



건축물에너지효율등급 평가프로그램에 의한 공동주택 난방에너지 소요량과 실제 사용량 비교

Comparing the actual heating energy with calculated energy by the amended standard building energy rating system for apartment buildings.

이아람* · 김정국** · 김종훈*** · 정학근*** · 장철용*** · 송규동****

Lee, A-Ram* · Kim, Jeong-Gook** · Kim, Jong-Hun*** · Jeong, Hak-Geun*** · Jang, Cheol-Yong*** · Song, Kyoo-Dong****

* Hanyang Univ., South Korea (arlee418@naver.com)

** Sungkyunkwan Univ, South Korea (kimjg@kier.re.kr)

*** Building Energy Research Center, KIER, South Korea (jonghun@kier.re.kr)

*** Building Energy Research Center, KIER, South Korea (hgjeong@kier.re.kr)

*** Building Energy Research Center, KIER, South Korea (cyjjang@kier.re.kr)

**** Corresponding author, Dept. of Architectural Engineering, Hanyang Univ., South Korea (kdsong@hanyang.ac.kr)

ABSTRACT

Purpose: Since September 1st, 2013, subjects of the evaluation have been expanded, and the evaluation standard has been detailed to enable Building energy rating system for all buildings.

Accordingly, the new evaluation program (ECO2) has been developed, and therefore, apartment applied after September 1st, 2013 were evaluated with the new evaluation program.

Therefore, this research suggests the improvement plan to figure out reasons for the evaluation result calculation and to calculate the evaluation results close to the actual energy usage by analyzing and comparing primary energy consumption as a result of the new evaluation program (ECO2) and actual heating energy usage on the same building.

Method: When comparing evaluation results of the new evaluation program (ECO2) and actual heating energy usage, the tendency was similar but different.

Also when comparing seasonally, the tendency was similar, but the different between actual heating energy usage and primary energy consumption during winter is greater than during spring or fall, and when comparing seasonal electric usage, heating alternatives were used through increased electrical usage during winter compared to during spring or fall.

Result: Therefore, when evaluating apartment with the new program (ECO2) in the future, evaluation items relevant to the use of heating alternatives should be added, and the modification factor should be added according to the region.

Based on the evaluation results of the research and actual energy usage, the Modification factors of the central part and the southern part were calculated respectively as 0.5 and 0.8.

KEYWORD

건축물에너지효율등급
실제 난방에너지사용량
1차 에너지소요량
보정계수

Building energy rating system
Actual heating energy usage
Primary energy consumption
Modification factor

ACCEPTANCE INFO

Received December 31, 2014

Final revision received March 4, 2015

Accepted March 6, 2015

© 2015 KIEAE Journal

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

최근 국내 건물분야의 에너지 소비를 감축하기 위해 다양한 정책들이 제시 되고 있으며 이 중 건축물에너지효율등급은 건물에 에너지 소비량을 정량적으로 평가할 수 있는 제도이다. 2013년 건축물에너지효율등급 제도의 근거법이 건축법 제66조의2, 시행령 제91조에서 녹색건축물 조성 지원법 제 17조로 변경되었으며, 2013년 9월 1일 이후 모든 건축물에 대한 에너지 효율등급 인증이 가능하도록 평가 대상이 확대되면서, 평가 기준이 세분화되었다. 이에 따라 평가 프로그램(ECO2) 개발이 진행되었으며, 따라서

2013년 9월 1일 이후 신청된 공동주택 평가시 종전 건축물에너지 효율등급 평가프로그램이 아닌 ECO2 프로그램으로 평가되고 있다. 따라서 본 연구에서는 ECO2 프로그램의 평가 결과와 국내 공동주택의 실제 에너지사용량을 비교하여 분석함으로써, 평가 결과 산출에 대한 근거 요소를 파악하고, 실제 에너지사용량에 근접한 평가결과를 산출하기 위한 개선 방안을 제시하는 것을 목적으로 하였다.

1.2. 연구의 방법 및 범위

본 연구의 평가대상 건축물은 난방에너지소요량과 실제 난방 에너지사용량을 비교하기 위해 한국에너지기술연구원 건축물에너지효율등급의 본인증 평가 완료된 공동주택 중 중부지역과 남부지역을 구분하여 6가지 케이스를 설정하였으며, 건물의 개요

는 Table 1과 같다.

