건물부문 탄소중립 이행을 위한 감축잠재량 산정 연구

2022. 12.

연구수행 : 한국건설기술연구원, 한국부동산원

환경부
온실가스종합정보센터

제 출 문

온실가스종합정보센터장 귀하

본 보고서를 “건물부문 탄소중립 이행을 위한 감축잠재량 산정 연구”과제의 최종 결과물로 제출합니다.

2022년 12월 16일

한국건설기술연구원장

수 행 기 관 : 한국건설기술연구원
한국부동산원
참여 연구원 : 김유민, 김영선, 신혜리
지창윤, 최민석, 윤영란

목　　차

표 목 차

그 림 목 차

제1장 서　　론

제1절 연구 개요

1. 연구의 배경 및 목적

○ 「 2030 NDC 상향안」, 「2050 탄소중립 시나리오 설정」에의한 감축목표 상향으로 소관부처 세부계획 및 정책 등에 따른 감축잠재량산정 연구 필요

- 건물부문의감축 목표 달성을 위한 주요 감축수단에따른 정량적 감축 효과 산정 방법론 필요
- 현재 건물부문주요 감축 수단 중 큰 비중을 차지하는 에너지 효율 향상의 경우 제로에너지 건축 및 그린리모델링 사업 진행 중
- 사업 진행(건수) 목표 이행률은초과달성중이나 이에 대한 정량적인 감축 효과를 산정하기에는 한계 발생

○ 현안(NDC 상향 이행 계획, 탄소중립 달성, 신규 기술·정책 도입 등)에 대한 감축 잠재량산정 통일성을 위해 부처 간 협력 체계 마련 필요

- 건물부문특성 상 동일한 감축수단에복합적 감축 정책 및 기술을 포함하고 있으며 감축목표 이행 시 감축효과 산정에 대한 유관기관의 명확한 정의·구분 필요
- 분석에 필요한 정량적 데이터 확보를 위해 유관기관 데이터 협조체계 마련
- 공식적인 데이터 활용을 통해 부처 간 동일한 감축잠재량산정 방안 마련 필요 (감축잠재량세부 산정 근거)

2. 연구의 범위

○ 탄소중립 이행에 따른 감축 효과 및 잠재량분석을 위한 국내·외 통계 데이터 및 관련 정책보고서 조사·분석

- 국내외 통계 및 기존 연구보고서 등을 활용한 건물 부문 데이터 분석
- 기존 및 진행 중인 유사연구 조사를 통한 선행연구 활용방안 검토

○ 탄소중립 이행 주요 수단에 따른 감축 잠재량평가를 위한 건물에너지 사용량 현황 분석

- 주요 수단별 정량적 감축효과 분석을 위한 데이터 셋 구축
- 감축 잠재량평가를 위한 건물에너지 사용량 현황 분석

– 탄소중립 이행 주요 감축수단에 따른 정량적 감축효과 시범 평가

○ 탄소중립 이행을 위한 감축수단에 따른 감축 잠재량산정

– 감축 수단별 감축 잠재량산정

– 감축 시나리오 구축

제2장

국내외 통계 데이터 및 관련 정책 보고서 조사 분석

제1절 국외 사례 분석

1. 부문별 온실가스 배출 현황

○ 대부분 국가에서 2021년 이산화탄소(CO_2) 배출량은 팬데믹(Pandemic) 이전 수준 이상으로 증가함

- 브라질과 인도의 경우에는 10% 이상, 미국과 유럽연합(EU)은 7%, 중국은 5%, 일본은 1% 미만으로 CO_2 배출량 증가
- 선진국의 1인당 CO_2 배출량은 평균 8.2톤으로 8.4톤인 중국에 비해서도 낮은 수준. 다만 개별 국가의 1인당 CO_2 배출량은 평균을 상회(미국 14톤)하거나 밑도는(EU 6톤) 상황

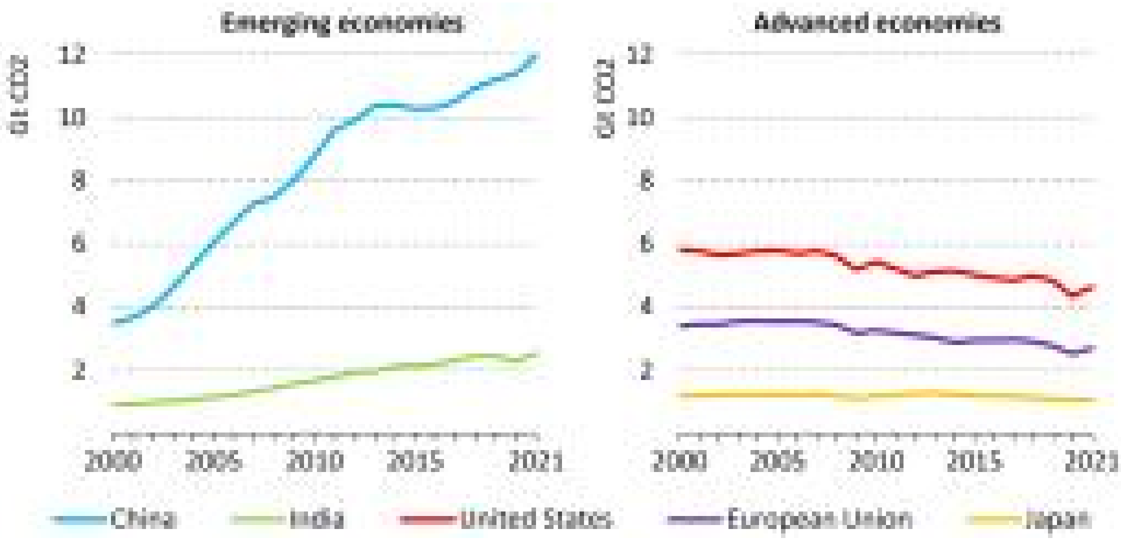


그림 2.1.1 일부 선진국 및 신흥국의 연간 CO2 배출량 (IEA, 2022a)

○ 건물부문을 포함한 에너지, 산업 부문 등의 2021년 CO_2 배출량은 2019년 수준으로 반등하였으나 유일하게 수송부문만 2019년보다 낮은 배출량을 나타냄

- 전력 수요 증가에 따른 화석연료의 사용 증가로 전력 및 열 생산 부문의 2021년 CO_2 배출량은 전 세계 배출 증가량의 46%를 차지하며 가장 큰 증가폭을 나타냄
- 주거용 건물의 경우, 기기 보유 및 사용 증가, 1인당 평균 주거 면적 증가 등의 구조적 변화는 2014년 이후 지속적으로 기술 및 프로세스의 효율성 향상과 일치하거나 능가하는 상황

– 이러한 구조적 변화가 계속된다면, 글로벌 기후변화 및 지속가능성 목표에 부합하는 수준의 에너지 집약도 향상을 위해 기술적 효율성은 훨씬 더 빠르게 증가해야 함

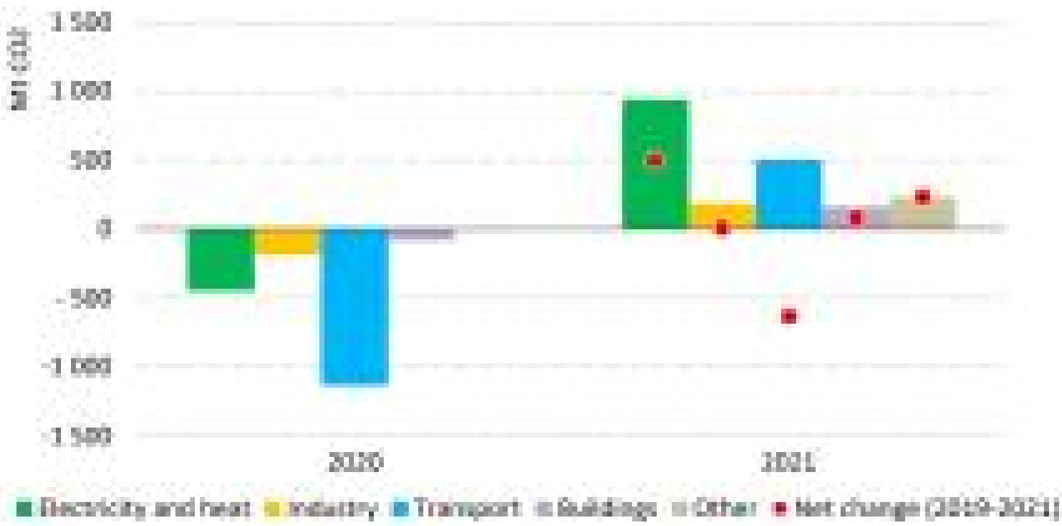


그림 2.1.2 연간 부문별 CO2 배출량 변화 (IEA, 2022a)

2. 건물에너지 소비 및 지원 현황

○ ’21년 건물에너지 소비량은 코로나19로 소비량이 감소한 전년 대비 4% 증가

– 난방 및 급탕이 건물에너지 소비의 가장 큰 비중을 차지하며 냉방은 전년 대비 6.5%까지 증가함

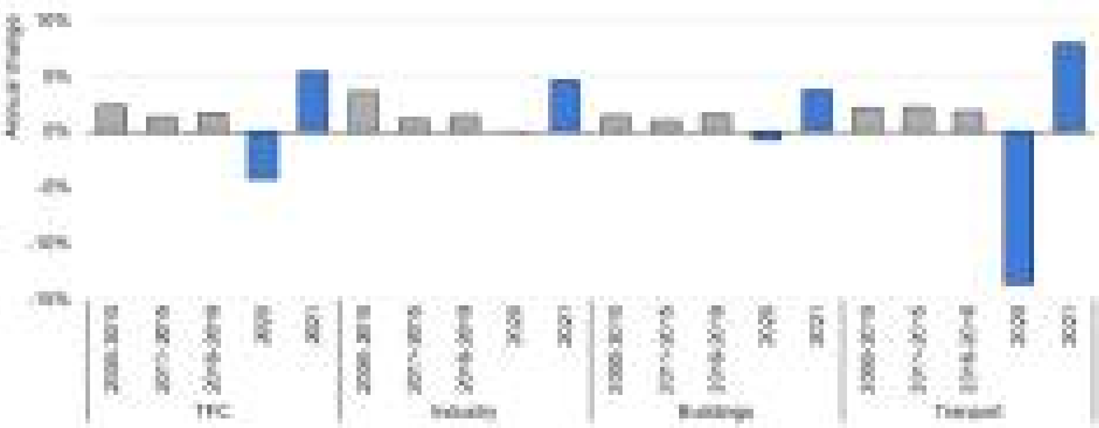


그림 2.1.3 전 세계 부문별 에너지 소비량 (IEA, 2022b)

○ 더욱 효율적인 건물들이 러시아 가스에 대한 의존도를 낮추는데 핵심적인 역할을

할 것으로 전망

– 천연가스는 주거용 난방에 가장 일반적으로 사용되고 있으며, 전 세계 난방에너지 수요의 약 42%를 차지하고 있음

– 네덜란드의 경우 난방에 대한 가스 의존도가 80%를 초과하는 반면 노르웨이나 스웨덴의 경우에는 매우 낮은 상황

– 러시아·우크라이나 전쟁에 따른 에너지 위기로 유럽 내 러시아 가스 점유율은 ’19년 47%에서 ’22년 약 9%로 하락한 상황

– 이에 따라 유럽 대부분 가정의 가스 사용료가 전기 사용료에 비해 상당히 증가함. 덴마크의 경우, 가스 난방비는 가구 평균 330% 가까이 증가했으나 동일 면적 가구에 대한 전기히트펌프의 경우 100% 정도 증가

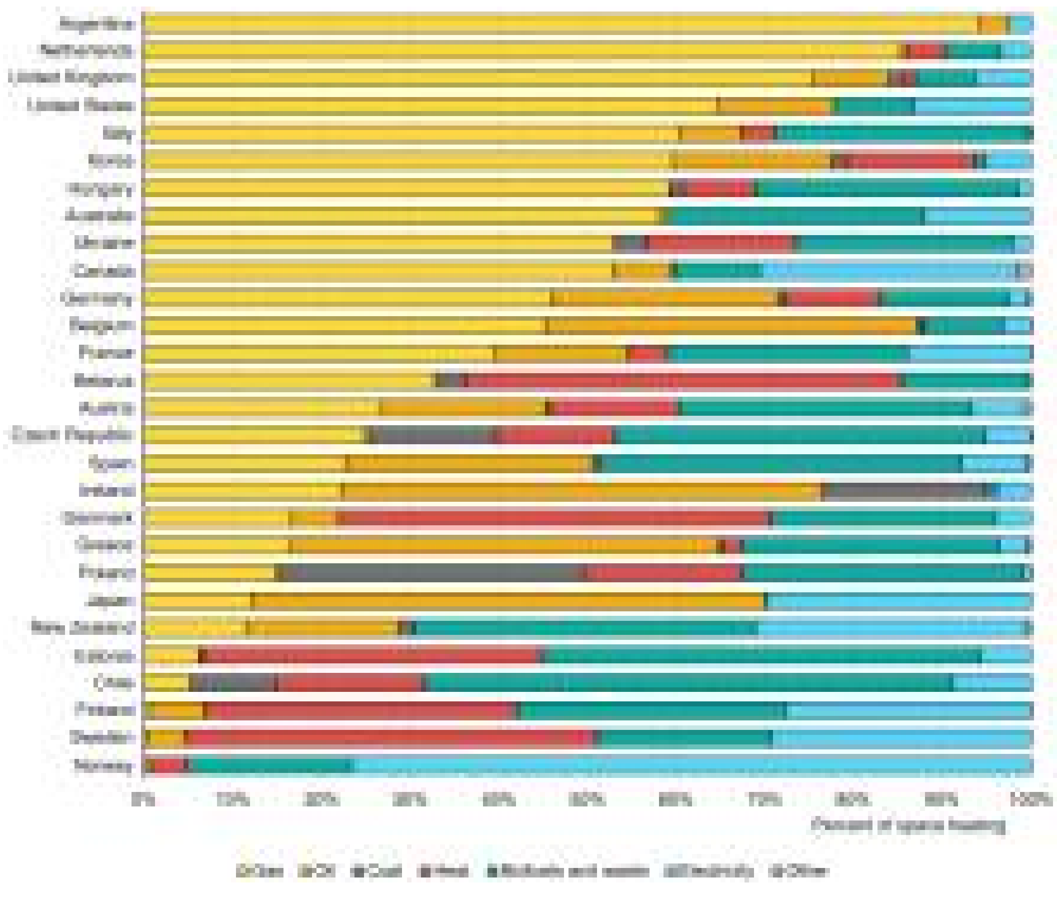


그림 2.1.4 국가별 주거용 난방에너지 소비량의 에너지원별 비중 (IEA, 2022b)

○ 가스와 석유 난방 기기를 금지하거나 단계적으로 폐지하기 위한 법령을 제안하는 국가 및 지방정부 증가

– 독일은 2024년부터 신규 화석연료 난방 설비를 금지하고 새로 설치된 난방 시스템은 반드시 65% 이상 재생에너지로 공급

– 프랑스는 2023년부터 건물에 대한 신규 가스 연결을 금지하고, 네덜란드는 2026년부터 건물에 히트펌프 설치 요구

– 영국은 2035년까지 모든 건물에 대한 신규 가스 난방 설비와 보일러를 금지하는 계획

– 미국 캘리포니아주 60개 이상 도시에서는 이미 건물에서 가스 사용을 금지하거나 제한하는 상황이며, 오리건주에서는 2021년부터 신축 건물에서 가스 사용을 금지하고 있음

– 캐나다 밴쿠버시와 퀘벡주에서는 화석연료를 사용하는 온수 설비를 금지하는 계획을 가지고 있음

○ 건물에너지 효율 개선을 위한 재원 조달 및 지원

– 캐나다에서 새롭게 발표된 그린빌딩전략은 2050년까지 건물 리트로핏 비율을 높이고 넷제로 레디(Net–zero–ready) 건물 실현을 위해 USD 1억 9백만(한화 약 134억 원) 지원

– 일본 정부는 '22년 그린전환계획(GX Plan)을 시작하고 에너지이용합리화법 및 건물에너지효율법 개정을 통해 에너지 효율 목표 향상을 위한 법적 근거를 강화함. 이러한 조치들은 다수의 소비자를 위한 빌딩 코드 및 연간 에너지 보고 시스템을 강화. 3개년 효율 투자 계획을 통해 또한 공장 및 건물의 노후시설 교체를 위한 JPY 5천억(한화 약 4조 7천억 원) 지원

– 호주 정부는 건물에너지 효율 등급 제도(NATHERS) 및 그린하우스 에너지 최소기준 프로그램 확대를 위해 '22년 회계연도 예산에서 AUD 5만(한화 약 35억 원) 지원

– 이탈리아의 슈퍼보너스 리트로핏 제도(Superbonus retrofit scheme)는 유럽 내 가장 큰 규모의 단일 리트로핏 보조금 제도로서 '22년 10월까지 약 USD 550억(한화 약 67조 원) 이상의 세액공제 혜택을 제공하였음. '21년 하반기에 건물 성능 2등급 상향을 의무화하는 등 보다 엄격한 제도로 갱신됨

2.1 EU의 건물에너지 현황

○ 건물부문은 EU 총에너지 소비량의 40%, 건물에너지 관련 온실가스 배출량은 EU 전체 배출량의 36% 차지('20년)

– 가나다라 전체 건물의 85%에 해당하는 220백만 동은 2001년 이전에 건축되었으며 대부분 화석연료에 기반한 저효율의 냉난방 시스템 사용

※ 냉난방, 급탕이 주거용 건물에너지 소비량의 80%를 차지하며 에너지원의 2/3는 화석연료로 공급됨

– 건물부문의 탈탄소화를 위해서는 수입 화석연료에 대한 의존도를 낮추고 지역 재생에너지 잠재력을 활용하며 냉난방 시스템의 현대화가 필수적

○ 주거용 건물의 경우 최종에너지 소비량의 27%, 총 1차 에너지 소비량의 19% 차지('20년)

– 최종에너지 소비량의 에너지원별 비중은 천연가스가 32%로 가장 높고 그다음으로 전력(25%), 재생에너지 및 바이오연료(19%), 석유 순으로 나타남

표 2.1.1 EU의 주거부문 최종에너지 소비량의 에너지원별 비율('20년)

[단위: %]

	에너지 사용	난방	냉방	급탕	조리	조명 및 가전	기타
석탄	2.9	91.0	0	7.8	1.1		0.0
천연가스	32.0	74.6	0	19.3	6.1		0.0
석유	12.5	78.2	0	14.6	6.5		0.7
재생에너지 및 바이오연료	19.2	87.9	0.0	10.3	1.2		0.7
전력	25.1	13.1	1.5	12.0	12.5	57.9	3.0
열*	8.3	77.0	0.0	23.0	0.0		0.0
합계	100	62.8	0.4	15.1	6.1	14.5	1.0

자료: Eurostat, 2022

* 천연가스·도시가스(38.2%), 재생에너지(31.6%), 고체 화석연료(19.6%) 등에서 발생된 열(Derived heat)

– 용도별 에너지 소비량은 난방이 62.8%로 가장 높고 급탕(15.1%), 조명 및 가전기기(14.5%), 조리(6.1%), 냉방(0.4%), 기타(1.0%) 등의 순이며, 난방의 26.8% 정도를 재생에너지로 공급하고 있음

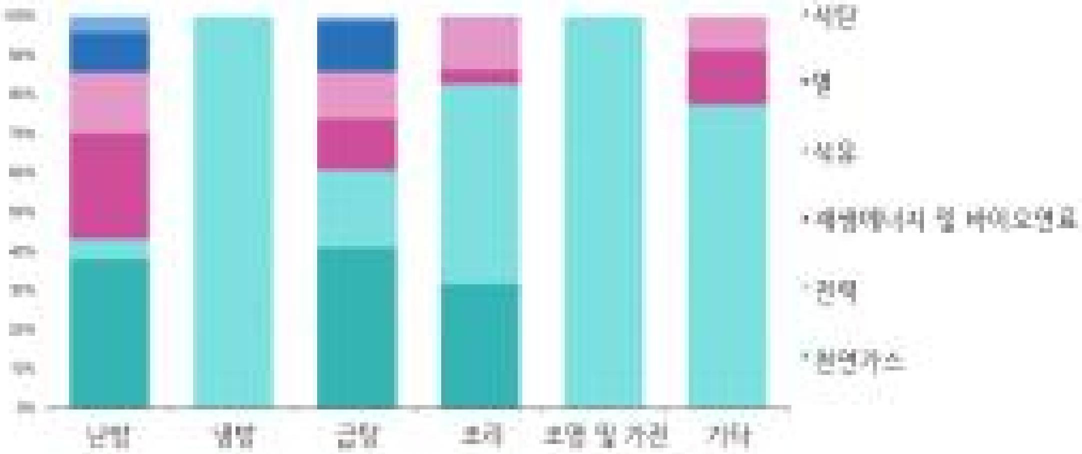


그림 2.1.5 EU의 주거부문 최종에너지 소비량의 에너지원별 비중('20년) (Eurostat, 2022)

– EU 회원국 대부분은 화석연료에 비해 전력, 재생에너지 및 바이오연료가 주거용 에너지원으로서 높은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타남

표 2.1.2 EU 회원국의 주거부문 최종에너지 소비량의 에너지원별 비율('20년)

[단위: %]

	독일	프랑스	오스트리아	노르웨이	덴마크	스웨덴	핀란드
석탄	0.8	0.1	0.4	–	–	–	0.1
천연가스	43.8	35.7	26.8	0.1	17.2	0.3	0.6
석유	28.0	13.6	18.1	0.2	3.2	4.6	5.2
재생에너지 및 바이오연료	16.8	34.1	35.4	35.5	38.0	19.7	40.4
전력	1.7	12.6	4.7	60.7	3.9	28.7	24.8
열	9.0	3.9	14.6	3.5	37.7	46.7	29.0
합계	100	100	100	100	100	100	'30년까지 신축 건물 부문 냉방 및 난방 효율 10% 향상

자료: Eurostat, 2022

– (당면과제) 매년 기축 건물의 11% 정도가 개보수되고 있으나 에너지 성능 향상까지는 미치지 못하는 상황

– EU 전역에 걸쳐 기축 건물에 대한 대대적인 개보수(Deep Renovation)가 진행될 경우 에너지 소비량은 2015년 대비 60%까지 감소할 것으로 기대되나 연간

0.2% 정도에 그치는 수준이며 이조차도 일부 지역에서는 전무한 실정

- 주거용 건물의 경우 접근성이 높은 인센티브의 부족과 주요 금융상품의 부재, 비주거용 건물의 경우 공공건물에 대한 예산 부족과 상업용 건물에 대한 적절한 인센티브 부족이 개보수 저해요인으로 종종 지적되는 상황
- 2030년까지 노후 건축물의 개보수를 통한 탈탄소화에 약 €35조(한화 4,809조원)의 예산이 필요할 것으로 추산됨

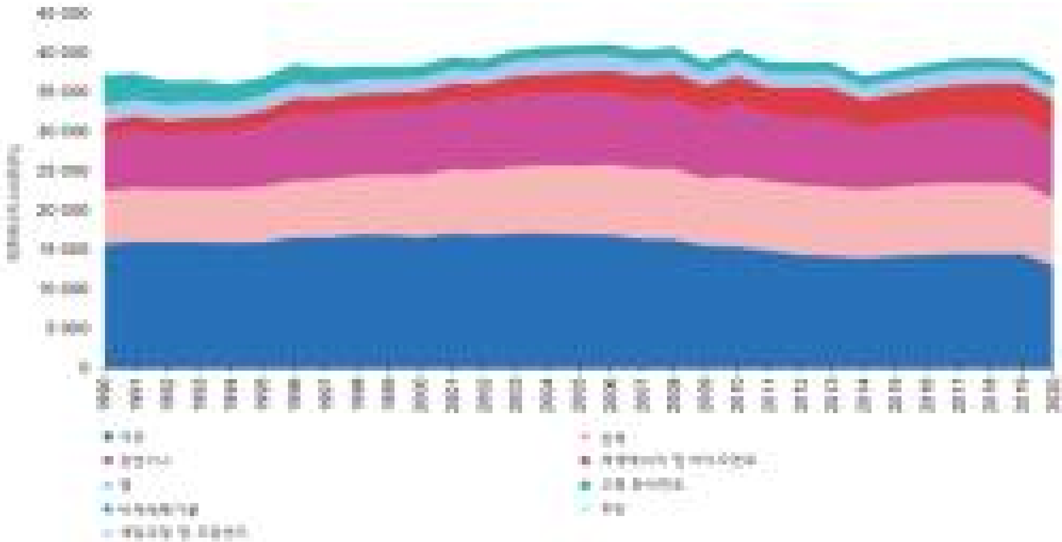


그림 2.1.6 EU의 최종에너지 소비량의 에너지원별 비중('90~'20) (Eurostat, 2022)

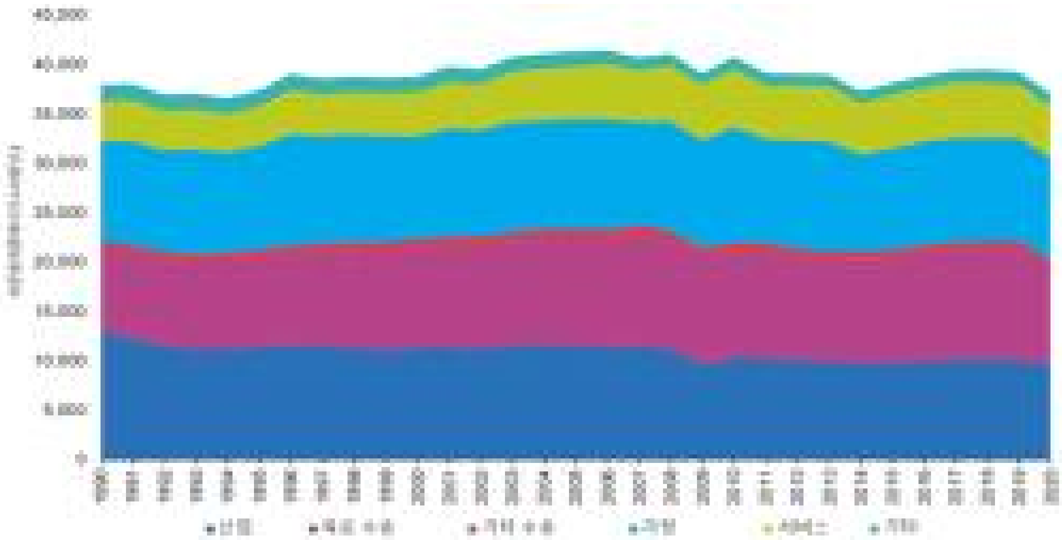


그림 2.1.7 EU의 부문별 최종에너지 소비량('90~'20) (Eurostat, 2022)

