



RESEARCH ARTICLE

건축물 에너지효율등급 미평가 공간(냉난방 미설치 공간)의 평가를 위한 입력 데이터 및 적용 방안 제시

서우석¹ · 유동철² · 장향인³ · 신현정¹ · 박병윤⁴ · 최창호^{5*}

¹광운대학교 건축공학과 석사과정, ²광운대학교 건축공학과 박사과정,

³미래환경플랜건축사사무소 건축친환경신기술연구소 연구소장,

⁴수원과학대학교 건축학과 교수, ⁵광운대학교 건축공학과 교수

Suggestion of Input Data and Application Plan for Evaluating the Building Energy Efficiency Rating Unevaluated Space (Without Heating and Cooling)

Seo, Woo-Seok¹ · Yoo, Dong-Chul² · Jang, Hyang-In³ · Shin, Hyun-Jung¹ · Park, Byoung-Yoon⁴ · Choi, Chang-Ho^{5*}

¹Master Course Student, Department of Architectural Engineering, Kwangwoon University, Seoul, Korea

²Doctor Course Student, Department of Architectural Engineering, Kwangwoon University, Seoul, Korea

³Director, Institute of Green Building and New Technology, Mirae Environment Plan, Seoul, Korea

⁴Professor, Department of Architecture, Suwon Science University, Hwaseong, Korea

⁵Professor, Department of Architectural Engineering, Kwangwoon University, Seoul, Korea

*Corresponding author: Choi, Chang-Ho, Tel: +82-2-942-3824, E-mail: choi1967@kw.ac.kr

ABSTRACT

The purpose of this study is to create data so that unevaluated spaces can be evaluated to resolve the uncertainty arising from the spaces excluded from evaluation due to the absence of a cooling/heating system, such as apartment housing or tenant space, when certifying the energy efficiency of a building. Therefore, the main cooling system was investigated for apartment housings and the main building usage and the main cooling and heating system were investigated for tenant spaces. Accordingly, data was created by checking the ECO2 input data, which is the main program used to evaluate the energy efficiency of a building. Its error rate was verified through comparison with the case of a building energy efficiency rating to verify the created data. As a result, the apartment housing data was calculated with an energy consumption of about 7%, and the tenant space data was calculated with an error rate of 10% and a confidence level of 90%. Regarding apartment housings, the air conditioning days are different for each region and it is judged that a deviation occurred because the energy consumption was calculated based on the data of the minimum consumption efficiency standard. In addition, regarding tenant spaces, it is judged that an error occurred because the load calculation criteria are different depending on the characteristics of a space within the neighborhood living facilities. Therefore, it is believed that the application of data created in this study will contribute to the improvement of building energy efficiency certification system.

주요어 : 건축물 에너지효율등급, 공동주택, 임대공간, 입력 데이터

Keywords: Building Energy Efficiency Rating, Apartment Housing, Tenant Space, Input Data

OPEN ACCESS

Journal of KIAEBS 2021 February, 15(1): 27-39
<https://doi.org/10.22696/jkiaeb.20210003>

pISSN : 1976-6483
eISSN : 2586-0666

Received: December 23, 2020

Revised: January 13, 2021

Accepted: January 13, 2021

© 2021 Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems.



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

연구의 배경 및 목적

2001년 8월부터 공동주택을 대상으로, 2013년 녹색건축물 조성지원법 개정 이후 모든 건축물을 대상으로 냉방, 난방, 급탕, 조명, 환기 부분의 1차에너지소요량 합계의 결과를 통해 평가가 시행되어 왔으며, 첫 번째 본인증 취득 연도인 2004년부터 2019년까지 본인증 현황은 연평균 69.36% 상승해왔다.

냉·난방 면적에 따른 건축물 에너지효율등급 인증 의무화로 인증현황이 증가함에 따라 녹색건축물조성지원법 등 관련법을 개정하였지만 효율등급 인증제도 내 미평가 요소에 대한 문제 제기는 있으나, 별도의 개선 및 개정은 이루어지지 않는 상황이다.

미평가 요소란 준공 시점을 기준으로 주거 부분 중 공동주택의 냉방 시스템 미설치, 비주거 부분 중 임대공간 등과 같이 냉·난방 시스템 미설치로 인해 건축물 에너지효율등급 인증이 불가능한 요소들을 뜻한다. 공동주택의 경우, 준공 당시 냉방 시스템이 부재임에도 불구하고, 난방, 급탕, 조명, 환기로만으로 평가가 가능함에 따라 대부분의 공동주택 건물에서는 냉방 시스템을 설치하지 않고 평가가 이루어져 왔다. 냉방 부분을 제외한 인증평가는 각 요소별(난방, 급탕, 조명, 환기) 에너지소요량 계산을 위해 대상 공간의 연면적을 100% 고려하므로 계산된 등급산출용 1차에너지소요량과 준공 이후 냉방 시스템 설치로 인해 냉방 부분을 고려한 1차에너지소요량의 차이가 발생하게 된다.

