

웹 기반의 공동주택 에너지 정보시스템 개발 및 시험평가

A Development and Evaluation of an Web-based Apartment Buildings Energy Information System

김종엽¹ · 황하진² · 이종성³

Jong-Yeob Kim¹, Ha-Jin Hwang² and Jong-Sung Lee³

(Received March 23, 2012 / Revised May 30, 2012 / Accepted July 25, 2012)

요 약

건물운영단계의 에너지사용량은 우리나라 전체에너지 사용량의 약 25%이다. 지금까지 건물의 에너지사용량을 줄이기 위해서는 주로 설계단계에서 단열을 강화하고 고효율 기기를 사용해왔다. 이러한 노력들은 에너지절약 측면에서 그 한계가 있으며, 사용단계에서의 에너지절약생활이 큰 비중을 차지함에 따라 입주자들의 자발적인 참여로 인한 에너지절약 방법이 보다 효과적이라 할 수 있다. 이를 위해 본 연구에서는 에너지사용자에게 보다 적극적으로 에너지절약 프로그램에 동참시키기 위해 본인들이 사용한 에너지실적 정보를 웹상에서 서로 공유할 수 있는 프로그램을 개발하였다. 또한 프로그램의 필요성 및 사용의지를 조사하고 시범 적용하여 유효데이터의 수집가능성과 프로그램의 사용 용이성에 대하여 평가하였다.

주제어 : 웹기반 건물에너지, 정보시스템

ABSTRACT

The energy use of building operational stage is about 25% of total energy supply in Korea. The intensification of insulation at the design stage and the efficient instruments were used to reduce energy use of the buildings. These efforts are limited at the energy saving side, the residents voluntarily participation in the energy-conservation is more effective. To achieve this purpose, energy use information program (of the individual users) has been developed to lead the energy users actively participating in the energy-conservation program to share at the web. Also, by investigating the necessity and the will of usage of the program and applying a pilot program, the collectability of valid data and the usability have been evaluated.

Key words: Web-based Building Energy, Information System

1. 서 론

1.1 연구의 필요성 및 목적

건물운영단계의 에너지사용량은 우리나라 전체에너지 사용량의 약 25%를 차지하고 있다. 이러한 건물 운영단계의 에너지 사용량을 줄이기 위해서 주로 설계단계에서 에너지 절약적인 설계기술의 적용과 기기의 고 효율화에 집중해 왔다. 그러나 이러한 노력들은 에너지절약 측면에서 그 한계가 있다고 판단되며, 입주자들의 자발적인 참여로 인한 에너지절

약 방법이 보다 효과적일 수 있다는 견해들이 제시되고 있다.

사용자의 자발적인 참여를 통한 에너지절약 추진은 주로 관계기관에서 에너지의 중요성에 대한 홍보를 통해 의식을 고취시켜 에너지 절약에 동참할 것을 당부하는 수준에 머무르고 있으며, 이 또한 에너지 사용자들의 자발적인 참여를 유도하는데 한계가 있다.

영국의 경우는 에너지사용량 정보 feedback 방식을 이용하여 최고 15%까지의 에너지절감효과를 거두고 있으며(Darby, 2006), 네덜란드의 경우 기본 미터링방식을 이용하여 10~

본 연구는 한국토지주택공사(LH)의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

1) 한국토지주택공사 토지주택연구원 연구위원(주저자: jykimgreen@lh.or.kr)

2) 한국토지주택공사 토지주택연구원 수석연구원(교신저자: hjhwang@lh.or.kr)

3) 한국토지주택공사 토지주택연구원 수석연구원

20%의 에너지 절감효과를, TV 및 PC등을 사용한 디스플레이 방식을 이용하여 약 8.5% 정도의 에너지절감효과를 거둔 것으로 보고되고 있다(Staat and Harland, 1995). 북아일랜드의 경우는 키패드시스템을 이용하여 약 25%의 절감효과를 올렸다고 보고되고 있다(Owen and Ward, 2006). 또한 에너지정보를 제공하는 고지서방식(Informative billings)을 이용하여 노르웨이에서는 약 10%정도의 에너지절감효과를 가져왔음을 보고하고 있다(Wilhite and Ling, 1995).

이와 같이 에너지 사용량 정보를 입주자에게 제공함으로써 얻을 수 있는 에너지절감효과는 실로 크다(Houwelingen and Raaij, 1989). 에너지사용량 정보를 제공함에 따라 그 정보는 관리프로그램에 자동 축적되므로 설계자가 에너지사용량 데이터를 피드백(feedback)하여 설계기준을 개선하는데 활용할 수 있으며, 전국적으로 데이터가 관리될 경우 국가 에너지 수급 정책을 수립할 수 있는 중요한 자료가 될 수 있다.

그러나 이러한 에너지사용량정보를 제공하고 공유하기 위해서는 몇 가지 해결해야 할 점들이 있다. 먼저, 에너지사용량 정보 제공을 자발적으로 할 것인가 아니면 의무적으로 할 것인가 하는 데이터의 제공방법과 제공된 데이터를 어느 범위까지 공개할 것인가 하는 공개 방법이 해결되어야 한다. 그리고 개발될 프로그램에 어떠한 내용을 포함하여, 어떠한 기능을 수행할 수 있도록 할 것인가를 면밀히 검토해 보아야 한다.

따라서 본 연구에서는 건물에너지정보시스템(BEIS, Building Energy Information System)¹⁾ 개발과 시험운용을 통해 웹 기반의 공동주택 에너지 정보시스템개발 목표를 달성하고, 입주자로 하여금 개발된 에너지정보 프로그램에 적극 참여토록 유도하여 궁극적으로는 건물 에너지사용량 절약에 기여코자 하였다.

1.2 연구의 내용 및 범위

본 연구에서는 건물에너지시스템(BEIS)의 필요성 및 사용의지 등 수요를 조사하고 시범 적용하여 유효데이터 수집가

능성과 프로그램의 사용 용이성에 대하여 평가하고자 한다. 본 연구의 주요 내용은 다음과 같다.

- 건물에너지정보시스템(BEIS)의 수요 조사
- 프로그램 모듈별 설계, 코딩(Coding) 및 모듈별 연계방안 수립
- 데이터 Up-Load를 위한 유틸리티 개발
- 프로토타입 개발 및 시험운영
- 시스템 운영 및 관리방안 수립

본 연구의 건축물 범위는 공동주택으로 한정한다.

2. 건물에너지정보시스템(BEIS)의 수요 조사

2.1 조사개요

조사는 사용자 특성별 에너지정보 프로그램 요구사항 및 요구수준을 파악하는 것을 목적으로 실시되었다. 조사대상단지 선정기준은 분양·임대주택 거주여부에 따라 거주자들의 프로그램 수요특성의 차이가 있을 것이라는 가정 하에 최근 수도권지역에 공급된 아파트 단지 중에 인근지역에 위치한 4개 단지(분양 2개단지, 임대 2개단지)를 선정하였다(대한주택공사, 2007).

- 조사방법 : 설문조사
- 조사대상 : 용인동백 및 분당지역의 총 4개단지 500세대
- 선정기준 : 공급방식(분양/임대), 원격검침시스템 적용여부

전체 설문지는 총 24개 문항으로 구성되어 있으며, 향후 BEIS 프로그램이 개발될 경우 사용의사가 있는가를 파악하기 위해서 정보화 현황, 에너지 소비 및 절약에 대한 의식, 에너지 정보 프로그램 활용의사 및 거주자 일반사항을 조사하였다.

표 1. 조사대상단지 개요

	단지명	배포 부수	건설사	유형	난방방식	세대수	입주일	원격검침 적용 여부
1	용인 동백 백현 8단지	122	주공	분양	지역난방	600	'06.12	적용
2	화성 동탄시범 한빛 삼부	125	민간	분양	지역난방	701	07.2	적용
3	용인 동백 백현 9단지	126	주공	임대	지역난방	673	'06.11	미적용
4	분당 하안마을 주공 6단지	127	주공	임대	지역난방	1,489		미적용
	계	500	-	-	-	-	-	-

1) BEIS는 건물에너지정보시스템의 약자이며, 보고서에서는 BEIS로 표현하도록 한다.

