J. Korean. Soc. Living. Environ. Sys.
Vol. 15, No. 2, pp 270~276(2008)

한국생활환경학회지
제 15권 제 2호 2008년

도시재생을 위한 신재생에너지 이용시스템 사례조사 및 적용성 분석

정민희* · 고명진** · 김용식*** · 박진철**** · 이언구****

*중앙대학교 건축학과 대학원, **인천대학교 건축공학과 대학원, ***인천대학교 건축공학과,
****중앙대학교 건축학과

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

Min-Hee Chung*, Myeong-Jin Ko, Yong-Shik Kim***, Jin-Chul Park**** and Eon-Ku Rhee******

**Department of Architecture, Graduate School, Chungang University, Seoul, Korea*

***Dept. of Architecture Engineering, Graduate School, University of Incheon, Incheon, Korea*

****Dept. of Architecture Engineering, University of Incheon, Incheon, Korea*

*****Department of Architecture, Chungang University, Seoul, Korea*

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 surveyed the foreign cases applied to key technologies such as geothermal energy, hydrogen fuel cell and bioenergy among the renewable-energies in urban built environment. And also there is analyzed application of renewable energy systems as a urban energy source.

Key words : Urban regeneration, Renewable energy, Solar thermal system, Photovoltaic system, Geothermal energy, Hydrogen fuel cell, Bioenergy

1. 서 론

세계적으로 환경문제에 대한 관심이 높아지고, 국제기후변화협약 등 지구온난화 방지 관련 국제회의가 개최되면서 환경부하저감을 위한 각종 규제가 강화되고 있다. 특히, 우리나라는 교토의정서 발효에 따라 2차 온실가스저감 의무이행기간(2013~2017년)에 의무이행국에 포함될 것으로 예상되므로 이에 적절히 대응하지 못한다면 국가 경쟁력의 약화를 초래할 것으로 판단된다. 이러한 상황에서 기존도시의 에너지 이용을 살펴보면 주로 화석연료나 원자력 발전에 의존하고 있으며, 그 효율도 낮은 실정이다. 따라서 도시의 에너지 문제 해결을 위해서는 도시 차원에서의 에너지 이용과 이에 대한 인식 전환이 필요하다고 생각된다.

우리나라는 온실가스 저감 및 에너지문제를 해결하기 위해 2004년 '신재생에너지 보급 원년'을 선포하고, 현재 2% 내외의 신재생에너지 보급률을 2011년에는 5%까지 올리는 것을 목표로 신재생에너지 시스템의 개발과 보급을 추진하고 있다(에너지관리공단, 2006). 도시차원에서의 신재생에너지의 적극적인 활용은 도시환경 개선 및 화석 에너지 사용량 절감을 위한 해결책 중 한가지로서 지속가능하며, 건강하고 쾌적한 도시 개발을 가능하게 할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 친환경성 증대 및 에너지 문제 해결을 위한 도시차원에서 적용 가능한 신재생에너지 이용기술 개발을 목적으로, 그 기초적 검토로서 유럽의 도

교신저자: 정민희 (우156-756) 서울시 동작구 흑석1동 221 중앙대학교 제2공학관(구 법대) 3층 건축환경계획연구실
전화번호: 02-827-0183
E-mail: mhloveu@hotmail.com

시재생 사례에 대한 조사를 바탕으로 도시재생을 위한 신재생에너지 이용시스템 적용가능성에 대해 평가를 실시하였다.

2. 유럽의 도시재생 사례조사

유럽위원회(The European Commission)는 지역단위의 환경 개선 및 에너지 부하 저감을 통해 좀 더 지속가능한 미래를 추구하기 위한 CONCERTO I~III 프로젝트를 진행 중에 있다(http://concertoplus.eu.). 현재 46개의 커뮤니티가 참여한 총 18개의 세부 프로젝트가 진행 중에 있으며, 지속가능한 에너지 관리 시스템을 통한 에너지 효율성 향상 및 신재생에너지활용과 이 둘 간의 통합에 중점을 두고 있다. 본 연구에서는 CONCERTO I을 대상으로 조사하였다. Fig. 1은 기본적으로 CONCERTO 프로젝트가 갖추어야 할 3가지 요소를 나타낸다(Guidance Note for CONCERTO Proposers Version 1.1, the European Commission, 2005).

