

도시재생을 위한 신재생에너지 적용성에 관한 사례연구

김성은*, 정민희**, 박진철***, 이언구****

*중앙대학교 대학원 건축학과(seongeun03@hotmail.com), **중앙대학교 대학원 건축학과(mhloveu@hotmail.com),
중앙대학교 건축학과(jincpark@cau.ac.kr), *중앙대학교 건축학과(ekrhee@cau.ac.kr)

A Case Study on the Application of Renewable Energy System for Urban Regeneration

Kim Seong-Eun*, Chung, Min-Hee**, Park, Jin-Chul***, Rhee, Eon-Ku****

*Dept. of Architecture, Graduate School, Chungang University(seongeun03@hotmail.com),
**Dept. of Architecture, Graduate School, Chungang University(mhloveu@hotmail.com),
***Dept. of Architecture, Chungang University(jincpark@cau.ac.kr),
****Dept. of Architecture, Chungang University(ekrhee@cau.ac.kr)

Abstract

The enforcement of the Kyoto Protocol to reduce greenhouse gas is definitely a challenge we cannot avoid. Korea ranks 10th in the world and 1st among OECD countries in terms of the volume of greenhouse gas emission and is expected to join Annex I countries which have to reduce emission after 2012. For the sustainable development, we shouldn't depend upon fossil fuel energy longer.

This study will provide preliminary data to developing renewable energy systems for urban generation. There are investigated a recent case study of CONCERTO projects co-funded by the European Commission and analyzed application of renewable energy systems as a urban energy source.

Keywords : 도시재생(Urban Regeneration), 신재생에너지(Renewable Energy), 에너지절약(Energy conservation)

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

전세계적으로 환경에 대한 관심과 의식수준이 높아지고, 국제기후변화협약과 같은 지구온난화 방지에 관한 국제회의가 개최되면서 환경부하를 저감하기 위한 규제가 강화되고 있다. 특히, 우리나라는 교토의정서 발효에 따라 2차 온실가스 저감 의무이행 기간

(2013~2017년)에 의무이행국으로 포함될 것이 예상되므로 이에 대응하지 못한다면 국가 경쟁력 약화를 가져올 것으로 판단된다. 이와 같은 상황에서 기존도시의 에너지 사용 패턴은 주로 화석연료나 원자력 발전의 의존하고 있고, 에너지 효율이 크게 떨어지므로 에너지 문제 해결을 위한 도시 차원에서의 에너지 사용 및 인식 전환이 필요하다.

우리나라는 온실가스 저감 및 에너지문제

를 해결하기 위해 2004년 '신재생에너지 보급 원년'을 선포하고, 현재 2%내외의 신재생 에너지 보급률을 2011년에는 5%까지 올리는 것을 목표로 신재생에너지 시스템의 개발과 보급을 추진 중에 있다. 신재생에너지의 적극적인 활용은 도시환경 개선 및 화석 에너지 사용량 절감을 위한 해결책 중 한가지로서 지속가능하며, 건강하고 쾌적한 도시 개발을 가능하게 할 것이다.

따라서 본 연구에서는 도시의 친환경성 증대 및 에너지 문제를 해결하기 위한 방안으로서 도시차원에서 적용가능한 신재생에너지 기술요소 개발을 위한 기초자료를 제공하고자 유럽 도시재생 사례 조사 및 적용된 신재생에너지 기술요소를 분석하였다.

1.2 연구범위 및 방법

본 연구에서는 도시에 적용가능한 신재생에너지 기술요소 개발을 위해 활용할 수 있는 기초자료를 제공하고자 하였다. 유럽 선진국의 신재생에너지를 활용한 도시 재생 사례를 조사하고, 적용된 시스템 요소를 분석하였다.

