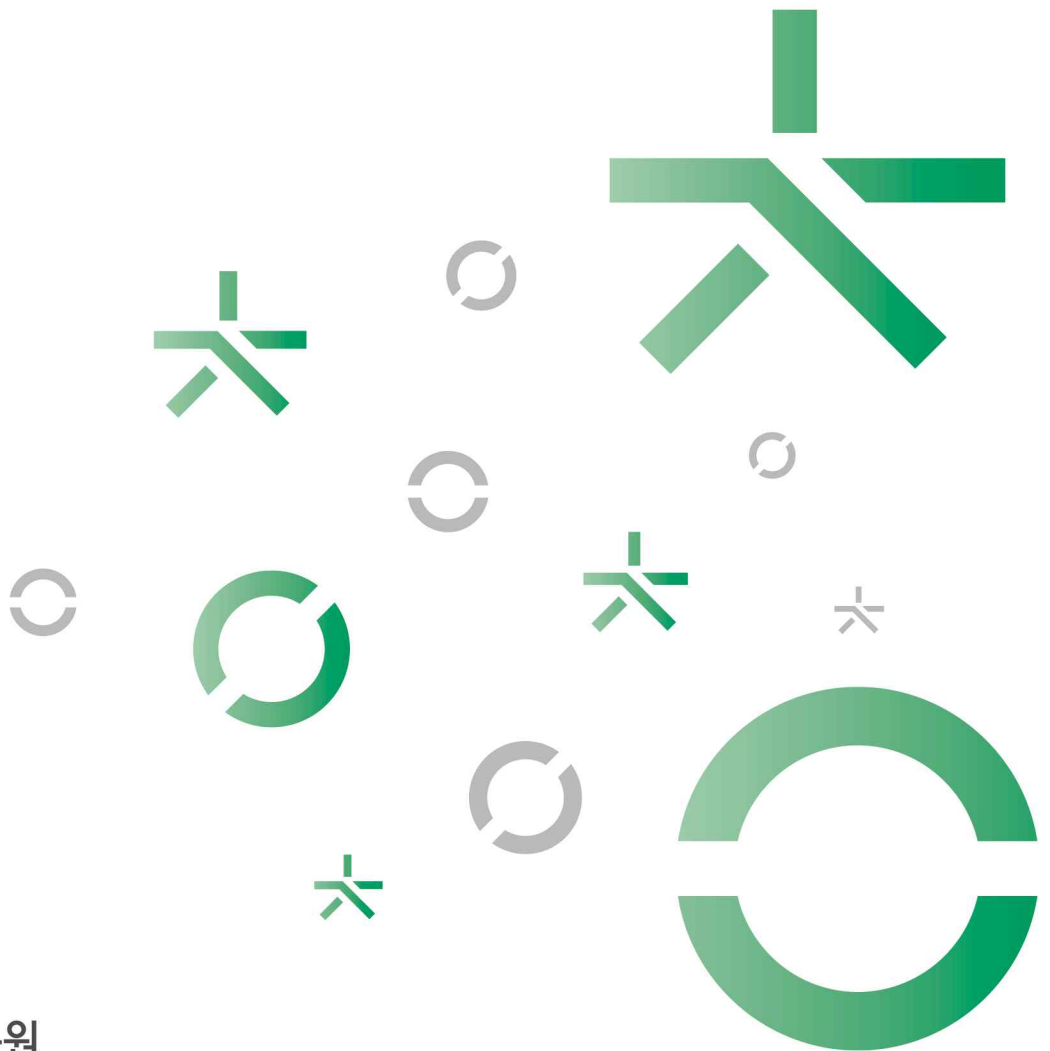


인천광역시 학교시설 에너지 소비 현황 및 시사점

한 준



연구책임

한 준 경제환경연구부 연구위원

연구참여

문보경 경제환경연구부 전임연구원

본 연구 결과는 연구진의 견해로서
인천광역시의 정책과는 다를 수 있습니다.