2.1. Act2 project

Act2(http://www.concerto-act2.eu/en/act2)는 건물의 에너지 효율을 높이고 신재생에너지 시스템을 도시차원에서 보급하기 위하여 2006년~2010년까지 5년간 진행되는 프로젝트이다. 대상도시는 독일의 Hannover와 프랑스의 Nantes이다. 이는 기개발된 시스템에 대한 실증 프로젝트로서, 성능 모니터링, 사례분석, 교육, 홍보, 프로젝트 관리로 구성된다.

2.1.1. Hannover, German

독일 Hannover에서는 Ahlem, Hainholz, Vahrenwald, Vinnhorst 등 4곳의 CONCERTO 지구에 약 8000여 가구를 대상으로 프로젝트가 진행되고 있으며, Fig. 2는 Hannover의 4곳의 CONCERTO 지구를 나타낸다. 이 지구들의 대부분은 노후화된 주택 단지로서 건축물의 단열성능 저하와 난방 방식의 노후화로 에너지 소비가 과도한 지역이었다. 이를 개선하기 위해 노

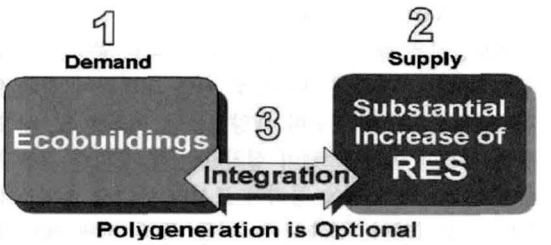

Fig. 1. 3 Components of CONCERTO.

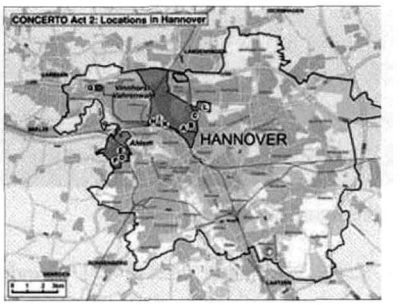

Fig. 2. Hannover.

Fig. 3. Ile de Nantes.

후화된 건물의 단열성능을 향상과 기존 난방설비의 리트로핏(retrofit)을 실시하였고, 재생에너지를 적극 사용하였다.

2.1.2. Nantes, France

프랑스 Nantes 지역의 Ile de Nantes 지구에서 거주인원 약 13,000명 규모로서 진행하고 있는 실증 프로젝트이다. 이 프로젝트는 에너지 효율향상과 신재생에너지 시스템의 적극적인 적용을 통해 Nantes 광역도시권의 중심부로 부상하는 것을 목표로 한다. 이를 위해 에너지 절약 설계와 폐기물 소각열, 태양열 급탕 시스템 등의 적용하였으며, 이로 인해 전체 에너지 소비의 25%를 절감하였다. Fig. 3은 Ile de Nantes 지구의 모습이다.

2.2. ECO-City Project

ECO-City Project는 실제 에너지 수요와 공급 측면에서 혁신적인 통합 에너지 개념들을 실증 커뮤니티에 적용하고 성공적인 사례로서 제시하는 것을 목표로 실시되었다. 이를 위한 주요사항으로는 재생에너지의 이용, 건물의 에너지 효율성 향상, Polygeneration, 재생에너지 시스템과 에너지 효율성의 통합 등이 있다(http://www.ecocity-project.eu).

프로젝트는 덴마크의 Helsingør와 스웨덴의 Hels-

Fig. 4. Helsingør/Helsingborg.

ingborg, 스페인의 Tudela, 노르웨이의 Trondheim에서 시행되었다. 특히, 프로젝트 관련 커뮤니티 중 Fig. 4에서 알 수 있듯이 덴마크의 Helsingør와 스웨덴의 Helsingborg 두 도시간의 거리는 4 km 정도로 가까워 다방면에 걸친 협력을 통해 프로젝트가 진행되고 있으며, 이는 에너지 효율향상과 지속가능한 에너지 공급에 있어 다국적인 협력의 중요성을 의미한다.

2.2.1. Helsingør/Helsingborg, Denmark/Sweden

Helsingør와 Helsingborg에서는 도시 에너지 소비량의 60%를 신재생에너지로 공급하는 것을 목표로 하고 있으며 이를 위해, 2 MW 풍력 터빈, 바이오매스 에너지, 140 m^2의 태양열 집열기를 설치하였다.