표 2. 조사대상자 평균 연령

구분	평균연령(세)	분양여부	응답자수	평균	집단간 차이
남편연령	42.81	분양	197	42.14	NS
		임대	212	43.44	
부인연령	40.02	분양	182	38.87	p<0.05
		임대	211	41.01	

표 3. 공급방식별 거주자 교육정도

공급 방식	구분	학력					전체
		초등학교 졸업이하	중학교졸업	고등학교졸업	대학교 졸업	대학원이상 졸업	
분양	빈도		3	63	162	10	238
	%		1.3%	26.5%	68.1%	4.2%	100.0%
임대	빈도	5	13	118	104	5	245
	%	2.0%	5.3%	48.2%	42.4%	2.0%	100.0%
전체	빈도	5	16	181	266	15	483
	%	1.0%	3.3%	37.5%	55.1%	3.1%	100.0%

표 4. 공급방식별 주택규모 분포

공급방식		63m ² 미만	63-96m ² 미만	96-129m ² 미만	129m ² 이상	전체
분양	빈도	7	10	228	2	247
	%	2.8%	4.0%	92.3%	.8%	100.0%
임대	빈도	167	85		1	253
	%	66.0%	33.6%		.4%	100.0%
전체	빈도	174	95	228	3	500
	%	34.8%	19.0%	45.6%	.6%	100.0%

2.2 조사결과

2.2.1 응답자 일반사항

본 프로그램에 대한 수요자들의 인식조사 결과의 이해를 돕기 위해서, 응답자들의 사회인구학적 특성 등의 일반사항을 조사·분석한 결과는 표 2와 같다.

분양 아파트 거주가구의 월 평균 수입은 약 3,728,900원, 임대아파트 거주가구의 월평균 수입은 약 2,214,200원으로 분양아파트 거주자의 월평균 소득이 더 높은 것으로 조사되었다.

2.2.2 정보화 현황

(1) 주택내 인터넷 사용현황

BEIS 프로그램 보급 및 확산을 위해서는 기본적으로 현재 주택에서의 거주자인터넷 사용현황을 파악하는 것이 필요하다. 본 프로그램의 특성상 인터넷 사용이 능숙한 거주자들의

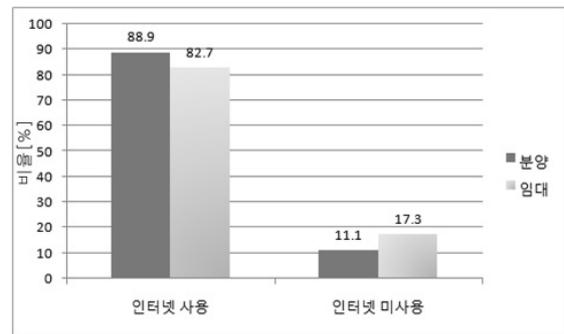


그림 1. 주택내 인터넷 사용여부

비율이 높고, 인터넷 사용율이 높을수록 향후 이용가능성이 더 높을 것으로 예상된다. 조사결과 공급방식별로 분양/임대 아파트별 인터넷 사용여부 차이 없는 것으로 나타났다. 현재 분양 88.9%, 임대 82.7%가 집에서 인터넷 사용 중이며, 조사대상가구의 거의 대부분이 현재 주택내에서 인터넷을 사용하고 있어, 향후 본 프로그램의 보급을 위한 기본 토대는 마련된 상태라고 할 수 있다.

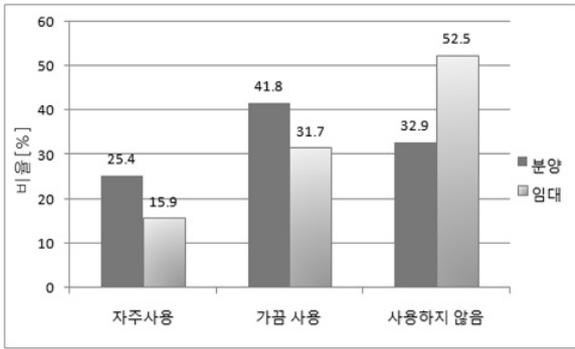


그림 2. 단지 홈페이지 사용현황

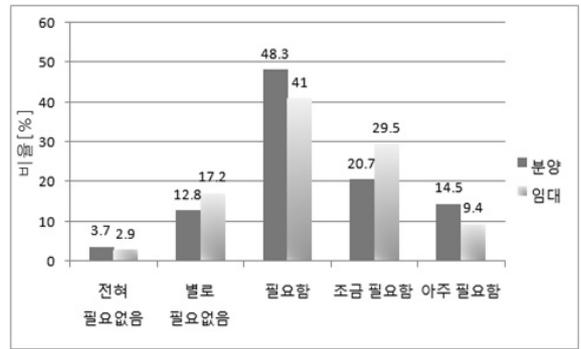


그림 3. 에너지 사용량 정보 프로그램 필요성

(2) 단지 홈페이지가 있는 경우 인터넷 사용현황

또한 본 프로그램의 보급 확산을 위해서 영향을 미칠 것으로 예상되는 환경 중의 하나로 단지내 인터넷 홈페이지 설치 여부를 들 수 있다. 단지 인터넷 홈페이지가 있는 경우 현재 거주자들의 사용율을 조사하였다. 통상 단지 홈페이지가 있는 경우, 본 프로그램과 연계하여 거주자들로 하여금 쉽게 접속하여 이용할 수 있을 것으로 예상된다. 그러나 한편으로는 현재 단지 홈페이지의 활성화 정도 파악을 통해서 향후 본 프로그램에 대한 거주자들의 활용정도도 예측 가능할 것으로 판단된다.

조사결과 전체 440세대 중 단지 홈페이지가 있어도 사용하지 않는 비율이 43%로 조사되어, 아직까지는 단지 홈페이지가 있어도 실제 사용율은 높지 않은 것을 알 수 있다. 그러나 분양/임대단지별로 사용행태는 차이 있어, 분양은 가끔 사용이 41.8%, 임대는 사용하지 않음이 52.4%로 임대아파트 거주자들의 홈페이지를 사용하지 않는 비율이 더 높게 나타났다.($p < 0.001$ 수준 유의적) 따라서 실제 단지내에 홈페이지가 있음에도 불구하고 이용률이 높지 않은 것을 볼 때, 원인을 파악하여 향후 BEIS 프로그램도 거주자들의 사용율을 높일 수 있는 유도방안도 함께 고려하는 것이 필요한 것으로 판단된다.

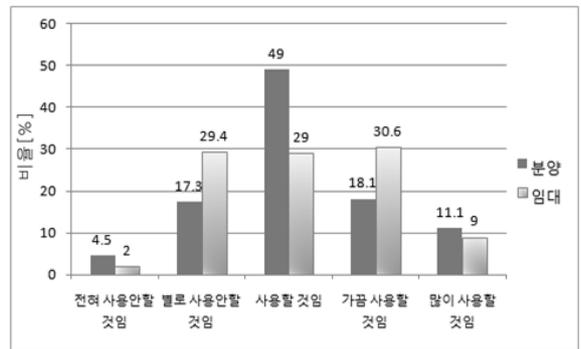


그림 4. 에너지 프로그램 활용 의사

(2) 에너지 정보 프로그램 활용의사

향후 에너지 정보 프로그램 활용의사는 ‘사용할 것임’(38.9%), 가끔 사용할 것임(24.4%)로 전체의 63.3%가 긍정적인 반응을 보였다. 그러나 집단별로는 차이가 있어($\chi^2 = 30.849, p < 0.01$), 분양주택 거주자의 경우에는 ‘사용할 것임’이 49%로 절대적으로 높고, ‘가끔 사용할 것임(18.1%)’, ‘별로 사용 안할 것임(17.3%)’의 분포를 보이고 있다. 반면, 임대아파트 거주자들은 ‘가끔 사용할 것임’이 30.6%로 가장 높고, ‘별로 사용하지 않을 것’이 29.4%, ‘사용할 것임’이 29%로 분양아파트 거주자들에 비해서 에너지 정보 프로그램 활용의사가 낮다.

