

# 건축물 에너지 효율등급 강화에 따른 주택건설의 경제적 파급효과 분석\*

## Economic Effects on Housing Construction for Strengthening Building Energy Efficiency Rating

최명섭\*\* · 김준형\*\*\* · 임인혁\*\*\*\* · 이상영\*\*\*\*\*  
Choi, Myoungsub · Kim, Jun-Hyung · Lim, In-Hyok · Lee, Sang-Young

### Abstract

This Paper aims to analyze the effects of construction of the energy efficient housing during 2017-2025 by building energy efficiency rating on national economy, using the Input-Output Table. The improvement of building energy efficiency rating increases the effect on production inducement, but decreases that on value-added inducement and employment inducement. Because the value-added inducement coefficients and employment inducement coefficients of residential construction sector is lower than those of renewable energy sector. However, the construction of energy efficient housing could have positive effects since the increasing rate of construction cost have higher than the decreasing rate of the inducement coefficients by improving the building energy efficiency rating. During 2017-2025, economic effects of construction of the housing with building energy efficiency rating level 1+++ would be greater than building energy efficiency rating level 2. The new construction of the housing with building energy efficiency rating level 1+++ induces 261.5 and 76.8 trillion won of production and value-added respectively, and the induced employment is 82.1 ten thousand person.

키 워 드 ■ 건축물 에너지 효율등급, 주택건설, 경제효과, 산업연관분석

Keywords ■ Building Energy Efficient Rating, Housing Construction, Economic Effect, Input-Output Analysis

### I. 서론

현재 정부는 신축 건축물에 대해 2010년 이후 인허가 기준을 지속적으로 강화하여 30% 이상 에너지 성능을 향상시켰으며, 2025년 제로에너지를 목표로 신축 건축물의 단열기준 등을 단계적으로 강화하려고 한다(국토교통부, 2014a). 이러한 정책

의 배경에는 기후변화에 대한 위기와 온실가스배출 절감 필요성 등이 결부된다. 여기서 제로에너지 건축물은 단열성능을 극대화하는 패시브 요소를 통해 기본적인 에너지 요구량을 최소화하고, 추가적으로 태양광, 지열 등 액티브(신재생에너지)를 활용하여 냉난방 에너지를 자급자족하는 건축물이다(국토교통부, 2014b).

\* 본 연구는 국토교통부 도시건축 연구개발사업의 연구비지원(13AUDP-B067603-01)에 의해 수행되었습니다.

\*\* Dept. of Agriculture Economics and Rural Development, Seoul National University

\*\*\* Dept. of Real Estate, Myongji University

\*\*\*\* Dept. of Architecture, Myongji University

\*\*\*\*\* Dept. of Real Estate, Myongji University (Corresponding author: syleere@naver.com)

건축물의 에너지 효율성(성능)을 측정하는 도구로는 건축물 에너지 효율등급을 들 수 있다. 건축물 에너지 효율등급은 건물 에너지효율등급 인증제도를 통해 2010년부터 시행되어 왔으며, 2016년부터 의무화가 진행될 예정이다(국토교통부, 2014b).

앞서 언급하였듯이 건축물의 에너지 효율등급 강화는 추가적인 패시브 및 액티브 요소를 요구하기 때문에 건축비의 상승을 야기한다(Horne et al, 2008; 김혜수 외 2011; 이명주, 2014). 또한 이러한 건축비의 상승은 운영비용 상승을 동반하며, 임인혁 외(2016)는 제로에너지 실증단지의 장기수선충당금 분석을 통해 운영비용 역시 건축비와 더불어 상승함을 주장하고 있다.

이와 관련된 경제적 측면의 연구는 주로 경제성 분석을 통해 진행되어 왔다. 해당 연구들에서는 에너지 절감율의 상승, 이산화탄소의 절감 등 편의 요소가 과연 추가비용을 상쇄할 수 있는지에 초점을 맞추고 있다. 주된 연구로 김혜수 외(2011)에서는 그린 홈 사업에서 추가 건축비에 대한 정부보조금, 비용하락이 동반되지 않으면 경제성을 확보하지 못한다고 하였다. 김준형 외(2015)에서는 추가 건축비의 증가율을 고정하여 분석함으로써 달성 가능한 에너지 절감수준을 도출하였고, 이에 의하면 10%의 건축비 증가율을 기준으로 경제성을 확보하기 위해서는 에너지 절감율이 30~55%에 이르러야 한다고 주장하고 있다.

본 연구와 연관성이 높은 연구로 한정하면, 에너지 효율을 높이기 위한 요소인 패시브와 액티브 중 패시브와 관련된 경제효과 연구는 찾아볼 수 없었으며, 액티브 요소 위주의 경제효과 분석이 이루어져 왔다. 특히, 액티브 중 신재생에너지와 관련된 분석이 주를 이루며, 주된 내용은 산업연관분석을 통해 신재생에너지 부분의 경제적 파급효과를 분석하거나 태양광, 풍력, 소수력, 연료전지 등 신재생에너지 에너지의 원천별 경제적 파급효과를 분석하는

데 한정되어 있다(진상현·김성욱, 2011; 한건택 외, 2012; 임슬예 외, 2014).

이러한 내용들을 종합하면 건축물 에너지 효율등급의 상승은 건축비 및 운영비의 증가를 동반한다는 단점이 있다. 하지만 건축물 에너지 효율등급이 강화됨에 따라 에너지 절감액을 향유하고 이산화탄소 배출량이 줄어드는 장점도 존재한다.

다만 기존 연구들에서 간과한 효과 중 하나는 건축물 에너지 효율등급 강화에 따라 야기되는 추가 건축비가 국가 경제적으로는 긍정적인 건설투자 효과를 발생시킬 수 있다는 것이다. 현재까지 진행된 연구들을 검토한 결과 이러한 측면에 대한 분석은 부족한 것으로 판단되며, 특히 주택의 에너지 효율등급 강화에 따라 경제적 효과가 상이할 수 있다는 점을 감안하면 연구의 필요성은 존재한다.

에너지 효율주택은 일반건축물에 패시브 및 액티브 요소가 결합되는 융복합 상품(산업)이며, 건축물 에너지 효율등급에 따라 산업별 투입구조가 달라지지 때문에 이러한 상황에서 단순히 건설업 혹은 패시브 및 액티브 산업에 투자액을 결합한 산업연관 분석을 통해서는 그 효과가 왜곡될 수 있다. 따라서 이를 위해 융복합산업의 경제적 파급효과를 분석하기 위한 방법론의 개발이 필요하다.

