스템, 소각로 활용 폐열시스템을 채택하여 1번, 8번 항목의 적용이 불가한 경우의 보상점수	일정기준 이상 적용 여부	**보상이라는 개념은 위와 같이 시스템을 강제적용하려다 보니 적용이 되지 않는 부분에 대한 보상인데, 근본적으로 시스템을 제한한다는 것은 에너지절약에 도움이 되지 못함.**
	16-2. 개별난방 또는 개별냉난방방식주9)을 채택하여 8번, 13번 항목의 적용이 불가한 경우의 보상점수	-	
전기설비 부문	1.제5조제9호가목에 따른 거실의 조명밀도(W/㎡)	조명밀도에 따른 배점	**건축에서 반영될 사항이 없음. 조명에너지와 관련된 사항에서는 고효율조명기기의 사용을 권하고 있으나 이를 건물 조명에너지절약의 방법으로 간주되기에는 건축이 전혀 반영되지 않음.**
	2.간선의 전압강하(%)	전압강하에 따른 배점	
	3.변압기를 대수제어가 가능하도록 뱅크 구성	적용 여부	
	4.최대수요전력 관리를 위한 제5조제11호사목에 따른 최대수요전력 제어설비	적용 여부	
	5.실내 조명설비에 대해 군별 또는 회로별 자동제어설비를 채택	일정기준 이상 적용 여부	
	6.옥외등은 고휘도방전램프(HID 램프) 또는 LED 램프를 사용하고 격등 조명과 자동 점멸기에 의한 점소등이 가능하도록 구성	적용 여부	
	7.층별 또는 임대 구획별로 전력량계를 설치	일정기준 이상 적용 여부	
	8.BEMS 또는 에너지 용도별 미터링 시스템 설치	반영 여부	
	9.역률자동 콘덴서를 집합 설치할 경우 역률자동조절장치를 채택	적용 여부	
	10.분산제어 시스템으로서 각 설비별 에너지제어 시스템에 개방형 통신기술을 채택하여 설비별 제어시스템 간 에너지관리 데이터의 호환과 집중제어가 가능한 시스템	적용 여부	
	11.전체 조명설비 전력에 대한 LED 조명기기 전력 비율(%) (단, LED 제품은 고효율에너지기자재인증제품인 경우에만 배점)	고효율에너지기자재 적용 비율	
	12.제5조제11호 카목에 따른 대기전력자동차단장치를 통해 차단되는 콘센트의 거실에 설치되는 전체 콘센트 개수에 대한 비율	설비 개수 적용 비율	
	13. 제5조제11호 거목에 따른 창문 연계 냉난방설비 자동 제어시스템을 채택	적용 여부	
신재생 에너지 부문	1.전체난방설비용량에 대한 신·재생에너지 용량 비율	일정기준 이상 적용 여부	**신재생에너지이용 비율을 법적으로 의무화하고 있으나 효율에 대해 전혀 고려하지 않음. 신재생에너지의 대표적인 종류로 지열, 태양광, 태양열이 있으나 건축디자인에 영향력이 적은 지열 사용이 가장 큼. 하지만 효율성은 미비하며 점수 취득 후 관리의 문제가 야기됨.**
	2.전체냉방설비용량에 대한 신·재생에너지 용량 비율		
	3.전체급탕설비용량에 대한 신·재생에너지 용량 비율		
	4.전체전기용량에 대한 신·재생에너지 용량 비율		

○ 위에서와 같이 국내 건축법규는 건축과 관련한 단열성능 강화에 대한 사항, 설비와 관련하여 고효율 사용기기 권장 등으로만 구성되어 있어 실질적인 건축물의 에너지 사용량을 제한하고 평가할 수 있는 시스템이 전무한 상태이다. 일례로 성남시청사, 용산구종합행정타운, 용인시청사에서는 EPI에서 권장하는 VAV System을 적용하였으나 근본적으로 VAV System의 효율이 문제가 되며 조닝이 전반적으로 잘못되어 있다. 따라서 시스템·기기효율로만 권하지 말고 설계자가 건물에 적합한 설비시스템을 사용할 수 있도록 해야 하며 이에 대한 허가 시 적합한 판정이 있어야 한다.

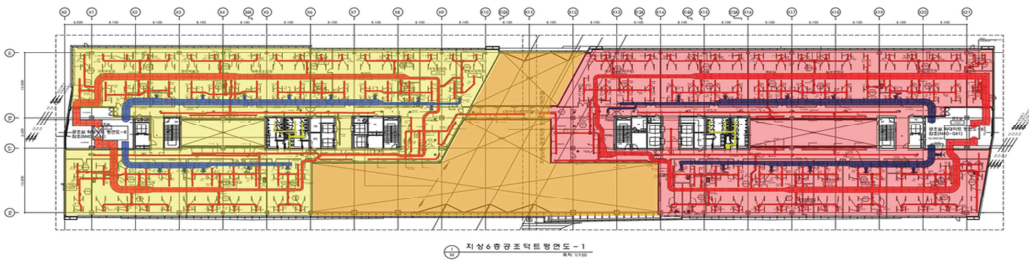


그림 166. 성남시청사 기준층 공조조닝

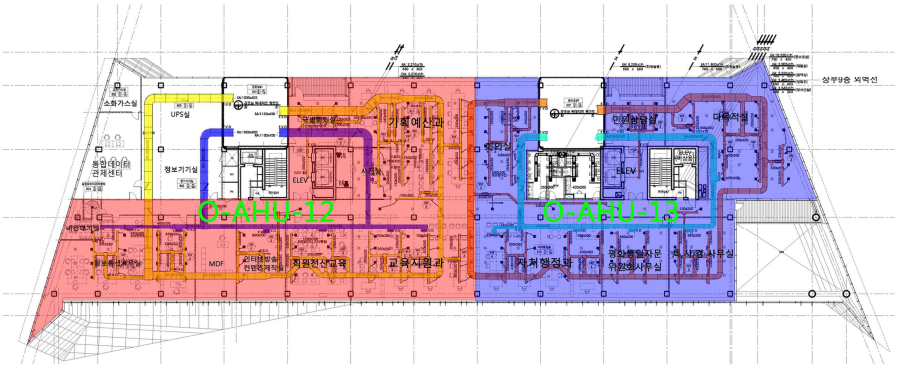


그림 167. 용산구종합행정타운 8층 공조조닝

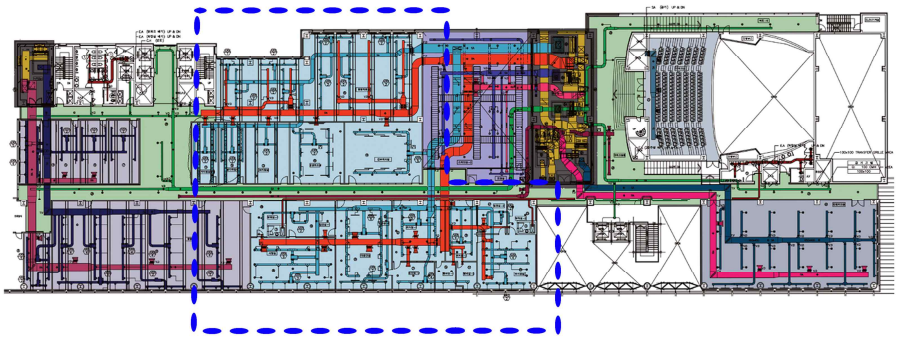


그림 168. 용인시청 기준층 공조닥트 평면도

○ 건축물 에너지절약을 위해 건축법규에서는 고효율기기사용을 권장하기보다는 Annual Energy Budget 또는 온실가스 사용량 제한을 통해 에너지절약을 유도해야 하며 특히, 공공건축물은 에너지사용 및 온실가스 배출량 정보가 수집가능하기 때문에 자료를 재검토하여 건축법규에 반영할 수 있는 기준 마련이 시급하다. 또한 건축물의 설비시스템을 확인하

고 사용량을 검토하여 관리할 수 있는 국가 조직을 구축하여 건축물 운영기간 중의 에너지 사용량을 지속적으로 관리해야 한다.

○ 국내 건축법규 개정방향은 영국 Building Regulations와 같이 건축물의 온실가스 배출량을 직접적으로 제한할 수 있는 사항을 건축법규 내에 포함시켜야 한다.

○ 영국 Building Regulations는 총 10개의 장으로 구성되어 있으며 건축물의 설계·건설·철거, 건축물이나 건축물과 관련된 서비스·설비 등을 규제한다. 이 중 에너지 관련사항은 Part 6(Energy Efficiency Requirements)에서 건물에 대한 최소 에너지 성능, 이산화탄소배출량 제한, 이산화탄소 배출량 계산방법에 대하여 제시하고 있다.

Minimum energy performance requirements for new buildings

25. The Secretary of State shall approve minimum energy performance requirements for new buildings, in the form of target CO_2 emission rates, which shall be based upon the methodology approved pursuant to regulation 24.

CO_2 emission rates for new buildings

26. Where a building is erected, it shall not exceed the target CO_2 emission rate for the building that has been approved pursuant to regulation 25.

CO_2 emission rate calculations

27.—(1) This regulation applies where a building is erected and regulation 26 applies.

(2) Not later than the day before the work starts, the person carrying out the work shall give the local authority a notice which specifies—

(a) the target CO_2 emission rate for the building,

(b) the calculated CO_2 emission rate for the building as designed, and

(c) a list of specifications to which the building is to be constructed.

(3) Not later than five days after the work has been completed, the person carrying out the work shall give the local authority—

(a) a notice which specifies—

(i) the target CO_2 emission rate for the building,

(ii) the calculated CO_2 emission rate for the building as constructed, and

(iii) whether the building has been constructed in accordance with the list of specifications referred to in paragraph (2)(c), and if not a list of any changes to those specifications; or

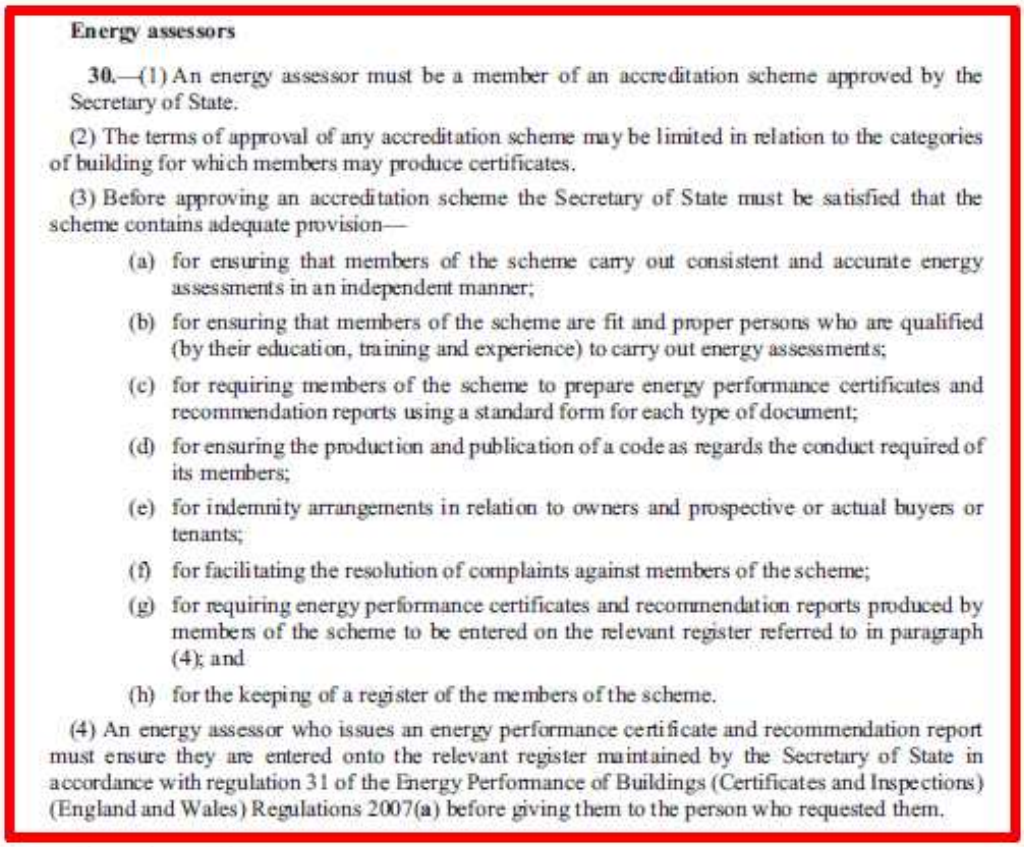
(b) a certificate of the sort referred to in paragraph (4) accompanied by the information referred to in sub-paragraph (a).

(4) A local authority are authorised to accept, as evidence that the requirements of regulation 26 have been satisfied, a certificate to that effect by an energy assessor who is accredited to produce such certificates for that category of building.

(5) In this regulation, "specifications" means specifications used for the calculation of the CO_2 emission rate.

그림 169. Building Regulations의 최소 에너지 성능 요구 사항

○ 또한, 건축물과 관련하여 국가에서 공인하는 에너지평가사(Energy Assessors)에 의한 에너지성능확인과 에너지성능인증서를 제출하도록 하고 있다.



Energy assessors

30.—(1) An energy assessor must be a member of an accreditation scheme approved by the Secretary of State.

(2) The terms of approval of any accreditation scheme may be limited in relation to the categories of building for which members may produce certificates.

(3) Before approving an accreditation scheme the Secretary of State must be satisfied that the scheme contains adequate provision—

(a) for ensuring that members of the scheme carry out consistent and accurate energy assessments in an independent manner;

(b) for ensuring that members of the scheme are fit and proper persons who are qualified (by their education, training and experience) to carry out energy assessments;

(c) for requiring members of the scheme to prepare energy performance certificates and recommendation reports using a standard form for each type of document;

(d) for ensuring the production and publication of a code as regards the conduct required of its members;

(e) for indemnity arrangements in relation to owners and prospective or actual buyers or tenants;

(f) for facilitating the resolution of complaints against members of the scheme;

(g) for requiring energy performance certificates and recommendation reports produced by members of the scheme to be entered on the relevant register referred to in paragraph (4); and

(h) for the keeping of a register of the members of the scheme.

(4) An energy assessor who issues an energy performance certificate and recommendation report must ensure they are entered onto the relevant register maintained by the Secretary of State in accordance with regulation 31 of the Energy Performance of Buildings (Certificates and Inspections) (England and Wales) Regulations 2007(a) before giving them to the person who requested them.

그림 170. 에너지평가사에 대한 규정

○ 이 외에 Part 6의 구체적인 실행을 위해 Approved Document Part L (Conservation of Fuel and Power)을 통해 건물에너지절약 방법을 제시하고 있으며 신축주거, 주거 외 신축 건물, 기존주거, 주거외 기존 건물로 세분화되어 있다.

Part L에서는 Building Regulations에 근거하여 이산화탄소배출량 규제 및 에너지평가사에 대한 규정을 따르고 건축물 커미셔닝에 대한 사항을 제시하며 기타 내용 구성은 다음과 같다.

① Introduction : 이 문서에서 고려해야 하는 일반적인 사항
② The Requirements : 건축규제에 포함된 관련 법적 요구사항
③ General Guidance : 용어의 정의 및 건축행위 등
④ Design Standards : 에너지효율 요구사항을 충족시키기 위한 설계의 세부적인 사항 및 기술적인 조언 - Achieving BER, Limits on Design Flexibility, Limiting the Effects of Solar gains in Summer, Building Performance consistent with BER
⑤ Quality of Construction and Commissioning : Commissioning of the Building Services system
⑥ Providing Information : Provisions for Energy-Efficient Operation of the Building
⑦ Model Design

New buildings – Regulation 26

Where a building is erected, it shall not exceed the target CO_2 emission rate for the building that has been approved pursuant to regulation 25.

☞ 법규에서 요구하는 이산화탄소배출량 목표를 초과하지 않도록 함.

Energy performance certificates – Regulation 29

(1) This regulation applies where–

(a) a building is erected; or

(b) a building is modified so that it has a greater or fewer number of parts designed or altered for separate use than it previously had, where the modification includes the provision or extension of any of the fixed services for heating, hot water, air conditioning or mechanical ventilation.

(2) The person carrying out the work shall–

(a) give an energy performance certificate for the building to the owner of the building; and

(b) give to the local authority notice to that effect, including the reference number under which the energy performance certificate has been registered in accordance with regulation 30(4).

(3) The energy performance certificate and notice shall be given not later than five days after the work has been completed.

(4) An energy performance certificate must–

(a) express the asset rating of the building in a way approved by the Secretary of State under regulation 24;

(b) include a reference value such as a current legal standard or benchmark;

(c) be issued by an energy assessor who is accredited to produce energy performance certificates for that category of building; and

☞ 에너지평가사(ECP)에 의해 에너지 성능을 확인해야 하며 평가사는 에너지성능인증서를 발급함.

L1. Reasonable provision shall be made for the conservation of fuel and power in buildings by:

(a) limiting heat gains and losses–

(i) through thermal elements and other parts of the building fabric; and

(ii) from pipes, ducts and vessels used for space heating, space cooling and hot water services;

(b) providing fixed building services which–

(i) are energy efficient;

(ii) have effective controls; and

(iii) are commissioned by testing and adjusting as necessary to ensure they use no more fuel and power than is reasonable in the circumstances; and

☞ 에너지 사용에 대해 필요한 테스트 및 commissions을 실시함.

그림 171. Approvement Part L 기본 요구 사항

표 81. 국내외 녹색건축 관련 법규 비교

		국내	영국
법령		녹색건축물조성지원법	Building Regulations
CO_2 배출	규제 기준	×	○
	강제성	×	○
	대상	G-SEED 인증 건물, 공공건축물	모든 건축물
주요 내용		· 총 연간에너지사용량 기준 · 에너지절약계획서 제출 · 녹색건축인증 · 건축물에너지효율등급인증 · 에너지소비증명제	· Control of building work · Notices, Plan and Certificates · Supervision of building work otherwise than by local authorities · Self-certification Schemes · Energy Efficiency Requirement · Water Efficiency · Testing and Commissioning
에너지절약기준	명칭	에너지성능지표검토서(EPI)	Approved Document Part L
	내용	· 건축 : 단열, 열관류율, 투과율 · 기계 : 고효율인증제품 사용 · 전기 : 고효율인증제품 사용 · 신재생에너지 : 난방, 냉방, 급탕, 전기사용용량 비율	· Building Emissions Rate(BER) ≤ Target Emissions Rate(TER) · Limits on design flexibility · Limiting the effects of solar gains in summer · Quality of construction & Commissioning · Providing information / O&M instructions
관련 인증제도		G-SEED	BREEAM

○ 건축물에너지효율등급인증제도의 개선점

이 제도는 독일의 에너지효율등급인증제도를 참고로 하였다고 한다. 냉방, 난방, 조명, 급탕 등의 기준으로 등급별 사용용량을 세분화하였으나 이는 건물의 용도별로도 차이가 있을 뿐 아니라 근본적으로 지역의 기후 및 건물이 사용패턴과 밀접한 관계가 있다. 너무 짧은 시간에 외국의 제도를 카피하는 것에 만족하지 말고 근본적인 재검토가 필요하다. 건물 전체의 에너지 사용량을 줄일 수 있게 하는 것이 냉방, 난방, 조명, 급탕 등으로 나누는 것보다 효율적이며 설비디자인의 창의적 도출에도 도움이 된다.

○ 건축물의 에너지는 재료 및 시공, 설계 조건에 따라 기본적인 필요 에너지가 나타나며 사용목적·사용시간 및 방법에 의해 에너지사용량이 다르게 나타난다. 따라서 건축물 에너지 분석 프로그램은 건축물의 재료 및 디자인 형태를 반영할 수 있어야 하며, 사용시간 및 방법 등의 조건 또한 입력 시 반영되어야 한다.