2.2 미국의 건물에너지 현황

○ 건물부문은 미국 최종에너지 소비량의 28%, 건물에너지 관련 온실가스 배출량은 전체 배출량의 29% 차지

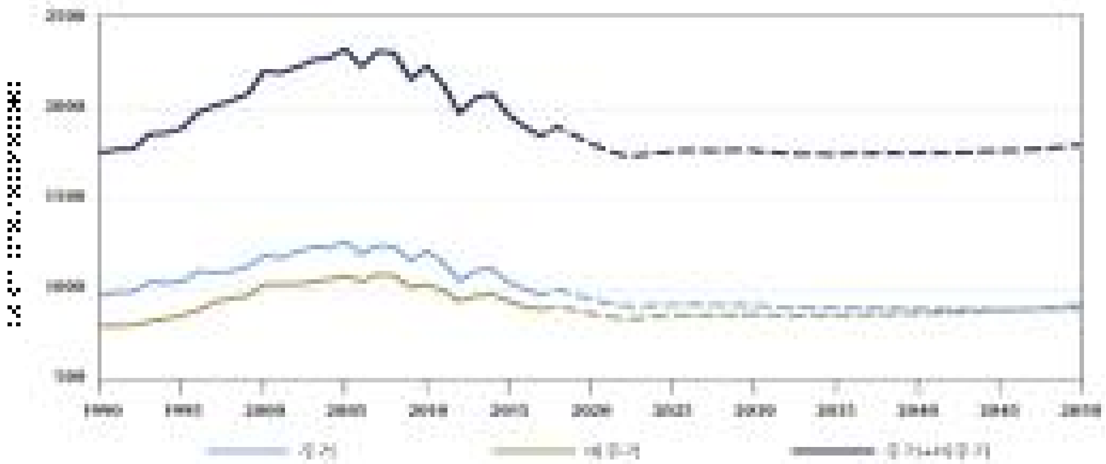


그림 2.1.8 미국의 건물에너지 관련 CO_2 배출량 및 배출 전망(1990–2050) (U.S. EIA, 2018)

○ 주거용 건물은 미국 총에너지 소비량의 21% 차지('21년)

- 주거용 에너지 소비량의 에너지원별 비중은 전력(43.1%)이 가장 높고 그 다음으로 천연가스(41.8%), 석유(7.9%), 재생에너지(7.1%) 순으로 높음
- 용도별 에너지 소비량은 난방이 31.9%로 가장 높고, 급탕(13.3%), 조명 및 가전기기(17.0%), 조리(1.3%), 기타(25.4%, 수영장, 야외 그릴, 기타 전력기기 등) 등의 순으로 나타남

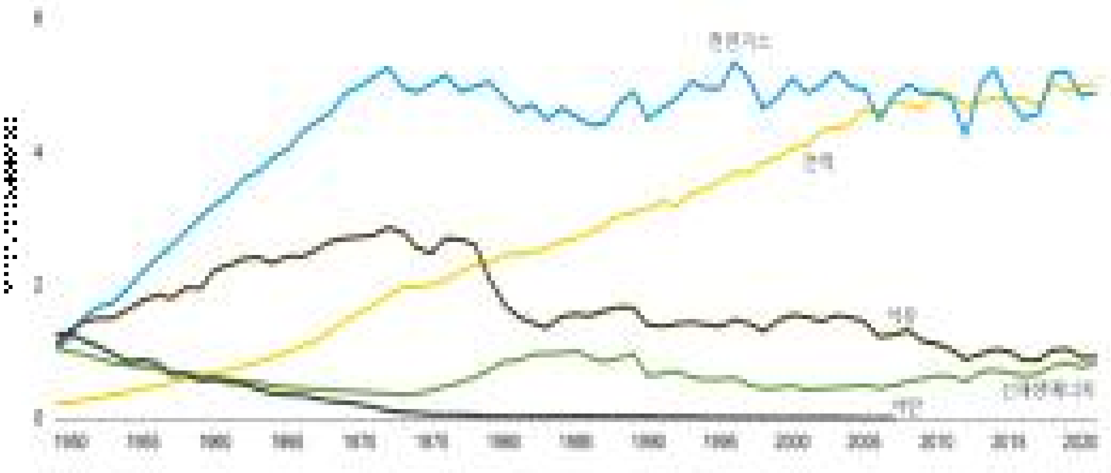


그림 2.1.9 미국 주거부문 에너지 소비량의 에너지원별 비중(1949–2021) (U.S. EIA, 2022)

2.3 OECD 회원국의 건물에너지 현황

○ 전 세계 에너지 소비량의 20%를 차지하는 건물부문의 에너지 소비량은 2018년부터 2050년까지 연평균 1.5%씩 증가할 것으로 전망됨

○ OECD 회원국은 비회원국 대비 낮은 GDP 성장률과 인구 증가율, 가전기기의 에너지 효율 개선 등으로 주거부문 에너지 소비량은 2012년부터 2040년까지 연평균 0.6%씩 증가하고 비회원국의 경우 2.1%씩 증가할 것으로 예상됨

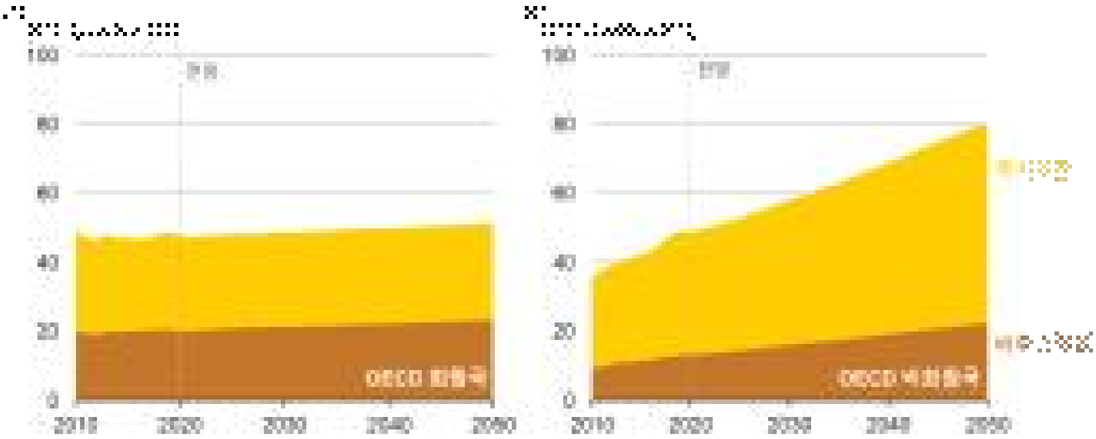


그림 2.1.10 OECD 회원국(1)과 비회원국(2)의 건물에너지 소비량 (U.S. EIA, 2021)

○ 주거부문 에너지원으로서 전력의 비중이 높아져서 2012년 39%에서 2040년 43%까지 증가하고 2025년까지 주거부문 에너지 주공급원인 천연가스를 초과할 것으로 전망됨

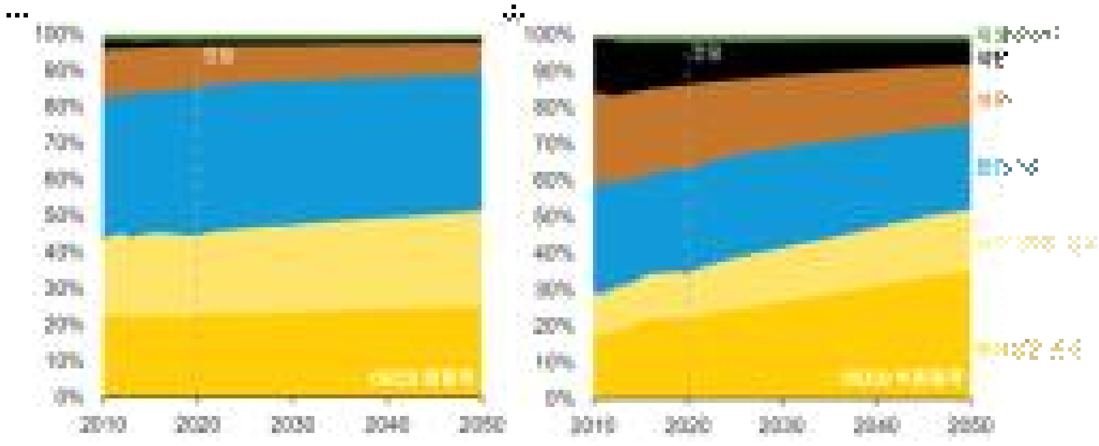


그림 2.1.11 OECD 회원국(1)과 비회원국(2)의 건물에너지 소비량의 에너지원별 비중 (U.S. EIA, 2021)

– 건물에너지 사용량에서 전력의 비중은 OECD 비회원국의 경우 도시화, 소득 증

가, 전기 접근성 향상 등으로 '18년 21%에서 '50년 38%로 두 배 가까이 증가한 반면 회원국의 경우 같은 기간 24%에서 21%로 감소할 것으로 예상됨

– 이에 따라 OECD 비회원국의 건물부문 전력 사용량은 2026년에 처음으로 회원국의 건물부문 전력 사용량을 초과할 것으로 전망됨

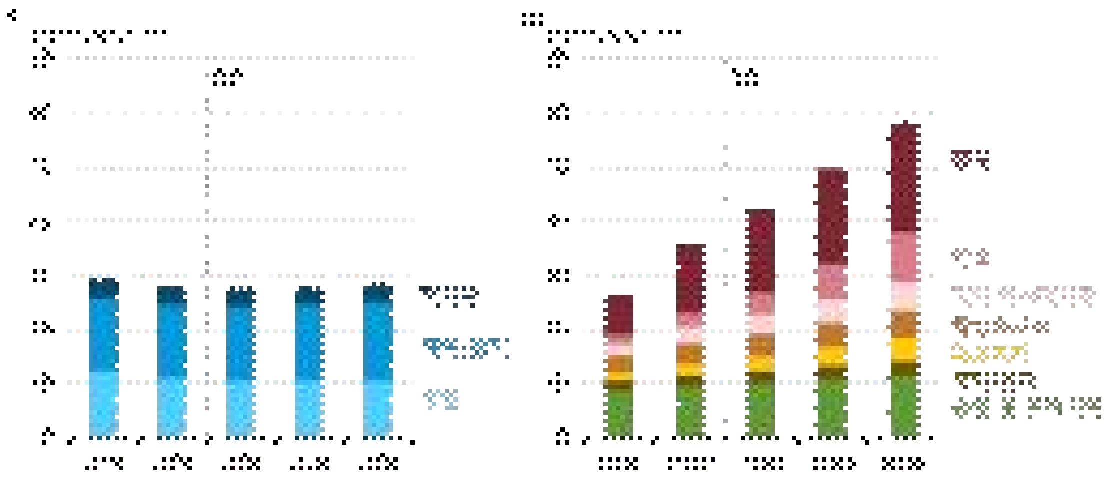


그림 2.1.12 OECD 회원국(1)과 비회원국(2)의 지역별 주거부문 에너지 소비량 (U.S. EIA, 2021)

그림 2.1.13 OECD 회원국(1)과 비회원국(2)의 지역별 비주거부문 에너지 소비량 (U.S. EIA, 2021)

– 가전기기에 대한 수요가 증가함에 따라 현재 OECD 회원국 건물에너지 사용량의 큰 비중을 차지하는 천연가스 수요를 전력이 초과하여 천연가스, 석유, 석탄 등의 화석연료 비중이 낮아질 것으로 예상됨

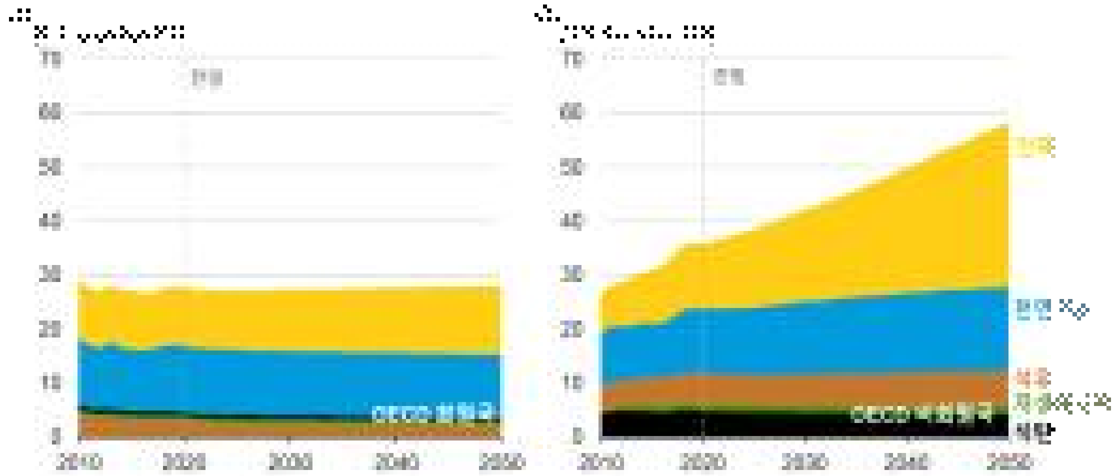


그림 2.1.14 OECD 회원국(1)과 비회원국(2)의 주거부문 에너지원별 소비량 (U.S. EIA, 2021)

– OECD 회원국의 주거부문 전력 수요는 연평균 1%씩 증가하고, 천연가스 소비량은 0.6% 증가하는데 비해 석탄과 석유 소비량은 0.3%씩 감소할 것으로 전망됨

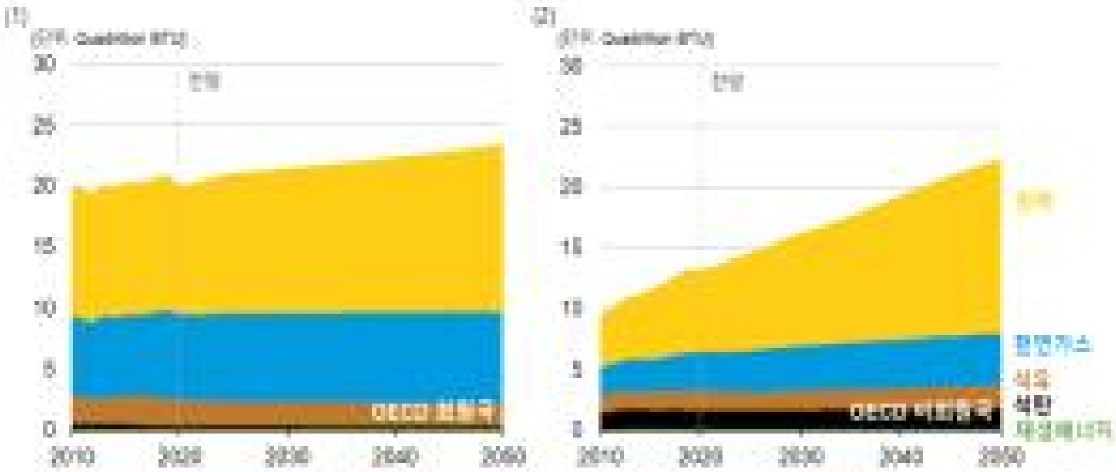


그림 2.1.15 OECD 회원국(1)과 비회원국(2)의 비주거부문 에너지원별 소비량(U.S. EIA, 2021)

제2절 건물부문 실적 및 전망 분석

1. 국가 통계 및 기존 연구자료 기반 건물부문실적

1.1 국가 통계 포털

○ 에너지경제연구원 통계/동향(https://www.keei.re.kr/Main.Nsf/Index.Html)

– 에너지경제연구원은 에너지 시장 및 산업의 국내외 환경 변화를 조사·분석하고 에너지 정책 연구를 포괄적으로 수행하는 기관으로 전반적인 에너지 관련 통계 및 동향을 파악하고 관리하는 국가에너지통계종합정보시스템(KESIS)을 DB플랫폼으로 구축하여 주제별, 발간물, 지역별 자료를 DB화하여 제공함

그림 2.2.1 에너지경제연구원 제공DB

– 에너지종합 분야 DB는 에너지밸런스, 주요 에너지지표, 1차에너지 공급, 최종에너지 소비 등의 정보를 제공해주고 있으며, “에너지 사용량”과 관련하여 가정부분

에너지 총 사용량이 조사되어 있음

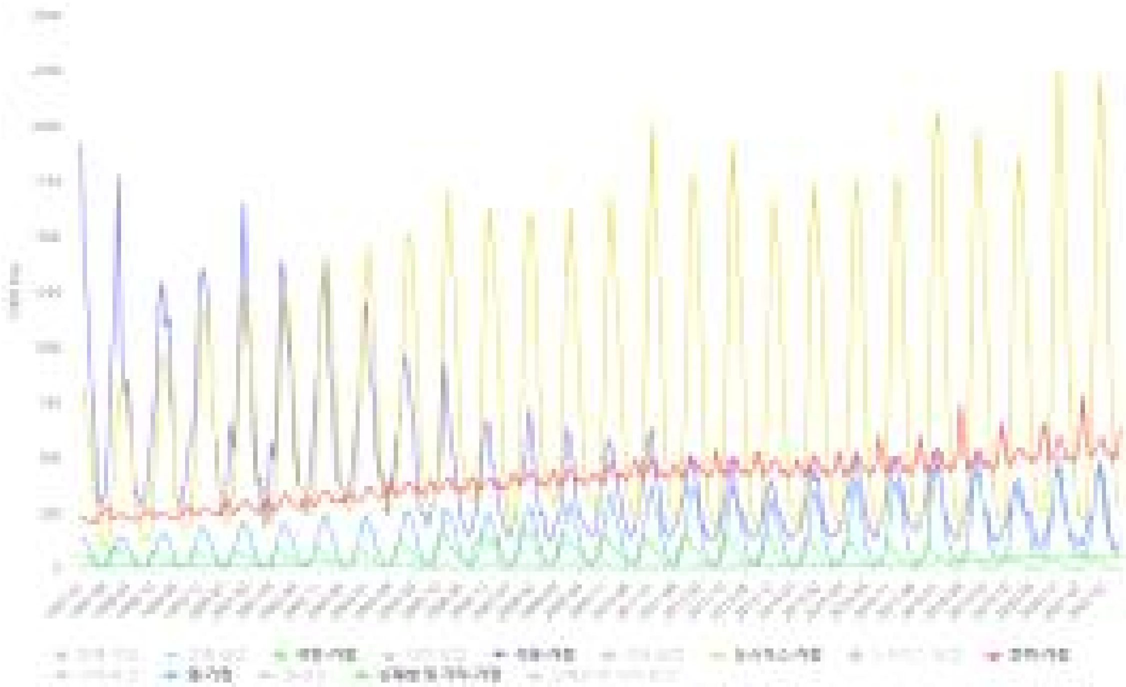


그림 2.2.2 최종에너지 부문별 소비: 가정상업 (월간; 열량)

○ 그린투게더(https://www.greentogether.go.kr/)

- 한국부동산원에서 관리하고 있는 녹색건축통계 포털인 그린투게더는 녹색 관련 정책(제도 등)을 소개하고 관련 정보를 제공함
- 지자체의 녹색건축 평가 자료를 도식화 및 통계화하여 제공하며, 건물에너지 관련 정보(지역별, 연면적, 에너지사용량)를 건물용도별, 연도별로 분류하여 통계화 수치를 제공함
- "에너지 사용량"에 관련하여, 가정부분 에너지 총 사용량, 세부용도별 연면적 및 에너지사용량(TOE) 데이터를 제공함

그림 2.2.3 그린투게더 제공정보

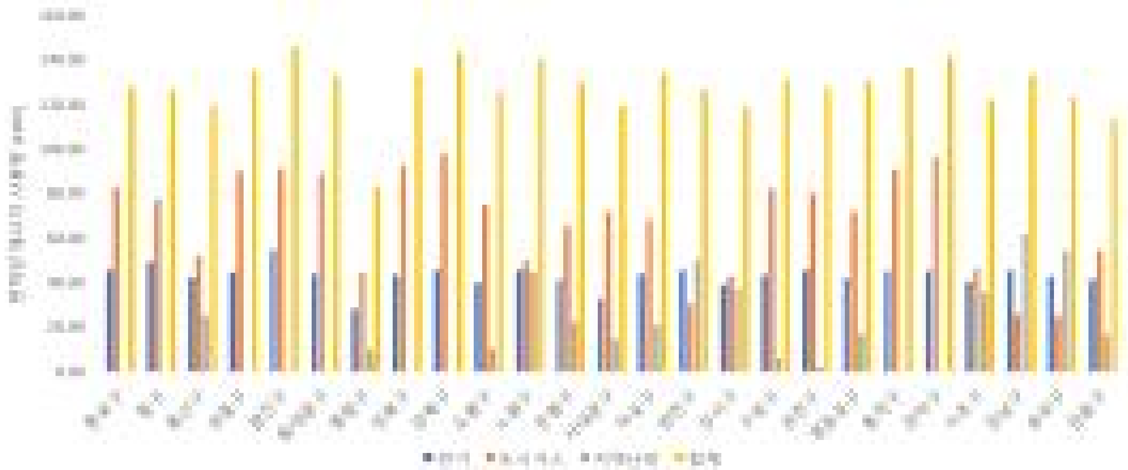


그림 2.2.4 서울시 각 구별 면적당 에너지사용량 (kWh)

○ 건축데이터 민간 개방 시스템(https://open.eais.go.kr/)

- (세움터(국토부, 지자체), 국가건물에너지통합관리시스템, 국가공간정보시스템 데이터들을 추출, 가공, 분류, 적재하여 다양한 형태의 데이터를 제공함
- 건축데이터를 필요로 하는 개발자, 기업, 전문기관 등 수요자 중심의 서비스를 안정적이고 지속적으로 제공하기 위한 개방 서비스 운영시스템임
- 제공하는 유형별 원시데이터로 건축인허가, 주택인허가, 건축물대장, 건물에너지 정보 등이 있으며, 건물에너지 정보에서는 대지위치에 따른 월별 전기에너지사용

량(kWh), 가스에너지사용량(kWh)을 제공함

그림 2.2.5 건축데이터 민간개방 시스템 웹사이트

그림 2.2.6 시스템 운영체계도

1.2 에너지통계연보

○ 에너지 수요와 공급에 영향을 미치는 여러가지 요인을 비교분석함으로써 에너지 수요전망, 에너지 효율 분석 등 각종 에너지 정책 수립을 위한 기초자료 제공을 목적으로 하며, 매년 12월 통계를 발표

○ "에너지통계의 작성등에 관한 규정"산업통상자원부 고시 제2020-40호 제4조의 에너지수급통계 작성기관에서 매월 생산 및 판매실적을 보고 받아 에너지경제연구원에서 에너지밸런스 및 국가 에너지수급 관련 통계를 작성

○ 통계의 내용

- 에너지생산 및 수·출입 : 국내 생산, 수입, 수출, 국제벙커링, 재고 등
- 1차에너지 공급 및 전환(발전, 지역난방, 가스제조, 자가소비 및 손실)
- 최종에너지 소비 : 산업부문, 수송부문, 가정/상업/공공부문

○ 본 연구에서는 가정, 상업, 공공부문의 최종에너지 소비량을 사용함

1.3 에너지총조사보고서

○ 에너지법 제19조제5항(에너지 관련 통계의 관리·공표)에 따라 3년마다 실시되며, 2022년 기준 2022년에 발표된 2020년 총조사 보고서(대상년도:2019년)가 최신 발표임

○ 조사목적

- 우리나라 전 수요부문에 대한 에너지소비 실태를 파악하여 국가 에너지정책 수립에 필요한 기초자료 제공
- 에너지총조사 데이터베이스(DB)의 시계열 유지 및 통계서비스 강화

○ 조사업무는 외부 전문조사기관에 위탁 수행

○ 조사 수행

- 산업통상자원부 주관으로 에너지경제연구원과 한국에너지공단이 공동 수행
- 조사업무는 외부 전문조사기관에 위탁 수행
- 가정부문은 2020년부터 에너지경제연구원의 "가구에너지패널조사" 결과를 활용

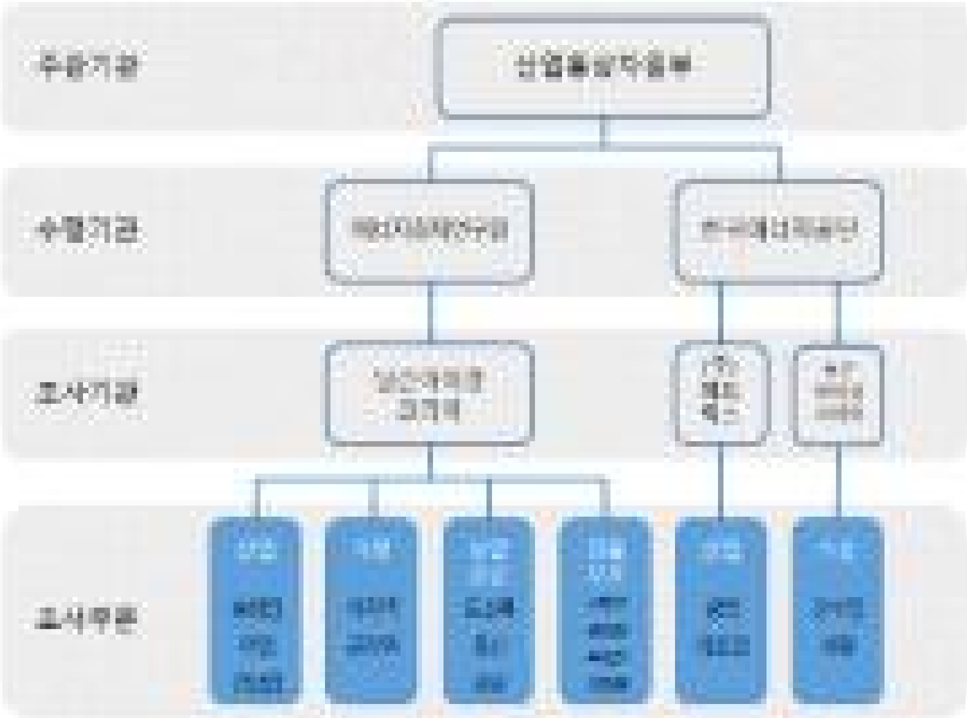


그림 2.2.7 에너지총조사 조사체계

○ 조사 방법

- 자계식 및 타계식, 대면 및 비대면조사 모두 허용 및 병행
- 소비량의 정확성을 높이고자 일부 망에너지(전력, 도시가스)의 소비량은 응답자가 개인정보 제공에 동의한 경우 공급사에 소비량 조회를 요청하여 에너지공급사로부터 데이터를 수집

표 2.2.1 부문별 조사 도구 및 방법

조사도구	조사방법	농림어업		건설업		수송		상업공공	건물
		사업체	가구	사업체	기계	사업체	차량		
Tablet PC	조사원 방문	–	–	–	–	●	●	●	●
웹페이지	응답자 작성	●	●	●	–	●	–	●	●
	조사원 전화조사	●	●	●	–	●	–	●	●
종이조사표	조사원 방문	●	●	●	●	●	●	●	●
	유치조사	●	●	●	●	●	●	●	●
엑셀조사표	응답자 작성	●	●	●	–	●	–	●	●

○ 조사대상 범위는 표2.1.1에 나타낸 바와 같이 에너지를 최종적으로 소비하는 사업체, 가구, 차량, 건물 등이며 한국표준산업분류(제10차)와 인구주택총조사의 기준 및 정의를 따름