따라서 향후 에너지 정보제공 프로그램이 보급될 경우 긍정적인 반응을 보이기는 하지만, 이용활성화를 통해 정착을 시키기 위해서는 분양/임대 아파트 거주자별로 사용의지에 차이가 있는 점을 감안하여 거주자들이 사용을 유도할 수 있는 장치를 마련하는 것이 필요할 것으로 보인다.

(3) 프로그램 화면 표현방식

프로그램의 표현방식은 ‘무조건 쉽게’가 51.8%로 가장 높았고, ‘실시간 정보와 함께 제공’이 29.3%, ‘그래프, 표 등을 활용한 다양한 표현’은 18.9%로 나타나, 소비자들의 프로그램 사용률을 높이기 위해서는 가급적 단순하고 쉬운 표현방

2.2.3 에너지 정보 프로그램 활용의사

(1) 에너지 정보 프로그램 제공 필요성

전체적으로는 ‘필요하다’가 44.7%, ‘조금 필요하다’ 25.1%, ‘아주 필요하다’ 11.9%로 전체의 81.7%가 필요하다고 응답하였다.

집단별 차이가 있어, 임대아파트 거주자들이 분양 아파트에 비해서 부정적인 인식이 약간 높은 것으로 나타났다. 즉, 임대의 경우, 별로 필요없다/전혀 필요없다가 20.1%, 분양의 경우, 별로 필요없다/전혀 필요없다가 16.5% 이다.

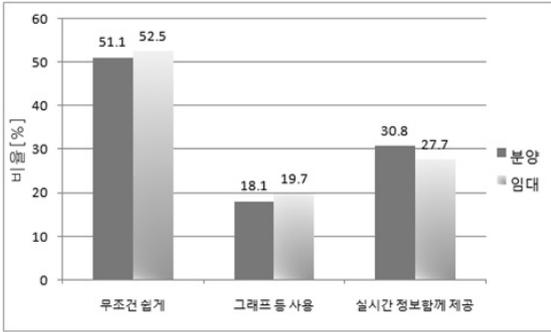


그림 5. 프로그램 화면 표현 방식

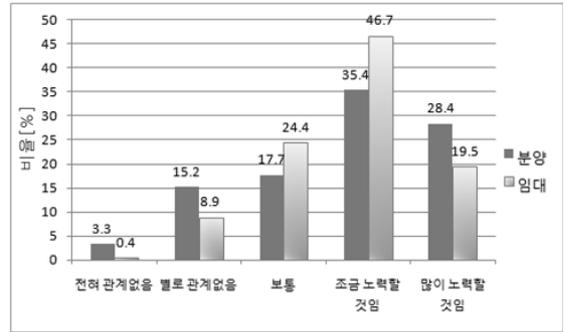


그림 7. 에너지 절약 노력 여부

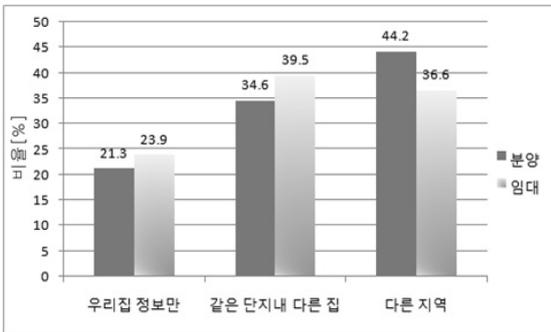


그림 6. 과거 에너지 사용량 정보 조회 의사

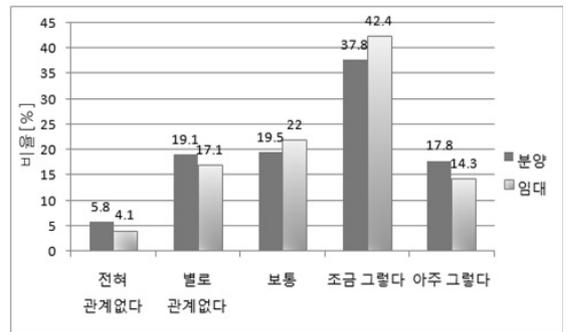


그림 8. 에너지 정보 조회에 따른 사생활 침해 여부

식을 사용하여 화면을 구성하는 것이 필요한 것으로 보인다.

(4) 에너지 정보 제공의 범위

응답자들은 대체로 다른 집, 다른 지역의 에너지 사용량도 파악 가능한 것을 원하는 것으로 나타났다. ‘다른 지역’ 40.4%, ‘같은 단지내 다른 집’ 37%로 다른 가구의 에너지 사용량 정보를 본인의 경우와 비교하는 것을 원하고 있는 것을 알 수 있다.

(5) 과거 에너지 사용량 정보 조회 의사

과거 자신이 사용한 에너지를 확인할 수 있는 프로그램에 대한 활용의사 조사 결과, 전체적으로는 ‘사용할 것임’이 38.4%, ‘가끔 사용할 것임’이 27.2%로 사용할 의사가 높았다.

집단별로는 차이가 있어($\chi^2=11.248, p<0.05$), 분양아파트 거주자는 ‘사용할 것임’이 45.3%로 절대적으로 높은 비율을 차지했으나, 임대아파트 거주자는 ‘사용할 것임’ 31.7%, ‘가끔 사용할 것임’ 23.5%, ‘별로 사용하지 않을 것임’ 26%로 나타났다. 임대아파트 거주자들의 사용의사가 분양아파트 거주자들에 비해서 다소 낮은 것으로 나타났다.

(6) 에너지 절약 노력 여부

만일 단지내 평균 에너지 사용량이 자신의 에너지 사용량보다 적을 때, 에너지를 절약하려고 노력할 것인가에 대해서

질문하였다.

전체적으로는 ‘조금 노력할 것임’ 41.1%, ‘많이 노력할 것임’ 23.9%, ‘보통이다’ 21.1%로 나타났다. 집단별로 차이 있어, 임대아파트 거주자가 ‘조금 노력할 것임’이 46.7%, ‘보통이다’ 24.4%로 나타났고, 분양아파트는 ‘조금 노력할 것임’이 35.4%, ‘많이 노력할 것임’ 28.4%였다. 따라서 분양아파트 거주자들이 에너지 절약의사가 더 강한 것으로 파악되었다.

(7) 외부인의 본인단지 에너지 정보

조사결과 집단별 차이 없이, 대체로 외부인이 자신의 단지 에너지 정보를 조회하는 것에 대해서 부정적인 의견이 높았다. (조금 그렇다 40.1%, 아주 그렇다 16%) 반면, ‘보통이다’ 20.8%, ‘별로 관계없다’ 18.1%로 긍정적인 의견도 30.8% 정도로 나타났다.

프로그램 화면 표현방식, 에너지 정보 제공의 범위, 과거 에너지 사용량 정보 조회 의사, 외부인의 본인단지 에너지 정보 제공 등의 조사결과를 BEIS 개발에 반영한다.

3. BEIS 개발

3.1 개발개요 및 구성도

BEIS는 각 가정에서 사용하고 있는 에너지사용량(전력, 난방, 급탕, 수도, 가스)을 웹상으로 실시간 제공하여 본인의 에

너지사용량을 과거 사용량과 비교·분석할 수 있으며, 또한 세대별, 단지별 비교분석을 통해 본인의 에너지효율을 예측할 수 있도록 하는 정보를 제공하는 시스템이다.

2장의 프로그램 수요조사에서 조사된 것처럼 BEIS 프로그램이 개발될 경우 사용에 부정적 응답이 37%이고 정보공개에 대해 민감하게 반응하고 있어서, 프로그램 개발시 사용자들이 적극 참여할 수 있도록 유도하는 콘텐츠 개발과 정보공개에 대한 기술적 해결장치의 개발이 반드시 필요한 것으로 보인다. 따라서 본 연구에서 개발된 BEIS 프로그램은 에너지정보제공 기능 외에 에너지절약 시뮬레이션, 에너지절약 계획표, 에너지절약 방법 등 다양한 콘텐츠들로 구성되어졌다. 에너지정보 공개에 대한 프라이버시 침해 논란을 해결하기 위해 개인정보는 해당하는 세대만 볼 수 있도록 하였으며, 해당단지 혹은 타 단지의 평균, 최대, 최소사용량 정보를 이용하여 개인정보와 비교하는 방법을 선택하였다.