표 82. G-SEED와 LEED의 에너지 분석 프로그램 비교

	G-SEED	LEED
프로그램	ECO2	EnergyPLUS, eQUEST 등
분석방식	Monthly Method	Dynamic Simulation
지역데이터	13개 도시 중 선택 지역데이터 수정불가	지역데이터 임의 수정가능 시간, 기간, 사이트의 특징 등 다양한 입력 조건 수정 가능
디자인반영 및 외피구성	· 방위선택과 면적만을 사용하여 형태 및 위치 표현 불가 · 외피의 형태 단순한 입력을 통해 건축물의 형태 인식 불가 · 열관류율과 두께만으로 외피특성 반영	· 3차원 좌표사용으로 정확한 형태 및 위치표현 가능 · 외피구성 재료의 다양한 입력 및 수정 가능 · 서브프로그램을 통한 사실적인 모델링 가능(스케치업 등)
입력조건	**· 존별 조닝 및 사용시간 입력이 불가능하여 사용량 분석의 근거 부족** **· 이미 사용 중인 재료 및 기기 선택에 따른 단순 분석으로 신기술 등의 적용 불가**	· 사용조건 및 설비기기 등에 의한 존별 조닝 가능 · 사용시간의 입력에 따라 실제적인 건축물의 사용에 따른 정확한 에너지 사용량 예측이 가능

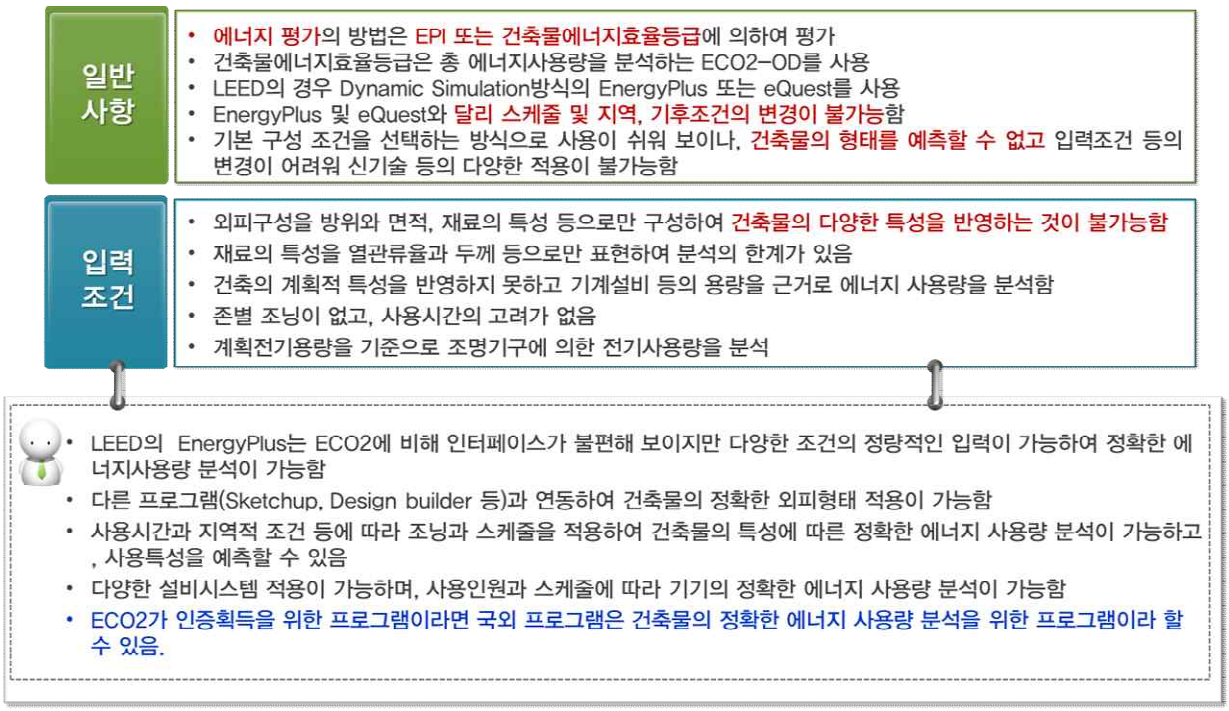


그림 172. ECO2의 특성

○ ISO 13700을 기반으로 하는 ECO2는 기본적인 건물 모델/설비 구성/기후 조건 등에 대해서는 동적방식의 ASHRAE 140과 동일하지만 건물 내 운영방안, 제어 방식 및 계절에 대한 건물 내 부하, 그에 대한 설비/시시의 성능과 반응 등의 다양한 입력 변수가 반영되지 않아 시뮬레이션 정확도면에서 떨어진다.

○ 이에 국내 건축물 에너지분석 프로그램 개발 시 건물의 다양한 특성 반영이 가능하도록 동적 시뮬레이션 툴로의 개발 및 전환이 필요하다.

(2) 건축법규의 개정 제안

○ 영국은 모든 건축물이 Building Regulations에서 규정하는 사항을 만족시켜야 하며 Approvement Document는 건축 규정에 대한 이산화탄소 배출량 계산법, 건축설계 시 고려사항에 대한 내용을 포함하고 있다. 즉, 이산화탄소배출량을 계산하려면 계획초기단계부터 건축디자인의 에너지절약방법을 고려하지 않을 수 없게 된다.

○ 건물의 쾌적환경 조성 및 에너지절약을 위해서는 건축적 방법(A, Passive Design)과 설비적 방법(B, Active Design)이 있는데 건축적 방법 즉, 디자인을 통한 에너지절약은 근본적으로 건물에너지 총 사용량을 줄이는데 큰 부분을 차지하기 때문에 건축적 방법을 통한 에너지절약방법을 건축법규에 제정하는 것이 중요하다. 실제로 설비적 방법(또는 기계적 방법)을 통한 에너지절약은 건축적 방법을 통한 에너지절약에 비해 극히 일부분뿐이 되지 않는다. 올바르지 못한 기기의 사용과 운전은 오히려 에너지소비를 키울 수 있다.

○ 이러한 이유로, 패시브 디자인의 필요성이 중요시 여겨지며 미국, 영국, 호주는 건축가의 Innovation(혁신적 디자인)을 추가로 점수를 부여한다. 하지만 국내에서는 건축법규 자체 내에서 고효율 설비시스템(예 : VAV)의 적용여부를 우선적으로 제시하고 있기 때문에 설비적 조절에 초점을 맞추고 있음을 알 수 있다.

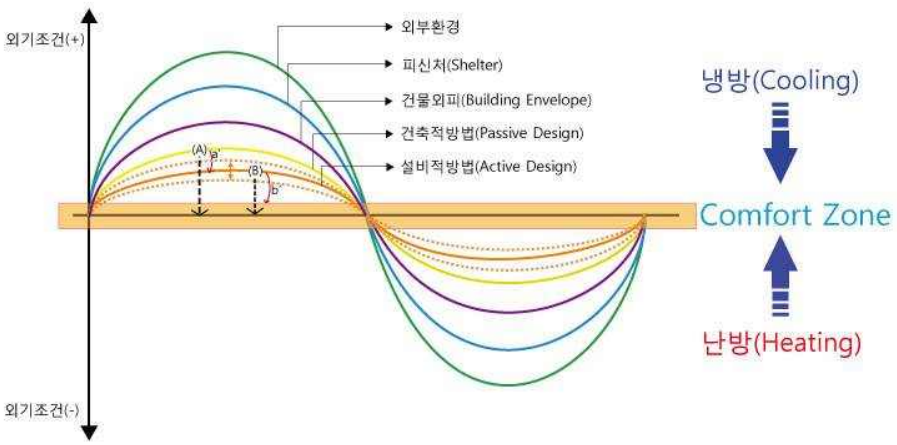


그림 173. 녹색건축과 건축환경

○ 변화하는 자연환경 속에서 일정한 실내환경(Comfort Zone)을 유지하기 위한 건물의 환경조절기법에는 건축적 조절이 가능한 부하(A, Passive Control Method)와 설비적 조절이 가능한 부하(B, Active Control Method)로 나눌 수 있다. 설비적 조절이 가능한 부하(B)는

고효율 냉난방, 환기시스템과 같은 고효율 설비기기와 지열에너지, 태양광·태양열에너지와 같은 신재생에너지 적용으로 조절할 수 있지만 건축적 조절이 가능한 부하(A)를 줄이는 것은 건축계획적 요소로 충분히 가능하며 이로 인해 설비시스템의 적용 비율 감축이 가능해진다. [그림 173]에서 건축적 조절방법(a')이 설비적 조절방법에 의한 에너지절약부분(b')보다 약 7%[27]정도 크며 건축적 조절방법은 단순히 에너지절약뿐만 아니라 건축계획단계에서부터 설비시스템이 부담해야 할 부하가 줄어들게 된다.

○ 이에 국내 건축법규는 에너지절약계획서·에너지성능지표를 전면 개정하고 건축물에너지효율등급인증제를 건축법규에 포함시켜 건물의 에너지사용량을 평가할 수 있는 구조로 개정하는 것을 제안한다.

녹색건축인증제도가 개정이 된다하더라도 근간이 되는 건축법규의 변화가 없이는 녹색건축물 실현이 어렵다.
국내 건축법규는 영국의 경우와 같이 에너지관련 부분 즉, 이산화탄소배출 감소 제재, 에너지사용량 제한 등의 내용을 검토할 수 있어야 하며 에너지절약계획서·에너지성능지표 개정, 건축물에너지효율등급인증제를 건축법규에 포함시켜 건물의 에너지사용량을 평가할 수 있는 구조로 개정하는 것을 제안함으로써 에너지사용량 분석이 초기부터 가능하도록 한다.
또한 [4. 녹색건축인증제도평가항목의 개정에 대한 제안]의 일부 평가항목은 건축법규 안에 두어야 한다.

27) 에너지관리공단 기후변화자료, 2008

4 녹색건축인증제도의 평가항목에 대한 개정방향 제안

○ 국내외 녹색건축인증제도 분석 결과, 국외 제도와 유사한 평가항목이 존재하고 국내 특성을 반영한 평가항목도 있다. 하지만 건축물의 이산화탄소 배출 및 온실가스 제어와는 관련이 없는 항목들도 나타났다. 이에 다음과 같이 국내 녹색건축인증제도의 평가항목에 대한 개정 내용을 제안하고자 한다.

관련성 부족
관련성 있음(개선필요성 적음)
관련성 있음(개선필요성 많음)

부문	범 주		평 가 항 목		배점	평가 요소			관련 분야			비고
						지속가능성	에너지	적합성	건축	기계	시공	
1. 토 지 이 용 및 교통	1.1	생태적 가치	1.1.1	기존 대지의 생태학적 가치	2			△	-			단순 위치로 생태학적 가치 판단 불가
	1.2	인접대지의 영향	1.2.1	일조권 간섭방지대책의 타당성	2			-	●			건축법 근거, 삭제 무방
	1.3	교통부하 저감	1.3.1	대중교통에의 근접성	2			△	-			판단 기준의 객관성 부족
			1.3.2	자전거 보관소 설치	2			-	● (조경)			자전거 이용과의 연관성 부족
2. 에너지 및 환경 오염	2.1	에너지절약	2.1.1	에너지 성능	12			△	●	●		EPI와 ECO2의 평가 체계 개선 필요
			2.1.2	계량기 설치 여부	2			-		●		용도별 계량기와 사용량의 연관성 부족
			2.1.3	조명에너지 절약	4			○		●		전체적인 전기사용량 평가 필요
	2.2	지속가능한 에너지원 사용	2.2.1	신・재생에너지 이용	3			△		●		실효성에 대한 검토 필요
	2.3	지구온난화방지	2.3.1	이산화탄소 배출 저감	3			△		●		기기 사용에 따른 배출 저감량 확인 필요
			2.3.2	오존층보호를 위한 특정물질의 사용금지	3			○	●	●		
3. 재료 및 자원	3.1	자원절약	3.1.1	화장실에서 사용되는 소비재를 절약	1			△		●		에너지와 관련 없으므로 삭제 무방
	3.2	지속가능한 자원활용	3.2.1	자원재활용을 위한 친환경제품사용 여부	3			○	● (조경)			제품의 다양성 확보 필요
			3.2.2	재활용가능자원의 분리수거	2			△	●			단순항목 평가
			3.2.3	재료의 탄소배출량 정보표시	2			○	●			
4. 물순환관리	4.1	수순환 체계구축	4.1.1	우수부하절감대책의 타당성	3			-	●	●		대지 사용 측면에서 접근 필요
	4.2	수자원 절약	4.2.1	생활용 상수절감 대책의 타당성	4			△		●		적용 범위 확대 필요
			4.2.2	우수 이용	3			△		●		우수 재사용 측면 검토 필요
			4.2.3	중수도 설치	3			-		●		실효성 검토
5. 유지관리	5.1	체계적인 현장관리	5.1.1	환경을 고려한 현장관리계획의 합리성	1			-			●	지속가능한 항목으로 평가되지 않음
	5.2	효율적인 운영관리	5.2.1	운영/유지관리문서 및 지침제공의 타당성	2			-			●	지속가능한 항목으로 평가되지 않음
			5.2.2	TAB 및 커미셔닝실시	2			-		●		지속가능한 항목으로 평가되지 않음
	5.3	시스템 변경의 용이성	5.3.1	거주자의 요구에 대응하여 공간 배치 및 시스템 변경 용이성	4			-	●	●		지속가능한 항목으로 평가되지 않음
6. 생태환경	6.1	대지 내 녹지공간조성	6.1.1	자연지반 녹지율	2			△	(조경)			단순 대지 면적 비율 평가
	6.2	외부공간 및 건물외피의 생태적 기능확보	6.2.1	생태면적률	6			△	(조경)			도시기후 조절 기능에 대한 분석 필요
	6.2	생물서식공간 조성	6.3.1	비오톱 조성	4			-	(조경)			항목 적용으로 인한 배점 재검토 필요
7. 실내환경	7.1	공기환경	7.1.1	실내공기오염물질 저방출자재의사용	3			△	●		●	지속가능성과의 상관성 부족
			7.1.2	자연 환기성능 확보	3			△	●			지속가능성 및 에너지절감과의 상관성 부족
			7.1.3	외기 급.배기구의 설계	3			-	●	●		지속가능성 및 에너지절감과의 상관성 부족
			7.1.4	건축자재에서 배출되는 그 밖의 유해물질억제	1			○	●		●	석면이용이 이미 금지되고 있으므로 삭제
	7.2	온열환경	7.2.1	실내 자동온도조절장치채택여부	2			△		●		개별제어의 에너지절감과의 상관성 검토
	7.3	음환경	7.3.1	교통소음(도로,철도)에 대한 실내소음도	2			-			●	지속가능성 및 에너지절감과의 상관성 부족
	7.4	거주자를 위한 쾌적한 실내환경 조성	7.4.1	휴식 및 재충전을 위한 공간마련	3			-	● (조경)			지속가능성 및 에너지절감과의 상관성 부족
			7.4.2	거주자를 위한 쾌적한 실내환경 조성	4			△		●		지속가능성 및 에너지절감과의 상관성 부족
									17	16	5	

1. 토지이용 및 교통

1.1.1 기존 대지의 생태학적 가치

목적	기존 대지의 환경 및 생태학적 가치를 평가하여 환경적으로 가치 있는 토지자원 보호		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	●		
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	●	●	●
현행	재사용되었던 대지, 쓰레기 매립지 등과 같이 생태학적으로 훼손된 대지사용을 평가하며 도시계획확인원을 통해 기존 대지의 사용용도 및 전체 대지면적에서 차지하는 비율로 평가한다.		
제안	이전에 개발된 대지의 사용에 대하여는 사용용도 확인으로 평가가 가능하나 오염된 대지에 대해서는 전문가에 의한 정량적 평가방법이 이루어지고 있지 않으며 최근 건축특성 상 택지개발 및 대규모 개발지구는 대상 대지에서 제외됨으로서 이의 고려가 필요하다.		

1.2.1 일조권 간섭방지대책의 타당성

목적	대상건축물이 인접 대지로의 유용한 주광을 차단하지 않도록 대상건축물의 최고 높이와 인접대지 경계선으로부터 대상건축물까지의 수평거리 비율의 적정성 평가		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	○		
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	–	–	–
현행	국내 제도에서만 평가되는 항목으로써 건축법 제 61조 「일조 등의 확보를 위한 건축물의 높이 제한」에 의해 대상건축물까지의 수평거리 비율 적정성을 평가한다.		
제안	건축법에 의해 적용되는 것으로써 녹색건축인증제도 평가항목에서는 불필요하다.		

1.3.1 대중교통에의 근접성

목적	대중교통 이용을 통한 공해발생 및 에너지 사용 저감 유도		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	●	○	
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	●	●	●
현행	대중교통의 근접성을 평가하는 이유는 자동차 사용으로 인한 환경오염을 줄이고, 화석연료 사용 저감을 유도하기 위한 것으로써, 1급을 제외하고 거리 내 대중교통 시설이 1개만 있어도 평가가능하다.		
제안	대중교통 종류에 따라 운영 횟수 및 시간이 각기 다르기에 도보 거리 내 교통시설의 유무 평가에서 대중교통 종류를 고려·분리하여 효율적 측면을 검토·평가해야 한다. (LEED, BREEAM, Green Star의 평가방법이 동일함)		

1.3.2 자전거 보관소 설치

목적	자전거 보관소 설치 여부를 판단함으로써 녹색교통 환경 유도 및 공해발생과 에너지 사용 저감 도모		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	○	○	
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	●	●	●
현행	자전거 이용을 도모함으로써 “대중교통에의 근접성”과 동일한 목적을 갖는다. 국내 제도에서 자전거 보관소 설치 기준은 법정 자동차 대수의 15%이상으로 하며, 자동차 대수 산정은 건축물 연면적으로 산정된다. 또한 1,2급의 차이는 샤워시설 유무로 평가한다.		
제안	자전거 보관소 설치 및 샤워시설의 평가를 샤워시설 유무로 구분지어 명목 상 적용하기보다는 국외 제도 분석을 통해 사용 인원수에 따른 비율로 평가하는 것이 바람직할 것이다.		

⇒ LEED, BREEAM, Green Star는 자동차 사용으로 인한 환경오염 및 화석연료 사용을 저감하기 위하여 자전거 보관소 설치, 친환경 차량의 이용, 주차 공간 등 다양한 항목으로 평가한다. 특히, 주차공간은 허가 기준치 보다 적은 수를 계획하는 것이 자동차 사용을 지양하는 것으로 여겨 평가하고 있다. 국내 제도 내 교통에 대한 평가방법은 외국제도에 비해 소극적인 편이라 할 수 있다.

2. 에너지 및 환경오염

2.1.1 에너지 성능

목적	건축물의 생애주기에서 가장 많은 에너지를 소비하는 운영단계에서의 에너지소비량을 사전에 평가함으로써 건축물의 온실가스 배출 및 에너지 소비 저감		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	●	●	
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	●	●	●
현행	서면으로 평가되는 에너지성능지표(EPI) 또는 단위면적당 1차 에너지 소비량으로 평가하는 건축물에너지효율등급으로 평가한다.		
제안	“에너지 성능”평가는 모든 녹색건축인증제도의 본질적인 목적을 나타내는 항목이라 할 수 있다. 건물 에너지 성능 평가방법은 BREEAM-LEED-GREEN SATR 순으로 까다로웠으며, 국외 제도들이 건물 에너지 소비를 이산화탄소 배출량과 연관 지어 평가하지만 에너지성능지표 평가 내용은 건물의 운영단계에서의 에너지 소비량을 실질적으로 평가할 수 없기 때문에 에너지성능지표검토서의 전반적인 개정 및 건축물에너지효율등급을 건축법규내에 포함시킴으로써 법규 상 근거를 마련해야 한다.		

