



## 공동주택의 단위세대 평면 형태에 따른 에너지성능 비교 분석

### *The Comparative Analysis of Energy Performance According to the shapes of Apartment Unit Plans*

김창성\*

Chang-Sung Kim\*

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

#### ABSTRACT

**Purpose:** Recently, the width of apartment unit plans tend to increase for business purpose and users' preference. This study evaluates the energy performance according to the increase of the width of collective housing and provides basic data for development of energy saving unit plans. **Methods:** This study was carried out as follows. First, the characteristics of the DesignBuilder program used in the simulation are analyzed. Second, 2Bay, 3Bay and 4Bay unit plans were selected as evaluation models, and the variables of the input model were summarized. Third, energy performance of evaluation models in case of placing in the center and side of block plan was evaluated and the results were analyzed. **Results:** The difference in heating energy performance between the central unit plans and side unit plans was small, but the cooling energy load increased significantly as the width increases. The heating energy load of the side unit plans are larger than that of the central unit plans, but the cooling energy load is smaller.

© 2019 KIEAE Journal

#### KEY WORD

디자인빌더  
공동주택  
단위세대  
에너지성능DesignBuilder  
Apartment  
Unit Plan  
Energy Performance

#### ACCEPTANCE INFO

Received Mar 4, 2019  
Final revision received Apr 8, 2019  
Accepted Apr 12, 2019

## 1. 서론

### 1.1. 연구의 배경 및 목적

인류의 지속적인 발전과 생존은 급속하게 변화하는 기후변화와 에너지의 불안정성으로 인해 큰 위협을 받고 있다. 지구 온난화로 인한 기후 변화는 인간이 사용하는 화석 연료에 따른 탄소 배출량과 밀접한 관련이 있다. 지구 기후 변화 요인인 온실가스를 감축하기 위해 1992년에 리우협약부터 시작하여 2005년의 교토의정서, 2009년의 코펜하겐 유엔 기후변화 컨퍼런스, 2015년 파리 협정 등 전 세계 각 국가에서 현재까지 끊임없이 여러 분야에서의 온실가스 감축을 위한 정책과 대책을 시행하고 있다.

전 세계적으로 전체 에너지 소비량 중 건물부분의 에너지 소비량은 48%를 차지하는 것으로 나타난다[1]. 국내 건물 용도에 따른 에너지 소비량은 주거 부분 54%, 상업 부분 36%, 공공 및 기타 부분이 10%로 주거 부분이 매우 많은 비율을 차지한다. 또한, 주거 부분에서 공동주택이 53%, 단독주택이 32%의 에너지 소비량을 나타내어 공동주택의 에너지 소비량 절감에 대한 대책이 요구되어 지며 연구가 활발히 진행되어 지고 있다.

아파트의 평면은 남향 세대 선호와 분양성 향상을 위해 단위세대의 전면 폭이 증가하는 경향을 보여, 과거에는 2Bay 평면이 공급되었지만 현재는 3Bay와 4Bay 평면이 주로 공급되고 있다. 전면 폭이

늘어 날수록 창의 면적도 같이 늘어나 일조·채광·환기·조명 등 거주 환경이 향상되며 조명 에너지를 절약 할 수 있지만, 외기에 접하는 열손실면적의 증가로 인해 난방 및 냉방 부하가 증가되는 부정적 효과도 나타난다. 따라서 본 연구는 공동주택의 단위세대 전면 폭의 증가에 따른 에너지 성능을 평가하여, 향후 에너지 절약적인 공동주택 단위세대 개발을 위한 기초 자료를 제시하고자 한다.

### 1.2. 연구의 방법 및 범위

본 논문은 아파트 단위세대 전면 폭 변화에 따른 난방, 냉방, 조명, 급탕, 환기에너지의 연간 단위면적당 1차 에너지 소요량을 디자인 빌더(DesignBuilder) 프로그램으로 시뮬레이션 하였다. 평가 모델은 현재 국내 공동주택 주동계획에 의하여 많이 사용되어 지는 전용 면적 84㎡ 평면에 대해 중부 지방의 단열 기준을 적용하여 건물에너지 성능을 비교 분석 하였다. 본 연구는 다음과 같은 진행 과정을 따른다.

첫째, 시뮬레이션에 사용되는 디자인빌더 프로그램의 특성을 분석하였다.

둘째, 디자인빌더 프로그램에 의한 평가 모델로 2Bay, 3Bay, 4Bay 형태의 단위세대 평면을 입력 모델로 선정하였으며, 입력 모델의 물리적 변수들을 정리하였다.

셋째, 발코니 확장형 2Bay, 3Bay, 4Bay 평면의 중앙 세대와 측 세대에 위치한 경우의 에너지 성능을 평가 하여 결과 값을 비교 분석 하였다.