1. 연구 배경 및 목적

- 유치원, 초등학교, 중학교, 고등학교 등의 학교시설은 국내 전체 건물 동수(5,208,393개)의 1.3%(67,793개)를 차지하고 국내 전체 건축물 에너지 소비량(33,186,507TOE)의 1.7%(579,232TOE)를 차지하고 있음(2020년 기준)
- 이들 학교시설은 공공기관으로서 제로에너지건축물 인증 표시 의무 대상에 포함되어 제로에너지건축물 인증 5등급 이상을 취득하여야 하며, 이를 위해 건축물에너지효율 등급 1++이상, 에너지자립률이 20% 이상이 되어야 함
- 학교시설은 전체 건축물 에너지에서 차지하는 비중이 크지는 않으나, 건축물 에너지 관련 정책 시행이 좀 더 용이하고, 선도적 시행을 통해 모범사례로서 민간 참여를 견인하는 역할을 할 수 있으며, 학생들 대상 교육 효과도 크기 때문에 중요한 영역임
- 이러한 이유로 정부에서도 그린리모델링 지원사업 등을 통해 국내 학교시설에 대한 지원을 적극적으로 하고 있음
- 이 연구에서는 중앙정부와 인천광역시의 건축물 에너지 관련 주요 계획 및 정책, 제도를 살펴보고, 인천광역시 학교시설 에너지 소비 현황 검토 및 학교시설 대상 그린리모델링 시범사례 검토를 통해 인천광역시 학교시설 에너지 소비 절감 관련 시사점을 제시하고자 함
- 연구 대상은 인천시 소재 학교시설 중 유치원, 초등학교·중학교·고등학교 및 특수학교, 기타학교 건물로 하였음

2. 인천광역시 학교시설 에너지 소비현황

- 인천광역시 소재 학교시설은 인천 전체 건물동수(168,407개)의 1.7%(2,790개)를 차지하고, 인천 전체 건축물 에너지 소비량(1,930,525TOE)의 1.7%(33,395TOE)를 차지하고 있음(2020년 기준)
 - 전국 학교시설과 비교해보면 인천의 학교시설은 전국 학교시설 건물동수(67,793개)의 4.1%(2,790개)를 차지하고, 전국 학교시설 에너지 소비량(579,232TOE)의 5.8%(33,395TOE)를 차지하고 있음(2020년 기준)
- 인천광역시 학교시설의 에너지 소비와 관련 있는 건물 노후도, 즉 건물 연령 분포를 살펴보면, 2020년 기준으로 '20~25년 미만'의 건물연령이 가장 비중이 컸고(23.7%), 그다음 '15~20년 미만'(15.7%), '10년 미만'(15.2%) 등의 순으로 많았음
 - 전국 평균과 비교했을 때, 30년 이상된 학교시설의 비중은 전국이 43.1%인 반면, 인천은 26.2%로 상대적으로 적고, 15년 미만 학교시설의 비중은 전국이 21.7%인 반면, 인천은 28.8%임
- 30년 이상 된 학교시설의 분포를 군·구별로 살펴보면 강화군이 97개로 압도적으로 많았으며, 그다음 미추홀구(34개), 옹진군(29개) 등의 순이었고, 학교 종류별로는 초등학교가 107개로 가장 많았으며, 그다음 고등학교(45개), 기타학교(41개) 등의 순이었음
- 인천광역시 학교시설의 에너지 소비현황을 살펴보면, 2020년 기준 총 33,395TOE의 에너지를 소비하였으며, 에너지원별로는 전기 19,837.3TOE(59.4%), 가스 12,878.6TOE(38.6%), 유류 94.2TOE(0.3%), 신재생에너지 584.7TOE(1.8%) 순으로 많이 사용하였음
 - 학교 종류로 보면 초등학교 13,727.7TOE(41.1%), 중학교 1,207,384TOE(18.9%), 일반고등학교 6,136.9TOE(18.4%), 유치원 2,275.7TOE(6.8%) 순으로 에너지를 많이 사용하였음
- 인천광역시 학교시설의 연간 단위면적당 난방 에너지 소비량은 전체 면적(난방면적+비난방면적) 기준으로는 0.0059TOE/m²·y이고, 난방면적 기준으로는 0.0086 TOE/m²·y