2.1.2 계량기 설치 여부

목적	건축물 관리자 및 사용자가 전력 및 화석연료를 합리적으로 이용하고 절약할 수 있도록 용도별 사용에너지 계량기 설치 여부 평가		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	–	○	
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	–	●	●
현행	용도별 사용에너지 측정 계량기의 설치 개수로 평가한다.		
제안	측정요소 별 계량기 설치도 중요하지만 1차적으로 측정된 데이터들이 건물 사용자들에게 인식 가능할 수 있도록 제공되어야 하며 추후 BEMS와의 연계성도 고려하여 평가되거나 건물에너지평가에는 무관한 방법이므로 삭제되어도 무방하다.		

2.1.3 조명에너지 절약

목적	효율적인 조명설계에 의한 전력에너지 절약		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	–	●	
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	–	●	●
현행	천장면 평균조명밀도에 따라 평가한다.		
제안	실내 평균 조명밀도 기준 만족보다는 일광시간동안 조명에너지 낭비를 줄이기 위하여 일광센서를 통한 제어기술 및 사용자들이 직접 조절할 수 있도록 환경을 조성하였는지를 평가해야 한다.		

2.2.1 신재생에너지의 이용

목적	신재생에너지 활용 권장 및 장려를 통해 화석연료 사용과 온실가스 배출량 감축		
평가 요소	지속가능성	에너지	
		●	
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	●	●	–
현행	각 부문별(난방, 냉방, 전기, 급탕용량) 사용량에서 신재생에너지가 담당하는 수준의 설치 여부를 평가한다.		
제안	기존의 연구들에 의해 설치된 신재생에너지의 실질적인 사용 및 효율이 미비함을 알 수 있다. 설치 여부를 평가하기 때문에 건축설계단계에서부터 신재생에너지의 효율적인 고려가 부족하다. 미국은 이로 인한 에너지 비용으로써 평가하고, 영국은 신재생에너지 적용의 타당성 조사를 통해 에너지 및 투자비용이 초기단계에서부터 수행되었는지를 평가한다. 현재, 신재생에너지이용건축물인증제도의 삭제가 논의됨에 따라 신재생에너지이용을 일정비율 이상 의무 적용으로 평가하기보다는 법규 내에 통합시키는 방안이 필요하며, 건축초기단계에서부터 계획이 고려될 수 있는 평가방법이 제시되거나 제도 내에서 의무적으로 평가하기에는 실효성이 부족하다.		

2.3.1 이산화탄소 배출 저감

목적	설계 및 운영단계에서의 이산화탄소 배출량 절감을 위해 적용된 기술 및 사용 에너지원별 이산화탄소 배출량을 평가하여 건축물 계획단계에서부터 환경부하를 줄임		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	○	○	
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	–	–	–
현행	열병합발전, 지역난방방식, 지역냉방방식, 신재생에너지이용이 에너지 사용량을 줄임으로써 이산화탄소 배출 저감에 기여한다는 측면에서 “2.1.1 에너지성능”과 겹치지 않도록 냉난방설비를 중심으로 관련 설비의 규모 및 설계 자료로 평가된다.		
제안	평가되는 방식들의 적용으로 인한 이산화탄소 배출량 평가가 가능한지 정확히 알 수 없으며 지역냉난방방식이 적용 불가능한 경우도 있기에 적합한 평가항목은 아니라 판단된다.		

2.3.2 오존층보호를 위한 특정물질의 사용금지

목적	지구온난화방지를 위해 오존층 파괴물질의 사용 및 배출 감소		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	○		
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	●	●	●
현행	냉방기기 냉매 및 단열재의 ODP 및 GWP의 일정 기준 이하를 충족시키면 평점을 부여하지만 이는 시스템의 성능 및 사용 명세서를 근거로 하기 때문에 시스템 사용 수명 및 수명기간 내의 실질적인 효율에 대한 고려가 부족하다. 미국,영국,호주는 아예 냉매를 사용하지 않으며 사용한다 하더라도 건물 운영 기간 동안 배출되는 양을 정량적으로 평가하고 있다.		
제안	국내 제도 평가항목의 대부분이 자체사용금지보다는 일정 기준 이하를 허용함으로써 소극적 형태를 취하거나 적용된 시스템들이 배출하는 양을 정량적평가하지 않고 있기에 기본적으로 냉매사용기준을 강화시켜야 한다.		

3. 재료 및 자원

3.1.1 화장실에서 사용되는 소비재 절약

목적	건축물 내 화장실에서 사용되는 소비재 절감을 유도하고 청결한 생활환경을 도모		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	–	–	
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	–	–	–
현행	국내 제도에서만 평가하는 항목으로 자동 감지식 손건조기, 롤링타월 방식 설치에 따라 점수가 평가된다.		
제안	쓰레기를 줄이고자 자동 감지식 손건조기 사용을 권장하고 1급으로 평가하고 있지만 비록 작은 소비전력이라 하더라고 건물 전기에너지 사용량에서 고려되어야 한며 롤링타월의 사용 등은 건물과는 무관한 사항으로써 건물과는 직접적인 관련성이 없어 평가항목으로 부적절하다.		

3.2.1 유효자원 재활용을 위한 친환경인증제품 사용 여부

목적	유효자원 재활용을 위한 친환경인증제품의 사용을 평가함으로써 자원 재활용, 내재에너지 저감, 환경오염 저감 등의 효과를 얻음		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	○		
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	●	●	●
현행	환경표지인증제품 또는 GR마크 인증제품의 사용 개수에 따라 평가한다.		
제안	공인된 절차를 통해 인증 받은 자재의 사용을 평가하는 것으로 건물의 직접적인 에너지 및 지속가능성과는 무관하다.		

3.2.2 재활용 가능자원의 분리수거

목적	고형폐기물의 분리수거를 통하여 발생폐기물의 재활용 촉진		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	○		
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	●	●	●
현행	생활폐기물 처리(매립, 소각)으로 인한 자연환경 훼손을 방지하기 위하여 재활용 폐기물 보관시설(연면적 1,000㎡당 2㎡이상으로 계획된 밀폐된 공간으로 문이 달려있을 것) 및 분리 품목 종류에 의해 평가된다.		
제안	LEED는 필수항목으로 지정하였으며, 국내 제도도 최소 0.8점 이상 받도록 필수항목으로 제시하고 있지만 이는 건물의 에너지 및 지속가능성과는 무관한 거주자의 생활환경 및 쾌적도와 관련된 것으로써 미국과 같이 필수항목으로 제시하거나 설치 개수가 아닌 거주자가 편히 사용할 수 있도록 유도하는 방안으로 접근성을 고려해야 할 것이다.		

3.2.3 재료의 탄소배출량 정보 표시

목적	사용된 재료의 이산화탄소 배출 관련 정보의 표시나 내재탄소량 평가 수행 여부를 평가함으로써 사용되는 자재의 이산화탄소 배출 저감, 저탄소 자재 개발 촉진 등의 효과 도모		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	○	–	
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	–	○	–
현행	공인된 절차를 통해 ‘제품의 탄소성적(제품과 서비스 모든 과정에서 발생하는 온실가스 발생량을 CO_2 배출량으로 환산)’을 인증 받은 자재의 얼마나 사용하였는지를 평가한다.		
제안	BREEAM과 비슷하지만 평가기준으로서 인증 받은 자재 사용의 최소 기준을 강화시킬 필요성이 있다.		

4. 물순환관리

4.1.1 우수부하 절감대책의 타당성

목적	집중호우 시 도시 홍수 발생가능성을 저감하고 하수도, 처리장 및 우수 체수지와 같은 우수 배제시설 등의 건설,관리비를 절감할 뿐만 아니라 토양 생태계 유지 및 하천수량, 지하수 수량 확보 등의 효과를 얻기 위함		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	○		
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	–	–	–
현행	대지 내 설치된 우수유출저감시설과 연계면적으로 평가한다.		
제안	국외에서는 우수 이용에 대하여 건물 대지 조경 시 빗물 침투성을 고려하여 홍수 예방을 평가한다. 본 항목은 4.2.2 우수이용과 비슷한 목적을 취하기 때문에 중복성 고려가 필요하다.		

4.2.1 생활용 상수 절감대책의 타당성

목적	에너지 및 상수 공급, 하수처리를 위한 설비비용 감소		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	○		
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	●	●	●
현행	절수와 관련된 위생기기들의 사용여부를 평가한다.		
제안	BREEAM, Green Star는 자체적으로 건물에서 소비되는 물의 양을 예측하여 별도의 성능 기준에 따른 효율성을 실질적으로 평가하고 있으나 G-SEED는 실제적인 물 소비량을 예측하는 정량적 평가가 아닌 절수와 관련된 위생기기들의 사용 여부를 평가하는 정성적인 방법이 사용되어 이러한 기기들을 사용하였을 때 정확히 얼마만큼의 물이 절약되는지를 가늠할 수 없다. “생활용 상수 소비 절감률을 평가” 하기에는 환경표지인증을 받은 제품의 적용 여부에 달려있어 직접적인 관련성 및 문서내용을 확인할 수 없기에 물소비량 예측대비 절감량을 평가해야 한다.		

4.2.2 우수 이용

목적	강우 시 우수 유출을 억제하고 이를 수자원으로 전환하여 재활용함으로써 상수 소비 절감 및 우수 유출 억제 등의 효과 기대		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	○		
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	●	●	●
현행	건축면적 또는 대지면적을 고려한 우수저수조 및 저류지 설치를 평가한다.		
제안	우수이용은 홍수방지를 위한 것인지, 건물에서 사용할 것인지 목적에 따라 다르게 평가되어야 하지만 국내는 해당 설비의 설치 규모로만 평가한다. 보통 우수는 조경용수에 많이 활용되기 때문에 용도를 분명히 하여 우수 이용으로 인한 물 절약량을 평가해야 한다.		

4.2.3 중수도 설치

목적	사용한 수돗물을 처리하여 재활용함으로써 수자원을 절감하고 공공수역에서의 오염부하 저감 및 오수처리시설 비용 감소를 위함		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	○		
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	–	–	–
현행	대상 건축물의 중수도 시설에 의한 중수 사용량 및 발생 배수 총량으로 산정된 대상건축물 중수 사용비율로 평가한다.		
제안	4.2.1과 중복성을 고려한다.		

5. 유지관리

5.1.1 환경을 고려한 현장관리계획의 합리성

목적	시공 시 환경관리계획의 타당성 및 시행여부를 확인하기 위하여 시공회사의 조직과 현장조직이 환경을 고려한 체제로 정비되어 있는지 여부 평가		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	–	–	
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	–	○	○
현행	시공회사의 ISO 14001 획득여부 및 환경우선정책 채택의 정도로 평가하며 호주의 평가방법과 유사하다.		
제안	영국에서는 서류내용보다는 건설 과정에서 발생하는 에너지, 물 소비등으로 인한 이산화탄소 배출량을 기록하고 보도하도록 되어있어 국내의 정성적 평가와는 다른 환경에 미치는 직접적인 영향력을 정량적으로 평가하고 있다. 이러한 방법이 건물 시공이 환경에 미치는 영향을 정확히 평가할 수 있으나 그러기 위해서는 이를 행하기 위한 기본 자료 및 시스템이 구축되어야 하기 때문에 개정에 시간이 소요될 것이라 판단된다.		

5.2.1 운영/유지관리 문서 및 지침제공의 타당성

목적	건축물의 제반설비 및 장비의 운영방법에 대한 정보를 사전에 마련함으로써 의도했던 계획에 의거하여 건축물이 최대의 효율을 발휘함과 동시에 지속적인 유지관리가 이루어지도록 함		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	–	–	
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	–	○	○
현행	유지관리계획은 건축물의 기능과 수명을 적정 수준으로 유지시켜 환경부하를 저감시키는 측면에서 사용자나 관리자에게 운영/유지관리 문서를 제공함을 평가한다.		
제안	제공되는 문서의 종류로 평가하기보다는 사용자 및 건축주에게 정확이 인계되고 관리되는 사후관리까지 포함하여야 하며, 이는 인증제도의 재인증 및 사후관리와도 밀접한 관련을 갖도록 해야 한다.(호주 NABERS)		

5.2.2 TAB 및 커미셔닝 실시

목적	건축물의 TAB 및 커미셔닝은 건축물 인도 및 매각단계에서 여러 가지 시스템의 시험과, 법규 및 설계의도와 대조하여 정확하고 효과적으로 시공되었는지 여부를 검증 확인하는 작업을 포함하며 건축물의 시스템이 정상적으로 작동하는지 여부, 또한 필요시 건설단계에서 생긴 공기오염 물질이 입주사용 전에 정화되었는지 여부를 점검함		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	●	●	
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	○	○	○
현행	TAB 및 커미셔닝 실시 여부로 평가한다.		
제안	건축물의 커미셔닝은 녹색건축 설계에 매우 중요한 사항이다. 커미셔닝은 건축물 계획 및 설계단계에서부터 건물과 관련한 모든 참여자의 의견수렴을 통해 건축물의 에너지 및 비용 감소, 생산성 향상 등을 도모하며 시공 후 운영단계까지 지속된다. 이에 미국, 영국 인증제도는 커미셔닝을 필수항목으로 지정하고 있다. 하지만 국내 제도에서의 커미셔닝은 그 의미가 기본 개념과 다르며 설비시스템에 한정되어 있다. 본질적인 의미의 커미셔닝은 건물의 지속가능성 및 에너지와 밀접한 관련이 있으나, 국내 인증제도 내에서는 그 관련성이 미비하다. 확실한 커미셔닝이 이루어지기위해서는 건축법규, 인증절차의 전반적인 개정이 필요하다.		

5.3.1 거주자의 요구에 대응하여 공간 배치 및 시스템 변경 용이성

목적	거주자의 요구에 대응하여 공간 배치의 융통성과 미래의 변화에 대응하는 업무공간의 가변성 확보		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	–	–	
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	–	–	–
현행	실내공간에 설치된 시스템의 기술적 측면에서의 변경 용이성에 대한 평가로써 바닥공조시스템 또는 OA플로어, 억세스 플로어 등 변경이 용이한 방식 채용을 평가한다.		
제안	건축프로젝트의 특성에 따라 달라질 수 있는 것으로 건물 에너지와는 무관하며 평가항목으로 적합하지 않다.		

6. 생태환경

6.1.1 자연지반녹지율

목적	무분별한 지하공간 개발로 인한 생태적 기반 파괴를 지양하고 토양생태계 및 구조물의 안정성 확보에 필수적인 지하수 함양 공간을 확보		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	○	–	
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	–	–	–
현행	자연지반 녹지비율로 평가한다.		
제안	6.2.1 생태면적률, 6.3.1 비오톱 조성과 함께 3가지 항목의 평가 내용이 복잡하고 중복성이 있기에 평가방법을 단순화할 필요가 있다.		

6.2.1 생태면적률

목적	생태적 기능(자연순환 기능)의 정량적 평가를 통한 토양 기능 개선, 미기후 조절 및 대기의 질 개선, 물순환 기능 개선, 동식물 서식처 기능 개선과 같은 대상지 환경의 질적 수준 개선 및 도시생태문제의 근원적 해결을 유도		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	○	–	
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	–	–	–
현행	공간유형을 구분하여 각 공간 유형 별 가중치와 면적으로 평가하며 지속가능성과 관련이 있을지라도 가중치와 면적이 건물 에너지 및 지속가능성에 어떠한 관련성이 있는지 미흡하며, 평가방법이 복잡하다.		
제안	6.1.1 자연지반녹지율, 6.3.1 비오톱 조성과 함께 3가지 항목의 평가 내용이 복잡하고 중복성이 있기에 평가방법을 단순화할 필요가 있다.		

6.3.1 비오톱 조성

목적	비오톱의 조성기법을 평가함으로써 주거 단지 내 생태 환경의 질적 수준향상 유도		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	○		
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	–	–	–
현행	야생 동식물이 공존공생 가능한 생태계를 뜻하는 비오톱 조성을 위해 채용된 방법을 평가하는 것으로 육생비오톱·수생비오톱 최소 면적과 자연지반 또는 인공지반 상부에 계획되었는지, 필수항목은 적용했는지를 평가한다.		
제안	6.1.1 자연지반녹지율, 6.2.1 생태면적률과 함께 3가지 항목의 평가 내용이 복잡하고 중복성이 있기에 평가방법을 단순화할 필요가 있다.		

7. 실내환경

7.1.1 실내공기오염물질 저방출 자재의 사용

목적	실내에 사용되는 건축자재로부터 실내 공기 중으로 방출되어 거주자의 건강에 직접적인 영향을 미치는 유해화학물질의 저방출제품의 적용을 유도		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	○		
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	○	–	–
현행	최종마감재, 접착제, 그 밖의 내장재 등의 유해물질 저방출자재 적용여부로 평가한다.		
제안	–		

7.1.2 자연환기 성능 확보 여부

목적	재실자에게 제어 가능하고 신선한 외부 공기를 제공		
평가 요소	지속가능성	에너지	
		○	
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	○	○	○
현행	환기구 및 개폐가능한 창을 설계하여 이용자가 직접 외기를 도입할 수 있도록 한다.		
제안	국외 제도에서는 Thermal Comfort라 평가하며 창의 설치는 건물 외피 디자인에 직접적인 영향을 미칠 수 있는 항목이다.		

7.1.3 외기 급배기구의 설계

목적	신선한 외기를 도입하기 위한 공조 급·배기구 설계를 통해 입주자들의 건강을 도모		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	–	○	
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	-	–	–
현행	신선한 외기를 도입하기 위하여 외기도입구와 배기구의 설치를 평가한다.		
제안	건축설비계획에서 고려되는 사항으로써 녹색건축물인증제도 평가항목에서 제외되어도 무방하다.		

7.1.4 건축자재에서 배출되는 그 밖의 유해물질 억제

목적	건축자재로부터 배출되는 유해물질을 억제하고 건축물의 개보수 및 해체 시 발생될 수 있는 유해물질의 확산 차단		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	–	–	
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	-	-	-
현행	건축물 내에 구조, 천장을 포함한 설비공간, 수직덕트공간, 간막이 벽체 등에 사용되는 자재에 석면이 포함되었는지를 평가한다.		
제안	석면사용금지는 건축법 상 규제되고 있으며 향후 개정 시 폐지예정항목이었으나 아직도 폐지가 되지 않음.		

7.2.1 실내 자동온도조절장치 채택 여부

목적	각 실별 또는 존별 자동온도조절장치 채택 여부를 평가하여 쾌적한 실내온열환경을 조성하고 에너지를 절감함		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	○	–	
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	-	–	–
현행	각 실별 실내 자동온도 조절장치 적용 비율을 평가한다. 자동온도조절장치란 각 실별 또는 존마다 별도의 온도센서 등을 통해 조절하는 것으로 설치 개수 기준으로 평가한다.		
제안	녹색건축물 설계와 밀접한 관련이 없음		

7.3.1 교통소음(도로, 철도)에 대한 실내 소음도

목적	도로나 철도로부터 발생하는 교통소음으로부터 정온한 환경을 확보		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	–	–	
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	-	○	○
현행	“공동주택의 소음측정기준”에서 정하고 있는 측정방법에 따라 실내소음도를 평가한다.		
제안	BREEAM, Green Star는 건물의 목적에 적합한 내부의 음향성능을 평가하고 있다. 거주자의 생활환경에 영향을 미칠 수는 있지만 녹색건축물과는 밀접한 관련이 없다.		