2. 유럽 도시재생 사례

유럽위원회(the European Commission)는 지역단위의 환경 개선 및 에너지 부하 저감을 통해 좀 더 지속가능한 미래를 추구하기 위한 CONCERTO 프로젝트를 진행 중에 있다. 현재 46개의 커뮤니티가 참여한 총 18개의 세부 프로젝트가 진행 중에 있으며, 지속가능한 에너지 관리 시스템을 통한 에너지 효율성 향상 및 신재생에너지활용에 중점을 두었다. 그림 1¹⁾은 기본적으로 CONCERTO 프로젝트가 갖추어야 할 3가지 요소를 나타낸다.

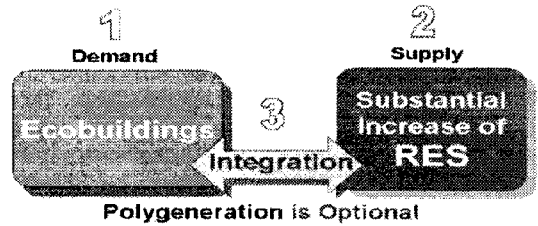


그림 3. CONCERTO 프로젝트 기본 3요소

1. 건물의 에너지 효율성 개선(Eco-building)
2. 신재생에너지 시스템의 설치
3. 네트워크 및 제어 메커니즘을 통한 Eco-buildings과 재생에너지 시스템의 통합

2.1 Act2 project²⁾

Act2는 유럽 전역의 에너지 효율적인 건물 및 재생에너지 시스템으로의 흐름에 순응하기 위한 도시차원의 방책(action of cities to mainstream energy efficient building and renewable energy systems across Europe)의 약자로서 2006년에서 2010년까지 5년간 진행되는 프로젝트이다. Act2는 그림 2와 같은 Hannover와 Nantes에서 실시된 실증 프로젝트, 성능 모니터링, 응용 리서치(Applied Research), 교육, 홍보(Dissemination), 프로젝트 관리의 7가지 체계를 갖는다.

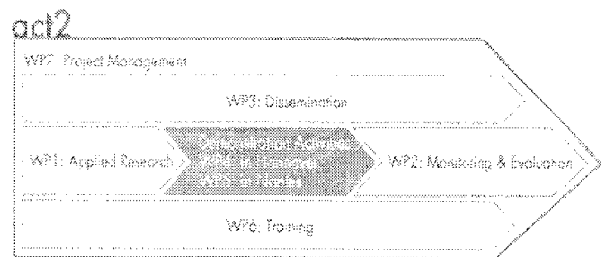


그림 4. Act2 프로젝트 체계

Act2 프로젝트는 독일의 Hannover와 프랑스의 Nantes에 실증 커뮤니티를 구성하고, 유럽위원회로부터 5.7M€를 지원받고 총 14.1M€을 들여 약 180,000m²의 신축 및 리

1) Guidance Note for CONCERTO Proposers Version 1.1, the European Commission, 2005. 07

2) <http://www.concerto-act2.eu/en/act2/>

모델링 활동을 실시하고 있다. 커뮤니티 내 적용된 재생에너지 시스템으로는 Hannover, Nantes 모두 태양열과 태양광 시스템이 적용되었으며, Hannover에서는 목질 바이오매스 에너지(wood energy), Nantes에서는 지열 히트펌프와 폐기물 소각열을 이용한 지역 난방이 적용되었다.

2.2 ECO-City Project³⁾

ECO-City Project는 실제로 에너지 수요와 공급 측면에서 혁신적인 통합 에너지 개념들을 실증 커뮤니티에 적용하고 성공적인 사례로서 보여주는 것을 목표로 진행되었다.

프로젝트는 덴마크의 Helsingør와 스웨덴의 Helsingborg, 스페인의 Tudela, 노르웨이의 Trondheim에서 시행되었다. 특히, 프로젝트 관련 커뮤니티 중 덴마크의 Helsingør시와 스웨덴의 Helsingborg시는 배로 20분 거리로 단지 4000m 정도로 두 도시 사이에는 다방면에 걸친 협력관계가 성립되어 있다. 두 도시 사이의 프로젝트는 에너지 효율과 지속가능한 에너지 공급에 대한 다국적인 접근을 포함한다.