수준으로 이는 전국 평균(전체 면적 기준 0.0055TOE/m²·y, 난방면적 기준 0.0076 TOE/m²·y)보다 약간 높은 수준임

- 인천시 내에서 전체 면적 기준으로는 유치원이 가장 높았고(0.0095TOE/m²·y), 자율고(0.0071TOE/m²·y), 특수목적고(0.0071TOE/m²·y) 등의 순이었음
- 인천시 내에서 난방 면적 기준으로는 유치원이 가장 높았고(0.0126TOE/m²·y), 특수목적 고(0.0107TOE/m²·y), 자율고(0.0092TOE/m²·y) 등의 순이었음

3. 학교시설 에너지 효율 개선 사업 및 사례

- 학교 교육과정-시설 연계의 종합적인 모델 부재, 학교시설 노후화, 디지털 환경 기반 새로운 교수학습 인프라 구축 필요에 따라 정부 차원에서 그린스마트 미래학교가 추진되고 있으며, 그 일환으로 탄소중립 측면에서 냉·난방 에너지 사용량을 최소화 하는 패시브 기술과 신·재생에너지 생산을 하는 액티브 기술이 접목된 제로에너지 학교가 조성될 예정임
- 아울러 정부 차원에서 공공건축물 그린리모델링 지원사업을 통해 학교시설 대상 그린리모델링을 지원하고 있으며, 인천시 차원에서도 공공건축물 그린리모델링 공모 사업을 통해 어린이집을 중심으로 지원을 하고 있음
- 공공건축물 리모델링 사례 검토를 통해 그린리모델링을 통한 에너지 절감효과가 상당하지만, 초기 투자비용 부담 때문에 시행되지 못하는 경우가 있음을 확인

4. 정책 제언

- 첫째, 최근 인천광역시가 녹색건축물 설계기준 마련을 통해 건물의 에너지 효율 기준을 강화하고 인센티브를 확대하며 민간건축물까지 신·재생에너지 설치 의무를 강화한 것은 상당히 고무적이며, 이를 통해 인천지역 건축물의 온실가스 배출 저감에 상당한 기여를 할 수 있을 것으로 예상되고 홍보와 교육을 통해 시민 수용성을 높일 수 있도록 해야 함
- 둘째, 학교시설이 인천광역시 전체 건축물 에너지 소비에서 차지하는 비중(1.7%)은 크지 않으나, 탄소중립 관련 교육 및 홍보, 인식 개선 효과가 크다는 점에서 학교시설에

대한 그린리모델링 사업은 의미가 크며, 특히 노후도가 큰 학교시설을 중심으로 우선적으로 진행할 필요가 있고 이에 대한 정부 지원도 필요함

- 인천지역 학교시설은 전국 평균 대비 노후도 건물 비중이 상대적으로 적지만, 인천 내 옹진군과 강화군 학교시설은 30년 이상 된 건축물 비중이 각각 45.3%, 32.4%로 노후도가 상대적 높아 이들 지역에 대한 우선적인 그린리모델링 지원이 필요함
- 셋째, 그린리모델링은 상당한 에너지 절감 효과와 탄소중립을 위한 큰 필요성에도 불구하고, 초기공사비용이 커서 민간의 참여가 활성화되지 못하는 상황이기 때문에 정부 차원에서 그린리모델링에 대한 인센티브를 보다 확대하여 민간 참여를 활성화할 필요가 있음
 - 독일의 경우 KfW(Kreditanstalt für Wiederaufbau; 독일재건은행)에서 CO₂ 감축 건물 개보수프로그램을 통해 그린리모델링 용자지원(대출한도 최대 5만유로, 10년간 1% 고정금리, 상환기간은 20~30년)을 하고 있고, 프랑스의 경우 Eco-Loan을 통해 에너지절약 개보수 비용을 무이자 용자지원하고 있으며, 영국에서도 그린달을 통해 에너지성능 향상을 위해 쓰인 주택 개보수 비용을 공사 이후 에너지 절감비용으로 상환하도록 지원하고 있는데, 이를 참고해 국내 민간건축물 그린리모델링 이차지원을 강화하는 등의 인센티브 강화가 필요함
 - 기존의 그린리모델링 인센티브가 건축물 준공 및 자재·설비 설치 단계에 집중되어 있는데, 수용가별 에너지 사용량 DB를 기반으로 건축물 운영단계에서 에너지 절감 성과에 기반한 인센티브 구조로 전환될 필요가 있음(박덕준, 2021)
- 넷째, 실효성 있는 정책 수립을 위해서는 제대로 된 현황 DB가 바탕이 되어야 하는데, 에너지사용량을 비롯한 건축물 관련 정보 DB가 여러 곳에 산재되어 있고, 데이터가 부재하거나 부분적으로만 존재하는 경우도 많아 제대로 된 현황 분석이 어려운 상황이어서 건축물 관련 종합 DB 구축 및 통합 관리가 필요함
 - 특히 노후도가 큰 건물의 경우, 별도 관리를 통해 에너지 소비량에 대한 지속적인 모니터링과 에너지 효율 개선 노력이 중요함

