

에너지소비 데이터를 이용한 전전화 주택 도입시 에너지 사용량 분석

(The Analysis of Energy Cost Adopting an Electric Residence using Historical Energy Consumption Data)

이준규* · 신희상 · 조성민 · 이희태 · 장성규 · 김재철**

(Jun-Kyu Lee · Hee-Sang Shin · Sung-Min Cho · Hee-Tae Lee · Sung-Kyu Jang · Jae-Chul Kim)

요 약

가정용에서 사용되고 있는 에너지는 도시가스과 전기에너지로 구분할 수 있으며, 가정용 에너지 소비 형태는 도시가스보다 전기에너지의 사용량이 증가하고 있다. 최근에는 저탄소 및 에너지 절감에 대한 이슈로 인해 전전화(全電化) 주택에 대한 관심이 높아지고 있는 실정이다. 이에 따라 누적된 에너지 소비 형태를 이용하여 가정용에서 소비된 에너지원별 사용량 및 에너지 지출비용을 분석하였다. 분석 결과 1차 에너지원인 도시가스 사용량의 감소와 더불어 전기에너지의 사용량이 점차 증가하고 있는 추세이다. 본 논문에서는 과거 25년간의 에너지 소비 이력 데이터를 이용하여 가정용에서 사용되는 에너지원의 사용량을 분석하고, 전전화 주택 도입 시 예상되는 전력량 및 열에너지 양과 에너지 비용을 분석하였다.

Abstract

Change of the energy used in a house can be separated from LNG, and electric power. The electric power consumption of a house is more increasing than LNG. The interest for electric houses is rising due to energy saving and low carbon emission. Accordingly, the amount of energies and cost are analyzed consumed in a house using cumulative energy consumption. The result of analysis, amount of electric power, is more increase. In comparison, the use volume of city gas is more decrease.

In this paper, the use volume of energy resource is analyzed using historical energy consumption data in the past 25 years. In addition, expected electrical power and heating energy is analysed adopting an Electric Residence.

Key Words : Electric Residence, Energy Cost Evaluation, Energy Consumption

* 주저자 : (주)삼진일렉스 기술연구소장
** 교신저자 : 숭실대학교 전기공학부 교수
Tel : 02-817-7966, Fax : 02-817-0780
E-mail : ljk1025@hanmail.net
접수일자 : 2010년 4월 6일
1차심사 : 2010년 4월 10일
심사완료 : 2010년 5월 19일

1. 서 론

지구의 환경위기가 심화되고 온실효과에 의한 온도 상승으로 이산화탄소 배출량이 증가하고 있다. 이에 따라 에너지의 이용효율향상을 도모하여 이산화탄소

배출 억제를 위한 노력이 절실히 요구되고 있다.

한국은 2008년도 기준 세계 10대 에너지소비국이며, 1인당 에너지소비는 세계 5위이다. 또한 「2030 국가에너지 기본계획」[1]에 의하면 2007년도를 기준으로 한 1차 에너지원별 구성비는 석탄 25.3[%], 석유 43.4[%], 천연가스 13.8[%], 원자력 14.9[%], 신재생에너지 2.4[%], 수력 0.1[%]로서 1차 에너지의 82.5[%]를 화석연료에 의존하고 있는 실정이다.

근래에 들어 전전화 주택의 보급 확대로 석유 및 도시가스의 사용비중은 줄어들고 전기에너지 사용량은 점점 증가할 것으로 전망된다.

본 논문에서는 현재 도시가스와 전기에너지를 주로 소비하는 상황에서 향후 전전화 주택으로 진전 시 필요로 하는 전기에너지를 예측하기 위해 과거 25년간의 에너지 소비 형태에 대한 데이터를 이용하여 가정용 에너지원별 사용 현황 및 에너지 비용을 분석하였다.

2. 가정용 에너지원별 사용현황 및 패턴분석

2.1 주택의 에너지원별 사용량 현황

참고문헌 [2]에 따르면 주택의 에너지원별 소비 변화 추이는 표 1과 같고, 단위는 1,000 TOE를 기준으로 하였다.