각 프로젝트는 재생에너지의 공급, 건물의 에너지 효율성 향상, Polygeneration, 재생에너지 시스템과 에너지 효율성의 통합 등의 목적을 갖는다. 각 프로젝트의 목적에 따라 적용된 시스템은 다음과 같다.

(1) Helsingør/Helsingborg, Denmark/Sweden

- 재생에너지 공급 : 2MW 풍력 터빈, 바이오매스 에너지, 140m²의 태양열 집열기

- 건물의 에너지 효율성 향상 : 에너지 고효율 리모델링, ECO-주거 신축 시 고단열, 에너지 손실이 적은 창, 환기 손실 제어, 열회수 등을 고려

- Polygeneration : 흡착/흡수 기술을 사용하는 난방 및 냉방을 위한 조합 발전으로 0.4 MWth 생산

- 재생 에너지 시스템과 에너지 효율성의 통합 : 공공시설, 학교, 정부건물의 에너지 리노베이션, 새로운 쾌적성 측정 및 제어 시스템의 도입, 지열 교환 및 에너지 저장시설의 잠재성과 적용 가능한 구조의 타당성 조사

(2) Tudela, Spain

- 재생에너지 공급 : 2풍력 발전(1.5MW, 3MW 2개 터빈 건설 계획), 2,000m²태양열 집열기 설치, 약 4,000m²의 PV패널

- 건물의 에너지 효율성 향상 : 생태건축의 적용, 자연형 태양열 난방, 축열체 이용

- 첨단 계량 및 공급/수요 제어 시스템의 사용

(3) Trondheim, Norway

- 재생에너지 공급 : 265m² 태양열 집열, 750 kW 바이오매스 보일러

- 건물의 에너지 효율성 향상 : 350개 주거(22,400m²)의 신축 및 24개 주거(900m²)의 리모델링, 3개 학교(17,600m²), 1개 상업/문화시설(3,000m²) 등의 에너지 효율성 향상을 고려한 개발 실시

- Polygeneration : 폐기물로부터 3MW의 흡수식 냉방과 지역난방의 집중방식으로 에너지가 들지 않도록 전환

- 재생 에너지 시스템과 에너지 효율성의 통합 : 76%에서 89%까지 에너지활용 효율성을 개선시킨 폐기물을 사용한 지역난방과 바이오매스 사용

2.3 cRRescendo Project⁴⁾

cRRescendo 프로젝트는 최적의 삶을 위한 기존의 주거 및 신축주거를 위한 도시의 통합 원리 및 재생에너지 전략(Combined Rational and Renewable Energy Strategies in Cities, for Existing and New Dwellings to ensure Optimal quality of life)을 의미하

3) <http://www.ecocity-project.eu/>

4) http://ec.europa.eu/energy/res/ftp6_projects/doc/concerto/presentations/crrescendo_project_summary.pdf

며, 도시지역의 편안하고, 건강하며 에너지 효율적인 주거공간을 제공을 목표로 4개 도시에서 실행된 프로젝트이다.

(1) Almere, Netherlands

- 에너지 소비의 감소율 : 48%
- 재생에너지 공급 : 100개 주택의 전력부하의 100%, 난방부하의 80%를 담당할 바이오매스 열병합발전(2882kW) 및 PV시스템(99kW) 설치, 1.5ha의 태양열발전단지(Solar Island) 설치
- 건물의 에너지 효율성 향상 : 태양광, 태양열을 사용한 1,100개의 Solar Home 건설
- Polygeneration : 기존 열병합 발전, 새로운 바이오매스 열병합 발전 그리고 태양열발전단지(Solar Island)에 의하여 공급되는 지역난방으로 모든 건물을 연결

