



ECO2 프로그램을 이용한 공동주택의 단위세대 평면 형태에 따른 에너지 효율 평가

The Influence of Unit Plan Shapes to the Energy Efficiency of Collective Housing Simulated by ECO2 Software

김창성*

Kim, Chang-Sung*

* Corresponding author, Dept. of Architectural Engineering, HyupSung Univ., South Korea (cskim815@daum.net)

ABSTRACT

Purpose: Various policies to reduce the energy consumption have been carried out to save Earth environment against global warming and environmental pollution in many countries. Energy consumption of buildings in Korea has reached 24% of total energy consumption, and energy consumption of apartment has been continuously increasing. Therefore, Korea government has executed building energy efficiency rating certification system to control energy consumption of buildings. **Method:** This study was conducted to evaluate the energy performance of apartment unit plans according to the increasement of front width of unit plans, and tried to present the basic data to design more energy conscious unit plans for apartments. For the study, three shapes of unit plans -the 2Bay, 3Bay and 4bay unit- were selected for input models. They were simulated using ECO2 software to assess building energy efficiency rating certification in Korea. **Result:** According to the results, in cases that balcony windows were not installed, the primary energy consumption of the 3Bay and 4Bay units were less than 2Bay unit, respectively, 0.1% and 2.5%. The primary energy consumption of the 3Bay and 4Bay units, in cases that balcony windows were installed, was less than 2Bay unit, respectively, 1.7% and 3.2%.

KEYWORD

에코2 프로그램
공동주택
단위세대
에너지 효율

ECO2 Software
Collective Housing
Unit Plan
Energy Efficiency

ACCEPTANCE INFO

Received September 14, 2015
Final revision received October 6, 2015
Accepted October 8, 2015

© 2015 KIEAE Journal

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

전 세계적인 기후변화와 에너지 비용의 불안정성은 인류의 지속적인 발전과 생존에 대한 커다란 위협이 되고 있다. 지구온난화에 따른 기후변화에는 인간이 사용하는 화석 연료와 탄소 배출량에 밀접한 관계가 있다. 이러한 지구기후변화의 요인을 줄이기 위해서 1992년 리우 기후협약, 2005년 교토의정서, 2009년 코펜하겐 유엔 기후변화 컨퍼런스 등 세계 각 국가에서는 CO2 가스를 포함한 온실가스의 배출을 줄이기 위하여 여러 분야에서의 대책과 정책을 시행하고 있다.

전 세계적으로 건물부분의 에너지 소비량은 전체 에너지 소비량의 40%를 넘어서고 있으며, 국내의 경우 건물부분은 총에너지 소비의 24%를 넘어서고 있다. 이 중에서 가정 부분이 54%, 상업 부분 36%, 공공 및 기타 부분이 10%를 차지하고 있다. 또한, 가정 부분은 아파트 53%, 단독주택 32%의 에너지 소비를 나타내고 있어 공동주택의 에너지 소비 절약에 대한 대책이 중요하 다 할 수 있다. 1) 그러나 건축물에서 소비되는 에너지 소요량에 대한 정확

한 예측은 여러 컴퓨터 툴의 개발에 불구하고 많은 어려움을 가지고 있다. 안기연²⁾은 이런 요인으로 표준적인 시뮬레이션 프로세스와 예측 후 검증할 수 있는 절차가 없는 것을 가장 큰 문제점으로 지적하고 있다.

국내에서는 건물의 친환경성과 에너지 소비 평가를 위해 에너지 성능지표(1979), 건축물에너지효율등급(2001), 친환경건축물인증(2002), 친환경주택건설기준(2009) 등을 시행하였으며, 2013년 녹색건축물 조성지원법의 제정으로 녹색건축물인증 및 건축물에너지효율등급평가가 새롭게 정비되어 시행되고 있다. 이 중 건축물에너지효율등급은 건물에너지 소비량을 정량적으로 평가할 수 있는 제도로서 ECO2 프로그램을 개발하여 건물에너지소비량을 평가하고 있다.