표에서 보듯이, 석유 사용량이 급격히 줄어드는 반면 이를 가스, 전력, 열사용량이 대체하는 추세이다.

표 1. 주택의 에너지원별 소비변화
Table 1. Consumption changes of each household Energy

구분	1995	1998	2001	2004	2007
석탄	1,417	329	137	198	322
석유	13,139	8,089	8,325	6,159	3,379
가스	4,343	5,819	7,234	8,804	9,138
전력	2,477	2,817	3,359	4,196	4,676
열	-	829	1,074	1,295	1,301
임산연료	22.5	20	25.1	27	69
계	21,400	17,905	20,157	20,679	18,885

1995년부터 2007년까지의 에너지원별 사용량 변화를 살펴보면 석유는 74.2[%] 감소하였고, 가스 210[%] 증가, 전기 188[%] 증가 및 열 306[%] 증가 등의 추세를 보이고 있다.

표 2는 주택 형태별 가구당 연평균 에너지소비 현황을 나타내는데, 공동주택(아파트)의 경우 가스류가 57.6[%], 전력이 23.6[%]를 차지하고 있다. 취사시 취사연료의 분포는 도시가스 65.9[%], 프로판가스 31.8[%], 전기 2.3[%]로 구성되어 있어 아직까지는 가스류가 취사연료의 주류를 이루고 있음을 알 수 있다[2].

여기서, 열에너지는 온수(급탕) 사용량을 포함한 소비현황이며, 상가주택은 비주거용 건물내의 주택을 의미한다.

표 2. 주택형태별 연평균 에너지소비 현황
Table 2. Average energy consumption of each household per year in 2008

구분	단독주택	아파트	연립주택	다세대주택	상가주택
연탄	4.8	-	0.7	0.3	3.9
석유류	28.6	3.6	7.8	3.9	24.2
가스류	40.0	57.6	66.9	69.9	40.9
전력	25.5	23.6	24.6	25.9	30.1
열에너지	-	5.2	-	-	-
임산연료	1.1	-	-	-	1.0
계(Mcal)	11,006	12,900	12,285	11,238	10,285

2.2 가정용 에너지원별 사용 패턴

2.2.1 도시가스

국내에서 소비되고 있는 도시가스의 경우 주로 취사와 난방을 목적으로 사용되고 있으며, 공동주택의 보급이 확대됨에 따라 전체적인 소비량은 증가하고 있다. 하지만 가정용 도시가스의 경우 핵가족화와 외식문화의 확대에 따라 가구당 도시가스의 수요는 점차 줄어들고 있는 추세를 보이고 있다.

그림 1은 2009년도 에너지통계연보를 기준으로 적용한 연도별 가정용도시가스의 사용량 추이와 수용가수를 나타낸다.

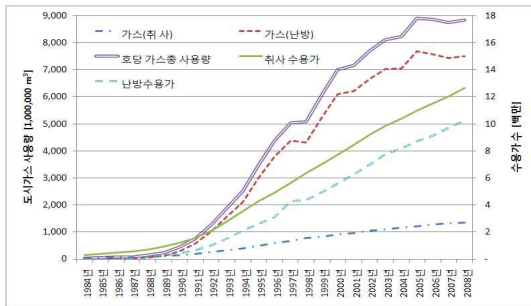


그림 1. 연도별 도시가스의 사용량 추이 및 수용가 수
Fig. 1. The yearly consumption pattern of city gas

2.2.2 전기 에너지

그림 2는 전력사용량을 분석하기 위해 2009년도 에너지 통계연보를 기준으로 적용한 전등용 전력판매량 추이와 수용가 수를 나타낸다. 전력 에너지는 실생활의 편리를 위한 가전기기의 보급 증가로 사용량이 증가하고 있는 것으로 분석되었다.