케이스의 면적 설정시, 서울시 주택조례 4인가구 제2유도기준인 85㎡를 근거하였으며, ‘에너지 절약형건물의 성능인증기준·제도 및 보급촉진방안 연구’(산업자원부, 2001)에 따르면 에너지 성능 인증기준 평가용 표준단독주택 면적의 규모는 84㎡와 116㎡의 단층형태와 150㎡의 복층형태를 표준평면형으로 제안하고 있다. 이에 근거하여 에너지 성능 인증기준 평가용 표준주택이며, 4인가구 제2유도기준을 만족하는 85㎡를 케이스의 면적으로 선정하였다.

또한 최상층, 기준층, 최하층, 측벽세대 등 각 등에서 세대의 위치에 따라서 에너지 소요량이 상이하므로 각 공동주택에서 전용면적 85㎡로 구성되어있는 대표등을 선정하여 동별 난방에너지 소요량을 평가하였다.

2. 건축물에너지효율등급 및 평가프로그램 개요

2.1. 건축물에너지효율등급 개요

건축물에너지효율등급은 에너지 효율적 설계와 시공을 실시한 건축물에 대해 등급별로 인증하여 에너지 절약형 건축물을 보급하는 것이 목적이며, 등급에 따라 지방세 감면, 건축기준 완화, 조달청 입찰참가자격 심사(PQ) 가점 부여, 환경개선부담비용 감면 등의 혜택을 볼 수 있다.¹⁾ 2013년 근거법령 변경에 의해 신축 공동주택과 신축업무용 건축물에서 신축과 기존 모든 건축물이 평가 가능한 것으로 인증대상이 확대되었다. 또한 종전 5개 등급에서 개정 후 10개 등급으로 확대²⁾되었으며, 이는 Table 2와 같다.

건축물에너지효율등급 인증제도의 관련 근거로는 건축물에너지효율등급 인증에 관한규칙(국토교통부령 제6호, 2013.5.20제정), 건축물에너지효율등급 인증기준(국토교통부 고시 제 2013-248호, 산업통상자원부 제2013-34호), 건축물에너지효율등급운영규정(에너지관리공단 시행세칙), 공공기관 에너지이용합리화 추진에 관한 규정(산업통상자원부 고시) 등이 있다.

2.2. 건축물에너지효율등급 평가프로그램

ECO2 프로그램은 ISO13790과 DIN V18599, 월별 평균 기상데이터를 바탕으로 건물의 월별 에너지 요구량 및 시스템 성능에 따른 소요량을 예측하고, 연간 단위면적당 1차 에너지소요량[kWh/㎡·년]을 근거로 등급을 산출한다. 에너지 소요량은 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기 에너지로 구분하며, 시스템 성능을 평가하기 위해 공조처리, 난방기기, 난방공급시스템, 난방분배시스템, 냉방기기, 냉방분배시스템, 신재생 기기를 각각 입력한다.³⁾

또한 이를 근거하여, ECO2 프로그램은 난방, 냉방, 조명, 급탕, 환기시스템의 5가지 항목을 가지고 단위면적당 1차 에너지소요량을 산출한다.

Table 1. Case of object model

	Heating system	Region	net floor area (㎡)	the number of households
Case1	District heating	Central region	84.816	55
Case2			84.816	55
Case3			84.892	51
Case4		Southern region	84.481	94
Case5			84.834	79
Case6			84.997	88

Table 2. Building energy rating standard

Rating	Previous program	New Program
	New apartment house	Residential Buildings
	The total energy savings (%)	Annual primary energy consumption per unit (kWh/㎡·year)
1+++	-	e < 60
1++	-	60 ≤ e < 90
1+	-	90 ≤ e < 120
1	40% ≤ e	120 ≤ e < 150
2	30% ≤ e < 40%	150 ≤ e < 190
3	20% ≤ e < 30%	190 ≤ e < 230
4	10% ≤ e < 20%	230 ≤ e < 270
5	0% ≤ e < 10%	270 ≤ e < 320
6	-	320 ≤ e < 370
7	-	370 ≤ e < 420

공동주택 평가 시, 종전 프로그램과 비교하여 ECO2 프로그램은 비난방공간을 제외한 세대만을 평가하며, 난방방식 및 효율, 용량 등 기기의 세부적인 성능을 입력한다.

