KIEAE Journal, Vol. 21, No. 3, Jun. 2021, pp.17-23.

KIEAE Journal
Korea Institute of Ecological Architecture and Environment

109

그린리모델링 사전의사결정 지원도구 개발을 위한 공공건축물 유형별 표준모델 구축

Establishment of Standard Models According to Public Building Types for the Green-Remodeling Pre-Decision Making Supporting Tools

최준우* · 이종건**
Jun-Woo Choi* · Jong-Geon Lee**

* *Manager, Division of New Business Dev. & Abroad Business, EAN Technology, Seoul, South Korea (cjw@eantec.co.kr)*
** *Corresponding author, Section Chief, Korea Land & Housing Corporation Green Remodeling Center, South Korea (leejg125@lh.or.kr)*

ABSTRACT

Purpose: The final purpose of this study is to minimize the cost and time required in the green remodeling decision making and further promote the green remodeling market, and in this work, a standard model for each type of public building was developed as a first step to develop judgement tools to support pre-decision making. **Method:** The standard model refers to a series of databases with pre-set input variables for each type of building in order to minimize existing complex energy simulation input variables and increase accessibility to non-specialists. The database was established using existing public building licensing data, building energy efficiency certification cases, legal standards, and related research. **Result:** Based on the standard model database, we will develop support tools for pre-decision making of green remodeling and develop a web-based system that can easily compare energy requirements before and after green remodeling improvement and calculate expected construction costs.

ⓒ 2021. KIEAE all rights reserved.

KEYWORD
그린리모델링
사전의사결정
에너지소요량
표준모델

Green Remodeling
Pre-Decision Making
Energy Consumption
Standard Model

ACCEPTANCE INFO
Received Apr. 1, 2021
Final revision received May. 12, 2021
Accepted May. 17, 2021

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

최근 국내외적인 기후위기 대응을 위해, 정부는 에너지 공급 · 산업 · 수송 · 건물 · 폐기물 등 다양한 분야를 대상으로 2050 장기저탄소발전전략(LEDS)과 2030 국가온실가스감축목표(NDC) 등 지속가능한 녹색사회 및 탄소중립 정책을 추진 중에 있다. 해당 정책 중 건물부분은 신축건축물과 기존건축물로 구분되어 규제 및 인센티브가 적용되며, 기존건축물의 경우 에너지절감 및 쾌적한 실내환경을 유도하는 그린리모델링사업이 중심적인 역할을 수행하고 있다.

이러한 그린리모델링사업의 효율적인 운영 및 시장 활성화를 위해서는, 그린리모델링사업을 실제로 수행하기 이전에, 예상되는 에너지소요량 절감량 및 공사비 등 의사결정에 핵심적으로 필요한 요소들에 대한 사전정보를 확보하는 것이 중요하다. 이러한 사전정보를 상대적으로 정확하게 획득하고 활용하기 위해서는 그린리모델링 결과에 따른 에너지 성능 및 경제성 분석을 전문적으로 수행할 수 있는 인력의 도움이 필요하며, 이를 위해서는 별도의 시간과 비용의 소모가 발생한다.

그러나 현재 그린리모델링의 사업의 경우, 전문적인 인력의 도움을 받기 이전에는 상대적으로 정확도가 떨어진다 할지라도 사업주체 스스로 간단하게 그린리모델링 개선전 · 후 에너지 성능 및 사업에 소모되는 비용 등을 분석할 수 있는 방법을 찾기 어렵다는 문제가 있다. 이에 효율적인 그린리모델링사업 운영 · 수행을 위해서는 사업주체 스스로가 그린리모델링 사전의사결정을 수행할 수 있도록 지원하는 도구 및 시스템이 필요하다. 이는 해당 단계에서 사업주체가 주어진 정보를 바탕으로 그린리모델링을 수행하는 것이 충분한 가치가 있다는 결정을 내릴 수 있다면, 전문적인 인력을 동반한 상세한 분석에 소모되는 부담을 감당 할 수 있을 것이라는 판단을 전제로 한다. 이것은 결과적으로 그린리모델링 시장 전체의 활성화로 이어지며, 곧 본 연구의 근본적인 목적이기도 하다.

이와 같은 사전의사결정수행을 지원하기 위한 도구 및 시스템을 개발하기 위한 첫 번째 단계로써, 표준모델의 구축이 필요하다. 표준모델이란 그린리모델링 개선전 · 후 효과를 분석하는 과정에서 개선전 모델을 의미하는 것으로, 에너지시뮬레이션 과정에서 수반되는 상세한 데이터 입력과정 없이 사용자가 분석하고자 하는 대상 건축물의 현 준공연도 및 창면적비 등 상대적으로 용이하게 또는 직관적으로 파악할 수 있는 요소들만 입력해도 에너지성능분석이 가능하도록 사전에 구축이 되어 있는 표준적 성격의 에너지 성능인자 데이터베이스이다.