(2) Milton Keynes, UK

- 에너지 소비의 감소율 : 38%
- 재생에너지 공급 : 바이오 연료 열 병합발전소(75 kWe/150 kWth), 지붕면적의 20%에 PV시스템 설치(375kW)
- 건물의 에너지 효율성 향상 : 기준보다 34~49% 이상의 단열성능, 기밀성 향상, 열회수 장치가 있는 환기시스템, 가정용 급탕 소비의 감소를 위한 절수 장치, 계절에 따른 부하 대응을 위한 지열 히트펌프 대수분할
- 신재생에너지, 바이오매스 및 가스 열병합 발전(CHP) 그리고 지열히트펌프의 운영은 공급과 수요 측면에서 에너지 소비를 최적화하기 위한 지능형 에너지관리시스템(Intelligent Energy Management System)를 사용

(3) Ajaccio, France

- 에너지 소비의 감소율 : 20%
- 재생에너지 공급 : 아파트에 태양열 급탕 시스템 설치(전체 면적 2040m²), Solar ventilation system

- 건물의 에너지 효율성 향상 : 2개의 High Environmental Quality (HQE) 건물의 건설, 250개의 아파트에 열코팅이 된 이중유리로 교체, 벽, 지붕 그리고 1층의 단열재의 개선
- Polygeneration : 사무용 건물에 난방과 냉방(75 kWth)을 위한 히트 펌프 설치
- 역사적으로 오래된 도시 특성을 고려한 친환경 리노베이션(Eco-renovation) 실시

(4) Viladecans, Spain

- 에너지 소비의 감소율 : 56%
- 재생에너지 공급 : 태양열 급탕 시스템 설치(전체 4500m²), 각 건물 당 6kWp의 PV 시스템(342kW), 자연형 태양열 디자인
- 건물의 에너지 효율성 향상 : 난방부하 50% 절약을 위해 단열(벽, 지붕, 마루, 창문) 및 기밀성 향상, 냉방부하 20% 절약을 위해 자연형 냉방과 고효율의 에어컨을 설치
- Polygeneration : 3000개의 주거의 부하를 담당할 열병합 발전시설(1500kWe + 1875 kWth) 및 신재생에너지(바이오매스나 풍력이나 태양열)시스템의 25% 사용

2.4 그 외 프로젝트

앞의 3가지 프로젝트 외에 POLYCITY⁵⁾, RENAISSANCE⁶⁾, Tetraener⁷⁾ 등의 다수 프로젝트가 진행 중에 있다. POLYCITY 프로젝트는 독일의 Ostfildern, 스페인의 Cerdanyola del Vallès, 이탈리아의 Arquata 도시 지역에서 특히 에너지의 최적화와 재생에너지 사용의 분야를 중점적으로 개발한다. RENAISSANCE는 'Renewable Energy Acting In Sustainable And Novel Community Enterprises'를 약어로서 지역 내 필요한 에너지량에 대한 실질적인 해결책의 모색을 목표로 한다. Tetraener 프로젝트는 에너지 효율의 개선과 신재생에너지원의 사용, 에너지 수요 모니터링과 더

