

복합다용도 수용가의 전력소비특성 분석 및 전기요금 산정프로그램 개발

(A Study on the Program for Estimation of Electric Rates and the Analysis for Power Consumption in Complex Consumer)

김세동* · 유상봉 · 기유경

(Se-Dong Kim · Sang-Bong Yoo · Yoo-Kyung Ki)

Abstract

Together with housings, general buildings and industrial facilities, multi-purpose complexes are equipped with various and special equipment. They are often used by many unspecified people, which causes an increase in annual electricity consumption. Because of this, a great amount of money has been spent for electric charge, far more in excess of the budget, so a reasonable electricity rate needs to be estimated.

In this study, we surveyed the power consumption, average power use, and annual electricity bill of multi-purpose complexes in the past five years. To see the general tendency of the survey, we conducted a statistical analysis with such parameters as average, maximum, and minimum values. Through regression analysis, we could see the trend of the survey in linear way. Based on the survey, we have developed an electric-rate calculation program to estimate the next year's budget on electricity.

Key Words : Power Consumption Capacity, Electric Rates, Linear Regression Model, Visual Program

1. 서 론

다용도 복합 수용가에는 주택, 업무용 건축물, 산업 설비 이외에 특수 설비 등을 갖추고 있으며, 불특정 다수인이 사용하는 공간으로서 매년 전기소비량의 증가가 발생되고 있고, 에너지절약이 절실하게 요청되고 있다. 이로 인하여 매년 연간 추정된 전기요금을 초과하여 지출하고 있어서 합리적인 전기요금의 소요예산을 추정할 필요가 있다.

본 연구에서는 다용도 수용가를 대상으로 최근

* 주저자 : 두원공과대학교 전기공학과 교수
* Main author : Professor, Department of Electrical Engineering, Doowon Technical University College
Tel : 031-8056-7167, Fax : 031-8056-7161
E-mail : kimse@doowon.ac.kr
접수일자 : 2014년 10월 12일
1차심사 : 2014년 10월 14일
심사완료 : 2014년 10월 29일

5년 동안의 전력사용량, 사용 평균전력, 연간 전기요금 현황 등을 조사하였다. 조사 자료는 매달 전력회사에서 발급하는 전기요금 영수증의 자료를 토대로 하였다.

조사된 자료의 전체 특징과 중심적인 경향을 알아보기 위해서 평균값, 표준편차, 최대값, 최소값 등의 특징과라미터를 분석하였고, 회귀분석을 통한 선형적인 방법으로 그 경향을 분석하였다[1]. 이를 토대로 차년도 전기요금의 연간 소요예산을 추정하기 위하여 요금산정 프로그램을 개발하고자 한다.

2. 본 론

2.1 전기요금 관련 계수의 고찰

2.1.1 평균전력

교류전력 중에서 평균전력은 순시전력의 1주기 내 평균값으로 나타난 전력이다. 평균전력을 P , 순시전력을 p 라 하면

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p dt \quad (1)$$

로 나타낸다.

또한 평균전력은 일정 기간 중의 부하전력의 평균값을 말하는 것으로 부하율을 예측하는데 중요한 계수이다.

2.1.2 전기요금

전기요금은 전기라고 하는 상품의 가격이다. 일반적으로 상품의 가격은 그 상품에 대한 수요량과 공급량의 크기에 의하여 결정되는 것이다. 그러나 상품으로서의 전기는 대체성이 극히 부족한 국민생활의 필수품이며 산업활동의 기초적 생산재이다. 또한 그 공급이 전력회사의 독점으로 되어 있기 때문에 전기의 가격은 전력회사가 전기를 공급하기 위해 필요한 원가에 의거하여 산정한 후 산업통상자원부에 신청하고 인가함으로써 결정되고 있다. 이 이외의 가격으로는 거래되지 못하게 되어 있다[2].

2.2 부하 용도별 회귀분석이론을 이용한 전력소비특성 분석 및 차년도 전기요금 추정 방법

2.2.1 일반용부하

조사고객의 연도별 전력사용량을 토대로 시간당 평균전력을 산정하였으며, 표 1과 같다. 2013년도의 경우는 2009년도에 비하여 평균전력이 122% 증가한 것으로 조사되었다.