이에 따라 본 연구에서는 그린리모델링 사전의사결정수행 지원도구 개발을 위한 선행연구로 상대적으로 데이터수집이 용이하며, 가정용 건물에 비해 온실가스의 배출비중 및 배출집약도가 높은(대한민국정부, 2020)[1] 기존 공공건축물의 표준모델을 구축하는 것

pISSN 2288-968X, eISSN 2288-9698
https://doi.org/10.12813/kieae.2021.21.3.017

을 목적으로 한다.

1.2. 연구의 방법 및 범위

비전문가도 사용가능한 그린리모델링 사전 의사결정 도구를 개발하기 위해서는 다음과 같은 요소들이 선행 개발되어야 한다.

· 유형에 따라 고정된 입력변수를 가지는 표준모델
· 표준모델별 에너지소요량 데이터베이스
· 표준모델별 에너지절감기술 적용방안(그린리모델링 시나리오)
· 그린리모델링 시나리오별 에너지소요량, 공사비 데이터베이스

본 연구에서는 그린리모델링 사전의사결정수행 지원도구 개발을 위해 기존 공공건축물의 표준모델 구축을 선행한다(Fig. 1.).

이에 따라 연구는 다음과 같은 순서로 진행된다.

① 국내 공공건축물 인허가 데이터 수집 및 가공(2.1절)
② 공공건축물 유형설정(2.2절)
③ 유형별 에너지소요량 영향인자 도출(3.1절)
④ 유형별 영향인자 대푯값 설정(3.2절)
⑤ 유형별 표준모델 도출(4장)

1.3. 선행연구 고찰

기존 건축물 표준모델 관련 연구 중 에너지 및 친환경 관련 표준모델 구축 연구의 경우, 공동주택을 대상(박준영 외(2010)[2], 김정국 외(2016)[3])으로 하거나, 단위냉방부하 선정을 위한 표준모델(박두용 외(2019)[4]), 학교 교육시설 표준모델(정민의 외(2009)[5]) 구축 등 상대적으로 활용 및 용도범위가 좁은 표준모델 구축을 목적으로 한다.

이에 본 연구에서는 1개용도 건축물의 표준모델 구축이 아닌, 국내에서 수집 및 활용 가능한 공공건축물 데이터를 수집한 총 15개 공공건축물 유형별 표준모델 구축을 통해, 최종적으로 그린리모델링 수행범위, 에너지 및 공사비 절감 효과, 그린리모델링 기술정보 등을 제공하는 시스템을 개발하고자 한다.

2. 건축물 유형에 따른 표준모델 분류

2.1. 데이터 수집 및 가공

본 연구에서는 건축물 유형에 따라 표준모델 분류체계를 설정하기 위해 국가 통계로 사용되는 공공건축물 표제부 인허가 데이터베이스를 활용하였다. 데이터 수집 및 가공은 다음과 같은 과정을 통해 진행되었다.

· (1단계) 국내 공공건축물 인허가 데이터 수집(268,596건)

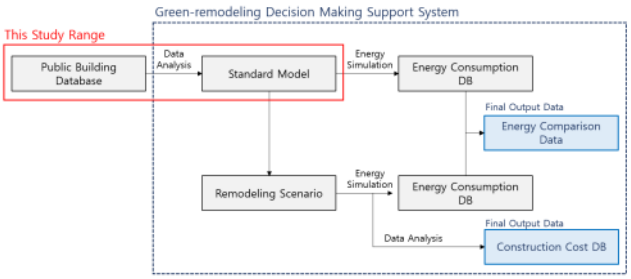

Fig. 1. Study range of the green-remodeling pre-decision making supporting system

· (2단계) 기초 데이터 누락 건 및 집합건축물 제외(100,303건)
  – 소유 구분, 연면적, 층수 등 기초 데이터가 누락된 건 제외
  – 집합건축물을 제외한 일반건축물을 분석 대상으로 선정 (집합건축물의 경우 동별 정보 구분 불가)
· (3단계) 소규모 및 상세 데이터 누락 건 제외(47,601건)
  – 연면적 50㎡ 미만, 층수 0, 사용승인일, 허가일, 허가용도 누락, 군사시설 등 제외

2.2. 공공건축물 유형설정

가공이 완료된 데이터를 바탕으로, 공공건축물의 주용도에 따른 세부용도를 총 15개 유형으로 재설정하였다(Table 1.). 주용도 중 교육연구시설 · 업무시설 · 문화 및 집회시설은 상대적으로 연면적 분포가 다양하고, 표본수가 많기 때문에 규모에 따라 대규모 · 중규모 · 소규모로 구분하였다.

3. 공공건축물 유형별 에너지 영향인자 정의

3.1. 유형별 에너지소요량 영향인자 도출

공공건축물 유형별 에너지소요량 영향인자 선정을 위해 관련 문헌(김혜진, 서동현(2018)[6], 정영선 외(2014)[7], 이현우(2008)[8], 건설기술연구원(2016)[9], 에너지경제연구원(2016, 2017)[10-11]) 분석 및 전문가 자문을 통하여 표준모델 정의에 필요한 최종 인자를 선정하였다(Table 2.).