이러한 건축물 에너지효율 평가와 관련된 선행연구로 김창성³⁾은 난방도일법을 기본으로 하여 아파트 단위세대의 에너지 효율을 평가하였으며, 박상원⁴⁾은 난방도일법과 ECO2 프로그램에

- 1) 김창성, 국내 공동주택 부분의 친환경건축 인증평가 항목 및 사례분석, 한국생태환경건축학회논문집, 2013. 04
- 2) 안기연 외 2인, 설계단계에서 동적 건물 에너지 성능분석의 쟁점들, 대한건축학회논문집, 2012. 12
- 3) 김창성, 서경옥, 아파트 단위세대 평면 형태에 따른 건물에너지효율 평가, 한국생태환경건축학회논문집, 2013. 08
- 4) 박상원, 건축물 에너지효율등급 인증제도 개정에 따른 공동주택 에너지효율등급 변화에 따른 연구, 한양대학교 석사, 2015. 02

의한 공동주택의 에너지 성능 차이를 평가하였고, 전지운⁵⁾은 ECO2 프로그램을 이용하여 사무용 건물의 에너지 절약 설계 기법을 제시하였다. 또한, 이아람⁶⁾은 ECO2 프로그램을 이용하여 예측된 난방에너지 소요량과 실제소요량과 비교 분석하였다. 그러나 이상의 연구는 변화하는 아파트 단위세대의 에너지 성능을 예측을 통해 설계단계에서 이용할 수 있는 충분한 자료를 제시하지 못하고 있다.

최근 국내의 아파트 시장은 남향 세대 선호에 따른 분양성 향상을 위해 단위세대 전면 폭이 증가하는 경향이 있다. 단위세대 전면 폭의 증가는 일조, 채광, 조망, 환기 등의 거주환경을 향상시키는 긍정적인 측면과 함께 외벽 및 창호 면적의 증가로 인한 열손실과 열취득으로 난방 및 냉방 부하를 증가시키는 부정적인 요인을 동시에 갖는다. 따라서 본 연구에서는 ECO2 프로그램을 이용하여 아파트 단위세대의 전면 폭 증가에 따른 에너지 성능을 평가하여 보다 에너지 절약적이고 친환경적인 아파트 단위세대 개발을 위한 기초 자료를 제시하고자 한다.

1.2. 연구의 방법 및 범위

본 논문에서는 ECO2 프로그램의 입력모델로서 국내에서 가장 보편적 규모로 공급되는 전용면적 85m² 이하의 평면을 선정하였으며, 다음과 같은 프로세스에 의해 진행되었다.

첫째, 국내 공동주택 에너지효율등급 인증 현황을 파악하고 에너지성능 평가를 위해 이용되는 ECO2 프로그램의 특성을 분석하였다.

둘째, ECO2 프로그램에 의한 평가모델로서 2Bay, 3Bay, 4Bay 평면형식의 단위세대를 입력모델로 선정하고 입력모델의 물리적 변수를 정리하였다.

셋째, 각 입력모델에 대하여 발코니 창이 설치되기 전과 발코니 창이 설치된 후의 경우에 대해 에너지 요구량, 에너지 소요량 및 1차 에너지 소요량을 계산하였다.

넷째, 이상의 프로세스를 통해 계산된 입력모델의 1차 에너지 소요량 비교분석을 통해 각 입력모델의 에너지 성능을 평가하였다.

2. ECO2 프로그램의 특성

2.1. 국내 공동주택 에너지효율등급 인증 현황

2001년도에 제정된 국내 건축물에너지효율등급인증제도는 건축물의 에너지절감율과 에너지소요량을 평가하여 에너지효율 등급을 인증하였다. 그 후 2010년에는 표준주택 대비 총에너지절감율로 인증등급을 평가하였으나, 2013년 녹색건축물 조성 지원법⁷⁾ 제정으로 2013년 9월 이후 신청된 건축물에너지효율등급 인증은 ECO2 프로그램에 의해 연간단위면적당 1차 에너지소요량으로 평가되고 있다.

[표 1]에 의하면, 2014년 현재 공동주택 부문의 에너지 효율등

급 인증은 본인증 630 건 예비인증 1,380 건의 인증을 취득하였으며, 현재 시행되고 있는 등급기준을 [표 2]에 나타내었다.

Table 1. Certification numbers of collective housing (2014)

Year	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	Total
MC	-	-	-	2	2	2	6	29	39	63	92	90	105	200	630
PC	1	2	6	8	28	14	68	63	127	83	141	212	360	267	1,380

PC: Preliminary Certification, MC: Main Certification

Table 2. Criteria of building energy efficiency rating certification

Assessment Type	Primary energy consumption per unit area and year(kWh/m ² ·year)			
Assessment Categories	Energy consumption of heating, cooling, hot water heating, lighting and ventilation			
	Rank 1+++	less than 60	Rank 3	more than 190 less than 230
	1++	more than 60 less than 90	4	more than 230 less than 270
	1+	more than 90 less than 120	5	more than 270 less than 320
	1	more than 120 less than 150	6	more than 320 less than 370
	2	more than 150 less than 190	7	more than 370 less than 420