7.4.1 휴식 및 재충전을 위한 공간 마련

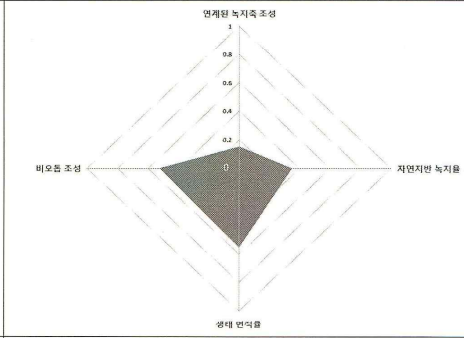
목적	거주자에게 휴식 및 재충전을 위한 공간을 확보하여 근무능률 향상 도모		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	–	–	
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	-	–	–
현행	거주자에게 휴식 및 재충전을 위한 전용 휴게공간을 구획하고 수공간 또는 식재공간을 조성하였는지를 평가한다.		
제안	건축계획 시 반영하는 사항으로서 녹색건축물인증에는 부적합한 평가항목이다.		

7.4.2 거주자를 위한 쾌적한 실내환경 조성

목적	쾌적한 실내환경을 조성하여 에너지의 효율적 이용 및 업무능률 향상		
평가 요소	지속가능성	에너지	
	○	○	
유사항목 여부	LEED	BREEAM	Green Star
	○	○	○
현행	업무공간에서 거주자가 개별적으로 온도, 환기, 풍량, 조명 등을 직접 조절할 수 있는 방식을 제공하는지를 평가한다.		
제안	7.1.2 자연환기성능확보와 중복됨으로 별도로 평가하기보다는 이에 해당하는 평가항목 내에 삽입하여 중복성을 줄이는 방법을 고려해야 한다.		

○ LH 토지주택연구원에서도 비록 도시, 지구차원의 개념이지만 국내 녹색건축인증제의 평가항목의 적합성과 개선안에 대한 연구를 진행하고 있는 상황에서 본 연구의 목적 및 결과과 유의미한 시사점을 갖고 있음.

[표 3-9] 생태환경 부문의 평가항목별 분석

구 분	생 태 환 경 부 문			
	평 가 범 주	평 가 항 목	획득비율	순위
항 목 별 획득비율	대지내 녹지공간 조성	연계된 녹지축 조성	15.3%	4
	외부공간 및 건물외피의 생 태 적 기 능 확 보	자연지반 녹지율	34.8%	3
		생태면적률	55.4%	1
	생 물 서 식 공 간 조 성	비오톱 조성	52.5%	2
분 포 도				
현황분석	- 평가항목 중 "생태면적률"의 획득 점수가 가장 높고, "연계된 녹지축 조성" 의 경우가 가장 낮은 것으로 나타남			
	연 계 된 녹 지 축 조 성	- 단지 내부의 비오톱 조성을 위한 기법 대상으로 정성적, 정량적 산출기준을 근거로 평가됨		
	생 태 면 적 률	- 분석 결과 대상지 환경의 질적 수준이 개선되고 있지만, 배점이 다른 항목에 비해 높음		
개선방향	- 항목에 따른 배점의 편차가 큼에 따라 획득비율의 편차도 크게 나타남 배점의 조정 및 항목의 재검토가 필요함			

[표 3-5] 토지이용 부문의 평가항목별 분석

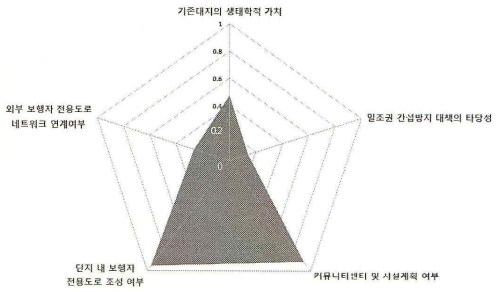
구 분	토 지 이 용 부 문			
	평 가 범 주	평 가 항 목	획득비율	순위
항 목 별 획득비율	생태학적 가치	기존대지의 생태학적 가치	47.5%	3
	인접대지의 영향	일조권 간섭방지 대책의 타당성	14.1%	6
	거주환경의 조성	커뮤니티센터 및 시설계획 여부	91.8%	2
		단지 내 보행자 전용도로 조성 여부	95.6%	1
		외부 보행자 전용도로 네트워크 연계여부	26.6%	4
분 포 도				
현황분석	- 평가항목 중 "기존 대지의 생태학적 가치"와 "일조권 간섭방지 대책의 타당성"이 다른 항목에 비해 낮은 점수 획득함			
	기 존 대 지 의 생태학적 가치	- 분석 대상지가 신규부지 내에 신도시 신축공사 및 주택재건축정비로 점수를 받을 수 있는 경우가 적기 때문임		
	일조권 간섭방지 대책의 타당성	- 분석 대상지가 한정된 대지에 고층 아파트가 건설되어 인접 대지와의 이격거리가 짧기 때문임		
개선방향	- 토지이용의 평가항목 중 "커뮤니티센터 및 시설계획 여부"와 "단지 내 보행자 전용도로 조성여부"가 다른 평가 항목에 비해 배점이 높아 획득 점수가 높게 나타나기 때문에 항목에 따른 배점 검토가 필요함			

그림 174. 토지주택연구원의 녹색건축인증제 평가항목 분석 연구 예시

녹색건축인증제도의 분석 결과, 녹색건축의 목적인 건물 에너지 소비량 및 온실가스 배출 저감에 부합하지 못한 평가항목이 일부 나타나고 평가항목의 목적에 부합하지 못한 방법을 취하는 항목도 나타났다.
일조권, 냉매 사용금지, 석면사용금지와 같은 사항들은 이미 건축법규에서 다뤄지는 내용들로써 법규에서 규정하는 사항을 인증제도에서 평가하는 것은 비효율적이라 판단된다. 또한 평가기준이 적용의 정도로 평가됨에 따라 각 항목들이 건물 에너지와 어떠한 관련성이 있는지 파악하기에는 미흡한 부분도 나타났다.
외국의 제도가 좋다하여 무조건 받아들이는 것은 옳지 않으나 국내보다 평가방법들이 실질적이고 정량적으로 평가되는 사항들에 대해서는 이들의 제도를 면밀히 파악하여 국내 실정에 적합하게 적용하여 개정해야 한다.

3장. 최종 연구성과 및 적용실적

1절. 핵심요소기술의 개념

○ 핵심성과명 1 : 국내 녹색건축인증제도 및 설계심의제도 가이드라인

핵심성과의 정의는 국내외 녹색건축인증제도 비교·분석을 통해 국내 인증제도의 평가방법에 대한 제안서로써 현행 인증제도와 규제가 건물의 실질적인 에너지절약효과의 절대적인 기준이 될 수 없음이 나타남으로써 녹색건축인증제도의 개선이 필요한 상태임. 이에 국외 인증제도와 인증평가 방법을 비교·분석하여 국내 녹색건축인증제도 개선에 대한 내용을 제시하고자 함.
본 성과의 목적은 설계심의 허가의 효율적 과정 및 책임제도, 인증제도 개정을 통해 진정한 녹색건축물을 실현하고자 함임.



○ 핵심성과명 2 : 녹색건축을 위한 설계지침 및 디자인 가이드

공공건축물의 에너지절약을 위해 필요한 최소한의 설계지침 및 디자인에 대한 것으로 녹색건축과 관련한 사항들이 소위 녹색기수이라고 하는 부위별 요소에 주점을 두고 있으며 수치해석에 중점을 두고 있음. 본 성과는 부위별 요소가 아닌 건축계획 초기부터 건축주관하에 녹색건축을 위해 고려해야 하는 건축의 패시브디자인에 중점을 둔 설계프로세스를 제시하고자 이와 같이 설정함. 인증제도 개정을 통해 진정한 녹색건축물의 실현 및 건축가의 자발적인 참여유도, 창의적 디자인을 존중함과 동시에 건물의 에너지 절약을 유도하고자 함.

2절. 주요 연구 성과

1. 학술적 성과

○ 학술논문

번호	게재 연도	논문명	저자			학술지명	Vol.(No.)	국내외 구분
			주저자	교신저자	공동저자			
성과 1	2012	국내 친환경건축물인증제도 2010과 LEED 2009에서의 에너지평가방법에 대한 비교 연구	현은미	김용식		한국생태환경건축학회	Vol.12 No.6 (통권 58호)	국내
성과 2	2014	국내외 녹색건축인증제의 유지관리 및 재인증 제도에 대한 비교 연구	현은미	김용식		한국생태환경건축학회	Vol.14 No.1	국내
성과 3	2015	국내 공공건축물의 창면적비에 따른 에너지부하 비교분석 연구	안광호	현은미	김용식	한국생태환경건축학회	Vol.15 No.1	국내
성과 4	2015	국내외 녹색건축인증제도의 근거법령 비교를 통한 국내 제도의 개선방향에 대한 연구	현은미	김용식		한국생태환경건축학회	Vol.15 No.1	국내

○ 학술발표대회

번호	발표일	발표명	저자	학술대회명	국내외 구분
성과 5	2012. 10.25	국내 녹색건축화를 위한 공공청사의 에너지절약요소에 대한 사례분석 연구	김난정, 현은미, 김용식	2012년 대한건축학회 추계학술발표대회	국내
성과 6	2014. 10.24	에너지사용량예측을 통한 녹색건축인증제도의 에너지평가기준 개선방안 연구	안광호, 최용석, 김용식, 현은미, 이재은	2014년 대한건축학회 추계학술발표대회	국내

2. 연구개발 홍보성과

○ 세미나 개최

번호	일자	명칭	장소	주최
성과 7	2013. 12. 5	스마트그린건축도시연구소 세미나 : 공공청사건물의 에너지절약을 위한 설계 및 설비의 녹색화방안 개발	건국대학교 우곡국제회의장	건국대학교 산학협력단

성과 8	2014. 1.6.	공공건물의 에너지 분석을 통해 본 국내외 녹색건축관련 인증제도의 문제점과 개선방향	산업통상자원 R&D 전략기획단	산업통상자원부

○ 언론보도

번호	일자	제목	언론사
성과 9	2013. 12. 22	친환경건물 못 믿어..설계부터 제대로	매일경제신문

3. 인력지원성과

번호	지원 총인원	지원 대상 (학위별, 취득자)				성별		지역별		
		박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	대전	기타지역
성과 10	1		1				○	○		

4. 정책제안

번호	설계기준/시방서 /지침 명칭	기관	제안내용	기대효과
성과 11	녹색건축인증제	LH 주택공사 한국시설안전공단 한국건축사협회 대한건축가협회 한국건설기술연구원 건축도시공간연구소	연구결과인 녹색건축인증제도 및 관련 법규의 개정필요성 및 개정사항을 제안	· 현재 인증기관이 10개가 되면서 서로 인증 기준을 보는 시각과 기준이 달라 근본적인 건축법규의 개정이 필요함에 동의함. · 추후 녹색건축인증 관련 회의 참여 및 강의, 자문을 요청함에 따라 연구 홍보 및 참여유도가 가능할 것이라 기대됨

4장. 연구목표달성 및 효과

1절. 연구개발 최종 목표 달성도

표 83. 연구 진행과정

연도	구분 / 연구개발내용	연구개발기간 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	진도 (%)
1차 년도	국내 녹색건축 개념에 관한 문헌조사 및 이론 연구	-----												100
	G-SEED&LEED 분석	----------												100
	국내 공공청사 사례선정 및 분석			----------										100
2차 년도	녹색건축인증제도(BREEAM, GREEN STAR) 및 설계제도 분석	----------												100
	해외 녹색건축 답사 및 분석					----------								100
3차 년도	녹색건축인증제도 개선보완 대안제시	----------												100
	기존 공공건물 디자인 리모델링 제시									----------				80

표 84. 연구 목표에 따른 달성 내용

목 표	내 용
녹색건축에 대한 설계이론 재정립	문헌조사를 통해 본 연구의 목표인 녹색건축 개념 분석
국내 공공청사 사례 선정 및 사례 대상 건축물 답사 및 분석	대상 건물의 외피 및 평면계획에 의한 에너지소비 문제점 도출 및 분석
해외 녹색건축물 답사 및 분석	– 미국, 영국, 호주의 녹색건축인증을 획득한 건물의 인증 내용 및 계획요소 분석 – 영국 HOK, Atelier Ten, BRE 와 호주 GBCA 방문 및 녹색건축물 답사
국내 녹색건축 방안 도출	관련 업계 전문가를 초정, 세미나를 개최ㅏ여 본 연구의 목적 및 달성목표, 현재 제도의 여건 및 문제점에 대하여 발표하고 언론보도를 통해 국내 녹색건축이 나아가야 할 방향을 제시하고자 하였음.
녹색건축인증제도 및 설계제도 분석을 통한 개선 보완 대안 제시	– 국내외 녹색건축인증제도 및 관련 법규를 문헌 고찰 및 이론 분석을 실시하고 각 제도의 사례를 선정하여 시뮬레이션을 실시·분석하였으며 이를 정리하고 연구 내용 등을 종합하여 녹색건축인증제의 개선 보완에 대한 대안을 제시함. – 국내 녹색건축인증 방법 및 영국, 호주의 제도를 분석함.
기존 공공건물 디자인 리모델링 제시	세종시정부종합청사를 분석하여 디자인 리모델링을 제시하고자 하였으나 자료수집의 한계 및 정해진 마스터플랜에 따른 계획이 근본적으로 에너지와 지속가능성을 고려하지 않아 리모델링 계획에 차별화가 없음. 이에 가장 근본적으로 추구되어하는 녹색건축을 위한 설계프로세스의 개선에서 접근함.(해외 건축사례를 토대로 패시브 디자인을 제시함)

2절. 연구개발 성과의 효과

1. 정책적 효과

○ 국내외 녹색건축인증제도의 개선 제안에 대한 보고서는 추후 녹색건축인증제 및 기타 녹색건축관련 제도의 개정 자료로 효과적임.

○ 단순한 내용의 개정에서 나아가 녹색건축인증제와 에너지효율등급인증제의 목적과 방향을 확실히 하며 제도의 통합 또는 연계방안을 계획하는 자료로 가능함.

2. 경제적 효과

○ 국제적인 평가제도로서 준비하고 있는 만큼, 국내 제도의 개정은 인증제도로써의 경쟁력을 확보할 수 있으며 녹색건축시장의 활성화를 촉진시킬 수 있음.

○ 녹색건축은 통상적으로 건축물의 배치, 계획요소보다는 다른 친환경적 기술요소인 설비, 전기에 치중되어 있어 녹색건축인증의 기준에 적합한 건축물을 공사하기 위해서는 초기투자비용이 많이 투입됨. 녹색건축인증을 위한 추가공사비용을 분석한 결과, 건축·토목·기계·전기·기타의 5개 부문을 종합하여 프로젝트에 따라 다르지만 약 106,800원/㎡의 공사비용이 추가되며 간접비용까지 고려한다면 투입되어야 할 비용이 더 큰 것으로 나타남.
이에 녹색건축인증제의 개정과 패시브디자인을 통해 투입되는 기술적 비용을 감축시킬 수 있을 것이라 판단됨.

○ 녹색건축물을 설계하는 건축사무소도 인증에 수반되는 설비, 자재업체, 녹색건축인증 시뮬레이션, 인증 비용 등이 설계비에 포함되기 때문에 비용적 부담이 큰 반면, 설계프로세스 상 투자 대비 피드백 효과가 부족함. 이에 설계프로세스의 개선으로 건축가가 처음부터 참여함으로써 부가적으로 들어가는 설계비용을 절감할 수 있을 것임.

3. 기술적 효과

○ 건축설계부터 녹색건축이 고려되어야 하는 바, 패시브디자인의 필요성이 중요해짐에 따라 건축가의 설계역량 확보가 가능함.

○ 이에 따른 건축디자인의 창의성 도모로 건축물의 다양화가 가능함.

5장. 연구성과의 활용 및 추가연구 필요성

1절. 연구성과 활용방안

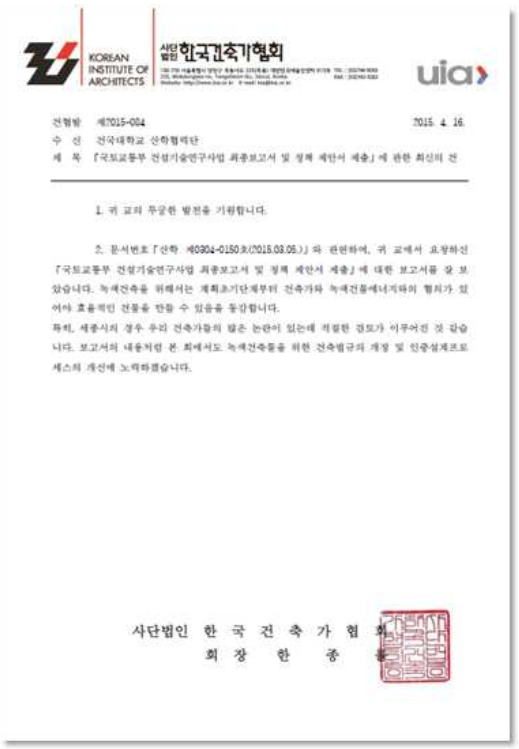
○ 정책적 활용방안

- 본 연구는 국내외 녹색건축인증제를 비교·분석하여 국내 녹색건축인증제의 목적을 분명히 하고 인증제도의 개정 방향에 대한 제안을 제시하였음. 국내외 녹색건축인증제의 개선 제안에 대한 보고서는 추후 녹색건축인증제 및 기타 녹색건축 관련 제도의 개정 시 참고가 될 수 있는 자료로 활용이 가능함.

- 현행 에너지절약계획의 평가요소는 건축가의 패시브디자인에 따른 에너지절감 계획을 반영하기에 한정되어 있으므로 실질적인 효과를 나타낼 수 있도록 내용을 보완하는데 자료 활용이 가능함.

- 현재 녹색건축인증기관이 10개가 되면서 서로 인증 기준을 보는 시각과 기준이 달라 근본적인 건축법규의 개정이 필요함에 관련 기관이 동의하였으며 추후 녹색건축인증 관련 회의 참여 및 강의, 자문 요청에 의해 연구결과의 홍보 및 참여유도가 가능함.

○ 업계 활용방안


KOREAN INSTITUTE OF ARCHITECTS
사단법인 한국건축가협회
uia

건협발 제2015-004 2015. 4. 16.
수 신 건국대학교 산학협력단
제 목 「국토교통부 건설기술연구사업 최종보고서 및 정책 제안서 제출」에 관한 회신의 건

1. 귀 교의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 문서번호「산학 제0904-0150호(2015.03.05.)」와 관련하여, 귀 교에서 요청하신 「국토교통부 건설기술연구사업 최종보고서 및 정책 제안서 제출」에 대한 보고서를 잘 보았습니다. 녹색건축을 위해서는 계획초기단계부터 건축가와 녹색건물에너지와의 협치가 있어야 효율적인 건물을 만들 수 있음을 동감합니다.
특히, 세종시의 경우 우리 건축가들의 많은 논란이 있는데 적절한 경도가 이루어진 것 같습니다. 보고서의 내용처럼 본 회에서도 녹색건축물을 위한 건축법규의 개정 및 인증설계프로세스의 개선에 노력하겠습니다.

사단법인 한 국 건 축 가 협 회
회 장 한 종 [illegible]

그림 175. 한국건축가협회 의견

- 국내외 녹색건축인증제를 항목에 따라 유사점, 차이점을 분석하고 평가항목에 따른 방법을 비교함으로써 프로젝트가 어떠한 녹색건축인증을 받기 위한 과정에서 참고자료로 활용 가능하며 특히 녹색건축을 설계하고자 하는 건축가에게는 건축에서 고려할 수 있는 평가내용을 쉽게 구분하여 적용할 수 있을 것으로 판단됨.

2절. 추가 연구 필요성

○ 녹색건축인증은 건축법규, 프로세스와 더불어 전면 재구성되어야 하기 때문에 정책관계자, 건축가, 녹색건축전문 엔지니어링의 협업을 통한 개정에 대한 연구가 진행되어야 함.