또한 임대공간 등과 같이 준공 당시 냉·난방 시스템이 임차인 설치 분으로 설치가 되어있지 않을 경우, 건축물 에너지효율등급 인증에서 제외되어 평가되고 있다. 이는 동일한 연면적을 가진 건축물로 볼 때, 고효율 냉난방 시스템을 100% 설치한 건물과 60%만 설치하여 해당 공간을 대상으로 평가를 진행하여 40%에 해당하는 미평가 요소(임대공간)를 보유하고 있는 건물과 비교 시 60%의 건물은 고효율 냉난방기기를 활용하여 효율등급을 취득하였으나, 평가 당시 제외되었던 40%의 임대공간은 준공 이후 임차인의 자율적인 의사와 상대적으로 비용이 저렴한 저효율 냉·난방 시스템을 설치함에 따라 100% 고효율 냉·난방 시스템을 설치한 건축물 대비 다소 유리하게 건축물 에너지효율등급을 취득할 수 있는 상황이다.

이러한 상황으로 해당 공간(공동주택, 임대공간)에서 준공 이후 냉·난방 에너지소요량이 추가적으로 발생하지만 본인증 당시 공동주택의 냉방 시스템, 임대공간의 냉·난방 시스템 부재로 인해 데이터를 입력할 수 없으므로 제외되어 계산된 에너지소요량과 모든 냉·난방 공간에서 사용되는 에너지사용량의 괴리가 발생하여 제도상의 허점이 발생되고 있어 Lee (2017), Choi (2020)의 연구와 같이 냉·난방 시스템을 입력하여 냉·난방 에너지소요량 추가 발생에 따른 건축물 에너지효율등급의 변화에 대한 연구를 진행하였지만, 최소한의 기준이 아닌 임의의 냉·난방 시스템 데이터를 적용하여 입력 데이터에 대한 객관성이 부족한 상황이다.

이에 본 연구에서는 건축물 에너지효율등급에서 미평가 공간(냉·난방 미설치 공간)에 대해 평가가 가능하도록 국내·외 기준 조사와 통계 분석을 통해 참조 데이터를 도출하였고, 실제 사례와 비교를 통해 검증 진행하였다.

연구의 방법 및 절차

본 연구에서는 준공 당시 공동주택 및 비주거 건축물 내 임대공간과 같이 냉·난방 시스템 미설치로 인해 평가에서 제외되고 있는 부분에 대하여 건축물 에너지효율등급 평가 시 활용 가능한 입력 데이터를 제시하였으며, 이를 수행한 연구의 방법 및 절차는 Figure 1과 같다.

미평가 요소인 공동주택, 임대공간의 기본 배경을 확인하기 위해 국가통계를 통한 공동주택의 주 설치 냉방 시스템, 임대공간의 주 건축물 용도, 주 설치 냉·난방 시스템을 확인하였다. 그에 따라 건축물 에너지효율등급 인증 목적으로 사용되는 프로그램인 ECO2에 입력하기 위해 조사한 미평가 요소의 기본 배경을 기준으로 ECO2 내 냉방기기, 난방기기, 난방분배시스템 등 입력 요소를 확인하였다. 앞서 확인한 ECO2 입력 요소를 기준으로 국내·외 기준(효율관리기자재 운용규정, DIN V 18599-5,7 (2018) 등)을 조사하여 미확정 요소에 대한 최소한의 평가가 가능하도록 입력 데이터를 작성하였으며, 작성된 데이터와 건축물 에너지효율등급 인증 사례의 비교를 통해 오차율을 확인하여 데이터의 유효성을 검증하였다.

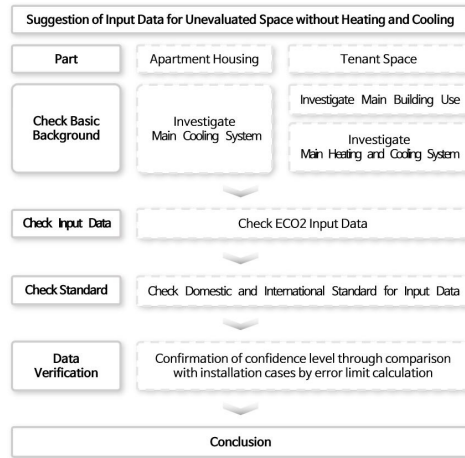


Figure 1. Methods and Process of Study

미평가 요소 현황

공동주택

한국전력거래소의 2019 주택용 가전기기 보급현황 조사 보고서에 따르면 공동주택의 주 설치 냉방 시스템은 주요 에어컨디셔너 보급 타입 순으로 확인하였을 때, 스탠드형이 과반수를 차지하고 있으며, 이후 벽걸이형, 창문형, 이동형 타입과 천장형 타입 순으로 확인되었다(Figure 2 참조).

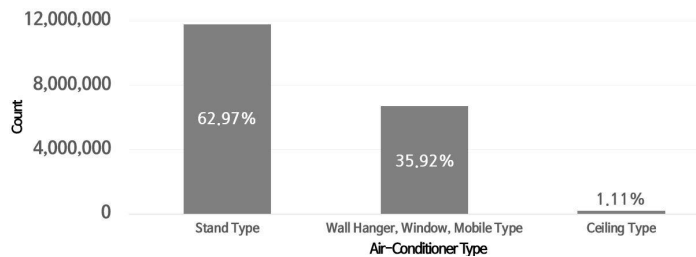


Figure 2. Distribution Rate by Type of Apartment Cooling System

임대공간

한국통계진흥원의 「상업용부동산임대동향조사」 2019년 정기통계품질진단 결과보고서에 따르면 임대공간의 주 건축물 용도는 오피스, 중대형 상가, 소규모 상가로 나뉘어져 있으며, 주 건축물 용도는 업무시설, 근린생활시설, 판매시설, 운동시설, 위락시설로 구분하고 있다. 세움터의 「2019 건축물 현황」에 따르면 앞서 구분된 건축물(오피스, 중대형 상가, 소규모 상가) 현황 중 근린생활시설이 동수 기준 86.90%, 연면적 기준 59.53%로 과반수를 차지하고 있어 임대공간의 주 건축물 용도가 근린생활시설인 것을 확인하였다(Figure 3 참조).