## 2. 선행연구 및 디자인빌더 프로그램의 특성

### 2.1. 선행연구 고찰

공동 주택의 에너지 효율 평가와 관련한 선행연구를 Table 1.과 같이 정리하였다. 김창성[2]은 단위세대 평면 전면 폭 변화에 따른 에너지 성능을 평가하였으나 ECO2 프로그램을 이용하여 동적 시뮬레이션이 진행되지 못하였고, 성재은[3][4], 권정우[5], 서혜수[6]는 주동 내의 단위세대 위치에 따른 에너지 성능을 분석하였다. 장영혜[7], 김수정[8], 김민규[9]는 일자형, V자형, L자형 등의 주동 형태에 따른 에너지 성능을 분석하였고, 윤종호[10], 김신혜[11]는 발코니 확장 전후의 에너지 성능을 평가하였다.

이상의 논문은 단위세대 위치와 공동 주택의 주동 형태에 따른 건물에너지성능 분석이 주로 이루어졌으며, 아파트 주동을 구성하는 기본 구성요소인 단위세대의 평면 형태에 따른 에너지 성능 분석이 부족하다(Table 1.). 따라서, 본 논문에서는 동적 시뮬레이션인 디자인빌더 프로그램을 활용하여 단위세대의 평면 형태에 따른 에너지 성능을 보다 정확하게 평가하고자 한다.

Table 1. Precedent research

Author	Research
Kim, Chang-Sung	Energy performance evaluation according to unit shapes using ECO2
Sung, Jea-Eun, et. al 1	Difference in energy demands of the housing units in tower shape apartment Improve the less energy efficient housing units in tower shape apartment
Kwon, Kyung-Woo, et. al 3	Heating energy consumption by heating condition of adjacent household
Suh, Hye-Soo, et. al 1	Energy Simulation Results and Actual Energy Consumption on super high-rise apartment
Jang, Young-Hye, et. al 5	Heating Energy Consumption in the Apartment Complex
Kim, Soo-Jeong, et. al 2	Saving Elements of Heating Load
Kim, Min-Kyu, et. al 2	Insulation Performance of Building Envelope in Regional and Building Form
Yoon, Jong-Ho, et. al 3	Energy Performance Evaluation of Window System with the Balcony Types
Kim, Shin-Hye, et. al 2	Energy performance evaluation of standard type and enlarged type

### 2.2. 디자인빌더 프로그램의 개요

디자인빌더(DesignBuilder) 프로그램은 Energy Plus 건물에너지 해석 시뮬레이션 프로그램을 기반으로 ASHRAE 90.1과 LEED 데이터 값을 탑재하였다[12]. 디자인빌더는 텍스트 기반인 Energy Plus를 시각적으로 모델링이 가능하면서도, 수백 가지의 기본 템플릿과 모델의 상세 수정이 가능하다는 이점이 있다. 디자인빌더 프로그램은 CFD, 비용 산출, LEED인증, 최적화 등 기능을 제공한다. 본 논문의 시뮬레이션에서 필요로 하는 입력 조건을 아래와 같이 기술하였다.

#### 1) Activity

Activity에서는 각 공간의 용도에 맞게 기본 값을 적용할 수 있는

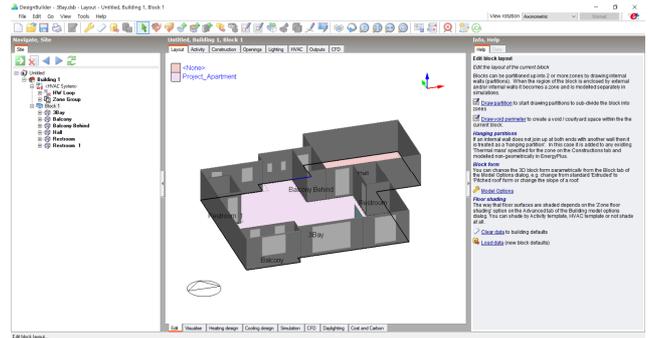


Fig. 1. Input example of DesignBuilder program

General, All Gains, 사람의 신진 대사량 및 사용시간을 설정하는 Occupancy, 사무 장비 및 가전 제품 등의 장비 관련 Other Gains, 각 공간의 요구사항을 설정하는 DHW, 냉·난방 설정 온도와 환기 등의 환경 및 쾌적성을 요구하는 Environmental control로 분류되어 있다.

#### 2) Construction & Openings

Construction은 패시브적 요소로 벽, 지붕, 바닥, 파티션 및 기밀 정보를 입력하고 Openings는 창 및 문, 차양을 설정한다. 각 재료의 물성치를 입력한 후 벽 등의 구조체를 구성하면 재질까지 모델에 적용되어 나타난다.

#### 3) Lighting

Lighting은 실내와 실외의 조명을 포함한다. 조명의 스케줄과 부하를 입력하고, 형태 또한 설정 가능하다. 조도에 따른 자동 제어 장치 포함하고 있다.