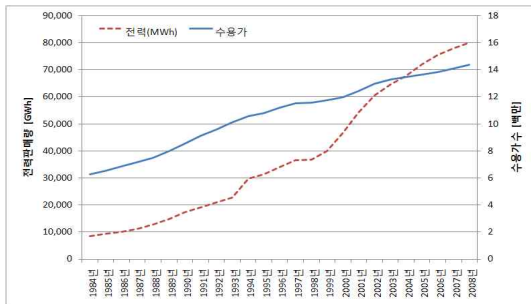


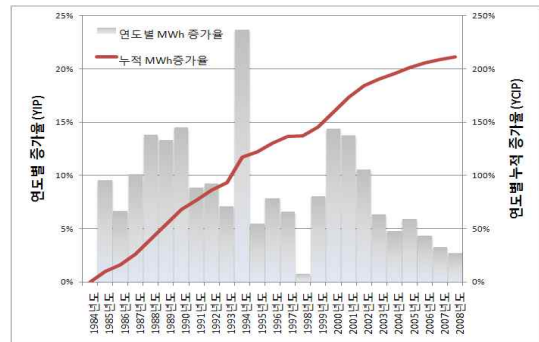
그림 2. 연도별 전력판매량 추이 및 수용가 수
Fig. 2. The pattern of the sales volume of electrical power and the number of consumers yearly

에너지별 사용량은 연도별 에너지 사용량 증가율(YIP)과 연도별 누적 증가율(YCIP)을 평가하였고, 평가 결과는 그림 3과 같다.

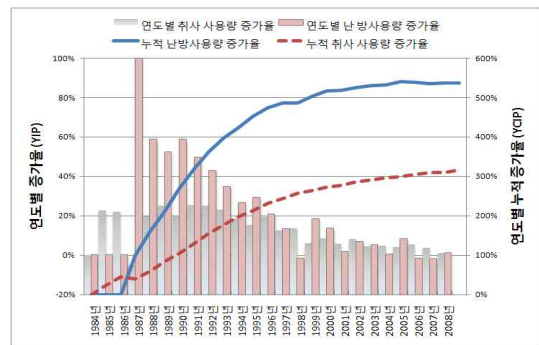
$$YIP_i = 100 \times \frac{y_i - y_{i-1}}{y_{i-1}} \quad (1)$$

$$YCIP_i = \sum_{i=1}^n YIP_i \quad (2)$$

여기서, y_i 는 i 년도의 판매량을 의미한다.



(a) 전력 에너지의 증가율



(b) 도시가스 에너지의 증가율

그림 3. 연도별 전력 및 도시가스판매량 증가율
Fig. 3. The increase rate of power and city-gas sales volume yearly

그림에서 보듯이 수용가에서 사용되는 전력에너지의 경우는 해마다 증가하고 있는 추세를 보이고 있으며, 1984년 대비 2배 이상의 사용량을 보고 있고, 특히 1990년대 들어 사용량이 크게 증가하고 있다.

도시가스 에너지 사용량에 있어서는 대부분을 차지하고 있는 난방 에너지의 경우 1984년 대비 5배, 취사 에너지의 경우 약 3배 정도의 사용량의 증가를 보이지만 2000년대를 기준으로 사용량이 점차 감소하고 있는 추세를 보인다.

3. 연도별 에너지 및 비용 분석

3.1 에너지원별 사용현황

가정용에서 사용되는 전력 에너지와 도시가스 에너

지의 사용비율을 평가하기 위해 수집된 사용량 데이터를 근거로 연도별 에너지별 사용량 비율을 평가하였다.

연도별 전력 에너지와 도시가스 에너지의 사용비는 그림 4와 같으며, 1980년대에는 전력에너지의 비율이 크지만 공동주택의 공급이 확대되기 시작한 1990년대에는 전력에너지와 도시가스 에너지를 거의 동일하게 사용하였다. 하지만 2000년대에 들어 생활가전기기의 보급과 핵가족화 등의 이유로 사용되는 전력 에너지는 도시가스 에너지를 추월하는 비율로 사용됨을 알 수 있다.