또한, 지역 입력시, 종전 프로그램은 중부, 남부, 제주 중 선택해야했으나 ECO2 프로그램은 서울, 부산, 인천, 대구, 대전, 광주, 강릉, 원주, 춘천, 전주, 청주, 목포, 제주 중 선택할 수 있다.

3. 대상건물 평가

3.1. 대상건물 난방에너지소요량 결과

ECO2 프로그램에서는 난방, 냉방, 환기 등 5가지 항목을 평가하지만, 본 논문에서는 난방에너지 소요량만을 비교 분석하였다.

냉방과 환기의 경우 공동주택에 따라 설치 유무와 기기 사양이 다양하므로 냉방시스템과 환기시스템이 설치되어 있지 않은 공동주택을 선정하여 비교하였다.

또한, 조명과 급탕의 경우 사용자의 패턴, 기기 사양에 따라 차이가 나므로 본 논문의 비교항목에서 제외하였다.

중부지역 케이스 1, 2, 3의 동평면 형태는 Y자형의 탑상형아파트이며, 남부지역 케이스 4, 5, 6의 동평면 형태는 V자형의 탑상형아파트이다.

코어의 위치는 케이스에 따라 차이가 있다. 중부지역 케이스 1, 2, 3는 동평면의 중앙에 위치하여 4세대가 공동으로 사용하므로, 동별로 1개의 코어가 있다.

1) 김성하, 건축물 에너지효율등급 인증제도 시행제도 및 주요개정 사항소개, 대한설비공학회 설비저널 제42권, 2013.6

2) 건축물 에너지효율등급 인증 기준, 2013

3) 전지은, ECO2를 활용한 업무용 공공건축물의 에너지절약 설계에 관한 연구, 중앙대학교 학위논문, 2013

또한 남부지역 케이스 4, 5, 6은 2세대가 코어를 사용하므로, 동에 2개의 코어를 가지고 있다.

동평면 형태에 따라서 코어의 위치는 유사하였으나, 케이스에 따라서 계단실과 엘리베이터실의 위치는 차이가 있다.

세대 내 구성은 방3, 주방, 거실, 화장실2로 동일하며, 세대의 면적도 유사하다. 동 평면상의 전체 세대 구성은 유사하며, 동 평면 형태는 차이가 있다.

또한 Table 3, 4는 대상건물의 대표 벽체, 방위 및 창호 성능이며, 각 부위의 성능은 해당 건물 신청 당시 기준인 2011년 2월 기준 지역별 건축물 부위의 열관류율 표의 열관류율에 모두 만족하며, 이는 Table 5와 같다.

Fig. 1은 대상건물의 ECO2프로그램 평가결과로써 1차 난방에너지소요량을 그래프로 나타낸 것으로, 케이스 4가 3541.7로 가장 높게 평가되었으며, 케이스 1이 1964.1로 가장 낮게 평가되었다.

Table 3. Thermal performance of windows

	Type	U-value (W/m ² K)	
Case1	Room window	6mm+12mm(Air)+6mm, PVC	3.000
	Balcony window	6mm+12mm(Air)+6mm, PVC	3.000
	Expanded balcony window	6mm+12mm(Air)+6mm + 6mm+12mm(Air)+6mm, PVC	2.000
Case2	Room window	6mm+12mm(Air)+6mm, PVC	3.000
	Balcony window	6mm+12mm(Air)+6mm, PVC	3.000
	Expanded balcony window	6mm+12mm(Air)+6mm + 6mm+12mm(Air)+6mm, PVC	2.000
Case3	Room window	6mm+12mm(Air)+6mm, PVC	3.000
	Balcony window	6mm+12mm(Air)+6mm, PVC	3.000
	Expanded balcony window	6mm+12mm(Air)+6mm + 6mm+12mm(Air)+6mm, PVC	2.000
Case4	Room window	5mm+6mm(Air)+5mm, PVC	3.300
	Balcony window	5mm+6mm(Air)+5mm, PVC	3.300
	Expanded balcony window	6mm(Low-e)+12mm(Air)+6mm + 6mm(Low-e)+12mm(Air)+6mm, PVC	1.600
Case5	Room window	5mm+6mm(Air)+5mm, PVC	3.300
	Balcony window	6mm+12mm(Air)+6mm, PVC	3.000
	Expanded balcony window	6mm+12mm(Air)+6mm + 5mm+6mm(Air)+5mm, PVC	2.100
Case6	Room window	5mm+6mm(Air)+5mm, PVC	3.300
	Balcony window	6mm+12mm(Air)+6mm, PVC	3.000
	Expanded balcony window	6mm+12mm(Air)+6mm + 6mm+12mm(Air)+6mm, PVC	2.000