- 산업 : 농림업, 어업, 건설업(건설기계), 광·제조업
- 수송 : 운수업, 관·자가용차량
- 상업·공공 : 수도·하수 및 폐기물 처리·원료재생업, 도매 및 소매업, 숙박 및 음식점업, 정보통신업, 금융 및 보험업, 부동산업, 전문·과학 및 기술 서비스업, 사업시설 관리·사업지원 및 임대서비스업, 공공행정·국방 및 사회보장 행정, 교육서비스업, 보건업 및 사회복지 서비스업, 예술·스포츠 및 여가관련 서비스업, 협회 및 단체·수리 및 기타개인서비스업
- 건물 : 9개 지역(서울, 6대 광역시, 세종, 경기), 6개 용도(건축법 제2조 2항 및 동 법 시행령 제3조의 5 별표1에 따른 교육연구, 문화집회, 숙박, 업무, 의료, 판매시설), 연면적 3,000㎡ 이상 건물
- 가구 : 인구주택총조사의 일반가구

○ 조사대상 에너지원

- 석탄 : 연탄, 국내무연탄, 수입무연탄, 유연탄, 코크스, 기타석탄
- 석유 : 휘발유, 실내등유, 경유, 경질중유, 중유, 중질중유, 납사, 부생·정제가스, 프로판, 부탄, 기타석유
- 도시가스, 전력, 열에너지(지역냉·난방) 및 신재생에너지
- 조사제외 : 원료용(연탄제조용 석탄), 비에너지용(아스팔트, 용제, 파라핀왁스, 윤활기유)
- 부생에너지와 자가발전 및 열생산량은 조사대상에 포함되나 총량 집계 시에는 제외

○ 조사에서 제외되는 분야

- 상업·공공 : 국방, 일부 공공행정기관, 국제 및 외국기관, 전기·가스·증기업, 가구내 고용활동, 고정설비가 없거나 영업장소가 일정치 않은 간이 판매상
- 수송 : 승합차 중 특수형 승합차, 화물차 중 특수용도형 화물 및 특수자동차
- 가구 : 도서지역에 소재하는 독립가구

표 2.2.2 2017년 에너지총조사 조사대상 범위

구분	한국표준산업분류 대분류(중분류)	에너지총조사 조사대상 범위
산업	A 농업, 임업 및 어업(01~03)	- 농업, 임업, 어업
	B 광업(05~08)	- 석탄, 금속, 비금속, 광업지원서비스업
	C 제조업(10~33)	- 식료품, 음료, 담배, 섬유, 의복, 가죽, 목재, 펄프, 인쇄, 코크스, 화합물, 의료, 고무, 비금속, 1차금속, 금속가공, 전자, 의료, 전기장비, 기타기계, 자동차, 기타운송장비, 가구, 기타제품
	F 건설업(41~42)	- 종합건설업, 전문직별 공사업 - 건설기계(2019년 등록 기준)
수송	H 운수업(49~52)	- 육상, 수상, 철도, 항공, 창고 및 관련 서비스업 - 관·자가용차량(2019년 등록 기준)
상업 공공	E 수도, 하수, 폐기물, 환경복원업(36~39)	- 수도, 하수, 폐기물처리, 원료재생, 환경정화
	G 도매 및 소매업(45~47)	- 자동차판매, 도매, 소매
	I 숙박 및 음식점업(55~56)	- 숙박, 음식점 및 주점
	J 정보통신업(58~63)	- 출판, 영상, 방송, 통신, 시스템통합관리, 정보서비스업
	K 금융 및 보험업(64~66)	- 금융, 보험연급, 금융·보험관련 서비스
	L 부동산(68)	- 부동산
	M 전문, 과학 및 기술서비스업(70~73)	- 연구개발, 전문서비스, 과학기술, 기타
	N 사업시설, 사업지원, 임대서비스업(74~76)	- 사업시설관리, 사업지원, 임대업
	O 공공행정, 국방, 사회보장 행정(84)	- 공공행정, 사회보장 행정
	P 교육서비스업(85)	- 교육서비스업
	Q 보건 및 사회복지(86~87)	- 보건, 사회복지사업
	R 예술, 스포츠 및 여가(90~91)	- 예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업
	S 협회, 단체, 기타서비스(94~96)	- 협회 및 단체, 수리, 기타개인서비스업
	T 가구내 고용활동 등(97~98) 제외	제외
	U 국제 및 외국기관(99) 제외	제외
가정		- 인구주택총조사 일반가구
건물		- 서울, 6대 광역시, 세종, 경기 - 교육연구, 문화집회, 숙박, 업무, 의료 판매 - 연면적 3,000㎡이상

○ 2020년 에너지총조사의 건물부문 주요 조사항목과 결과는 표 2.1.2에 나타낸바와 같음

표 2.2.3 2020년 에너지총조사 주요 조사항목 및 결과(건물부문)

구분	주요 조사항목	주요 조사결과	비고
상업 공공 부문	- 에너지원별 소비 - 에너지이용 기기 현황 - 용도별 에너지 소비 - 신재생설비 이용 현황	- 업종별 에너지소비구조 - 용도별 소비구조 - 업종별 에너지원단위	- 도소매·음식숙박 - 통신·금융·부동산 서비스 - 공공·사회·기타 서비스
가정 부문	- 주택, 가구의 일반사항 - 에너지원별 소비 - 에너지 이용기기 현황 - 신재생설비 이용 현황	- 지역별, 주택형태, 가구원수, 난방설비별 에너지소비 구조 - 용도별(난방/취사) 소비구조	- 시지역 - 군지역
건물	- 에너지원별 소비 - 냉난방설비 - 전력설비 - 자가발전실적 - 신재생설비 이용 현황	- 업종별 에너지원별 소비구조 - 용도별 에너지원별 소비구조 - 업종별 면적당 에너지소비 - 자가발전현황 분석	- 교육연구 - 문화집회 - 숙박 - 업무 - 의료 - 판매

○ 상업 공공부문 용도별 에너지 사용량

- 난방 : 난방용으로 주·보조 난방설비에서 소비한 에너지소비량
- 급탕 : 온수(급탕)용으로 보일러 등의 대형 설비 및 가스·전기 순간온수기 등에서 소비한 에너지소비량
- 냉방 : 냉방용으로 주·보조 냉방설비에서 소비한 에너지소비량
- 취사 : 사업의 종류가 음식 및 주점업인 경우 또는 사업체 내 구내식당 및 조리실이 있는 경우 취사 및 조리용으로 소비한 연료량
- 자가발전 및 열생산 : 신재생에너지 설비 외 비상용발전기와 같은 업체 내 자가발전 및 열생산을 위해 투입한 연료소비량
- 일반동력 : 엘리베이터, 에스컬레이터, 공조시스템, 배수펌프(상하수펌프) 등을 가동시키기 위해 소비한 전력량
- 기타 : 난방, 급탕, 냉방, 취사, 자가발전 및 열생산, 일반동력, 조명 외의 용도(실험장비용, 소독, 컴퓨터 및 실험·의료기기 등)로 소비한 에너지소비량

○ 가정부문 용도별 에너지 사용량

- 에너지총조사보고서에서 가정부문은 용도별 에너지 사용량을 구분하지 않고 있음
- 에너지총조사보고서에서는 주택의 형태에 따른 에너지사용량을 제시하고 있으므로 주택형태에 대한 정의는 검토가 필요함
  · 단독주택 : 한 가구가 생활할 수 있도록 건축된 일반단독주택과 여러 가구가 살 수 있도록 설계된 다가구 단독주택
  · 아파트 : 한 건물 내에 여러 가구가 거주할 수 있도록 건축되어진 5층 이상의

영구 건물로 구조적으로 한 가구씩 독립하여 살 수 있도록 건축된 주택. 단, 3층 이라도 거주자가 아파트로 알고 있으면 아파트로 조사

· 연립주택 : 한 건물 내에 여러 가구가 거주할 수 있도록 건축되어진 4층 이하의 영구 건물로 건축당시 연립주택으로 허가 받은 주택

· 다세대주택 : 한 건물 내에 여러 가구가 거주할 수 있도록 건축되어진 4층 이하의 영구 건물로 건물의 연면적이 200평 이하이면서 건축당시 다세대주택으로 허가 받은 주택. 다세대주택은 세대(가구)별로 분리하여 각각 등기가 가능하며, 매매 또는 소유의 한 단위

· 비거주용(영업용) 건물내의 주택(상가주택) : 영업 목적으로 건축된 건물 내에 사람이 거주할 수 있도록 구획된 부분으로 주택의 요건을 갖춘 경우

○ 건물부문 용도별 에너지 사용량

– 기존 보고서에서 「대형건물」이 「건물」로 변경되어 조사

– 건축법에 따라 분류된 건물 중 교육연구시설, 문화 및 집회시설, 숙박시설, 업무시설, 의료시설(병원 등), 판매시설 총 6가지 용도의 시설을 조사함

– 건축법에 따라 일반건축물대장 표제부상 기입된 주 용도를 기본으로 하되, 조사결과에 따라 건물의 과반 이상을 사용하는 주 용도를 기준으로 통계를 작성

– 건축법에 따른 용도는 건축법 시행령 [별표 1]을 따르며, 그 용도의 정의는 다음과 같음

· 교육연구시설 : 학교, 교육원, 직업훈련소, 학원, 연구소, 도서관 등의 시설을

· 문화 및 집회시설 : 공연장, 집회장, 관람장, 전시장, 동식물원 등을 포함

· 숙박시설 : 일반숙박시설 및 생활숙박시설, 관광숙박시설, 다중생활시설 등 포함

· 업무시설 : 건물의 주용도가 공공업무시설, 국가 또는 지방자치단체의 청사, 일반업무시설을 포함

· 의료시설 : 병원, 격리병원을 포함

· 판매시설 : 건물의 주용도가 도매시장, 소매시장, 상점 등으로 사용되는 건물을 포함함

– 연료 소비용도는 냉방, 난방, 급탕, 기타로 구분하며, 기타에는 자가발전용 연료소비, 수영장, 실험실, 소독용, 취사용 등에서 사용한 에너지를 포함

– 전력의 용도별 소비는 냉방, 난방, 일반동력, 조명, 공조(환기), 사무기기 및 기타 등 6개 용도로 구분

· 냉방 및 난방용은 냉·난방기기와 냉·난방 관련 모터, 펌프 및 냉각쿨링탑 등에서 사용된 전력사용량을 포함

· 일반동력용은 엘리베이터, 에스컬레이터, 배수펌프(상하수펌프)등의 전력사용량을

포함

· 공조용은 환기를 위해 사용하는 급·배기 팬 또는 환기장치의 전력소비량

· 사무기기 및 기타용 소비량은 컴퓨터, 실험기기, 윤전기, 취사, 의료기기 등과 같이 건물관리와 직접적인 관련이 없는 기기의 전력 소비량을 의미

1.4 용도별 건물에너지 사용량 통계

○ 녹색건축물 조성지원법 제10조1항에 따라 매년 공표

○ 작성 항목

- 용도별, 지역별 건물에너지 사용량(종합)
- 건물 용도별 에너지사용량(29종)
- 주거용건물 대표 세부용도별 건물에너지사용량(6종)
- 비주거용건물 대표 세부용도별 건물에너지사용량(7종)

○ 데이터 특성

- 에너지계량기(전기, 도시가스, 지역난방)가 설치되어 있는 건물을 대상으로 함
- 건물 동수, 연면적은 1년 12개월 동안 주건축물 동수와 연면적의 평균값으로 함
- 에너지사용량은 1년 12개월 동안의 전기, 도시가스, 지역난방 합계임

1.5 가구에너지패널조사

○ 가구에너지패널조사 ((구)가구에너지상설표본조사) 조사 항목 수 변화를 통해 가전기기 이용 현황 변화 추이를 살펴보았으며, 2011년 15개 항목에서 2019년 44개 항목으로 증가한 것을 알 수 있음

- (2011년) TV, 세탁기, 에어컨, 선풍기, 식기세척기, 냉장고, 데스크탑, 노트북, 청소기, 전기밥솥, 셋톱박스, 정수기, 비데, 형광등, 백열등
- (2016년) TV, 세탁기, 에어컨, 선풍기, 식기세척기, 냉장고, 데스크탑, 노트북, 청소기, 전기밥솥, 공기청정기, 프린터, 팩스, 복합기, 전기스탠드, 셋톱박스, 비디오/DVD 플레이어, 오디오, 무선/인터넷전화기, 휴대폰, 커피메이커, 정수기, 전자레인지, 전기오븐, 전기믹서/쥬서/녹즙기, 전기후라이팬, 전기인덕션, 토스트기, 전기포트, 음식물처리기, 헤어드라이기, 비데, 안마기, 제습기, 가습기, 전기다리미, 형광등, 백열등, LED등
- (2019년) TV, 세탁기, 에어컨, 선풍기, 냉장고, 데스크탑, 노트북, 태블릿, 청소

기, 전기밥솥, 공기청정기, 프린터, 복합기, 전기스탠드, 셋톱박스, 오디오, 무선/인터넷전화기, 휴대폰, 커피메이커, 정수기, 전자레인지, 전기오븐, 전기믹서/쥬서/녹즙기, 전기후라이팬, 전기인덕션, 토스트기, 에어프라이어, 전기포트, 음식물처리기, 식기건조기, 에스프레소머신, 광파오븐, 헤어드라이기, 비데, 안마기, 제습기, 가습기, 전기다리미, 의류관리기, 형광등, 백열등, LED등

그림 2.2.8 가구에너지패널조사 조사 항목 수 변화

○ 조사항목 중 에너지와 연관성이 높은 냉방기기와 조명기기의 보유대수 변화에 대해 살펴봄

그림 2.2.9 냉방기기(에어컨) 및 조명기기 보유대수 변화

– 냉방기기(에어컨): 가구당 보우대수가 2013년부터 감소, 2016년부터 증가하였는데 이는 측정방법의 변화에 따른 것으로 보이며, 2016년부터 집계된 총 보유대수가 지속적으로 증가하여 세대당 0.93대 이상이 설치된 것으로 나타남

– 조명기기 : LED 등 고효율 기기의 지속적인 보급으로 형광등과 백열등의 보유대수는 감소하는 추세임

1.5 신재생에너지 보급통계(2020년 연도별, 지역별 현황)

○ 발전량 대비 생산량 및 발전량

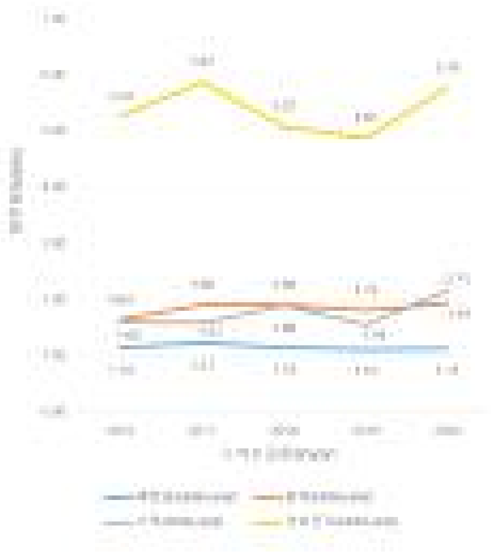


그림 2.2.10 누적보급용량 대비 발전량

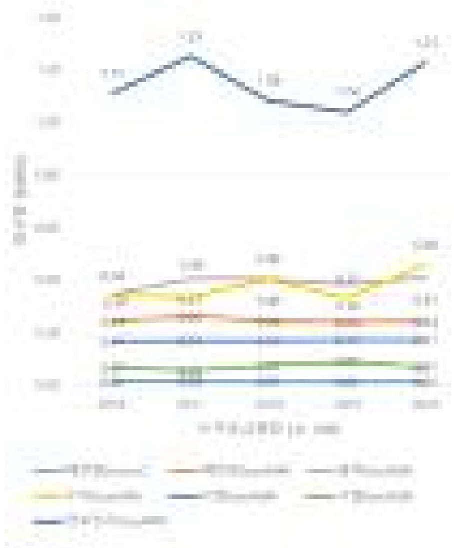


그림 2.2.11 누적보급용량 대비 생산량

○ 용도별 누적 보급 용량

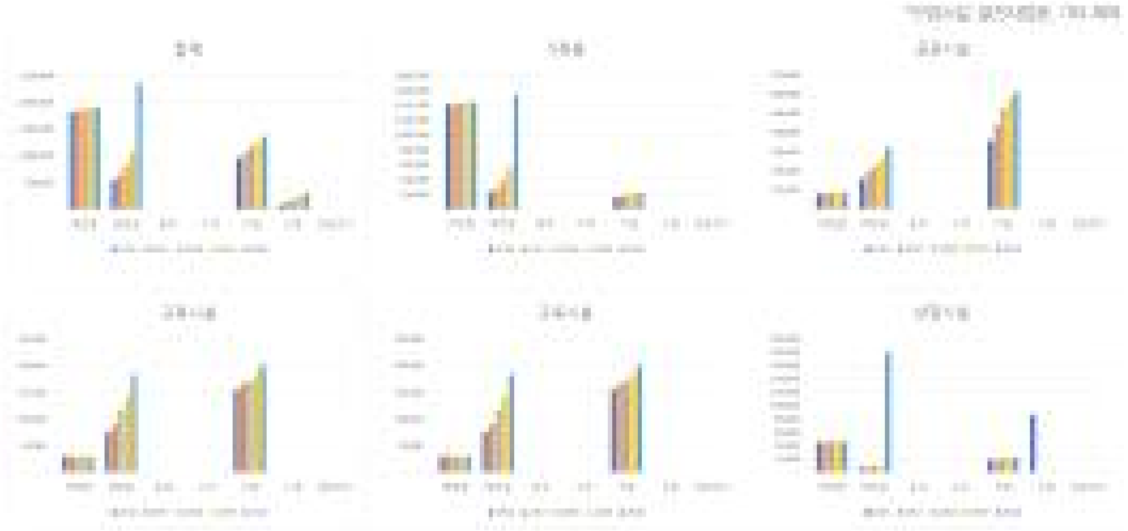


그림 2.2.12 신재생에너지 용도별 누적 보급 용량

1.6 기존 원단위 연구 - 저에너지 연구단

○ 가정부문의 에너지 사용량을 실측을 통하여 에너지원별 사용량을 분석한 연구는 “저에너지 건축물 보급 및 확산을 위한 건축물 에너지 통합지원시스템개발”(이하 저에너지 연구단)과제가 국내에서 유일함

표 2.2.4. 공동주택 실측을 통한의 용도별 원단위

단위 : kWh/㎡y

구분		전체	난방	냉방	급탕	조명	환기	기기	취사
평균		157.6	70.1	2.0	28.9	6.1	0.4	35.7	15.0
최대		106.2	25.7	0.4	6.1	2.6	0.0	23.2	5.6
최소		211.7	112.8	5.1	52.7	14.1	1.3	57.4	28.6
백분위	10%	114.4	37.1	0.4	11.4	3.0	0.1	25.1	8.1
	25%	134.0	50.5	0.8	14.4	3.5	0.2	27.7	10.4
	50%	155.6	66.3	1.8	27.4	5.4	0.3	34.1	13.7
	70%	181.7	96.1	2.7	43.0	7.3	0.6	42.5	18.7
	90%	186.4	100.5	4.0	48.5	9.3	0.9	46.6	25.1
표준편차		33.8	26.4	1.4	14.8	2.9	0.4	9.5	6.6
비율(%)		100.0%	44.3%	1.3%	18.3%	3.9%	0.3%	22.6%	9.5%

2. 건물부문 에너지 실적 분석

2.1 에너지통계연보 분석

○ 에너지통계연보에서는 건물부문의 에너지 사용량을 가정, 상업, 공공부문으로 나누어 조사 하고 있으나 에너지원별 총량만을 제시하고 있어, 에너지 및 온실가스 감축 로드맵 구축을 위해서는 용도별 분류가 필요함.

표 2.2.5. 에너지통계연보 부문별 에너지 사용량

단위 : 천TOE

에너지원			가정부문	상업부문	공공부문	상업공공
석탄	석탄소계		242	0	0	0
	무연탄	무연탄 소계	242	0	0	0
		국내탄	233	0	0	0
		수입탄	9	0	0	0
석유	석유류 소계		2,732	1,621	1,130	2,752
	에너지유	에너지유 소계	2,020	438	1,092	1,530
		휘발유	2	7	26	33
		등유	1,662	285	26	311
		경유	327	120	582	701
		경질중유	1	6	7	13
		중유	1	2	0	2
		중질중유	28	8	4	12
		항공유JA-1	0	11	446	457
		항공유 AVI-G	0	0	2	2
	LPG	LPG 소계	698	1,104	24	1,128
		프로판	681	1,020	24	1,044
		부탄	18	84	0	84
	비에너지	비에너지 소계	14	79	14	93
		용제	11	28	0	28
		기타제품	3	51	14	65
도시가스			10,900	3,219	70	3,289
전력			6,370	11,356	2,692	14,048
열			2,352	352	66	418
신재생 및 기타			604	163	1,292	1,456
합계			23,201	16,711	5,251	21,962

2.2 에너지총조사보고서 분석

○ 에너지총조사보고서에서는 가정부문의 에너지에 대하여 용도별로 분류된 통계를 제시하고 있지 않으나 건물의 형태에 따른 사용랴을 제시하고 있음

○ 국가 건물에너지 통합 DB에서도 주택의 유형에 따른 에너지 사용량을 발표하고 있으나 전기, 도시가스, 지역난방(열)의 3가지에 한정되어 석탄과 석유류 및 신재생 에너지의 분류는 에너지 총조사보고서에서만 분류하고 있음

표 2.2.6. 에너지총조사보고서의 주거부문 유형별 에너지 사용량(에너지원별 단위)

에너지	단위	전체	단독주택	아파트	연립 및 다세대	기타
연탄	kg	1,065,504.3	1,036,340.4	0.0	0.0	29,163.9
등유	L	1,675,116.7	1,546,848.8	35,159.9	53,180.7	39,927.4
프로판/부탄	kg	636,292.6	376,934.3	184,265.5	44,982.9	30,109.8
도시가스	㎥	10,119,074.9	2,241,152.7	5,609,216.3	1,623,513.2	645,192.7
전기	kWh	72,892,631.0	27,007,234.4	34,134,720.3	8,056,666.8	3,694,009.5
열에너지	Mcal	14,665,286.2	0.0	14,373,636.4	22,580.0	269,069.8
신재생	Mcal	162,765.8	151,593.7	1,971.2	2,737.6	6,463.3

표 2.2.7. 에너지총조사보고서의 주거부문 유형별 에너지 사용량(에너지량 단위)

단위 : Tcal

에너지	전체	단독주택	아파트	연립 및 다세대	기타
합계	210,497	70,810	103,995	24,693	11,000
연탄	5,040	4,902	0	0	138
석유류	22,352	18,104	2,527	1,008	713
등유	14,691	13,566	308	466	350
프로판 / 부탄	7,661	4,538	2,219	542	363
도시가스	104,125	23,061	57,719	16,706	6,639
전기	62,688	23,226	29,356	6,929	3,177
열에너지	14,665	0	14,374	23	269
신재생	1,628	1,516	20	27	65

○ 상업 및 공공부문의 에너지에 대하여 용도별로 분류된 통계를 제시하고 있으나 에너지통계연보와는 다소 차이가 발생함

표 2.2.8. 에너지총조사보고서의 상업공공부문 유형별 에너지 사용량(에너지원별 단위)

에너지	단위	합계	난방·온수	냉방	동력	조명	취사·기타
연탄	M/T	99,471	83,662	-	-	-	15,810
휘발유	kl	1,495	801	-	-	-	694
등유	kl	482,217	438,473	-	-	-	43,739
경유	kl	63,481	15,883	-	-	-	47,598
경질중유	kl	1,074	1,074	-	-	-	-
중질중유	kl	46,524	45,975	-	-	-	549
프로판	M/T	747,524	269,579	36,384	-	-	441,561
부탄	M/T	11,371	3,263	32	-	-	8,077
도시가스	$10^3 m^3$	4,183,551	1,620,323	652,685	0	0	1,910,543
전기	MWh	163,110,928	37,317,588	54,601,784	20,306,659	31,391,662	19,493,235
열에너지	toe	298,055	275,716	22,339	0	0	0
기타	toe	444,151	157,938	53,773	95,593	55,192	81,656

표 2.2.9. 에너지총조사보고서의 상업공공부문 유형별 에너지 사용량(에너지량 단위)

단위 : TOE

에너지	합계	난방·온수	냉방	동력	조명	취사·기타
합계	20,562,780	6,123,504	5,487,322	1,841,966	2,754,875	4,355,115
연탄	47,050	39,572	-	-	-	7,478
석유류계	1,441,110	773,653	43,843	-	-	623,615
휘발유	1,168	625	-	-	-	542
등유	423,010	384,652	-	-	-	38,359
경유	57,323	14,342	-	-	-	42,981
경질중유	999	999	-	-	-	-
중질중유	45,152	44,605	0	0	0	547
프로판	900,018	324,573	43,806	-	-	531,640
부탄	13,440	3,857	37	-	-	9,546
도시가스	4,304,874	1,667,312	671,613	0	0	1,965,948
전기	14,027,540	3,209,313	4,695,753	1,746,373	2,699,683	1,676,418
열에너지	298,055	275,716	22,339	0	0	0
기타	444,151	157,938	53,773	95,593	55,192	81,656

2.2 국가 건물에너지 통합 DB 분석

○ 국가 건물에너지 통합 DB에서는 다음과 같은 분류를 제시할 수 있음
  - 건축법에 따른 건물 용도 구분
  - 공공 및 민간 등 건축물의 소유 구분
  - 건축물의 준공년도에 따른 구분 및 신축/기축 여부
  - 전기, 가스, 지역 난방 등 3가지 에너지원별 월별 사용량
  - 건축물 면적기준 별 에너지 사용량

○ 국가 건물에너지 통합 DB의 한계점 및 단점은 다음과 같이 요약됨
  - 전기, 가스, 지역 난방 외의 석탄류, 석유류, 신재생에너지에 대한 통계 부재
  - 에너지 및 온실가스 현황의 정합성 기초가 되는 에너지연보와의 차이 (전기, 가스, 지역난방의 경우 지속적으로 정합성 확보 중)
  - 월별 데이터를 기준으로 난방/냉방/기저 분리가 가능하나 계절의 변화에 의한 영향도가 영향을 주며, 기저에너지의 분리 불가능

○ 국가 에너지 및 온실가스 현황 및 계획은 에너지통계연보를 기준으로 하고 있으므로 통계연보 기준의 분류가 필요함

○ 본 연구에서는 다음과 같은 기준으로 에너지 분류를 진행하였음
  - 에너지 총량은 통계연보기준으로 주거부문과 비주거부문으로 크게 분류
  - 세부 분류가 비교적 수월한 주거부문은 공동주택과 단독주택으로 추가분류
  - 각 부문별 에너지원별 총량을 통계연보 기준으로 분류
  - 가정부문의 경우 에너지용도별 분류를 제공하는 통계가 없으므로 “저에너지 연구단”의 분류 기준을 사용하여 분류하되 공동/단독주택의 총량은 에너지 총조사보고서의 건물 형태별 총량을 기준으로 분류
  - 상업 및 공공부문은 에너지 총조사보고서에서 용도별 분류를 제공하므로 통계연보의 사용량을 총조사 보고서의 용도기준으로 세분화
  - 위에서 분류된 유형별, 에너지용도별, 에너지원별 분류는 다시 국가 건물에너지 통합 DB기반의 면적 분류와 소유구분 분류를 적용하여 세분류 시행