#### 4) HVAC

HVAC는 간략한 입력 모드와 상세한 입력 모드로 설정 가능하여 복잡한 시스템의 조합을 입력 할 수 있다. Air Loop, Water Loop, Condenser Loop, DHW Loop, VRF Loop, Chiller Heat Recovery Loop로 크게 나뉘며, 다양한 시스템들을 제공하고 수정하여 작용한다.

## 3. 에너지 성능 평가를 위한 평가대상 입력기준

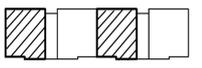
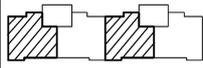
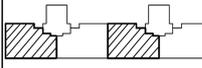
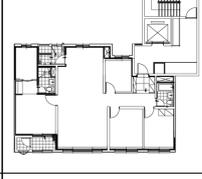
### 3.1. 평가모델 형태 및 입력조건

공동 주택 단위세대 전면 폭의 변화에 따른 에너지 효율을 평가하기 위해 전용면적 84㎡ 평면의 2Bay, 3Bay, 4Bay의 발코니 확장형 단위세대를 평가모델로 선정하였다. 2Bay 모델의 전면 폭은 9.3 m, 3Bay 모델 12.2m, 4Bay 모델 14.6m 로 계산되었다. 외기와 면하는 정도에 따른 에너지 효율을 평가하기 위해서 평가모델의 위치는 양측 인접 세대와 접한 중앙세대와 한 측에만 인접 세대가 있는 측 세대 단위세대를 설정하여 6개의 모델을 시뮬레이션 하였다. 본 연구에 적용된 입력모델의 물리적 개요와 주요 변수를 Table 2. 에 나타내었다.

또한, 평가모델의 에너지 성능 평가를 위하여 2018년 7월 개정된

건축물의 에너지절약설계기준의 중부2지역 건물 부위별 열 관류율 표와 실제 아파트 평면에 적용된 열 성능 관계 도면을 참고하여 창호 및 부위별 열 성능을 계산하여 각 입력 모델에 적용하였다(Table 3.).

Table 2. Summary of input models

Region	Central region	
area of unit plans	84m <sup>2</sup>	
shapes of unit plans	unit plans of 2bay, 3bay and 4bay shapes that balconies were converted to living areas	
ceiling height	2.4m	
heating system	individual heating	
boiler capacity and efficiency	25kW/91%	
lighting density	10W/m <sup>2</sup>	
lighting schedule	18~23 PM	
hot water schedule	24 hours, 4 persons	
ventilation	24 hours, pressure rise of fan 100(Pa), fan efficiency 70%	
infiltration	0.7(heated area), 2.0(unheated area)	
location of unit plans		
2Bay	3Bay	4Bay
		
Shapes of unit plans		
2Bay	3Bay	4Bay
		
width×deep: 9.3×11.7 m	width×deep: 12.2×11.0m	width×deep: 14.6×9.6m

3.2. 단위세대 평면 형태에 따른 외피 열손실 면적

아파트 블록 플랜의 중앙 세대와 측 세대에 위치한 평가 모델의 벽체와 창호의 외피 열손실 면적을 Table 4.에 나타내었다.

창 면적은 2Bay 6.25m<sup>2</sup>, 3Bay 11.51m<sup>2</sup>, 4Bay 16.64m<sup>2</sup>로 나타나 4Bay 평면 창 면적이 가장 많았다. 중앙 세대의 외부 벽면적은 2Bay 21.21m<sup>2</sup>, 3Bay 29.97 m<sup>2</sup>, 4Bay 34.98 m<sup>2</sup>로 4Bay 평면의 벽 면적이 가장 많고, 측 세대의 외부 벽면적은 2Bay 40.87m<sup>2</sup>, 3Bay 47.41 m<sup>2</sup>, 4Bay 56.02 m<sup>2</sup>로 4Bay 평면의 면적이 가장 많았다.

3Bay 평면과 4Bay의 경우 우측에 각각 11.7m<sup>2</sup>, 10.38m<sup>2</sup> 면적이 인접세대의 냉난방공간과 접해 있지만, 2Bay 평면은 홀과 접해 있어 불리한 조건을 갖는다.

Table 3. Thermal performance of structural components

Building components		TCon	Thic	TRes	TTra
		W/m·K	m	m <sup>2</sup> ·k/W	W/m <sup>2</sup> ·K
Exterior wall	outdoor heat transfer resistance	-	-	0.043	0.17
	1 concrete	1.6	0.2	0.125	

Building components			TCon	Thic	TRes	TTra
			W/m·K	m	m <sup>2</sup> ·k/W	W/m <sup>2</sup> ·K
Exterior wall	2	insulation	0.023	0.125	5.434	0.24
	3	gypsum board	0.18	0.0095	0.052	
		indoor heat transfer resistance	-	-	0.11	
Internal wall		outdoor heat transfer resistance	-	-	0.043	0.24
	1	concrete	1.6	0.2	0.125	
	2	insulation	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	3.39
	1	concrete	1.6	0.2	0.125	
		indoor heat transfer resistance	-	-	0.11	
Exterior window		low-e pair glass 22mm(5mm+12Air+5mm)	-	-	-	1.0
Interior window		low-e pair glass 22mm(5mm+6Air+5mm)	-	-	-	1.5