BEIS 프로그램은 크게 데이터베이스 모듈과 콘텐츠 모듈, 그리고 웹사이트 모듈로 구성되어 있다. 데이터베이스모듈은 데이터를 시스템으로 업로드하고 저장하는 영역이고, 콘텐츠 모듈은 BEIS 프로그램을 구성하는 기능별 아이템들과 내용들에 대한 실행영역이며, 웹사이트 모듈은 사용자가 웹상에서 보는 메뉴구조 및 디자인 구성 등, 디자인 영역을 의미한다. 이와 같은 3개의 모듈이 맞물려 실행됨으로써 BEIS 프로그램이 원활히 구동되게 된다.

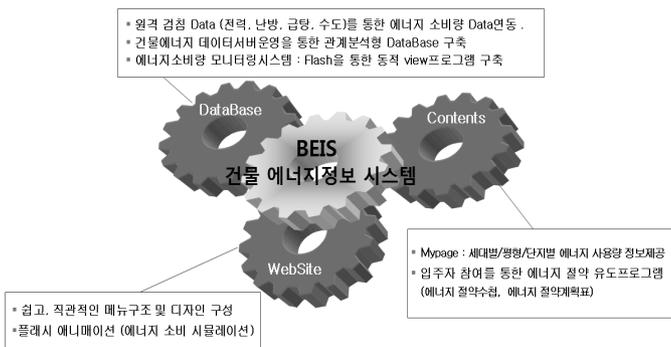


그림 9. BEIS 개발개요도

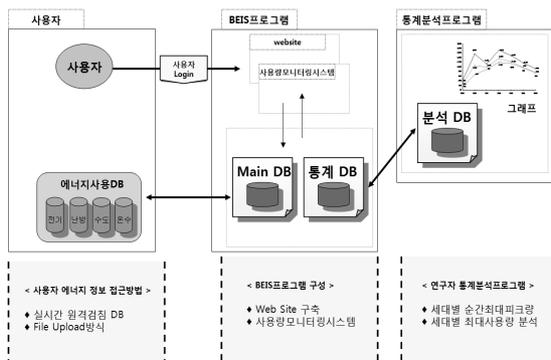


그림 10. BEIS 개발구성도

3.2 데이터 수집 및 인터페이스계획

3.2.1 데이터 수집

(1) 수동 검침 방식

대부분의 아파트단지에서는 관리비를 부과하는 목적으로 에너지원별로 월 1회 검침하여 자료를 텍스트파일 또는 엑셀 파일 형태로 보관하고 있다.

(2) 원격 검침 방식

원격검침은 각 세대에 있는 각종검침미터의 사용량이 TMU(펄스카운팅 장치)를 통하여 관리사무소에 있는 중앙검침서버로 자동 저장되는 방식이다.

3.2.2 Interface계획

BEIS시스템 개발의 중요 과제중 하나인 원활한 데이터 수집에 있어서, 에너지사용량 데이터를 별도의 작업을 요하지 않고 정확하고 안정적으로 확보하기 위해서는 무엇보다 각 검침방식별로 다양한 방법으로 전송되어 올 수 있는 데이터를 BEIS시스템의 데이터방식에 맞게 인터페이스를 구축하는 것이 중요하다. 그러므로 신속하게 에너지 정보시스템을 구축할 수 있으며, 더 나아가 에너지 사용자들에게 정확한 데이터 제공은 물론이고, 설계자에게 피크사용량, 동시사용량 등 적절한 데이터를 제공함으로써 우리 실정에 맞는 설계기준 개선에 기여하고 국가 통계데이터로도 사용이 가능한 신뢰성 있는 데이터 확보가 이루어질 것으로 보인다. 데이터 수집 방식별로 BEIS에서 계획하고 구축한 데이터 인터페이스 방식은 다음과 같다.

(1) 수동 검침 방식

수동 검침 방식은 다음과 같은 경우에 사용할 수 있다.

- ① 리눅스 기반 Apache 서버의 My-SQL을 사용하고 있는 현재 BEIS 시스템의 서버와 연동되지 않는 시스템을 갖추고 있는 곳에서의 데이터 전송
- ② 수동으로 검침하고 있는 아파트 단지의 에너지 사용량 데이터를 입력받을 경우 사용
- ③ BEIS 시스템을 런칭 시키기 이전의 데이터를 입력하기 위해 사용
- ④ 기타 원격 검침으로 전송받을 수 없는 데이터를 받기 위해 사용

만약, 다른 방식의 데이터를 사용하는 경우 BEIS 관리자 페이지에서 제공하고 있는 샘플 엑셀 프로그램 파일을 다운로드 받아 초보자 수준의 엑셀프로그램 사용 능력으로도 BEIS 시스템에서 요구하는 방식으로 변환하여 사용할 수 있

다. BEIS 시스템에 적합한 방식으로 변환한 엑셀 파일을 업로드함과 동시에 파일에 수록된 모든 파일은 원격 검침 방식으로 저장된 데이터와 함께 정산 가능하도록 저장된다. 1, 2차 정산을 비롯한 모든 정산은 원격 검침 방식과 동일하다.

(2) 원격 검침 방식

이번 연구를 위해서 동백지구 호수마을 휴먼시아 15단지 아파트의 협조를 얻어 세대내 에너지사용량 데이터를 제공받았으며, 제공받은 데이터와 개발된 프로그램을 이용하여 시범 운영했다. 데이터의 수집은 원격검침 전문업체의 협조를 받아 중앙 감시 컴퓨터로부터 실시간으로 데이터를 제공 받았다.

원격 검침 방식으로 제공되는 데이터는 원격검침 전문업체에서 제공한 응용프로그램의 발급 ID와 패스워드로 BEIS 서버에 접속한 후, 검침 데이터베이스의 해당 테이블에 권한을 부여 받아, 직접 SQL문을 전송하여 데이터베이스에 저장된다. 전송은 24시간 지속적으로 실시간 가동된다.

3.3 개발내용

BEIS프로그램을 통한 정확한 에너지 사용량을 연산, 통계 분석하기 위해서는 개발 속성정의, 논리적 설계, 물리적 설계 등이 선행되어야 한다. 본 절에서는 각 부분별 주요개발내용을 소개한다.

3.3.1 프로그램 부문

개발되는 주요프로그램들은 MySQL 데이터베이스를 통하여 입·출력되며, 원격 검침 데이터 모니터링 프로그램의 경우 SQL DB에서 입력된 데이터를 가져와 플래시의 스크립트 코딩을 통한 그래프 방식으로 출력되어지도록 개발하였다.

3.3.2 웹사이트 부문

입주자들이 BEIS 프로그램을 적극 사용할 수 있도록 플래시 애니메이션기능 등 사용자 위주의 디자인 구사와 관심이 있는 다양한 콘텐츠들로 구성하여 웹사이트로 구축하였다.

웹사이트는 크게 BEIS 시스템에 대한 소개 및 이용방법에 대한 부분과 실제 에너지소비량을 확인할 수 있는 마이페이지 부분으로 나뉜다. 그림 11은 웹사이트 메인화면을 나타낸다.

(1) BEIS 소개 및 이용방법 안내 사이트

BEIS 시스템의 소개, 개발배경, 특징, 이용방법 등을 소개하는 웹사이트이며 시스템을 사용하는 사용자들의 관문역할을 하는 사이트로 개발되었다.