본 연구에서는 에너지 효율주택의 경제적 파급효과 분석을 위해 건축물 에너지 효율등급별 생산유발계수, 부가가치유발계수, 고용유발계수를 도출하는데 목적이 있다. 이를 통해 기존 건설업과 에너지 효율등급별 건설업의 유발계수들의 차이를 분석하며, 향후 2017-2025년 신규 공동주택 건설에 대한 경제적 파급효과를 분석한다. 이를 위한 자료로는 한국은행의 2013년 산업연관표와 명지대학교 산학협력단의 내부분석결과를 이용한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 건축물의 에너지 효율등급별 유발계수 도출을 위한 방법론을 검토하며, 3장에서는 건축물 에너지 효율등

급별 유발계수를 도출하고 비교한다. 또한 향후 신규건설에 대해 건축물 에너지 효율등급별로 경제적 파급효과를 분석한다. 마지막 4장에서는 연구의 결론 및 시사점을 제시한다.

## II. 분석의 틀

### 1. 분석방법

본 연구에서는 건축물 에너지 효율등급에 따른 경제적 파급효과를 분석하기 위해 산업연관분석을 도입하였다. 산업연관분석은 주택, SOC 등 건설산업 뿐만 아니라 녹색산업, 관광산업, 부동산산업, 도시재생 등 다양한 산업의 파급효과를 분석하는데 주로 사용되어 왔으며, 관련 산업의 투자액만 있으면 산업별로 생산유발효과, 부가가치유발효과, 고용유발효과 등이 도출되기 때문에 분석이 용이하다(김남룡 외, 2009; 지봉구 외 2011; 홍재표 외 2013; 김명수, 2014; 박철한·이상영, 2014).

일반적으로 산업연관분석을 이용한 주택건설의 경제적 파급효과는 건설업에 최종수요 변화(투자액)를 적용함으로써 분석이 가능하다.

하지만 앞서 언급하였듯이 건축물의 에너지 효율등급이 강화되기 위해서는 기존 건축적 요소에 더해 단열성능을 높일 수 있는 패시브 요소와 액티브(신재생에너지) 요소가 결합하는 형태로 진행되기 때문에 에너지 효율이 높은 건축물은 기존 주택과는 다른 새로운 상품(산업) 또는 융복합 상품(산업)이라 할 수 있다.

따라서 기존 건설업에 투자액을 적용하는 방법으로는 효과를 왜곡시키는 문제가 있다. 다시 말하면 융복합 산업은 기존 산업과는 달리 중간투입구조가 다르고 결국 그 효과가 다르게 나타나기 때문에 새로운 방법을 적용할 필요성이 있다.

이에 대해 Miller and Blair(1985)는 새로운 산업에 대한 파급효과를 분석하는 방법을 제시하고 있다. 구체적으로는 신규 산업의 산업별 중간투입 배분비율을 파악하고 투자액을 산업별 배분비중에 적용하는 방법을 제안하고 있다(도태호 외, 2012).

다만 이러한 새로운 산업의 중간투입비율을 파악하는 데는 직접 및 간접적 방법을 들 수 있는데, 여기서 직접적 방법은 사업비의 세부예산내역을 이용하여 중간투입구조를 직접 파악하는 것이며, 간접적 방법은 새로운 산업이 기존의 다양한 산업의 복합구조를 가지고 있을 경우 단순통합이 아닌 융복합산업의 산업별 투입액 가중치를 이용하여 접근하는 방법이다.

직접적 방법을 활용한 연구로 정기호(2005)는 한국원자력연구소 연구개발 투자사업의 경제적 파급효과 분석을 위해 연구개발 투자의 세부 지출액을 산업별로 정리하고 이를 각 산업의 투자액으로 가정하여 분석하였으며, 김남룡 외(2009)는 도시재생사업의 사업예산서를 근거로 지출액을 산업별로 배분하여 도시재생사업의 파급효과를 분석한바 있다.

간접적 방법을 활용한 연구로 김명수(2012)와 도태호 외(2012)는 해외건설산업을 해외건설의 공종 유형별 사업비 가중치와 산업연관표의 공종의 투입 배분비율의 가중평균을 통해 정의하여 그 파급효과를 분석하였다. 또한 유선중·정은비(2014)는 부동산 산업을 산업연관표로 정의하기 위해 기존 연구들을 통해 부동산산업을 정의하였고, 이 중 금융 및 보험에서 부동산 부문을 분리하기 위해 금융 및 보험업의 중간수요에서 건축건설과 숙박, 보관 및 창고, 그리고 부동산업의 비중 18% 만을 포함시켰다.

본 연구에서는 융복합산업의 투입구조를 파악하기 위해 간접적 방법을 적용하였다. 직접적 방법의 경우 사업비의 세부내역을 산업연관표의 산업에 맞게 배분하여야 하는데, 사업예산서의 세부 상품내역과 산업연관표의 산업을 직접 연계하는 과정에서

오류가 발생할 가능성이 있으며, 특히, 예산내역서는 주로 제조업 상품이 위주로 구성되어 있어 제조업 외 산업(농업, 광공업, 서비스업 등)의 투입액을 파악하는데 한계가 있기 때문이다. 이에 비해 간접적 방법은 에너지 효율등급별 건축물에 사용되는 재료(산업)의 금액 비중과 한국은행 산업연관표를 통해 파악한 해당 산업의 중간투입구조를 결합함으로써 이의 한계를 극복할 수 있다.

만약 새로운 융복합 산업이 기존의 3개 산업으로 구성된다고 가정하면, 융복합 산업의 산업별 투입비중 벡터( $z_{ic}$ )는 3개 산업의 산업별 투입비중 벡터( $z_{i1}, z_{i2}, z_{i3}$ )와 산업별 가중치 상수( $p_1, p_2, p_3$ )를 이용하여 계산이 가능하다(수식 1 참조). 여기서 기존 산업의 투입비중(국산중간투입액/총생산액)은 산업연관표에서, 산업별 가중치는 융복합 산업을 구성하는 각 산업의 투자액의 비율로 적용할 수 있다.

$$z_{ic} = z_{i1} \times p_1 + z_{i2} \times p_2 + z_{i3} \times p_3 \quad (1)$$

$$\text{s.t. } p_1 + p_2 + p_3 = 1$$

일반적으로 산업연관분석의 유발계수는 중간투입구조를 이용한 레온티에프 역행렬을 기반으로 하고 있다. 하지만 본 연구와 같이 융복합산업의 유발계수를 구하기 위해서는 중간투입구조를 직접 반영할 수 있도록 수식을 구성할 필요가 있다.