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

Table 4. Heat loss area of input models (unit: m<sup>2</sup>)

Building components			2Bay	3Bay	4Bay	
heated area	window	front	5.71	9.19	14.00	
		rear	0.54	2.32	2.64	
		sub total	6.25	11.51	16.64	
	exterior wall	central unit plans	front	6.49	11.67	13.49
			rear	14.72	15.70	18.30
			side wall	-	2.59	3.27
		sub total	21.21	29.97	34.98	
		side unit plans	front	6.49	11.67	13.49
			rear	14.72	15.70	18.30
	side wall		19.66	20.04	24.23	
	sub total	40.87	47.41	56.02		
	parts in contact with unheated space	wall	64.51	49.43	57.51	
		door	7.37	5.28	7.41	
		window	5.18	3.09	3.92	
		sub total	77.07	87.73	68.83	
parts in contact with heated space	central unit plans	wall	19.66	29.15	31.34	
	side unit plans	wall	-	11.7	10.38	
Unheated area	window		7.16	4.33	5.61	
	exterior wall		24.24	21.52	20.53	
Area of input models			101.17	112.91	117.88	

## 4. 단위세대 평면 형태에 따른 에너지 성능 평가

### 4.1. 입력모델의 1차 에너지 소요량 계산

단위세대 형태에 따른 난방, 냉방, 조명, 급탕, 환기에너지의 연간 단위면적당 1차 에너지 소요량(kWh/m<sup>2</sup>·yr)을 디자인빌더 프로그램으로 시뮬레이션하여 Table 5.에 나타내었다. 평가 결과에 의하면, 6개 평가모델의 연간 단위면적당 1차 에너지 소요량은 121.19 m<sup>2</sup>~139.23 kWh/m<sup>2</sup>·yr를 나타내어 2016년 84m<sup>2</sup> 단위세대 공동주택의 연간 단위면적당 1차 에너지 소요량 통계값인 146.4 kWh/m<sup>2</sup>·yr 와 큰 차이는 없었다[13]. 이러한 차이는 본 연구에 적용된 에너지절약 설계기준이 2016년 기준보다 강화되었기 때문이라 판단된다.

Table 5. Primary energy consumption of input models(kWh/m<sup>2</sup>·yr)

		primary energy consumption for certification						
		Area [m <sup>2</sup> ]	Heating	Cooling	Lighting	Hot water	Ventilation	Total
central unit plans	2Bay	101.17	28.62	17.75	39.16	35.01	0.65	121.19
	3Bay	112.91	30.02	22.30	40.94	36.71	0.73	130.70
	4Bay	117.88	30.58	27.14	41.61	37.70	0.76	137.78
side unit plans	2Bay	101.17	32.08	17.18	38.61	34.52	0.63	123.02
	3Bay	112.91	33.13	21.86	40.94	36.68	0.73	133.34
	4Bay	117.88	32.99	26.69	41.61	37.20	0.74	139.23

### 4.2. 평면 형태에 따른 냉·난방 1차 에너지 소요량 비교

#### 1) 2 Bay 평면

중앙 세대와 측 세대에 위치한 2Bay 평면의 난방과 냉방 분야의 연간 단위 면적당 1차 에너지 소요량을 비교하였다. 중앙 세대의 1차 에너지 소요량은 46.37kWh/m<sup>2</sup>·yr, 측 세대는 49.26kWh/m<sup>2</sup>·yr로 계산되어, 측 세대가 중앙 세대보다 6.23% 많았다. 이를 난방과 냉방 부분으로 나누어 비교해보면, 난방은 중앙 세대 28.64kWh/m<sup>2</sup>·yr, 측 세대 32.08kWh/m<sup>2</sup>·yr로 계산되어 측 세대가 중앙 세대보다 12.09%의 많은 것으로 나타났으나, 냉방의 경우에는 중앙 세대는 17.75kWh/m<sup>2</sup>·yr, 측 세대 17.18kWh/m<sup>2</sup>·yr로 계산되어 측 세대가 중앙 세대보다 3.21% 작은 것으로 나타났다(Fig. 2.).