2.2.2. Tudela, Spain

Tudela에서는 에너지 수요의 100%를 신재생에너지로 공급하는 것을 목표로 실시되었으며, 이를 위해 생태건축의 적용을 통해 건축물의 에너지 절약하고 풍력, 태양광, 태양열 시스템을 설치하여 에너지를 공급하였다. 또한 신재생에너지 시스템을 통해 생산된 에너지의 효율적인 관리를 위하여 에너지관리시스템(EMS)을 도입하여 에너지의 수요/공급을 제어하고 있다.

2.2.3. Trondheim, Norway

Trondheim에서는 도시 에너지의 35%를 절약하기 위하여 350가구의 신축주거(22,400 m^2) 및 24개 리모델링 주거(900 m^2), 3개 학교(17,600 m^2), 1개 상업/문화시설(3,000 m^2)을 대상으로 에너지 효율성 향상을 고려한 개발 실시하였다. 또한 265 m^2 태양열 집열기와 750 kW 바이오매스 보일러를 설치하여 에너지를 공급하고 있으며, 670가구의 에너지 소비를 모니터링하고 있다.

2.3. cRRescendo Project

cRRescendo(http://ec.europa.eu/energy/res/fp6_projects/doc/concerto/presentations/crrescendo_project_summary.pdf)는 최적의 삶을 위해 기존주거 및 신축주거를 대상으로 주거와 에너지 인프라시설을 통합하는 것을 의미한다. 이를 위해 도시지역의 편안하고, 건강하며 에너지 효율적인 주거공간 제공을 세부목표로 4개 도시에서 실행되었다.

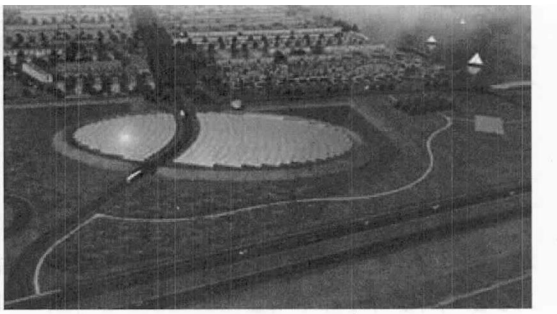

Fig. 5. Solar Island (Almere).

2.3.1. Almere, Netherlands

Environmental Plan 2003-2007로, 6년 이내에 20%의 CO_2 감소, 2010년까지 주택의 25%가 지속가능한 에너지 사용, 그리고 대규모의 풍력에너지 개발을 목표로 한다. 적용 대상은 주거용, 상업용 및 공공건물이며 이를 위해 1,100가구의 Solar home과 에너지 소비의 15~42%를 절약할 수 있는 친환경 주택을 900가구 건설하여 커뮤니티의 총 에너지 소비의 48%를 감축하고자 한다. 그리고 열병합 발전, PV 시스템설치를 통해 에너지 소비를 담당할 것이며 특히 1.5 ha의 태양열 발전단지에서는 1,000가구의 난방에너지의 10%를 담당한다. Fig. 5는 태양열 발전단지가 적용될 모습을 나타낸 것이다.

2.3.2. Milton Keynes, UK

Sustainable Residential Quarter를 지정하여 1,800가구의 주택에 태양광, 지열, 바이오매스 등의 신재생에너지를 공급하였으며 단열성능향상, 기밀성향상, 열회수형 환기시스템설치로 건물의 에너지 효율성 향상을 통해 일반적인 에너지 사용의 38%를 절약하였다. 이를 위해 신재생에너지, 바이오매스 및 가스열병합발전 그리고 지열히트펌프를 설치하였으며 에너지의 공급과 수요의 최적화를 위해 지능형 에너지관리시스템을 사용하였다.

2.3.3. Ajaccio, France

리모델링을 실시하는 250가구의 아파트 중 중 50가구는 역사보존지구에 속하므로 이를 고려하여 친환경 리모델링을 실시하였으며 태양열급탕 시스템 및 태양광을 이용한 환기시스템이 설치된 신축 오피스 건물과 주거용 건물의 건설을 통하여 도시의 에너지 소비율을 20% 감소시키며, 신재생에너지를 통해 전체 에너지 소비의 15%를 보급하였다.