융복합산업의 생산유발계수( $\sum_{i=1}^n a_{ic}^*$ )는 앞서 도출한 융복합산업의 중간투입구조를 반영하여 표현하면 수식 (2)와 같다. 수식 (2)에서 마지막에 1을 더한 이유는 융복합산업의 직접 생산유발효과를 포함하기 위해서이며, 이를 통해 융복합산업의 직간접적 생산유발계수가 산출된다. 여기서,  $z_{ic}$ 는 융복합산업의 산업별 중간투입구조이며,  $a_{ij}$ 는 국산생산유발행렬(레온티에프 역행렬)의 원소이다.

$$\sum_{i=1}^n a_{ic}^* = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} z_{ic} + 1 \quad (2)$$

다음으로 융복합산업의 부가가치유발계수( $\sum_{i=1}^n v_{ic}^*$ )와 고용유발계수( $\sum_{i=1}^n l_{ic}^*$ )는 다음의 수식 (3)과 (4)를 통해 도출이 가능하며, 앞서 도출한 생산유발계수의 산출 절차와 동일하게 진행된다. 하지만 추가적으로 산업별 부가가치계수(부가가치액/총생산액,  $v_i$ )와 산업별 고용계수(고용자수/총생산액,  $l_i$ )가 필요하고, 각 산업별로 가중 평균된 융복합산업의 부가가치계수( $v_c$ )와 고용계수( $l_c$ )가 필요하다.

$$\sum_{i=1}^n v_{ic}^* = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n v_i a_{ij} z_{ic} + v_c \quad (3)$$

$$v_c = v_1 \times p_1 + v_2 \times p_2 + v_3 \times p_3$$

$$\sum_{i=1}^n l_{ic}^* = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n l_i a_{ij} z_{ic} + l_c \quad (4)$$

$$l_c = l_1 \times p_1 + l_2 \times p_2 + l_3 \times p_3$$

최종적으로는 수식 (1)에서 (4)를 통해 도출된 융복합산업의 유발계수들에 융복합산업의 투자액을 적용함으로써 에너지 효율등급별 건축물의 경제적 파급효과를 분석할 수 있다.

## 2. 분석자료

본 연구에서 사용하는 산업연관표는 한국은행의 최신자료인 2013년 기준 전국산업연관표이다. 다만 융복합산업의 산업별 중간투입구조는 기본부문(384개 상품)을 기준으로 추출하되 분석을 위한 산업별 투입구조는 산업연관표 대분류로 재통합하여 접근

한다. 기본부문으로 접근한 주된 이유는 주거용건설업<sup>1)</sup>과 패시브 및 액티브 등 세부산업의 투입구조를 파악하여 건축물 에너지 효율등급별 지출구조를 구체적으로 반영하기 위함이다.

우선 건축물의 에너지 효율등급을 강화하기 위해서는 기본적으로 다음의 표 1과 같이 패시브 요소(외단열, 3중창호, 기밀, 열교차단, LED 등)가 필요하고, 그 이상의 에너지 효율을 위해서는 액티브(신재생에너지)의 추가 도입이 필수적이다(명지대학교 산학협력단, 2015a). 본 연구에서는 이러한 요소와 산업연관표의 산업간 연계가 필요하며, 통계청 표준산업분류를 통해 분석을 위한 산업을 정의하였다.

다음으로 건축물 에너지 등급별 유발계수를 산출하기 위해서는 앞서 도출한 산업을 기준으로 건축물 에너지 효율등급별 건축비의 산업별 투입비중이 필요하다. 이를 위해 본 연구에서는 명지대학교 산학협력단에서 현재 서울시 노원구에 건축 중인 실증단지(지)를 기준으로 도출한 건축비 세부내역을 이용

하여 산업별 투입비중을 도출하였으며,<sup>2)</sup> 건축물 에너지 효율등급에 따른 산업별 가중치를 산출하기 위해 각 등급별 합계를 100%로 환산한 내용은 다음의 표 2와 같다.<sup>3)</sup> 여기서 건축물 에너지 효율등급은 2등급을 기준으로 하였는데, 이는 본 연구에서 사용한 산업연관표의 기준시점이 2013년인데, 2013년도의 신축 건축물 에너지 효율등급을 건축물의 에너지절약 설계기준과 부위별 에너지성능을 통해 시뮬레이션 한 결과가 2등급으로 산출되었기 때문이다(명지대학교 산학협력단, 2015b).

주거용건설업의 비중은 건축물 에너지 효율등급이 강화됨에 따라 투입액 비중이 줄어들고 있는데, 이는 기본적으로 패시브 및 액티브 요소의 투입비중이 효율등급이 상승함에 따라 증가하기 때문이다. 패시브 산업의 비중은 1등급에서 2.8%에서 1+++등급 9.1%까지 상승하며, 액티브 산업(신재생에너지) 역시 1등급 3.6%에서 1+++등급 11.4%까지 상승하는 것으로 분석되었다.

Table 1. The Classification of Related Industries Corresponding to Korean Standard Industrial Classification and Industrial Classification of Input-Output

Category		Korean Standard Industrial Classification		Industrial Classification of Input-Output	
		code	industry name	code	industry name
Basic Construction		41112	Apartment Building Construction	287	Residential Building Construction
Passive	External Insulation	23221	Manufacture of Structural Refractory Ceramic Products	146	Refractory Ceramic Products
	High-Performance (Triple Glazing) Window	22223	Manufacture of Plastic Windows and Doors	133	Plastic Products for Building
	Insulation Door	25111	Manufacture of Metal Doors, Windows, Shutters and Related Products	178	Metal Products for Building
	Air-tightness Tape	22212	Manufacture of Plastic Films, Sheets and Plates	132	Primary Plastic Products
	Thermal Bridges Barrier/Ventilation	29176	Manufacture of Distilling Machinery, Heat exchange unit and Gas Generators	200	Other General - Purpose Machinery
	LED	28410	Manufacture of Electric Lamps and Electric Bulbs	221	Electric Power Generation
Active	Renewable Energy	35119	Other Generation	278	Renewable Energy

Table 2. The Distribution Ratios of Construction Cost across Related Industries

Industry	2	1	1+	1++	1+++	
Basic(287)	100.0%	93.7%	90.2%	87.4%	79.5%	
P a s s i v e	146	-	1.2%	2.1%	2.6%	2.6%
	133	-	0.3%	0.5%	0.6%	0.6%
	178	-	0.2%	0.4%	0.6%	0.6%
	132	-	0.0%	0.1%	0.1%	0.1%
	200	-	0.8%	2.2%	3.6%	4.6%
	221	-	0.3%	0.5%	0.6%	0.6%
Sub Total	-	2.8%	5.8%	8.0%	9.1%	
Active(278)	-	3.6%	4.0%	4.6%	11.4%	
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	

\* Source: Analysis Results of an Unpublished Paper of Research of Affairs of Myongji University

한편 한국은행 산업연관표는 2010년부터 기초가격으로 제공하고 있다.<sup>4)</sup> 따라서 3장에서 건축물 에너지 효율등급별 공동주택의 경제적 파급효과를 분석하기 위해서는 투자액에서 순생산물세를 제외하여야 하며, 본 연구에서는 한국은행 산업연관표의 산업별 순생산물세 비중을 이용하여 순생산물세를 제외하여 분석하였다.