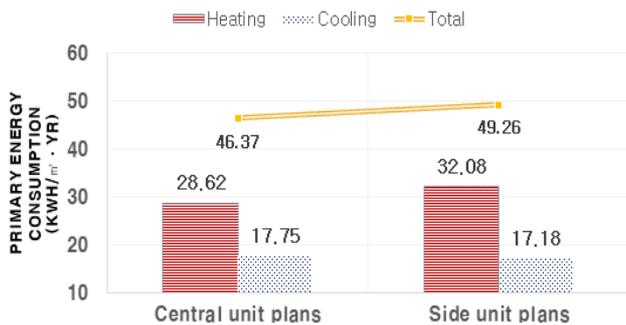


Fig. 2. Primary heating and cooling energy consumption of 2Bay unit plans

#### 2) 3 Bay 평면

3Bay 평면의 냉·난방 1차 에너지 소요량은 중앙 세대 52.32kWh/m<sup>2</sup>·yr, 측 세대 54.99kWh/m<sup>2</sup>·yr로 계산되어 측 세대가 중앙 세대보다 5.10% 많았다. 이를 난방과 냉방으로 나누어 보면, 난방의 경우 중앙 세대 30.02kWh/m<sup>2</sup>·yr, 측 세대 33.13kWh/m<sup>2</sup>·yr로 나타나 측 세대가 중앙 세대보다 10.37% 높은 것으로 계산되었다. 냉방의 경우는 중앙 세대 22.30kWh/m<sup>2</sup>·yr, 측 세대 21.86kWh/m<sup>2</sup>·yr로 계산되어 측 세대가 중앙 세대보다 1.99% 작은 것으로 나타났다(Fig. 3.).

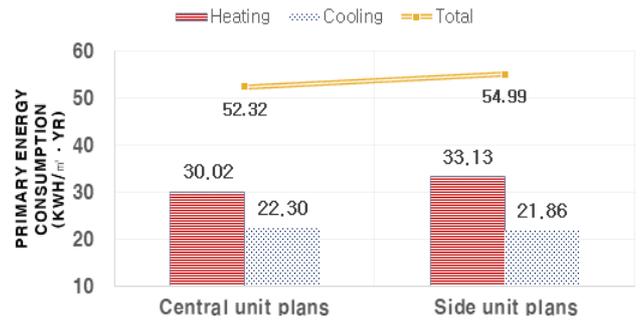


Fig. 3. Primary heating and cooling energy consumption of 3Bay plans

#### 3) 4 Bay 평면

4Bay 평면의 냉·난방 1차 에너지 소요량은 중앙 세대 57.72kWh/m<sup>2</sup>·yr, 측 세대 59.68kWh/m<sup>2</sup>·yr로 계산되어 측 세대가 중앙 세대보다 3.40% 많았다. 이를 난방과 냉방 부분으로 나누어 비교해보면, 난방의 경우 중앙 세대는 30.58kWh/m<sup>2</sup>·yr, 측 세대는 32.99kWh/m<sup>2</sup>·yr로 계산되어 측 세대가 중앙 세대보다 7.87% 높은 값을 나타냈으나, 냉방의 경우 중앙 세대는 27.14kWh/m<sup>2</sup>·yr, 측 세대가 26.69kWh/m<sup>2</sup>·yr로 계산되어 측 세대 중앙 세대보다 1.64% 작게 나타냈다(Fig. 4.).

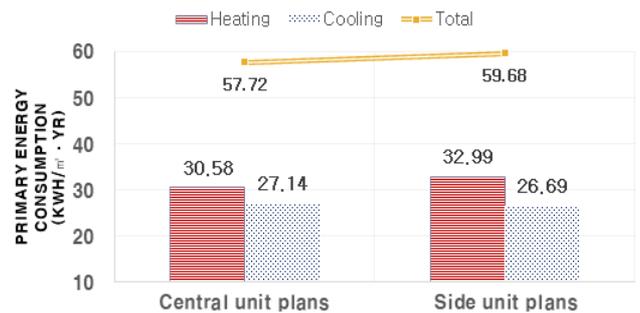


Fig. 4. Primary heating and cooling energy consumption of 4Bay plans

### 4.3. 세대 위치에 따른 냉·난방 1차 에너지 소요량 계산

#### 1) 냉·난방 1차 에너지 소요량 계산

입력모델의 연간 단위면적당 냉·난방 1차 에너지 소요량을 계산하여 Table 6.에 나타내었다. 중앙 세대의 연간 단위 면적당 냉·난방 1차 에너지 소요량은 2Bay 평면 46.37kWh/m<sup>2</sup>·yr, 3Bay 평면 52.32kWh/m<sup>2</sup>·yr, 4Bay 57.72kWh/m<sup>2</sup>·yr 값을 나타내었고, 측 세대의 연간 단위 면적당 냉·난방 1차 에너지 소요량은 2Bay 평면 49.26kWh/m<sup>2</sup>·yr, 3Bay 평면 54.99kWh/m<sup>2</sup>·yr, 4Bay 59.68kWh/m<sup>2</sup>·yr

m<sup>2</sup>·yr를 나타내었다.