2.2. ECO2 프로그램에 의한 평가 항목

ECO2 프로그램은 ISO 13790⁷⁾과 DIN V18599⁸⁾를 기준으로 건물에 대한 에너지 평가기법을 마련하고, 월별 평균 기상 데이터를 바탕으로 난방, 냉방, 조명, 급탕, 환기시스템의 5가지 항목에 대하여 단위면적당 건물의 에너지 요구량, 에너지 소요량 및 1차 에너지 소요량을 계산한다. 초기의 ECO2 프로그램은 엑셀기반으로 개발되었으나 사용자 편의를 위해 윈도우 기반으로 구현되어 사용되고 있다.

1) 에너지 요구량

에너지 요구량은 특정 조건하에서 실내를 쾌적하게 유지하기 위해 건물이 요구하는 에너지 량이다. 9) 에너지 요구량은 건축 조건만을 고려하며 설비 등의 기계 효율은 계산되지 않는다. 따라서 실 용도를 고려한 냉·난방 설정온도, 사용시간, 내부 발열량, 외피 열관류율, 방위 등을 고려해서 각 요소들의 건축적 대안을 통해 요구량을 줄일 수 있다.

2) 에너지소요량

에너지소요량은 건물이 필요로 하는 에너지 량을 공급하기 위해 각종 설비의 효율을 고려하여 에너지 요구량에 설비 효율을 합

7) ISO 13790은 건물 에너지 효율에 관한 국제 표준으로서 건물의 냉난방에너지 사용량 계산에 대한 내용이 기술되어 있다.(에너지효율등급 평가프로그램 ECO2와 독일의 프로그램 개발 사례 분석 참조)

8) DIN V 18599은 독일의 건축물 에너지 효율을 평가하는 시스템으로 독일의 프라운호퍼 건축 물리연구소가 주도적으로 개발한 에너지 해석 알고리즘이다.(박상원, op. cit, 2015. 02)

9) 전지운, op.cit, 2013. 08

5) 전지운, ECO2를 활용한 업무용 공공건축물의 에너지절약 설계에 관한 연구, 중앙대학교 석사, 2013.8

6) 이아람 외 5인, 건축물에너지효율등급 평가프로그램에 의한 공동주택 난방에너지 소요량과 실제 사용량 비교, KIEAL Journal, 2015. 04

산하여 계산된다.¹⁰⁾ 즉, 건물에 필요한 에너지를 공급할 때의 배관손실, 보일러 효율 등을 고려하여 에너지 소요량을 계산한다.

3) 1차 에너지 소요량

1차 에너지 소요량은 에너지 소요량에 연료를 채취, 가공, 운송, 변환, 공급과정 등의 손실을 포함한 에너지 량으로서 에너지 소요량에 환산계수를 곱하여 계산된다.¹¹⁾ 국내 에너지효율등급 산정을 위한 1차 에너지 소요량은 연료 1.1, 전력 2.75, 지역난방 0.728, 지역냉방 0.937의 환산계수와 용도 프로파일 및 난방 방식에 따른 가중치를 곱하여 계산된다.

2.3. ECO2 프로그램의 입력 조건

1) 용도 프로파일

ECO2 프로그램에는 건축물 용도에 따라 건축물의 사용시간, 운전시간, 최소도입 외기량, 급탕 요구량 및, 조명 시간의 설정 요구량, 사람 및 작업보조기기의 열 발열원, 냉난방 실내공기온도, 월간 사용일수에 따른 설정 값이 정해져 있다.

2) 기상데이터 및 냉난방부하

기상데이터는 ECO2서버로부터 표준프로파일을 가져오는 방식으로 국내 13개 지역¹²⁾의 외기온도와 수평면/수직면 전일사량을 선택할 수 있다. ECO2의 기상데이터는 TMY - 기상데이터를 근거로 산출한 월별 평균값으로 되어 있어 냉난방 피크 부하를 산출할 수 없다.

3) 신재생에너지

지열, 태양광, 태양열, 열병합 발전의 4가지 신재생에너지 입력이 가능하며, 신재생 에너지 소요량은 1차 에너지 소요량을 계산할 때 전기 비율에 따라 신재생 에너지 소요량이 냉방, 난방, 급탕, 조명, 환기 항목으로 차감되어 계산된다. 그러나 본 연구에서 신재생에너지 부분은 반영하지 않았다.