○ 전문적인 에너지평가사 양성을 위한 자격시험 및 활용방안에 대한 추가적인 연구가 필요함.

○ 녹색건축과 관련한 각 국의 정책 및 제도 개정이 빈번히 이루어지고 있는 상황에서 사회적·환경적 변화에 따른 개정 방향이 어떻게 이루어지고 있는지에 대한 추가적 연구가 필요함.

○ 민간건축물의 녹색건축선도를 위하여 공공건축물을 대상으로 하는 규제 및 의무화 상황이 증가하고 있음. 규제사항이 증가하고 있지만 이를 종합할 수 있는 내용이 부족하며 비슷한 규제내용들도 중복되어 있음. 이에 녹색건축인증을 기반으로 하여 관련 규제들을 종합할 수 있는 방안이 필요함.

○ 각 시·군별 녹색건축물 설계기준 및 가이드라인의 종합적인 분석과 비교가 필요하며 가이드라인이 자치구 심의대상에 대한 자체기준 수립·시행이 가능함에 따라 제정되지만 일부 통합적인 관리가 필요함.

참고문헌

1. 국내문헌

[법규 및 지침]

국무총리, 공공기관 에너지이용합리화 추진 지침, 국무총리, 2010, 국무총리 지시 제2010-03호

국무총리실・지식경제부・에너지관리공단, 공공기관 에너지이용합리화 추진지침 및 해설서, 국무총리실・지식경제부・에너지관리공단, 2010

국토해양부, 건축물의 에너지절약설계기준, 국토해양부, 2012, 국토해양부 고시 제2012-69호

국토해양부, 혁신도시 공공기관 청사 에너지 절약 설계 가이드라인, 국토해양부, 2010

국토해양부・환경부, 친환경건축물 인증기준, 국토해양부・환경부, 2011, 국토해양부 고시 제2011-851호, 환경부 고시 제2011-181호

지식경제부・국토해양부, 신・재생에너지 이용 건축물 인증에 관한 규정, 지식경제부・국토 해양부, 2011, 지식경제부 고시 제2011-5호, 국토해양부 고시 제2011-107호

지식경제부・행정안전부, 용인 등 지자체 대형 청사, 에너지효율은 최저수준, 지식경제부・행정안전부, 2010, 지식경제부・행정안전부 보도자료

행정안전부, 공공청사 에너지 효율 제고 추진 계획, 행정안전부, 2008

행정안전부, 에너지 과소비 지자체 청사 뜯어고친다, 행정안전부, 2010, 행정안전부 보도자료

행정안전부, 지자체 청사, 에너지 효율 높여서 짓는다, 행정안전부, 2010, 행정안전부 보도자료

[단행본]

건축도시공간연구소, 공공청사 건축디자인기준 설정방안 연구 해외출장 보고서, 건축도시공간연구소, 2010

국토해양부 녹색건축과, 녹색건축 인증제도, 국토해양부 녹색건축과, 2013

권영상, 공공건축정책 운영우수사례 해외 현지조사, 건축도시공간연구소, 2007, 발표자료

권오경, 국내외 친환경 건축시장 동향, 2010

김상범, 녹색 인프라 발전 방향, 2010

녹색성장위원회, 녹색성장 5개년 계획(2009~2013), 녹색성장위원회, 2009

녹색성장위원회, 녹색성장 국가전략, 녹색성장위원회, 2009

서울특별시, 세계 녹색 경쟁력 선도 도시 구현을 위한 2030 서울형 저탄소 녹색성장, 서울특별시, 2009, 발표자료

서울특별시・에너지관리공단, 기후변화대응 건물에너지 정책포럼, 서울특별시・에너지관리공단, 2008

송재용, 환경기술・산업 분야 추진성과 및 전략, 환경부, 2010, 환경부 녹색성장 2주년 심포지엄

에너지관리공단, 기존 건축물 에너지절감을 위한 기반 구축, 에너지관리공단, 2011, 발표자료

에너지관리공단, 건축물의 에너지절약 설계기준 해설서, 에너지관리공단, 2011, 국토해양부

고시 제2010-1031호
오재화, 친환경관련사업 CM수행 전략, 한국CM협회, 2011, CM미래전략특별위원회 발표자료
이복남, 미국의 SOC 녹색화 벤치마킹을 통해 본 한국의 녹색건설시장 주도 가능성 전망, 2010
정관석・최기철, 건축물 패시브 디자인 가이드라인 및 평가 체계 개발 연구, 국가건축정책위원회, 2012, 국가건축정책위원회 과제 최종보고서
조동우, 녹색건축 관련제도 및 기술동향, 전기산업미래포럼, 2013, 전기산업미래포럼 발표자료
한국건설기술연구원, 기존건축물의 친환경 인증기준 개발 연구, 국토해양부, 2010, 국토해양부 최종보고회
한국건설기술연구원・토지주택연구원, 저탄소 녹색건축물 인증관련제도 통합방안 연구, 한국건설기술연구원・토지주택연구원, 2010
환경부, 친환경건축물 설계지침 개발 및 국제협력방안 마련 조사연구, 환경부, 2002

[논문]

김삼열, 녹색건축물 인증제도의 인증평가 검증 시스템 구축에 관한 연구, 대한건축학회, 2013, 대한건축학회논문집 계획계 제28권 제6호(통권284호)
김학건・김정민・이여경・이정형, 국가별 친환경건축물 인증제도의 비교를 통한 운영체계 제안, 대한건축학회, 2012, 대한건축학회논문집 계획계 제28권 제6호(통권284호)
김현아・김광현, 업무용 친환경건축물 인증기준의 개선방향에 관한 연구, 대한건축학회, 2013, 대한건축학회논문집 계획계 제29권 제10호(통권300호)
문미선, 친환경건축물인증제도 개선방안에 관한 연구, 충남대학교 대학원, 2013, 충남대학교 대학원 석사학위논문
문미선・박상동・이진숙・태춘섭, 업무용 친환경건축물인증제도의 에너지 부문 개선방안에 관한 연구, 대한건축학회, 2012, 대한건축학회논문집 계획계 제27권 제2호(통권268호)
송승영, 해외 사례로 본 국내 녹색건축정책 선진화 이슈 및 제언, 한국건축친환경설비학회, 2013, 한국건축친환경설비학회 2013 춘계 학술심포지움
송승영・이수진, 국내외 건물 에너지성능 인증제도 비교, 분석, 한국태양에너지학회, 2007, 한국태양에너지학회 논문집 제27권 제6호
이시내・강혜진・이언구, 국내외 친환경 건축물 인증평가기준의 비교분석을 통한 에너지성능지표(EPI) 개선방향에 관한 연구, 대한건축학회, 2009, 대한건축학회 학술발표대회 논문집 계획계 제9권 제1호(통권제3집) 2009.10.23~24
정지나・태춘섭・양정훈・박상동, 업무용 친환경건축물인증 개정 전・후 기준의 비교분석에 관한 연구, 대한건축학회, 2011, 대한건축학회논문집 계획계 제27권 제2호(통권268호)
정한상・변일환・김우용・정경원, 공공사옥 건축물 에너지효율등급 향상을 위한 개선기법 및 사례, 대한전기학회, 2011, 대한전기학회 하계학술대회 논문집 2011.7.20~22
정해권, 인증제도 현황과 설계 대안에 관한 연구, 인하대학교 공학대학원, 2011, 인하대학교 공학대학원 석사학위논문

함문주, 저탄소 설계기법을 이용한 친환경 도서관 건축의 형태・공간 및 설비시스템에 관한 연구, 인제대학교 대학원, 2010, 인제대학교 대학원 석사학위논문

[정기간행물]
김복경, 성남시의 새로운 랜드마크로 자리하다 성남시청사, U-SPACE, 2010, 유비쿼터스 54권 pp.32~41, 전체 10쪽 1975-8464
김진욱・심경미, 녹색성장을 위한 건축관련 법・제도정비에 관한 연구, 건축도시공간연구소, 2010, AURI-기본-2010-8
김진욱・박태성・이민우・이진민, 공공건축 설계관리체계 구축을 위한 디자인행정 지원 방안, 건축도시공간연구소, 2009, AURI-정책-2009-3
시민과 도시, 한국토지주택공사, 2010, 시민과 도시 제35호
심경미・김진욱, 녹색성장을 위한 건축 관련 법・제도 정비에 관한 연구, Auribrief, 2011, Auribrief 제45호
송지용・정재욱・홍원화・박효순, 신재생에너지 이용 건축물 인증을 위한 건물 에너지효율등급 사례 분석, 대한건축학회, 2011, 추계학술발표대회 논문집 제11권 제2호(통권21호) pp.63~66
오성훈・성은영, 녹색건축물 기본계획 수립을 위한 사례연구, 건축도시공간연구소, 2010, AURI-정책-2012-8
이가람, 전생애주기를 고려한 기존 건물의 에너지 관리 방안, 에코시안, 2013, 에코시안 리포트 141호
이민석・성은영・임강륜, 녹색건축물 활성화를 위한 제도 기반 구축 방안 연구, 건축도시공간연구소, 발표자료
이인재・박지영, 인천광역시 친환경・저에너지 설계 가이드라인에 관한 연구, 인천발전연구원, 2013, IDI연구보고서 제2013-21호
조항문, 공공건물 에너지절감 노력으로 미래성장동력 키운다, ESCO, 2010, ESCO지 62 pp. 28~33

2. 국외문헌

ASHRAE, Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings, ASHRAE, 2012, ASHRAE Addenda
J Terry Cousins, Green Building Rating Tools and Energy Efficiency, TLC Engineering Solutions, 2008, TLC Engineering Solutions PTY(LTD)
McGraw-Hill Construction, World Green Building Trends, SmartMarket Report, 2013
W.L. Lee・J. Burnett, Benchmarking energy use assessment of HK-BEAM, BREEAM and LEED, Building and Environment, 2008, Building and Environment 43 (2008) 1882~1891

[부 록]

성과 1	국내 학술게재 논문
주요내용	국내 친환경건축물인증제도 2010과 LEED 2009에서의 에너지평가방법에 대한 비교 연구

국내 친환경건축물인증제도2010과 LEED2009에서의 에너지평가방법에 대한 비교 연구

A Comparative Study on Evaluation Methods of Energy of Green Building Certification Criteria 2010 and LEED 2009

현 은 미* 김 용 식**
Hyun, Eun Mi Kim, Yong Sik

Abstract

Recently, the green building and energy connection system are establishing. But, National certification system for environment-Friendly Buildings is indicated hangup about energy efficiency of building. Commissioning, energy conservation, renewable energy, carbon dioxide emissions, it is determined that the energy associated with LEED and GBCC four items of the comparative analysis showed the following results. First, on the practical performance of the system after the completion of commissioning of the energy associated with the system completed until after the final performance for secure operation from the planning stage to verify and document systematically how to perform, but the domestic review and verification is incomplete. Second, the use of energy-saving and renewable energy is directly related to the energy consumption of the building, but GBCC the strengthening of standards on how to evaluate it is deemed necessary. Finally, the evaluation of the reduction of carbon dioxide emissions, LEED Unlike GBCC the life-cycle of the system without considering the global warming index only because a substantial step in the operating efficiency can not be assessed. Based on this study GBCC energy savings through efficiency to actively carry out research through a systematic analysis of the basic guidelines to proceed.

키워드 : LEED, GBCC, 에너지, 온실가스, 커미셔닝, 신재생에너지
Keywords : LEED, GBCC, Energy, Greenhouse Gases, Commissioning, New Renewable Energy

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

온실가스 감축에 대한 세계 각국의 관심이 고조된 시점에서 2008년 국내에서도 저탄소 녹색성장의 정부시책을 발표함에 따라 온실가스 발생량을 줄이려는 움직임이 활발하다. 특히 전체 온실가스 배출량의 25%를 차지하고 있는 건축분야의 에너지절약이 절실히 요구됨에 따라 건축물의 온실가스 배출량을 감축하고 녹색건축물의 확대를 위해 2012년 녹색건축물조성지원법이 제정되었으며 이는 2013년부터 시행될 예정이다.

이렇듯 국내를 포함한 세계 각 국은 녹색건축물 및 에너지 관련 건축법령 및 인증제도의 제·개정을 통해 녹색건축 제도화를 추진하고 있다. 국내에서는 2002년부터 친환경건축물인증제도를 비롯하여 건축물에너지효율등급제도, 신재생에너지이용건축물인증제도 등을 시행하고 있다. 하지만 녹색건축물과 관련한 인증제도의 종류가 많고 그 내용이 비슷하여 인증제도 통합운영의 필요성이 요구되고 있다. 또한 최근 친환경건축물인증제도에서 우수등급을 획득한 건물이 건축물에너지효율인증등급에서 하위등급을 받음으로써 에너지효율등급 1등급을 취득하기 위하여 재설계를 시행하는 경우가 발생하면서 친환경건축물인증제도의 에너지절약에 대한 실효성에 문제가 제기되고 있다.

따라서 본 연구에서는 국내 녹색건축물과 관련한 인증제도의 성격을 파악하고 건물의 에너지절약과 관련된 평가 내용을 분석하고 이를 미국의 LEED에서 에너지소비를 평가하는 방법과 비교분석하여 국내 제도의 개선방향에 대해 제시하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

건물의 온실가스 감축 및 에너지절약을 위해 적용되는 국내외 녹색건축물[1] 관련 인증제도를 분석하기 위하여 각 제도에 대한 이론적 고찰 및 분석을 실시하였다. 2장에서는 국내 친환경건축물과 관련한 인증제도들의 성격 및 에너지평가 항목을 살펴본다. 3장에서는 국내 GBCC

* 건국대학교 대학원 박사수료(eunmi225@naver.com)
** 교신저자, 건국대학교 건축공학과 교수(kimys@konkuk.ac.kr)

1) 에너지 이용 효율 및 신재생에너지의 사용비율이 높은 건축물, 온실가스배출을 최소화하는 건축물, 저탄소녹색성장기본법

축물 인증제도의 개선방안에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 제26권 제12호, 2010
10. 박철용, 인증사례분석을 통한 국내외 친환경건축물 인증제도 비교, 건설기술 쌍용 v.58, 2011
11. 안광호, 김형근, 최용석, BIM기반 친환경 건축물 인증제도의 사용자 중심적인 개선방안에 관한 연구, 대한건축학회 논문집 제28권 제1호, 2012
12. 윤정은, 임영환, 친환경 건축물 인증제도와 가이드라인의 관계 연구, 대한건축학회 논문집 제27권 제11호, 2011
13 이상진, 이나경, 장현승, 옥종호, 국내 친환경건축물인증제도 개선방향에 관한 연구, 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, 2010
14. 이시내, 강혜진, 이언구, 국내외 친환경건축물 인증평가기준의 비교분석을 통한 에너지성능지표 개선방향에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 제29권 제1호, 2009
15. 이현우, 최창호, 국내 친환경건축물 인증제도와 LEED의 평가항목 비교연구-업무시설을 중심으로, 한국태양에너지학회 논문집 Vol31 No.1, 2011
16. 지속가능한 녹색건축물 보급 활성화 방안, 국토해양부, 녹색건축물 보급 활성화를 위한 정책/기술 세미나. 2012.10
17. 최동호,허민규, LEED인증을 위한 빌딩 커미셔닝의 역할, 설비/공조 · 냉동 · 위생 제27권 제7호, 2010
18. 최명오, 국내 설계기준과 LEED의 요구사항 비교, 설비/공조,냉동, 위생, 2011

투고(접수)일자: 2012년 12월 1일
수정일자: (1차) 2012년 12월 21일
게재확정일자: 2012년 12월 24일

성과 2	국내 학술게재 논문
주요내용	국내외 녹색건축인증제의 유지관리 및 재인증 제도에 대한 비교 연구

KIEAE Journal
Vol. 14 No. 1 Feb. 2014, pp.121-129, pISSN 1598-3730, eISSN 2288-4823
http://dx.doi.org/10.12813/kieae.2014.14.1.121

국내외 녹색건축인증제의 유지관리 및 재인증 제도에 대한 비교 연구

A Comparative Study on Management Evaluation and Re-certification System of G-SEED, BREEAM, LEED

현 은 미* 김 용 식**
Hyun, Eun Mi Kim, Yong Sik

Abstract

As time passes, the aging of the plant building, the building's energy performance degradation than the initial plan does not express a situation could arise. This year, the certification of buildings certified in 2009 has expired for measures such as the situation required. In this study, management of national and international green building certification and re-certification was compared in two ways. First, the evaluation of green building certification system management assessments were compared. Second, the green building certification system for the re-certification analysis. As a result, G-SEED was not reflected life-cycle of building in management assessment and the commissioning of G-SEED is the UK and the U.S and other concepts of evaluation. In addition, the re-certification system is insufficient about substantial energy consumption of buildings. In this study, the revised the management assessments in conjunction with the re-certification system to manage the building is proposed to improve. In addition, the current evaluation of the existing building certification "existing building" and "building the first certified" as it is more efficient to separate the information into assessment was judged.

Green building certification system to meet the purpose of management and operation, and disposal phases of the building to promote energy conservation and sustainability in order to the management a systematic and detailed evaluation and re-certification system developed for the revision of the specific items required and future research want to continue.

키워드 : 녹색건축인증제, LEED, BREEAM, 유지관리, 재인증, 지속가능, 커미셔닝
Keywords : G-SEED, LEED, BREEAM, Management, Re-certification, Sustainable, Commissioning

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

2013년 2월 건축물의 온실가스 배출 저감과 녹색건축물확대를 위하여 녹색건축물조성지원법이 시행되었으며, 동법 제 16조에 의거하여 녹색건축인증제가 마련되었다. 녹색건축인증제는 기존 건축법과 주택법에 의했던 친환경건축물인증제도와 주택성능등급인증제를 통합·일원화한 제도로 건축물로부터 발생되는 에너지 및 온실가스 배출을 줄이는데 목적이 있다. 현재 녹색건축인증을 받은 건물은 2002년부터 2013년 9월까지 본인증 1,305건(35.6%), 예비인증 2,364건(646.4%)으로 총 3,669건이며 정부 정책에 의해 인증 건수는 지속적으로 증가할 것이다. 녹색건축의 인증은 신축건축물의 비율이 상대적으로 높지만 모든 신축건축물은 시간이 경과됨에 따라 설비의 노후화 및 건물의 성능이 저하되어 에너지 절약이 초기 계획보다 발현되지 못하는 상황으로 전환될 수 있기 때문에 건물에 대한 지속적인 관리가 필요하다. 이에 인증을 받은 건물에 대한 유지관리 확인 및 기존에 인증 받은 건물에 대한 재인증이 필요하지만 정보가 부족한 상황이다. 개정 전 녹색건축인증의 유효기간은 5년으로 2014년에는 2009년에 인증 받은 건축물들의 유효기간이 만료된다. 녹색건축인증제의 개정 연혁을 살펴보면 2008년 후 BTL 등의 심의에서 학교시설의 인증이 의무화[1]되고 2010년 5월 전면 개정되면서 인증 대상이 모든 건축물로 확대, 10,000㎡ 이상의 공공건축물의 인증이 의무화됨에 따라 인증건수가 급격히 증가하였다. 특히 2009년은 에너지다소비청사라 지적받았던 대다수의 공공청사들이 포함되어 있어 인증 만료 후에 대한 대책이 필요한 상황이다.

* Main author, Dept. of Architecture Konkuk Univ. South Korea(eunmi225@naver.com)
** Corresponding author, Dept. of Architecture Konkuk Univ. South Korea(Kimys@konkuk.ac.kr)

1) 정지나 외 3명, 친환경학교시설의 유지관리조사를 통한 친환경건축물인증제도의 개선방안에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 제26권 제6호, 2010.6, p.349-356

© Copyright The Korea Institute of Ecological Architecture And Environment

관되어 에너지 소비 및 건물의 지속가능성을 모니터링 하여 평가한다면 최초 인증과 재인증이 상호 유기적인 관계를 갖으면서도 각 역할을 수행할 수 있을 것이라 판단된다.