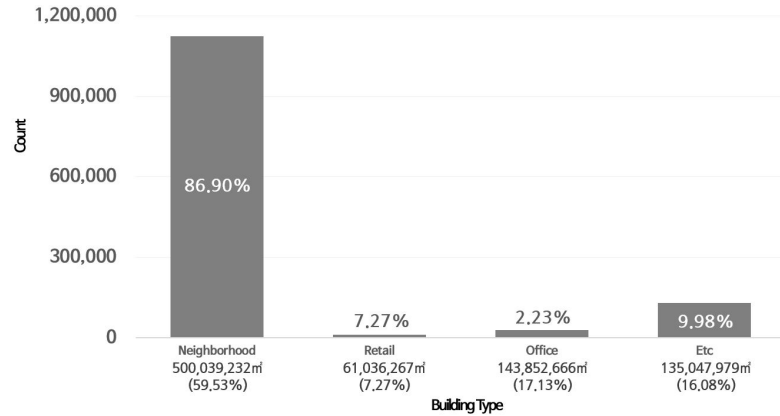


Figure 3. 2019 Building Usage Status

환경부의 「상업건물의 에너지사용기기 보급현황 실태조사 결과 보고서」에 따르면 냉·난방 시스템은 Table 1과 같이 개별식 시스템이 85.68%, 중앙집중식 시스템이 14.32%로 개별식 시스템의 설치 비율이 중앙집중식 시스템 대비 약 6배 높게 나타났다. 또한 중앙집중식 시스템의 경우, 배관공사 등 준공 이전 시공해야 하는 부분으로 건축물 에너지효율등급 인증 시 미평가 공간에 해당하지 않으므로 개별식 시스템에 대한 세부 유형 조사를 진행하였다.

Table 1. Supply Status by Type of Air-conditioning Equipment

Part	Centralized System	Individual System
Count	389,496	2,329,740
Percentage	14.32%	85.68%

에너지관리공단의 「건물냉난방기기 원격관리시스템 개선방안에 관한 연구」 보고서에 따르면 Table 2과 같이 건축물 용도와 무관하게 전기히트펌프를 1순위로 설치하는 것으로 나타났다.

Table 2. Heating and Cooling System Installation Ranking

Rank	1st	2nd
Retail	EHP	Air-conditioner
Hospital	EHP	AHU
Store	EHP	-
Etc	EHP	etc

ECO2 입력 요소

건축물 에너지효율등급 인증평가를 위해 에너지관리공단에서 배포하여 활용하고 있는 건축물 에너지 시뮬레이션 평가틀인 ECO2는 ISO 13790(ISO 52016으로 개정), DIN V 18599를 기반으로 월별 평균 기상데이터를 사용하여 냉방, 난방, 조명, 급탕, 환기 요소를 산출하여 단위면적당 1차에너지소요량을 평가한다.

앞서 확인한 공동주택의 에어컨디셔너와 임대공간의 근린생활시설 내 전기히트펌프의 ECO2 시뮬레이션을 위한 입력 요소로는 난방기기, 난방공급시스템, 냉방기기에 대한 데이터가 필요하며, 세부 요소로는 냉·난방 용량, 냉·난방 효율, 실내·외기 종류, 팬/송풍기의 정격 전력 등이 있는 것을 확인하였다(Table 3 참조).

Table 3. ECO2 Input Data for Evaluation of Unrated Elements

Part	ECO2 Input Data
Cooling System	<ul style="list-style-type: none"> • Cooling Capacity (kW) • Cooling Efficiency (EER) • System Type (Indoor and Outdoor-Separate System or Multi-Separate System) • Control Method (on/off control or number of rotations control)
Heating System	<ul style="list-style-type: none"> • Heating Capacity (kW) • Heating Efficiency (COP) • Maximum Piping Length (m) • System Type (Indoor and Outdoor-Separate System or Multi-Separate System)
Heating Supply System	<ul style="list-style-type: none"> • Rated Power of Fan/Blower (W)

입력 데이터

공동주택

1) 용량 산정 기준

준공 이후 공동주택 내 설치되는 냉방 시스템의 경우, 에너지관리공단의 효율관리제도 내 에너지효율등급 인증을 받은 제품을 생산하는 제조사(인증 제품 중 L사, S사 포함 51.18% 차지)의 권장사항을 기준으로 설치되고 있어 제조사의 권장사항과 가장 유사한 국내 기준을 조사하였다. 전기냉방기의 인증 현황에 따르면 L사와 S사에서 전기냉방기를 KS C 9306(2017) 에어컨디셔너 기준으로 제조하고 있으며, 그에 따라 공동주택 내 냉방 시스템을 설치할 경우, 제조사의 권장사항은 전용면적의 1/2배를 고려하여 냉방 용량을 산정(55~61.5 W/m²)하고 있다.