### III. 건축물 에너지 효율등급별 주택건설의 경제적 파급효과 분석

#### 1. 건축물 에너지 효율등급별 유발계수 도출

건축물 에너지 효율등급에 따른 융복합산업의 산업별 중간투입비중은 표 2에서 도출된 융복합산업의 산업별 가중치, 산업연관표의 산업별 투입비중과 수식 (1)을 통해 도출이 가능하다.

이렇게 도출된 건축물 에너지 효율등급별 대부분 산업별<sup>5)</sup> 중간투입비중과 부가가치계수 및 고용계수는 다음의 표 3과 같다. 중간투입비중은 건축물 에너지 효율등급이 상승함에 따라 증가하고 있는데,

이는 주거용건설업에 비해 패시브 및 액티브와 관련된 산업의 중간투입비중이 높기 때문이다. 하지만 부가가치 및 고용계수는 중간투입비중과는 달리 건축물 에너지 효율등급이 강화됨에 따라 줄어들고 있는데, 이는 일반적으로 중간투입비중이 높아지면 부가가치계수 및 고용계수가 낮아진다는 점을 감안하면 일관성을 유지한다고 할 수 있다.

Table 3. The Occupied Ratios for Production of Intermediate, Value-added, and Employment

Industry	2	1	1+	1++	1+++	
1	0.006	0.005	0.005	0.005	0.004	
2	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	
3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
4	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	
5	0.018	0.020	0.020	0.020	0.025	
6	0.009	0.010	0.011	0.011	0.012	
7	0.042	0.048	0.050	0.052	0.059	
8	0.123	0.115	0.112	0.109	0.099	
9	0.072	0.069	0.069	0.070	0.065	
I n t e r m e d i a t e	10	0.073	0.073	0.073	0.074	
	11	0.027	0.028	0.030	0.032	0.034
	12	0.038	0.039	0.039	0.039	0.041
	13	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004
	14	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002
	15	0.023	0.022	0.022	0.021	0.020
	16	0.003	0.004	0.005	0.005	0.006
	17	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003
	18	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001
	19	0.042	0.043	0.044	0.044	0.046
	20	0.004	0.005	0.005	0.006	0.006
	21	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003
22	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	
23	0.033	0.032	0.031	0.031	0.029	
24	0.007	0.007	0.007	0.007	0.008	
25	0.071	0.067	0.065	0.063	0.059	
26	0.001	0.002	0.002	0.002	0.005	
27	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
28	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
29	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	
30	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	
Sub Total	0.608	0.610	0.610	0.611	0.618	
Value-added	0.307	0.305	0.305	0.304	0.300	
Employment	0.654	0.625	0.611	0.600	0.558	

\* Note1: Unit of Employment is person/hundred million won.

\* Note2: Industry names refer to footnote 5.

또한 산업연관분석에서 중간투입비중의 합계가 높을수록 생산유발효과가 크게 나타나며, 부가가치계수와 고용계수가 낮을수록 부가가치유발효과와 고용유발효과가 작게 나타난다는 점을 감안하면, 건축물 에너지 효율등급이 강화됨에 따라 생산유발계수는 커지고, 반면 부가가치유발계수 및 고용유발계수는 작아질 것으로 예상된다.

마지막으로 건축물 에너지 효율등급에 따른 유발계수들은 표 3의 결과와 수식 (1)에서 수식 (4)까지를 적용하여 산출할 수 있으며 표 4와 같다. 분석결과, 건축물 에너지 효율등급이 상승함에 따라 생산유발계수는 커지나 부가가치유발계수 및 고용유발계수는 줄어들고 있다.<sup>6)</sup> 이는 앞서 언급하였듯이 융복합산업의 중간투입비중은 커지는 반면, 부가가치 및 고용계수는 작아지기 때문이다.

다만 현재의 유발계수들은 원단위 개념으로 동일한 건축비를 기준으로 할 경우이다. 하지만 건축물 에너지 효율등급이 상승함에 따라 건축비 역시 동반 상승하기 때문에 건축물 1단위를 기준으로 할 경우에는 유발계수 결과와는 달리 건축물 에너지 효율등급이 상승함에 따라 효과가 크게 나타난다.

Table 4. The Induced Coefficients of Production, Value-added, and Employment

Rating	Production	Value-added	Employment
2	2.232	0.696	1.099
1	2.235	0.695	1.071
1+	2.235	0.693	1.056
1++	2.237	0.692	1.043
1+++	2.249	0.691	1.008

또한 이러한 결과를 바탕으로 에너지 효율주택의 패시브와 액티브의 배분비중이 경제에 어떠한 영향을 줄지 예상할 수 있다.

패시브 및 액티브의 중간투입비중은 주거용건설업(기준)보다 크지만 부가가치계수 및 고용계수는

주거용건축이 크게 나타난다. 이는 앞서 건축물 에너지 효율등급별 유발계수의 결과와 마찬가지로 주택에 에너지 효율요소가 결합될 경우 생산유발효과는 높게 나타나게 되고 반면 부가가치유발계수와 고용유발계수는 낮게 나타나기 때문이다.

다만 중간투입계수는 액티브가 패시브보다 높고, 부가가치계수 및 고용계수는 패시브가 액티브보다 높기 때문에 이 두 가지 에너지 효율을 위한 요소들은 경제적 파급효과에 상이한 영향을 주게 된다. 다시 말하면 에너지 효율을 높이기 위해 패시브 요소가 액티브 요소에 비해 더 많이 투입되면 상대적으로 부가가치유발효과 및 고용유발효과가 높아지게 되며, 반대로 액티브의 비중이 패시브보다 높아지게 되면 상대적으로 생산유발효과가 높아지게 될 것이다.

따라서 에너지 효율주택 건설의 생산유발효과를 높이기 위해서는 액티브 요소의 비중을 높게, 부가가치유발효과 및 고용유발효과를 높이기 위해서는 패시브 요소의 비중을 높여야 할 것이다.

Table 5. The Occupied Ratios for Production of Intermediate Input, Value-added, and Employment

industry	Intermediate	Value-added	Employment
Basic(287)	0.608	0.307	0.654
P	146	0.450	0.381
a	133	0.765	0.273
s	178	0.697	0.253
s	132	0.611	0.262
I	200	0.632	0.284
v	221	0.639	0.217
e	221	0.639	0.217
Active(278)	0.706	0.250	0.105

\* Source: Bank of Korea, 2013 Input-Output Table

## 2. 건축물 에너지 효율등급 강화에 따른 경제적 파급효과 분석

본 절에서는 앞서 도출한 건축물 에너지 효율등급별 유발계수들을 이용하여 향후 2017-2025년 사이에 신축될 공동주택을 대상으로 건축물 에너지 효율등급별 경제적 파급효과를 분석하고자 한다.