문헌 분석을 통해 에너지 영향인자를 도출한 후 전문가 자문을 실시하여 창호 SHGC와 신재생설비 또한 에너지소요량에 중요한 영향을 미치는 인자로 판단하여 최종 인자로 선정하였다. 최종적으로 선정된 인자는 다음과 같다.

① 건축부문 14개 영향인자: 연면적, 지역, 인허가연도, 방위, 층수, 반자높이, 장단변비, 창면적비, 외벽의 열관류율, 지붕의 열관류

Table 1. Classification system of public buildings

Main Use	Detailed Use	Total Area(㎡)	Sample Count
Education and research facilities	Elementary, middle and high school	1,000~94,000	11,415
	University	1,000~59,000	800
	Library	100~43,000	571
	Dormitory	100~32,000	441
	Normal(large)	1,000~	5,518
	Normal(mid)	300~1,000	5,518
	Normal(small)	50~300	5,519
Class 1 neighborhood living facilities	Community center	50~5,000	1,764
	Police box	50~2,000	2,201
	Business	50~1,000	5,573
Business facilities	Large	4,000~	1,490
	Mid	2,000~4,000	1,490
	Small	1,000~2,000	1,491
Facilities for culture activities and assembly	Large	500~	1,905
	Small	50~500	1,905

율, 바닥의 열관류율, 창호의 열관류율, SHGC, 침기율

② 기계설비부문 8개 영향인자: 난방설비 종류 · 용량 · 효율, 냉방설비 종류 · 용량 · 효율, 급탕설비 종류 · 용량

③ 전기설비부문 1개 영향인자: 조명밀도

④ 신재생부문 1개 영향인자: 신재생 기기

3.2. 공공건축물 유형별 영향인자 대푯값 설정

표준모델을 정의하기 위해 공공건축물 15개 유형별 24개 영향인자에 대한 대푯값을 설정하였다. 대푯값 설정을 위해, 다양한 문헌(건축물 인허가 데이터베이스 , 현장 실측, 연도별 열관류율 기준 , 건축물 에너지효율등급 인증 사례, 그린리모델링 사례, 기존 건축물 설계 사례, 기계설비설계 가이드라인, 건축물 에너지효율등급 인증 평가 지침, 친환경주택의 건설기준 및 성능평가 지침 등)을 활용하였다.

Table 2. Energy factor selection for public buildings

Factor		Literature Analysis	Expert's Advice	Final Selection
Building use		●	●	●
Total area		●	●	●
Floor area		●	-	-
Region		●	●	●
Completion year		●	●	●
Direction		●	●	●
Floors(ground/base)		●	●	●
Floor height		●	-	-
Ceiling height		●	●	●
W/D Ratio		●	●	●
Air conditioning area		●	-	-
Exterior wall	Thermal Transmittance	●	●	●
	Composition	●	-	-
Roof	Thermal Transmittance	●	●	●
	Composition	●	-	-
Floor	Thermal Transmittance	●	●	●
	Composition	●	-	-
Window	Thermal Transmittance	●	●	●
	Area Ratio	●	●	●
	Glass type	●	-	-
	SHGC	-	●	●
Infiltration		●	●	●
Heating facility	Type	●	●	●
	Capacity	●	●	●
	Efficiency	●	●	●
Cooling facility	Type	●	●	●
	Capacity	●	●	●
	Efficiency	●	●	●
Hot water facility	Type	●	●	●
	Capacity	●	●	●
Air conditioning facility		●	-	-
Lighting density		●	●	●
Renewable energy facility		-	●	●
Operating schedule		●	-	-

1) 유형별 연면적, 층수, 반자높이, 지역, 인허가연도, 방위 대푯값 설정

인허가 데이터베이스를 기초로 연면적 · 층수(지상/지하) · 반자높이의 경우 평균값을 대푯값으로 사용하였으며, 지역 · 인허가연도 · 방위의 경우 최빈값을 대푯값으로 사용하였다. 교육연구시설 – 초중고에 대한 연면적, 층수, 준공년도, 지역의 대푯값 및 설정 근거 예시는 Table 3.과 같다.

2) 장단변비, 창면적비 대푯값 설정

장단변비 및 창면적비의 대푯값은 건축물 에너지 효율등급 인증 컨설팅 사례 조사(Fig. 2.)를 통한 평균값으로 선정하였다. 건축물의 용도 및 규모 등에 따라 외피정보를 분류한 뒤, 평균 장단변비 및 창면적비를 산정하였다.