○ 상기 분류 방법에 따라 세분화된 통계를 바탕으로 현황 분석 및 감축 수단 적용에 따른 감축 잠재량 분석이 가능함

표 2.2.10. 국가 건물에너지 통합 DB 기준 건축물 용도별 면적 및 에너지 사용량

건축물 용도	면적 [㎡]	에너지 [TOE]	전기 [TOE]	가스 [TOE]	지역난방 [TOE]
공동주택	1,400,520,991	14,034,610	4,633,332	7,384,598	2,016,680
단독주택	538,799,686	5,394,348	2,539,478	2,850,446	4,424
공장	439,476,356	915,068	831,331	63,189	20,548
관광휴게시설	2,738,165	38,732	33,732	3,691	1,310
교육연구시설	218,002,458	1,496,503	1,029,960	427,065	39,478
교정및군사시설	43,729,027	72,487	27,503	43,725	1,258
기타	88,998,289	408,947	194,291	103,517	111,139
기타주택	5,856,719	38,360	19,911	17,237	1,212
노유자시설	25,552,926	245,741	157,447	83,203	5,091
동.식물관련시설	156,788,668	59,487	57,057	2,046	383
문화및집회시설	22,842,320	150,304	107,270	37,506	5,528
발전시설	7,602,315	82,841	67,080	15,635	126
방송통신시설	5,382,154	184,504	170,779	7,746	5,979
분뇨.쓰레기처리시설	6,797,523	271,032	235,253	35,585	193
수련시설	3,345,476	19,087	13,136	5,075	877
숙박시설	57,267,122	620,643	386,850	226,483	7,310
업무시설	199,443,493	1,891,236	1,221,899	514,210	155,127
운동시설	16,338,728	152,903	113,214	35,194	4,495
운수시설	14,721,514	123,245	105,802	16,423	1,020
위락시설	4,956,144	57,361	44,401	12,871	89
위험물저장및처리시설	6,241,378	105,306	102,735	1,698	873
의료시설	32,352,255	659,021	375,255	266,987	16,780
자동차관련시설	35,398,642	212,630	164,848	41,383	6,400
자원순환관련시설	4,038,094	53,198	41,733	11,265	201
제1종근린생활시설	205,343,797	2,406,142	1,901,419	492,116	12,607
제2종근린생활시설	227,199,353	2,311,641	1,699,441	600,246	11,954
종교시설	30,601,655	156,635	102,855	52,289	1,491
창고시설	96,165,089	241,721	233,766	7,163	792
판매시설	62,239,021	749,662	559,700	153,318	36,644
가설건축물	1,600	6	6	0	0
NA	3,050,026	32,929	26,041	6,869	19

표 2.2.11. 국가 건물에너지 통합 DB 기준 건축물 용도별 면적 및 에너지 사용량 비율

건축물 용도	면적	에너지	전기	가스	지역난방
공동주택	72.2%	72.2%	64.6%	72.2%	99.8%
단독주택	27.8%	27.8%	35.4%	27.8%	0.2%
공장	21.7%	6.7%	8.3%	1.9%	4.6%
관광휴게시설	0.1%	0.3%	0.3%	0.1%	0.3%
교육연구시설	10.8%	10.9%	10.3%	13.0%	8.8%
교정및군사시설	2.2%	0.5%	0.3%	1.3%	0.3%
기타	4.4%	3.0%	1.9%	3.2%	24.8%
기타주택	0.3%	0.3%	0.2%	0.5%	0.3%
노유자시설	1.3%	1.8%	1.6%	2.5%	1.1%
동.식물관련시설	7.8%	0.4%	0.6%	0.1%	0.1%
문화및집회시설	1.1%	1.1%	1.1%	1.1%	1.2%
발전시설	0.4%	0.6%	0.7%	0.5%	0.0%
방송통신시설	0.3%	1.3%	1.7%	0.2%	1.3%
분뇨.쓰레기처리시설	0.3%	2.0%	2.3%	1.1%	0.0%
수련시설	0.2%	0.1%	0.1%	0.2%	0.2%
숙박시설	2.8%	4.5%	3.9%	6.9%	1.6%
업무시설	9.9%	13.7%	12.2%	15.7%	34.6%
운동시설	0.8%	1.1%	1.1%	1.1%	1.0%
운수시설	0.7%	0.9%	1.1%	0.5%	0.2%
위락시설	0.2%	0.4%	0.4%	0.4%	0.0%
위험물저장및처리시설	0.3%	0.8%	1.0%	0.1%	0.2%
의료시설	1.6%	4.8%	3.7%	8.1%	3.7%
자동차관련시설	1.8%	1.5%	1.6%	1.3%	1.4%
자원순환관련시설	0.2%	0.4%	0.4%	0.3%	0.0%
제1종근린생활시설	10.2%	17.5%	19.0%	15.0%	2.8%
제2종근린생활시설	11.2%	16.8%	17.0%	18.3%	2.7%
종교시설	1.5%	1.1%	1.0%	1.6%	0.3%
창고시설	4.8%	1.8%	2.3%	0.2%	0.2%
판매시설	3.1%	5.4%	5.6%	4.7%	8.2%
가설건축물	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
NA	0.2%	0.2%	0.3%	0.2%	0.0%

표 2.2.12. 국가 건물에너지 통합 DB 기준 건축물 소유 및 유형별 면적 및 에너지 사용량

소유	유형	면적	면적 [㎡]	에너지 [TOE]	전기 [TOE]	가스 [TOE]	지역난방 [TOE]
민간	공동주택	500㎡ 이하	550,689	151,915	397,603	1,171	34,732,479
		1,000㎡ 이하	1,196,583	347,272	849,311	0	84,773,970
		10,000㎡ 이하	1,325,313	448,972	865,250	11,091	133,682,068
		10,000㎡ 이상	5,768,709	1,946,066	2,817,159	1,005,484	613,763,419
	단독주택	500㎡ 이하	4,521,059	2,184,666	2,333,148	3,244	462,809,761
		1,000㎡ 이하	776,601	306,930	468,557	1,114	63,034,654
		10,000㎡ 이하	51,649	28,298	23,285	66	6,156,574
		10,000㎡ 이상	1,156	287	870	0	479,489
	비주거	500㎡ 이하	2,005,378	1,562,537	438,143	4,697	260,213,303
		1,000㎡ 이하	1,381,665	1,035,435	341,859	4,371	188,225,688
		10,000㎡ 이하	3,782,105	2,869,224	874,245	38,635	623,596,665
		10,000㎡ 이상	3,841,997	2,627,291	943,867	270,839	587,834,371
공공	공동주택	500㎡ 이하	6,108	2,266	3,769	73	488,809
		1,000㎡ 이하	17,768	5,263	12,504	0	1,815,076
		10,000㎡ 이하	104,016	39,842	63,522	652	12,091,277
		10,000㎡ 이상	5,103,785	1,711,647	2,392,716	999,422	525,030,611
	단독주택	500㎡ 이하	20,927	11,317	9,610	0	3,589,930
		1,000㎡ 이하	18,050	5,778	12,272	0	1,963,560
		10,000㎡ 이하	2,747	1,284	1,463	0	545,778
		10,000㎡ 이상	2,159	917	1,242	0	219,939
	비주거	500㎡ 이하	116,058	90,173	24,450	1,435	11,627,886
		1,000㎡ 이하	84,420	75,011	8,377	1,031	9,901,453
		10,000㎡ 이하	722,150	589,337	124,847	7,966	99,425,757
		10,000㎡ 이상	1,785,242	1,155,797	510,706	118,739	235,788,466
합계			33,186,332	17,197,527	13,518,777	2,470,029	3,961,790,986

표 2.2.13. 국가 건물에너지 통합 DB 기준 건축물 소유 및 유형별 면적 및 에너지 사용량 비율

소유	유형	면적	면적	에너지	전기	가스	지역난방
민간	공동주택	500㎡ 이하	2.8%	2.1%	3.9%	0.1%	1.8%
민간	공동주택	1,000㎡ 이하	6.1%	4.8%	8.3%	0.0%	4.4%
민간	공동주택	10,000㎡ 이하	6.8%	6.2%	8.4%	0.5%	6.9%
민간	공동주택	10,000㎡ 이상	29.6%	27.1%	27.5%	49.7%	31.6%
민간	단독주택	500㎡ 이하	23.2%	30.4%	22.8%	0.2%	23.8%
민간	단독주택	1,000㎡ 이하	4.0%	4.3%	4.6%	0.1%	3.2%
민간	단독주택	10,000㎡ 이하	0.3%	0.4%	0.2%	0.0%	0.3%
민간	단독주택	10,000㎡ 이상	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
민간	비주거	500㎡ 이하	14.6%	15.6%	13.4%	1.0%	12.9%
민간	비주거	1,000㎡ 이하	10.1%	10.3%	10.5%	1.0%	9.3%
민간	비주거	10,000㎡ 이하	27.6%	28.7%	26.8%	8.6%	30.9%
민간	비주거	10,000㎡ 이상	28.0%	26.3%	28.9%	60.5%	29.1%
공공	공동주택	500㎡ 이하	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
공공	공동주택	1,000㎡ 이하	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%
공공	공동주택	10,000㎡ 이하	0.5%	0.6%	0.6%	0.0%	0.6%
공공	공동주택	10,000㎡ 이상	26.2%	23.8%	23.3%	49.4%	27.0%
공공	단독주택	500㎡ 이하	0.1%	0.2%	0.1%	0.0%	0.2%
공공	단독주택	1,000㎡ 이하	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%
공공	단독주택	10,000㎡ 이하	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
공공	단독주택	10,000㎡ 이상	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
공공	비주거	500㎡ 이하	0.8%	0.9%	0.7%	0.3%	0.6%
공공	비주거	1,000㎡ 이하	0.6%	0.7%	0.3%	0.2%	0.5%
공공	비주거	10,000㎡ 이하	5.3%	5.9%	3.8%	1.8%	4.9%
공공	비주거	10,000㎡ 이상	13.0%	11.6%	15.6%	26.5%	11.7%

※ 비율은 주거부문과 비주거부문 각각의 비율임

표 2.2.14. 에너지총조사 보고서 기준 단독/공동주택 에너지 사용량

단위 : 천TOE

에너지원	단독	공동
국내탄	121	0
수입탄	4	0
휘발유	2	0
등유	1,574	88
경유	310	17
경질중유	1	0
중유	1	0
중질중유	26	1
항공유	0	0
항공유	0	0
프로판	435	245
부탄	11	6
용제	10	1
기타제품	3	0
도시가스	3,031	7,870
전력	2,249	4,121
열	5	2,346
신재생 및 기타	587	17
합계	8,370	14,714

표 2.2.15. 에너지총조사 보고서 기준 상업 및 공공부문의 에너지 용도별 사용량

단위 : 천TOE

에너지원	합계	난방·온수	냉방	동력	조명	취사·기타
국내탄	113	95	0	0	0	18
수입탄	4	3	0	0	0	1
휘발유	33	18	0	0	0	15
등유	311	282	0	0	0	28
경유	701	175	0	0	0	526
경질중유	13	13	0	0	0	0
중유	2	2	0	0	0	0
중질중유	12	12	0	0	0	0
항공유	457	385	0	0	0	71
항공유	2	1	0	0	0	0
프로판	1,044	376	51	0	0	617
부탄	84	24	0	0	0	60
용제	28	24	0	0	0	4
기타제품	65	55	0	0	0	10
도시가스	3,289	1,274	513	0	0	1,502
전력	14,048	3,214	4,703	1,749	2,704	1,679
열	418	387	31	0	0	0
신재생 및 기타	1,456	518	176	313	181	268
합계	22,079	6,859	5,474	2,062	2,885	4,798

3. 전망 분석

3.1 건축물 현황 통계 기반 물량 도출

○ 2018년에서 20201년까지의 건축물 현황 통계 데이터의 신축, 기축, 멸실 물량을 기반으로 2030년까지의 물량 전망을 도출함

– 건축물 현황 통계에서는 건축물의 연면적 총량과 멸실 물량 자료를 제공함

표 2.3.1. 건축물 현황 통계 자료

단위 : ㎡

		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
총량	주거	1,554,491,144	1,574,853,903	1,608,411,588	1,654,169,710	1,699,314,496	1,718,486,495	1,772,232,574	1,817,390,005	1,852,349,112	1,882,918,847
	상업	701,112,179	689,053,354	709,840,693	722,828,640	761,415,525	785,933,185	814,626,300	839,976,144	871,349,794	894,675,966
	공업	332,087,036	344,581,748	349,896,328	365,561,385	385,174,461	396,373,273	401,516,673	413,999,616	423,713,895	435,841,279
	문교사회	289,713,454	295,806,833	304,410,826	309,049,828	321,401,424	329,329,643	339,360,543	346,463,474	354,196,699	367,413,484
	기타	464,416,098	472,353,402	478,792,162	482,458,677	406,319,990	411,810,777	426,391,509	443,042,054	460,278,371	475,393,673
	합계	3,341,819,910	3,376,649,241	3,451,351,596	3,534,068,240	3,573,625,895	3,641,933,374	3,754,127,599	3,860,871,292	3,961,887,870	4,056,243,249
멸실	주거	4,360,579	4,647,114	4,547,512	5,668,651	7,170,336	7,427,150	7,443,006	8,421,179	8,504,073	9,275,843
	상업	2,993,976	2,969,828	2,909,347	3,569,495	3,909,283	3,952,305	4,154,746	4,358,297	4,784,238	5,022,083
	공업	1,160,006	1,125,061	1,166,346	1,059,926	1,116,016	1,432,360	1,272,137	997,367	1,612,459	1,489,667
	문교사회	448,997	480,736	538,235	487,038	510,689	483,735	603,517	634,611	680,520	719,532
	기타	1,288,057	1,269,920	1,499,004	1,442,998	1,549,092	1,717,394	1,734,829	1,819,429	1,903,858	2,048,366
	합계	10,251,615	10,492,658	10,660,445	12,228,108	14,255,416	15,012,943	15,208,235	16,230,883	17,485,148	18,555,491

– 총량 및 멸실 물량을 통해 신축과 기축 물량 도출이 가능함. 신축의 경우, 직전해와 당해연도의 총량 물량의 차이에 직전년도 멸실 물량을 더해 도출할 수 있으며, 기축의 경우 직전 연도의 총량에서 기준 연도부터 직전 연도까지의 멸실 물량의 합계를 뺀 값으로 물량을 도출할 수 있음

표 2.3.2. 건축물 현황 통계 자료 기반 2050년까지의 물량

단위 : 백만㎡

		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
총량	주거	1,852	1,883	1,924	1,962	2,001	2,039	2,077	2,115	2,154	2,192	2,230	2,269	2,307	2,345	2,383	2,422	2,460	2,498	2,537	2,575	2,613	2,651	2,690	2,728	2,766	2,805	2,843	2,881	2,919	2,958	2,996
	상업	871	895	911	935	959	984	1,008	1,032	1,056	1,080	1,104	1,128	1,152	1,176	1,200	1,224	1,248	1,272	1,296	1,320	1,344	1,368	1,392	1,416	1,441	1,465	1,489	1,513	1,537	1,561	1,585
	공업	424	436	449	461	472	484	496	508	519	531	543	554	566	578	589	601	613	624	636	648	659	671	683	694	706	718	729	741	753	764	776
	문교사회	354	367	373	382	390	399	407	416	424	433	442	450	459	467	476	485	493	502	510	519	528	536	545	553	562	570	579	588	596	605	613
	기타	460	475	441	439	437	435	433	431	429	427	425	423	421	419	417	415	413	411	409	408	406	404	402	400	398	396	394	392	390	388	386
	합계	3,962	4,056	4,099	4,179	4,260	4,341	4,421	4,502	4,582	4,663	4,744	4,824	4,905	4,986	5,066	5,147	5,227	5,308	5,389	5,469	5,550	5,630	5,711	5,792	5,872	5,953	6,034	6,114	6,195	6,275	6,356
멸실	주거	9	9	10	11	11	12	12	13	13	14	15	15	16	16	17	18	18	19	19	20	20	21	22	22	23	23	24	25	25	26	26
	상업	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11	11	12	12
	공업	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	문교사회	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	기타	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	합계	17	19	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
신축	주거	–	39	50	48	49	49	50	51	51	52	52	53	53	54	55	55	56	56	57	58	58	59	59	60	60	61	62	62	63	63	64
	상업	–	28	22	29	29	30	30	30	30	31	31	31	31	32	32	32	32	33	33	33	33	34	34	34	34	35	35	35	35	36	36
	공업	–	14	15	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	문교사회	–	14	6	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	기타	–	17	−32	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	합계	–	112	61	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	123	124	125	126
기축	주거	–	1,844	1,835	1,825	1,814	1,803	1,791	1,779	1,766	1,753	1,739	1,724	1,709	1,693	1,677	1,660	1,642	1,624	1,605	1,586	1,566	1,546	1,525	1,503	1,481	1,458	1,435	1,411	1,386	1,361	1,336
	상업	–	867	862	856	851	845	839	833	827	820	813	806	799	791	783	775	767	758	749	740	731	721	712	702	691	681	670	659	648	636	624
	공업	–	422	421	419	418	416	415	413	411	410	408	406	404	402	401	399	397	395	393	390	388	386	384	382	379	377	375	372	370	367	365
	문교사회	–	354	353	352	351	351	350	349	348	347	346	345	344	343	342	341	340	339	338	337	336	334	333	332	331	329	328	327	325	324	322
	기타	–	458	456	454	452	450	447	445	443	440	437	434	432	429	426	423	419	416	413	409	406	402	398	395	391	387	383	379	375	370	366
	합계	–	3,927	3,926	3,906	3,886	3,865	3,842	3,819	3,795	3,769	3,743	3,716	3,688	3,659	3,628	3,597	3,565	3,532	3,498	3,463	3,427	3,390	3,352	3,313	3,273	3,232	3,190	3,147	3,104	3,059	3,013

○ 2020년도를 기준 연도로 설정하였을 때, 2050년도까지 총량은 증가하고, 기축 물량은 감소하며, 멸실과 신축 물량은 완만하게 증가함을 알 수 있음

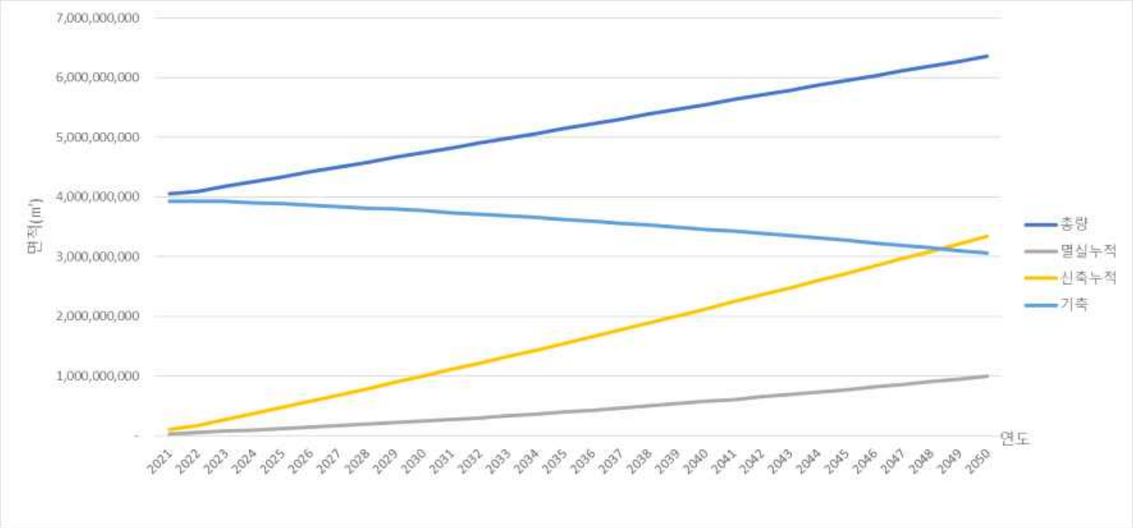


그림 2.3.1. 2050년까지의 물량 전망

3.2 GDP 및 인구 데이터 기반 물량 전망 도출

○ 세계 인구 전망, 1인당 GDP, 건물 바닥면적의 상관관계를 이용한 미래 면적 예측 자료를 활용하여 인구전망과 GDP와 건물 면적의 상관관계를 이용한 예측을 실시한 선행연구를 토대로 2050년도 기축, 신축, 멸실 물량 예측을 수행함

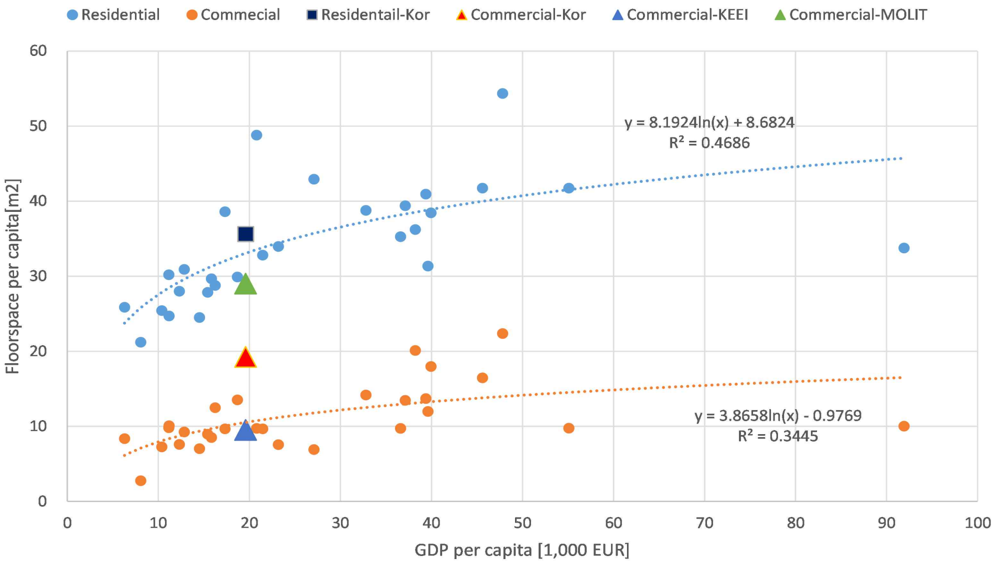


그림 2.3.2. GDP와 1인당 연면적 상관석 분석 결과

자료 : 건물부문 온실가스 감축 잠재량 모형분석을 위한 표준모델 DB 구축(Ⅱ).2017.

○ 2060년도 기축, 신축, 멸실 물량 예측

- OECD 장기 전망 데이터의 GDP 성장률(Economic Outlook No 112) 및 GDP(Economic Outlook No 109, Long-term baseline projections) 정보를 통해 2060년까지의 GDP를 예측하고. 대한민국 통계청의 '장례인구추계:2020-2070년' 데이터를 통해 인당 GDP를 도출함
- 선행연구에서 도출된 GDP와 연면적간의 상관관계의 추세식에 이를 대입하여 2060년까지의 전망을 도출함

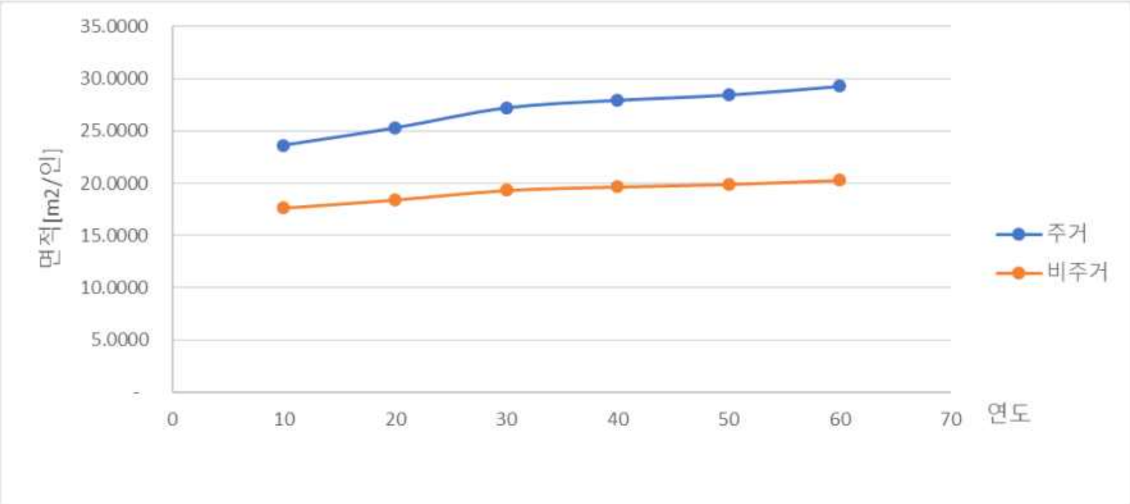


그림 2.3.3. 2060년까지의 1인당 연면적 전망

표 2.3.3. 2060년까지의 1인당 연면적 전망

		2010	2020	2030	2040	2050	2060
GDP(millions, USdollar)		1,663,717	2,136,698	2,675,388	2,866,099	2,879,909	2,870,786
GDP(1000유로)		1,580,531,445	2,029,863,243	2,541,618,600	2,722,794,050	2,735,913,550	2,727,246,700
인구(만명)		4,955	5,184	5,120	5,019	4,736	4,262
면적(㎡/인)	주거	24	25	27	28	28	29
	비주거	18	18	19	20	20	20
	합계	41	44	47	48	48	50

○ 통계청의 「장래인구추계: 2020~2070년」을 보면, 우리나라 인구는 2020년을 기점으로 감소하는 것을 확인할 수 있으며, 인구의 감소는 건물 연면적에 영향을 끼칠 것으로 판단됨

표 2.3.4. 통계청의 「장래인구추계: 2020~2070년」

지표	시나리오	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070
총인구 (만명)	중위추계	2,501	3,224	3,812	4,287	4,701	4,955	5,184	5,120	5,019	4,736	4,262	3,766
	고위추계							5,184	5,244	5,293	5,150	4,805	4,438
	저위추계							5,184	5,015	4,755	4,333	3,752	3,153

○ 앞서 3.1에서 수행한 연도별 1인당 연면적 변화 추세식에 인구수를 대입하여 2020, 2030, 2040, 2050년도의 인구수 감소를 반영한 연면적 총량 및 주거, 비주거 면적을 산출할 수 있음.