2.3.4. Viladecans, Spain

50개의 주거용 건물과 7개의 비주거 건물을 대상으로 단열 및 기밀성능 향상, 자연형 냉방 사용과 고효율 에어컨 설치를 통해 건물의 에너지 소비의 56%를 절약하였으며 태양열 급탕시스템 및 PV설치 및 열병합 발전을 통해 소비 에너지의 25%를 담당하고 있다.

2.4. 그 외 프로젝트

앞의 3가지 프로젝트 외에 POLYCITY(http://www.polycity.net), RENAISSANCE(http://www.renaissance-project.eu), Tetraener(http://www.tetraener.com) 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 지역 내 필요한 에너지량에 대한 실질적인 해결책 모색을 목표로 한다. Tetraener 프로젝트는 에너지 효율의 개선과 신재생에너지원의 사용, 에너지 수요 모니터링과 더불어 제어기능을 통하여 공급/수요의 균형을 능률적으로 사용함으로써 대외 에너지에 대한 의존이 감소된 거주와 행정의 커뮤니티 창설의 기술사항에 바탕을 둔다.

Table 1은 전체 도시재생 프로젝트에 적용된 신재생에너지 시스템을 정리하여 나타낸 것이다. Table 1에서 알 수 있듯이 다양한 종류의 신재생에너지 시스템이 적용되고 있었으며, 특히 태양광 및 태양열시스템의 적용이 가장 적극적으로 적용되고 있었다.

Table 1. Applying Renewable Systems of Projects

Project	Demonstration Communities	Applying System	Detailed Advanced energy Systems
Act2	Hannover	Photovoltaic	· installation of PV system(85KW) on large wood energy centre
		Solar Thermal	· installations of Solar Thermal system(1900m^2) on roofs
		Biomass	· Combined Heat and Power (CHP) plant is converted to wood biomass instead of coal. · Stadtwerke Wood Energy Centre : around 30,000 ton/year of wood fuels production
	Nantes	Solar Thermal	· Use of Solar Thermal systems in buildings.
		Waste-to-energy district heating	· space and DHW heating from the local district heating system(85%)
Ecocity	Helsingor/ Helsingborg	Solar Therma	· 140 m^2 solar collectors for domestic hot water
		Biomass	· 12,200MWh/y biomass energy based on woodchips 12(alternatively biogas from waste).
		Wind Turbine	· 2 MW wind turbines is planned to be constructed in 2009.(Oresundskraft)
	Tudela	Solar Thermal	· 2,000 m^2 of solar collectors for domestic hot water, space heating and possibly district heating
		Photovoltaic	· some 4,000 m^2 of photovoltaic panels will be integrated in the energy system.
		Wind Turbine	· A MW wind farm (1.5 / 3.0 MW turbines)
		Intelligent metering system	· the construction of new building and renewable energy production facilities, the use of advanced metering and supply/demand control system will be integrated in the buildings.
	Trondheim	Solar Thermal	· 265 m^2 of solar collectors
		Biomass	· 750 kW biomass fired boilers, 3 MW absorption cooling and district heating systems based on waste sources are being applied.
		Intelligent metering system	· Intelligent metering in ECO-buildings