1 서론

- 1. 연구배경 및 목적 3
- 2. 연구대상 5

2 건물에너지 관련 주요 정책 및 제도

- 1. 건축물 에너지 관련 주요 정책 9
- 2. 건축물 에너지 관련 주요 제도 29
- 3. 공공건축물 그린리모델링 지원사업 52

3 인천광역시 학교시설 에너지 소비 현황

- 1. 인천광역시 전체 건축물 에너지 소비 현황 61
- 2. 인천광역시 학교시설 에너지 소비 현황 64

4 학교시설 에너지 효율 개선 사업 및 사례

- 1. 그린스마트 미래학교 83
- 2. 학교시설 그린리모델링 사례 89

5 결론

- 1. 연구 요약 101
- 2. 정책 제언 104

참고문헌 107

부록 111

[표 2-1] 제2차 녹색건축물 기본계획 주요 정책 과제	13
[표 2-2] 1차 녹색건축물 기본계획 평가 결과	14
[표 2-3] 2030년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정안 - 건물부문 주요 감축 수단	15
[표 2-4] 2025년 인천광역시 건축물 관련 감축 목표	17
[표 2-5] 2025년 인천광역시 건축물 감축 목표 관내 구역별 할당량	18
[표 2-6] 인천광역시 녹색건축물 조성계획 5대 목표 및 실천과제	19
[표 2-7] 인천광역시 녹색건축물 조성계획 핵심전략(시범사업) 과제	20
[표 2-8] 인천광역시 녹색건축물 조성계획 적용 대상 분류	20
[표 2-9] 인천광역시 녹색건축물 조성계획 친환경 에너지 성능·관리 기준	21
[표 2-10] 인천광역시 녹색건축물 조성계획 신·재생에너지 연도별 설치비율	21
[표 2-11] 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안 적용 대상 분류	22
[표 2-12] 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안 에너지 성능 부문 평가내용 및 적용기준	23
[표 2-13] 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안 에너지 관리 부문 평가내용 및 적용기준	24
[표 2-14] 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안 신재생에너지 연도별 설치비율	24
[표 2-15] 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안 신재생에너지 규모별 설치비율	24
[표 2-16] 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안 녹색건축물 인센티브 (건축물 에너지효율 인증등급 및 녹색건축 인증등급별 완화비율)	25
[표 2-17] 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안 녹색건축물 인센티브 (제로에너지건축물 인증등급별 완화비율)	25
[표 2-18] 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안 녹색건축물 인센티브 (신축시 골조공사 재활용 건축자재 사용량별 완화비율)	25
[표 2-19] 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안 녹색건축물 인센티브 (신축 건축물 취득세 감면)	26
[표 2-20] 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안 녹색건축물 인센티브 (건축물 재산세 감면)	26