이에 국내 공동주택의 냉방부하 산정법을 조사한 결과, KDS 41 90 00은 140 W/m², KS C 9306은 110~123 W/m², 대한기계설비산업연구원(KRIMFI, 2017)은 64.0~66.4 W/m²로, 대한기계설비산업연구원의 부하 산정법이 제조업체 권장사항과 가장 유사한 기준으로 확인되었다(Table 4 참조).

Table 4. Standard for Calculation of Cooling Load for Apartment Housing

Part	Calculation of Cooling Load
Manufacturer's Recommendations	55 W/m ² ~ 61.5 W/m ²
KRIMFI	64.0 W/m ² ~ 66.4 W/m ²
KS C 9306	110 W/m ² ~ 123 W/m ²
KDS 41 90 00	140 W/m ²

2) 최저소비효율

제조업체의 에어컨디셔너는 KS C 9306의 규정에 의해 효율관리기자재 운용규정(MOTIE, 2020)의 최저소비효율 기준을 만족하도록 되어있다. 효율관리기자재 운용규정 내 전기냉방기의 최저소비효율 기준에 따르면 아래 Table 5과 같이 각 정격냉방용량별로 최저소비효율을 구분하고 있어 해당 기준을 참고하였다.

Table 5. Lowest Consumption Efficiency of Electric Air-conditioner

Part	Lowest Consumption Efficiency	
Separation	Rated Cooling Capacity < 4 kW	3.50 EER
	4 kW ≤ Rated Cooling Capacity < 10 kW	3.15 EER
	10 kW ≤ Rated Cooling Capacity < 23 kW	2.89 EER

3) 실내·외기 기준

한국전력거래소의 보고서에 따르면 공동주택 내 에어컨디셔너 보급률을 2019년 기준 가구당 0.97대를 설치하고 있어 ECO2 내 입력값을 기준으로 멀티분리방식이 아닌 실내외분리시스템으로 확인되었다(Table 6 참조).

Table 6. Air-conditioner Penetration Rate

Year	Per-household Penetration Rate	Number of Supplies
2013	0.78	13,463,000
2019	0.97	18,682,000

4) 공동주택 냉방 시스템 데이터

공동주택의 입력 데이터는 대한기계설비산업연구원에 따른 냉방 용량 산정 기준 및 효율관리기자재 운용규정에 따른 냉방 최저소비효율 및 실내·외기 데이터를 작성하였으며, 그에 따라 작성된 공동주택 냉방 시스템의 ECO2 입력 데이터는 다음 Table 7과 같다.

Table 7. Air-conditioner System Input Data for Apartment Housing

Part	Input Data
Refrigerator*	Compression Formula
Compression Type*	Indoor Air Conditioning System 66.4 W/m ² (Area ≤ 50 m ²)
Capacity	66.0 W/m ² (50 m ² < Area ≤ 85 m ²) 64.0 W/m ² (85 m ² < Area)
EER	2.89 ~ 3.50
Indoor Unit Type	Indoor and Outdoor-Separate System
Control Type	On/Off Control

* ECO2 Default Value

ECO2의 냉방기기에 전기냉방기 입력 시 냉동기 방식은 압축식, 압축식 냉동기 종류는 실내공조시스템으로 Default 값이다.

냉방 용량 산정 기준의 경우, 전용면적 50 m², 85 m²를 기준으로 소형, 중형, 대형 공동주택으로 나누고 있어 각각 66.4 W/m²(50 m² 이하), 66.0 W/m²(50 m² 초과, 85 m² 이하), 64.0 W/m²(85 m² 초과)으로, 냉방 최저소비효율은 정격냉방용량을 기준으로 3.50 EER(4 kW 미만), 3.15 EER(4 kW 이상, 10 kW 미만), 2.89 EER(10 kW 이상, 23 kW 미만)으로 구성하였다. 그리고 실내·외기 기준의 경우 국가 통계에 따른 공동주택 내 에어컨디셔너 보급률이 2019년 기준 가구당 0.97대로 약 1대를 보급하는 것으로 확인되어 실내외분리시스템 및 On/Off 제어 방식으로 적용하였다.

임대공간

1) 용량 산정 기준

준공 이후 임대공간 내 설치되는 냉·난방 시스템의 경우, 에너지관리공단의 효율관리제도 내 에너지효율등급 인증을 받은 제품을 생산하는 제조사(인증 제품 중 L사, S사 포함 69.41% 차지)의 권장사항을 기준으로 설치되고 있어 제조사의 권장사항과 가장 유사한 국내 기준을 조사하였다. 전기히트펌프(EHP)는 KRA-3003:2002 (KRAIA, 2018) 멀티형 에어컨디셔너를 기준으로 제조되고 있으며, 그에 따라 근린생활시설 등과 같이 상가 건물 내 냉·난방 시스템을 설치할 경우, 제조사의 권장사항은 면적의 2배를 고려하여 냉·난방 용량을 산정(냉방: 220~246 W/m², 난방: 334~374 W/m²)하고 있다.

하지만 건축물 에너지효율등급 인증 시 제조사의 제품을 기준으로 설치되고 있기 때문에 에너지관리공단의 효율관리제도 내 인증된 전기히트펌프의 냉·난방 용량 비율을 확인해야하므로 난방부하 산정법은 효율관리제도 내 인증된 제품의 냉·난방 용량 비율에 따라 적용하였다.