Table 3. Representative value of Education and research facilities – Elementary, middle and high school (Total area, Floors, Completion year, Region)

Factor	Representative Value	Source
Total area	5,319㎡	License DB(average)
Region	Gyeonggi-do	License DB(mode)
Completion year	1995	License DB(mode)
Direction	South	License DB(mode)
Floors(ground/base)	3/0	License DB(average)
Ceiling height	2.6m	License DB(average)

Total area(㎡)	Floor	Class	Name	Main Use	Detail Use	Window area ratio(%)
14930.43	5 above	Public		No residential	Education and research facilities	31.42
12273.08	1 under/5 above	Public		No residential	Education and research facilities	27.22
9179.83	1 under/4 above	Public		No residential	Education and research facilities	25.08
12209.48	1 under/4 above	Public		No residential	Education and research facilities	23.59
14587.41	1 under/5 above	Public		No residential	Education and research facilities	23.83
12847.01	1 under/5 above	Public		No residential	Education and research facilities	22.63
18412.72	1 under/5 above	Public		No residential	Education and research facilities	21.36
14093.47	1 under/4 above	Public		No residential	Education and research facilities	25.97
11506.45	1 under/4 above	Public		No residential	Education and research facilities	28
11148	1 under/4 above	Public		No residential	Education and research facilities	25.01
2243.62	1 under/4 above	Public		No residential	Training facility	21.69
12638.17	1 under/5 above	Public		No residential	Education and research facilities	20.33
13509.68	4 above	Public		No residential	Education and research facilities	24.67
10362.68	1 under/5 above	Public		No residential	Education and research facilities	20.57
5499.99	1 under/3 above	Public		No residential	Education and research facilities	21.16
16650.12	1 under/5 above	Public		No residential	Education and research facilities	29.77
13847.154	1 under/5 above	Public		No residential	Education and research facilities	22.54
9388.72	1 under/4 above	Public		No residential	Education and research facilities	34.21
18157.87	1 under/5 above	Public		No residential	Education and research facilities	24.56
11788.23	1 under/4 above	Public		No residential	Education and research facilities	29.57
12533.61	1 under/4 above	Public		No residential	Education and research facilities	25.55
12069.41	1 under/5 above	Public		No residential	Education and research facilities	26.06
4823.33	1 under/3 above	Public		No residential	Education and research facilities	32.86

Fig. 2. Example of energy efficiency rating consulting

Table 4. Legal standards of Thernal transmittance and SHGC by year

Year		1980	1987	2001	2009
Thermal Transmittance (W/㎡K)	Exterior wall	2.093	0.582	0.582	0.47
	Roof	1.047	0.582	0.407	0.29
	Floor(direct)	1.745	0.582	0.582	0.41
	Floor(indirect)	-	-	-	0.58
	Window	2.559	3.489	3.373	3.4
SHGC		0.744	0.744	0.688	0.688

ⓒ2021. Korea Institute of Ecological Architecture and Environment all rights reserved.

3) 외피 열관류율, SHGC, 침기율 대푯값 설정

외피 열관류율 및 SHGC의 대푯값은 인허가연도를 기준으로 해당 연도의 부위별 법적기준(Table 4.)을 적용하였다. 법적기준의 판단에는 건축법시행규칙, 건축물의 설비기준등에 관한 규칙, 건축물의 에너지절약설계기준[12]을 참조하였다.

침기율의 경우 현재 건축물 에너지효율등급 인증 평가지침[13]에 따른 수치를 적용하여 외기에 직접면한 개구부(창 및 문)이 있는 경우 1.5ACH를 적용하였다.

4) 기계설비, 전기설비, 신재생설비 대푯값 설정

에너지절약계획서, 건축물에너지효율등급 인증 사례, 공공건축물 그린리모델링 사례(Table 5.) 분석을 통해 설비 종류를 선정하였으며, 분야별로 선정된 기술요소는 다음과 같다.

Table 5. Facilities of sample buildings

Num	Heating and Cooling	Hot Water	Lighting	Renewable
1	EHP	-	Fluorescent	-
2	EHP	Electric	Fluorescent, LED	-
3	EHP	Gas boiler	LED	-
4	Gas boiler, PAC	Electric	LED	Photovoltaic
5	Oil Boiler, EHP	Oil Boiler	LED	Photovoltaic
6	Gas boiler, PAC	-	Fluorescent, LED	-
7	Absorption, EHP	Gas boiler	Fluorescent, LED	Photovoltaic
8	Absorption, EHP	Gas boiler	Fluorescent, LED	Photovoltaic
9	Absorption	Gas boiler	Fluorescent, LED	-
10	EHP	Electric	Fluorescent	-
11	EHP	Electric	Fluorescent	-
12	Absorption, EHP	Electric	Fluorescent, LED	-
13	EHP	Electric	Fluorescent, LED	-
14	EHP	Electric	Fluorescent, LED	-
15	EHP	Gas boiler	Fluorescent, LED	Photovoltaic
16	EHP	Electric	Fluorescent	-
17	EHP	Gas boiler	Fluorescent, LED	-
18	Absorption	Gas boiler	Fluorescent, LED	Photovoltaic /Solar heat
19	EHP	Electric	Fluorescent, LED	-
20	EHP	Electric	Fluorescent, LED	-
21	PAC	Gas boiler	Fluorescent, LED	-
22	Absorption, EHP	Electric	Fluorescent, LED	-
23	Gas boiler, EHP	Gas boiler	Fluorescent, LED	-
24	Absorption, EHP	Gas boiler	LED	-
25	Absorption	Gas boiler	LED	-
26	Absorption	Gas boiler	LED	Photovoltaic
27	GHP	Electric	Fluorescent, LED	-
28	EHP	Electric	Fluorescent, LED	-
29	EHP, Gas Heater	Electric	Fluorescent, LED	Photovoltaic
30	Gas boiler, EHP	Gas boiler	LED	Photovoltaic
31	Absorption	Gas boiler	Fluorescent, LED	Solar heat
32	Absorption, EHP	Electric	Fluorescent, LED	Photovoltaic
33	Gas boiler, EHP	Electric	LED	-
34	Absorption, EHP, GHP	Electric	Fluorescent, LED	-