건축물 에너지 효율등급별 건축비를 추정하기 위해서는 2017-2025년 동안 신규 공동주택의 건축물량과 호당 건축비가 필요하다. 또한 건축물 에너지 효율등급별 건축비 상승률이 필요하다.

우선 2017-2025년 공동주택의 신규 건축물량은 국토교통부(2013)의 추정 공동주택 호수를 근거로 사용하였다. 다만 해당 추정치가 2022년까지만 제공되고 있어 2023-2025년은 2017-2022년 평균치를 적용하였다. 이에 따르면 2017-2025년까지 3,026.7천 호의 공동주택이 신규로 건축될 것으로 추정된다.

Table 6. The Number of New Housing of the Period of 2017-2022

(Unit: thousand houses)

Year	Total	Single	Multi
2017	388.4	45.2	343.2
2018	384.5	46.3	338.2
2019	381.9	47.5	334.4
2020	385.0	49.9	335.0
2021	384.6	51.6	333.0
2022	387.9	53.9	334.0
Average	385.4	49.1	336.3

\* Source: Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2013, The Second Housing Comprehensive Plan(2013-2022)

다음으로 본 연구에서 공동주택의 1호당 건축비는 122.2백만 원을 적용하였는데, 이는 공동주택의 기준 건축비를 2013년 기준 건축물 에너지 효율등급 2등급의 건축비를 계산하기 위해서이다. 구체적으로는 2013년 3월 기준 분양가상한제 적용주택의 기본형건축비<sup>7)</sup> 160.8만 원/m<sup>2</sup>(전용면적 85m<sup>2</sup>, 공급면적 112m<sup>2</sup>, 세대당 지하층 바닥면적 39.5m<sup>2</sup> 기준)

과 2015년 통계청 가계동향조사의 가구당 평균 전용면적 76.0m<sup>2</sup>/호를 적용한 결과이다.

마지막으로 건축물 에너지 효율등급에 따른 추가 건축비 비중은 앞서 투입비중 분석에서 사용된 명지대학교 산학협력단 제로에너지 연구단의 내부분석 결과를 사용한다. 이에 따르면 2등급 기준으로 1등급은 2등급에 비해 7.9%의 추가 건축비가 필요하며, 1+등급은 12.3%, 1++등급은 16.2%, 1+++등급은 30.7%의 건축비가 추가로 필요하다. 특히, 1+++등급에서 추가 건축비 비중이 급격히 상승하고 있는데, 이는 에너지 효율을 위한 신재생에너지(액티브)의 투입비중이 상대적으로 높아지기 때문이다. 이는 Davis Langdon(2007)이 주장하였듯이 건물의 탄소배출량을 줄일수록, 즉 건축물 에너지 효율등급이 강화될수록 건축물의 공사비는 급격히 증가하는 것과 맥을 같이 한다.

또한 건축물 에너지 효율등급이 강화됨에 따라 기본공사비도 다소 높아지게 되는데, 이는 에너지 효율화에 따른 기본설치비와 액티브시설 도입에 따른 통합배관공사, 자동제어 등이 기본건축비에 추가적으로 포함되었기 때문이다.

Table 7. The Rates of Increase in Construction Costs across Industrial Classification

Rating	Basic	Passive	Active	Total
2	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
1	101.1%	3.0%	3.9%	107.9%
1+	101.3%	6.5%	4.5%	112.3%
1++	101.5%	9.3%	5.4%	116.2%
1+++	103.9%	12.0%	14.9%	130.7%

\* Source: Analysis Results of an Unpublished Paper of Research of Affairs of Myongji University

최종적으로 2017-2025년 신규 공동주택의 추가 건축비는 표 8과 같다. 이에 따르면 2017-2025년 3,026.7천 호의 공동주택이 모두 건축물 에너지 효율등급 1등급으로 신축된다면 2등급으로 신축될 경



우에 비해 29.1조 원의 추가 건축비가 필요하며, 1+등급은 45.6조 원, 1++등급은 60.0조 원, 1+++등급은 113.7조 원으로 건축물 에너지 효율등급이 강화될수록 추가 건축비가 비례적으로 증가하게 된다.

Table 8. The Additional Construction Costs across Industrial Classification during 2017-2025

(Unit: trillion won)

Rating	Basic	Passive	Active	Total
2	base			
1	3.9	11.0	14.2	29.1
1+	4.8	24.2	16.7	45.6
1++	5.7	34.4	19.9	60.0
1+++	14.4	44.2	55.0	113.7

이러한 추가 건축비의 건축물 에너지 효율등급별 경제적 파급효과는 표 9와 같으며, 이는 표 8의 추가 건축비와 표 4의 유발계수들의 결합을 통해 분석이 가능하다. 다만 앞서 지적하였듯이 2010년 이후 한국은행에서는 기초가격 기준으로 산업연관표를 제공하고 있어 순생산물세를 차감하여 분석하였다. 2017-2025년 3,026.7천 호의 공동주택이 신축됨에 따라 모두 1등급으로 건축할 경우 2등급에 비해 경제에 미치는 파급효과는 생산유발 66.7조 원, 부가가치유발효과 19.8조 원, 고용유발효과 21.4만 명으로 분석되었으며, 건축물 에너지 효율등급이 강화될수록 효과는 비례적으로 커지며 1+++등급일

Table 9. The Additional Economic Effects of Production, Value-added, and Employment during 2017-2025

(Unit: trillion won, ten thousand person)

Rating	Production	Value-added	Employment
2	Base		
1	66.7	19.8	21.4
1+	104.4	30.9	33.4
1++	137.5	40.6	43.7
1+++	261.5	76.8	82.1

경우는 생산유발효과 261.5조 원, 부가가치유발효과 76.8조 원, 고용유발효과 82.1만 명의 추가적 경제 파급효과가 예상된다.<sup>8)</sup>

마지막으로 향후 2017-2025년 9년간 발생될 추가적 경제효과가 과연 경제 전체에서 어느 정도 비중을 차지하는지 알아보기 위해 표 9의 유발효과들을 연간 평균효과로 환산하고 2013년 한국은행 산업연관표 기준 전체 산업의 총생산액 3,599.4조 원, 부가가치(GDP)액 1,303.2조 원, 고용자수 1,629.9만 명과 비교하였다. 건축물 에너지 효율등급이 강화됨에 따라 발생하는 추가 건축비의 연간 경제적 파급효과는 2013년 우리나라 총 경제규모에 비해 총생산은 0.21-0.81%, 부가가치(GDP)는 0.17-0.65%, 고용자수는 0.15-0.56% 까지 증가하게 된다.