또한 국내 근린생활시설의 난방부하 산정법을 조사한 결과, KRA -3003:2002는 110~123 W/m², 한국지역난방공사(KDHC, 2017)는 179.1 W/m², KDS 41 90 00은 187 W/m²로, KDS 41 90 00의 부하 산정법이 제조업체 권장사항과 가장 유사한 기준으로 확인되었다(Table 8 참조).

Table 8. Standard for Calculation of Cooling Load for Neighborhood

Part	Calculation of Cooling Load
Manufacturer's Recommendations	220 W/m ² ~ 246 W/m ²
KDS 41 90 00	187 W/m ²
KDHC	179.1 W/m ²
KS C 9306	110 W/m ² ~ 123 W/m ²

추가적으로 에너지관리공단의 효율관리제도 내 인증된 제품 정보에 따라 냉·난방 용량 비율을 확인한 결과, 정격냉방용량 20 kW 미만의 경우 냉방용량 1 kW 당 난방용량 1.17 kW, 정격냉방용량 20 kW 이상, 70 kW 미만의 경우 냉방용량 1 kW 당 난방용량 1.12 kW로 나타나 해당 비율로 적용하였다.

2) 최저소비효율 기준

제조업체의 전기히트펌프는 KS C 9306의 규정에 따라 효율관리기자재 운용규정의 최저

소비효율 기준을 만족하도록 되어있다. 하지만 효율관리기자재 운용규정 내 전기냉난방기 및 멀티전기히트펌프시스템의 최저소비효율 단위는 냉·난방 기간별 소비효율(CSPF, HSPF)과 통합냉방효율(IEER)로 ECO2의 입력 단위인 정격냉방효율(EER), 외기온도에 따른 난방 효율과 상이함에 따라 국내 기준의 적용이 어려워 ECO2 알고리즘 기반인 DIN V 18599의 최저소비효율을 참고하여 Table 9와 같이 작성하였다.

Table 9. Lowest Consumption Efficiency of Electric Heat Pump

Part	Lowest Consumption Efficiency	
	Cooling	Heating
Rated Cooling Capacity < 12 kW	2.60 EER	3.50 COP
12 kW ≤ Rated Cooling Capacity < 70 kW	3.40 EER	

3) 실내·외기 기준

효율관리기자재 운용규정에 따르면 정격냉방용량 23 kW 미만은 전기냉난방기, 20 kW 이상, 70 kW 미만은 멀티전기히트펌프시스템으로 규정하고 있다. 하지만 냉·난방 시스템의 배관길이를 정격냉방용량 20 kW를 기준으로 분할하고 있어 본 연구의 데이터에서는 정격냉방용량 20 kW 미만을 전기냉난방기로 수정하여 적용하였다. 국내 기준이 없는 팬/송풍기 정격 전력의 경우, 제조사의 카탈로그를 참고하여 작성하였으며, 그에 따른 실내·외기 기준은 아래 Table 10과 같다.

Table 10. Indoor Air-conditioner System Input Data for Tenant Space

Part	Input Data		
Indoor Air-conditioner	Maximum Piping Length	11.5 m (Rated Cooling Capacity < 20 kW) 54.0 m (20 kW ≤ Rated Cooling Capacity < 70 kW)	
	Indoor Unit Type	Indoor and Outdoor-Separate System (Rated Cooling Capacity < 20 kW) Multi-Separate System (20 kW ≤ Rated Cooling Capacity < 70 kW)	
	Control Type	On/Off Control	
	Rated Power of Fan/Blower	Area < 27.81 m ²	27 W
		27.81 m ² ≤ Area < 32.09 m ²	54 W
		32.09 m ² ≤ Area < 38.50 m ²	65 W
		38.50 m ² ≤ Area < 58.82 m ²	97 W
		58.82 m ² ≤ Area < 69.52 m ²	154 W
	69.52 m ² ≤ Area < 160.43 m ²	244 W	

4) 임대공간 냉·난방 시스템 데이터

임대공간의 주 건축물 용도인 근린생활시설을 기준으로 냉·난방 용량 산정 기준(KDS 41 90 00, 2020, 소규모 건축기준) 및 냉·난방 최저소비효율(DIN V 18599-5,7, 2018), 실내·외기 데이터(효율관리기자재 운용규정)를 작성하였으며, 그에 따라 작성된 공동주택 냉방 시스템의 ECO2 입력 데이터는 아래 Table 11과 같다.

Table 11. Air-conditioner System Input Data for Tenant Space

Part	Input Data
Heat Producing Device	Heatpump
Fuel	Electricity
Refrigerator*	Compression Formula
Compression Type*	Indoor Air Conditioning System
Water Supply Temperature*	80°C
Recovery Temperature*	40°C
Cooling Capacity	187 W/m ²
Heating Capacity	120 W/m ²
Cooling : Heating Capacity Ratio	1:1.17 (Rated Cooling Capacity < 20 kW) 1:1.12 (20 kW ≤ Rated Cooling Capacity < 70 kW)
EER	2.60 (Rated Cooling Capacity < 12 kW) 3.40 (12 kW ≤ Rated Cooling Capacity < 70 kW)
COP (B = 0.42A*)	3.50 (A : Outdoor Temperature 7°C) 1.47 (B : Outdoor Temperature -15°C)
Indoor Unit Type	See Table 10

* ECO2 Default Value

ECO2의 전기히트펌프 입력 시 냉방기기 내 냉동기 방식은 압축식이며, 난방기기 내 열생산기기의 방식은 히트펌프, 사용연료는 전기, 급·환수 온도는 각각 80, 40°C로 Default 값이다.