표 1. 일반용부하의 사용 평균전력과 전기요금 실태
Table 1. Mean power on the general load and electric rates

연도	2009	2010	2011	2012	2013
평균전력 [kW]	4581.7	4868.2	4780.4	5034.9	5592.2

그리고 일반용 전기요금을 적용받는 일반용 부하의 전기요금은 98원~102원 정도로 파악되었다. 그림 1은 표 1의 평균전력 값을 기준으로 회귀 분석하여 나타난 모형이며, 매년 6% 정도 증가한 것으로 분석된다.

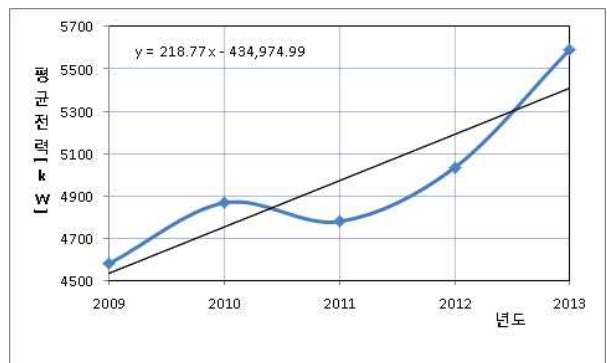


그림 1. 일반용부하의 사용 평균전력에 대한 산점도와 회귀모형

Fig. 1. Scatter plot of mean power on the general load and linear regression model

회귀분석을 통하여 식 (2)와 같은 선형의 수식을 산정하였다. 여기서 y 는 연간 사용 평균전력, x 는 연도를 나타낸다.

$$y = 218.77x - 434,974.99 \text{ kW} \quad (2)$$

식 (2)를 이용하여 차년도의 시간당 사용 평균전력은 4,971.48kW이고, 사용 평균전력[kW] × 8,760H (= 365일 × 24h)을 계산하면, 연간 전력사용량은 43,550,164.8kWh로 추정된다. 여기에 (전년도 전기요금[원/kWh] × 차년도 요금 인상률[%]) 등을 고려하여 차년도 전기요금 소요예산을 추정할 수 있으며, 다음과 같이 나타낸다.

$$\begin{aligned} & \text{일반용부하의차년도전기요금} \\ & = (2015년도의사용평균전력산정) \times 8,760h \\ & \times (\text{전년도전기요금[원/kWh]} \times \text{차년도요금인상률[\%]}) \quad (3) \end{aligned}$$

2.2.2 산업용 부하

조사고객의 연도별 전력사용량을 토대로 시간당 평균전력을 산정하였으며, 표 2와 같다. 2013년도의 경우는 2009년도에 비하여 평균전력의 소비가 105% 증가한 것으로 조사되었다.

표 2. 산업용부하의 사용 평균전력과 전기요금
Table 2. Mean power on the industrial load and electric rates

구분	2009	2010	2011	2012	2013
평균 전력 [kW]	128.4	128.1	124.1	133.7	135.3

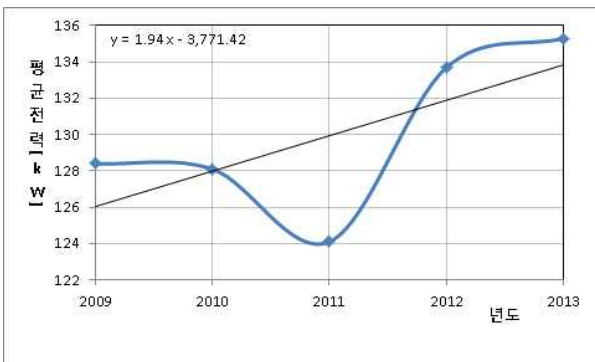


그림 2. 산업용부하의 평균전력에 대한 산점도와 회귀모형
Fig. 2. Scatter plot of mean power on the industrial load and linear regression model

그리고 산업용 전기요금을 적용받는 산업용 부하의 전기요금은 86원~90.5원 정도로 파악되었다. 그림 2는 표 2의 평균전력 값을 기준으로 회귀 분석하여 나타낸 모형이며, 정현파의 형태로 변동되는 것을 확인하였다.