Table 4. Thermal performance of main wall

	Bearing				Type of Exterior Wall	U-value of Outdoor Wall (W/m ² K)
	Type1	Type2	Type3	Type4		
Case1	SE	S	S	SW	Extruded Polystyrene Form Insulation No.Special	0.334
Case2	E	SE	SE	S	Extruded Polystyrene Form Insulation No.Special	0.356
Case3	SE	SE	SW	SW	Extruded Polystyrene Form Insulation No.Special	0.356
Case4	SW	SW	SE	SE	Extruded Polystyrene Form Insulation No.Special	0.450
Case5	SW	SW	SE	SE	Extruded Polystyrene Form Insulation No.2	0.411
Case6	S	S	S	S	Extruded Polystyrene Form Insulation No.Special	0.441

Table 5. U-value of Building Act

Building Component	Central (W/m ² K)	South (W/m ² K)
Outdoor Wall	0.360	0.450
Roof	0.200	0.240
Ground	0.300	0.350
Side Wall	0.270	0.360
Exterior Window	2.100	2.400

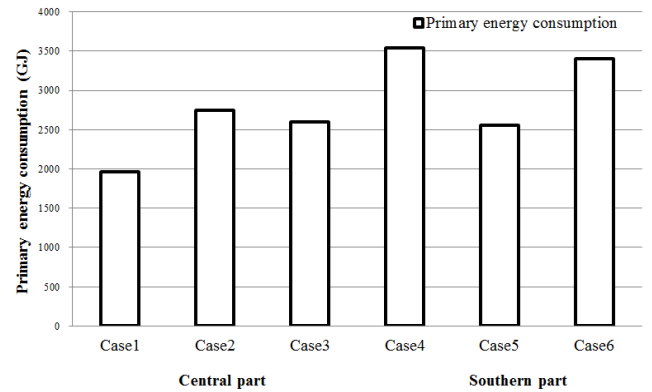


Fig. 1. Evaluation results from ECO2

4. 평가프로그램 결과 및 실제 에너지사용량 비교

4.1. 평가프로그램 결과 및 실제 난방에너지사용량 비교

실제 난방에너지사용량은 국토교통부 공동주택관리정보시스템(<http://old.k-apt.go.kr/>)에서 공동주택 단위면적(m²)당 청구된 요금으로 확인 가능하며, ‘한국지역난방공사 열요금표(2012.6.1. 시행)’를 근거하여 GJ을 산출하였다.

지역난방 요금표(주택용)의 난방용에서 기본요금은 계약면적

Table 6. Evaluation results from ECO2

	Primary energy consumption (GJ/year)	Annual primary energy consumption per unit (kWh/m ² -year)	Rating
Case1	1964.146	117.000	1++
Case2	2745.432	163.500	1+
Case3	2596.086	166.600	1+
Case4	3541.684	123.900	1++
Case5	2552.591	105.800	1++
Case6	3407.098	126.500	1++

Table 7. Actual heating energy consumption

	Actual heating energy consumption (won/m ²)	Actual heating energy consumption (GJ/year)
Case1	3456	834.457
Case2	4171	1009.752
Case3	3858	865.934
Case4	4409	1818.268
Case5	3416	1184.742
Case6	4545	1766.069