본 연구에서 작성한 임대공간의 데이터 중 냉방 용량 산정 기준은 187 W/m²이며, 냉방 최저소비효율의 경우 정격냉방용량을 기준으로 2.60 EER, 3.40 EER으로 구분하였다. 난방 용량의 경우, 에너지관리공단의 효율관리제도 내 인증된 제품의 냉·난방 용량 비율에 따라 정격냉방용량을 기준으로 20 kW 미만은 냉방용량 1 kW 당 난방용량 1.17 kW, 20 kW 이상, 70 kW 미만은 냉방용량 1 kW 당 난방용량 1.12 kW로 구성하였으며, 난방 최저소비효율은 3.50 COP(외기온도 7°C 기준), 1.47 COP(외기온도 -15°C 기준)로 구성하였다. 이 중 외기온도 -15°C일 때 COP는 외기온도 7°C 기준 42%의 효율을 가지는 것으로 ECO2 내에서 Default 방식으로 적용하고 있다.

실내·외기 데이터 중 최대배관길이는 효율관리기자재 운용규정에 따라 정격냉방용량을 기준으로 11.5 m(20 kW 미만), 54.0 m(20 kW 이상, 70 kW 미만)로, 설비시스템 종류 또한 정격냉방용량을 기준으로 실내외분리시스템(20 kW 미만), 멀티분리시스템(20 kW 이상, 70 kW 미만)으로 구성하였으며, 제어 방식의 경우 On/Off 방식으로 동일하게 적용하였다.

난방공급시스템 중 팬/송풍기 정격전력은 확인할 수 있는 데이터가 없음을 따라 에너지관리공단 효율관리제도 내 인증된 제품의 제조사 비율을 확인하여 과반수를 차지하는 L사, S사의 카탈로그를 참조하여 각 연면적별 기준으로 27 W(27.81 m² 미만), 54 W(27.81 m² 이상, 32.09 m² 미만), 65 W(32.09 m² 이상, 38.50 m² 미만), 97 W(38.50 m² 이상, 58.82 m² 미만), 154 W(58.82 m² 이상, 69.52 m² 미만), 244(69.52 m² 이상, 160.43 m² 미만)로 구성하였다.

데이터 검증

효율관리기자재 운용규정 내 최저소비효율의 경우, 해당 기준 이하로 냉방 시스템을 제조할 수 없다는 점으로 검증이 불필요하고, 임대공간의 DIN V 18599-5,7 (2018) 내 최저소비효율의 경우, 국내 기준의 단위와 상이하여 국내 기준과 비교가 어려워 건축물 에너지효율

등급 인증 사례와 비교를 통해 데이터 검증을 진행하였다.

공동주택

공동주택의 경우, 2013년~2018년 공동주택 에너지효율등급 본인증 사례(1,040건) 내 냉방 시스템 설치 사례 및 세대별(전용면적별) 에어컨디셔너 보급 현황에 대한 국가 통계가 전무하여 국토교통부 K-APT를 통해 공동주택의 실제 1차에너지사용량(Energy Usage)과 1차에너지소요량(Primary Energy Consumption)을 비교하였다.

비교 대상 건축물은 2013년~2018년 공동주택 에너지효율등급 본인증 사례 중 국토교통부 K-APT에서 2018년도 혹은 2019년도를 기준으로 월별 1차에너지사용량 확인이 가능한 건을 분류하고, 이를 중부1, 중부2, 남부지역으로 재분류하여 실제 1차에너지사용량과 입력 데이터를 적용하여 계산한 1차에너지소요량을 비교하여 Table 12, Figure 4와 같이 지역별 오차율을 확인하였다.

Table 12. Air-conditioner System Input Data for Tenant Space

Region	City	Residential Area	Primary Energy Consumption Per Area	Primary Energy Usage Per Area	Error Rate
Central 1	Uijeongbu	4,632 m ²	5.6 kWh/m ²	5.9 kWh/m ²	+7.41%
	Uijeongbu	21,775 m ²	5.7 kWh/m ²	5.0 kWh/m ²	
Central 1	Paju	44,711 m ²	6.2 kWh/m ²	5.3 kWh/m ²	
	Seoul	53,298 m ²	7.0 kWh/m ²	5.7 kWh/m ²	
	Hwaseong	15,867 m ²	5.3 kWh/m ²	5.9 kWh/m ²	
Central 2	Hanam	68,289 m ²	10.0 kWh/m ²	8.6 kWh/m ²	+8.64%
	Seongnam	21,602 m ²	5.3 kWh/m ²	4.9 kWh/m ²	
	Bucheon	101,059 m ²	6.1 kWh/m ²	5.1 kWh/m ²	
	Daegu	29,488 m ²	6.6 kWh/m ²	5.6 kWh/m ²	
South	Daegu	49,125 m ²	6.9 kWh/m ²	6.6 kWh/m ²	+9.74%
	Haman	6,640 m ²	5.0 kWh/m ²	4.6 kWh/m ²	