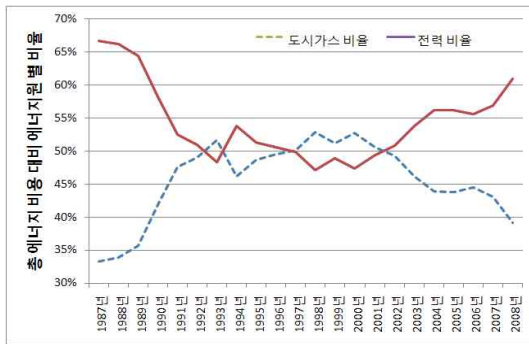


그림 4. 연도별 에너지원별 사용 비율
Fig. 4. Each energy use rate yearly

3.2 에너지원별 소비자 가격의 증가현황

가정용 수용가에서 사용되는 에너지 비용 평가하기 위해 연도별 도시가스 및 전력에 대한 비용을 평가를 2가지로 분류하여 평가하였다.

첫째, 에너지원별 소비자 가격을 기준으로 평가하여 각 연도별 지출되는 에너지비용을 산출하였으며, 둘째로는 각 호당 지출되는 실제 비용을 기준으로 평가하였다.

표 3은 연도별 에너지원별 소비자 가격을 나타낸다[3].

그림 5는 이 데이터를 이용하여 계산된 에너지 가격의 증가율을 나타내는데 2000년대 이후 도시가스 소비자 가격의 상승폭이 전력에 대한 소비자 가격의 상승보다 증가하는 것으로 나타났고, 전력 사용량의 증가로 인한 에너지 비용 중 전력에너지 비용이 상승하

는 것으로 분석되었다.

표 3. 연도별 에너지원의 소비자 가격
Table 3. The consumer price of each energy yearly

년도	가스	전력	년도	가스	전력
87	351.6	71.8	98	435.5	96.6
88	326.3	71.9	99	404.1	96.4
89	287.9	69.1	00	461.3	94.7
90	284.9	68.7	01	490.9	91.6
91	284.9	73.0	02	480.8	87.0
92	290.4	81.2	03	459.6	88.0
93	295.5	82.3	04	472.7	90.9
94	295.5	86.0	05	485.6	91.1
95	297.2	86.5	06	559.7	93.7
96	301.9	89.0	07	574.6	94.8
97	331.5	92.1	08	526.2	97.6

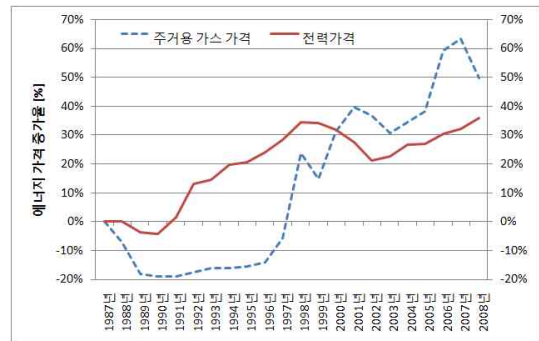


그림 5. 에너지원별 소비자 가격의 연도별 증가율
Fig. 5. The consumer price increase rate of each energy yearly

3.3 TOE 환산

가정용에서 소비하는 서로 다른 에너지원의 비교를 위해 석유·가스·전기 등 모든 에너지에 공통으로 적용할 수 있는 석유환산 계수(TOE : Ton of oil equivalent)를 기준으로 분석하였다.

1 MWh의 경우 0.215 TOE의 계수를 적용하였으며, 도시가스(LNG)의 경우 1,000[Nm³]에 해당하는 총발열량을 기준으로 1.055 TOE 계수를 적용하여 분석하

였다.

그림 5의 에너지원에 대한 연도별 사용량을 기준으로 TOE로 환산한 결과와 전체 소비되는 에너지에 대한 TOE 값을 그림 6에 나타내었다.

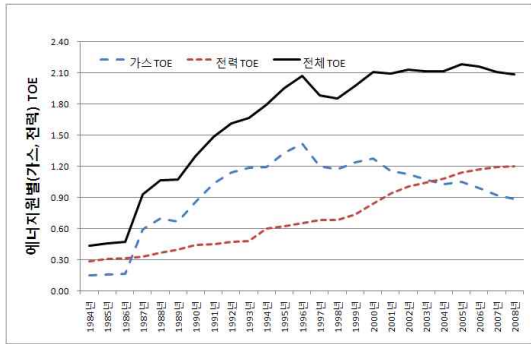


그림 6. 에너지원에 대한 TOE
Fig. 6. TOE regarding energy resource

4. 전전화 주택 도입 시 에너지 비교

도시가스 사용량의 감소와 전력에너지 사용량의 증가는 현재 사용 중인 취사와 난방의 전전화 증가로 볼 수 있다.