3. 평가 모델의 특성




3.1. 평가 단위세대 형태

공동주택 단위세대의 전면 폭 변화에 따른 에너지 효율을 평가하기 위해 전용면적 85㎡ 이하 단위세대 평면의 2Bay, 3Bay, 4Bay 형태의 기본형 평면을 평가모델로 선정하였으며, 각 평가모델의 전면 폭은 2Bay 평면 9.3 m, 3Bay 평면 12.4m, 4Bay 평면 13.4m 로 설계되었다. 이러한 입력모델의 에너지 성능을 평가하기 위해 적용된 물리적 개요를 [표 3] 에 나타내었다.

Table 3. Summary of input models

Region	Southern region
area of unit plans	85㎡
shapes of unit plans	standard unit plan of 2bay, 3bay and 4bay shapes
ceiling height	2.4m
heating system	individual heating
Boiler capacity and efficiency	22.2kW/87%
lighting density	10W/㎡
infiltration	4

Shapes of unit plans

2Bay	3Bay	4Bay
		
unit width: 9.3 m	unit width: 12.4 m	unit width: 13.4 m

3.2. 평가모델 입력조건

평가 단위세대의 위치는 중간층 즉 세대를 평가모델로 설정하였고, 남부지방의 건물 부위별 열관류율 기준을 참고하여 창호 및 단열재의 열 성능[표 4]과 입력 모델의 부위별 열 성능[표 5] 을 계산하여 각 입력모델의 에너지 성능 평가에 적용하였다.¹³⁾

Table 4. Thermal performance of window, door and insulation materials for input models

setting up items			thermal cond8uctance	thermal transmittance
			W/m·K	W/㎡·K
insulation material	1	extended polystyrene sheet No. 2-2	0.032	-
	2	glass wool No. 2-24K	0.038	-
	3	special sheet of extruded polystyrene	0.027	-
	4	extended polystyrene sheet No. 2-1	0.031	-
	5	extended polystyrene sheet No.1-2	0.037	-
window	unit exterior	low-e pair glass 5mm+12mm air+5mm	SHGC 0.516	2.1
		pair glass 5mm+12mm air+5mm	SHGC 0.688	
door		insulation thickness less than 20mm	-	2.7

10) 전지운, op.cit, 2013. 08

11) 건축물에너지효율인증등급규정(2013. 09.01)

12) 건축물에너지효율인증등급규정 별표 1에 서울, 부산, 인천, 대구, 대전, 광주, 강릉, 원주, 춘천, 전주, 청주, 목포, 제주의 13개 지역에 대한 기상 자료가 수록되어 있다.

13) 에너지관리공단, 2011 에너지절약계획서 작성 가이드 기준

Table 5. Thermal performance of structural components

Building components		TCon	Thic	TRes	TTra
		W/m·K	m	m ² ·k /W	W/m ² ·K
Exterior wall	outdoor heat transfer resistance	-	-	0.043	0.411
	1 brick	0.6	0.2	0.333	
	2 insulation No.1	0.032	0.06	1.875	
	3 gypsum board	0.18	0.0125	0.069	
	indoor heat transfer resistance	-	-	0.11	
Side wall	outdoor heat transfer resistance	-	-	0.043	0.368
	1 concrete	1.6	0.2	0.125	
	2 insulation No.2	0.038	0.09	2.368	
	3 gypsum board	0.18	0.0125	0.069	
	indoor heat transfer resistance	-	-	0.11	
Structure in contact with unheated space	outdoor heat transfer resistance	-	-	0.043	0.415
	1 brick	0.6	0.2	0.333	
	2 insulation No.3	0.027	0.05	1.851	
	3 gypsum board	0.18	0.0125	0.069	
	indoor heat transfer resistance	-	-	0.11	

TCon: Thermal Conductance, Thic: Thickness, TRes: Thermal Resistance, TTra: Thermal Transmittance

Table 6. Heat loss area of input models (unit: m²)

Building components		2Bay	3Bay	4Bay		
Heated area	window	front	12.99	18.72	20.20	
		rear	9.87	8.64	3.60	
		sub total	22.86	27.36	23.80	
	exterior wall	front	9.33	10.94	11.56	
		rear	12.45	11.26	10.54	
		side part	3.13	0.00	10.03	
		side wall	21.36	20.15	13.49	
		sub total	46.27	42.35	45.62	
		parts in contact with unheated space	wall	17.72	11.47	9.31
			door	2.20	2.20	2.20
	others		2.04	3.74	2.64	
	sub total		21.96	17.41	14.15	
	Unheated area	front door	2.20	2.20	2.20	
		exterior wall	side wall	1.40	4.21	3.22
	Area of input models		84.99	84.99	84.99	

3.3. 평가모델의 외피 열손실 면적

평가 단위세대의 창호 및 벽체의 외피 열손실 면적을 계산하여 [표 6]에 나타내었다. 전용면적은 평가모델 모두 84.99m²로 동일하게 적용되었다. 창 면적은 2Bay 22.86m², 3Bay 27.36m², 4Bay 23.80m²로 나타나 3Bay 평면의 창 면적이 가장 많았으며, 외부 벽 면적은 2Bay 46.27 m² 3Bay 42.35 m² 4Bay 45.62 m² 로 2Bay 평면의 면적이 가장 많았다.