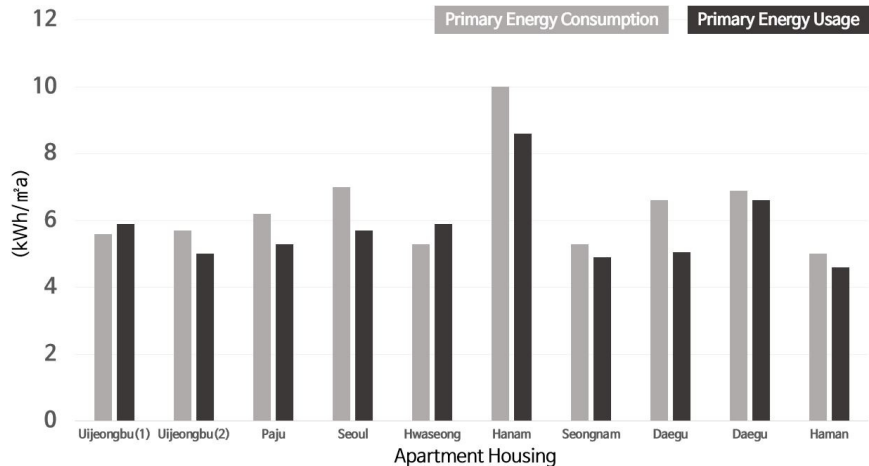


Figure 4. Comparing and Validating Apartment Housing Data

6~10월 중 전기 에너지사용량에서 전월 대비 에너지사용량이 10% 이상 상승한 기간을 냉방 기간으로 설정하였고, 해당 기간(7~9월)을 제외한 최저 에너지사용량의 월을 기준으로 증가하는 에너지사용량의 차를 통해 냉방 에너지사용량을 도출하였다. 그에 따라 냉방 에너지

사용량과 에너지소요량의 차이는 중부1지역은 7.41%, 중부2지역은 8.64%, 남부지역은 9.74%의 차이로 분석되었다. 편차 발생 원인으로서는 제시한 최저소비효율 기준의 데이터 적용으로 인해 에너지소요량이 다소 높게 계산되어 발생한 것과 재실자의 실제 스케줄 반영에서 차이가 나는 것으로 판단되며, 지역별로 상이한 오차율이 도출된 원인은 기상청의 1981~2010년 여름 평균 기온 데이터에 따르면 중부1, 중부2, 남부지역 순으로 냉방도일이 낮게 분포되어 있어 지역별로 각기 다른 오차율이 도출되었다고 판단된다.

임대공간

임대공간의 경우, 2013년~2018년 비주거 건축물 에너지효율등급 인증 사례(3,294건) 중 근린생활시설 내 냉·난방 시스템이 설치된 사례(57건)를 기준으로 실제 근린생활시설 내 설치된 냉·난방 시스템의 정격냉방용량(Case Cooling Capacity)과 본 연구에서 제시한 데이터를 동일한 연면적에 적용하여 계산한 정격냉방용량(Database Cooling Capacity)을 비교한 결과, Figure 5와 같이 오차율 10%, 신뢰수준 90%의 데이터로 계산되었다[식 (1) 참조].

$$Z = \frac{e}{\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}} \quad (1)$$

Z : 신뢰수준 [-]

e : 표본오차 [-]

p : 관찰비율(최대 표본오차 계산시 0.5 적용) [-]

n : 표본의 크기 [-]

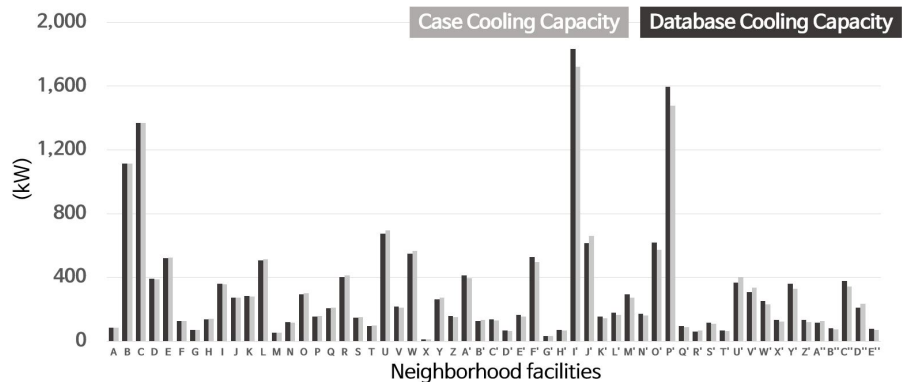


Figure 5. Comparing and Validating Neighborhood Facilities Data

임대공간의 주 건축물 용도인 근린생활시설은 식당시설, 업무시설, 판매시설 등 다양한 용도를 가진 시설들로 구성되어 있어 각기 다른 부하 산정 기준을 가지고 있다. 또한 준공 이후 냉·난방 시스템을 설치할 경우, 설치자 개인의 선택에 따라 제품 선택 시 기호가 반영될 수 있다. 이러한 이유로 본 연구에서 작성한 임대공간에 적용된 데이터와 준공 당시 냉·난방 시스템이 설치된 근린생활시설 에너지효율등급 인증 사례에서 다소 오차가 발생하나, 10% 이내로 유사 용량에 근접한 수치인 것을 확인하였다.