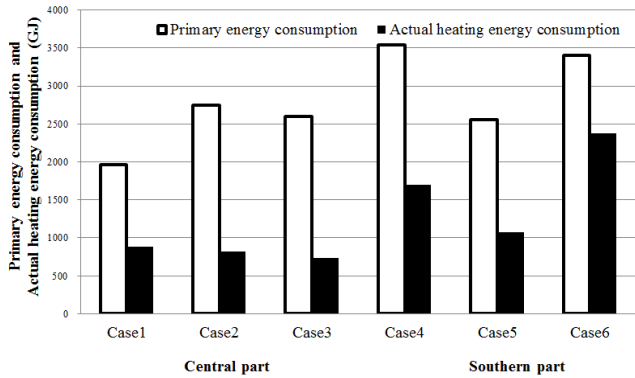


Fig. 2. Comparisons between Actual heating energy consumption and Evaluation results from ECO2

(m²)당 52.4원, 사용요금은 Mcal당 79.28원으로 기본요금과 사용요금을 합하여 난방요금이 청구되는 것을 확인하였으며 이를 근거로 실제사용량을 산출하였다.

모든 케이스는 2011년 입주 완료된 공동주택이며, 해당 공동주택의 2014년 실제 난방사용량을 이용함으로써 Bake out 및 미입주 세대 등에 의한 오차를 최소화 하였다.

Table 6은 ECO2 프로그램 평가결과이며, 1차 난방에너지소요량과 단위면적당 연간1차에너지소요량, 등급을 나타낸다.

Table 7은 실제 난방에너지사용량을 나타낸 것으로, 단위면적(m²)당 난방요금을 GJ로 환산한 것이다.

Fig. 2에 따르면 ECO2 프로그램의 난방에너지소요량과 실제 난방에너지사용량을 비교시 난방에너지소요량 및 사용량은 차이가 있으나 경향은 유사한 것으로 확인되었다.

4.2. 평가프로그램 결과 및 전기에너지사용량 비교

‘난방전력 추정을 통한 겨울철 전력수급안정 도모 (산업자원부 자원정책실, 2003)’에 따르면 생활수준 향상 및 편의성 추구에 따라 추운 기온에 대한 반응도가 민감해짐으로써, 난방기기의 사

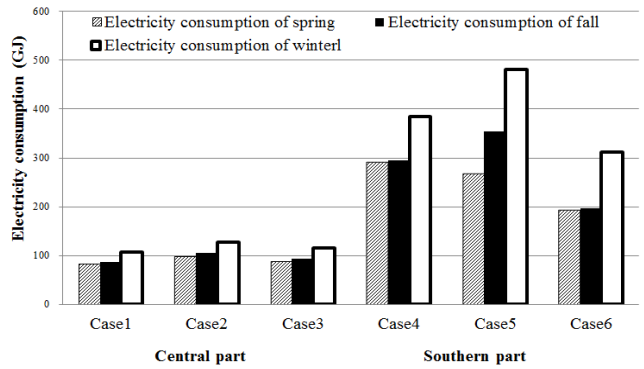


Fig. 3. Seasonal electricity consumption

용이 급격히 증가)되고 있으며 이러한 사실은 난방용 전기사용량의 증가에 따른 동계 전력피크문제와 최근 급증하고 있는 겨울철 최대 전력수요량에서 확인할 수 있다.

또한 집단에너지사업법상 지역난방 사용시 다른 난방용 보일러는 설치할 수 없으며, 전기난방의 경우 화재의 위험성이 적고, 연료의 구매 및 이동이 간편하므로 지역난방을 사용하는 본 논문 케이스의 주요 난방대체제는 전기난방일 수밖에 없다.

이에 따라 겨울철 난방대체제 사용이 실제 난방에너지사용량과 ECO2 프로그램의 난방에너지소요량의 차이에 영향을 미치는 것을 확인할 수 있다.

따라서 본 논문에서 난방대체제의 소비량인 난방용 전기사용량 또한 확인하였다.

국토교통부 공동주택관리정보시스템에서 2014년도 실제 전기사용량 및 단위면적당 전기 사용요금을 확인하였다.