4. 단위세대 평면 형태에 따른 에너지 성능 평가

4.1. 발코니 창 설치 전 ECO2 시뮬레이션 결과

발코니 창이 설치되지 않았을 경우의 단위세대 형태에 따라 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기에너지에 대하여 연간 단위면적당 에너지 요구량, 에너지 소요량 및 1차 에너지 소요량을 ECO2 프로그램으로 시뮬레이션하여 [표 7]에 나타내었다.

Table 7. Energy demand of input models without balcony window(kWh/m²)

	energy demand						
	heating	cooling	hot water	lighting	ventilation	total	relative ratio(%)
2 Bay	22.1	37.3	30.7	18.3	0.0	108.3	100
3 Bay	17.6	44.4	30.7	18.3	0.0	110.9	102.4
4 Bay	14.1	47.3	30.7	18.3	0.0	110.3	101.8
	energy consumption						
	heating	cooling	hot water	lighting	ventilation	Total	relative ratio(%)
2 Bay	47.8	8.2	35.5	18.3	9.3	119.1	100
3 Bay	41.9	9.8	35.5	18.3	9.3	114.7	96.3
4 Bay	34.6	10.5	35.5	18.3	9.3	108.0	90.7
	primary energy consumption for certification						
	heating	cooling	hot water	lighting	ventilation	Total	relative ratio(%)
2 Bay	37.5	22.7	26.4	50.2	25.5	162.3	100
3 Bay	33.1	27.0	26.4	50.2	25.5	162.2	99.9
4 Bay	27.4	28.8	26.4	50.2	25.5	158.3	97.5

결과에 의하면, 단위면적당 에너지 요구량은 2Bay 평면 108.3 kWh/m², 3Bay 110.9 kWh/m², 4Bay 110.3 kWh/m²의 값을 나타내 3Bay 평면의 에너지 요구량은 2Bay 평면에 대하여 2.4%, 4Bay 평면은 1.8% 증가하는 것으로 계산되었다.

에너지 소요량은 2Bay 평면 119.1 kWh/m², 3Bay 평면 114.7 kWh/m², 4Bay 평면 108.0 kWh/m²의 값을 나타내 3Bay 평면의 에너지 소요량은 2Bay 평면에 대하여 3.7%, 4Bay 평면은 9.3% 감소하는 것으로 계산되었다.

또한, 1차 에너지 소요량은 2Bay 평면 162.3 kWh/m², 3Bay 평면 162.2 kWh/m², 4Bay 평면 158.3 kWh/m²의 값을 나타내 3Bay 평면은 2Bay 평면에 비하여 0.1% 적어 큰 차이가 없었으나, 4Bay 평면은 2Bay 평면에 비하여 2.5% 감소하는 것으로 계산되었고, 에너지 효율등급은 2Bay, 3Bay, 4Bay 평면 모두 2 등급으로 평가

되었다. [그림 1]

4.2. 발코니 창 설치 후 ECO2 시뮬레이션 결과

발코니 창이 설치된 경우의 단위세대 형태에 따라 시뮬레이션된 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기에너지 결과를 년간 단위면적당 에너지 요구량, 에너지 소요량 및 1차 에너지 소요량으로 계산하여 [표 8]에 나타내었다.

Table 8. Energy demand of input models with balcony window(kWh/m²)

	energy demand						
	heating	cooling	hot water	lighting	ventilation	total	relative ratio(%)
2 Bay	21.9	29.0	30.7	18.3	0.0	99.8	100
3 Bay	20.3	27.3	30.7	18.3	0.0	96.5	96.7
4 Bay	17.1	28.5	30.7	18.3	0.0	94.5	94.7
	energy consumption						
	heating	cooling	hot water	lighting	ventilation	total	relative ratio(%)
2 Bay	47.5	6.4	35.5	18.3	9.3	117.0	100
3 Bay	45.4	6.0	35.5	18.3	9.3	114.5	97.9
4 Bay	41.2	6.3	35.5	18.3	9.3	110.6	94.5
	primary energy consumption for certification						
	heating	cooling	hot water	lighting	ventilation	total	relative ratio(%)
2 Bay	36.4	16.6	26.4	50.2	25.5	155.1	100
3 Bay	34.8	15.6	26.4	50.2	25.5	152.5	98.3
4 Bay	31.2	15.8	26.4	50.2	25.5	149.1	96.1