결론

본 연구에서는 건축물 에너지효율등급 내 미평가 공간(냉·난방 미설치 공간)에 대한 평가를 위하여 국가 통계와 국·내외 기준 고찰을 통해 입력 데이터를 작성하였으며, 공동주택은 해당 데이터를 ECO2에 입력하여 에너지사용량과 에너지소요량을 비교하고, 임대공간은 근린생활 시설 에너지효율등급 내 설치된 용량 자료와 입력 데이터 내 용량을 비교하여 검증하였다.

공동주택 입력 데이터의 경우, 건축물 에너지효율등급 평가 시 냉방 시스템을 준공 이후 개인이 설치하기 때문에 인증 사례 중 적용된 시스템이 없는 것으로 조사되었다(오피스텔, 주상복합 제외). 이에 건축물에너지효율등급 인증을 취득한 건물을 대상으로 국토교통부에서 제공하는 K-APT의 자료의 에너지사용량과 입력 데이터를 적용한 냉방에너지소요량과 비교한 결과, 중부1지역은 7.41%, 중부2지역은 8.64%, 남부지역은 9.74%로 나타났다. 편차 발생 원인으로서는 시물레이션 특성 상 재실자의 사용 스케줄을 완벽하게 반영하지 못한 점과 제시한 최저소비효율 기준의 데이터 적용으로 인해 에너지소요량이 다소 높게 계산되어 발생한 것으로 판단된다.

임대공간 입력 데이터의 경우, 임차인의 개인적인 선택에 의해 설치되나, 임대공간의 주요 시설인 근린생활시설에 설치된 냉·난방 시스템의 용량을 건축물 에너지효율등급 인증 사례를 통해 확인할 수 있음에 따라, 해당 공간의 연면적을 기준으로 설치된 용량과 본 연구에서 제시한 데이터를 적용하여 산출한 정적냉방용량을 비교하였다. 총 57건의 근린생활시설을 대상으로 분석 결과, 정적냉방용량을 기준으로 오차율 10%, 신뢰수준 90%를 가진 데이터로 확인되었다. 위와 같이 임대공간에서 오차가 발생한 원인으로서는 근린생활시설 내에서도 각기 다양한 용도 및 개인적인 성향, 내부 집기류에 의하여 용량 부하 산정의 범위가 넓어 편차가 발생한 것으로 사료되나, 조사된 자료의 분석 결과 통계적으로 유의성이 있는 수준으로 판단된다.

그러나 열관류율 기준 상향과 일사조절 장치 도입으로 인하여 냉·난방 에너지요구량이 감소할 경우 입력데이터의 냉·난방 용량과 실제 설치 용량에서 차이가 발생할 수 있으나, 본 연구에서 제안하는 것은 미평가 공간의 면적별 용량 산정, 최저소비효율 적용을 통한 에너지소요량 평가를 목적으로 한다. 이를 통해 해당 입력 데이터 활용 시 제도적인 차원에서 건축물 에너지효율등급 중 미평가 요소로 제외되어 평가되는 건물을 대상으로 최소한의 냉·난방 에너지소요량 평가를 수행할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 국내에서 제조되는 에어컨디셔너, 전기히트펌프 제품의 최소효율을 적용으로 유리하게 평가하는 것을 방지할 수 있다.

이에 평가 대상 건물에 최소기준으로 적용을 원치 않을 경우, 예비인증 단계에서부터 냉·난방 시스템 용량, 효율 입력 정보(상용화된 냉·난방 시스템 또는 고효율 시스템의 장비일람표, 장비계통도 등) 제출을 유도할 수 있을 것으로 기대한다.

그에 따라 본 연구에서 작성한 최저소비효율 기준 데이터의 적용으로 미평가 공간의 건축물 에너지효율등급 평가가 가능하도록 하여 제도 개선에 이바지 할 수 있을 것으로 판단된다. 향후 본 연구에서 제시한 입력 데이터를 적용하여 미평가 공간의 건축물 에너지효율등급 변화 및 실제사례 검증 등에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

후기

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원(No. 20202020800360) 및 한국에너지공단(KEA) 연구사업의 일환(건축물 에너지효율등급 인증 평가체계 고도화 사업 1, 2차년도 연구)으로 수행한 연구입니다.

References

1. Korea Association of Refrigeration and Air Conditioning Industries (KRAIA). (2018). KRA-3003:2002 Multi-type Air-conditioner.
2. Korea District Heating Corporation (KDHC). (2017). Standard for Cooling Heat Use Facilities, Korean KDHC.
3. Korea Institute of Machinery and Equipment Industry (KRIMFI). (2017). A Study on the Standard of Heating and Cooling Load per Unit Area of Building I (Apartment Houses), Korean KRIMFI.
4. Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE). (2020). Regulations for the Operation of Efficiency Management Equipment, Korean MOTIE.
5. Choi, S.W. (2020). Study on Improvement of Evaluation Methods of Building Energy Efficiency Rating. The Doctor Course. Dongguk University, Korea.
6. Lee, E.J. (2017). An Investigation of the Impact of Residential Air-conditioners upon Assessing the Building Energy Efficiency Rating Using ECO2. The Doctor Course. Seoul National University of Science and Technology, Korea.
7. DIN V 18599-5 (2018). Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen.
8. DIN V 18599-7 (2018). Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 7: Endenergiebedarf von Raumluftechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau.
9. KDS 41 90 00 (2020). KDS 41 90 00 Small Scale Building Standard, Architectural Institute of Korea, AIK.
10. KS C 9306 (2017). KS C 9306 Air-conditioner: 2017, Industrial Standards Council, Korean KSCI.