(2) 마이페이지

BEIS시스템 사용자는 관리사무소나 우편으로 미리 발급되어진 개인별 ID와 Password를 입력하여 BEIS 웹사이트에 접속하면 실시간 원격 검침되어지는 에너지사용량을 확인할

표 5. 주요 프로그램 개발내용

구분	항목	입력 데이터	출력 데이터	처리내용
개발	원격 검침 데이터 받아오기	SQL	SQL	동백 지구에 설치되어 있는 원격 검침 시스템의 원격 검침 데이터를 받아옴
개발	원격 검침 데이터 연산	SQL	SQL	1,2차 연산 작업을 통해 각 입주자가 자신의 집, 동, 단지 정보를 열람할 수 있음
개발	통계	SQL	SQL	1,2차 연산된 정보와 시스템 로그 데이터를 비교 분석하여, 사용자 통계를 비롯한 여러 통계치를 관리자에게 공개함
개발, 디자인	원격 검침 데이터 모니터링	SQL	플래시	각 가정에서 사용되고 있는 에너지량을 모니터링 함



그림 11. BEIS 웹사이트 메인



그림 12. My 에너지사용량 웹페이지 화면

수 있다. 확인할 수 있는 정보는 다음과 같다.

① 나의 에너지사용량

본인의 에너지 사용현황의 가장 최신 정보를 다양한 그래프 및 플래시 아이콘, 표를 이용하여 쉽고 정확하게 확인할 수 있다.

< 에너지사용량 주요 기능 >

- ① 전기/수도/온수/난방의 오늘 사용량 및 월간 예상사용량, 금액환산치 등을 표시.
- ② 우리 집 에너지효율을 우리단지 전체가구와 비교하여 수치표현
- ③~⑥ 에너지 사용량에 대하여 돈/CO2환산치/나무/석유 등으로 환산 표시.
- ⑦ 에너지를 절약할 수 있는 생활정보를 제공.
- ⑧ 에너지절약을 유도할 수 있는 절약계획표 제공.
- ⑨ 사용자의 에너지사용량을 월별로 확인할 수 있도록 인쇄 가능함.
- ⑩ 전년도사용량, 월간예상사용량, 전월사용량들을 비교하는 표.

② 연간사용통계

1년간 에너지사용량 통계를 에너지원별로 그래프를 이용하여 확인이 가능하다.

< 연간사용통계 주요 기능 >

- ① 연도별, 전기/수도/온수/난방별 그래프 표시
- ② 월별 우리 집 에너지사용량과 우리단지 에너지사용량을 그래프로 비교
- ③ 이달, 전월, 전년도 같은 월 사용량 및 증감량, 증감금액을 도표로 표시

③ 지난상세정보

월별 에너지 사용정보를 우리집, 우리동, 우리단지 단위로 확인이 가능하며, 일자별로 전기/수도/온수/난방의 사용량 확인도 가능하다.

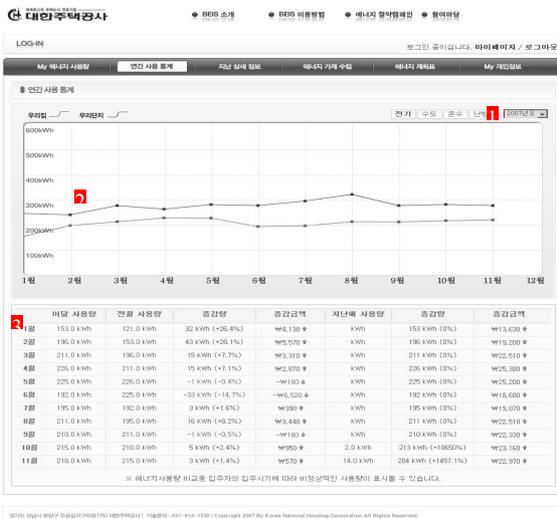


그림 13. 마이페이지/연간사용통계 웹페이지화면

④ 에너지 가계수첩

에너지사용자의 1년간 사용한 에너지원의 환산을 직관적이며, 객관적인 방법으로 비교 확인할 수 있다.

< 에너지 가계수첩 주요 기능 >

- ① 우리집 1년 에너지사용량을 인쇄할 수 있음.
- ② 전기/수도/온수/난방별 실제 사용량과 전년도 같은 월 사용량을 수치로 확인
- ③ 각월별 총에너지 증감량 및 에너지 사용등급 등을 확인 할 수 있음
- ④ 에너지 사용량을 비용, 탄소배출, 나무, 석유등으로 환산하여 표시함
- ⑤ 각월별 총에너지 절약량이 전년대비 15%이상 절감할 경우 절약상 수여

3.3.3 관리자 부문

BEIS시스템을 사용자가 원활하게 사용할 수 있도록 하기 위해 관리자프로그램을 개발하였다. 관리자프로그램은 크게 웹사이트 운영 및 수동으로 데이터를 업로드하고 통계자료 저장 등을 할 수 있는 부분과 BEIS프로그램 연구자가 에너지 사용분석에 필요한 연구통계자료를 살펴볼 수 있는 부분으로 나뉘어져 있다.

(1) 사이트 관리자

- 웹 사이트의 이벤트를 관리하는 기능 : 웹사이트에 게시되어 있는 이벤트 게시판의 글을 추가, 삭제할 수 있다.
- 에너지 절약방법 입력기능 : 웹사이트에 게시되어 있는 에너지 절약방법 게시판의 글을 추가, 삭제할 수 있다.
- 공지사항, FAQ, 설문조사 입력기능 : 웹사이트에 게시되어 있는 공지사항, FAQ, 설문조사 게시판의 글을 추가, 삭제할 수 있다.
- 회원정보 관리기능 : 회원 정보를 추가, 삭제 할 수 있다.



그림 14. 마이페이지/에너지가계 수첩 웹페이지화면

(2) 데이터관리자

- 아파트 단지 관리기능 : 아파트 단지를 추가 삭제 할 수 있다. 해당 데이터는 외부에서는 표시되지 않으며, 데이터 업로드 시 나타나는 박스, 혹은 실시간 데이터를 입력받기 위한 구분자를 생성하기 위해 사용된다.
- 엑셀 자료 업로드기능 (수동) : 이전 자료 혹은 수동 검침된 자료를 업로드 하기 위해 사용한다. BEIS에서 요구되는 폼을 다운로드 받아, 해당 폼에 맞추어 업로드 할 수 있다.
- 일/월 통계 저장기능 (수동) : 3단계에 걸친 사용자 데이터 정산 기능의 외부 실행 기능이다. 해당 아파트 단지 와 정산을 원하는 날짜를 입력하여, 정산한다.
- 에너지 절약 팁 DB 기능 : 사용자 마이페이지의 에너지 가계부에서 보여지는 에너지 절약 데이터를 추가, 삭제 할 수 있다. 에너지 가계부에서는 임의로 선택된 에너지 절약 팁이 개시된다.

(3) 연구통계 관리자

1) 날짜별 사용 통계

전기/수도/온수/난방에 대한 일별 총사용량, 최대피크사용량 및 사용시각 등을 제공한다.

열람을 원하는 달의 일자별 에너지 총사용량과 피크 사용량을 표 형태로 보여준다. 사용량이란 검침되어 들어온 데이터를 기준으로, 각각 데이터의 주기 시간 사이의 검침수의 차를 의미한다. 총 사용량이란 모든 세대의 사용량을 합을 의미하고, 피크 사용량은 각각 데이터 주기 시간의 총 사용량을 비교하여, 하루 중 가장 높은 수치를 의미한다.

전기/수도/온수/난방 시간별 상세 그래프 제공을 제공한다.

원격 검침 등을 통해 들어오는 데이터를 연구자용으로 정산하여, 해당 날짜의 해당 에너지의 시간별 총 사용량과 피크 사용량을 그래프로 보여준다. 피크 사용량에는 굵은 점과 사용량, 시간 등이 그래프에 표시된다.

2) 동시 사용률

열람을 원하는 일자의 동시 에너지 사용량 중 수도, 온수, 난방을 열람할 수 있다. 전기의 경우 24시간 사용 중인 가구가 대부분이라 생략한다. 좌측 상단의 달력에서 주황색은 오늘을 의미하고, 빨간색이 열람하고 있는 일자를 의미한다. 동시 에너지 사용량이란 데이터 주기 시간 중의 사용량이 검침되는 가구가 전체 가구 수에서 차지하는 비율을 의미한다. 이 역시 사용량이 검침 가능 수치 이하의 미미한 사용량은 검침되지 않는다.