○ 실제 데이터가 존재하는 2020년을 기준 연도로 설정한 후, 연면적 변화 추세식을 실제 2020년도 면적에 맞춰 평행이동을 하여 2050년까지의 연면적 전망을 도출함

○ 총량에 대비하여 신축 물량을 1%로 가정하고, 멸실-누적 물량과 기축 물량을 도출함

표 2.3.5. 인구감소를 고려한 2050년 물량 전망

단위 : ㎡

		2020	2030	2040	2050
총량	주거	1,852,315,431	1,852,315,431	1,905,090,646	1,831,612,209
	비주거	2,109,538,758	2,109,538,758	2,095,117,690	1,992,998,864
	합계	3,961,854,189	3,961,854,189	4,000,208,336	3,824,611,074
멸실-누적	주거		18,523,154.31	386,611,356	585,704,472
	비주거		21,095,387.58	443,652,087	656,317,097
	합계		39,618,541.89	830,263,443	1,242,021,568
신축	주거	18,523,154	18,523,154	19,050,906	18,316,122
	비주거	21,095,388	21,095,388	20,951,177	19,929,989
	합계	39,618,542	39,618,542	40,002,083	38,246,111
기축	주거	1,833,792,277	1,833,792,277	1,460,426,554	1,273,958,803
	비주거	1,831,220,043	1,831,220,043	1,410,105,450	1,206,210,217
	합계	3,665,012,320	3,665,012,320	2,870,532,004	2,480,169,020

○ 인구수 감소를 고려하였을 때 연면적 총량은 비슷하나, 2040년 이후 감소하는 경향을 보이며, 신축과 멸실 물량은 비슷한 수준으로 증가하는 것을 확인함

그림 2.3.4. 2050년까지의 연면적 전망

제3장

감축잠재량평가를 위한 건물에너지 사용량 현황 분석

제1절 주요 수단별 정량적인 감축효과 분석을 위한 데이터셋 구축

1. 원천데이터

○ 주요 감축수단에 따른 감축잠재량 평가를 위한 첫 번째 단계는 분석을 위한 데이터셋을 구축하는 것임. 분석용 데이터셋의 원천데이터는 국가건물에너지 통합DB(이하 통합DB)이며, 3가지 에너지원(전기, 도시가스, 지역난방)에 대한 전국 모든 건물에너지사용량을 포함하고 있음. 국내 건물에너지사용량과의 정합성을 맞추기 위해, 국가통계인 건물에너지사용량통계[1]를 위해 구축된 DB를 활용함.

○ 건물에너지사용량통계는 통합DB를 기반으로 작성된 공식적인 국가통계로써, 데이터 추출 기준, 분류 기준 및 작성 기준 등 체계적인 작성체계가 구축되어있음. 따라서 본 연구에서는 탄소중립 이행 주요 수단에 따른 감축잠재량 평가 데이터셋 구축을 위해 건물에너지사용량통계DB의 데이터 추출 기준, 분류 기준 등 건물에너지사용량통계 기준을 준용함.

그림 3.1.1 감축잠재량 평가를 위한 DB 구축

2. 건물에너지사용량통계 DB 기준 준용

2.1. 에너지용도

○ 국가건물에너지통합DB는 모든 에너지공급기관들로부터 전국의 모든 에너지계량기 정보와 월별 에너지사용량 정보를 수집함. 하지만, 광공업용, 수송용, 농사용, 가로등용 등의 용도로 사용되는 에너지는 건물부문에 포함하기에는 적합하지 않기 때문

1) '20.10.12 '건물에너지사용량통계' 국가통계 변경승인(제408003호, 한국부동산원)

에, 건물에너지통계DB는 이들 용도로 사용된 에너지는 제외함. 본 연구 역시 건물 부문에서의 에너지사용량을 분석 대상으로 정의하므로, 아래 그림과 같이 수송용, 광공업용, 농사용, 가로등용의 사용량은 제외함.

그림 3.1.2 건물에너지사용량통계 에너지 용도 기준

2.2. 건물용도

○ 건축물대장은 총괄표제부, 표제부, 층별개요, 전유부로 구분되어 구축되며, 각각의 건축물대장은 해당 부분에 대한 건물용도 정보를 포함함. 건축물 용도코드는 5자리로 구성되어 있으며, 총괄표제부나 표제부에는 5자리 중 앞2자리(주용도)까지 기재되어 있으며, 층별개요 또는 전유부에는 5자리(세부용도)모두 기재됨.

○ 사전검토 결과, 같은 건축물일지라도 총괄표제부, 표제부의 주용도와 층별개요, 전유부의 세부용도가 일치하지 않게 기재되어 있는 경우가 있음. 따라서 본 연구는 건축물대장(총괄표제부, 표제부, 층별개요, 전유부) 중 층별개요 또는 전유부의 세부용도를 기준으로 용도를 추출함.

○ 다만, 일반 표제부와 같이 전유부를 포함하고 있지 않는 건축물도 있기 때문에, 층별개요에 기재되어 있는 세부용도를 기준으로 건물용도 데이터를 추출함. 그리고 하나의 건축물이 여러 용도로 사용되는 경우에는, 용도별로 합산한 연면적이 가장 큰 용도를 대표용도로 추출함.

2.3 건물 동수

○ 건축법은 같은 대지에서 주된 건축물과 분리된 부속용도의 건축물로써 주된 건축물

을 이용 또는 관리하는 데에 필요한 건축물을 부속건축물로 정의함(예를 들어, 학교의 체육관, 공장의 창고가 부속건물에 해당함).

○ 건축행정시스템 세움터에서 제공하는 건축물 현황통계는 건축물의 동수 산정 시 부속건축물은 제외하고 주 건축물의 수만을 고려함. 본 연구 역시 건물 동수는 경비실, 관리실 등과 같은 부속건축물은 건축물 동수 산정 시 제외하고, 주 건축물 수만 산정함.

○ 한편, 에너지의 경우에는 관리실이나 경비실과 같은 부속건축물에서 사용하는 에너지를 따로 분리하여 집계하지 않는 경우가 대부분으로, 건축물의 동수 측면에서는 주 건축물을 기준으로 하지만, 에너지사용량 측면에서는 주건축물과 부속건축물을 구분하지 않고 이들에서 사용하는 모든 에너지량을 포함함.

2.4 건물 연면적

○ 총괄표제부, 표제부, 층별개요, 전유부로 구성된 건축물대장은 해당 부분에 대한 연면적 정보도 포함하고 있음. 사전검토 결과, 총괄표제부와 표제부에 기재되어 있는 연면적은 일부 오류(누락 또는 오기입 등)를 포함하고 있으며, 이로 인한 총량 산출 과정에서의 영향은 매우 크게 작용함. 이에 따라, 건축물 용도와 마찬가지로 층별개요에 기입된 연면적 정보를 바탕으로 해당 건축물의 총 연면적을 산정하고, 그 결과를 활용함.

2.5 에너지사용량

○ 국가 건물에너지 통합DB는 건물에서 사용하는 에너지원 중 네트워크를 통해 공급되는 전력, 도시가스, 지역난방만을 포함함. 앞서 언급한 대로, 에너지계량기는 건축물 계량기 위치에 따라 아래 그림과 같이 총괄표제부, 표제부, 층별개요, 전유부 건축물대장과 매칭되며, 층별개요, 전유부와 매칭된 에너지는 상위건축물(총괄표제부 또는 표제부)로 집계될 수 있음.

○ 따라서 건물에너지사용량은 해당 건축물의 최상위 건축물대장과 매칭 집계된 에너지사용량을 합산하여 추출함. 예를 들어, 5층짜리 일반건축물에 계량기가 층별로 설치되어 있다고 했을 때, 각층의 에너지계량기는 층별개요와 매칭이 되고, 해당 건물에 에너지사용량은 층별 계량기의 에너지사용량을 모두 합산함. 이와 같이, 본 연구는 에너지원별로 각 계량기의 사용량 중, 건축물대장과 매칭이 완료된 사용량을 한정하여 구축함.

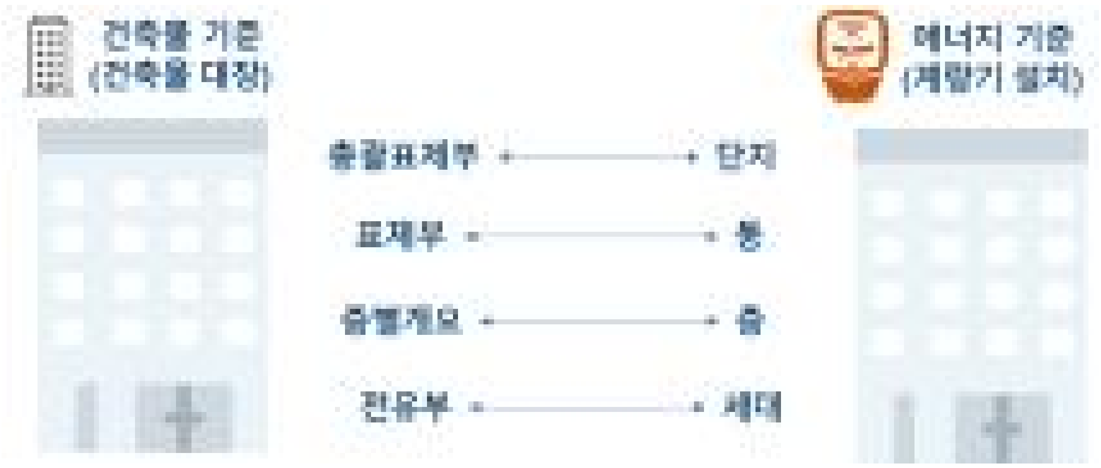


그림 3.1.3 건축물대장과 에너지계량기 매칭

3. 분류기준 정의

○ 건물부문의 온실가스 감축정책에 따른 감축량 전망을 위해서는 각 정책의 대상건물을 명확하게 파악하는 것이 요구됨. 제로에너지건축물 인증 의무화나 그린리모델링 의무화 정책은 건물의 규모나 용도, 공공건축물 여부 등의 조건에 따라 적용 시기가 달라짐. 이에, 본 연구는 구분된 그룹에 따른 건축물 및 에너지사용량 현황을 파악하고자, 추진계획을 고려하여 분류기준을 정의함.

3.1 공공/민간 구분

○ 본 연구에서는 공공건축물과 민간건축물을 소유 기준으로 분류하기 위해, 통합DB와 소유자정보를 매칭함. 먼저, 건물의 소유자정보가 100% 국유, 도유, 군유의 경우 공공건축물로 분류하였으며, 법인소유의 경우 공공기관이 소유(공공기관 350여개)한 경우에는 공공건축물로 분류함.

그림 3.1.4 소유자정보를 활용한 공공건축물 분류 방법

3.2 신축/기축 구분

○ 2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안(`21.10)은 2018년도를 기준년도로 정의하고, 기준년도 대비 감축목표를 정의함. 따라서 본 연구에서는 2018년도를 기준으로 신축건물과 기축건물을 구분함. 즉, 2018년도를 기준으로 이전에 준공(사용승인일 2017.12.31.일 이전)된 건물은 기축 건축물, 그 이후(사용승인일 2018.01.01.일 이후)에 건축물은 신축 건축물로 분류함.

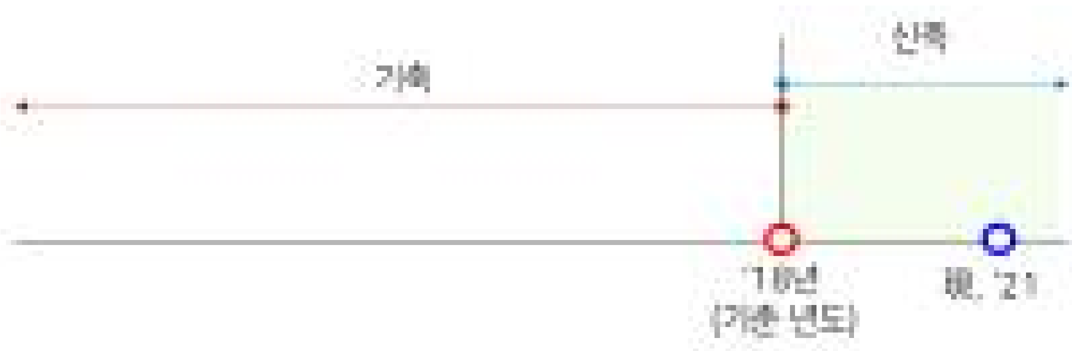


그림 3.1.5 준공년도를 활용한 신축/기축 분류 방법

3.3. 주거/비주거 구분

○ 본 연구에서 건물용도는 크게 주거용과 비주거용으로 구분 하였으며, 비주거용 건물

은 상업용 건물과 기타 건물로 구분될 수 있음. 주건물용도(29종)를 활용하여 분류하였으며, 분류 기준은 아래 표와 같음.

표 3.1.1 건축물 용도 분류기준

분류		용도
주거용	주거용	단독주택, 공동주택
비주거용	상업용	제1종근린생활시설, 제2종근린생활시설, 판매시설, 숙박시설, 업무시설, 운수시설, 위락시설, 야영장시설 등
	기타	교육연구시설, 노유자시설, 의료시설, 종교시설, 문화및집회시설, 수련시설, 운동시설, 창고시설, 발전시설, 방송통신시설, 교정및군사시설 등

3.4 규모 구분

○ 본 연구에서는 규모는 연면적을 기준으로 3그룹(500m2미만 / 500m2~1000m2미만 / 1000m2이상) 으로 구분함.

4. 원단위 DB 구축 기준

1.1 에너지용도(냉방, 난방, 기저) 구분기준

○ 건물부문에서의 온실가스 배출량이 변화하는 특징, 증감의 원인, 감축정책의 효과 등을 정확하게 분석하기 위해서는 건물에서 사용되는 에너지를 용도(냉난방, 조명, 급탕, 가전 등)에 따라 구분하는 것이 요구됨.

○ 하지만, 국가 건물에너지 통합DB는 월별 에너지사용량 정보를 포함하지만, 이들 에너지가 어떤 목적에 의해 어떤 용도로 사용되었는지를 보여주는, 에너지 사용용도 정보는 포함하지 못함. 이에, 본 연구는 월별 에너지사용량 정보를 바탕으로 건물의 에너지사용량을 에너지용도에 따라 구분하는 과정을 선행함.

○ 에너지 용도별 구분방법을 요약하면 다음과 같음.

- 월별 에너지사용량 데이터 패턴 및 변곡점을 활용하여 냉방, 난방, 기저사용량을 분리하고, 도시가스의 경우, 냉각방식에 따라 상이한 패턴(변곡점 수)을 기반으로 흡수식 냉방과 전기식 냉방으로 구분하여 냉방난방을 분할하였으며, 전기식 냉방의 경우, 도시가스에 의한 냉방사용량은 0으로 처리함. 이를 통해, 각 건축물의 에너지사용량은 기저에너지(계절변화에 영향을 받지 않고 매월 최소한으로 사용된

에너지), 난방에너지(계절 변화로 인해 난방기에 추가적으로 사용된 에너지), 냉방 에너지(계절 변화로 인해 냉방기에 추가적으로 사용된 에너지)로 구분됨.

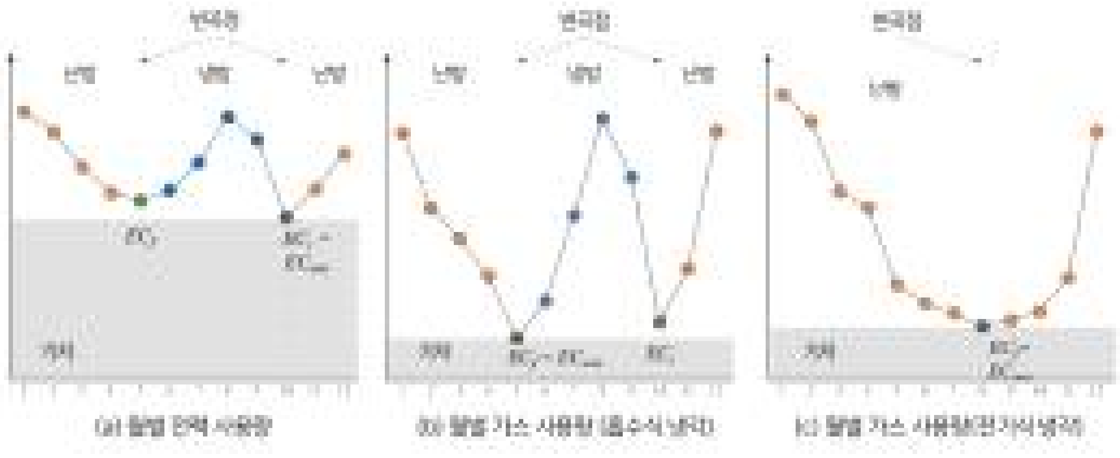


그림 3.1.6 월별에너지사용패턴에 따른 냉방, 난방, 기저 구분

1.2 데이터 필터링

○ 국가건물에너지 통합DB는 대한민국에 존재하는 모든 건축물에 대한 특성정보와 에너지계량기 정보를 포함하지만, 에너지수용가 정보가 없거나 수용가 정보는 존재하나 에너지를 전혀 사용하지 않는 건물도 존재함.

○ 또한, 일부 건축물대장의 경우에는 오류가 있는 건축물 정보를 포함하기도 함. 이에, 분석결과에 대한 신뢰성 확보를 위하여, 통합DB로부터 수집된 데이터에서 잘못된 데이터를 정리하는 필터링 과정 필요함.

○ 한편, 12개월 중 일부 기간 동안만 사용되었다면, 연간 에너지사용량은 1년 동안 정상적으로 운영된 건물에 비해 작게 됨. 이들 건물이 단위면적당 에너지사용량 산정에 반영된다면, 이는 산정결과를 지나치게 낮게 만드는 요인으로 작용할 수 있음.

○ 이에 따라, 앞서 언급한 정보들에 오류가 없다고 하더라도, 1년 동안 정상적으로 운영되지 못한 건물은 원단위 사용량 산정과정에서는 제외함. 비정상 운영 건물은 “12개월 중 월별 전기사용량이 0이하인 기간을 포함하며 연간 가스사용량이 0이하인 건물” 정의하였으며, 상세한 필터링 기준은 다음과 같음.

① 12개월 중 월별 전기사용량이 0이하인 기간을 포함하는 건물 제외

② 연간가스사용량합계가 0이하인 건물 제외

③ 연간 지역난방사용량이 0이 아닌 건물 제외(지역난방 건물을 분석대상에서 제외하기 위함)

④ 연면적, 에너지사용량 0이하인 건물 제외

⑤ 사용승인년도가 1960년 이전인 건물 제외

○ 이와 같은 방법으로 필터링된 건물은 비정상운영 건물로 분류되며, 비정상운영 건물은 원단위 분석 시 제외됨.

1.3 원단위 지표

○ 본 연구에서 원단위 지표는 에너지사용량 연면적으로 나눈 값을 사용하였으며, 원단위 지표는 다음과 같음.

○ EUI(Energy Use Intensity) : 연간에너지사용량을 연면적으로 나눈값

－HeatCool EUI : 연간냉난방사용량을 연면적으로 나눈값

－Base EUI: 연간기저사용량을 연면적으로 나눈값

5. 데이터셋 구축 결과

○ 본 연구에서는 2018년, 2019년, 2020년, 2021년 4개년에 대한 건물 에너지사용량 DB를 각각 구축 완료하였으며, 구축결과는 다음과 같음.

표 3.1.2 데이터셋 건물현황

대상연도	총 건물수	매칭 건물수	매칭률	정제 건물수
2018	7,194,427	5,222,185	73%	1,706,988
2019	7,246,193	5,238,627	72%	1,726,888
2020	7,276,985	5,208,393	72%	1,642,603
2021	7,316,443	5,219,064	71%	1,632,094

표 3.1.3 데이터셋 에너지현황(백만TOE)

대상연도	전기		도시가스		지역난방		전체		
	매칭전	매칭후	매칭전	매칭후	매칭전	매칭후	매칭전	매칭률	매칭율
2018	20.0	17.7	14.7	14.3	2.5	2.4	37.1	34.4	93%
2019	19.8	17.5	14.1	13.7	2.5	2.4	36.4	33.6	92%
2020	19.7	17.2	14.0	13.5	2.6	2.5	36.4	33.2	91%
2021	20.6	17.8	14.3	14.0	2.8	2.6	37.7	34.3	91%

표 3.1.4 데이터셋 변수 목록(16)

건축물특성변수(11)		에너지사용량	
변수명	설명	변수명	설명
EnergyNormal	에너지사용 정상 여부	PE_YYYY	연간 전기 사용량
NewExisting	신/기축	GE_YYYY	연간 도시가스 사용량
Existing_GR_YN	그린리모델링 의무 여부	HE_YYYY	연간 지역난방 사용량
PublicPrivate	공공/민간	TE_YYYY	연간 총에너지 사용량
Public_Govrn_YN	국가/공기업	TEUI_B_YYYY	연간 단위면적당 기저 사용량
GFA_RN	연면적 구분	TEUI_HC_YYYY	연간 단위면적당 냉난방 사용량
HouseholdN_RN	세대수 구분	TEUI_T_YYYY	연간 단위면적당 총에너지사용량
Type	건물유형(주거/비주거)		

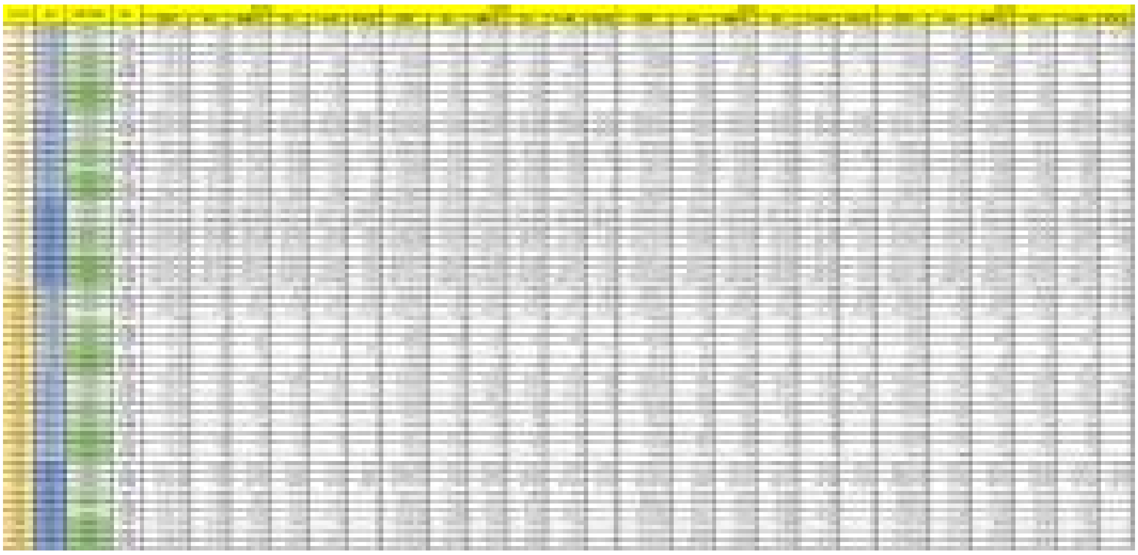


그림 3.1.7 건물에너지사용량 총량 데이터셋 표 예

제 2절. 감축잠재량 평가를 위한 건물에너지사용량 현황 분석

1. 건물에너지사용량 정합성

○ 에너지수급통계는 에너지경제연구원에서 에너지공급사 등으로부터 매월 생산 및 판매 실적을 보고받아 작성하는 보고통계로 1982년부터 작성하기 시작해 2002년 통계작성승인을 받음. 매월 수집되는 에너지 공급 정보를 토대로 에너지 통계연보, 지역에너지 통계연보 등을 작성하고 홈페이지 게재를 통해 대민서비스를 제공하고 있으며, 이들 통계는 에너지 수요 및 공급에 영향을 미치는 요인의 비교를 통해 에너지 수급전망, 에너지 절약효과 등을 분석하여 정부의 에너지 정책수립을 위한 기초자료로 활용되고 있음.

○ 통계자료는 에너지의 생산 및 수출입 현황, 에너지 전환(발전, 지역난방, 가스제조, 자가소비 및 손실)을 포함하는 1차 에너지소비량과 산업, 수송, 가정·상업, 공공 부문으로 분류한 최종에너지소비량을 수집· 발표하고 있음. 여기서 1차 에너지소비량은 1차 에너지 공급량을 말하며, 1차에너지 공급량에서 에너지전환용 공급량을 제외하고 전환생산량을 1차에너지소비에 포함함. 최종에너지소비 중 전력부문 공급량은 전환용 공급량으로 간주하며, 전력부문의 판매량을 소비량으로 간주함.

○ 본 연구에서 사용되는 데이터셋 에너지사용량의 기존 통계와의 정합성을 확인하기 위해 에너지통계연보의 가정, 상업부문 전력, 도시가스, 열(지역난방) 사용량과 비교하였음. 표 3.2.1은 연도별 비교결과를 보여주고 있으며, 18년 1.7%, 19년 2.3%, 20년 3.9%, 21년 3.7%로 나타나 그 차이가 미미함.

○ 에너지통계연보와 통합DB의 차이는 수집방법 및 시기에 의해 발생할 수 있음. 에너지통계연보는 한국전력공사로부터 전력수급통계자료를 매달 제공받아서 작성되고 있음. 즉, 한국전력공사에서만 생산·판매하는 전력만을 포함하며 한국전력 외에 구역사업자에 의해 생산·판매되는 전력 자료는 포함하지 않고 있음. 도시가스 사용량은 한국도시가스협회로부터 도시가스 수급통계 자료를 제공받고 있음. 마지막으로 지역난방정보는 한국지역난방공사, 서울시 SH공사, GS파워(주) 3개 공급기관으로부터 열에너지 수급자료를 제공받아 작성되고 있었으나, 최근 집단에너지사업편람(한국에너지공단 발행)을 바탕으로 지역난방 모든 공급기관을 포함하여 작성하는 것으로 변경됨. 반면, 통합DB는 한국전력뿐만 아니라 모든 구역 사업자에 의한 공급량 정보를 사업자들로부터 직접 수집하고, 도시가스와 지역난방 사용량의 경우에도 모든 공급기관으로부터 직접 매달 말일에 공급량 자료를 제공받음.

○ 정리하자면, 에너지통계연보는 에너지공급기관들로부터의 결산자료를 이용하여 수집

하고 있으며, 통합DB는 결산자료가 아닌 전체 개별 수용가에 대한 정보를 모두 수집하고 있음. 결산자료 경우에는 각 공급기관들은 결산자료를 2~3개월 후에 수정할 수 있기 때문에, 시점문제로 차이가 발생할 수 있음. 전기의 경우 99%이상이 한국전력 하나의 공급기관에서 담당하고 있기 때문에 차이가 거의 나타나지 않으나, 도시가스, 지역난방의 경우 전국적으로 30여개 이상의 공급기관들이 있기 때문에 차이가 발생할 수밖에 없음.

표 3.2.1 본연구 사용량과 통계연보 사용량 비교(1)

구분	2018년		2019년		2020년		2021년	
	본연구	통계연보	본연구	통계연보	본연구	통계연보	본연구	통계연보
전기	17,725	17,811	17,467	17,665	17,197	17,726	17,763	18,441
도시가스	14,279	14,614	13,705	14,109	13,518	14,119	13,940	14,383
지역난방	2,438	2,621	2,398	2,572	2,470	2,704	2,641	2,830
전체	34,442	35,046	33,570	34,346	33,185	34,549	34,344	35,654
차이(%)	1.7%		2.3%		1.7%		3.6%	

2. 건물에너지사용량 현황 분석 결과

2.1 연도별 연면적 및 에너지 사용량 변화

○ 최근 4년간('18년부터~'21년)의 연도별 연면적 및 에너지 사용량 변화를 분석함. 건물 연면적은 '18년 3,752만m2에서 매년 꾸준히 증가하여 '21년 4,053만m2로 '18년 대비 약 7.4% 증가한 것으로 나타남. 에너지 사용량의 경우 '18년 34,404천TOE, '19년 33,537천TOE (-2.6%), '20년 33,153천TOE (-3.8%)로 감소하였고, 21년에는 다소 증가하여 34,310천TOE (-0.3%)의 사용량을 보임. 냉·난방도일(HDD/CDD)이 '18년(3,050) '19년(2,704), '20년(2,628), '21년(2663)로 '18년 기준 20년까지 감소하다 '21년 다소 증가하는 등 에너지 사용량변화 패턴과 유사하게 나타남.