Table 6. Primary energy consumption and change rate of plans in case of heating and cooling(kWh/m<sup>2</sup>·yr)

	primary energy consumption of central unit plans					
	heating		cooling		total	
2 Bay	28.62	100 %	17.75	100 %	46.37	100 %
3 Bay	30.02	104.9 %	22.30	125.6 %	52.32	112.8 %
4 Bay	30.58	106.9 %	27.14	152.9 %	57.72	124.5 %
	primary energy consumption of side unit plans					
	heating		cooling		total	
2 Bay	32.08	100 %	17.18	100 %	49.26	100 %
3 Bay	33.13	103.3 %	21.86	127.2 %	54.99	111.6 %
4 Bay	32.99	102.9 %	26.69	155.6 %	59.68	121.2 %

2) 중앙 세대의 냉·난방 1차 에너지 소요량 비교

중앙 세대 평가모델 상호간의 연간 단위면적당 냉·난방 1차 에너지 소요량을 비교해보면(Fig. 5.), 3Bay, 4Bay 평면은 2Bay 평면에 비해 각각 12.82%, 24.47%의 증가하여, 단위세대 전면 폭이 넓어짐에 따라 냉·난방부분의 1차 에너지 소요량이 증가하는 것으로 계산되었다. 이를 난방 및 냉방으로 나누어 계산해보면, 난방의 1차 에너지소요량은 2Bay 평면에 비해 3Bay 4.89%, 4Bay 6.86% 증가하였고, 냉방의 1차 에너지 소요량은 2Bay 평면에 비해 3Bay 25.61%, 4Bay 52.86% 증가하였다.

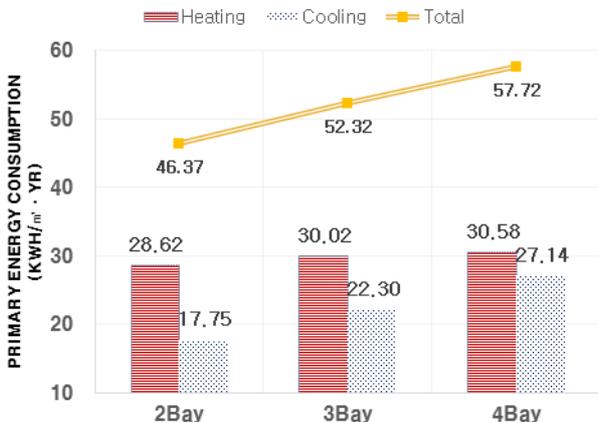


Fig. 5. Primary energy consumption of central unit plans(heating and cooling)

3) 측 세대의 냉·난방 1차 에너지 소요량 비교

측 세대 평가모델 상호간의 연간 단위면적당 냉·난방 1차 에너지 소요량을 비교해보면(Fig. 6.), 2Bay 평면에 비해 3Bay 평면은 11.63%, 4Bay 평면 21.15% 증가하는 것으로 계산되었다(Fig. 3.). 이를 난방 및 냉방으로 나누어 분석해보면, 난방의 1차 에너지 소요량은 2Bay에 비해 3Bay는 3.28% 증가했으며, 4Bay는 2.84% 증가하여 변화폭이 크지 않았다. 냉방의 1차 에너지 소요량은 2Bay를 기준으로 3Bay는 27.20%, 4Bay는 55.35% 크게 증가하였다.

이상에서와 같이, 중앙 세대와 측 세대의 전면 폭 변화에 따른 에너지 성능을 비교하였을 때, 난방 에너지 성능은 2Bay평면이 가장 우수하게 나타났으며, 3Bay와 4Bay의 차이가 미미한 것으로 나타

났다. 냉방 에너지 성능은 2Bay, 3Bay, 4Bay 순으로 큰 변화율의 차이를 나타내었다.

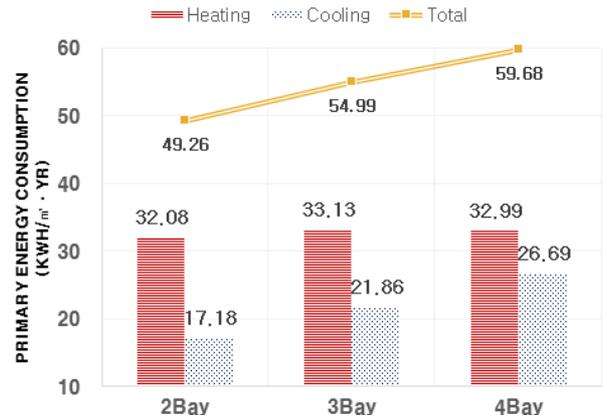


Fig. 6. Primary heating and cooling energy consumption of side unit plans

4.4. 종합

이상의 내용을 종합해 보면, 중앙 세대에 대한 측 세대의 냉·난방 1차 에너지 소요량은 2Bay, 3Bay, 4Bay로 전면 폭이 증가함에 따라 측 세대가 중앙 세대보다 각각 6.23%, 5.10%, 3.40% 증가하였다(Table 7.).