결과에 의하면, 에너지 요구량은 2Bay 평면 99.8 kWh/m², 3Bay 평면 96.5 kWh/m², 4Bay 평면 94.5 kWh/m²의 값을 나타내 3Bay 평면은 2Bay 평면에 대하여 3.3%, 4Bay 평면은 5.3% 감소하는 것으로 계산되었다.

에너지 소요량은 2Bay 평면 117.0 kWh/m², 3Bay 평면 114.5 kWh/m², 4Bay 평면 110.6 kWh/m²의 값을 나타내 3Bay 평면은 2Bay 평면에 대하여 2.1%, 4Bay는 2Bay 평면에 대하여 5.5% 감소하는 것으로 계산되었다.

또한, 1차 에너지 소요량은 2Bay 평면 155.1 kWh/m², 3Bay 평면 152.5 kWh/m², 4Bay 평면 149.1 kWh/m²의 값을 나타내 3Bay 평면은 2Bay 평면에 대하여 1.7%, 4Bay 평면은 3.9% 감소하는 것으로 계산되었고, 에너지 효율등급은 2Bay, 3Bay 평면의 경우 2등급, 4Bay 평면 1 등급으로 평가되었다. [그림 1]

[그림 1]에 나타낸 것처럼 발코니 창의 설치 여부에 따른 단위세대 형태 별 에너지 성능을 비교하여 보면, 2Bay 평면은 발코니 창이 설치된 경우 발코니 창이 설치되기 전 1차 에너지 소요량의 95.6%를 나타내어 1차 소요량이 4.4% 감소하였고, 3Bay, 4Bay 평면은 발코니 창이 설치되기 전 1차 에너지 소요량의 94.1%, 94.2%로 계산되어 발코니 창을 설치한 경우가 발코니 창을 설치하지 않은 경우 보다 각각 5.9%, 5.8% 1차 에너지 소요량이 감소하였다.

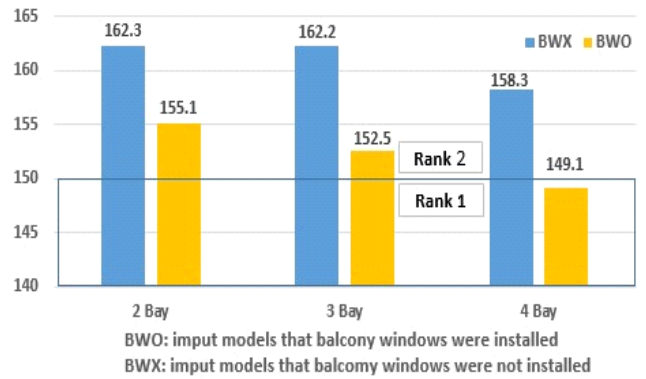


Figure 1. Comparison of energy performances according to installation of balcony windows

4.3. 종합 분석

[표 7]과 [표 8]에 의하면, 전용면적이 동일한 상황에서 급탕, 조명, 환기 항목에 대한 1차 에너지 소요량은 단위세대 형태에 상관없이 동일한 값으로 계산되었으나, 난방 및 냉방의 1차 에너지 소요량은 [표 9]에 나타나 있는 것처럼 단위세대의 전면 폭 증가에 따라 많은 차이를 나타냈다.

Table 9. Primary energy consumption for heating and cooling (kWh/m²)

	primary energy consumption of input models without balcony window					
	heating		cooling		total	
	value	ratio	value	ratio	value	ratio
2 Bay	37.5	100 %	22.7	100 %	60.2	100 %
3 Bay	33.1	88.3 %	27.0	118.9 %	60.1	99.8 %
4 Bay	27.4	73.1 %	28.8	126.9 %	56.2	93.4 %
	primary energy consumption of input models with balcony window					
	heating		cooling		total	
	value	ratio	value	ratio	value	ratio
2 Bay	36.4	100 %	16.6	100 %	52.0	100 %
3 Bay	34.8	95.6 %	15.6	94.0 %	50.4	96.9 %
4 Bay	31.2	85.7 %	15.8	95.2 %	47.0	90.4 %