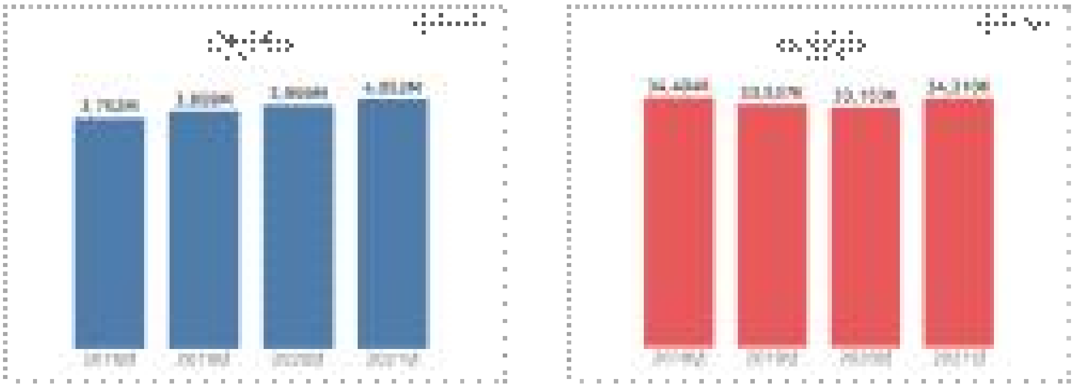


그림 3.2.1 연도별 연면적 및 에너지 사용량

2.2 연도별 단위면적당 에너지사용량 변화

○ 건물 전체 사용량과, 냉·난방/기저 사용량 등 용도에 따른 연도별 단위면적당 에너지사용량 (Energy use Intensity, 이하 EUI)을 분석함. 그 결과 총에너지사용량에 대한 EUI는 ‘18년 0.0115TOE/m2에서 매년 꾸준히 증가하여 ‘21년 0.0122TOE/m2로 ’18년 대비 약 5.7% 증가한 것으로 나타남. 냉·난방은 ‘19년에 10.6%이상 크게 감소하였고, 그 이후로 소폭 증가 하는 패턴을 보임. 그러나 기저 사용량에 대한 EUI는 ’18년 0.0039TOE/m2 대비 ‘19년에 0.0046TOE/m2으로 23.5% 이상 크게 증가하였으며, ’21년까지 지속적으로 소폭 증가하는 것을 확인할 수 있었음. 단열 등 건물의 에너지 성능 강화에 따라 냉·난방 에너지 사용량이 감소한 것으로 사료되나, 기저 사용량은 오히려 증가하는 것으로 나타남. 즉, 건물의 에너지 성능 강화와 더불어 신재생 에너지 적용 확대 등 기저 사용량 감축을 위한 노력이 수반되어야 할 것으로 판단됨.

그림 3.2.2 연도별 단위 연면적당/용도별 사용량 변화

2.3 연도별 연면적 및 EUI 변화

○ 사용승인연도 ‘18년을 기준으로 신축건물과 기축 건물로 구분하여 연도별 연면적 변화와 EUI를 분석함. 신축건물의 연면적은 연평균 114백만m2 증가하였고, 기축건물의 연면적은 매년 8백만m2 감소하는 것으로 나타나, 전체 건물의 연면적은 연평균 75백만m2 증가하는 것으로 분석되었음. 신축건물과 기축건물의 EUI 변화를 분석한 결과, 기축건물은 ’18년~‘21년 4개년 평균 12.14 10−3TOE/m2, 신축건물은 8.73 10−3TOE/m2로 약 30% 낮은 수준으로 분석됨.

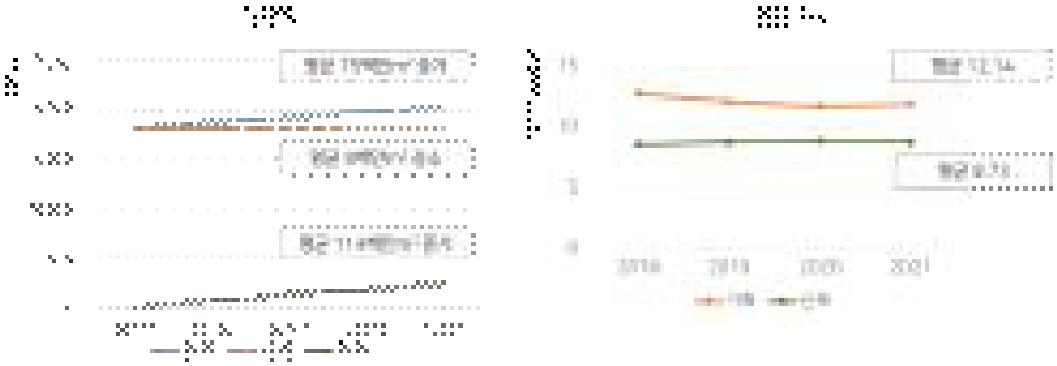


그림 3.2.3 연도별 연면적 및 EUI 변화

2.4 연도별 신축건물 및 기축건물 현황

○ 신축건물 현황

- 감축잠재량 평가를 위한 물량 산출을 위하여 신축건물의 규모, 공공/민간 등 구분기준에 따른 연면적을 분석함. 신축건물 중, 민간건물은 80%, 공공건물의 비중은 20%차지함. 공공건물 중 연면적 500m2이상 규모의 건물은 98%로, 2023년 시행 예정인 공공 제로에너지건축물 의무 대상에 대부분 포함되며, 매년 약 23,978천m2의 물량임
- 민간건물 2025년 민간 제로에너지건축물 의무 대상에 포함되는 규모인 연면적 1,000m2이상 건물은 75%로, 약 75백만m2의 물량으로 분석됨. 또한 연면적 500m2이상 규모의 건물은 약 9%를 차지하여, 2030년부터는 9%의 건물이 의무 대상에 추가 적용될 것으로 판단됨

표 3.2.2 본연구 사용량과 통계연보 사용량 비교(2)

구분기준			연면적(천m2)				연면적비중			
신/	공공/	연면적	2018	2019	2020	2021	2018	2019	2020	2021

기축	민간	구분								
신축	민간	1000m2 이상	74,445	150,503	218,319	280,119	60.4%	60.9%	61.6%	61.2%
신축	민간	500m2 이상	9,241	17,515	24,207	30,915	7.5%	7.1%	6.8%	6.8%
신축	민간	500m2 미만	15,189	28,272	39,062	50,761	12.3%	11.4%	11.0%	11.1%
신축	공공	1000m2 이상	23,327	48,819	69,753	91,418	18.9%	19.7%	19.7%	20.0%
신축	공공	500m2 이상	651	1,260	1,972	2,533	0.5%	0.5%	0.6%	0.6%
신축	공공	500m2 미만	422	817	1,260	1,719	0.3%	0.3%	0.4%	0.4%

○ 기축건물 현황

– 기축건물 중, 준공 후 10년 이상 된 건물을 그린리모델링 대상건물로 별도 구분하여, 현황을 분석함. 그린리모델링 대상 건물의 비중은 전체의 약 72%이며, 매년 감소하는 추세로 나타남. 이중 공공건물은 약 22%를 차지하며, 대부분은 연면적 500m2 이상의 규모로, 약 565,442천m2('21년 기준)가 그린리모델링적용 대상에 포함됨. 민간건물 중 2025년 의무 대상에 포함되는 연면적 1,000m2이상 규모의 건물은 61%로, 약 75백만m2의 규모가 적용될 것으로 판단됨.

표 3.2.3 본연구 사용량과 통계연보 사용량 비교(3)

구분기준				연면적(천m2)			
신/기축	그린 리모델링	공공/ 민간	연면적 구분	2018	2019	2020	2021
기축	비대상	민간	A1000	526,383	526,150	530,330	532,326
기축	비대상	민간	B500	96,887	96,808	96,617	96,387
기축	비대상	민간	C500	150,726	150,083	149,660	149,041
기축	비대상	공공	A1000	249,607	252,185	254,448	256,322
기축	비대상	공공	B500	4,617	4,651	4,671	4,709
기축	비대상	공공	C500	3,995	4,026	4,046	4,108
기축	대상	민간	A1000	1,227,757	1,220,405	1,216,864	1,207,401
기축	대상	민간	B500	220,273	217,825	215,210	212,542
기축	대상	민간	C500	587,780	578,710	569,033	559,666
기축	대상	공공	A1000	545,547	545,759	548,900	558,309
기축	대상	공공	B500	6,978	6,978	7,037	7,133
기축	대상	공공	C500	10,345	10,360	10,400	10,524

2.5 건물에너지사용량 현황

○ 총에너지

- ‘21년 에너지 사용량을 기준으로, 지역/용도(세부)/규모/공공·민간 등 구분 기준에 따라 건물에너지 사용량 현황 분석을 수행함. 지역별 에너지 사용량 분석 결과 경기도가 27%로 가장 많은 에너지를 사용하고 있었으며, 서울이 22%로 그 다음을 차지함. 그 뒤로 인천, 부산, 대구, 경남 등의 순으로 에너지 사용량이 많은 것으로 나타남. 건물 유형별로 분석해 보면, 주거용 건물 58%, 상업용 25%, 기타 17%를 사용하는 것으로 분석됨.

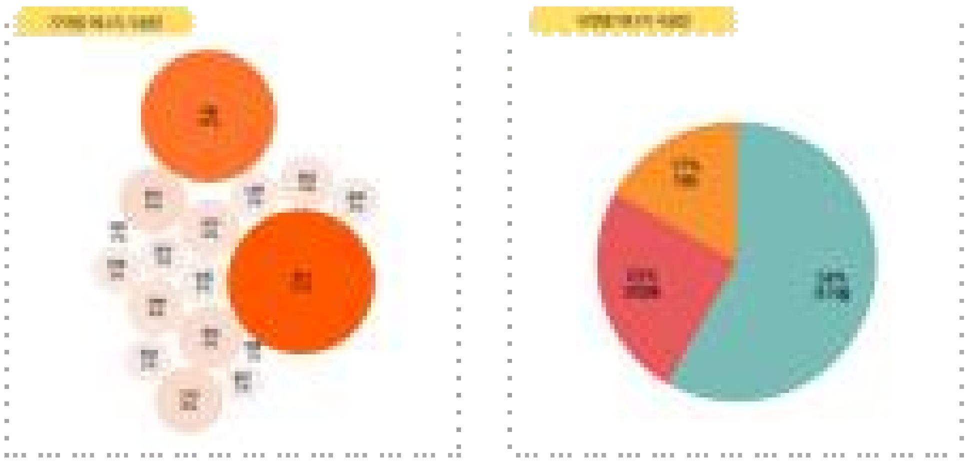


그림 3.2.4 지역별/유형별 에너지 사용 현황

- 그림 3.2.4에서와 같이, 58%의 에너지를 사용하고 있는 주거용 건물의 세부 용도별 사용량을 분석해 보면, 아파트 60%, 다가구주택 14%, 단독주택 13%, 다세대주택 10%, 연립주택 2% 등 순으로 나타났으며, 아파트 및 다가구 등 공동주택에서 주거용 건물의 에너지 사용량의 약 74%를 차지하는 것을 알 수 있음. 또한 상업용 건물의 세부 용도별 분석 결과, 사무소 13%, 소매점 10%, 일반음식점 10%, 오피스텔 9% 등의 순으로 사용량이 많은 것으로 나타남.

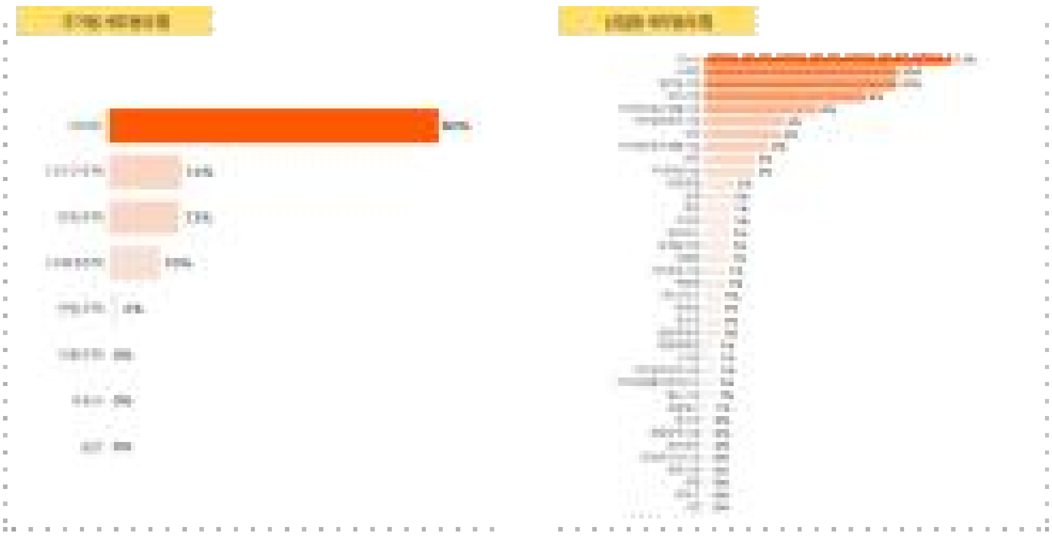


그림 3.2.5 세부용도별 에너지 사용 현황

- 건물 규모별 에너지 사용현황 분석 결과, 연면적 500m2 미만 21%, 500m2 이상 1,000m2 미만 10%, 1,000m2 이상 68%를 소비하고 있는 것으로 나타남. 또한, 공공 건물(소유 기준: 공공법인/국가) 및 민간 건물의 에너지 소비 분석 결과, 민간 건물 76%, 공공 법인 11%, 국가 14%를 자치함.

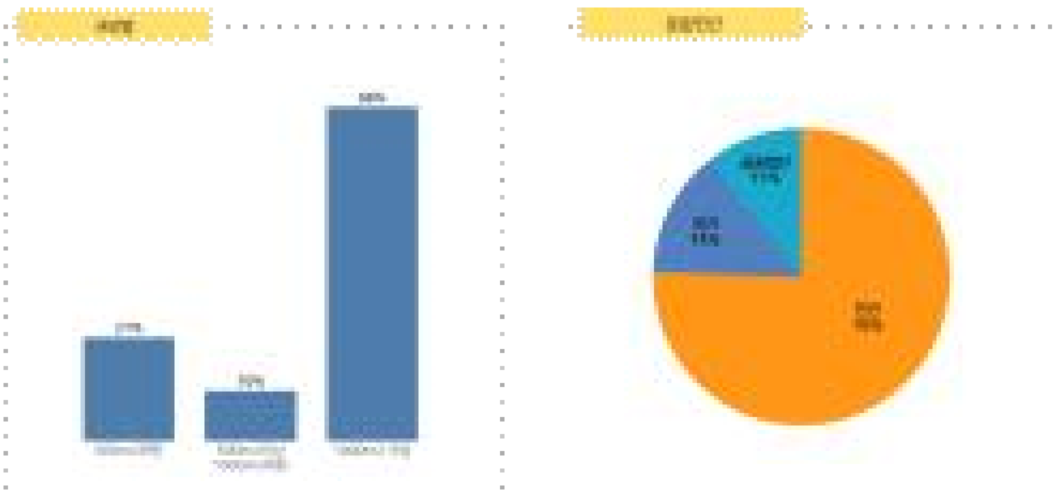
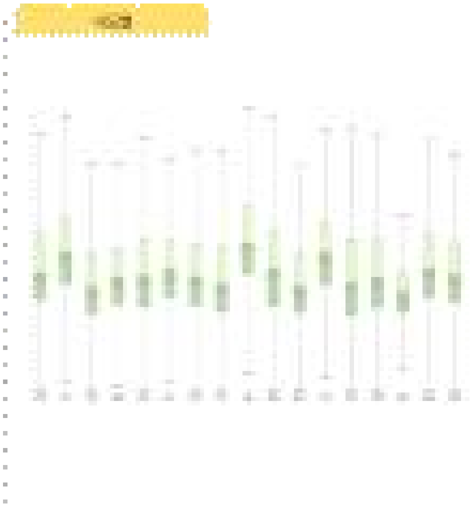


그림 3.2.6 규모별, 공공/민간 에너지 사용 현황

○ EUI

- 지역별 EUI 분석 결과, 서울 17.7TOE/m2, 경기 16.7TOE/m2, 인천 16.6TOE/m2 등 순으로 EUI가 크게 나타났으며, 제주도가 11.8TOE/m2로 가장 작은 값을 보이는 것으로 분석됨. 용도별는, 주거용 15.6,TOE/m2 상업용 14.7TOE/m2, 기타 8.9TOE/m2인 것을 알 수 있었으며, 주거용 건물은 상업용

건물과 비교했을 때 위에서 기술한 바와 같이 총에너지 사용량도 많을 뿐 아니라 EUI값도 큰 것으로 나타남.



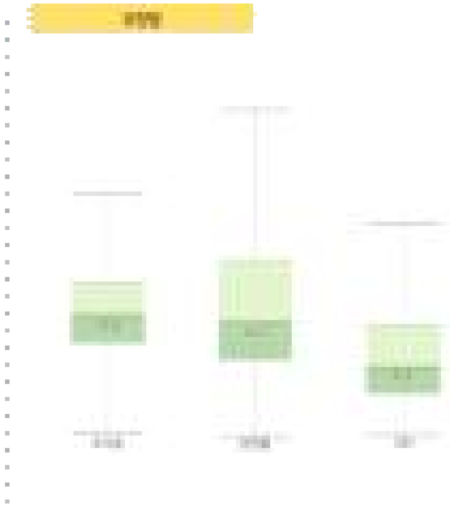


그림 3.2.7 지역별/ 유형별 EUI

- 건물 용도별 EUI 분석 결과 용도별로 많게는 20.2TOE/m2 (의료시설), 가장 적게는 5.9TOE/m2 (종교시설)로 용도별로 EUI 편차가 매우 큰 것으로 나타나, 용도에 따른 탄소 저감 정책의 시행 방안 마련이 필요할 것으로 사료됨. 또한, 에너지 사용이 가장 많았던 공동주택, 단독주택의 EUI는 15.0TOE/m2, 15.9TOE/m2 수준인 것으로 분석됨.

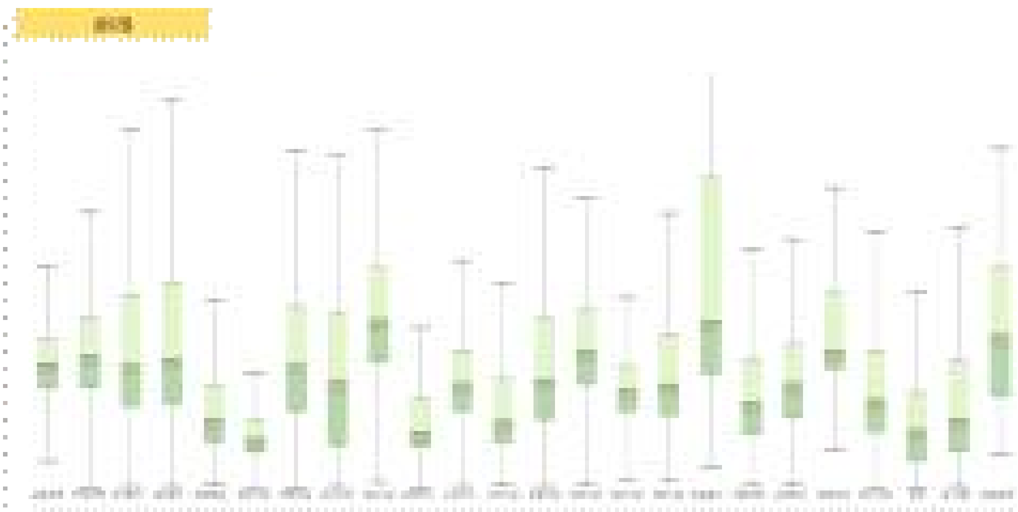


그림 3.2.8 건물 용도별 EUI

– 또한, 그림 3.2.7의 공공 건물 및 민간 건물의 EUI 분석 결과, 민간 건물 15.5TOE/m2, 공공 법인 11.4TOE/m2, 국가 9.5TOE/m2로 민간건물이 공공법인이나 국가 소유의 건물보다 EUI 값이 상대적으로 상당히 큰 것을 확인할 수 있었음. 또한, 신축건물과 기축 건물을 비교했을 때, 신축 12.3TOE/m2, 기축 15.5TOE/m2로 기축건물의 EUI가 20% 이상 큰 것으로 나타나, 기축건물의 에너지 사용 감축 잠재량이 상대적으로 큰 것으로 분석됨.

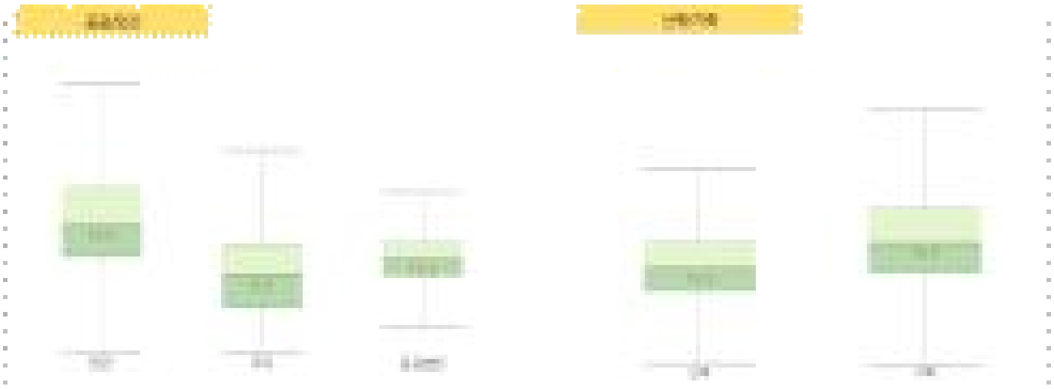


그림 3.2.9 공공/민간 및 신축/기축 EUI

– 그림 3.2.10은 준공년도별 냉·난방/기저 사용량의 EUI 분석 결과를 보여줌. 총에너지 사용량, 냉·난방/기저 사용량 ’60년대이후 ‘21년까지 상당히 큰 폭으로 감소한 것을 알 수 있었으며, 총에너지 사용량 및 냉·난방에 대한 EUI는 ’60년대 이후 급격히 감소하여, ‘80년대 이후 감소폭이 줄어들긴 하였으나 현재까지 지속적으로 감소하는 추세를 보이고 있는데, 기저사용량은 ’80년대 이후 값이 다소 증가 또는 유지되는 패턴을 보이는 것을 알 수 있음. 기저 사용량의 EUI의 감소폭이 상대적으로 작은 것으로 나타나, 기저사용량의 감축 방안 마련이 필요할 것으로 사료됨.

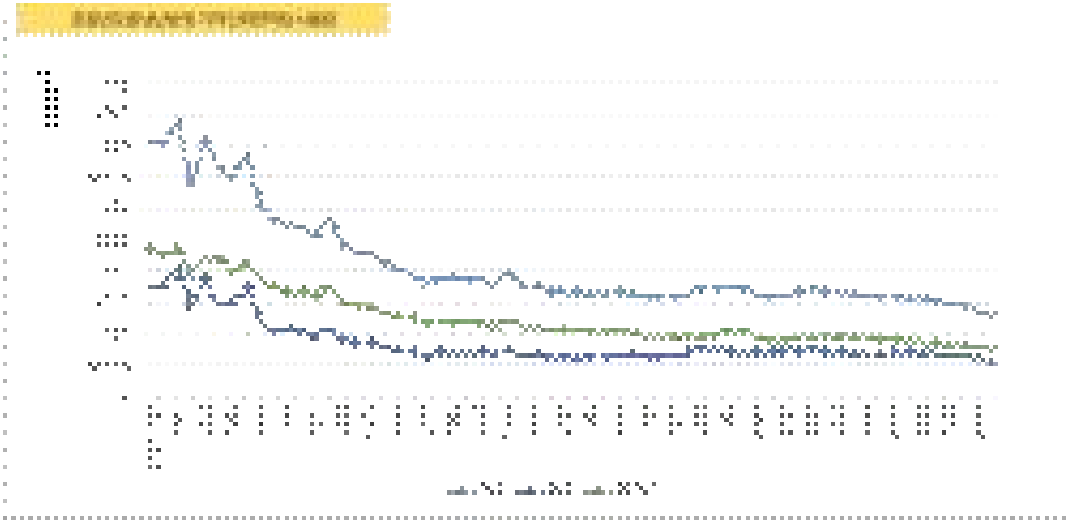


그림 3.2.10 승인년도 별 EUI 변화

제3절. 탄소중립 이행 주요 감축수단에 따른 정량적인 감축효과 시범 평가

1. 개요

○ 본 절에서는 탄소중립 이행을 위한 감축 수단에 따른 정량적인 감축 효과 평가 방법을 제안하고, 대표 사례를 선정 및 시범 평가함으로써 이에 대한 적합성을 검토함. 탄소 중립 이행 주요 감축 수단으로는 신축 건물에 시행되고 있는 제로에너지건축물 인증제도와, 기축 건물에 시행되고 있는 그린리모델링 지원 사업을 대상으로 평가를 수행함.

2. 신축 건물 제로에너지건축물 인증에 따른 감축 효과 평가 방법

2.1 제로에너지건축물

○ 국토교통부는 기존 건축물과 신축 건축물을 대상으로 온실가스 감축 추진전략('2050년 탄소중립 달성을 위한 녹색건축 활성화 방안', '21.06)을 수립하고, 탄소중립을 위한 신축 건물 제로에너지건축물의 확산에 강력한 의지를 보이고 있음. 제로에너지건축물 인증제 시행(`17), 제로에너지건축물 의무화 로드맵 발표('19) 등 적극적인 제로에너지건축물 정책을 시행한 결과, 최근 '21년 본인증이 87건으로 급격히 증가하였고, 예비 인증(1,015건)까지 고려하면 신축건물에서의 제로에너지건축물은 빠르게 확산되고 있는 추세임. 그러나 제로에너지건축물 인증 대상 건물의 사용량에 기반한 정량적 에너지 절감량 평가가 이루어지지 않고 있어, 제로에너지건축물 인증의 감축 효과 수준을 파악하기 어려운 실정임.

○ 먼저, 제로에너지건축물 인증 대상의 에너지 사용량의 비교 분석을 통해 에너지 감축 효과를 평가함으로써, 제로에너지건축물의 감축 잠재량 산정을 위한 기초 자료를 구축하고자 함.