이를 난방과 냉방 부분으로 나누어 비교해보면, 난방의 경우에는 2Bay, 3Bay, 4Bay로 전면 폭이 증가함에 따라 측 세대가 각각 12.09%, 10.37%, 7.87% 만큼 중앙 세대 보다 1차 에너지 소요량이 증가하였으나, 냉방의 경우에는 2Bay, 3Bay, 4Bay로 전면 폭이 증가함에 따라 측 세대는 각각 3.21%, 1.99%, 1.64% 중앙 세대보다 감소하였다.

이러한 결과는 측 세대가 중앙 세대보다 외기에 면하는 면적이 많아서 생기는 현상이라 판단되며, 단일 성능이 높아지면 난방에는 유리하지만 새벽의 차가운 공기의 유입을 차단하여 냉방에는 불리해진다는 문진우의 연구 결과와 일치한다[14].

Table 7. Comparativeness of energy consumption according to shapes of unit plans (%)

	Heating		Cooling		Total	
	Central unit plans	Side unit plans	Central unit plans	Side unit plans	Central unit plans	Side unit plans
2Bay	100	112.09	100	96.79	100	106.23
3Bay	100	110.37	100	98.01	100	105.10
4Bay	100	107.87	100	98.36	100	103.40

5. 결론

본 논문에서 보다 에너지절약 적이며 친환경적인 공동주택 건설을 위해 동적시뮬레이션 프로그램인 디자인빌터를 사용하여 단위세대의 전면 폭 증가에 따른 에너지 성능을 평가하였다. 본 논문의 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 단위 세대의 외피 열손실 면적은 창 면적의 경우 2Bay 6.25m<sup>2</sup>, 3Bay 11.51m<sup>2</sup>, 4Bay 16.64m<sup>2</sup>로 설계되어 4Bay 평면이 가장 많았고 중앙 세대와 측 세대가 동일하게 적용되었다. 벽체 면적은 중앙 세대의 경우 2Bay 21.21m<sup>2</sup>, 3Bay 29.97 m<sup>2</sup>, 4Bay 34.98 m<sup>2</sup>로 설계되었고, 측 세대는 2Bay 40.87m<sup>2</sup>, 3Bay 47.41 m<sup>2</sup>, 4Bay 56.02 m<sup>2</sup>로 설계되어 4Bay 평면의 벽체 열손실 면적이 가장 많았다.

(2) 중앙 세대의 연간 단위면적당 냉·난방 1차 에너지 소요량은 난방의 경우 3Bay, 4Bay 평면이 2Bay 평면에 비해 각각 4.89%, 6.86% 증가하였고, 냉방의 경우에는 3Bay, 4Bay 평면이 2Bay 평면에 비해 25.61%, 52.86% 증가하였다. 따라서 전체적으로는 3Bay, 4Bay 평면이 2Bay 평면에 비해 각각 12.82%, 24.47%의 증가하였다.

(3) 측 세대의 연간 단위면적당 냉·난방 1차 에너지 소요량은 난방의 경우 3Bay, 4Bay 평면이 2Bay 평면에 비해 각각 3.28%, 2.84% 증가하였고, 냉방의 경우에는 3Bay, 4Bay 평면이 2Bay 평면에 비해 27.20%, 55.35% 증가하였다. 따라서 전체적으로는 3Bay, 4Bay 평면이 2Bay 평면에 비해 각각 11.63%, 21.15%의 증가하였다.

(4) 중앙 세대에 대한 측 세대의 에너지 성능은 2Bay, 3Bay, 4Bay로 전면 폭이 증가함에 따라 난방의 경우에는 측 세대가 중앙 세대보다 각각 12.09%, 10.37%, 7.87% 증가하였으나, 냉방의 경우에는 측 세대가 3.21%, 1.99%, 1.64% 중앙 세대보다 감소하여서 전체적으로는 2Bay, 3Bay, 4Bay로 전면 폭이 증가함에 따라 측 세대가 중앙 세대보다 각각 6.23%, 5.10%, 3.40% 1차 에너지 소요량이 증가하였다.

### Acknowledgements

본 연구는 2019년도 협성대학교 교내연구비 지원에 의한 연구임 (과제번호 2019-0001)

### Reference

[1] 석주현 외1인, 주거용 건물에너지 소비 요인 분석을 통한 건물에너지 정책 방안 연구, 에너지경제연구원, 기본연구보고서 17-10, 2017, p1 // Ju-heon Seok, A study on the energy policy of buildings by analyzing energy consumption factors of residential buildings, Korea Energy Economics Institute, Basic research report, 2017, p1

[2] 김창성, ECO2 프로그램을 이용한 공동주택의 단위세대 평면 형태에 따른 에너지 효율 평가, 한국생태환경건축학회 논문집 15권 5호, 2015.10, pp89-94 // Kim, Chang-Sung, The Influence of Unit Plan Shapes to the Energy Efficiency of Collective Housing Simulated by ECO2 Software, Journal of KIEAE Vol.15 No.5, pp89-94