② 최초 인증을 받은 건물에 대한 재인증 제도는 종전 "기존 업무용 건축물"을 "기존 건축물"과 "최초 인증받은 건물"로 구분하여 평가하는 것을 제안한다. 최초 인증을 받은 건물도 시간이 경과하면서 기존 건축물의 특성을 갖으나 초기 설계부터 접근 방법과 적용요소가 다르고 최초 인증 시 이미 설계요소에 대한 사항은 인증을 받았음으로 계획 요소 평가는 최소화하고 에너지, 물, 재료 및 자원, 실내환경 질과 같이 건물 운영과 직접적인 관련이 있는 부문을 주 평가사항으로 하여 운영 상태 관리를 주목적으로 하며 평가대상은 최초 인증에서 최우수, 우수 등급을 획득한 건물로 제한한다. 기존 건축물에 대해서는 지금의 제도를 유지하는 것이 효율적이라 판단된다.

2009년 인증을 받은 건축물들의 유효기간이 만료됨에 따라 유지관리 및 재인증이 필요한 상황이다. 따라서 본 연구의 제안처럼 녹색건축인증제도의 목적에 부합하도록 유지관리 및 운영, 폐기단계까지 건물의 에너지절약 및 지속가능성을 도모하기 위하여 체계적이고 구체적인 유지관리평가와 재인증 제도 개발이 필요하며 차후 연구에서는 구체적인 항목 개정을 연구하고자 한다.

Acknowledgement

This research was supported by a grant(12High-tech Urban C09) from High-tech Urban Development Program funded by ministry of Land, Infrastructure and Transport of Korean government.

References

[1] BRE Environmental & Sustainability Standard(BREEAM In-Use) BRE Global Ltd 2012

[2] BREEAM New Construction Non-Domestic Buildings Technical Manual

[3] BREEAM Scheme Document SD096, BRE Global Ltd 2013

[4] Building Regulation 2010

[5] LEED Reference Guide for Green Building Operation & Maintenance, 2009 Edition

[6] 국토해양부,한국건설기술연구원(2010), 기존 건축물의 친환경 인증기준 개발 연구 최종 보고회(ministry of Land, Infrastructure and Transport of Korean government, KICT, Development Research eco-certification standards existing building once the final report, 2010)

[7] 김창성, 정희영, 김강수(2008), 국내 친환경 인증 건축물의 사후관리 및 재인증 평가에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 제24권 제9호, p.77~84(Kim Chang-Sung, Jung Hoe-Young, Kim Kang-Soo, A Study on the Evaluation of Management and Re-certification for Green Buildings Certified in Korea, Architectural Institute of Korea, p.77~84)

[9] 녹색건축물조성지원법(http://www.law.go.kr)

[10] 녹색건축인증에 관한 규칙

[11] 김명운, 전재열, 기존 건축물의 인증 기준에 관한 비교연구-국내외 건물의 유지관리를 중심으로-, 대한건축학회 논문집, 제25권 제11호, 2009.11, p.357~364(Kim Myung-un, Chun Jae-Youl, Comparative Analysis for Assessment of Green Building Criteria in Existing Building - Forcsed on Maintenance of Foreign & Domestic Building-, Architectural Institute of Korea, 2009, p.357~364),

[12] 배시화, 송옥희(2010), 친환경건축물인증제도의 실태와 그 영향에 대한 연구, 대한건축학회 학회지, 제 26권 제12호, p.61~70(Bae Si-Hwa, Song Ok-Hee, A Study on the Actual Condition and the Effect of KGBCC, Architectural Institute of Korea, 2010, p.61~70)

[13] 정지나, 태춘섭, 양정훈, 박상동(2010), 친환경학교시설의 유지관리 조사를 통한 친환경건축물인증제도의 개선방안에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 제26권 제6호, p.349~356(Jung, Ji-Na, Tae Choon-Seob, Yang, Jeong-Hoon, Park Sand-Dong, A Study on the Improvement of Korea Green Building Certification System by the Maintenance Survey Result of Certified School Facilities, Architectural Institute of Korea, 2010, p.349~ 356)

[14] 최동호, 허민규(2010), LEED인증을 위한 빌딩 커미셔닝의 역할, 한국설비기술협회, 설비/공조.냉동.위생 제27권 제7호, p.79~86(Choi Dong-Ho, Huh Min-kyu, The role of commissioning for LEED-certified buildings, Korean Association of Air Conditioning Refrigerating and Sanitary Engineers, 2010)

Received January 21, 2014;
Final revision received February 17, 2014;
Accepted February 21, 2014;

ⓒ Copyright The Korea Institute of Ecological Architecture And Environment

성과 3	국내 학술게재 논문
주요내용	국내 공공건축물의 창면적비에 따른 에너지부하 비교분석 연구

KIEAE Journal, Vol. 15, No. 1, Feb. 2015, pp.21-27

KIEAE Journal

Korea Institute of Ecological Architecture and Environment

71

A Comparative Analysis of the Energy Load due to Window Area Ratio of Domestic Public Buildings

An, Kwang-Ho* · Hyun, Eun-Mi** · Kim, Yong-Sik***

** Dept. of Architectural Engineering, Konkuk Univ. South Korea (cocarrot@korea.com)*
*** Corresponding author, Dept. of Architecture, Konkuk Univ. South Korea (eunmi225@naver.com)*
**** Coauthor, Dept. of Architectural Engineering, Konkuk Univ. South Korea (kimys@konkuk.ac.kr)*

ABSTRACT

In the case of public buildings, fast communication and transparency in the administration and the public, as well as ensuring visibility and lighting performance using a glass curtain wall is symbolically expressed through the transparent glass skin.

This study is a simulation in order to derive the basic data for the establishment of the improvement of the heating and cooling load analysis according to the window area ratio changes with respect to the high effectiveness of the government's large public building energy consumption analysis and green building certification system of guidelines was analyzed by a change in the energy load.

Glass curtain wall is light and visibility, the symbolic meaning of communication, etc., but is widely used in a variety of characteristics, in terms of energy consumption being disadvantaged sheath plan should have been. Design, including the Atrium, is much less energy than energy consumption by the window area ratio. Thus, while compliance with design guide lines, the atrium and I like the burden of a large space ratio and energy load consists of only glass suggest that require more research on that given in the guidelines.

© 2015 KIEAE Journal

KEYWORD

Building Type
Window ratio
Public building
Atrium
Energy Load

ACCEPTANCE INFO

Received December 25, 2014
Final revision received February 4, 2015
Accepted February 9, 2015

1. Introduction

1.1. Background and objectives of the research

As we face the energy crisis and global warming, various systems and guiding principals at whole governmental level restrict the use fossil fuels to hinder green gas emission. Especially unlike industrial and manufacturing field including transportation and production, architectural fields where visible effect is shown much taking a relative advantage display these endeavors very much with reduction policy and energy usage control. Our nation has put its endeavor stability in its systematic approach for sustainable development and energy reduction of buildings in various fields starting from eco-friendly building validation program recently enacting green building security act to enable integrated management. Although domestic public buildings are supposed to have green building certification mandatorily, energy usage of newly constructed building after 2005 is two times of energy of average compared to old building constructed before according to the energy usage of public building of local government in 2008 announced in 2009. Especially these public buildings acquired the class better than excellence in green building related system but real energy usage of public building has been emphasized as social matter because of failure to get certified in energy efficiency in reality.

In the case of public buildings being constructed now, transparency in administration and quick communication with people as well as securing daylight performance and visibility are expressed symbolically through transparent glass envelope using glass curtain wall. But many examples called 'steamer public building', 'glass castle' are reported as a result of abusing the glass use thoughtlessly without considering energy consumption and the precise direction according to the design plan and local features. According to this, government proposed design guideline towards windows and doors but it is judged not effective because general windows and doors not considering big sized glass curtain wall and big space like atrium are the standard there.

Thus this research selected large public buildings composed of facade made of glass curtain wall expected to have much energy consumption on the basis of data announced in 2009 and analyzed the features of temperature distribution. Then variance in air-conditioning load of building through window ratio change was analyzed. With this, we would like to present the data for basic

pISSN 2288-968X, eISSN 2288-9698
http://dx.doi.org/10.12813/kieae.2015.15.1.021

©Copyright Korea Institute of Ecological Architecture and Environment

5. Conclusion

This research analyzed the changes in energy load through simulation to draw basic data for establishment of improvement measure of green building validation program and effectiveness analysis of government guidelines by analyzing air-conditioning load by changes in windows ratio regarding large public buildings with high energy consumption.

First, in the case of glass curtain wall, envelope temperature was shown high more than 5℃ at least and 10℃ at maximum as a result of measurement of thermo-graphic camera showing high heat gain due to windows and doors thus it was judged that the use of glass with low heat resistance highly affects energy consumption increase. This research was conducted only in summer but it is thought features of thermal distribution because of higher windows by meausring heat loss in winter.

For windows ratio, we could check energy load decreases in the same way of prior researches as a result of reducing windows ratio 60% to 50%, 40%. But large public buildings newly built recently have atriums thereby causing difficulty in change application of plan and facade. Thus, we analyzed energy load separating the atrium as other building parts and it was shown that atrium takes up a higher percentage in energy load than general parts. This is the part not considered in guideline about windows ratio and the part that atrium takes up in actual energy load was shown higher at least two times in the case of heating load than the area ratio. Although heating load was shown low rather, it was judged load increases according to the effect and form of direction and envelope. Thus, atrium is a space of disadvantages in energy consumption even if differences exist by form and size and this should be considered. The proposal of energy saving guideline that recommends changes in windows ratio simply has its limitations. Thus the way to reduce the load that atrium takes up by plan should be applied to the guideline.

Although glass curtain wall are used very much due to its various features such as visiblity, symbol for communication and sunlight, it is obvious that it is disadvantageous envelope plan in energy consumption aspect. While obeying to design guideline, it is considered more researches on how energy load burden and ratio in large space composed of only glasses like atrium are proposed in guideline will be needed. Besides, expectations of energy usage based on energy load related to windows ratio is thought to be needed upon evaluation of energy efficiency in green building validation. Through this, energy reduction and efficiency evaluation that reflects building plan will be possible in energy efficiency evaluation based on machine facility.

This research intends to propose clear, precise basic data towards direction of improvement and correction of green building validation program by analyzing energy load according to the features such as curtain wall ratio, direction and size of atrium in plan aspect in the future.

Acknowledgement

This research was supported by a grant(12High-tech Urban C09) from High-tech Urban Development Program funded by ministry of Land, Infrastructure and Transport of Korean government.

References

[1] Keith elder Envelop Building, 2000.
[2] Kim, Yong-Sik, "What is Green Building", 2012
[3] Shin, Sung-Woo, "Green Building Performance Evaluation and Design Technology", 2007
[4] Ko, Dong-Hwan, " A Study on Building Energy Efficiency Requirements of LEED 2009 (Version 3.0) and Korea Green Building Rating System : Analysis and Comparison of Energy Saving and Annual Consumption", Journal of Architectural Institute of Korea, Vol.26, No.5, 2009
[5] Kim, Kyeong-A, Kim, Bongl-Joo, "Heat Loss the Case Study of Office Building", The Korea Institute of Building Construction, Vol.11, No.1, 2011
[6] Kim, Chang-Nam, Kim, Il-Ho, "A study on the reduction performance of building energy demand according to the ration of window area". Korea Institute of Ecological Architecture and Environment Vol.20, 2011
[7] Park, Seoung-Kil, Yoo,Ho-Chun, "Optimal and economic window areaof office buildings regarding energy efficiency", journal of Architectural Institute of Korea Vol.25, No.1, 2005
[8] Jang, Cheol-Yong, Han, Hye-Sim, Lee, Jin-Sook, "The Building Energy Rating Evaluation of Middle Region Apartment depending on window area ratio, Korea Institute of Architectural sustainable environment and Building systems, 2010
[9] Jang, Cheol-Yong, Han, Hye-Sim, Lee, Jin-Sook, "The Building Energy Efficiency Rating Evaluation of Apartment depending on SC and Window area ratio", The Korean Solar Energy Society Vol.30, No.5, 2010
[10] Cho, Jin-Hwan, Chung, Kwang-Seop, Kim, Young-Il, Kim, Sung-Min, "Air-conditioning load analysis and energy basic unit assessment of window area ratio of office building", Society of Air-Conditioning and refrigerating engineers of Korea, 2012
[11] Kim, Nan-Jung, "A Case Analysis on Effect of Thermal Environment in Atrium on Building Energy Consumption(Focus on Window Area Ratio), Konkuk Univ. master's thesis, 2014

©Copyright Korea Institute of Ecological Architecture and Environment

성과 4	국내 학술게재 논문
주요내용	국내외 녹색건축인증제도의 근거법령 비교를 통한 국내 제도의 개선방향에 대한 연구

KIEAE Journal Vol. 15, No. 1, Feb. 2015, pp.5-13

KIEAE Journal

Korea Institute of Ecological Architecture and Environment

71

Study for Improvement of Domestic System through Regulation based on Comparison of Green Building Certification System Analysis

- Focused on the G-SEED, BREEAM

Hyun, Eun-Mi* · Kim, Yong-Sik**

**Main author, Dept. of Architecture Konkuk Univ. South Korea(eunmi225@naver.com)*

***Corresponding author, Dept. of Architecture Konkuk Univ. South Korea(Kimys@konkuk.ac.kr)*

ABSTRACT

The main purpose of the green buildings by reducing energy consumption and carbon footprint of the building society, global as to ensure the sustainability of the building and the environment. These regulations and schemes are used to activate the green buildings were made on the basis of the relevant laws and regulations. Mainly in the research for the improvement of the domestic institutional assessment items, the analysis of the legislation was fundamentally focused on Scoring the incomplete state. The analysis based on the laws and regulations of the institution is the way to know the purpose and direction of the respective certification. This study was performed in the following order to target the new commercial buildings. First, the analysis of the geungsobeop G-SEED and BREEAM. Second, we analyze the content and method of building energy performance in the certification system. As a result, Green Building Act is broad in relation to the composition of the contents are building for the activation energy green building and EPI is dealt with in an abstract and presented the applicability of such documentary content of insulation and airtightness, efficient machine. In contrast, the UK has been directly limit the carbon footprint of buildings in the Building Regulations Part L and evaluate them in BREEAM. This analysis of the ways to reduce substantially the energy for domestic green building regulations should be addressed through the feed.

© 2015 KIEAE Journal

KEYWORD

Green Building Certification Criteria
G-SEED
BREEAM

ACCEPTANCE INFO

Received
Final revision received
Accepted

1. Introduction

1.1. Background and purpose of the study

A new, globally competitive certification regime is being attempted, by integrating the GBCC system and the house performance certification system based on the existing Construction Act and the Housing Act in 2013. The new regime, given with a fancy brand name that goes G-SEEDS (Green Standard for Energy and Environmental Design,) however lacks any improvement of the environment certification criteria for offices, schools, or commercial facilities. The only difference it has is some new items for evaluating multi-unit houses for environmental certification in addition to what they already had in the existing housing performance certification regime. The issues regarding relevance of the domestic certification system and improvement of the criteria to ensure a practically valid set of standard have been pointed out and demanded for a long time. However, such voices have never been heard as the system has been revised repeatedly. For this reason, the housing suppliers in Korea obtain LEED certifications of the United States to increase the properties' market values and promotional advantages. As of 2013, 95 buildings have been registered or filed for a registrations, indicating the LEED has firmly placed its roots in Korean market.

Recently, attempts have been made to obtain BREEAM certification, which is a green building certification regime in UK. BRE, the operating agency of BREEAM system, provides customized certification systems in consideration of the culture and climatic characteristics of each country where possible candidate buildings are located.[1)]

Even if the BRE provides a customized scheme for Korea, it is basically a necessity to analyze the differences between BREEAM and the domestic scheme (G-SEED.) Especially, due to the fact that LEED, GREEN STAR, or other systems have been developed based on BREEAM, the analysis on the background, purpose, evaluation items and the methods is an essential step to endow the

pISSN 2288-968X, eISSN 2288-9698
http://dx.doi.org/10.12813/kieae.2015.15.1.005

1) It is divided into the National Scheme Operators and BREEAM International Bespoke. The National Scheme Operator is a nation wide system, which require one to two years for preparation. The BREEAM certification operation is commissioned by BRE Global. (EX. BREEAMES, BREEAM SE, BREEAM NOR). On the other hand, the International Bespoke is composed of a simplified manual, which is intended for buildings in countries which failed to get the qualifications mentioned above. The manual is to be applied for each individual building, and the preparation time required ranges from two to three months.

©Copyright Korea Institute of Ecological Architecture and Environment

created. And, each of them is supported by the supporting provisions of the law.

In this study, the supporting legal provisions for G-SEED and BREEAM were compared and analyzed, to yield following outcomes in summary.

Firstly, the Green Building Act, which is the legal basis for the Green Building Certification Scheme of Korea is mainly focused on methods to promote green buildings, basic plans, incentives, operation of the certification problem, training, incentives, and others, in a wide ranged and abstract manner. And, for EPI, the documentary instructions are given in terms of the thermal insulation, tightness, and efficient use of machines. On the other hand, the Building Regulations of Britain directly limits the emission amount of carbon and requires buildings which are not BREEAM certified to satisfy certain legal requirements nonetheless.

Also, in Part L, which is in a simular context with the energy saving plan of Korea, the design, constructions, and commission of a building with regard to energy are covered, involving the entire life cycle of the building in terms of energy.

Secondly, the energy performances in G-SEED and BREEAM are evaluated based on laws. BREEAM requires that the buildings BER should not exceed TER and the energy efficiency of the building should be higher by 5% than the requirement to get points during evaluating. Also, it is required to calculate the total amount of energy used by the building. On the other hand G-SEED allows applying the more advantageous of the EPI or the energy efficiency certification grades. The minimum criteria already reflects the legal requirements for the EPI, to the following should be considered.

(1) A structure in which passing only the legal requirement gives the building zero points, and higher scores should be earned in proportion.

(2) The EPI already has a legal standard. Therefore, it should be taken as the default requirement and the acquisition of the energy efficiency grade should result in weighted advantages.

The policies of a nation are built based on the systems in operation in the country. Therefore, it is not possible to say which is more superior or inferior. However it seems that, in order for a policy serve it purpose, concrete contents and should prepared, and they should be able to be evaluated. While a series of attempts to revise the laws and the policies are made, as they are more focused on the allocation of the scores, proportions, and contents, it is believed that an analysis of the legal basis and revision of them should be covered as well.

Acknowledgement

This research was supported by a grant(12High-tech Urban C09) from High-tech Urban Development Program funded by ministry of Land, Infrastructure and Transport of Korean government.