① 냉난방설비: EHP 또는 흡수식냉온수기
② 급탕설비: 가스보일러 또는 전기온수기
③ 조명설비: 형광등 또는 LED
④ 신재생설비: 태양광

기계설비 용량의 경우 기계설계 가이드북[14]에 따라 연면적 1㎡당 100kcal/h를 적용하였으며 용도별 적용용량은 Table 6.과 같다.

Table 6. Type and capacity of heating and cooling facilities

Main Use	Detailed Use	Type	Capacity (kW)
Education and research facilities	Elementary, middle and high school	EHP	573.25
	University	EHP or Absorption	686.51
	Library	EHP or Absorption	375
	Dormitory	EHP or Absorption	425.72
	Normal(large)	EHP or Absorption	473
	Normal(mid)	EHP or Absorption	74.04
	Normal(small)	EHP	16.73
Class 1 neighborhood living facilities	Community center	EHP or Absorption	103.83
	Police box	EHP	29.63
	Business	EHP	39.37
Business facilities	Large size	EHP or Absorption	1,274.85
	Mid size	EHP or Absorption	298.31
	Small size	EHP	159.7
Facilities for culture activities and assembly	Large size	EHP or Absorption	529.3
	Small size	EHP	21.57

Table 7. Type and capacity of hot water facilities

Main Use	Detailed Use	Type	Capacity (kW)	Tank (L)
Education and research facilities	Elementary, middle a nd high school	Gas boiler or Electric water heater	70	100
	University	Gas boiler or Electric water heater	84	1,300
	Library	Gas boiler or Electric water heater	44	700
	Dormitory	Gas boiler or Electric water heater	50	800
	Normal(large)	Gas boiler or Electric water heater	54	900
	Normal(mid)	Gas boiler or Electric water heater	9	200
	Normal(small)	Gas boiler or Electric water heater	2	100
Class 1 neighborhood living facilities	Community center	Gas boiler or Electric water heater	12	200
	Police box	Gas boiler or Electric water heater	4	100
	Business	Gas boiler or Electric water heater	5	100
Business facilities	Large size	Gas boiler or Electric water heater	149	2,700
	Mid size	Gas boiler or Electric water heater	36	600
	Small size	Gas boiler or Electric water heater	19	300
Facilities for culture activities and assembly	Large size	Gas boiler or Electric water heater	68	1,100
	Small size	Gas boiler or Electric water heater	3	100

급탕기기 용량은 기계설비설계 가이드북의 사용 인원수에 따른 용량 산정방식을 채택하였으며, 중앙공급 방식의 경우는 저탕조의 용량도 함께 산정하였다(Table 7.).

유형별로 흡수식냉온수기를 사용하는 경우, 건물 규모에 따라 실제 판매되는 순환펌프 사례를 조사하여 냉온수 순환펌프 성능(양정, 유량, 동력), 냉각수 순환펌프 성능(양정, 유량, 동력), 급탕순환펌프 성능(동력)을 선정하였다(Table 8.).

개별 냉난방기기(EHP)의 COP(열성능비)는 현재 최저소비효율 제품(5등급 수준)의 정격 냉난방 용량 및 정격 냉난방 소비전력을 기초로 정격 COP를 산출하였으며, 해당 제품들의 평균값을 적용하였다(Table 9.). 단, 외기온도 −15℃ 기준의 COP는 건축물 에너지효율등급 인증 평가 지침에 따라 정격 COP(외기온도 7℃ 기준)의 42% 수준으로 설정하였다.

또한 흡수식 냉온수기의 효율 및 COP, 급탕 열원기기의 효율, 조명밀도(W/㎡)는 그린리모델링 사례 분석을 통해 평균값을 산출하여 반영하였다.

태양광 모듈의 경우 모두 옥상층에 설치하는 것을 기준으로 설정하였으며, 유형별 표준모델 옥상 면적의 1/3수준을 유효면적으로 설정하여 모듈 설치면적을 산정하였다. 모듈의 종류는 현재 가장 많이 사용되고 있는 후면통풍방식 단결정으로 설정하였으며, 모듈의 용량은 면적당 약 6.3kW로 설정하였다.