[3] 성재은 외1인, 국내 타워형 공동주택의 세대위치별 에너지 성능 분석, 대한건축학회 학술발표대회 논문집 37권 1호, 2017.04, pp553-554 // Sung, Jea-Eun, An Analysis of the Difference in energy demands of the housing units in Tower-shape apartment buildings, ARCHITECTURAL INSTITUTE OF KOREA Vol.37 No.1, pp553-554

[4] 성재은 외1인, 타워형 공동주택의 에너지성능 취약세대 개선방안 연구, 대한건축학회 학술발표대회 논문집 37권 2호, 2017.10, pp555-556 // Sung, Jea-Eun, An Approach to Improve the Less Energy-Efficient housing units in a Tower-shaped apartment buildings, ARCHITECTURAL INSTITUTE OF KOREA Vol.37 No.2, pp555-556

[5] 권경우 외3인, 인접세대의 난방 조건에 따른 공동주택의 난방에너지 사용량 분석에 관한 연구, 대한설비공학회 하계학술발표대회, 2012.06, pp388-391 // Kwon, Kyung-Woo, Study on Heating Energy Consumption Analysis of Apartments by Heating Condition of Adjacent

Household, The Society Of Air-Conditioning And Refrigerating Engineers Of Korea, 2016.06, pp388-391

[6] 서혜수 외1인, 초고층 공동주택의 세대별 난방방부하 시뮬레이션 결과 및 에너지 실사용량과의 비교 분석, 한국태양에너지학회 31권 4호, 2011.8, pp34-40 // Suh, Hye-Soo, A Comparative Analysis of Energy Simulation Results and Actual Energy Consumption on Super High-rise Apartments, Journal of the Korean Solar Energy Society Vol.31 No.4, 2011.8, pp34-40

[7] 장영태 외 5인, 공동주택 단지 내 동별 난방에너지소요량 비교 분석 - 대전지역 아파트단지를 중심으로, 한국생태환경건축학회 논문집 15권 3호, 2015.06, pp37-42 // Jang, Young-Hye, Comparison Analysis of Building's Heating Energy Consumption in the Apartment Complex - Focused on Apartment in Daejeon -, Journal of KIEAE Vol.15 No.3, pp37-42

[8] 김수정 외2인, 공동주택 주동형태별 세대위치에 따른 일사분석 및 난방부하 절감요소에 관한 연구, 한국생태환경건축학회논문집 13권 1호, 2013.02, pp47-55 // Kim, Soo-Jeong, A Study on Solar Radiation Analysis and Saving Elements of Heating Load according to the Location and Type of Housing in Multi-family Apartments, Journal of KIEAE Vol.13 No.1, pp47-55

[9] 김민규 외2인, 지역 및 주동 형태별 공동주택 외피 단열 성능에 따른 건물에너지효율등급 평가 및 분석, 설비공학논문집 25권 2호, 2013.02, pp49-54 // Kim, Min-Kyu, Evaluation and Analysis of Building Energy Rating System According to Insulation Performance of Building Envelope in Regional and Building Form of Apartment House, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering Vol.25 No.2, 2013.2, pp49-54

[10] 윤종호 외3인, 공동주택 세대내 발코니 유행형 창호의 냉난방 에너지 성능 분석 연구, 한국태양에너지학회 논문집 27권1호, 2007.03, pp83-90 // Yoon, Jong-Ho, A Study on the Energy Performance Evaluation of Window System with the Balcony Types of Apartments, Journal of Korean Solar Energy Society Vol.27 No.1, 2007.03, pp83-90

[11] 김신혜 외2인, 에코2와 디자인빌더 프로그램을 이용한 공동주택 에너지 비교 분석, 한국생태환경건축학회 논문집 18권 5호, 2018.10, pp47-54 // Kim, Shin-Hye, The Analysis on Energy Performance of Collective Housing using ECO2 and DesignBuilder Softwares, Journal of KIEAE Vol.18 No.5, 2018.10, pp47-54

[12] DesignBuilder, "DesignBuilderv5.4", <https://www.designbuilder.co.uk>, 2018.07

[13] 황하진, 정부 주택에너지 저감 목표 대응 LH 공동주택 설계 기준 수립 연구, LH 토지주택연구원, 2016, p6 // Hawang, Ha-jin, Design Criteria Establishment of Performance in LH Apartments for Government Energy Policy, LH Lan&Housing Institute, 2016, p6

[14] 문진우 외 2인, 남부지역 주거건물의 외피단열변화에 따른 에너지소비량 예측, 한국주거학회 논문집 22권 1호, 2011, p120 // Moon, Jin-Woo, Prediction of the Amount of Energy Consumption by Variation in Envelope Insulation on a Detached House in Southern Part of Korea, Journal of the Korean Housing Association, Vol. 22 No.1, 2011, p120