Table 1. Continued

Project	Demonstration Communities	Applying System	Detailed Advanced energy Systems
cRRe-scendo	Almere	Photovoltaic	· Architectural integration of PV in the built environment. · Large-scale implementation of certification scheme for Solar Homes.
		Solar Thermal	· 10% solar heat for 1,000 homes generated by a Solar Island of 1.5ha of solar collectors.
		Biomass	· A combined heat and power plant of total 2882 kW on biomass is installed
	Milton Keynes	Photovoltaic	· PV systems on 20% of the roof space (375 kW)
		Geothermal	· Ground source heat pumps(5 with combined capacity 4.7MWth for inter-seasonal storage)
		Biomass	· Biofuel CHP plant (75 kWe/150 kWth)
		Intelligent metering system	· Intelligent Energy Management System to optimize the energy consumption on both supply and demand sides.
	Ajaccio	Photovoltaic	· 70 Solar ventilation systems (the locally developed CASA system) in the apartment buildings with a total of 3kW PV.
		Solar Thermal	· Solar domestic hot water in all apartments (in total 2040 ㎡)
	Viladecans	Photovoltaic	· 6 kWp PV-system on each building (342 kW)
		Solar Thermal	· Solar water heaters for each new dwelling and 7 non-residential buildings, in total 4500 ㎡
Policity	Ostfildern	Photovoltaic	· 70 kW of building integrated photovoltaics (PV)
		Solar Thermal	· 200 m^2 solar thermal plant
		Biomass	· 6.3 MWth biomass co-generation unit
		Intelligent metering system	· energy demand of buildings are efficiently managed by a communal energy management system based on a geoinformation system in the Scharnhauser Park community.
	Torino	Photovoltaic	· integrated PV modules in the faade of a building as sun-shading devices(50 kW) · installed PV modules on the roofs of the council buildings(100 kW)
		Intelligent metering system	· Integrated Energy Manager is based adequate monitoring of all the energy flows inside the area
	Barcelona	Solar Thermal	· solar thermal plant of 2000 ㎡ of collectors
		Biomass	· gasification biomass plant of 1 MWe, mainly fuelled by wood waste
RENAI-SSANCE	Zaragoza	Biomass	· small scale 50kW bio-mass system
	Lyon	Photovoltaic	· 800 kWp of PV
		Solar Thermal	· 768 m^2 of solar collectors
Tetraener	San Sebastian	Photovoltaic	· 5,500Wp of PV · 2,750Wp of PV in each bus stops.
		Solar Thermal	· installation 1,750 m^2 of high-efficiency solar panels
		Biomass	· CHP facility using forestry waste(2.4 MWe/ 2.7 MWth)
		Wind Turbine	· 5,000W wind turbines

4. 도시재생을 위한 신재생에너지 이용시스템 적용가능성 분석

4.1. 태양광 시스템

PV 시스템의 경우 주거용 건물 및 상업용 건물의 옥상 및 BIPV의 형태로 설치되었으며 경우에 따라 가로등, 정류장 등 가로시설물의 전력공급설비로 이용되었다. 설치 규모는 커뮤니티의 필요 전력 요구량에 따라 커뮤니티 내 건물의 일정 비율 혹은 총면적을 기준으로 발전용량을 산정하여 PV를 설치할 것을 제시하였다. 신축건물의 경우 환기시스템의 전력공급원으로 설치된 경우도 있었는데 이와 같이 건물의 설비시스템의 전력공급원으로 개발하여 건물의 에너지 부하 저감을 위해 적용하는 것도 고려해 보아야 한다.

PV 시스템은 도시재생에 있어서 기존 건물 및 신축건물에 모두 적용하기 용이하나 초기투자비가 700~1,300백만원/KW로 다른 신재생에너지에 비하여 높아 경제성이 떨어지는 것으로 조사되었다. 따라서 PV시스템은 사유건물의 적용보다는 공공건물이나 가로시설물의 전력공급설비로 적용하는 것이 용이할 것이다.

4.2. 태양열 시스템

태양열 시스템은 Almere의 태양열 발전 단지를 제외하면 대부분의 건물에서 직접 설치하여 급탕 설비시스템으로 이용되었다. 필요에 따라서는 대규모 집열판을 통해 지역난방을 공급하는 경우도 있었다. 전체설치 면적은 140~2,040 m^2으로 커뮤니티의 요구 조건에 따라 다양하게 설치되었다.

우리나라 도심 재생을 위해 태양열 시스템을 적용할 경우 부지확보의 문제로 대규모로 집열판을 설치하여 이용하는 것은 어려우므로 소규모로 각 개별 건물에 적용해야할 것이다. 태양열시스템은 기타 신재생에너지시스템에 비해 적용성이 용이하므로 커뮤니티 내 급탕을 이용하는 모든 신축 및 기존 건물에 적용 가능할 것이다.

4.3. 풍력발전 시스템

풍력발전시스템은 임펠러(impeller) 크기에 따른 효율차이로 인해 대부분 1.5 MW 이상의 대형 풍력발전기가 해안이나 외곽 언덕에 설치되었다. 대형 풍력발전기는 입지조건에 제한을 받게 되므로 도심재생을 위해서는 적합하지 않다. 반면 소형발전기의 경우 대형 풍력발전기에 비해 시스템의 효율이 떨어지지만 적용성은 대형발전기에 비해 좋아 도심의 주풍향을 고려하여 공원이나 가로시설물의 전력 공급원으로 활용하는 것이 바람직할 것이다. 또한 PV시스템 및 기타 신재생에너지 시스템과 통합된 하이브리드형 소형풍력발전시스템을 개발하여 적용하는 것이 필요하다.