발코니 창이 없는 경우, 단위세대 전면 폭이 증가함에 따라 열손실과 열 취득의 변화가 많음을 나타내었다. 난방의 경우, 3Bay 평면의 1차 에너지 소요량은 2Bay 평면에 비해 11.7% 감소하였고, 4Bay 평면은 2Bay 평면에 비해 26.9% 1차 에너지 소요량이 감소하여 전면 폭이 넓은 평면의 에너지 성능이 유리함을 나타내었으나, 냉방의 경우, 3Bay 평면의 1차 에너지 소요량은 2Bay 평면에 비해 18.9% 증가하였고, 4Bay 평면은 2Bay 평면에 비해 26.9% 증가하여 전면 폭이 넓은 평면의 에너지 성능이 불리함을 나타내었다. 전체적으로, 난방 및 냉방의 1차 에너지 소요량 합은 2Bay 평면에 비해 3Bay 0.2%, 4Bay 6.6% 감소하여 전면 폭이 넓은 평면의 에너지 성능이 유리함을 알 수 있었다.

발코니 창이 있는 경우, 단위세대 전면 폭이 증가함에 따라 열손실과 열 취득의 변화는 발코니 창이 설치되지 않은 경우보다 상대적으로 적었다. 난방의 경우, 3Bay 평면의 1차 에너지 소요량은 2Bay 평면에 비해 4.4% 감소하였고, 4Bay 평면은 2Bay 평면에 비

해 14.3% 감소하였다. 냉방의 경우, 3Bay 평면의 1차 에너지 소
요량은 2Bay 평면에 비해 6.0% 감소하였고, 4Bay 평면은 2Bay
평면에 비해 4.8% 감소하여, 발코니 창이 설치되지 않았을 경우
와 다른 결과를 나타냈다, 이는 3Bay, 4Bay 평면의 창 면적이
2Bay 평면보다 월등히 많아 발코니 창의 추가 설치로 인한 열성
능이 개선되어 외기의 영향을 덜 받았기 때문이라 판단된다. 전체
적으로 볼 때, 난방과 냉방의 1차 에너지 소요량 합은 2Bay 평면
에 비해 3Bay 평면 3.1%, 4Bay 평면 9.6% 감소하여 전면 폭 증가
에 따라 에너지 성능은 모두 개선되었다.

이상의 결과를 종합해보면, 전용면적이 동일한 상태에서 단위
세대 전면 폭이 증가함에 따라 전체적인 에너지 성능은 개선됨을
나타내었다. 또한, 발코니 창을 설치한 경우의 1차 에너지 소요량
은 발코니 창을 설치하지 않은 경우보다 2Bay 평면은 4.4%, 3Bay
평면 5.9%, 4Bay 평면 5.8% 감소하여 전면 폭 증가에 따라 에너지
성능이 개선됨을 알 수 있었다.

그러나 ECO2 시뮬레이션 과정에서 차양 장치에 대한 평가방
법이 구체적으로 제시되어 있지 않아 발코니의 직사일광 조절 효
과가 제대로 평가되지 못하였고, 월 평균 기상데이터가 평가에 이
용되어 년 중 피크부하에 대한 평가가 이루어지지 못하였다.

5. 결론

본 논문에서는 에너지 절약 적이고 친환경적인 아파트 건설을
위하여 국내 건축물에너지효율등급인증 평가에 이용되고 있는
ECO2 프로그램을 사용하여 단위세대 전면 폭 증가에 따른 에너지
성능을 평가하였다. 본 논문의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 평가 단위세대의 창호 및 벽체의 외피 열손실 면적을 계산해
보면, 창 면적은 3Bay 평면이 27.36㎡로 가장 많았으며, 2Bay 평
면과 4Bay 평면은 각각 22.86㎡, 23.80㎡로 계산되었다. 외부 벽
면적은 2Bay 평면 46.27㎡, 4Bay 평면 45.62㎡, 3Bay 평면 42.35
㎡로 나타나 2Bay 평면의 벽 면적이 가장 많았다.

2) 발코니 창이 설치되지 않았을 경우의 1차 에너지 소요량은
3Bay 평면이 2Bay 평면보다 0.1% 적은 것으로 상호간 큰 차이
가 없었고, 4Bay 평면은 2Bay 평면에 대하여 2.5% 감소하는 것으
로 계산되었다. 발코니 창이 설치된 경우, 3Bay 평면은 2Bay 평면
에 대하여 1.7%, 4Bay 평면은 3.9% 1차 에너지 소요량이 감소하
는 것으로 계산되었다.