Table 8. Specification of circulation pump

Main Use	Detailed Use	Circulation Pump						
		Cold/Hot Water			Cooling Water			Hot Water
		Flow (LPM)	Head (m)	Power (kW)	Flow (LPM)	Head (m)	Power (kW)	Power (kW)
Education and research facilities	Elementary, middle and high school	-	-	-	-	-	-	500
	University	1,968	30	18.5	2,952	36	30.0	500
	Library	1,075	18	7.5	1,613	24	11.0	500
	Dormitory	1,220	30	15.0	1,831	36	22.0	500
	Normal (large)	1,356	18	7.8	2,034	18	11.0	500
	Normal (mid)	212	12	1.5	318	12	2.0	500
	Normal (small)	-	-	-	-	-	-	300
Class 1 neighborhood living facilities	Community center	298	12	1.5	446	12	2.2	500
	Police box	-	-	-	-	-	-	300
	Business	-	-	-	-	-	-	300
Business facilities	Large size	3,655	30	30	5,482	36	55	500
	Mid size	855	18	5.5	1,283	24	11	500
	Small size	458	18	3.7	687	24	5.5	500
Facilities for culture activities and assembly	Large size	1,517	12	11	2,276	18	15	500
	Small size	-	-	-	-	-	-	300

Table 9. Coefficient of performance of EHP

Product	Energy Efficiency Rating	Rated Capacity (kW)		Rated Power Consumption (kW)		Heating COP		Cooling COP
		Heating	Cooling	Heating	Cooling	7℃	-15℃	
A	5	69.0	61.5	26.0	21.7	2.7	1.1	2.8
B	5	75.0	67.0	27.5	29.9	2.7	2.7	2.2
C	5	82.5	73.1	29.3	27.0	2.7	2.8	2.7
D	5	88.3	79.7	34.4	31.0	2.6	2.6	2.6
E	5	95.0	85.0	37.8	34.6	2.5	2.5	2.5
F	5	100.0	90.0	37.8	42.9	2.7	2.7	2.1
Average						2.7	2.7	2.5

Table 10. Standard model of Educatin and reasarch facilities - Normal(large), Normal(mid), Normal(small)

Factor			Education and research facilities		
			Normal (large)	Normal (mid)	Normal (small)
Total area (㎡)			4,076	638	145
Region			Gyeonggi-do	Gangwon-do	Gangwon-do
Completion year			1995	1995	1995
Direction			South	South	South
Floors (ground/base)			3/0	2/0	1/0
Ceiling height			2.6	2.6	2.6
W/D Ratio			1.86	1.59	1.7
Window area ratio (%)			29.5	20.6	22.3
Thermal Trans-mittance (W/㎡K)	Exterior wall		0.582	0.582	0.582
	Roof		0.407	0.407	0.407
	Floor	Direct	0.582	0.582	0.582
		Indirect	0.582	0.582	0.582
	Window		3.373	3.373	3.373
Window SHGC			0.688	0.688	0.688
Infiltration(ACH)			1.5	1.5	1.5
EHP (heating)	Capacity (kW)		473	74.04	16.73
	COP		2.7	2.7	2.7
Absorption (heating)	Capacity (kW)		473	74.04	-
	Efficiency (%)		84.25	84.25	-
EHP (cooling)	Capacity (kW)		473	74.04	16.73
	COP		2.5	2.5	2.5
Absorption (cooling)	Capacity (kW)		473	74.04	-
	COP		1.34	1.34	-
Electric (hot water)	Capacity (kW)		54	9	2
	Efficiency (%)		100	100	100
Gas boiler (hot water)	Capacity (kW)		54	9	2
	Efficiency (%)		77.53	77.53	77.53
Lighting density	Fluorescent		15	15	15
	LED		9.5	9.5	9.5
Photovoltaic panel	Capacity (kW)		72	17	8
	Area (㎡)		452	106	48

ⓒ2021. Korea Institute of Ecological Architecture and Environment all rights reserved.

Table 11. Standard model of Class 1 neighborhood living facilities

Factor			Class 1 neighborhood living facilities		
			Community center	Police box	Business
Total area (㎡)			896	255	340
Region			Gyeongsng nam-do	Seoul	Gyeonggi-do
Completion year			1992	1997	1990
Direction			South	South	South
Floors(ground/base)			2/0	2/0	2/0
Ceiling height			2.6	2.6	2.6
W/D Ratio			1.66	1.30	2.09
Window area ratio (%)			25	22.3	30.7
Thermal Trans-mittance (W/㎡K)	Exterior wall		0.582	0.582	0.582
	Roof		0.407	0.407	0.407
	Floor	Direct	0.582	0.582	0.582
		Indirect	0.582	0.582	0.582
	Window		3.373	3.373	3.373
Window SHGC			0.688	0.688	0.688
Infiltration(ACH)			1.5	1.5	1.5
EHP (heating)	Capacity (kW)		103.83	29.63	39.37
	COP		2.7	2.7	2.7
Absorption (heating)	Capacity (kW)		103.83	-	-
	Efficiency (%)		84.25	-	-
EHP (cooling)	Capacity (kW)		103.83	29.63	39.37
	COP		2.5	2.5	2.5
Absorption (cooling)	Capacity (kW)		103.83	-	-
	COP		1.34	-	-
Electric (hot water)	Capacity (kW)		12	4	5
	Efficiency (%)		100	100	100
Gas boiler (hot water)	Capacity (kW)		12	4	5
	Efficiency (%)		77.53	77.53	77.53
Lighting density	Fluorescent		15	15	15
	LED		9.5	9.5	9.5
Photovoltaic panel	Capacity (kW)		24	7	9
	Area (㎡)		149	42	56