전전화 주택에 대한 보급 및 기존 공동주택의 구조 변경에 적용될 에너지원의 변경 시 전력에너지를 기준으로 변경될 경우에 대한 분석을 하였다.

첫째, 취사 및 난방 에너지를 모두 전력으로 변경될 경우 과거 필요로 하는 전력에너지를 평가하였고, 난방의 경우 지역난방으로 취사는 전기에너지로 변경될 경우로 나누어 분석하였다.

4.1 전기에너지로 사용 변경 시 예상되는 전력 사용량

기존의 에너지 소비에 대한 이력 데이터를 적용하여 취사와 난방에 소비된 도시가스 에너지를 전기에너지로 이용하였을 경우 호당 증가될 전력 사용량을 분석하였다.

그림 7은 가정용 소비 에너지를 전전화 하였을 경우 기존 전력 사용량과 취사와 난방에너지에 필요한 전

력량 및 증가되는 전력량을 연도별로 나타낸 결과이며, 호당 전력량을 나타낸다.

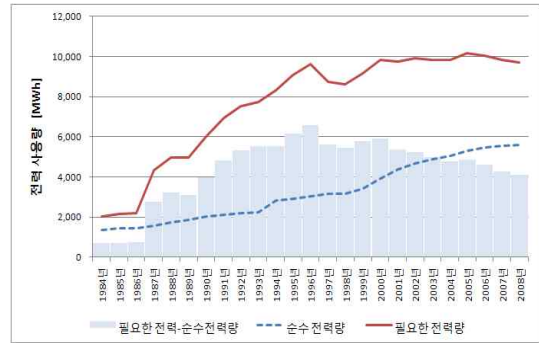


그림 7. 연도별 호당 예상되는 전력 사용량
Fig. 7. Expected electrical power consumption of household Yearly

4.2 에너지 비용 분석

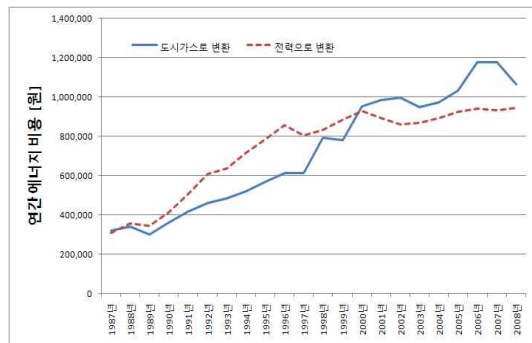


그림 8. 연간 소모 에너지의 에너지원 별 변환시 비용
Fig. 8. The cost of year consumption energy changed each energy

에너지원별 소비자 가격을 기준으로 가정용에 사용되는 에너지 사용 비용을 평가하기 위해 취사와 난방 에너지를 TOE로 변환하고 전력 요금을 적용한 경우와 도시가스 비용으로 변환하여 적용한 경우로 분리하여 분석한 결과 그림 8과 같고, 연간 사용되는 에너지를 기준으로 하였다.

에너지의 소비자 가격 측면에서 가정용에서 소비되는 에너지 비용은 2000년대를 기준으로 전기에너지 비용이 상대적으로 경제성이 있는 것으로 나타났다.

4.3 전전화에 따른 비용 분석

국내 전력요금은 누진제를 적용하였다. 그래서 수용가가 지출하는 에너지 비용을 분석하기 위해 4.1절에서 변환된 에너지를 이용하여 현재 적용되고 있는 전력요금을 기준으로 상대적으로 분석하였다.

즉, 취사와 난방의 에너지원을 전전화로 할 경우 에너지 사용량을 기준으로 변환되고, 변환된 전력량을 기준으로 에너지 비용을 평가한 결과는 그림 9와 같으며, 월간 지출되는 호당 가정용 비용으로 상대적으로 전전화에 따른 비용지출이 기존에 지출되는 비용에 비해 크게 증가하는 것으로 분석되었다.