회귀분석을 통하여 식 (4)와 같은 선형의 수식을 산정하였다. 여기서 y 는 연간 사용 평균전력, x 는 연도를 나타낸다.

$$y = 1.94x - 3,771.42 \text{ kW} \quad (4)$$

식 (4)를 이용하여 차년도의 시간당 사용 평균전력은 129.92kW이고, 사용 평균전력[kW] × 8,760H (= 365일 × 24h)을 계산하면, 연간 전력사용량은 1,138,099.2kWh로 추정된다. 여기에 (전년도 전기요금[원/kWh] × 차년도 요금 인상률[%]) 등을 고려하여 차년도 전기요금 소요예산을 추정할 수 있으며, 다음과 같이 나타낸다.

$$\begin{aligned} & \text{산업용부하의차년도전기요금} \\ & = (2015년도의사용평균전력산정) \times 8,760h \\ & \times (\text{전년도전기요금[원/kWh]} \times \text{차년도요금인상률[\%]}) \quad (5) \end{aligned}$$

2.2.3 주택용 부하

조사고객의 연도별 전력사용량을 토대로 시간당 평균전력을 산정하였으며, 표 3과 같다. 2013년도의 경우는 2009년도에 비하여 평균전력의 증감에 대한 변화가 없는 것으로 파악되었다. 그리고 주택용 전기요금을 적용받는 주택용 부하의 전기요금은 95원~99원 정도로 파악되었다.

그림 3은 표 3의 평균전력 값을 기준으로 회귀 분석하여 나타낸 모형이며, 회귀분석을 통하여 식 (6)과 같은 선형의 수식을 산정하였다. 여기서 y 는 연간 사용 평균전력, x 는 연도를 나타낸다.

$$y = -0.85x + 1,910.81 \text{ kW} \quad (6)$$

표 3. 주택용부하의 사용 평균전력과 전기요금
Table 3. Mean power on the residential load and electric rates

구분	2009	2010	2011	2012	2013
시간당 평균전력 [kW]	201.9	204.5	203.1	195.8	202

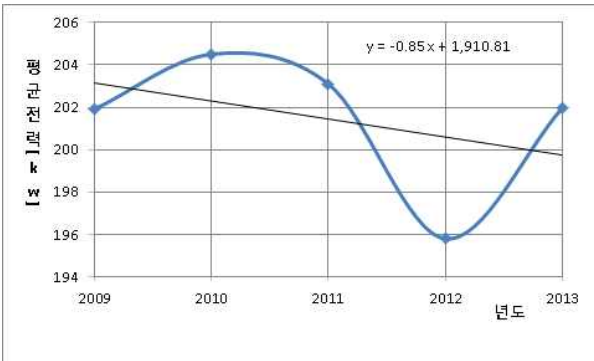


그림 3. 주택용부하의 사용 평균전력에 대한 산점도와 회귀모형

Fig. 3. Scatter plot of mean power on the residential load and linear regression model

선형 회귀분석으로는 다소 감소하는 것으로 분석되었다. 이와 같은 경우에는 5년간의 산술 평균한 사용 전력(201.46kW)을 기준으로 산정하는 것이 바람직하다고 사료된다. 따라서 5년간 사용 평균전력[kW] × 8,760h (= 365일 × 24h)을 계산하면, 연간 전력사용량은 1,764,789.6kWh로 추정된다. 여기에 (전년도 전기요금[원/kWh] × 차년도 요금 인상률[%]) 등을 고려하여 차년도 전기요금 소요예산을 추정할 수 있으며, 다음과 같이 나타낸다.

$$\begin{aligned} & \text{주택용부하의 차년도 전기요금} \\ & = (\text{다년간의 사용 평균 전력}) \times 8,760h \\ & \times (\text{전년도 전기요금 [원/kWh]} \times \text{차년도 요금 인상률 [%]}) \quad (7) \end{aligned}$$

2.3 전기요금 소요예산추정 프로그램 개발

2.3.1 사용 프로그램

보편적으로 이용하기 쉽고 많이 사용하는 MS사의

윈도우에서 돌아가는 프로그램을 만드는 툴 중에서 대표적인 것이 MS Visual studio이며, 여기에서 제공하는 함수, 컴파일러, 클래스 등을 사용한다[3].

2.3.2 산정 방법

조사고객의 과거 전력소비특성을 분석하여 차년도의 연간 전기요금 소요예산을 추정하고자 하며, 다음과 같은 방법을 적용한다.