정확한 난방용 전기사용량을 확인할 수 없으므로, ‘가구당 지역난방열 소비량의 변화요인 분석(오현영, 2014)’를 참고하여 냉방기기를 사용하는 여름철을 제외한 봄·가을철 대비 전력소비 증가율을 통하여 겨울철 난방용 전기사용량을 확인하였다.⁵⁾ (Fig. 3 참고)

Fig. 4는 여름을 제외한 봄, 가을, 겨울의 실제 난방에너지 사용

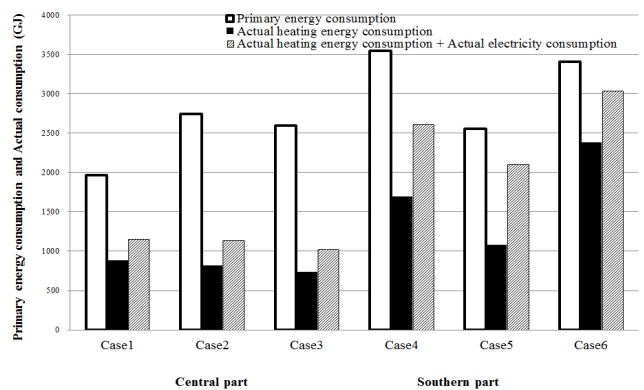


Fig. 4. Comparisons among Actual heating, electricity consumption and heating energy consumption

4) 산업자원부 자원정책실, 난방전력 추정을 통한 겨울철 전력수급안정 도모, 한국개발연구원, 2003
5) 오현영, 가구당 지역난방열 소비량의 변화요인 분석, 에너지경제연구원, 2014

량과 전기사용량을 고려하여 ECO2 프로그램 평가결과와 비교한 것으로, 중부지역과 남부지역에 따라 다소 차이는 있으나 실제 난방에너지사용량만을 가지고 비교할 때 보다 ECO2 프로그램 평가결과와 근접하였다. (Fig. 4 참조)

4.3. 소결

ECO2 프로그램 평가결과와 실제 난방에너지사용량과 비교시 차이는 있으나 경향이 유사한 것을 확인하였으며, 이러한 차이는 주요 난방대체제인 전기난방의 영향 때문인 것으로 확인하였다. 따라서 실제 전기에너지 사용량을 확인하였으며, 여름철은 냉방기기를 사용하므로, 여름을 제외한 봄, 가을, 겨울철의 실제 난방에너지사용량과 전기사용량을 ECO2 프로그램 평가결과인 난방에너지소요량과 비교하였다.

ECO2 프로그램 평가결과인 난방 1차에너지소요량을 지역난방 실제 사용량과 비교 후에 전기에너지 실제 사용량을 합하여, ECO2프로그램 평가결과와 실제 에너지사용량의 오차를 확인하고, 난방 1차에너지소요량을 실제 난방에너지사용량과 실제 전기사용량을 더한 값으로 나누어 보정계수를 확인하였다.

Table 8은 난방에너지소요량, 실제 난방에너지사용량, 실제 전기사용량과 그에 따른 보정계수를 나타낸다.

실제 난방에너지사용량에 실제 전기사용량을 추가하여, 난방에너지소요량과 비교하였을 경우, 난방에너지사용량 비교시보다 오차가 줄어들며, ECO2 프로그램의 정확도를 향상하기 위하여 보정계수가 필요하며, 지역별로 중부지역은 0.5, 남부지역은 0.8의 보정계수를 산출할 수 있다.

5. 결론

실제 공동주택을 대상으로 ECO2 프로그램과 실제 난방에너지사용량을 비교함으로써, 평가 프로그램의 개선방향을 제안하고자 하는 본 논문의 결론은 다음과 같다.

(1) 본 논문은 지역난방을 사용하며 단위면적 85m²의 공동주택을 지역별로 구분하여 총 6개의 케이스를 설정하여 ECO2 프로그램의 평가결과인 1차 난방에너지 소요량과 실제 난방에너지 소요량, 실제 전기에너지 사용량을 확인하였다.