3) 사용자 분석

미 참여, 참여, 열성참여세대별 각 에너지사용량 제공한다.

열람을 원하는 달의 미 참여, 참여, 열성 참여 세대의 평균 사용 변화량을 열람할 수 있다. 열성 참여 가구란 1개월 이내 로그인 횟수가 6회 이상이거나 매주 1회 이상 로그인한 세대를 의미한다. 참여 세대란 1개월 이내 로그인 횟수가 2회 이상이면 열성 참여 가구가 아닌 세대를 의미한다. 미 참여 세대는 로그인 횟수가 1회 이하인 세대를 의미한다. 세 그룹의 각각의 가구수와 전년 대비, 전월 대비 평균치가 표시되며, 클릭하면 각 세대의 평균 사용 변화를 열람할 수 있다.

4. BEIS 적용 및 평가

4.1 BEIS 적용

BEIS의 적용을 위해서는 먼저 적용할 단지에서 사용한 에너지량 데이터 수집이 가능해야 한다. 적용대상단지는 실시간으로 검침되는 에너지량을 비교분석하고, 데이터 수집의 용이성을 감안하여 월별로 수동으로 검침되는 단지보다는 원격검침도입단지를 선택하였다.

적용단지는 1개 단지로 용인 동백지구 내에 위치하고 있으며, 총 세대수는 488세대이고 세대 연면적은 84m²로 적용세대 모두 동일하다. 난방은 지역난방열을 이용하므로 개별난방과는 달리 난방에너지 사용량 검침이 용이하다. 에너지사용량은 원격검침 시스템에 의해 검침되어 관리소의 데이터관리서버에 자동 저장된다.

4.2 BEIS 평가

본 연구에서의 BEIS 평가는 BEIS가 적용되어 이용되는 과정에서 데이터 인터페이스의 기능과 프로그램에서 추구하는 기능이 제대로 작동되는가를 조사 분석하고, 적용 후 사용자들의 반응을 조사·분석하도록 한다.

4.2.1 데이터 Interface 정확성 평가

그림은 BEIS가 적용된 임의의 세대의 월별 전력사용량을 BEIS 시스템 상에서 그래프로 나타낸 그림이다. BEIS상의

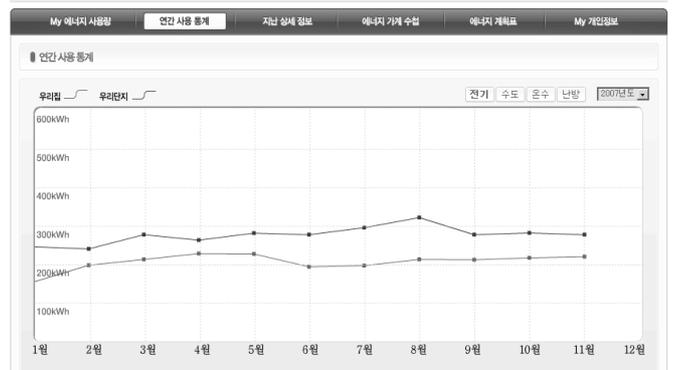


그림 15. BEIS 적용 대상 임의세대의 월별 전력사용량

표 6. 관리자사이트에서 분석되는 통계데이터 및 활용방안

구분	필요성	
전력사용량	월별사용량	열병합발전 설계시 전력부하 계산에 활용
	피크사용량	전력부하설계 기준 개선에 활용
	시간대별사용량	열병합발전 경제성 계산시에 활용
수도사용량	월별 사용량	전국 물사용량 현황 파악
	피크사용량	세대당 급수기준 개선에 활용
	동시사용율	Fu(기구배수부하단위)를 이용 급수관 설계시 설계기준에 활용
온수사용량	월별 사용량	냉난방열원시스템의 부하계산 검증자료로 활용
	시간대별 사용량	열원시스템의 경제성 평가에 활용
	피크사용량	온수배관 설계기준 개선에 활용
	동시사용율	Fu(기구배수부하단위)를 이용 온수관 설계시 설계기준에 활용
난방사용량	월별사용량	난방에너지 총량 계산 및 열원시스템 부하계산에 활용
	시간대별사용량	열원시스템의 경제성 평가에 활용
	피크사용량	최대난방부하 계산값과 비교검증에 활용

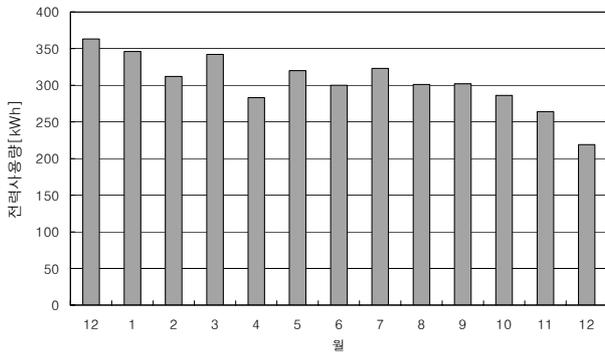


그림 16. BEIS 적용 임의의 단위세대의 전력사용량

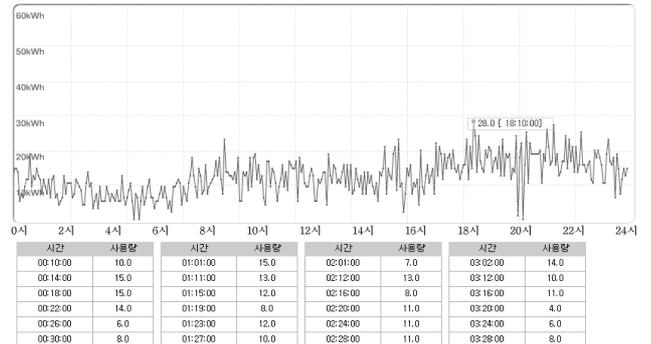


그림 17. 시간대별 전력사용량 및 피크사용량

데이터와 관리소의 관리서버 데이터가 일치하는 것을 볼 수 있으며, 전기사용량 외에 수도, 온수, 난방사용량 모두 동일하게 나타났다. 또한, 모든 세대의 데이터가 상기세대와 마찬가지로 데이터가 일치함에 따라서 데이터 인터페이스 기능은 문제없이 수행되는 것으로 평가되었다.

예측하는데 중요한 자료로 사용될 수 있다.

4.2.2 설계데이터 적용 가능성 평가

본 프로그램의 관리자 사이트에서는 현재 사용되고 있는 설계기준의 적합성을 검토하고 또한 기존에 확립되지 않는 설계기준을 새롭게 만드는 데 활용하기 위해 수집된 데이터를 통계 가공하여 나타내도록 하였다. 표 6은 주요데이터 및 수집 목적에 대해 나타내고 있다.

(2) 시간대별 사용량 및 피크 전력사용량

그림 17은 시간대별 전력사용량 및 피크 전력사용량에 대해 나타내고 있다. 그래프는 시간대별 전력사용량을 나타내며, 밑의 표는 약 4분마다 측정된 데이터의 전후 값의 차이를 해당시각에서의 전력사용량으로 나타내고 있다. 피크 사용량은 이중 가장 큰 값을 선택하여 표시하고 있다. 시간대별 전력사용량은 발전시스템의 연간부하계산시와 경제성 평가시 1년간의 시간대별 전력사용량 데이터로 적용이 가능할 것으로 보인다. 그러나 피크사용량은 4분마다 측정된 전후 값들의 차이이므로 단위세대의 전력량 설계에는 적용이 어려울 것으로 판단된다. 급수, 급탕, 난방의 시간대별 사용량 및 피크 사용량도 알 수 있다.