3) 난방 및 냉방의 1차 에너지 소요량은 단위세대 전면 폭 증가
에 따라 많은 변화가 있었다. 발코니 창이 없는 경우의 난방 및 냉
방의 1차 에너지 소요량 합은 2Bay 평면에 비해 3Bay 0.2%, 4Bay
6.6% 감소하였고, 발코니 창이 있는 경우는 2Bay 평면에 비해
3Bay 평면 3.1%, 4Bay 평면 9.6% 감소하는 것으로 나타났다.

4) 발코니 창을 설치한 경우의 1차 에너지 소요량은 발코니 창
을 설치하지 않은 경우보다 2Bay 평면은 4.4%, 3Bay 평면 5.9%,
4Bay 평면 5.8% 감소하였다. 또한, 발코니를 설치하지 않은 경우
의 에너지 효율등급은 2Bay, 3Bay, 4Bay 평면 모두 2등급으로 평

가되었고, 발코니 창을 설치한 경우의 에너지효율등급은 2Bay,
3Bay 평면은 2등급, 4Bay 평면은 1등급을 취득하는 것으로 나타
났다.

5) 이상에서와 같이, 공동주택 단위세대의 전면 폭 증가에 따른
에너지 성능은 발코니 창의 설치 여부에 따라 최소 1.7%~최대
9.6% 증가하였다. 따라서 추가적인 에너지 성능 개선을 위해서는
외부 벽체 및 창호의 열 성능 강화를 통한 패시브 디자인이 보다
적극적으로 도입되어야 할 것으로 판단된다. 따라서 이에 대한 연
구는 발코니 확장에 따른 에너지 성능 평가와 함께 후속 연구로
진행하고자 한다.

References

- [1] 김창성, 국내 공동주택 부문의 친환경건축 인증평가 항목 및 사례분
석, 한국생태환경건축학회논문집, 2013. 04 // (C. S. Kim, The
Analysis on the Evaluation Items of Korea Green Building
Certification Criteria by the Case Studies of Collective Housing,
Journal of KIEAE, 2013. 04)
- [2] 김창성, 서경옥, 아파트 단위세대 평면 형태에 따른 건물에너지효율
평가, 한국생태환경건축학회논문집, 2013. 08 // (C. S. Kim, K. W.
Seo, A Study on the Evaluation of the Building Energy Efficiency in
Accordance with the Shapes of the Apartment Unit Plans, KIEAE
Journal, 2013. 08)
- [3] 전지은, ECO2를 활용한 업무용 공공건축물의 에너지절약 설계에 관
한 연구, 중앙대학교 석사, 2013.8 // (J.W. Jeon, A Study on the
Energy Saving Design for Public Office Buildings Using ECO2
Program, Joongang Univ. Master Thesis, 2013. 08)
- [4] 박상원, 건축물 에너지효율등급 인증제도 개정에 따른 공동주택 에너
지효율등급 변화에 따른 연구, 한양대학교 석사, 2015. 02 // (A Study
on Changes of the Energy Efficiency Rating according to the Revised
Building Energy Efficiency Rating Certification System, Hanyang Univ.
Master Thesis, 2015. 02)
- [5] 안기인, 김영진, 박철수, 동적 건물 에너지 성능 분석의 쟁점들, 대한
건축학회논문집, 2012. 12 // (K. U. Ahn, Y. J. Kim, C. S. Park,
Issues on Dynamic Building Energy Performance Assessment in Design
Process, Journal of AIK, 2012. 12)
- [5] 이아람, 김정국, 김종훈, 정학근, 장철용, 송규동, 건축물에너지효율등
급 평가프로그램에 의한 공동주택 난방에너지 소요량과 실제 사용량
비교, KIEAL Journal, 2015. 04 // (A. R. Lee, J. G. Kim, J. H. Kim,
H. G. Jeong, C. Y. Jang, K. D. Song, Comparing the Actual Heating
energy with calculated energy by the amended standard building
energy rating system for apartment buildings. KIEAE Journal, 2015.
04)
- [6] 건축물에너지효율인증등급규정, 2013. 09 // (Korean Regulations for
Building Energy Efficiency Rating Certification, 2013. 08)
- [7] 한국에너지공단, 에너지절약계획서 작성 가이드 기준, 2011 // (Korea
Energy Agency, Guideline for preparation of Building Energy Saving
plan, 2011), <http://www.kemco.or.kr/building/v2/>
- [8] 에너지효율등급 평가프로그램 ECO2 와 독일의 프로그램 개발 사례
분석, http://www.phiko.kr/bbs/board.php?bo_table=z3_01&wr_id=812