5) <http://www.polycity.net>

6) <http://www.renaissance-project.eu>

7) <http://www.tetraener.com>

표 1. 각 프로젝트에 적용된 신재생에너지 시스템

프로젝트	도시	적용시스템	시스템 세부 사항	
act2	Hannover	태양광	• PV(85KW)-옥외수영장물의 수온조절, 900가구의 가정에서 PV사용	
		태양열	• 지붕에 태양열집열기(1900m ²) 설치	
		바이오매스	• 대규모 열병합발전소의 연료를 바이오매스(650kw)로 교체, 지역난방 • Stadtwerke Wood Energy Centre : 연간 3000t의 목재 발전 능력	
	Nantes	태양열	• 주거용 신축건물에 태양열 급탕 시스템 통합	
		폐기물 소각열	• 지역난방으로 인근지역까지 전체 온수 공급 에너지의 85%	
Ecocity	Helsingor/ Helsingborg	태양열	• 140m ² 의 가정용 태양열 집열기 설치	
		바이오매스	• 바이오매스 보일러 및 12개의 우드칩(wood chip)발전소 설치	
		풍력	• Oresundskraft의 항구에 2009년 건설 예정	
	Tudela	태양열	• 가정용 온수 공급, 국부난방, 지역난방을 위한 2000m ² 의 집열기 설치	
		태양광	• 4000m ² 의 PV패널 설치	
		풍력	• 충분한 풍량을 가진 Tudela 북부 언덕에 2개의 터빈 건설 예정	
		지능형 에너지 관리 시스템	• 첨단 계량 및 공급/수요 제어 시스템. 에너지 수요와 공급을 연결시켜 균형을 유지함. 신축 건물과 신재생 에너지 생산시설 등에 통합될 것임.	
	Trondheim	태양열	• 265m ² 의 태양열 집열기	
		바이오매스	• 750kW의 바이오매스, 폐기물을 이용한 3MW의 흡수식 냉방과 지역난방 집중방식으로 전환(에너지 소모 없음)	
		지능형 에너지 관리 시스템	• Intelligent metering : 670가구의 Eco-building 에 난방, 조명, 전자, 사무 기기 등의 설비가 종합 조정되는 계량기 설치	
cRRescendo	Almere	태양광	• 건설환경에 PV의 통합. Solar Home 건설.	
		태양열	• 1.5ha 규모의 태양열 발전단지(Solar Island), 1100가구의 Solar Home 건설	
		바이오매스	• 전체 2882kW의 열병합 발전이 설치.	
		바이오가스	• 하수 처리 시설의 바이오가스를 사용, 지역난방 시스템과 결합	
		풍력	• 초고층 건물에 설치	
	Milton Keynes	태양광	• 지붕면적의 20%에 PV시스템 설치(375kW)	
		지열	• 4.7MWth의 지열 히트펌프를 5개로 분할(계절에 따른 부하 대응)	
		바이오매스	• 바이오매스 열병합 발전소(75 kWe/150kWth, 1413kWe/1505kWth)	
		지능형 에너지 관리 시스템	• 신재생에너지, 바이오매스 및 가스 열병합 발전(CHP), 지열히트 펌프의 운영상 사용	
	Ajaccio	태양광	• 전체 3kW의 PV가 설치된 아파트에 70개의 CASA시스템 설치	
		태양열	• 태양열 급탕설비 설치(2040m ²), 역사적 건물에 solar water system의 통합 연구	
	Viladecans	태양광	• 각 건물에 6kWp의 PV시스템 설치	
		태양열	• 각 신축 주거와 7호의 비 주거 건물에 태양열 온수급탕 설치(4500m ²)	
	Policity	Ostfildern	태양광	• 36 kWp 이상의 새로운 태양광 발전 장치(PV) 설치
			태양열	• 200m ² 태양열 급탕 시스템
바이오매스			• 우드칩 바이오매스 발전소는 영구적으로 6MW의 출력을 갖도록 설계	
Torino		지능형 에너지 관리 시스템	• geo-information system : 인근지역의 전체 에너지 소비량을 관리	
		태양광	• 파사드에 50 kW급 차양 장치 통합 PV module/ 지붕에 100 kW급 PV module 설치	
Barcelona		태양열	• 천연가스 모듈의 폐열 발전소(0.9 MWe, 1.1 MWth) 설치	
		바이오매스	• 2000m ² 의 집열판 • 목재 폐기물을 이용한 1MWe 급 가스화 바이오매스 시스템	
RENAISSANCE	Zaragoza	바이오매스	• 50kW급 소규모 바이오매스	
	Lyon	태양광	• 200kWp급 PV	
태양열		• 768m ² 의 태양열 급탕 패널 설치		
Tetraener	San Sebastian	태양광발전	• 150Wp PV 패널을 설치한 도시 가로등, 5,500Wp PV 패널 설치 • 공공 정류장에 각각 2,750Wp의 PV 패널 설치	
		태양열발전	• 가정용 급탕을 위한 1,750 m ² 고효율 태양 패널 설치.	
		바이오매스	• 증기 생산을 위한 바이오매스 보일러, 전기 공급을 위한 열병합 발전 설치	
		풍력발전	• 3개의 6,001W 풍력 터빈	

불어 제어 기능을 통하여 공급/수요의 균형을 능률적으로 사용함으로써 대외 에너지에 대한 의존이 감소된 거주와 행정의 커뮤니티 창설의 기술사항에 바탕을 둔다.