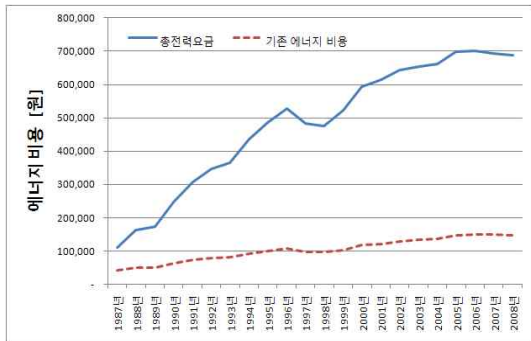


그림 9. 전전화에 따른 호당 월별 지출되는 연도별 비용분석

Fig. 9. The analysis of household monthly cost adopting an Electric residence yearly

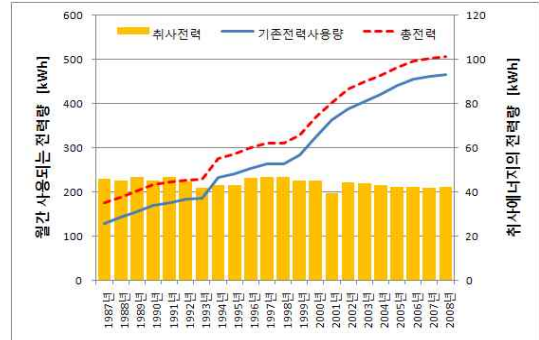
따라서 현행 누진제 전기요금제에서의 과도한 에너지비용 지출을 억제하기 위해서 난방 에너지는 지역난방을 사용하는 것이 타당할 것으로 분석되었고, 이에 따라 난방 에너지를 지역난방으로 변환하여 비용 분석을 하였다.

월간 사용되는 취사 에너지를 전력에너지로 변환한 결과와 전력 증가율은 그림 10 (a)와 같다.

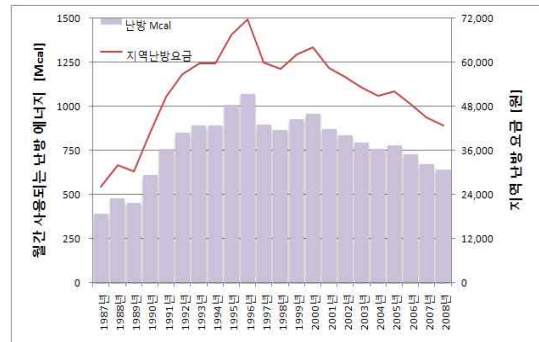
그리고 도시가스 난방에너지를 지역난방으로 고려하고 지역난방 요금을 적용한 결과는 그림 10 (b)와 같다.

난방에너지를 지역난방에너지로 사용하고 취사에너지는 도시가스를 적용한 전전화 공동주택을 고려할 경우 월간 사용되는 에너지 비용의 비교와 현재 취사

와 난방을 도시가스를 사용하는 공동주택을 적용하였을 경우 호당 지출되는 월간 비용을 연도별로 그림 11에 나타내었다.



(a) 취사에너지의 전력변환시 에너지



(b) 지역난방요금을 적용한 에너지 분석

그림 10. 지역난방을 고려한 전전화 에너지 분석
Fig. 10. The analysis of an Electric residence energy considered local heating

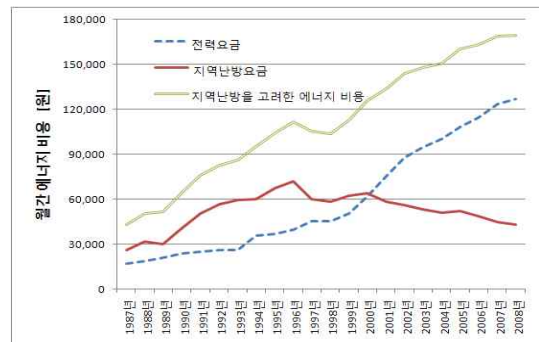


그림 11. 지역난방의 경우 에너지 비용 분석
Fig. 11. The of analysis the energy cost in case of local heating

5. 결 론

장기적으로 리모델링이 용이한 장수명 공동주택의 건설이 확대되고 친환경에너지인 전력사용량의 증가가 예상되므로 이를 분석하기 위해 공동주택에서의 에너지 사용패턴을 분석하였다.