- 가) 회귀모형식이 증가하는 경우에는 요금종별 차년도 전기요금 = (2013년도의 사용 평균전력 산정) × 8,760h × (전년도 전기요금[원/kWh] × 차년도 요금 인상률[%])의 방법을 적용한다.
- 나) 과거의 실적자료가 없거나 회귀모형식이 감소하는 경우에는 요금종별 차년도 전기요금 = (다년간의 사용 평균전력) × 8,760h × (전년도 전기요금[원/kWh] × 차년도 요금 인상률[%])의 방법을 적용한다.
- 다) 요금 인상률은 매년 통계자료(차년도에는 5%)를 반영한다.
- 라) 상기의 계수 중에서 변동이 가능한 계수(회귀모형식에서의 a와 b값, 요금인상률 등)는 조정이 가능하게 한다.

그림 4는 MS Visual 프로그램을 적용하여 개발한 화면을 나타내고 있으며, 요금 종별 산정 결과 및 입력 방법을 보여주고 있다.

3. 결 론

본 연구에서는 복합다용도 수용가를 대상으로 최근 5년 동안의 전력사용량, 사용 평균전력, 연간 전기요금 현황 등을 조사하였다. 조사된 자료의 전체 특징과 중심적인 경향을 알아 보기 위해서 평균값, 표준편차, 최대값, 최소값 등의 특징과파라미터를 분석하고, 회귀분석을 통한 선형적인 방법으로 그 경향을 분석하였고 자료를 데이터베이스화하였다. 주요 연구 결과는 다음과 같다.

- 1) 조사고객은 복합 다용도 수용가로서 2009년도 이후 5년간 일반용부하는 22%, 산업용부하는 5% 증가한 반면에 주택용 부하는 증감이 없는 것으로

(a) 전기요금 추정 결과

(b) 일반용부하의 전기요금 추정 입력방법

그림 4. 개발한 프로그램을 이용한 추정 결과
Fig. 4. Estimation result used Visual Program

분석되었다.

- 2) 조사고객의 과거 전력소비특성을 분석하여 차년도의 연간 전기요금 소요예산을 추정하는 프로그램을 개발하여 쉽게 적용할 수 있도록 하였다.

본 연구에서 개발한 프로그램은 다년간의 과거 실적자료를 이용하여 용이하게 차년도 전기요금을 추정할 수 있도록 하였으나 지속적인 과거의 실적자료를 이용하여 분석하여야 신뢰도 높은 결과 값을 도출할 수 있을 것으로 판단된다.

References

- [1] Se-Dong Kim, Sang-Bong Yoo, "Recommended Practice for a Reasonable Power Density and Analysis of Power Consumption Capacity for the year in Large-scale Buildings", Vol.23 No.6, pp. 85-88, Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineer, 2009.
- [2] Electric Supply Regulation, KOPEC, 2014
- [3] MS Visual studio, 2010

◆ 저자소개 ◆



김세동(金世東)

1956년 3월 3일생. 1981년 한양대학교 전기공학과 졸업. 1986년 동대학원 졸업(석사). 2000년 서울시립대 전기전자공학부 대학원 졸업(박사). 1979~1984년 한국전력공사 근무. 1984년~1997년 2월 한국건설기술연구원 수석연구원 역임.

1997년~현재 두원공과대학교 전기공학과 교수. 건축전기설비기술사. 본 학회 부회장.

관심분야 : 전력설비 진단 및 DSP, 최적 전기설비설계



유상봉(庾相鳳)

1954년 10월 26일생. 1980년 부산대학교 전기공학과 졸업. 1999년 한양대학교 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1979~1997년 쌍용양회공업(주) 및 쌍용엔지니어링(주) 근무. 1993~1996년 기술사(건축전기설비, 발송배전, 전기응용, 전기안전, 소방). 1998년~현재 용인송담대학교 전기조명과 교수. 본 학회 최고자문위원.

관심분야 : 조명·전기설비 설계, 전력설비 진단



기유경(奇裕景)

1967년 2월 19일생. 2005년 한양대학교 공학대학원 전기공학과 졸업(석사). 2009년 세종대학교 건축공학(조명환경시스템)대학원 수료(박사). 현재 (주)진전기엔지니어링 이사, 건축전기설비기술사, 조명디자이너. 본 학회 평의원.

관심분야 : 조명시스템, BIM설계, 전기설비설계, 에너지 절약시스템