Reference

[1] BREEAM New Construction Non-Domestic Buildings Technical Manual, BRE, 2011
[2] BREEAM Scheme Document SD096, BRE Global Ltd 2013
[3] Building Regulations 2010
[4] Building Regulations 2010 Conservation of fuel and power L2A, HM Government, 2010
[5] 국토교통부, 업무용 건축물 인증심사기준 // (Ministry of Land, Infrastructure and Transport, "Evaluation Criteria certification of commercial buildings")
[6] 에너지관리공단, 건축물 에너지효율등급제도 소개-주요 개정사항 중심으로, 2013// (Korea Energy Management Corporation, "Building energy efficiency rating system introduction - the main center with amendments", 2013)
[7] 이민석 외 2, 녹색건축물 활성화를 위한 제도 기반 구축 방안 연구, 건축도시공간연구소 연구보고서, 2011 // (Lee, Min-Seok, Seong eun-Young, Lim, Kang-Ryeon, "Establishment of systematic Basis for Activation of Green Building", Architecture&Urban Research Institute, 2011)
[8] 이현주, 김정태, "업무용건축물에 대한 녹색건축인증제와 LEED의 에너지 평가방법 비교", 한국생태환경건축학회 학술발표대회 논문집 통권 25호(v.13 n.2), 2013 // (Lee, Hyun-Ju, Kim, Jeong-Tai, " A Comparison of G-SEED with LEED for Energy Evaluation in an Office Building", Journal of Korea Institute of Ecological Architecture and Environment, Vol 13, No.2, 2013)
[9] 장현숙, 이상호, "G-SEED 평가항목별 중요도 및 문제점 비교연구", 한국생태환경건축학회 논문집 제 14권, 제1호, 2014 // (Jang, Hyun-Sook, Lee, Sang-Ho, "A Comparison Study on the Importance and Problems of Assessment Items of the G-SEED System", Journal of Korea Institute of Ecological Architecture and Environment, Vol 14, No.1, 2014)
[10] 정지나,태준섭,양정훈, 박상동, "업무용 친환경건축물인증 개정 전·후 기준의 비교분석에 관한 연구", 대한건축학회 제27권, 제2호, 2011 // (Jung, Ji-Na, Tae, Choon-Seob, Yang, Jeong-Hoon, Park, Sand-Dong, "A Study on the Comparative Analysis of Old and New Versions in Green Building Certification Criteria for Office Building", Architectural Institute of Korea, Vol.27, No.2, 2011)

성과 5	국내 학술발표대회 논문(대한건축학회)
주요내용	국내 녹색화를 위한 공공청사의 에너지절약요소에 대한 사례분석 연구

2012 추계 학술

국내 녹색건축화를 위한 공공청사의 에너지절약요소에 대한 사례분석연구

A Case Analysis Study for Energy Saving Factor of Government Building for Green Architecture

○김 난 정* 현 은 미** 김 용 식***
Kim, Nan-Jeong Hyun, Eun-Mi Kim, Yong-Sik

Abstract

The purpose of this study was to analyze and evaluation that energy saving elements to government building of three places that refer to energy consumption building. The results of this study are as follows. Glass area in the facade of the building of more than 60%was the cause the consumes a lot of energy from the temperature measured and Interior design does not meet the criteria in the measured temperature using a thermal imaging camera showed. Finally, using TRNSYS, through the window area ratio changes through the window area ratio decreases in the energy analysis, energy load was reduced. This study is to use research as a basis for the project of the integrated design guideline of Government building for green architecture.

키워드 : 저탄소녹색성장, 공공청사, 녹색건축, 에너지절약요소, 창면적비

Keywords : GreenGrowth, Government Building, Green Building, Energy Saving Factor, Widow area

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

2009년 행정안전부와 지식경제부의 지자체청사의 에너지사용량 조사결과 2005년 이후 지어진 청사의 1인당 에너지사용량이 2005년 이전 건립된 청사보다 약 1.5배 증가했으며 전체 지자체청사 평균 에너지사용량보다 2배 많은 것으로 밝혀졌다. 또한 2005년 이후 지어진 신축청사들이 친환경건축물인증을 획득함에도 불구하고 에너지효율등급에서는 최저수준을 벗어나지 못하였다.

표1. 건축 시기별 지자체청사 에너지 사용현황

구분	평균 연면적(㎡)	평균 에너지 사용량(toe)	1인당 에너지 사용량(kgoe)
'05~'08년 신축청사	42,181	1,141	1,510
'05년 이전 건립청사	18,127	520	942
전체 평균	19,594	558	989

정부의 저탄소 녹색성장의 정부시책에 따라 건물의 온실가스 감축실현과 민간부분의 선도를 위해서는 건축시장의 12%를 차지하고 있는 공공청사의 에너지절약이 절실히 요구되고 있는 실정이다. 이에 본 연구에서는 친환경건축물인증등급을 획득한 공공청사의 에너지절약계획에 대한 사례분석을 통하여 추후 국내 녹색건축화를 위한 공공청사건물의 통합적인 설계로드맵 제시를 위한 기초연구로 활용하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 2009년 발표된 지자체청사의 에너지사용량 조사결과를 바탕으로 건축물에너지효율등급제도에서 낮은 등급을 받은 A청사, B청사, C청사를 대상으로 선정하여 건물의 에너지부하를 줄일 수 있는 에너지절약요소부분을 분석 평가하였다. 분석방법으로는 적외선열화상카메라를 이용하여 실제 온도를 측정하고 건물 열부하분석을 위하여 TRNSYS를 이용하여 연간에너지부하를 평가하였다.

2. 대상 건물 분석

2.1 친환경건축물 인증 및 에너지효율등급

친환경건축물인증제도는 건축물의 전 생애주기를 대상으로 에너지 및 자원의 절약, 오염물질 배출감소, 주변 환경과의 조화, 건강 및 쾌적한 환경에 미치는 요인을 평가하여 건축물의 친환경성을 인증해주는 제도로써 A청사와 B청사가 각각 우수등급과 최우수등급을 획득하였다. 하지만 건물의 에너지효율을 분석하여 등급을 부여하는 건축물에너지효율등급에서 동의판정 및 4등급 판정을 받았다.

표2 친환경인증제도등급과 에너지효율등급과 에너지 사용량

구분	친환경건축물 인증제도	에너지효율등급	단위면적당 에너지 사용량(kWh/㎡)
A청사	우수등급	동의(5등급미만)	603.3
B청사	최우수등급	4등급	397
C청사	-	동의(5등급미만)	791.3

2.2 에너지절약을 위한 건축계획분석

에너지 효율적인 건축물을 이끌내기 위하여 다양한 절약요소들이 적용되고 있으며 그 중 건축계획부분은 건물의 에너지부하를 가장 많이 줄일 수 있다는 점에서 중요하게 여겨지고 있다.[1] 친환경건축물인증제도의 에너지부분은 에너지절약설계기준을 기반으로 EPI(Energy Performance Index, 에너지성능지표 검토서)에서 건축과 기계, 설비부분에서 요구하는 항목에 따라 매겨진 점수로 등급이 매겨진다. 다음 <표3>은 EPI에서 건축부문에 해당하는 항목에 대하여 대상건물의 계획요소를 나타낸 것이다.

* 건국대 대학원 건축공학과 석사과정
** 건국대 대학원 건축공학과, 박사수료
*** 건국대 대학원 건축공학과 교수, 공학박사
(교신저자 : kimys@kmkukac.kr)

본 연구는 국토해양부 첨단도시개발 연구개발사업의 연구비지원(12첨단도시10)에 의해 수행되었습니다.

1) 김창남 외1명, 광면적비변화에 따른 건물에너지 저감성능 평가, 생태환경건축학회 춘계학술발표대회 논문집, 제11권, 제1호, pp3~6, 2011

표3. 에너지절약을 위한 건축계획부문

구분		A청사	B청사	C청사
열관류율 (k/m²K)	외벽	0.43		0.49
	창호	3.30	2.4	2.83
창호종류		THK24판라복층유리,THK24판라이복층유리	THK24저반사이복층유리,THK24페턴복층유리	THK24저반사판라복층유리

건물의 에너지손실 및 획득은 외피에서 가장 많이 발생하기 때문에 건물의 외피재료 및 구성은 건물의 연간 에너지부하에 큰 영향을 미치는 요인이 된다. <표 3>에서 알 수 있듯이 대상 건물의 외피는 모두 THK24판라복층유리 혹은 저반사로이복층유리로 이루어져있어 외피를 통한 에너지손실이 클 것으로 예상되어 이에 대한 분석을 진행하였다.

3. 대상건물의 창면적비를 통한 에너지소비분석

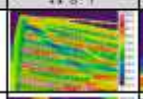
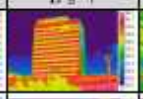
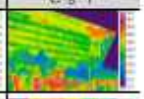
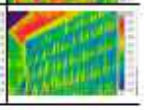
3.1 외벽의 창면적비 분석

대상 건물의 도면분석결과 3곳의 청사 모두 남측 창면적비가 60% 이상이었으며, 동측과 서측에서도 40%가 넘는 것으로 분석되었다. 또한 <표5>의 적외선열화상카메라를 이용한 온도실측에서도 외피에서의 열획득과 손실이 확연히 들어남을 알 수 있다.

표4. 청사별 창면적비(%)

구분	동	서	남	북
A청사	35.53	26.71	62.89	54.88
B청사	41.39	32.51	61.98	21.54
C청사	70	74	72	48
평균	48.97	44.41	65.62	41.47

표5. 여름·겨울철 청사별 열화상카메라 측정결과

구분	A청사	B청사	C청사
여름			
겨울			

3.2 창면적비 변화를 통한 연간부하분석

TRNSYS는 건물에너지분석 시뮬레이션프로그램으로써 건물에 끼치는 부하와 건물 정보 등을 통하여 건물의 연간에너지사용량을 예측한다. 본 연구에서는 공공청사 설계 시 창면적비를 50%이하로 설계하도록 한 지침에 따라 창면적비 변화에 따른 부하를 분석하였다.

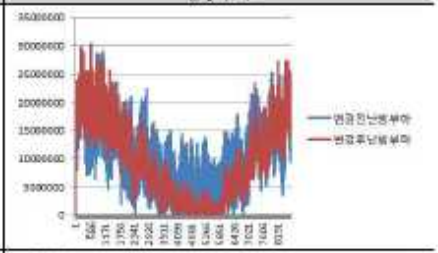
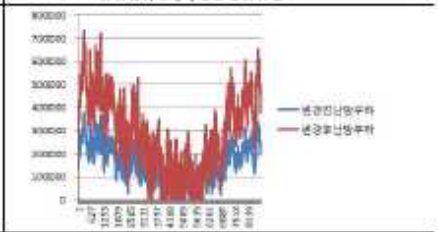
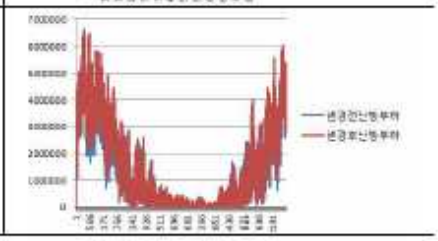
<표6>과 같이 A청사의 경우 기존층에서의 난방부하가 기존 대비 약 7% 감소하였으며 B청사의 경우도 같은 조건으로 변경시켰을 때 약 15%, C청사는 약 2%의 난방부하가 감소하였다.

3. 결 론

본 연구에서는 에너지효율등급이 낮은 3곳의 공공청사를 대상으로 에너지절약요소를 분석 및 평가하였으며 다음과 같은 결과를 도출해내었다. 첫째, EPI에서 건축부문에 해당하는 외피의 열관류율 및 창호에 대하여 대상 건물에서는 로이복층유리를 사용함으로써 외피에서의 에너지 손실이 크게 발생하였다. 둘째, 도면분석결과 건축 입면계획에서 외관을 차지하는 유리면적이 60%이상을 차지하였으며 열화상카메라를 이용한 온도 실측에서 실내설계기준에 미치지 못하는 결과를 보였다. 마지막으로 TRNSYS를 이용하여 창면적비 변화를 통한 난방부하분석결과 평균적으로 약 6~7%의 부하가 감소하였다.

본 연구는 건축계획 중 입면계획에 한정되어 있지만 추후 연구를 통해 입면 및 평면계획과 설비시스템 계획 분석을 통한 종합적 평가를 통해 공공청사의 에너지절약에 대한 연구를 진행한다.

표5. 창면적비 변화에 따른 부하분석비교

구분	난방부하
A청사	
B청사	
C청사	

참고문헌

1. 국토해양부, 공공청사가 녹색건물을 선도한다, 건축기획과 보도자료, 2011
2. 기획재정부 외8, 공공건축 에너지효율 향상 이행점검 결과 및 향후대책, 녹색성장이행점검회의 보고안건, 2011.9
3. 김창남 외1명, 창면적비변화에 따른 건물에너지저감성평가, 대한건축학회 춘계학술발표대회 논문집, 제11권, 제1호, 2011
4. 정한상, 한국수자원공사, 공공사옥 건축물 에너지효율등급 향상을 위한 개선기법 및 사례, 2011
5. 한국전력공사, 건물에너지 해석 프로그램을 이용한 공공기관 업무용건물 에너지효율등급 개선에 관한 사례연구, 2011

성과 6	국내 학술발표대회 논문(대한건축학회)
주요내용	에너지사용량 예측을 통한 녹색건축인증제도의 에너지평가기준 개선방안 연구

2014 추계 학술

에너지 사용량 예측을 통한 녹색건축인증제도의 에너지평가기준 개선방안 연구

In the study improvement plan energy evaluation criteria for G-SEED through the energy used amount prediction

○안 광 호* 최 용 석** 김 용 식*** 현 은 미**** 이 재 은*****
An, Kwang-Ho Choi, Yong-Seok Kim, Yong-Sik Hyun, Eun-mi Lee, Jae-eun

Abstract

In order to reduce the energy amount used of buildings, the first should predict the quantitative and specific amount used. For G-SEED when evaluating the energy amount used, it is determined by review report on the EPI and the Energy Efficiency Level. This method, to evaluate whether the use of high-efficiency equipment and heat transmission coefficient of building components. However, in practice has the greatest effect on the building conditions is use of energy users. For the same building differ depending on the user energy usage. In particular, the co-housing, depending on the behavioral characteristics of the user, because there is a large difference in energy usage, unlike the buildings of other applications, when evaluating the energy, it is necessary to consider this.

키워드 : 에너지, 에너지성능지표검토서, 열관류율, 사용자, 녹색건축물인증 Keywords : Energy, EPI, Heat Transmission Coefficient, User, G-SEED

1. 서 론

1.1 연구의 목적

건축물은 사용용도 및 특성에 따라 에너지 소비 특성이 다르게 나타나며 특히, 공동주택은 다른 용도의 건축물에 비해 재료 및 설비의 구성요소보다는 사용자의 에너지 사용 패턴 및 의식에 많은 영향을 받는다.

녹색건축물인증제도(G-SEED)에서의 에너지 사용량은 계획에 따른 재료의 물성치를 기준으로 한 열관류율, 고효율 설비 및 전기기기의 사용여부로 평가되고 있다. 업무용건축물이나 학교시설 등은 동일한 스케줄과 명확한 사용자로 인해 예측이 가능하지만, 공동주택은 사용자의 특성에 따라 에너지소비형태가 달라지기 때문에 이에 대한 고려가 필요하지만 아직 미비한 상태이다.

이에 본 연구에서는 녹색건축물인증제도 중 공동주택 부문에 한하여 사용자를 고려한 에너지평가의 개선방안에 대하여 연구하였다.

2. 문헌고찰

2.1 G-SEED 에너지평가의 방법과 문제점

G-SEED는 공동주택 및 업무용 건축물 등 사용 목적에 따라 10가지로 나누어 평가하고 있지만, 평가항목 및 방법이 대동소이하며 에너지성능평가는 동일한 방법을 취하고 있다. 에너지성능평가는 연간 단위면적당 1차 에너지 소요량으로 평가된다. 그러나 공동주택은 다양한 이용자의 생활패턴 및 의식에 따라 에너지 사용량이 매우 다르기 때문에 단순히 건축물의 계획요소 및 설비기기 등으로 에너지 사용량 예측을 평가하기에는 부족하다고 판단된다. 이수언(2013)은 공동주택이 녹색건축물인증을 받아 친환경성이 인증되었다 하더라도 에너지 사용 절감에는 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 보았다. 이는 비록 공용관리비와 에너지 사용량이 함께 고려되었지만 인증제도 획득 시 평가된 에너지 절감율이 실질적인 에너지 소비량을 예측하지 못한데서 오는 문제점을 나타내는 부분이라고 할 수 있다.

2.2 건축물 에너지 사용량의 연구

동일한 건축물의 경우에도 사용자에 따라 에너지 사용량이 다르다. 안광호(2013)의 연구에 따르면 재실자의 활동에 따른 에너지 사용량을 중심으로 예측한 결과 기계, 설비 등으로 예측한 에너지 량과 차이를 나타내고 실제 사용량에 가깝게 나타나는 것으로 재실자의 활동이 공동주택의 에너지 사용량에 큰 영향을 미치는 것으로 연구되었다. 또한 이권형(2011)의 연구에 의하면 동일 건축물의 경우에도 함에 따라 연간 에너지 획득/손실량이 다르며 같은 창면적비에도 입면의 배치에 따라 연간 에너지 획득/손실량에 차이가 있는 것으로 나타났다.

이에 공동주택은 다른 건축물들에 비해 동일한 조건이라 할지라도 사용자에 따라 에너지 소비량에 영향을 미침으로써 에너지 평가 시 설비 중심이 아닌 인간 중심의 에너지 사용량 예측을 통한 에너지평가 방안이 필요하다.

3. 연구의 방법

3.1 사용자 분석

현재 녹색건축물인증을 받는 공동주택은 제도의 특성상 대부분 아파트에 편중되어 있다. 평가항목이 단독세대 등에 적용이 어려운 면이 있으며, 에너지 평가항목이 사용량 절감보다는 계획요소에 따른 점수획득 유무에 따라 평가되어 아파트를 제외하고는 인증을 받는 것이 어렵기

* 건국대학교 일반대학원 건축공학과, 박사과정
** 최용석건축환경연구소 소장, 공학박사
*** 건국대학교 건축공학과, 정교수
**** 건국대학교 일반대학원 건축공학과, 박사수료
(교신저자, E-mail : eunmi225@naver.com)
***** 건국대학교 일반대학원 건축공학과, 박사과정

본 연구는 국토해양부 첨단도시개발 연구개발사업의 연구비 지원(12첨단도시C09)에 의해 수행되었습니다.

때문이다. 따라서 본 연구 역시 아파트를 중심으로 평가하였다.

아파트의 경우 세대구성 및 평면계획을 통해 거주자를 예측하여 평면을 구성하기 때문에 생활패턴 및 구성단위를 파악할 수 있다. 사용자를 고려한 에너지 평가를 위하여 실제 아파트 대상자를 중심으로 생활패턴을 조사하여 적용하며, <표 1>은 연령대에 따른 활동시간을 조사한 것이다. 현재 연구된 자료에 의하면 활동시간을 중심으로 평가할 수 있으나 지역이나 대상건축물, 사용자의 소득수준 등에 따라 차이를 나타낼 수 있다. 이러한 기준을 중심으로 대상 공동주택을 선정하고 선정된 대상을 중심으로 사용자를 특정화한다. 특정화된 사용자를 중심으로 생활패턴 및 그에 따른 에너지 사용량을 예측할 수 있다.

표 1. 연령대에 따른 활동시간[1]

단위(시간 : 분)

구분	남자	여자	구분	남자	여자
20대			50대		
개인유지	10:18	10:29	개인유지	10:32	10:17
일	7:43	7:07	일	7:14	6:16
학습	5:55	5:33	학습	2:54	1:44
가정관리	0:40	1:52	가정관리	1:05	3:33
가족 보살피기	1:02	3:06	가족 보살피기	1:04	1:22
참여 및 봉사활동	5:52	2:01	참여 및 봉사활동	2:25	2:15
교제 및 여가활동	5:10	4:23	교제 및 여가활동	5:01	4:43
이동	2:06	2:03	이동	1:56	1:35
기타	0:20	0:22	기타	0:22	0:26
30대			60대 이상		
개인유지	10:05	10:04	개인유지	11:04	11:03
일	7:48	6:22	일	5:46	4:48
학습	3:08	3:13	학습	-	-
가정관리	0:44	3:10	가정관리	1:17	3:16
가족 보살피기	0:55	2:20	가족 보살피기	1:31	1:38
참여 및 봉사활동	2:28	1:20	참여 및 봉사활동	2:12	1:56
교제 및 여가활동	3:52	4:02	교제 및 여가활동	7:03	6:07
이동	2:12	1:33	이동	1:40	1:23
기타	0:21	0:24	기타	0:27	0:28

3.2 사용자를 고려한 에너지 사용량 예측

에너지 평가를 위한 에너지절약계획서의 항목에서 건물 내의 에너지 사용량 및 부하에 영향을 미치는 항목인 창호 및 외벽, 설비기기 등을 선별한다. 이 후 실제적인 에너지 사용량을 분석하기 위하여 선별된 항목을 중심으로 아파트 내부의 부하변동량을 시뮬레이션을 통해 산출하고 이를 기준으로 에너지사용량을 예측한다. 또한 특정화된 사용자에 의한 에너지 사용량을 중심으로 산출된 평균값과 부하변동량에 의한 에너지 사용량을 비교분석하여 대상 공동주택의 평균에너지 사용량을 예측하고 계획요소와 사용자의 생활패턴에 따른 에너지 사용량의 변화를 정량화한다.