3. 적용된 신재생에너지 시스템

유럽의 CONCERTO 사례를 중심으로 적용된 신재생에너지 시스템은 표 1과 같다. 거의 모든 사례에서 찾아 볼 수 있듯이 일반적으로 태양에너지 시스템이 적용되고 있었으며, 풍력 및 바이오매스 시스템이 적용되고 있었다.

태양에너지 시스템의 경우 태양전지 패널 및 집열기를 설치하거나 건물과 통합된 형태의 건물단위 소규모 시스템이 주를 이루었다. 풍력발전 시스템의 경우 대부분이 시 외곽의 중대형발전규모로 적용되고 있었으며, 유럽의 경우 지역난방과 통합된 우드칩을 이용한 바이오매스 시스템의 적용빈도가 높았다. 그러나 우리나라의 경우 풍력발전 단지 및 바이오매스 시스템의 경우 풍력발전 적합부지 선정 및 바이오매스 원료 구입의 문제로 적용이 어려울 것으로 판단된다.

4. 결론

도시의 친환경성 증대 및 에너지 문제를 해결하기 위한 방안으로서 도시차원에서 적용가능한 신재생에너지 기술요소 개발을 위한 기초자료를 제공하고자 해외 도시재생 사례 조사 및 적용된 신재생에너지 기술요소를 분석한 본 연구의 결론은 다음과 같다.

(1) 유럽은 도시지역의 환경개선 및 에너지 부하 저감을 위해 유럽위원회(the European Commission)이 지원하는 CONCERTO 프로젝트를 진행 중에 있다. 이 프로젝트는 에너지 효율성 향상 및 신재생에너지 활용에 중점을 두고 현재 46개의 커뮤니티가 참여한 총 18개의 프로젝트가 진행 중에 있다.

(2) 각 세부 프로젝트는 크게 에너지효율성 향상, 신재생에너지시스템 설치, 통합적인 에너지 효율성 향상 및 신재생에너지시스템을 목표로 진행하고 있다.

(3) 도시에 적용된 신재생에너지 시스템의 경우 일반적으로 건물 단위의 소규모 태양에너지 시스템이 적용되었으며, 도시 외곽에 중대형 풍력발전 시스템 및 지역난방과 통합된 바이오매스 시스템이 적용되었다. 그러나 우리나라의 여건상 중대형 풍력발전 시스템의 경우 적합한 부지 선정이 어렵고, 바이오매스의 경우 원료 구입에 관한 문제로 실제 적용이 어려울 것으로 판단된다.

본 연구는 유럽의 CONCERTO 사례 조사 및 적용된 신재생에너지 시스템 분석을 바탕으로 도시재생을 위한 신재생에너지 적용에 기초 자료를 제공할 것이다.

후 기

본 연구는 국토해양부가 주관하고 한국건설교통기술평가원이 시행하는 2007년도 첨단도시개발사업(과제번호:07도시재생B04) 지원 사업으로 이루어진 것으로 이에 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. 도시재생사업단 사전기획연구(최종), 한국건설교통기술평가원, 대한주택공사 주택도시연구원, 2006.11.
2. 박천보, 서부호주 퍼스(Perth)시 도심재개발방안의 특성고찰, 대한건축학회 논문집(계획계) 22권 2호, 2006. 02.
3. Guidance Note for CONCERTO Proposers Version 1.1, the European Commission, 2005.
4. CONCERTO 홈페이지 <http://concertoplus.eu>