[표 2-21] 에너지효율등급 인증 또는 제로에너지건축물 인증 표시 의무 대상 건축물	29
[표 2-22] 건축물 에너지효율등급 인증 등급	30
[표 2-23] 주용도별 건축물 에너지효율등급 인증 현황	31
[표 2-24] 인천광역시 학교시설 건물효율인증 발급 현황	33
[표 2-25] 제로에너지건축물 인증 등급	35
[표 2-26] 제로에너지건축물 인증등급별 건축기준 최대 완화 비율	35
[표 2-27] 제로에너지건축물 등급별 건축물 에너지효율등급 인증 수수료 감면 비율	36
[표 2-28] 제로에너지건축물 인증 현황 (전국 및 인천)	38
[표 2-29] 인천 학교시설 제로에너지건축물 인증 현황 (단위: 개)	39
[표 2-30] 녹색건축인증 평가항목	40
[표 2-31] 녹색건축 인증기준에서 에너지 및 환경오염 기준 세부항목 및 배점	41
[표 2-32] 녹색건축인증 등급	43
[표 2-33] 녹색건축인증 취득세 감면 인센티브	43
[표 2-34] 녹색건축인증 건축물 기준완화(용적률, 건축물높이제한) 인센티브	44
[표 2-35] 녹색건축인증 현황 (2021년도 1~8월 합계) (전국, 인천의 전체 및 학교시설)	45
[표 2-36] 녹색건축인증 세부 실적 현황 (2002년~2021년 8월)	46
[표 2-37] LEED 시스템	49
[표 2-38] LEED 시스템 중 에너지 및 대기 항목 체크리스트	50
[표 2-39] 공공건축물 그린리모델링 지원 항목	53
[표 2-40] 공공건축물 그린리모델링 사업비 지원 한도	54
[표 2-41] 2021년 인천광역시 공공건축물 그린리모델링 공모사업 지원대상 리스트	56
[표 2-42] 2020년 인천광역시 공공건축물 그린리모델링 공모사업 지원대상 리스트	57
[표 3-1] 광역지자체별 건축물 현황 및 에너지 사용량 현황 (2020년 기준)	62
[표 3-2] 인천광역시 주용도별 건물 현황 및 건축물 에너지 사용량 현황 (2020년 기준)	63
[표 3-3] 전국 교육연구시설 건물에너지 사용량 현황 (2020년 기준)	65
[표 3-4] 인천광역시 군·구별 교육연구시설 건물에너지 사용량 현황 (2020년 기준)	65

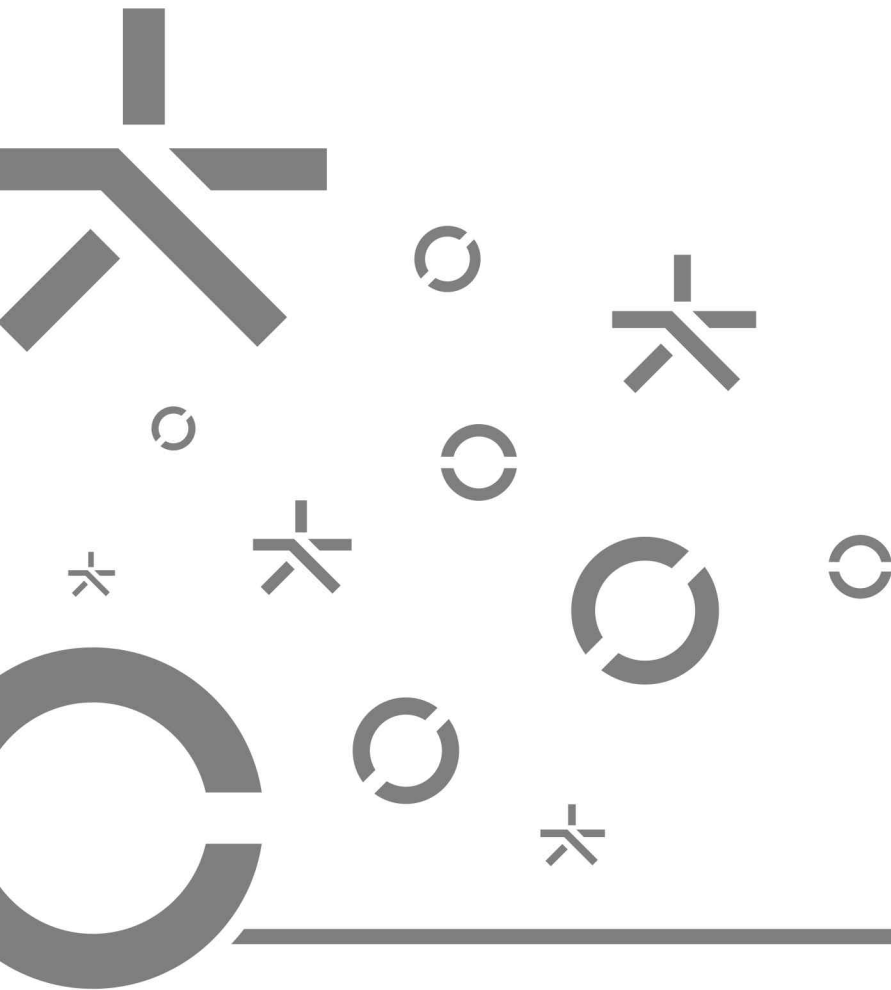
[표 3-5] 인천광역시 학교시설 연령 분포 (2020년)	66
[표 3-6] 전국 학교시설 연령 분포 (2020년)	67
[표 3-7] 인천 군·구별 학교시설 중 30년 이상 건축물 현황	70
[표 3-8] 인천광역시 학교시설 에너지 소비 현황 (2020년) (단위: TOE)	71
[표 3-9] 인천광역시 학교시설 냉·난방 면적 (2020년) (단위: m ²)	72
[표 3-10] 전국 학교시설 에너지 소비 현황 (2020년) (단위: TOE)	74
[표 3-11] 전국 학교시설 냉·난방 면적 (2020년) (단위: m ²)	75
[표 4-1] 그린스마트 미래학교 지역별 사업 배분 현황	87
[표 4-2] 2021년도 인천지역 그린스마트 미래학교 선정	88
[표 4-3] K-Water 물사랑 어린이집 기존 에너지 성능평가 결과	90
[표 4-4] K-Water 물사랑 어린이집 그린리모델링 종합 개선 내용	90
[표 4-5] K-Water 물사랑 어린이집 그린리모델링 시공비 지원 내용	93
[표 4-6] K-Water 물사랑 어린이집 개선안 에너지 성능평가 결과	93
[표 4-7] 거창여자고등학교 기존 에너지 성능평가 결과	94
[표 4-8] 거창여자고등학교 그린리모델링 종합 개선안 내용	95
[표 4-9] 거창여자고등학교 기존안 및 그린리모델링 에너지 소요량 및 에너지 비용 분석	96
[표 4-10] 거창여자고등학교 그린리모델링 공사비 (단위: 원)	96