Table 10. The Average of Annual Increasing Rates of Production, Value-added, and Employment with respect to the Addition of Construction Costs

Rating	Production	Value-added	Employment
2	Base		
1	0.21%	0.17%	0.15%
1+	0.32%	0.26%	0.23%
1++	0.42%	0.35%	0.30%
1+++	0.81%	0.65%	0.56%

#### IV. 결론 및 시사점

본 연구에서는 에너지 효율주택의 경제적 파급효과 분석을 위해 건축물 에너지 효율등급별 생산유발계수, 부가가치유발계수, 고용유발계수를 도출하였고, 향후 2025년까지의 추가적인 경제적 파급효과를 분석하였다. 또한 이를 위해 본 연구에서는 중간투입구조를 직접 반영할 수 있는 융복합 산업의 경제적 파급효과 분석 방법론을 개발하였기 때문에 본 연구뿐만 아니라 다양한 융복합 산업분야에서 유용성이 높다고 할 수 있다.

일반적으로 건축물의 에너지 효율등급 상승은 건축비용의 상승을 야기한다. 경제성 분석 측면에서 비용의 상승은 에너지 절감과 이에 따른 이산화탄소 절감 등의 편익을 상쇄시키는 요인으로 부정적인 영향을 미치게 된다. 하지만 건축비용의 상승은 추가적으로 생산유발효과, 부가가치유발효과, 고용유발효과 등을 발생시켜 국가 경제적으로는 긍정적인 영향을 미치게 된다.

분석결과, 건축물 에너지 효율등급이 강화될수록 생산유발계수는 커지나 부가가치유발계수 및 고용유발계수는 작아지는 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 건축물 에너지 효율등급이 강화됨에 따라 기존주택에 비해 다른 투입요소의 비중이 높아지고 특히, 액티브(신재생에너지)의 투입비중이 높아지는 상황에서 주거용건설업에 비해 액티브의 부가가치유발계수 및 고용유발계수가 낮기 때문이다. 추가적으로 에너지 효율주택 건설의 생산유발효과를 높이기 위해서는 액티브 요소의 비중을 높게, 부가가치유발효과 및 고용유발효과를 높이기 위해서는 패시브 요소의 비중을 높여야 할 것이다.

하지만 이는 동일한 건축비가 투입되었을 경우의 유발효과 원단위 측면이기 때문에 실제 효과는 이와 다를 수 있다. 다시 말하면 현재 건축물 에너지 효율등급이 강화됨에 따라 건축비가 상승하는 속도(7.9-30.7%)는 부가가치 및 고용유발계수의 하락속도(0.2-0.7% 및 2.5-8.3%)보다 크기 때문에 경제적으로는 긍정적인 효과가 기대된다. 이를 위해 향후 2017-2025년까지 신규 공동주택의 경제적 파급효과를 분석한 결과, 현재의 2등급으로 공동주택을 건축할 경우에 비해 1+++등급으로 건축시 261.5조 원의 생산유발효과, 76.8조 원의 부가가치유발효과, 82.1만 명의 고용유발효과가 추가적으로 예상된다. 이는 2013년 전체 산업을 기준으로 총생산은 0.21-0.81%, 부가가치(GDP)는 0.17-0.65%, 고용자수는 0.15-0.56%까지 비중이 높아지는 결과이다.

하지만 장기적으로 건축물 에너지 효율등급 강화에 따라 부가가치 및 고용유발계수가 하락한다는 것은 경제적 측면에서는 한계로 작용할 가능성이 있다. 이는 에너지 효율을 위한 건축비는 장기적으로 감소할 가능성이 높기 때문이며, 예상보다 훨씬 빠르게 그 효과가 상쇄될 수 있기 때문이다.

따라서 이러한 경제적 파급효과 하락을 보완할 수 있는 정책방안이 필요하며, 이를 위해 패시브 및 액티브(신재생에너지) 산업의 수급문제의 해결과 관련자재의 국산화를 들 수 있다.

앞서 표 8에서 분석한바와 같이 건축물 에너지 효율등급 1+++ 등급을 위해 2017-2025년까지 예상되는 패시브 및 액티브 투입액은 44.2 및 55.0조 원이며, 연간으로 환산하면 4.9 및 6.1조 원이다. 이는 2013년 산업연관표 기준 패시브 산업의 총생산액 2.2조 원과 액티브 산업의 총생산액 1.9조 원의 각각 2.2배 및 3.2배에 해당하는 수치이다. 따라서 건축물 에너지 효율등급이 강화될수록 연관 산업의 수급 불균형이 발생될 것으로 판단된다.

특히, 이러한 수급 불균형은 에너지 효율주택 관련 자재의 수입화를 촉진하고 경제적 파급효과와 하락을 가속화 할 수 있다. 한국은행 산업연관표에 의하면 주거용건설업의 중간투입액 중 수입액의 비중은 2010년 8.8%, 2013년 8.7%로 다소 줄어드는데 반해, 패시브 산업은 2010년 13.3%에서 2013년 14.2%로, 액티브(신재생에너지) 산업은 2010년 4.7%에서 2013년 5.6%로 점차 증가하고 있다. 따라서 건축물 에너지 효율등급이 강화될수록 패시브 및 액티브 생산의 증가가 필요하나 이를 모두 국산 자재로 충당하기 어렵기 때문에 수입비중도 높아지게 되며, 이러한 상황에서는 경제적 파급효과가 해외로 유출되게 된다.

따라서 정부는 현재 진행하고 있는 제로에너지 주택정책의 원활한 진행을 위해서 건축물 에너지 효율등급 강화에 따른 관련 산업의 수급문제 완화

등 산업지원정책을 보완하여야 할 것이며, 이와 더불어 자재의 국산화를 통해 경제적 파급효과가 최대한 국내에 머무를 수 있도록 하여야 할 것이다.

본 연구에서는 건축물 에너지 효율등급 강화에 따른 경제적 파급효과를 건설투자에 한정하여 분석하였다는 한계가 있다. 앞서 언급하였듯이 건축물 에너지 효율등급이 강화된다는 것은 추가 건축비의 상승을 동반하며, 이는 분양가 및 임대료의 상승뿐만 아니라 주택을 유지하는 운영비용도 상승시키기 때문에 주택의 거주자 입장에서는 부정적인 영향을 미치게 되기 때문이다. 또한 현재 적용된 에너지 효율등급별 건축비 상승률은 현재 시점에서의 결과이며, 건축기술의 발전, 패시브 및 액티브 요소들의 가격하락 등이 반영되지 않았다는 한계가 있다. 따라서 향후 발생될 경제적 파급효과는 본 연구에서 도출된 결과보다는 낮을 것이라 예상된다.

그럼에도 불구하고 본 연구는 에너지 효율주택의 경제적 파급효과를 건축물 에너지 효율등급별로 분석함으로써 향후 건축물 에너지 절감의 단계별 추진전략 수립에 참고가 될 것이라 판단된다.