4.4. 바이오에너지 시스템

유럽의 경우 풍부한 임산자원을 통해 원료수급이 용이한 목질계 바이오매스를 이용하는 사례가 많이 있었으나 우리나라의 경우 상대적으로 임산자원이 부족하며 원료수급에 문제가 발생하므로 경제성이 낮을 것으로 판단된다.

유기성폐자원 바이오에너지 이용에 있어서 유럽은 축산분뇨, 하수슬러지, 음식물쓰레기 등을 혼합하여 처리하고 있다. 국내 도시재생에 있어 활용가능한 자원은 도시적 특성을 고려하여 음식물쓰레기를 이용한 가스 플랜트가 적합할 것으로 판단된다.

4.5. 지열 시스템

국내의 경우 화산활동과 같은 고온성 지열에너지가 부존하지 않는 지형적 특성을 고려할 때 천부지열에너지를 이용한 지열시스템을 적용해야 할 것이다(송윤호 등, 2005). 해외의 적용대상으로는 다가구 및 연립주택 등 건축물의 냉난방시스템으로 많이 적용되고 있었다(Walter, 2007). 우리나라의 경우 외국과는 달리 도심지에 공동주택의 비율이 높은 것을 고려하여야 하지만 도시주거공간의 냉난방시스템으로 천부지열에너지 이용시스템의 적용이 가능하다고 판단된다.

4.6. 수소연료전지 시스템

수소연료전지의 경우 기존의 발전기관보다 훨씬 친환경적이며 공해물질의 배출이 적음에도 높은 제품가격 및 수명 등의 문제로 현재, 국내에서는 상용화가 어려운 상황이다. 그러나 정부의 체계적인 지원전략을 수립한다면 친환경 고효율의 수소 연료전지 시스템의 도입이 가능할 것으로 판단된다.

5. 결 론

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

(1) 건축물의 에너지 자립도를 높이기 위해서는 신

재생에너지 이용시스템의 적용뿐만 아니라 건물의 에너지 절약설계가 병행되어야 한다.

(2) 태양광, 태양열, 지열 이용시스템은 기존 및 신축 건물에 모두 적용이 가능하다. 풍력 발전시스템 및 바이오에너지 이용시스템은 건물과는 별도로 적용해야 한다.

(3) 태양광시스템과 연료전지의 경우 초기투자비가 높게 나타나므로 사유건물에서의 적용보다는 신재생에너지의 홍보 및 전시 효과를 위하여 공공건물에서 우선적으로 적용해야 한다.

(4) 신재생에너지 시스템의 특성 및 적용 대상의 특성에 따라 효율을 향상시키기 위하여 각 시스템간 통합 시스템을 개발하여 적용하는 것이 필요하다.

(5) 신재생에너지를 통해 생산된 에너지를 도시의 에너지 공급원으로 효율적으로 활용하기 위해서는 도시에서 소비되는 에너지 공급 및 수요량에 대한 모니터링을 통해 관리해야 할 것이다.

본 연구는 유럽의 CONCERTO 사례 조사 및 적용된 신재생에너지 시스템 분석을 바탕으로 도시재생을 위한 신재생에너지의 적용성을 평가한 것으로 향후 도시재생을 위한 신재생에너지 이용시스템 개발의 기초자료를 제공할 것이다.

후 기

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

인용문헌

송윤호, 안은영. (2005). 세계 지열에너지자원 활용 현황 분석과 향후 전망. *한국지구시스템공학회지*, 42(4), 287-296.

에너지관리공단. (2006). 신재생에너지통계.

홍유식, 변혜선, 이재혁, 제해성. (2007). 친환경 주거도시 모델에 관한 연구. *한국도시설계학회 추계학술발표대회 논문집*, 293-302.

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

Walter, J.E. and Burkhard, S. (2007). Technological Status of Shallow Geothermal Energy in Europe. Proceedings European Geothermal Congress.

http://concertoplus.eu.

http://ec.europa.eu/energy/res/fp6_projects/doc/concerto/presentations/crrescendo_project_summary.pdf

http://www.concerto-act2.eu/en/act2/

http://www.ecocity-project.eu/

http://www.polycity.net

http://www.renaissance-project.eu

http://www.tetraener.com

투 고 일: 2008. 5. 14
수정접수일: 2008. 6. 16
게재승인일: 2008. 6. 24