Table 12. Standard model of Business facilities

Factor			Business facilities		
			Large size	Mid size	Small size
Total area (㎡)			11,308	2,720	1,414
Region			Gyeonggi-do	Gyeonggi-do	Gyeonggi-do
Completion year			2009	2009	2008
Direction			South	South	South
Floors(ground/base)			5/1	3/1	3/1
Ceiling height			2.6	2.6	2.6
W/D Ratio			1.79	1.85	2.09
Window area ratio (%)			34.4	27.4	30.7
Thermal Trans-mittance (W/㎡K)	Exterior wall		0.47	0.47	0.47
	Roof		0.29	0.29	0.29
	Floor	Direct	0.41	0.41	0.41
		Indirect	0.58	0.58	0.58
	Window		3.4	3.4	3.4
Window SHGC			0.688	0.688	0.688
Infiltration(ACH)			1.5	1.5	1.5
EHP (heating)	Capacity (kW)		1,274.85	298.31	159.7
	COP		2.7	2.7	2.7
Absorption (heating)	Capacity (kW)		1,274.85	298.31	159.7
	Efficiency (%)		84.25	84.25	84.25
EHP (cooling)	Capacity (kW)		1,274.85	298.31	159.7
	COP		2.5	2.5	2.5
Absorption (cooling)	Capacity (kW)		1,274.85	298.31	159.7
	COP		1.34	1.34	1.34
Electric (hot water)	Capacity (kW)		149	36	19
	Efficiency (%)		100	100	100
Gas boiler (hot water)	Capacity (kW)		149	36	19
	Efficiency (%)		77.53	77.53	77.53
Lighting density	Fluorescent		15	15	15
	LED		9.5	9.5	9.5
Photovoltaic panel	Capacity (kW)		117	46	24
	Area (㎡)		731	285	153

4. 표준모델 도출

3장에서 수행한 내용을 바탕으로 공공건축물 15개 유형에 대한 표준모델이 도출되었으며 그 중 교육연구시설 중 대규모 · 소규모 · 중규모 표준모델(Table 10.), 제1종 근린생활시설(Table 11.), 업무시설(Table 12.)에 대한 예시는 다음과 같다.

5. 결론

본 연구는 그린리모델링 사전의사결정수행 지원도구를 개발하기 위한 첫 번째 단계의 연구로써, 공공건축물의 유형을 15개로 구분하고 각각의 유형에 대한 표준모델을 구축하였다.

표준모델은 기존의 복잡한 에너지시뮬레이션 입력변수를 최소화

하고 비전문가의 접근성을 높이기 위해, 건축물의 유형별 입력변수가 사전에 설정되어 있는 일련의 데이터베이스를 의미한다. 이를 위해 공공건축물 표제부 인허가 데이터를 수집 · 분석하여 15개 유형으로 분류하였고, 분석 및 전문가 자문을 통해 영향인자 24개(건축부문 14개, 기계설비부문 8개, 전기설비부문 1개, 신재생부문 1개)를 도출하였다. 이후 건축물 에너지효율등급 인증사례 · 법적기준 · 관련연구내용 등을 활용하여 신뢰성이 확보된 공공건축물 표준모델 15개 유형 24개 인자에 대한 데이터베이스를 구축하였다.

본 연구에서 구축한 표준모델 데이터베이스를 활용해 최종적으로 비전문가가 활용할 수 있는 그린리모델링 사전의사결정수행 지원도구를 개발하기 위해서 다음과 같은 후속연구가 진행될 예정이다.

① 표준모델 평가계수 산정: 에너지시뮬레이션을 수행하여 표준모델 에너지소요량(a) 및 표준모델에서 일부 인자의 변수를 변경하였을 때의 에너지소요량(b)을 산출한 뒤, 표준모델을 기준으로 인자별 변수 변경에 대한 계수(b ÷ a) 도출 및 데이터베이스 구성

② 표준모델별 에너지절감기술 적용방안(그린리모델링 시나리오) 구축: 표준모델별로 적용할 수 있는 패시브/엑티브 기술요소들을 조사하고 각각의 기술에 대한 성능 및 비용 데이터베이스화

③ 그린리모델링 시나리오별 에너지소요량 데이터베이스 구축: 표준모델을 기초로 ②의 패시브/엑티브 기술요소 조합별로 에너지시뮬레이션을 수행하여 에너지소요량을 산출

④ 기존건축물 그린리모델링 전 · 후 비교 알고리즘 구축: 상기 구축한 에너지소요량 및 비용에 대한 데이터베이스를 기반으로 그린리모델링을 통한 개선전 · 후 성능 및 비용 비교 알고리즘 구축

상기 구축 내용을 바탕으로 최종적으로 그린리모델링 사전의사결정수행 지원도구를 개발하여, 비전문가도 용이하게 그린리모델링 개선전후 에너지소요량 비교 및 예상공사비를 산출 할 수 있는 웹기반 시스템 개발을 마련하고자 한다.