4. 결론

녹색건축인증제도에서는 구조체의 열관류율과 설비기기 등으로 예측한 값을 적용하여 건물마다 동일한 에너지평가방법을 적용하고 있다. 그러나 공동주택은 사용자가 스스로 판단하여 에너지 절약을 하는 건물로써 사용자의 행위에 따라 에너지 사용량에서 큰 차이가 발생한다. 그렇기 때문에 건물은 사용자가 능동적으로 절약할 수 있는 환경을 제공해주어야 하며 이는 사용자의 특성을 고려해야 한다.

그러나 현재 녹색건축인증제도는 사용자가 배제된 건물 중심의 평가로 인해 에너지 저감량에 대해 객관적인 지표를 제시하지 못하고 결국 사용자에게도 영향을 미치지 못하고 있다.

건물은 에너지절약이 가능한 최소한의 설계를 제공하여 사용자가 능동적으로 절약할 수 있는 환경을 제공해주어야 한다. 그리하여 본 연구에서는 사용자를 연령 및 생활패턴으로 특정화하여 발생할 수 있는 에너지 사용량을 정량화하여 공동주택 인증 시 실질적인 에너지 절감량을 평가할 수 있는 개선방안에 기초적 자료로 사용하고자 한다.

참고문헌

1. 이수연, 친환경건축물인증제도가 공동주택 관리비에 미치는 영향 분석, 석사학위논문, 한양대학교 공학대학원 건설관리학과 건설관리학 전공, 2013
2. 이민구, 강정훈, 박용국, 유준재, 거주자 생활패턴분석을 통한 에너지 소비예측 모델, 정보 및 제어 학술대회 논문집, 2009
3. 안광호, 김인섭, 최용식, 건축물 사용자에 기반한 에너지 수요측 및 평가방법 개발의 기초적 연구, 대한건축학회 논문집, 2013
4. 이권형, 김인한, 추승연, BIM기반 친환경건축물 등급 인증기준의 에너지성능지표(E.P.I)의 개선방안에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 2011
5. 추승연, 이권형, 박선경, Green BIM 가이드라인 개발을 위한 모델링 수준(Level of Development) 설정에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 2012
6. 안광호, 김형근, 최용식, BIM 기반 친환경 건축물 인증제도의 사용자 중심적인적인 개선방안에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 2012

1) 박인천, 소음지도 최적화를 통한 상세 소음노출인구의 산정방법 연구 : 한국인의 주거형태와 생활패턴의 고려, 연세대학교(박사학위논문), 2007

성과 7	세미나 개최
주요내용	'공공청사건물의 에너지절약을 위한 설계 및 설비의 녹색화 방안 개발' 주제로 개최

공감언론 뉴시스 NEWSis( )

인쇄하기 | 닫기

발표하는 김용식 원장



【서울=뉴시스】 5일 오후 서울 광진구 능동로 건국대 서울캠퍼스 새천년관 우곡국제회의장에서 열린 스마트그린건축도시연구소 개소식 및 창립세미나에서 김용식 원장(건국대 교학부총장, 건축학)이 '공공청사건물의 에너지 절약을 위한 설계 및 설비의 녹색화 방안개발'을 주제로 발표를 하고 있다. 2013.12.05. (사진=건국대학교 제공)

photo@newsis.com

기사등록 일시 [illegible]

[illegible] ⓒ 무단 전재 및 재배포 금지 기사/사진 구매 : 콘텐츠 판매

성과 8	세미나 발표
주요내용	'공공청사건물의 에너지절약을 위한 설계 및 설비의 녹색화 방안 개발' 주제로 산업통상자원부에 세미나 요청

산업통상자원 R&D 전략기획단
OSP Office of Strategic R&D Planning

수 신 : 수신처 참조
경 유 :
제 목 : 녹색건축물과 인증제도의 효율성 세미나 참석 요청

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 녹색건축물에 적용되는 신재생에너지의 적절성과 인증제도의 효율성을 돌아보고 건축 실무진에서 판단되는 효율적인 방안을 알아보기 위해 아래와 같은 세미나를 개최하고자 하오니 귀 귀관의 전문가가 참석할 수 있도록 협조하여 주시기 바랍니다.

- 아 래 -

가. 일정 및 장소
- 일정 : 2014년 1월 7일(화) 14:00
- 장소 : 전략기획단 내 대회의실

나. 세미나 발표 연사 및 주제
1. 발표자 : 김용식(건국대 건축대학교수/부총장)
   주 제 : 공공건물의 에너지 분석을 통해 본 국내외 녹색건축관련 인증제도의 문제점과 개선방향
2. 발표자 : 이광환(해안종합건축사사무소 소장)
   주 제 : 녹색건축물설계, 누가해야 하는가?
3. 발표자 : 신수진(유선엔지니어링건축사사무소 소장)
   주 제 : 친환경에너지절약 설계, 제도와 현실사이

수신처 : 에너지관리공단 건물수송에너지실, 에너지기술평가원 기획총괄실, 효율자원팀 (이상 2개 기관 3개 팀, 무순). 끝.

산업통상자원 R&D 전략기획단장

전문위원 이상균 팀장 홍순용 에너지산업MD 박상덕

시행 에너지산업MD지원팀- 1 (2014.1.2) 접수
우(135-080) 서울 강남구 테헤란로 305 한국기술센터 8층
전화 : 02-6009-8792 전송 : 02-6009-8799 / enada@osp.go.kr / 공개

성과 9	언론 홍보
주요내용	본 연구 주제 및 내용에 대한 인터뷰를 통한 언론 홍보(매일경제)

MK 뉴스 인쇄하기

"친환경건물 못믿어…설계부터 제대로"

녹색건축 운동 나선 김용식 건국대 부총장

기사입력 [illegible] | 최종수정 [illegible]



"친환경 건축물 인증, 건축물 에너지효율등급 등 국내 친환경 관련 인증들은 에너지 사용량에 대한 고려 없이 외국 제도들의 겉모습만 베낀 실효성 없는 제도입니다. 호화청사에다 에너지 다소비의 대명사로 꼽히는 성남시 신청사가 친환경건축물 우수등급을 받은 것도 같은 맥락입니다"

김용식 건국대학교 부총장(사진)은 88올림픽 둔촌동 경기장 설비 마스터플랜 등 국내외 수천 개 건물의 실무설계 경력을 갖고 있다. `공공건축물의 에너지절약 설계 및 설비의 녹색화 방안 연구`를 주도하고 있는 그는 지난 5일 스마트그린건축도시 연구소를 개설했다.

김 부총장은 22일 인터뷰에서 "서울시 신청사의 경우 전면 대형 유리 아트리움을 타고 내려오는 한겨울 냉기로 인해 로비에 30분 이상 서 있기가 힘들 정도"라며 "여름엔 40도가 넘게, 겨울엔 더 춥도록 공공건물을 설계하고 그 안에 일하는 사람들더러 에너지 절약을 위해 무조건 참으라고 하는 것은 이치에 맞지 않는다"고 지적했다.

김 부총장은 그렇다고 단열재를 더 두껍게 하고, 3중 유리를 쓰고, 유리 면적을 50% 이하로 낮추는 식의 접근 방식으로는 문제를 해결할 수 없다고 지적했다. 건축물 설계 단계부터 건물 전체의 에너지 사용 패턴과 사용량을 파악하면서 건축가의 창의성을 살리는 쪽으로 해야 근본적인 해결이 된다는 것이다. 김 부총장은 특히 바람과 햇볕을 감안한 친자연적인 건축 디자인을 강조했다. 김 부총장은 녹색건물, 제로 에너지 건물의 단적인 예로 해인사 장경각과 석굴암을 들었다.

김 부총장은 "합천 해인사 장경각은 인위적으로 온도나 습도를 조절하지 않고 환기, 채광을 고려해 평면과 입면을 설계한 제로 에너지 건물"이라며 "창 크기 조절로 외부의 건조한 공기가 내부에 퍼진 후 빠져나가도록하는 등 대장경을 자연친화적으로 보존했다"고 지적했다.

그는 "바람길을 응용하는 등 자연에서 얻어지는 평범한 상식으로 에너지 효율이 높은 건축물을 만들 수 있다"며 "건축 디자인 초기 단계부터 엔지니어링과 통합

성과 10	인력 양성
주요내용	본 연구에 참여하여 연구내용을 학위논문주제로 한 석사인력 양성

국문초록

아트리움의 열환경이 건물에너지소비에 미치는 영향에 관한 사례분석연구

(창면적비를 중심으로)

최근 사무용건물과 공공건물의 대형화와 함께 건물 내에 자연채광의 유입을 높이고 사용자에게 공용공간을 제공하고 건물의 질을 향상시키는 목적으로 아트리움의 도입이 증가하고 있다. 또한 외벽을 창호로 마감하는 커튼월의 형태도 아트리움과 함께 많이 사용되고 있다.

유리로 둘러싸인 대공간의 아트리움과 커튼월의 도입은 건물의 에너지 소비를 가중시키는 결과를 가져왔으며, 정부는 무분별한 유리의 사용을 막고자 2012년 「건축물 에너지 절약을 위한 창호 설계 가이드라인」을 제시하였다. 하지만 제시된 가이드라인은 유리의 성능과 창면적비에 대한 기준만 마련되었을 뿐 유리로 둘러싸인 아트리움에 대한 고려가 되어있지 않기 때문에 아트리움의 열환경을 포함한 창호의 에너지 소비 절약을 위한 효과적인 대안이 되기에는 한계가 있다.

따라서 본 연구는 공공청사에 적용된 아트리움의 열환경을 분석하기 위하여 공공청사에 적용된 아트리움의 유형을 형태에 따라 분류하였고, 형태별로 발생되는 아트리움의 열환경을 여름·겨울철 온도 변화와 아트리움 내에서 온도분포를 통해 분석하였다. 또한 창면적비와 냉·난방부하의 상관관계를 분석하고자 창면적비 변화에 따른 부하변화를 분석하였다.

연구 결과 아트리움의 온도 변화를 통해서 본 아트리움의 열환경은 3면형 아트리움의 온도 변화가 가장 큰 것으로 나타나 열환경 제어에 가장 많은 에너지가 소비됨을 짐작할 수 있었다. 중정형 아트리움은 다른 아트리움에 비해 온도 변화가 안정적이지만 배기가 이루어지지 않아 여름철 과열현상이 나타났다.

창면적비 변화에 따른 전체 부하에서 아트리움 부하의 비율 변화를 살펴본 결과 건물 전체에서 발생하는 냉·난방부하에서 아트리움의 부하가

접수일자	접수번호
2014-01-27	

과 제 참 여 확 인 서

과제 참여자	김난정
발급 용도	
제출 기관	

연번	지원기관	연구기간	총연구비(원)	연구 과제명	연구 책임자	비고
1	국토교통과학기술진흥원	2012.04.10 ~ 2013.02.09	135,000,000	[단독] (1차)한국형 녹색건축회를 위한 공공청사건물의 통합적인 설계 로드맵 제시	김용식	
2	국토교통과학기술진흥원	2013.02.10 ~ 2014.02.09	207,000,000	[단독] (2차)공공청사 건물의 에너지 절약을 위한 설계 및 설비의 녹색화 방안 개발	김용식	
총계		2건				

상기인이 위 과제에 참여하였음을 확인합니다.

2014년 01월 27일

건 국 대 학 교 산 학 협 력 단 장

성과 11	정책 제안
주요내용	한국시설안전공단, LH 녹색건축센터, 건축도시공간연구소, 한국건설기술연구원, 대한건축사협회, 한국건축가협회 보고서 내용 제안

미래를 위한 도약, 세계를 향한 비상

건 국 대 학 교

수신자 한국시설안전공단 본부장

참 조

제 목 국토교통부 건설기술연구사업 최종보고서 및 정책 제안서 제출

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 국토교통부에서 시행하는 건설기술연구사업의 최종보고서 및 정책 제안서를 제출합니다.

가. 연구과제명: 공공청사 건물의 에너지 절약을 위한 설계 및 설비의 녹색화 방안 개발

나. 연구책임자: 건국대학교 건축대학 건축학부 김용식 교수

다. 당해연도 연구기간: 2014.03.01. ~ 2015.02.09.

라. 당해연도 연구비: 금 이억사천만원정(₩240,000,000)

붙임 1. 최종보고서 1부.

2. 연구결과 정책 제안서 1부. 끝.

산 학 협 력 단 장

"함께하는 교육개혁 바로서는 우리사회"

기안자 김 수 현 산학관리팀장 양 찬 호 전결 03/05

협조자

시행 산학 제 0309-0154 호 (2015. 03. 05.) 접 수

우143-701 / 서울시 광진구 능동로 120 (도서관 6층) / http://www.konkuk.ac.kr

전화 (02)2049 - 6351 / 전송 (02)3436 - 0106 / kimsh113@konkuk.ac.kr / 공개

미래를 위한 도약, 세계를 향한 비상

건 국 대 학 교

수신자 LH녹색건축센터 부장

참 조

제 목 국토교통부 건설기술연구사업 최종보고서 및 정책 제안서 제출

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 국토교통부에서 시행하는 건설기술연구사업의 최종보고서 및 정책 제안서를 제출합니다.

가. 연구과제명: 공공청사 건물의 에너지 절약을 위한 설계 및 설비의 녹색화 방안 개발

나. 연구책임자: 건국대학교 건축대학 건축학부 김용식 교수

다. 당해연도 연구기간: 2014.03.01. ~ 2015.02.09.

라. 당해연도 연구비: 금 이억사천만원정(₩240,000,000)

붙임 1. 최종보고서 1부.

2. 연구결과 정책 제안서 1부. 끝.

산 학 협 력 단 장

"함께하는 교육개혁 바로서는 우리사회"

기안자 김 수 현 산학관리팀장 양 찬 호 전결 03/05
협조자
시행 산학 제 0308-0153 호 (2015. 03. 05.) 접 수
우143-701 / 서울시 광진구 능동로 120 (도서관 6층) / http://www.konkuk.ac.kr
전화 (02)2049 - 6351 / 전송 (02)3436 - 0106 / kimsh113@konkuk.ac.kr / 공개

미래를 위한 도약, 세계를 향한 비상

건 국 대 학 교

수신자 건축도시연구소장

참 조

제 목 국토교통부 건설기술연구사업 최종보고서(안) 제출

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 국토교통부에서 시행하는 건설기술연구사업의 최종보고서(안)을 제출합니다.

가. 연구과제명: 공공청사 건물의 에너지 절약을 위한 설계 및 설비의 녹색화 방안 개발

나. 연구책임자: 건국대학교 건축대학 건축학부 김용식 교수

다. 당해연도 연구기간: 2014.03.01. ~ 2015.02.09.

라. 당해연도 연구비: 금 이억사천만원정(₩240,000,000)

붙임 최종보고서(안) 1부. 끝.

산 학 협 력 단 장

"함께하는 교육개혁 바로서는 우리사회"

기안자 김 수 현 산학관리팀장 양 찬 호 전결 04/30

협조자

시행 산학 제 0504-0250 호 (2015. 04. 30.) 접 수

우143-701 / 서울시 광진구 능동로 120 (도서관 6층) / http://www.konkuk.ac.kr

전화 (02)2049 - 6351 / 전송 (02)3436 - 0106 / kimsh113@konkuk.ac.kr / 공개

미래를 위한 도약, 세계를 향한 비상

건 국 대 학 교

수신자 한국건설기술연구원장

참 조

제 목 국토교통부 건설기술연구사업 최종보고서(안) 제출

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 국토교통부에서 시행하는 건설기술연구사업의 최종보고서(안)을 제출합니다.

가. 연구과제명: 공공청사 건물의 에너지 절약을 위한 설계 및 설비의 녹색화 방안 개발

나. 연구책임자: 건국대학교 건축대학 건축학부 김용식 교수

다. 당해연도 연구기간: 2014.03.01. ~ 2015.02.09.

라. 당해연도 연구비: 금 이억사천만원정(₩240,000,000)

붙임 최종보고서(안) 1부. 끝.

산 학 협 력 단 장

"함께하는 교육개혁 바로서는 우리사회"

기안자 김 수 현 산학관리팀장 양 찬 호 전결 04/30

협조자

시행 산학 제 0505-0251 호 (2015. 04. 30.) 접 수

우143-701 / 서울시 광진구 능동로 120 (도서관 6층) / http://www.konkuk.ac.kr

전화 (02)2049 - 6351 / 전송 (02)3436 - 0106 / kimsh113@konkuk.ac.kr / 공개

미래를 위한 도약, 세계를 향한 비상

건 국 대 학 교

수신자 서울시건축사협회 회장

참 조

제 목 국토교통부 건설기술연구사업 최종보고서 및 정책 제안서 제출

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 국토교통부에서 시행하는 건설기술연구사업의 최종보고서 및 정책 제안서를 제출합니다.

가. 연구과제명: 공공청사 건물의 에너지 절약을 위한 설계 및 설비의 녹색화 방안 개발

나. 연구책임자: 건국대학교 건축대학 건축학부 김용식 교수

다. 당해연도 연구기간: 2014.03.01. ~ 2015.02.09.

라. 당해연도 연구비: 금 이억사천만원정(₩240,000,000)

붙임 1. 최종보고서 1부.

2. 연구결과 정책 제안서 1부. 끝.

산 학 협 력 단 장

"함께하는 교육개혁 바로서는 우리사회"

기안자 김 수 현 산학관리팀장 양 찬 호 전결 03/05
협조자
시행 산학 제 0305-0151 호 (2015. 03. 05.) 접 수
우143-701 / 서울시 광진구 능동로 120 (도서관 6층) / http://www.konkuk.ac.kr
전화 (02)2049 - 6351 / 전송 (02)3436 - 0106 / kimsh113@konkuk.ac.kr / 공개

미래를 위한 도약, 세계를 향한 비상

건 국 대 학 교

수신자 한국건축가협회 회장

참 조

제 목 국토교통부 건설기술연구사업 최종보고서 및 정책 제안서 제출

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 국토교통부에서 시행하는 건설기술연구사업의 최종보고서 및 정책 제안서를 제출합니다.

가. 연구과제명: 공공청사 건물의 에너지 절약을 위한 설계 및 설비의 녹색화 방안 개발

나. 연구책임자: 건국대학교 건축대학 건축학부 김용식 교수

다. 당해연도 연구기간: 2014.03.01. ~ 2015.02.09.

라. 당해연도 연구비: 금 이억사천만원정(₩240,000,000)

붙임 1. 최종보고서 1부.

2. 연구결과 정책 제안서 1부. 끝.

산 학 협 력 단 장

"함께하는 교육개혁 바로서는 우리사회"

기안자 김 수 현 산학관리팀장 양 찬 호 전결 03/05
협조자
시행 산학 제 0304-0150 호 (2015. 03. 05.) 접 수
우143-701 / 서울시 광진구 능동로 120 (도서관 6층) / http://www.konkuk.ac.kr
전화 (02)2049 - 6351 / 전송 (02)3436 - 0106 / kimsh113@konkuk.ac.kr / 공개

주 의

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