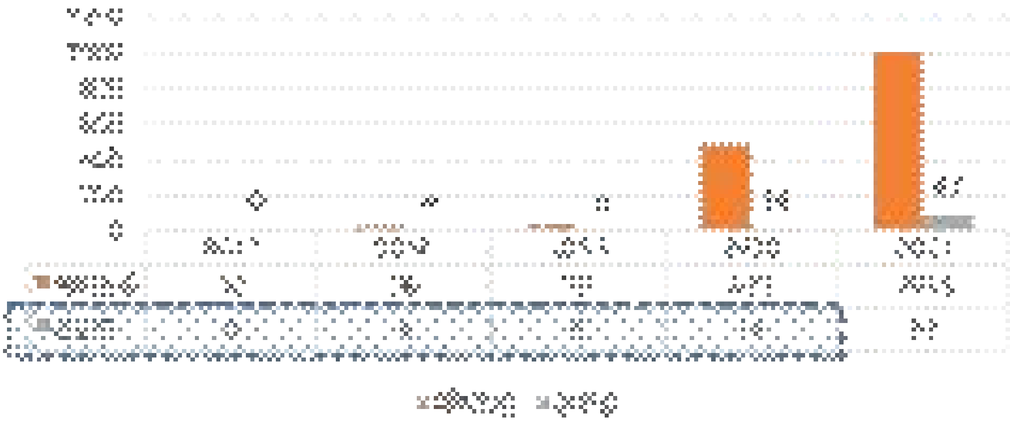


그림 3.3.1 제로에너지건축물 인증 현황

2.2 평가 프로세스

○ 에너지 사용량 데이터 셋은 제로에너지건축물인증시스템(KEA)의 인증 건물 정보와 국가건물에너지통한 DB의 건축물/에너지 정보와 주소 기반 매칭을 통해 구축함. 사례 분석 대상을 선정하여, 구축된 데이터 셋 필터링을 통해 부적합 데이터를 제거하고, 에너지 용도, 에너지사용처, 건축물 특성 등 분석에 필요한 변수를 추가하여 분석용 데이터 셋으로 업데이트 하여 활용함.

○ 분석은 3가지 측면에서 진행하여, 제로에너지건축물 인증의 에너지 절감 성능을 정량적으로 평가함.

①제로에너지건축물 인증 건물과 비인증 건물의 비교

②효율등급인증 건물

③기준년도('2018년) 등 에너지 성능 비교

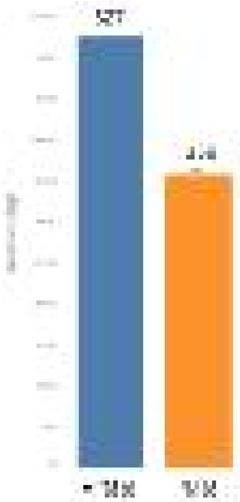
그림 3.3.2 제로에너지건축물 인증 분석 프로세스

2.3 사례 분석

○ 대상 건물 선정

– 대상 건물은 2019년에 준공, 지하 2층 지상18~36층, 총 9개동, 886세대로 구성된 공동주택(아파트)으로, 건축물에너지효율등급 ++1등급/ ZEB인증등급 ZEB5를 획득한 건물임. 에너지 사용량 데이터 셋 구축 시 12개월 중 월별 전기사용량이 0 이하인 기간을 포함하는 건물은 비정상적인 세대 (527세대)로 간주하여 분석에서 제외(필터링)하고, 정상 세대로 분류된 359세대를 대상으로 에너지 사용량에 대한 감축 효과를 평가함.

표 3.3.1 제로에너지건축물 인증 분석 대상 건물 개요

용도	건축 개요	그린리모델링	사례수
공동주택 (아파트)	•준공연도 2019년 •규모: 지하2층, 지상18~36층 •세대수: 886세대(9개동)	•건축물에너지효율등급: 1++등급 •ZEB 인증등급 : ZEB5	
대상건물 사진			
			

○ 비인증 건물 및 효율등급인증 건물 대비 에너지사용량 절감 효과

– 본 연구에서 구축된 에너지 데이터셋을 기반으로 '21년 에너지 사용량 분석 결과, 비인증 건물의 단위면적당 연간 총에너지 사용량은 164.2kWh/m2, 효율등급인증 건물은 142.7kWh/m2, 제로에너지건축물인증(ZEB5) 건물은 130.1kWh/m2을 소비하는 것으로 분석됨. 즉, 비인증 건물의 총에너지 사용량을 기준으로 절감률(%)을 보면, 효율등급인증 건물은 약 13.1%, 제로에너지건축물인

증(ZEB5) 건물은 약 20%이상의 에너지를 적게 사용하는 것으로 나타남. 또한 용도별 상세 분석 결과, 냉·난방 에너지 사용량은 비인증 건물 106.3kWh/m2, 효율등급인증 건물 90.4kWh/m2, 제로에너지건축물인증(ZEB5) 건물 85.9kWh/m2로, 비인증 건물의 기저 사용량 대비 각각 14.9%, 19.2%의 절감율을 보임. 기저사용량은 비인증 건물 53.9kWh/m2, 효율등급인증 건물 51.7kWh/m2, 제로에너지건축물인증(ZEB5) 건물 46.5kWh/m2로, 비인증 건물의 기저 사용량 대비 각각 4%, 13.8%가 절감되는 것으로 분석됨. 제로에너지건축물이 효율등급인증을 받은 건물보다 총에너지사용량 기준으로 약 7%이상 에너지 절감 효과가 있는 것으로 나타났는데, 이는 제로에너지건축물 인증대상 건물이 효율등급 1++ 이상인 건물이기 때문인 것으로 파악되나, 에너지 자립률 20%이상, BEMS 또는 원격검침전자식 계량기 설치 등 제로에너지건축물인증에 적용되는 추가적인 에너지 절감 기술의 영향에 대한 부분도 추가적으로 필요할 것으로 판단됨.

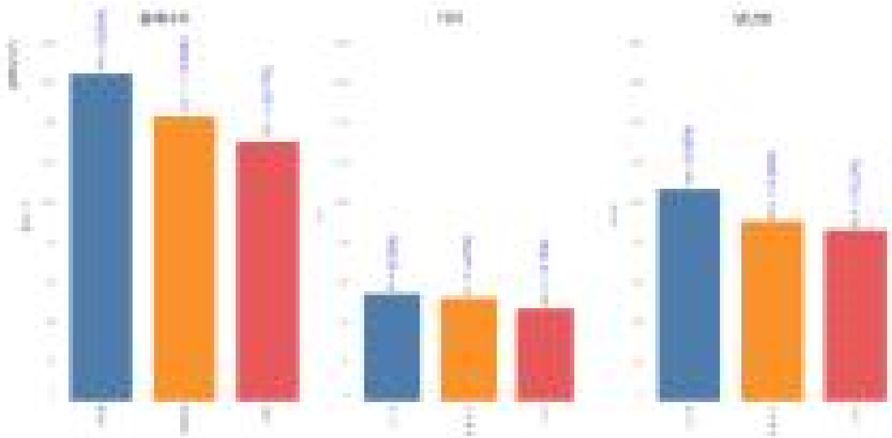


그림 3.3.3 제로에너지건축물인증/효율등급인증/비인증 건물의 에너지 사용량

○ 기준년도 대비 에너지 사용량 절감 효과

- 기준년도('18년) 대비 신축건물의 단위면적당 에너지 사용량을 분석한 결과, 제로에너지건축물 인증 건물의 총에너지 사용량은 130.1Wh/m2로 기준년도 180.5Wh/m2 대비 27.9%의 에너지가 절감되는 것으로 나타남. 또한 기저에너지 사용량은 465Wh/m2로, 기준년도 53.4Wh/m2 대비 12.9%의 절감률을 보였으

며, 냉·난방 사용량은 85.9Wh/m2로 기준년도 127.1Wh/m2 대비 32.4%의 절감률을 나타내는 것으로 분석됨. 즉, 제로에너지건축물 인증의 효과는 기저사용량의 절감보다는, 냉난방 에너지 절감에 효과가 큰 것으로 판단됨.

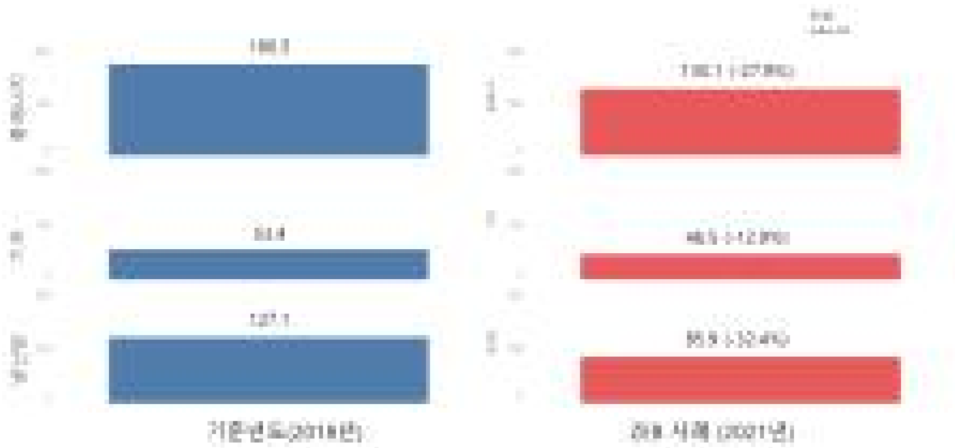


그림 3.3.4 기준년도 대비 에너지 사용량

○ 기준년도 대비 에너지 사용량 절감 효과 발생 비율

- 비인증 건물, 효율등급인증 건물(1++), 제로에너지건축물 인증 건물 등 3개 그룹의 단위면적당 총에너지사용량의 구성비율(%)에 대한 히스토그림 분석을 통해, 에너지사용량 절감효과 발생 비율을 분석함. 기준년도('18년)의 평균 단위면적당 총에너지 사용량(108.5kWh/m2)을 기준으로 사용량이 많은 그룹과 적은 그룹으로 분류, 각각의 비율을 도출함. 특히, 효율등급인증 건물 전체가 아닌 1++ 등급 대상만 선정하여, 제로에너지건축물인증에 적용되는 추가적인 에너지 절감 기술의 효과에 대하여 평가함.
- 그림 3.3.4에서와 같이, 기준년도('18년)의 평균 단위면적당 총에너지 사용량을 기준으로 했을 때, 비인증 건물은 59.1%, 효율등급(1++)인증 건물은 70.8%, 제로에너지건축물인증 건물은 83.8%가 에너지를 적게 사용하는 것으로 분석됨. 즉, 효율등급 1++ 이면서, 에너지 자립률 20%이상 또는 BEMS설치 등의 추가적인 절약 기술들이 적용된 제로에너지건축물 인증 건물이 약 13%정도 에너지 추가적인 에너지 절감 효과가 있는 것으로 분석됨. 이러한 결과는 에너지 자립률 20% 이상을 만족하기 위하여 설치된 신재생에너지의 적용의 효과라고 사료되나,

BEMS 등의 중복 효과에 대한 상세한 분석이 추가적으로 수행되어야 할 것으로 사료됨.

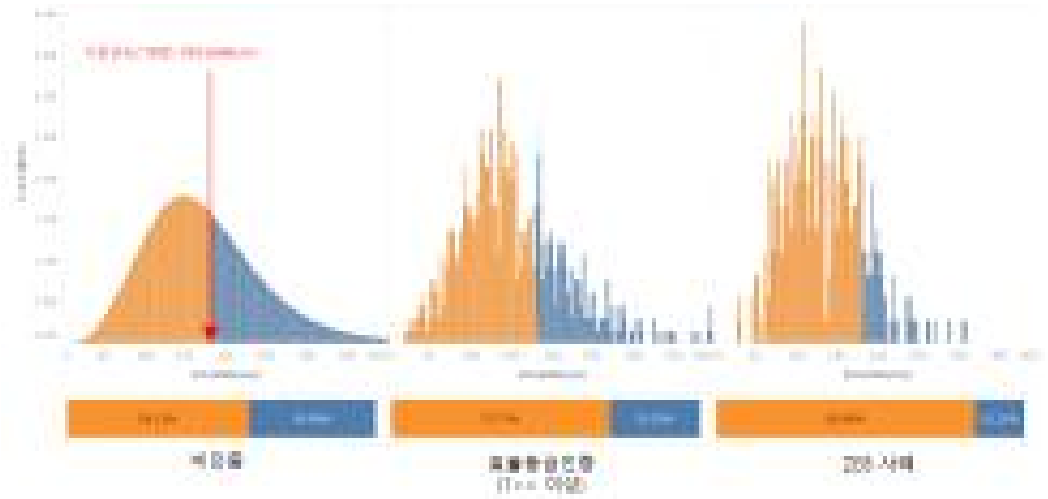


그림 3.3.5 기준년도 대비 에너지 저감효과 발생 비율

○ 시사점

– 신축건물의 제로에너지건축물 인증의 에너지 사용량 감축 효과 분석 결과, 비인증 건물, 효율등급인증 건물 대비 상당한 에너지 절감 효과가 있는 것으로 나타남. 특히, 효율등급 1++ 건물과 제로에너지건축물 인증의 절감효과 발생 비율이 13% 이상 차이가 발생하여 실제로 제로에너지건축물에 추가로 요구되는 절감 기술들이 에너지 감축에 효과가 있을 것으로 사료됨. 다만, 각각의 개별 기술에 대한 에너지 절감 효과 및 중복 효과에 대한 평가가 수반되어야 할 것으로 생각됨.

3. 기축 건물 그린리모델링 사업에 따른 감축 효과 평가 방법

3.1 그린리모델링

○ 기존 건축물 중 에너지 성능 저하가 우려되는 건령 10년 이상 된 노후건축물은 전체 건물의 약 83%(30년 이상 40%)를 차지하고 있음. 때문에 NDC와 탄소중립 시나리오에서 기존 노후 건축물의 에너지효율을 향상시키는 그린리모델링을 건물 부문 주요 온실가스 감축수단 중 하나로 제시하고 있으며, 관련 그린리모델링 지원 사업도 활발하게 진행중임.

○ 그러나 현재, 이에 대한 정량적인 감축 효과 검증을 위한 평가 방법에 대한 정의는 아직 마련되지 않고 있어 이에 대한 방법론 적인 검토가 필요한 실정임. 따라서 본 절에서는 그린리모델링 대상 사업의 에너지 사용량을 기반으로 정량적 에너지 절감량을 도출 할 수 있는 M&V 방법론을 제시하고, 대표 사례를 선정하여 시범 평가를 수행함.

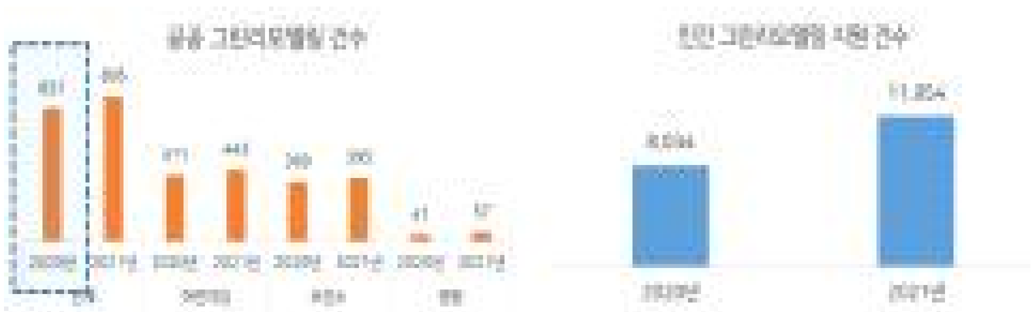


그림 3.3.6 그린리모델링 지원 사업 시행 현황

3.2 평가 프로세스

○ 에너지 사용량 데이터 셋은 그린리모델링 사업 대상 정보(국토안전관리원)와 국가건물에너지통한 DB의 건축물/에너지 정보와 주소 기반 매칭을 통해 구축함. 구축된 데이터는 분석을 위한 포맷으로 전처리(Pre-processing) 과정을 통해 분석용 데이터 셋으로 업데이트 했으며, 에너지 사용량 데이터의 전처리 방법은, 데이터 변환, 일자 보정, 에너지 사용량 추출 등 3단계로 수행됨.

○ 우선, 에너지 사용량 데이터 셋의 검침일 데이터 포맷은 '일반'으로, 일자 보정을 위해 '날짜' 포맷으로 변환 후, 에너지 사용 검침 월 기준으로 사용일을 계산하였으며, 시작일/월, 종료일/월을 사용일로 계산하여 해당 월의 사용량을 분리 추출하음. 분

리된 월별 사용량을 에너지 원별 계량기 별로 합산하여 에너지원별 월 사용량을 도출 (에너지원별/계량기별 합산 시 가로등 용도는 제외)하고, 최종적으로 성능분석에 적합한 대표 사례를 선정하여 M&V 성능 분석을 수행함.

그림 3.3.7 그린리모델링 대상 분석 프로세스

3.3 M&V (Measurement and Verification) 방법

○ 측정 및 검증(Measurement & Verification: M&V, 이하 M&V)은 측정값을 기반으로 에너지 관리 프로그램에 의하여 개별 시설 내에서 얻어지는 에너지 절감량을 신뢰할 수 있게 결정하는 과정(IPMVP* Core Concepts 2014, EVO)으로 정의할 수 있음. 에너지 절감 프로젝트의 실행 전·후 측정된 에너지 소비량을 비교하여 절감량을 산출하는 방법으로, 정량화된 에너지 절감량에 대한 정보를 프로젝트 사업 참가자들에 제공할 수 있어 국외에서는 에너지 효율성 프로젝트, 에너지 성과계약(EPC), 에너지효율성 규제 프로그램, 소유주 내부회계 검증 등에 활발히 적용되고 있는 방법임. 국내에서도 공급자에너지효율향상의무화제도 (EERS: Energy Efficiency Resource Standard)의 평가 방법(에너지효율투자 성과 측정검증 가이드라인 4.0[2]))으로 활용되는 등 국·내외에서 에너지 절감량 프로젝트의 성과 검증 방법으로 적용되고 있음.

2) 에너지효율투자 성과 측정검증 가이드라인 4.0 - 한국에너지공단 http://www.kemco.or.kr

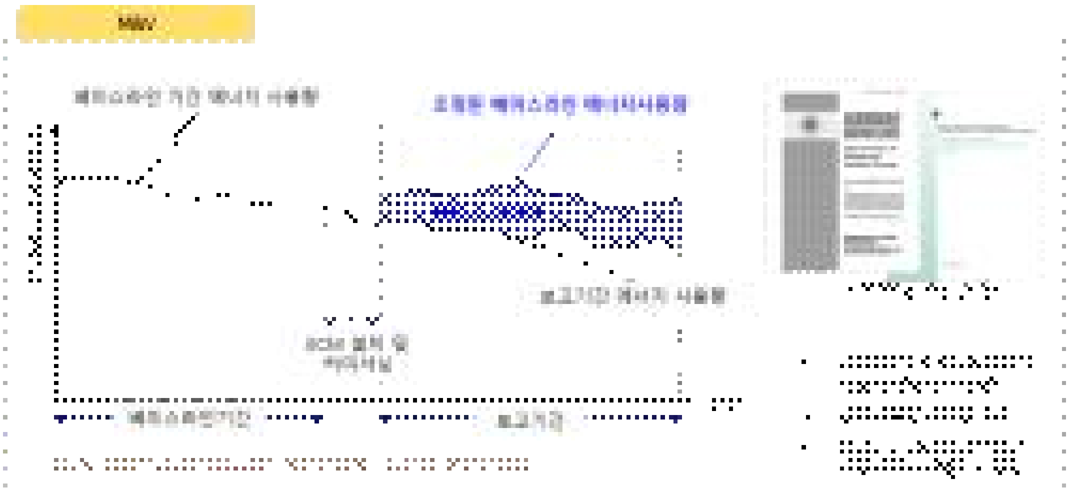


그림 3.3.8 M&V 에너지 절감량 개요

○ 에너지 절감량은 조정(Adjustment)된 베이스라인 에너지사용량에서 에너지 절약 기술 도입 후 실제 에너지사용량을 비교하여 결정되는데, 이때 조정된 베이스라인 에너지사용량이란 에너지 절약 기술이 도입되기 이전의 에너지 사용 패턴을 기준으로 절약기술이 적용되지 않았다면 발생할 에너지사용량을 추정한 값을 의미함. 조정은 일상적 조정과 비일상적 조정으로 구분되는데, 일상적 조정은 규칙적인 변경이 예상되는 요인들(ex. 날씨, 생산량)에 의한 변경을 의미하며 비일상적 조정은 변경이 예상되지 않는 요인들(ex. 시설, 규모, 운영, 재실자 수)을 의미함. 즉, M&V는 이러한 조정을 통해 베이스라인 구축 시 사업 전·후의 에너지 영향 요인에 대한 정규화(Normalization)가 가능하여 절감량에 대한 신뢰성을 향상시킬 수 있음.

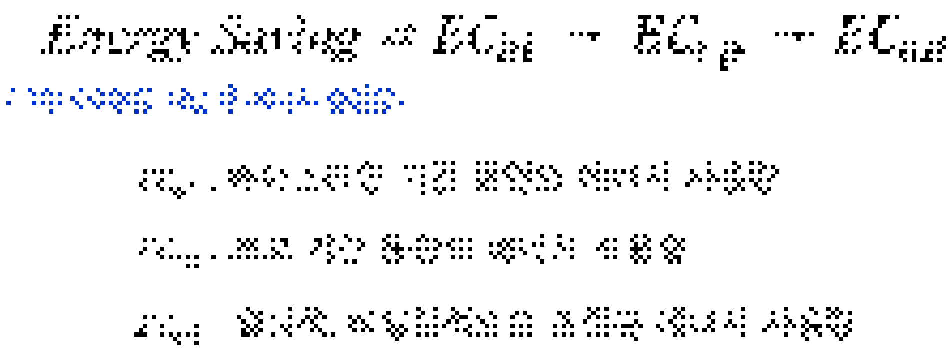


그림 3.3.9 에너지 절감량 산출

○ M&V 방법으로는 데이터의 측정 방법 및 기간에 따라서 Option A, Option B, Option C, Option D 4가지 방법으로 구분할 수 있는데, 대상 프로젝트의 기본적인 특성 및 Option 선택 절차에 따라 단계별 상황을 고려하여 적합한 Option을 선정하여 평가를 수행하게 됨.

표 3.3.2 M&V Option (IPMVP)

구분	계측 및 확인	절감량 계산
Option A (개체 분리: 중요 파라미터 측정)	• 현장 측정값 및 추정값의사용 • 측정값: 주요 변수의 단기 또는 연속 측정 • 추정값: 기존데이터, 제조업체 사용 또는 공학적 판단	• 현장 측정 또는 추정값 기반의 공학적 계산
Option B (개체 분리 : 모든 파라미터 측정)	• 현장 측정값의 사용 • 측정값 : 모든 변수의 단기 또는 연속 측정(성과 및 운전요소 모두 모니터링)	• 측정값을 이용한 엔지니어링 계산
Option C (전체 시설 : 청구서 자료 분석)	• 전체시설에 대한 종합적 측정 • 전체 시설의 유틸리티 미터기에서 에너지 소비량과 수요 측정 및 절감량결정	• 단순 요금청구서 비교 및 다변수 회귀분석 기법을 이용한 유틸리티 자료 분석
Option D (교정 시뮬레이션)	• 시설요소 및 전체시설에 대한 시뮬레이션으로 결정(신축 시설, 에너지 계측이 어려운 시설)	• 보정된 에너지 시뮬레이션·모델링 : 유틸리티 요금청구서 자료 및 End-Use 계측

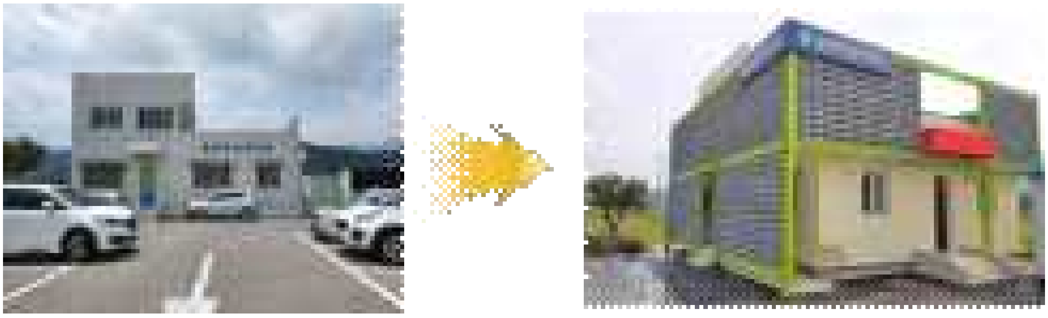
3.4 사례 분석

○ 대상 건물 선정

－M&V 평가를 위한 건물은 ‘20년 공공 그린리모델링 사업 건물 중 단독 건물이며, 단열보강, 이중창호, 폐열회수형 환기 장치 등 다양한 그린리모델링 기술이 적용된 건물을 우선 선정 함. 또한, 그린리모델링 사업의 연간 에너지 절감량 산출을 위해, 그린리모델링 시공 완료 후 1년의 에너지 사용량 데이터가 수집 된 건물을 대상으로 하여, 최종적으로 봉현면보건지소 건물을 선정하여 분석을 진행함.

표 3.3.3 그린리모델링 분석 대상 건물 개요

건물명	건축 개요	그린리모델링 적용 기술
봉현면보건지소	•준공연도 1993년) •사업비4억 8천만원 •연면적 187.15m²	•단열보강, 이중창호, 콘덴싱보일러, 폐열회수형환기장치, 조명 교체 , 태양광 설비 등
그린리모델링 사업 전·후		



○ M&V 방법 : Option C

- 그린리모델링 적용 기술별 평가를 위해서는 기술별 영향 인자 및 에너지 사용량에 대한 별도 계측 데이터가 필요함. 그러나 대상 건물은 별도 계측이 되지 않고, 계량기 기반 고지서(Utility bills) 상의 사용량 데이터가 존재하기 때문에, 건물 전체의 에너지 사용량 기반의 평가 방법인 Option C로 절감량을 평가함.

○ 베이스라인 모델

- 본 건물은 전기만 사용하는 건물이기 때문에, 전기에너지를 대상으로 에너지 절감량을 분석함. 베이스라인을 위한 데이터는 24개월(2019.01~2020.12) 데이터를 활용하였고, 성능 평가 기간은 2021년 12개월(01~12월) 즉, '21년 연간 에너지 절감량을 산출함. 베이스라인 모델 개발을 위해서는 조정을 위한 영향 인자 규명이 우선되어야 하는데, 외기온도(기상청 데이터)와 전기 에너지 사용량과의 Load profiling 분석을 수행한 결과, 전기에너지가 외기온도와 상관관계가 있음을 확인할 수 있었음. 때문에 조정 인자로 HDD/CDD를 선정하여 베이스라인 통계 모델을 구축함.