(1) 월별 전력사용량

그림 16은 BEIS 적용 임의의 단위세대에 대한 월별 전력사용량을 나타낸다. 이 데이터들을 이용하여 년간 총계를 계산할 수 있으며, 단위면적당의 전력사용량 원단위를 계산할 수 있다. 이 데이터는 열병합발전 설계시에 발전기의 부하를

4.2.3 적용 후 사용자 만족도 조사

설문내용은 일반사항과 프로그램 접속 편리성, 프로그램 이용편리성, 프로그램 홈페이지 디자인, 에너지사용정보의

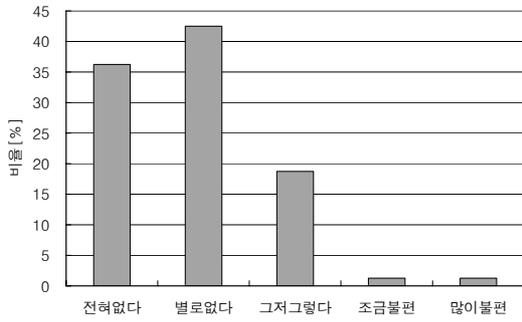


그림 18. ID/PW 수령시 문제점

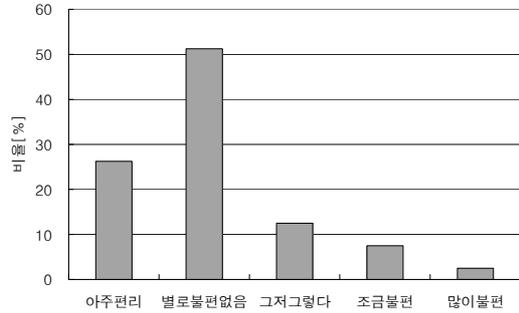


그림 19. 인터넷상에서 프로그램 접근성

대한 3가지 설문항목으로 구성되어 있으며, 프로그램 디자인 구성 부문은 디자인의 적절성 등에 대한 3가지 설문항목으로 구성되어 있다. 그림 20~그림 25는 설문결과를 나타낸다.

프로그램의 콘텐츠 중 본인의 에너지정보파악 기능과 타 세대와의 에너지정보 비교기능이 보통이라고 생각하는 응답

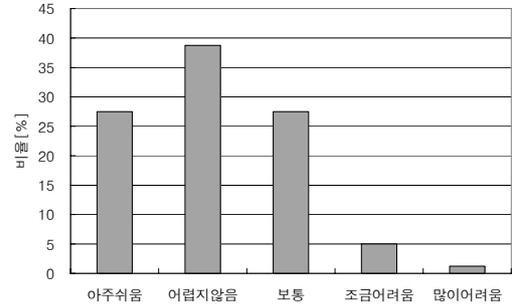


그림 20. 본인 에너지정보 파악 기능

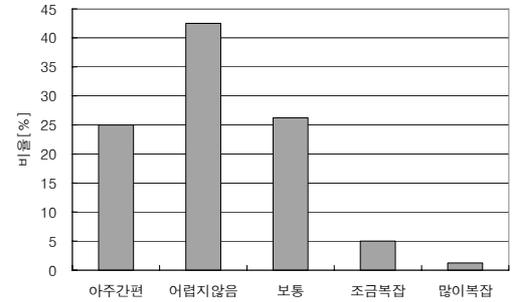


그림 21. 타세대와 에너지정보 비교 기능

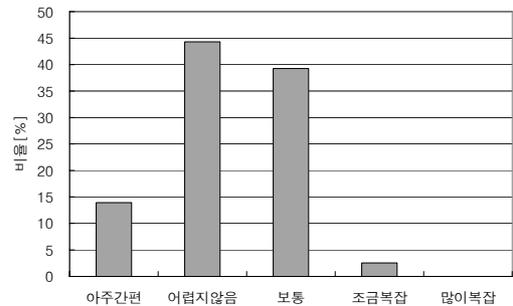


그림 22. 메뉴이동 및 메뉴내용 보기

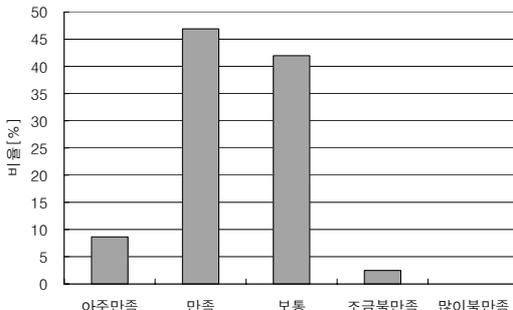


그림 23. BEIS 홈페이지 디자인 수준

활용성 등 5가지 부문에 대한 총 15개의 설문항목으로 구성 되어 있다.

(1) 일반사항

설문조사에 응한 세대수는 총 488세대 중 81세대로 참여 비율이 17%에 불과하지만 대부분이 BEIS 프로그램을 한번 이상 사용해 보았던 응답자들로 구성되어있기 때문에 프로그램의 이용 만족도를 분석하는 데는 무리가 없을 것으로 판단 된다. 설문 응답자는 남자 26명, 여자 55명, 평균연령 41세로 분석되었다.

(2) 프로그램의 접속 편리성

프로그램 접속의 편리성부문에서는 ID와 PW를 부여받을 때 문제점, 접근할 때의 불편사항에 대해 조사하였으며, 그 결과를 그림 18과 그림 19에 나타낸다. 프로그램 사용자의 ID와 PW는 관리자측에서 부여한 개인정보가 우편물로 배달 되어 수령되었으며, 문제점은 거의 없는 것으로 나타났다. 인터넷상에서의 프로그램 접근은 일반 웹사이트에 접근하는 방식과 같으므로 인터넷을 사용하는 입주자라면 사용상 큰 불편이 없었을 것으로 보인다.

(3) 프로그램의 이용 편리성 및 디자인 구성

프로그램의 이용 편리성부문은 프로그램의 메뉴와 콘텐츠에서 보여주는 내용을 쉽게 찾아서 활용할 수 있었는지 등에

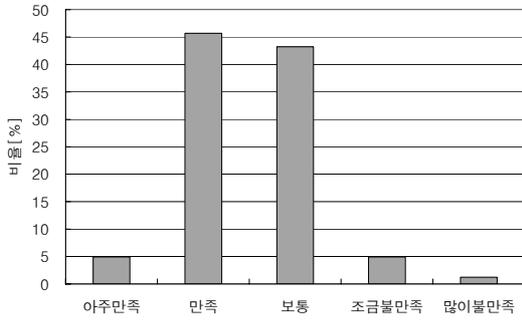


그림 24. 메뉴 구성내용 적절성

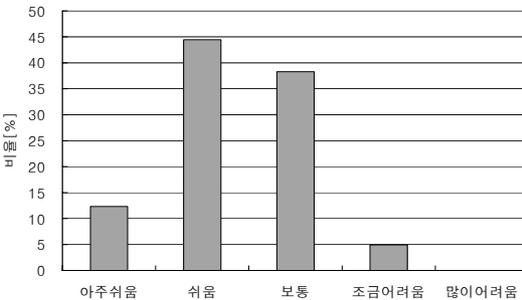


그림 25. 메뉴내용 이해도

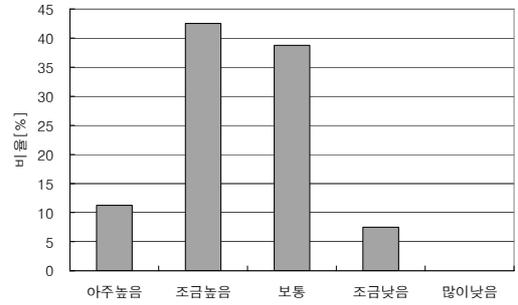


그림 26. BEIS 데이터 신뢰성

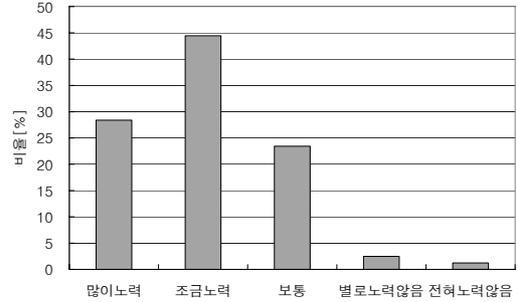


그림 27. 에너지절약 노력 여부

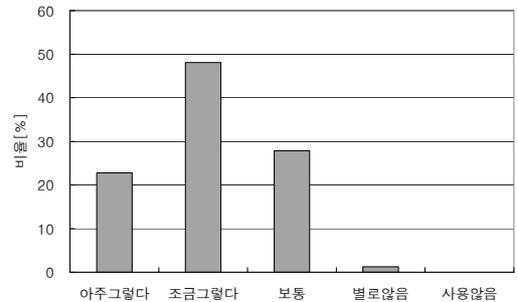


그림 28. 향후 프로그램 사용 계획

자수가 약 27%정도 되고, 메뉴이동 및 메뉴내용을 보는 과정이 보통수준으로 생각하는 응답자가 약 40%에 달한 것으로 볼 때, 보다 쉽게 정보를 제공하는 메뉴구성이 필요할 것으로 판단된다.