(2) ECO2프로그램 평가결과와 실제 난방에너지사용량을 비교할 때 실제 난방에너지사용량과 1차 난방에너지소요량은 경향은 유사하지만 차이가 있다. 특히 평가결과와 실제사용량의 차이는 봄·가을 대비 겨울에 많은 차이를 보이고 있으며, 이에 따라 계절별 전기사용량 비교시 봄, 가을철 대비 겨울철 전력소비 증가율을 통하여 난방대체제를 사용하는 것으로 확인되었다.

(3) 전기사용량을 고려하였을 경우, 실제 에너지사용량과 건축물에너지효율등급 프로그램 평가 결과의 오차가 감소하며, 이상과 같은 결과로 미루어 볼 때 ECO2 프로그램 평가시 겨울철 난방대체제 사용에 관련한 평가항목이 추가되어야하며, 또한 정확도를 높이기 위해 보정계수가 추가되어야한다.

(4) 본 논문 케이스의 평가결과 및 실제 에너지사용량에 근거하

Table 8. Evaluation results from Modification factor

	Central region			Southern region		
	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5	Case6
Heating energy consumption (GJ)	1964.146	2745.432	2596.086	3541.684	2552.591	3407.098
Actual heating energy consumption (GJ)	688.042	863.337	729.818	1571.942	976.860	1530.913
Actual electricity consumption (GJ)	587.775	789.297	748.136	1429.412	1254.586	1238.640
Actual heating energy consumption (GJ) + Actual electricity consumption (GJ)	1275.817	1652.634	1477.954	3001.355	2231.445	2769.553
Actual energy consumption / Heating energy consumption	0.538	0.412	0.400	0.735	0.823	0.890
Average	0.465			0.816		
Modification factor	0.5			0.8		
Modified value (GJ)	982.073	1372.716	1298.043	1770.842	1276.295	1703.549

여 지역별로 중부지역은 0.5, 남부지역은 0.8로 난방대체제와 관련한 보정계수를 산출할 수 있으며, 특히 중부지역에 대한 보정계수에 대한 고려가 필요하다.

Reference

- [1] 장철용, 한혜심, 이진숙, “건물에너지 관련 법안 기준에 따른 건물에너지효율등급 평가”. 2010 // (Jang, Cheol-Yong, “The Building Energy Efficiency Rating Evaluation depending on law standard associating with building energy”, Journal of Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems. 2010)
- [2] 김성하, “건축물 에너지효율등급 인증제도 현행제도 및 주요개정 사항 소개”, 2013.6 // (Kim, Sung-Ha, “The existing system and major amendments of Building energy rating system, Journal of The Society of Air-Conditioning and Refrigeration Engineers of Korea Vol.42. 2013.6)
- [3] “건축물 에너지효율등급 인증 기준”, 2013 // (“Qualification standard of Building energy rating system”, 2013)
- [4] 전지은, “ECO2를 활용한 업무용 공공건축물의 에너지절약 설계에 관한 연구”, 2013 // (Jeon, Jiwoon, “A study on the energy-saving design for public office buildings using ECO2 program”, Chung-Ang University. 2013)
- [5] 장용성, 홍성희, 박효순, 서승직 “단독주택의 에너지효율 등급설정 및 인증기준(안) 연구”, 2004.12 // (Jang, Yong-Sung et al, “Energy Efficiency Rating and Certification Criterion of a Detached House”, Journal of Architectural institute of Korea, Vol.20 No.12 pp.203-210. 2004.12)
- [6] 김지연, “건축물 에너지효율등급 인증제도의 개요와 현황”, 2014.10 // (Kim, Ji-yeon, “The Summary and present condition of Building energy rating system”, Journal of The Society of Air-Conditioning and Refrigeration Engineers of Korea Vol.39 No.10. 2010.10)
- [7] 오현영, “가구당 지역난방열 소비량의 변화요인 분석”, 2014 // (Oh, Hyun-Yeong, “A study on Change factor of district heating consumption per household”, Korea Energy Economics institute. 2014)
- [8] 산업자원부 자원정책실, “난방전력 추정을 통한 겨울철 전력수급안정도모”, 2003 // (Resources Policy Office of Ministry of Trade, Industry & Energy, “Promote a stable electricity supply in winter through Heating power estimation”, Korea Development Institute. 2003)