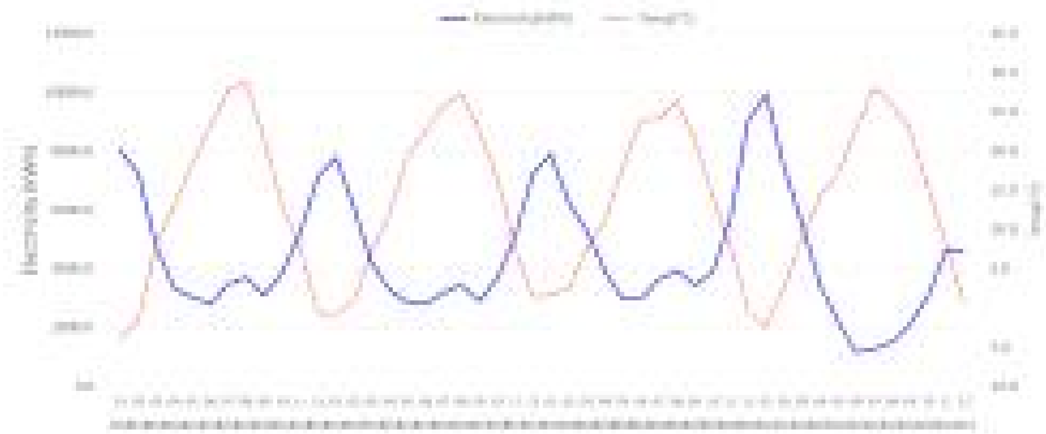


그림 3.3.10 전기에너지 사용량과 외기온도와의 Load profiling 분석 결과

− HDD/CDD를 독립변수, 전기에너지 사용량을 종속변수로 규정하여 다중 회귀 분석을 수행하였고, 결정계수(R^2) 0.95 이상으로 모델의 적합도도 만족(IPMP 0.75이상 권고)하는 것으로 나타남. 실제로 베이스라인 모델의 에너지 사용량과 실제 에너지 사용량을 비교해 본 결과 거의 유사한 패턴을 보였음.

그림 3.3.11 베이스라인 모델 분석 결과

그림 3.3.12 베이스라인 모델의 예측 사용량과 실제 사용량 비교

○ 에너지 절감량

- 그린리모델링 사업 후 성능 검증 기간 2021년의 HDD/CDD를 베이스라인 모델에 적용하여, 예측 사용량과 2021년의 실제 건물에서 사용된 에너지 사용량을 비교하여 절감량을 산출함. 그 결과 베이스라인에 기반한 예상 사용량은 44,752kWh/year, 실제 건물에서 사용한 전기에너지 사용량은 36,864kWh/year로 약 7,888kWh/year의 에너지가 절감된 것으로 분석 됨. 이는 약 17.6%의 절감률을 나타내며, 신뢰구간 90%에서 ±8.5%의 오차율을 보이는 결과임을 확인할 수 있었음.

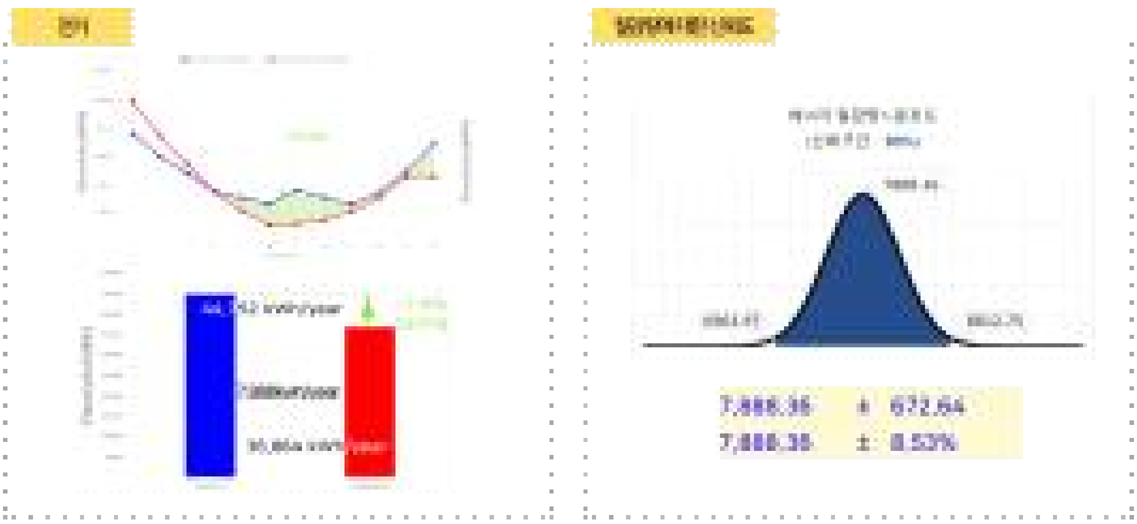


그림 3.3.13 연도별 건물 연면적, 냉난방도일 및 온실가스 배출량

○ 시사점

- M&V 방법론은 국·내외에서 에너지 절감 사업의 성능 평가에 통용되는 방법으로, 그린리모델링 사업의 효과 검증 방법으로의 활용이 가능할 것으로 판단됨. 특히, 국가 건물에너지통합 DB의 건물에너지 사용량 데이터(측정값)가 존재하기 때문에, 사용량 기반의 절감 성능 평가 방법으로 활용이 가능함. 단, 절감량에 대한 객관성 확보를 위해서는 측정값에 대한 신뢰성이 수반되어야하기 때문에, 그린리모델링 대상 범위의 한정 및 에너지 사용량 별도 계측 등 M&V 프로세스에 준하는 에너지 사용량 데이터의 확보가 우선되어야 하며, 에너지 사용에 영향을 미치는 추가 정보가 수집되어야 객관성 있는 베이스라인 구축 및 조정이 가능할 것으로 판단됨.

제4장

감축수단에 따른 감축잠재량 산정

제1절 감축 수단별 감축 잠재량 산정

1. 정부의 감축 수단

1.1 2030 국가온실가스 감축목표(NDC) 상향안

○ 에너지효율 향상

  - 제로에너지 건축 민간 활성화 적극 유도 및 그린리모델링 사업 확대
  - 감축 목표량 2.7 백만톤

○ 고효율기기 보급

  - 에너지소비효율 강화 및 조명·가전 등 에너지 사용 원단위 개선
  - 감축 목표량 2.1 백만톤

○ 스마트에너지 관리

  - 기술혁신(IoT 등)에 의한 BEMS, HEMS 보급 확대 등 에너지 이용 최적제어 통합 관리시스템 도입
  - 감축 목표량 0.2 백만톤

○ 행태개선 강화

  - 기후환경비용 반영, 국민의 자발적 동참 등을 통한 에너지수요 추가 절감
  - 감축 목표량 0.9 백만톤

○ 청정에너지 보급확대 등

  - 신재생에너지(태양열, 지열, 수열) 보급 확대, 지역난방 열공급 효율향상, 화석연료(연탄, 경유·등유 등) 사용기기의 전력화
  - 감축 목표량 4.6 백만톤

1.2 2050 탄소중립 시나리오

○ 에너지효율 향상

  - 신축건축물의 제로에너지건축물 1등급 100% 및 그린리모델링 에너지 효율등급 가정1++, 상업 1+ 100% 달성으로 2018년 대비 냉·난방 에너지 사용 원단위 30% 이상 개선

○ 고효율기기 보급

  - 에너지소뷰효율 강화 및 표시제도 확대 등 에너지 설비 및 기기 에너지 사용 원

단위 개선을 통해, 약 30% 에너지 절감

○ 스마트에너지 관리

- 에너지 이용 최적제어 통합 관리시스템 보급 확대로 에너지 2~5% 절감
- HEMS(주거), BEMS(비주거)보급률 100%, 에너지 절감률 주거 2%, 비주거 5% 적용

○ 행태개선 강화

- 기후환경비용 반영, 국민의 자발적 동참 등을 통한 에너지수요 추가 감축

○ 청정에너지 보급확대 등

- 신재생에너지(태양열, 지열, 수열) 보급 확대, 지역난방 열공급 효율향상, 화석연료(연탄, 경유·등유 등) 사용기기의 전력화

1.3 국토교통 탄소중립 로드맵(2021.12.)

○ 건물 데이터기반 구축

- 건물성능정보 통합 : 신·개축 건물의 성능을 측정·기록하여 생애주기별 관리를 지원하는 시스템 구축
  - · 여러 시스템에 파편화된 건물의 기본정보, 에너지 성능, 에너지사용량 등 각종 정보를 통합·연계
- 건물성능 공개 : 그린투게더를 통해 건물 에너지성능이 공개되고 잇는 대상건물을 단계적으로 확대

○ 신축건물 제로에너지화

- 의무화 확대적용 : 제로에너지건축 의무화 대상확대와 인증등급 상향을 가속화, 공공 신축건물부터 우선 추진
  - · 공공건물은 녹색건축 활성화 방안(`21.6)에 따라, 민간건물에 앞서 제로에너지건축 의무화 대상확대, 등급사향 추진
  - · 민간건물은 제로에너지건축 확산 가속화를 위하여, 공동주택은 제로에너지건축 의무화 조기적용
- 기존인센티브 확대 : 제로에너지건축 확산을 위한 규제 완화, 경제적 인센티브 등을 "녹색건축 활성화 방안"에 따라 지속 추진, 확대 검토
  - · 건물에너지효율등급 인증제와 제로에너지건축 인증제로 분리된 현 건물에너지 인증제도를 통합·간소화 검토 및 추진
  - · 건물부문 탄소배출량 감축활동에 주택도시기금을 활용한 금융지원 추진
  - · 제로에너지건축 활성화 상황 등을 보아가며 인증건물 세제 간면의 지속방안 등

을 검토

· 건설사 참여 유도를 위해 ZEB 인증 실적을 공공건축사업 PQ 심사, 공동주택용지 청약 등에서 가점적용 추진

○ 기축건물 그린리모델링

– 공공건물 지원 및 의무화 등 : 민간건물 확산에 마중물 역할을 위한 공공건물 지원·의무화, 체감도·인지도 제고

· 공공건물에 대한 그린리모델링 지원을 지속 추진

· 공공부터 그린리모델링 확산을 위해 노후 공공건물부터 그린리모델링 의무화 단계적 적용 검토

– 민간확산 지원강화 : 민간건물의 그린리모델링 공사비 대출에 대한 지원을 지속 확대하고, 타 정책과 연계를 통한 확산 지원

· 지원기준 개선, 지원규정 상향 등을 통한 현 이자지원 사업의 지속 추진

· 현 이자지원 사업과 별도로 민간확산을 위한 새로운 인센티브 모델을 검토·추진

2. 감축수단 검토 및 감축 잠재량 산정

○ 정부의 2030년 및 2050년 목표 달성을 위해 제시한 감축수단별 상세 수단을 제시

표 4.1.1 감축수단별 상세 수단

감축 수단	상세 수단
에너지효율향상	신축 건축물의 제로에너지 건물화
	기축 건물의 그린리모델링 활성화
	냉·난방기기의 고효율 기기 전환 촉진
고효율기기보급	취사기기의 효율 개선
	급탕기기 효율화
	LED 기기 보급 등 조명기기 효율화
스마트에너지관리	주거용 건물의 HEMS 적용
	비주거용 건물의 BEMS 적용
	에너지 모니터링 확대
행태개선	에너지 요금 체계 개선
	실내 냉·난방 온도 적정화
	가전 및 사무기기 활용 패턴 개선
청정에너지보급확대	태양광, 태양열 지열 에너지 등 신재생 에너지 보급 확대
	수열, 폐열 등 미활용 에너지 활용 확대
	냉·난방 및 급탕기기의 전력화
	취사기기 전력화
	차세대 지역난방 확대

○ 에너지효율 향상

－기축건축물의 그린리모델링

· 주거부문 기축건물의 30%를 대상으로 난방/냉방/급탕 에너지의 40% 효율화

· 비주거부문 기축건물의 30%를 대상으로 난방/냉방/급탕 에너지의 30% 효율화

항목		공공 공동주택	민간 공동주택	공공 단독주택	민간 단독주택	공공 비주거	민간 비주거	합계
에너지 [천 TOE]	직접	256.2	507.4	4.4	510.8	59.0	222.3	1,560.1
	간접	115.5	122.2	11.3	11.3	132.7	526.8	919.7
	합계	371.7	629.6	15.7	522.1	191.7	749.1	2,479.8
온실가스 [천 톤]	직접	548.0	1,083.7	10.8	1,243.6	114.0	427.8	3,427.9
	간접	850.7	889.6	58.3	58.3	690.7	2,736.9	5,284.7
	합계	1,398.7	1,973.3	69.2	1,302.0	804.7	3,164.7	8,712.6

－신축건축물의 제로에너지화

· 국토부 탄소중립 로드맵의 성능 기준 적용

항목		공공 공동주택	민간 공동주택	공공 단독주택	민간 단독주택	공공 비주거	민간 비주거	합계
에너지 [천 TOE]	직접	68.7	74.1	0.1	0.8	17.0	31.9	192.6
	간접	36.7	23.0	0.1	0.1	51.8	103.0	214.6
	합계	105.3	97.1	0.2	0.9	68.8	134.9	407.2
온실가스 [천 톤]	직접	146.8	158.3	0.2	1.9	31.4	58.3	397.0
	간접	256.9	156.0	0.3	0.3	267.4	530.8	1,211.8
	합계	403.8	314.3	0.6	2.3	298.8	589.0	1,608.8

○ 고효율기기 보급

－취사에너지 5% 효율향상

항목		공공 공동주택	민간 공동주택	공공 단독주택	민간 단독주택	공공 비주거	민간 비주거	합계
에너지 [천 TOE]	직접	1.1	2.2	0.0	2.2	1.8	6.8	14.2
	간접	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
	합계	1.6	2.7	0.0	2.2	1.8	6.8	15.2
온실가스 [천 톤]	직접	2.4	4.8	0.0	5.5	4.2	16.3	33.2
	간접	3.6	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3
	합계	6.0	8.5	0.1	5.5	4.2	16.3	40.5

○ 스마트에너지 관리

- BEMS 및 HEMS 도입을 통한 난방/냉방/급탕/조명/환기 에너지 5% 효율향상

항목		공공 공동주택	민간 공동주택	공공 단독주택	민간 단독주택	공공 비주거	민간 비주거	합계
에너지 [천 TOE]	직접	16.0	31.7	0.3	32.5	5.2	19.7	105.4
	간접	8.7	10.2	2.9	2.9	14.7	59.3	98.7
	합계	24.8	41.9	3.2	35.4	19.9	79.0	204.1
온실가스 [천 톤]	직접	34.3	67.7	0.7	77.7	9.5	35.6	225.5
	간접	60.9	68.4	14.8	14.8	76.0	306.1	540.9
	합계	95.2	136.1	15.4	92.5	85.5	341.7	766.4

○ 행태개선 강화

- 재실자 행태 개선을 통한 난방/냉방/급탕/조명/환기 에너지 5% 효율향상

항목		공공 공동주택	민간 공동주택	공공 단독주택	민간 단독주택	공공 비주거	민간 비주거	합계
에너지 [천 TOE]	직접	73.6	147.2	1.4	166.2	41.5	161.6	591.5
	간접	76.1	106.8	66.1	66.1	73.9	304.6	693.6
	합계	149.8	253.9	67.5	232.3	115.4	466.2	1,285.2
온실가스 [천 톤]	직접	153.9	308.2	3.1	359.1	77.5	297.9	1,199.7
	간접	460.6	618.4	335.7	335.7	380.7	1,566.9	3,697.9
	합계	614.4	926.7	338.8	694.7	458.2	1,864.8	4,897.6

○ 청정에너지 보급확대 등

- 신재생에너지 보급 확대

항목		공공 공동주택	민간 공동주택	공공 단독주택	민간 단독주택	공공 비주거	민간 비주거	합계
에너지 [천 TOE]	직접	−25.6	−36.0	−0.2	−22.3	−24.9	−102.6	−211.5
	간접	25.6	36.0	0.2	22.3	24.9	102.6	−211.5
	합계	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
온실가스 [천 톤]	직접	51.8	103.8	1.0	120.9	26.1	100.3	403.9
	간접	155.1	208.2	113.0	113.0	128.2	527.6	1,245.1
	합계	206.9	312.0	114.1	233.9	154.3	627.9	1,649.0

– 전력화

항목		공공 공동주택	민간 공동주택	공공 단독주택	민간 단독주택	공공 비주거	민간 비주거	합계
에너지 [천 TOE]	직접	450.0	300.0	18.5	657.4	21.8	81.1	1,528.8
	간접	−450.0	−300.0	−657.4	−657.4	−21.8	−81.1	−2,167.7
	합계	0.0	0.0	−638.9	0.0	0.0	0.0	−638.9
온실가스 [천 톤]	직접	952.7	635.1	54.2	1,678.0	98.7	368.0	3,786.7
	간접	−2,282.7	−1,521.8	−93.8	−3,334.7	−110.3	−411.6	−7,754.9
	합계	−1,330.0	−886.7	−39.6	−1,656.7	−11.7	−43.5	−3,968.2

제2절 감축 시나리오 구축

1. 에너지 시나리오

○ 앞절의 감축량을 기준으로 건물 용도별 직/간접 에너지 시나리오 구축

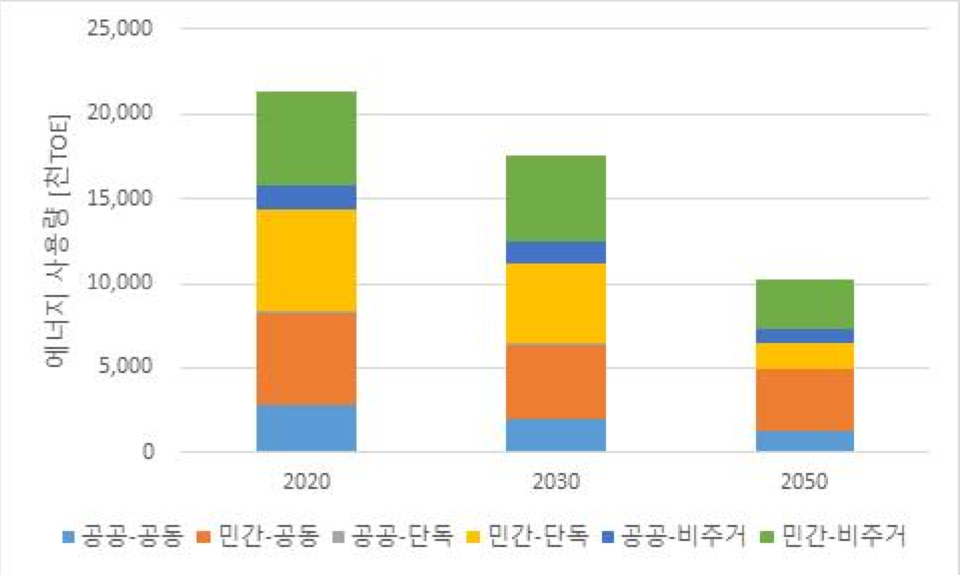


그림 4.2.1 건물 용도별 직접 에너지 시나리오

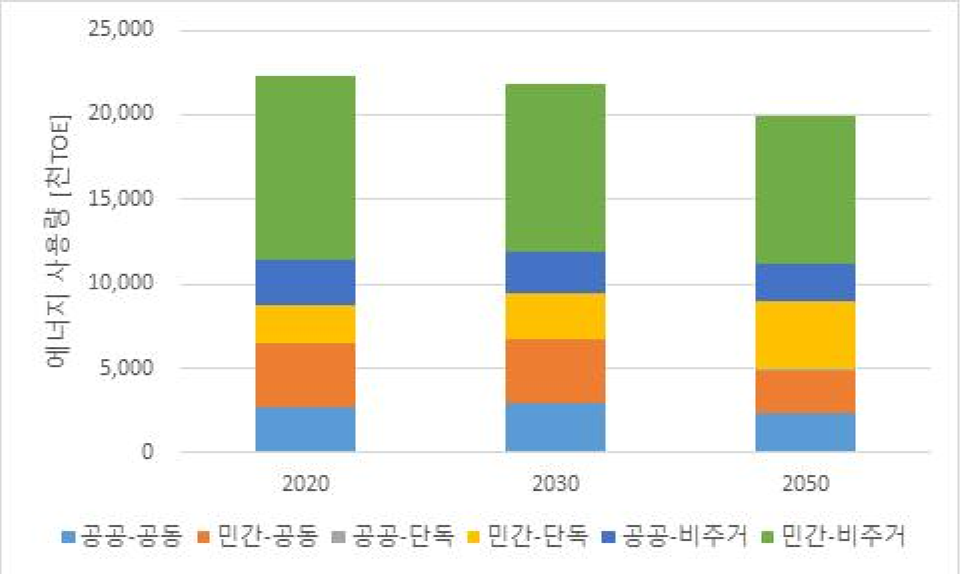


그림 4.2.2 건물 용도별 간접 에너지 시나리오

그림 4.2.1 건물 용도별 에너지 시나리오

단위 : 천TOE

건물 용도	직접부문			간접부문		
	2020	2030	2050	2020	2030	2050
공공-공동	2,768	1,931	1,298	2,721	2,911	2,353
민간-공동	5,478	4,458	3,611	3,747	3,753	2,508
공공-단독	52	28	13	17	35	34
민간-단독	6,057	4,717	1,559	2,237	2,795	4,114
공공-비주거	1,440	1,320	750	2,685	2,412	2,170
민간-비주거	5,557	5,143	3,023	10,932	9,930	8,711

2. 온실가스 시나리오

○ 건물 용도별 직/간접 온실가스 시나리오 구축

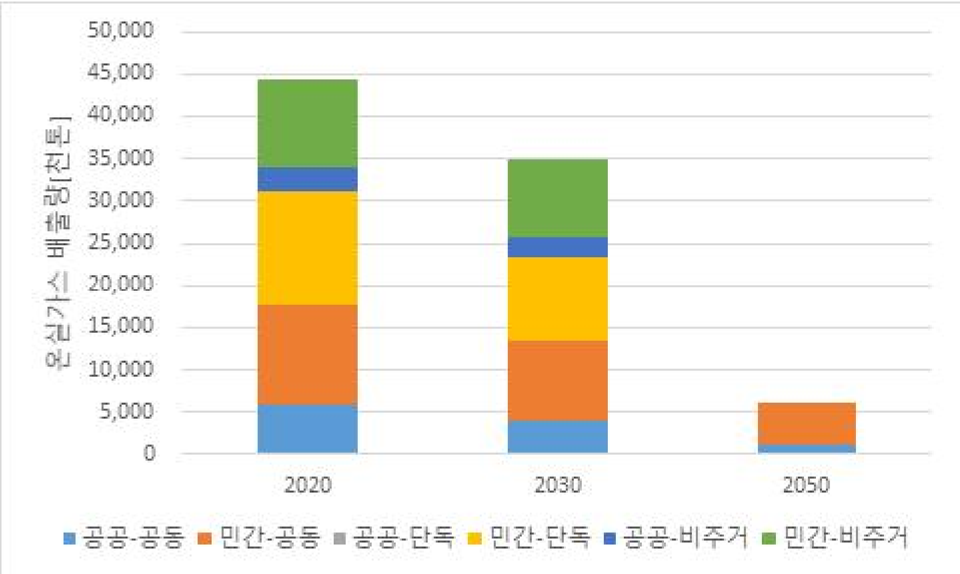


그림 4.2.3 건물 용도별 직접부문 온실가스 시나리오

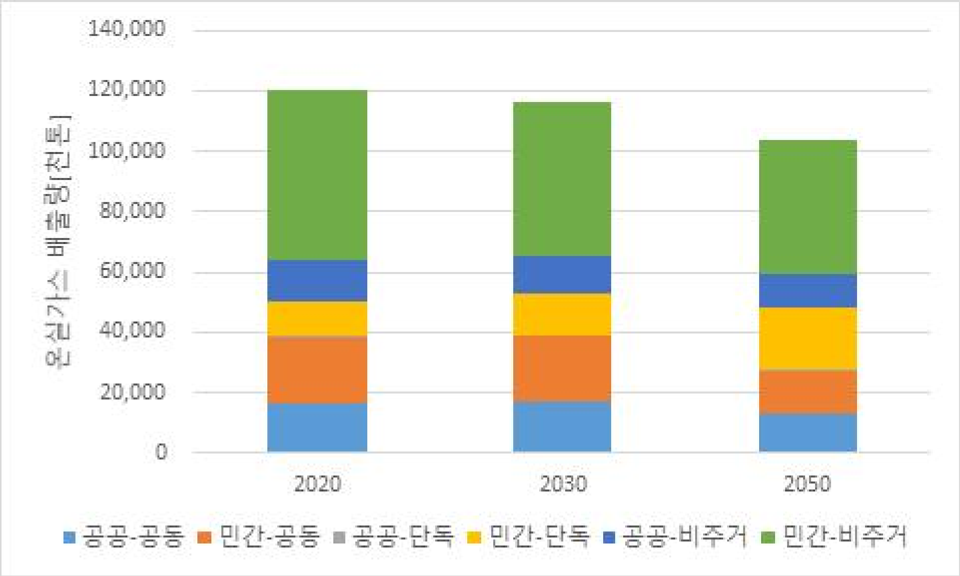


그림 4.2.4 건물 용도별 간접부문 온실가스 시나리오

그림 4.2.1 건물 용도별 온실가스 시나리오

단위 : 천톤

건물 용도	직접부문			간접부문		
	2020	2030	2050	2020	2030	2050
공공-공동	5906	4023	1192	16658	17174	13233
민간-공동	11678	9331	5036	21912	21517	14041
공공-단독	117	47	0	87	177	173
민간-단독	13402	9932	0	11361	14188	20874
공공-비주거	2765	2407	0	13836	12421	11107
민간-비주거	10555	9264	0	56260	51074	44556

제5장

결　론

건물부문의 2050년 목표달성을 위해서는 장기 건물 냉·난방 에너지 시나리오 도출이 필요하며, 이를 위해서 본 연구에서는 국내외 건물 및 에너지 자료 및 해외 사례를 분석하고 통계를 분석을 실시 하였음. 또한 감축 잠재량 평가를 위한 건물 에너지 사용량 현황을 파악하기 위하여 주요 수단별 정량적인 감축 효과 분석을 위한 데이터 셋을 구축하고, 건물에너지통합 DB기반의 사용량 현황분석과 감축효과를 시범 평가하였음. 마지막으로 체계화한 통계를 실사용량 평가를 반영한 전망을 제시하였음

1. 국내외 통계 데이터 및 관련 정책 보고서 조사 및 분석

○ 국내외 통계 조사를 통하여 건물부문의 에너지 소비현황을 분석함
○ 국가통계를 기반으로 ①건물 유형, ②에너지 용도, ③에너지원에 따른 현황을 체계화 하였음
○ 세움터의 신축 및 멸실 데이터를 이용한 단기 전망과 1인당 GDP 및 인구전망을 통한 장기 전망으로 건물부문의 미래 물량을 제시함

2. 탄소중립 이행 주요 수단에 따른 감축 잠재량 평가를 위한 건물에너지 사용량 현황 분석

○ 최근 4개년('18년~'21년)에 대한 건물에너지 사용량 DB를 구축하고 연도별 연면적 및 에너지 사용량 변화를 분석함
○ '21년 에너지 사용량을 기준으로 지역/용도(세부)/규모/공공·민간 등 구분기준에 따라 건물에너지 사용량 현황 분석을 수행함
○ 탄소중립 이행의 주요 감축 수단으로 적용되는 신축 건물에 대한 제로에너지 건축물 인증제도와 기축 건물에 대한 그린리모델링 지원 사업의 감축효과를 평가함

3. 향후 연구 방향

○ 건물 에너지 및 면적 데이터의 고도화 및 업데이트가 필요함
○ 정부의 상세 로드맵에 대응하는 세부 사항 반영이 필요함
○