프로그램 디자인의 적절성에 대한 응답으로 디자인의 수준, 메뉴내용의 적절성, 메뉴내용에 대한 이해도에 대해 보통이라고 응답한 수가 약 40%대에 육박하고 있어서, 프로그램 디자인에 대한 재고와 보다 질이 높고 풍부한 메뉴구성을 할 필요가 있을 것으로 판단된다.

(4) 에너지정보의 활용성

BEIS 프로그램을 통하여 얻은 본인 및 단지전체에 대한 에너지정보의 활용성과 향후 사용계획 등에 대해서도 조사하였다. 설문항목은 데이터의 신뢰성 에너지절약 노력여부를 비롯해서 4가지로 구성되어 있으며 그림 26~그림 28은 조사결과를 나타낸다.

BEIS 프로그램을 통해 웹상에서 보여주는 데이터의 신뢰성에 대한 응답은 약 53%정도만이 신뢰성이 있는 것으로 답변하여 데이터에 대한 신뢰도 향상 노력이 필요할 것으로 보인다. 에너지절약 노력여부에 대해서는 “조금 노력 하겠다” 이상이 약 70%를 차지하고 있어서, 보다 쉽게 메뉴를 구성하고 사용상 편리성을 제공해 준다면 에너지절약 효과는 분명히 있을 것으로 판단된다. 현재 제공된 시스템의 프로그램 사용횟수는 전체 응답자중 약 95%인 77명이 1, 2개월에 한번

이상 사용하고 있는 것으로 조사되어 대부분 한번은 사용해 본 적이 있었으며, 향후에도 프로그램을 사용하겠다고 응답한 비율이 약 70%정도로 비교적 높게 나타나고 있어 활용가능성은 큰 것을 분석되었다.

상기 조사를 통해 프로그램의 접속 편리성, 프로그램의 이용 편리성 및 디자인 구성, 에너지정보의 활용성 등에 대해 조사를 하였다. 또한 본 프로그램의 활용을 통한 에너지 절감 효과에 대한 정량적인 평가가 추후 이루어져야 할 것으로 사료된다.

5. 결론

5.1 BEIS 프로그램 수요조사

- BEIS 프로그램의 필요성 및 사용의지를 조사한 결과,

거주자의 81.7%가 BEIS 프로그램의 필요성에 대해서 긍정적으로 응답했고, 이 프로그램이 제공될 경우 63.3%가 사용하겠다는 의사를 밝혔다. 따라서 이러한 에너지 정보제공에 따라서 스스로 에너지를 절약하려는 인식이 제고될 것으로 예상된다.

- 에너지 정보제공에 따른 사생활 침해 여부에 대해서는 외부인이 자신의 단지의 에너지 정보를 조회할 수 있도록 하는 것에 대해서는 부정적인 반응을 보이고 있으나, 본인은 다른 지역, 다른 집의 에너지 사용량 정보를 파악하기 원하는 것으로 나타나, 기술적인 해결장치가 필요한 것으로 예측되었다.
- 거주자들은 에너지 절약에 대한 높은 인식을 하고 있어, 과거 자신의 에너지 사용량을 파악하기를 원하고 있는 것으로 조사되었다.
- 결과를 종합해 볼 때, 향후 BEIS 프로그램을 사용함으로써 에너지 비용 절감에 대한 인식을 높일 수 있고, 동시에 에너지 비용 절감효과도 거둘 수 있도록 지원할 수 있다면 본 프로그램 활용율은 높을 것으로 예상된다.

5.2 BEIS 프로그램 개발

- 데이터 인터페이스는 원격검침 데이터와 수동검침 데이터 모두가 가능하도록 데이터 전송체계를 구축하였다.
- 입주자들이 BEIS 프로그램을 적극 사용할 수 있도록 플래시 애니메이션기능 등 사용자 위주의 디자인 구상과 관심이 있는 다양한 콘텐츠들로 구성하여 Web site로 구축하였다.
- 웹사이트의 관리를 위해 관리자 사이트를 별도로 개발하였으며, 아파트단지 관리부문, 데이터 업로드 부문, 연구통계관리자 부문으로 나누어 관리를 할 수 있도록 하였다.

5.3 BEIS 프로그램 평가

- 웹사이트상에서 데이터 인터페이스 및 메뉴 구현에 대한 평가결과, 세대별과 단지전체의 에너지사용량의 데이터는 프로그램내의 MySQL 데이터베이스에 정확히 저장되어, 실행요구에 따라 원활하게 구현되는 것으로 평가되었다.
- 설계데이터로의 적용가능성 평가결과, 월별 및 년간 단지내의 전력 총사용량과 시간대별 총 전력사용량은 열원 플랜트 설계시에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 평가되었다. 또한, 급수, 급탕, 난방의 총 사용량도 시스템 설계 및 에너지사용량 통계자료 수집에 활용될 수 있으며, 특히 현재 기준데이터가 없는 난방의 난방과

급탕의 시간대별 사용율은 열원시스템 도입시에 반드시 필요한 시간부하계산, 경제성 평가자료에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 평가되었다.

- 프로그램 사용 후 만족도 및 문제점에 대한 입주자 설문 실시한 결과, 프로그램의 접속에는 별 불편이 없었으나, 구성된 콘텐츠의 이용 편리성과 웹사이트의 디자인에서는 다소 만족을 느끼지 못하고 있어서 프로그램 디자인에 대한 재고와 질이 높고 풍부한 메뉴를 보다 쉽게 구성해야 할 필요가 있는 것으로 조사되었다. 그러나 에너지절약 노력여부에 대해서는 보다 쉽게 메뉴를 구성하고 사용상 편리성을 제공해 준다면 에너지 절약 효과는 분명이 있을 것으로 판단된다. 또한, 향후에도 프로그램을 사용하겠다고 응답한 비율이 약 70%정도로 나타나고 있어 활용가능성은 큰 것을 분석되었다.

주요 선진국에서 진행되고 있는 에너지정보 제공을 통한 에너지절약 효과 실적과 연구에서 조사된 거주자의 에너지절약 실천 의지, 그리고 수집 통계된 데이터의 활용가능성을 종합해 볼 때, BEIS를 활용함으로써 얻어지는 국가적, 사회적, 개인적 이득은 매우 클 것으로 예측된다. 본 연구에서 개발된 건물에너지정보시스템이 전국 모든 아파트단지에 적용되어 국가적 에너지정보 네트워크 구축에 조금이나마 기여할 수 있기를 바란다.

참고문헌

1. 대한주택공사(2007), 「웹기반의 건물에너지정보시스템 개발」, 연구보고서.
2. Darby, S. (2006), *Making it obvious: designing feedback into energy consumption*, Environmental Change Institute, University of Oxford.
3. Houwelingen, J. H. van and W. F. Raaij (1989), "The effect of goal-setting and daily electronic feedback on in-home energy use", *Journal of Consumer Research*, 16: 98~105.
4. Owen, G. and J. Ward (2006), *Smart meters:commercial*, Policy and regulatory drivers, Sustainability First, London.
5. Staats, H. J. and P. Harland (1995), *The EcoTeam Program in the Netherlands. Study 4: A longitudinal study on the effects of the EcoTeam Program on environmental behavior and its psychological backgrounds*, Summary report. Leiden: Centre for Energy and Environmental Research, Leiden University. E&M/R-95-57, http://www.empowermentinstitute.net/files/Leiden_study.html.
6. Wilhite, H. and R. Ling (1995), "Measured energy savings from a more informative energy bill", *Energy and building*, 22: 145~155.