주1. 산업연관표에서 건설업(대분류)은 주거용 건물뿐만 아니라 비주거용 건물, 건축보수, 도로시설, 철도시설, 항만시설, 하천사방, 상하수도시설, 농림수산물목, 도시토목, 환경정화시설, 통신시설, 전력시설, 산업플랜트, 기타 건설을 포함하고 있으며(한국은행, 2015), 각 시설마다 중간투입구조가 다르기 때문에 주택건설의 효과를 보다 정확히 분석하기 위해서는 주거용건설업만을 대상으로 분석하는 것이 타당하다.

주2. 제로에너지주택 실증단지인 국토교통부 도시건축 연구개발사업 지원을 받아 명지대학교 산학협력단에서 주관하고 있으며, 서울특별시 노원구에 아파트 3개 동과 단독 및 연립주택을 포함한 총 121세대 규모로 건축 중이다. 특히, 본 연구에서 적용한 요소별 건축비 배분비중 및 상승률 등은 실증단지 중 아파트 유형의 제로에너지(1+++등급)와 일반(2등급) 성능의 설계도서 및 내역을 기준으로 산출하였고, 이를 바탕으로 건축물 에너지 효율등급별 요소별로 건축비를 산출하였다.

주3. 2013년은 건축물 에너지 효율등급이 2등급으로서

일정부분 패시브 요소가 포함된다. 다만 본 연구에서는 2등급을 기준으로 분석하기 위해 기본 패시브 비용은 일반건축비로 포함하였기 때문에 건축물 에너지 효율등급이 상승함에 따라 포함되는 패시브 비용은 추가적인 비용임을 유의해야 할 것이다.

주4. 기초가격은 생산자가격에서 순생산물세를 차감하여 생산자가 실제 수취하는 금액을 말하며, 파급효과를 보다 정확히 측정하기 위해서는 기초가격으로 접근하는 것이 합리적이다(한국은행, 2004, 2014).

주5. 본 연구에서 적용한 산업은 한국은행 산업연관표의 대분류 기준이며 다음과 같다. 1 농림수산물, 2 광산물, 3 음식료품, 4 섬유 및 가죽제품, 5 목재 및 종이, 인쇄, 6 석탄 및 석유제품, 7 화학제품, 8 비금속광물제품, 9 1차 금속제품, 10 금속제품, 11 기계 및 장비, 12 전기 및 전자기기, 13 정밀기기, 14 운송장비, 15 기타 제조업 제품 및 임가공, 16 전력, 가스 및 증기, 17 수도, 폐기물 및 재활용서비스, 18 건설, 19 도소매서비스, 20 운송서비스, 21 음식점 및 숙박서비스, 22 정보통신 및 방송서비스, 23 금융 및 보험 서비스, 24 부동산 및 임대, 25 전문, 과학 및 기술 서비스, 26 사업지원서비스, 27 공공행정 및 국방, 28 교육서비스, 29 보건 및 사회복지서비스, 30 문화 및 기타 서비스(한국은행, 2015).

주6. 2013년의 주거용건설업과 액티브(신재생에너지)의 유발효과를 비교해보면, 생산유발계수의 크기는 신재생에너지가 주거용건설업보다 크기 때문에 건축물에 신재생에너지가 결합될 경우 생산유발계수는 증가하는 반면, 부가가치유발계수 및 고용유발계수는 감소할 것으로 예상가능하다.

Category	Residential Building Construction	Renewable Energy
Production	2.34	2.39
Value-added	0.71	0.71
Employment	11.34	2.60

\* Source: Bank of Korea, 2013 Input-Output Table

주7. 국가차원에서 기준건설비로 볼 수 있는 단가는 공공건설임대주택 표준건축비, 과밀부담금 부과를 위한 표준건축비, 분양가상한제 적용주택의 기본형건축비를 들 수 있는데, 공공건설임대주택 표준건축비는 국민임대건설을 위한 단가로 낮게 책정되어 있으며, 과밀부담금 부과를 위한 표준건축비는 수도권 위주의 단가로 높게 책정되어 있기 때문에 본 연구에서는 이의 평균적인 단가인 분양가상한제 적용주택의 기본형건축비를 사용하였다.

주8. 산업연관분석에서의 고용은 연인원(man-year) 개념으로 1년 동안 각 사업체에서 투입한 실제 노동량을 계측하기 위해 사용되는 단위이다(한국은행,

2014). 예를 들어, 1년 동안 4명이 3개월씩 근무할 경우 실제로는 4명의 고용이 발생하지만 산업연관 분석에서는 1명으로 계산한다. 또한 다년도 사업일 경우 1명이 2년 동안 근무할 경우 실제로는 1명이지만 산업연관분석에서는 2명으로 계산된다. 만약 2017-2025년 9년 동안 모든 고용인원이 근무한다고 가정할 경우 고용유발효과는 해당결과에 9년을 나누어줌으로써 도출할 수 있다. 따라서 고용유발 효과를 해석함에 있어서는 이러한 연인원의 개념을 고려하여 판단하여야 할 것이다.

### 인용문헌

### References

1. 국토교통부, 2013. 「제2차 장기('13년~'22년) 주택종합계획 수립 연구」, 경기.  
Ministry of Land, Infrastructure and Transport(MOLIT), 2013. *The Second Housing Comprehensive Plan(2013-2022)*, Gyeonggi.
2. 국토교통부, 2014a. 「건축물 에너지 절감 생활 속에서 느끼게 된다 - 수요자 중심의 건축물 에너지 성능 향상 방안 마련」, 경기.  
MOLIT, 2014a. *We can feel the building energy savings in daily life - Demand-side strategies to enhance the energy performance of buildings*, Gyeonggi.
3. 국토교통부, 2014b. 「제로에너지빌딩! 미래건축에 대한 패러다임을 바꾸다 - 선도형 제로에너지빌딩 조기 활성화 방안 마련」, 경기.  
MOLIT, 2014b. *Zero-energy buildings shift the paradigm for the future construction - Measures to activate the leading zero-energy buildings*, Gyeonggi.
4. 김혜수·노태욱·송영배, 2011. “그린홈 사업의 경제성 평가에 관한 연구-DCF법을 중심으로”, 「집합건물법학」, 8: 165-186.  
Kim, H., T. Noh, and Y. Song, 2011. “Assessment on the Economic Feasibility of Green Home Project,” *The Korean Aggregate Buildings Law*, 8: 165-186.
5. 김남룡·김영·고석남, 2009. “도시정비사업에 관한 도시재생의 경제적 파급효과 분석”, 「국토계획」, 44(6): 89-103.  
Kim, N., Y. Kim, and S. Ko, 2009. “An Analysis of Economic Impacts of Urban Regeneration Focusing on Urban Rehabilitation Projects”, *Journal of Korea Planners Association*, 44(6): 89-103.
6. 김명수, 2012. “해외건설의 경제적 파급효과 분석”, 「국토연구」, 73:271-281.  
Kim M., 2012, “An Analysis on Economic Effects of Overseas Construction”, *The Korea Spatial Planning Review*, 73: 271-281.
7. 김명수, 2014. “부문별 사회간접자본(SOC)의 경제적 파급효과 분석”, 「한국건설관리학회 논문집」, 15(3):120-127.  
Kim, M., 2014. “An Analysis on Economic Effects of Sectoral SOC Investment”, *Korean journal of construction engineering and management*, 15(3): 120-127.
8. 김준형·최명섭·이상영, 2015. “에너지효율주택의 최대투자규모 추정: 제로에너지주택을 중심으로”, 「국토계획」, 50(3): 199-211.  
Kim, J., M. Choi, and S. Lee, 2015. “Estimating the Maximum Feasible Investment for the Energy Efficient Housing: Focusing on the Zero-Energy Housing”, *Journal of Korea Planners Association*, 50(3): 199-211.
9. 도태호·최명섭·김명수, 2012. “지역별 해외건설의 경제적 파급효과 분석”, 「지역연구」, 28(3):25-39.  
Do, T., M. Choi, and M. Kim, 2012. “An Analysis on Economic Effects of Overseas Construction by Foreign Countries”, *Journal of the Korean Regional Science Association*, 28(3):25-39.
10. 명지대학교 산학협력단, 2015a. 「제로에너지 주택 최적화 모델 개발 및 실증단지 구축(3차년도)」, 경기.  
Research of Affairs of Myongji University, 2015a. *Development and implementation of zero energy housing(3rd)*, Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement, Gyeonggi.