2006년 정부에서 발표한 “자원·에너지 주요통계”에 의하면 천연가스의 지속가능연수는 65.1년으로서 장수명 공동주택의 수명주기인 100년 이내에는 공동주택의 에너지원은 도시가스에서 전기와 열에너지로 빠르게 대체될 것으로 예측된다[8].

취사와 난방 등에 이용되는 도시가스는 화석연료의 고갈, 가격 상승 등으로 인해 사용이 제한되고 전기에너지로 대체될 경우 향후 증가할 부하량을 산정하였다.

전용면적 84[m²]인 공동주택의 경우 취사용 쿨탑의 전기용량은 4구 기준 6.2[kW], 전기보일러 용량은 12[kW]로서 전 전화 시 세대 당 18.2[kW]의 전기시설이 추가로 필요하다. 이와 같은 공동주택의 전기사용량 증가에 대비한 에너지의 효율적인 대책 방안을 다음과 같이 제안한다.

첫째, 전기에너지의 사용증가에 대비한 수배전반 등의 증설예비공간의 확보를 위해 「주택건설 기준 등에 관한 규정」의 전기시설 용량 산정기준의 전 전화 주택 건설 시 용량산정 근거와 공간 확보에 관한 근거규정을 둘 것을 제안한다.

둘째, 전기사용량 증가에 대비하여 주택에서 에너지가 가장 많이 사용되는 요소가 난방부하이므로 지역난방, CES, CO-GEN, 태양열, 지열, 하수열, 소각열 등을 통합 관리할 수 있는 열에너지그리드를 구축하여 난방용 에너지는 열에너지를 사용할 것을 제안한다.

셋째, 공동주택에서 생산되거나 사용되는 모든 에너지를 분석하고 종합적으로 관리할 수 있는 ‘공동주택 에너지 통합관리 시스템’의 구축을 제안한다.

References

- [1] 지식경제부, 2030 국가에너지 기본계획, 2008.10.
- [2] 지식경제부, 에너지총조사 보고서, 2008.
- [3] 에너지경제연구원, 에너지통계연보, 2009.

- [4] 지식경제부 녹색성장위원회, 녹색성장 국가전략 및 5개년계획, 2008.10.
- [5] 국토해양부, 친환경 주택의 건설기준 및 성능, 2009.10.
- [6] 국토해양부의 5개 기관, 녹색도시·건축물 활성화 방안, 2008.10.
- [7] 국토해양부, 리모델링이 용이한 공동주택 기준, 2007.11.
- [8] 산업자원부, 자원·에너지 주요통계, 2006.10.

◇ 저자소개 ◇



이준규(李俊圭)

1953년 3월 17일생. 1992년 서울산업대학교 전기공학과 졸업. 2005년 한양대학교 공학대학원 졸업(석사). 2007년 숭실대학교 대학원 박사수료. SH공사 환경에너지사업단장역임. 현재 (주)삼진일렉스 기술연구소장.



신희상(申熙尙)

1980년 9월 18일생. 2007년 숭실대 전기공학과 졸업. 2009년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 현재 동 대학원 박사과정.



조성민(趙成旻)

1980년 10월 3일생. 2003년 숭실대 전기공학과 졸업. 2008년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 현재 동 대학원 박사과정.



이희태(李羲泰)

1976년 4월 2일생. 2002년 숭실대 전기공학과 졸업. 2004년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 현재 포스코ICT 연구원.



장성규(張星奎)

1958년 10월 3일생. 1988년 서울산업대학교 전기공학과 졸업. 1997년 숭실대학교 산업대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 (주)하이텍EPC 소장.



김재철(金載哲)

1955년 7월 12일생. 1979년 숭실대학교 전기공학과 졸업. 1983년 서울대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 현재 숭실대학교 전기공학부 교수.