Reference

[1] 대한민국정부, 지속가능한 녹색사회 실현을 위한 대한민국 2050 탄소중립 전략, 대한민국, 2020. // (ROK government, 2050 Carbon Neutralization Strategy for Sustainable Green Society, ROK, 2020.)

[2] 박준영 외 3인, 장수명 공동주택 표준모델 개발을 위한 계획요소 도출 연구, 한국: 한국생태환경건축학회논문집, 제11권 제4호, 2011.8, pp.11-18. // (J.Y. Park et al., A Study on the Elicitation of Design Elements for Development on Standard Model of Long-life Housing, Korea: KIEAE Journal, 11(4), 2011.8, pp.11-18.)

[3] 김정국 외 5인, 효율적 단열개선을 위한 저소득층 다세대주택 표준모델 개발, 한국: 한국태양에너지학회 춘계학술발표대회논문집, 36(1), 2016.3. // (J.G. Kim et al., The Development of the Reference Multi-Family House Model in Low-income brackets for Effective Weatherization Treatment, Korea: Conference Journal of KSES, 36(1), 2016.3.)

[4] 박두용 외 3인, 일반건축물 단위냉방부하 선정을 위한 용도별 표준모델 구축에 관한 연구, 한국: 대한설비공학회논문집, 제31권 제8호, 2019.8, pp.370-379. // (D.Y. Park et al., A Study on the Reference Building Model for the Selection of Unit Cooling Loads for Non-residential Buildings, Korea: Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, 31(8), 2019.8, pp.370-379.)

[5] 정민희 외 5인, 환경친화적 학교 교육시설의 표준모델개발 연구, 한국: 대한건축학회논문집 계획계, 제25권 제4호, 2009.4, pp.295-302. // (M.H. Chung et al., A Study on the Development of Standard Model of the Education Facilities for Sustainable School, Korea: Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design, 25(4), 2009.4, pp.295-302.)

[6] 김혜진, 서동현, 에너지해석용 표준 업무용건물의 정의방법에 관한 연구 리뷰, 한국: 대한건축학회논문집 구조계, 제34권 제3호, 2018.3, pp.103-111. // (H.J. Kim, D.H. Seo, A Review on the Definition Methods of Prototypical Office Building for Energy Analysis, Korea: Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction, 34(3), 2018.3, pp.103-111.)

[7] 정영선 외 3인, 건축물 설계 현황 분석을 통한 국내 비주거용 표준건물의 설정에 관한 연구, 한국: 한국태양에너지학회논문집, 제34권 제3호, 2014.6, pp.1-11. // (Y.S. Jeong et al., D.H. Seo, A Study on the Reference Building based on the Building Design Trends for Non-residential Buildings, Korea: Journal of KSES, 34(3), 2014.6, pp.1-11.)

[8] 이현우, 건물에너지 성능평가를 위한 사무소건물 및 공동주택의 에너지소비 총량제 기준에 관한 연구, 한국: 한국생활환경학회지, 제15권 제4호, 2008.12, pp.596-602. // (H.W. Lee, Performance-based Energy Standard of the Total Annual Energy Use in Office and Apartment Buildings, Korea: Journal of The Korean Society of Living Environmental System, 15(4), 2008.12, pp.596-602.)

[9] 건설기술연구원, 건물부문 온실가스 감축 잠재량 모형분석을 위한 표준모델 DB 구축 최종보고서, 2016. // (KICT, Final report of a Standard Model Database for the Analysis of the Greenhouse Gas Reduction Potential Model in Buildings, 2016.)

[10] 에너지경제연구원, 건물 에너지소비 상설표본조사 연구 보고서1, 2016. // (KEEI, A Study on the Permanent Sample Survey of Building Energy Consumption 1, 2016.)

[11] 에너지경제연구원, 건물 에너지소비 상설표본조사 연구 보고서2, 2017. // (KEEI, A Study on the Permanent Sample Survey of Building Energy Consumption 2, 2017.)

[12] 국토교통부, “건축물의 에너지절약설계기준”, https://www.law.go.kr/행정규칙/건축물의에너지절약설계기준/(2017-881,20171228), 2020. // (MOLIT, “Standards for energy conservation in building”, https://www.law.go.kr/행정규칙/건축물의에너지절약설계기준/(2017-881,20171228), 2020.)

[13] 국토교통부, “건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증에 관한 규칙”, https://www.law.go.kr/법령/건축물에너지효율등급인증및제로에너지건축물인증에관한규칙, 2020. // (MOLIT, “Regulations on Energy Efficiency Rating and Zero Energy Building Certification”, https://www.law.go.kr/행정규칙/건축물의에너지절약설계기준/(2017-881,20171228), 2020.)

[14] 삼성물산, 기계설비 설계 가이드북, 2010. // (Samsung C&T, B. Mechanical&Equipment Guidebook, 2010.)

ⓒ2021. Korea Institute of Ecological Architecture and Environment all rights reserved.