11. 명지대학교 산학협력단, 2015b. 「제로에너지 분야 중장기 마스터플랜 수립」, 경기.  
Research of Affairs of Myongji University, 2015a. *Medium and long term Zero-Energy Housing master plan*, Gyeonggi.
12. 박철한·이상영, 2014. “표준산업분류와 산업연관표를 활용한 한국과 일본 부동산산업 비교 분석”, 『부동산학보』, 59: 258-272.  
Park, C. and S. Lee, 2014. “The Implication from the Comparison between Korean and Japan’s Real Estate Industry through Standard Industrial Classification and Input-Output Table Analysis”, *Korea Real Estate Academy Review*, 59: 258-272.
13. 유선중·정은비, 2014. “부동산산업의 경제적 파급효과 분석”, 『주택연구』, 22(2): 77-100.  
Yoo, S. and E. Jung, 2014. A Study on the Economic Effects Influenced by Real Estate Industry, *Housing Studies Review*, 22(2): 77-100.
14. 이명주, 2014. “국내 최초 제로에너지주택실증단지 계획 및 실현”, 『건축』, 58(3): 47-53.  
Lee, M., 2014. “Planning and Implementation of Korea’s first Zero Energy Housing Complex”, *Review of Architecture and Building Science*, 58(3): 47-53.
15. 임슬예·박소연·유승훈, 2014. “신재생에너지 부문의 경제적 파급효과 분석”, 『에너지공학』, 23(4): 31-40.  
Lim S., S. Park, and S. Yoo, 2014. “The Economic Effects of the New and Renewable Energies Sector”, *Journal of Energy Engineering*, 23(4): 31-40.
16. 임인혁·손은정·이명주, 2016. “제로에너지 공동주택 추가 공사요소의 장기수선충당금 분석 연구”, 『대한건축학회논문집 계획계』, 32(2): 35-42.  
Lim, I., E. Son, and M. Lee, 2016. “A study on the long-term repair plan for additional energy saving elements in zero energy housing complex”, *Journal of the Architectural Institute fo Korea Planning & Design*, 32(2): 35-42.
17. 정기호, 2005. “원자력부문 연구개발투자지출의 경제파급효과 산업연관분석”, 『자원·환경경제연구』, 14(4): 839-866.  
Jeong, K., 2005. “Input-Output Analysis of the Economic Effects of R&D Expenditure in the Atomic Anergy Industry”, *Environmental and Resource Economics Review*, 14(4): 839-866.
18. 지봉구·이계희·김태구, 2011. “산업연관분석을 통한 관광산업의 경제적 파급효과 분석”, 『한국콘텐츠학회 논문지』, 11(12):884~892.  
Jee, B., G. Lee, and T. Kim, 2011. “Economy Impact of Tourism Industry in Korea - Input/Output Analysis”, *The Journal of the Korea Contents Association*, 11(12):884~892.
19. 진상현·김성욱, 2011. “신재생에너지 보급사업의 에너지원별 산업파급효과에 관한 연구”, 『자원환경경제연구』, 20(2): 309-333.  
Jin, S. and S. Kim, 2011. “A Study on the Economic Effects of New Renewable Energy Program by Using Input-Output Table”, *Environmental and Resource Economics Review*, 20(2): 309-333.
20. 통계청, 2008. 『표준산업분류』, 서울.  
Statistics Korea, 2008. *Korean Standard Industrial Classification*, Seoul.
21. 한국은행, 2004. 『산업연관분석해설』, 서울.  
Bank of Korea(BOK), 2004, *Explanation Book for Input-output Analysis*, Seoul.
22. 한국은행, 2014. 『산업연관분석해설』, 서울.  
BOK, 2014, *Explanation Book for Input-output Analysis*, Seoul.
23. 한국은행, 2015. 『2013년 산업연관표』, 서울.  
BOK, 2015, *Input-Output Statistics*, Seoul.
24. 한건택·김혜민·유승훈, 2012. “집단에너지산업의 국민경제적 파급효과 분석”, 『에너지공학』, 21(1): 47-54.  
Han, K., H. Kim, and S. Yoo, 2012. “The Economic Effects of Integrated-Energy Business: An Input-Output Analysis”, *Journal of Energy Engineering*, 21(1): 47-54.

25. 홍재표·변정은·김방룡, 2013. “녹색산업의 경제적 파급효과 분석: 산업연관분석을 중심으로”, 「산업경제연구」, 26(2):649-670.  
Hong, J., J. Byun, and P. Kim, 2013. “National Economic Effects of Green Growth Industry: Using Input-output Analysis”, *Review of business & economics*, 26(2): 649-670.
26. Davis Langdon, 2007. *The Cost and Benefit of Achieving Green Buildings*, www.davislangdon.com.
27. Horne, R., Morrissey, J., O’Leary, T., Berry, M., Hamnett, S., Kellett, J. and Irvine, S., 2008. “Lifetime affordable housing in Australia – assessing life cycle costs,” Paper presented at 3rd Annual Australian Housing Researchers’ Conference, Melbourne: RMIT University.
28. Miller, Ronald E., and Peter D. Blair, 1985. *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*, New Jersey: Cambridge University Press.

Date Received 2016-08-26  
Date Reviewed 2016-09-26  
Date Accepted 2016-09-26  
Date Revised 2016-10-10  
Final Received 2016-10-10