[그림 2-1] 녹색건축물 기본계획의 위계 및 기타 계획과의 관계	11
[그림 2-2] 제2차 녹색건축물 기본계획 비전 및 추진체계	12
[그림 2-3] 인천광역시 녹색건축물 조성계획 기본방향	17
[그림 2-4] 건축물 에너지효율등급 인증마크 (국문, 영문)	31
[그림 2-5] 건축물 에너지효율등급 건수 (전국)	32
[그림 2-6] 건축물 에너지효율등급 건수 (인천)	32
[그림 2-7] 제로에너지건축 의무화 세부 로드맵 수정(안)	34
[그림 2-8] 제로에너지건축물 인증 관련 시기별 신청가능 인센티브	36
[그림 2-9] 녹색건축 인증제도 운영체계	42
[그림 2-10] 녹색건축인증 인증마크	42
[그림 2-11] 녹색건축인증 실적 현황 (2002년 ~ 2021년 8월)	44
[그림 2-12] 녹색건축인증 인증등급별 현황 (2021년 1~8월)	47
[그림 2-13] 녹색건축인증 인증용도별 현황 (2021년 1~8월)	47
[그림 2-14] LEED 인증 등급별 마크	48
[그림 3-1] 인천 및 전국 학교시설 연령 분포 비교 (2020년)	67
[그림 3-2] 인천광역시 군·구별 학교시설 건물 연령 분포	69
[그림 3-3] 인천광역시 학교시설 단위면적당 에너지 소비량 (2020년)	73
[그림 3-4] 전국 학교시설 단위면적당 에너지 소비량 (2020년)	76
[그림 3-5] 전국 및 인천의 학교시설 단위면적당 에너지 소비량 (전체면적 기준) (2020년)	76
[그림 3-6] 전국 및 인천의 학교시설 단위면적당 에너지 소비량 (난방면적 기준) (2020년)	77
[그림 3-7] 인천광역시 소유 학교시설 전기사용량 (2018년 1월 ~ 2020년 12월)	78
[그림 3-8] 인천광역시 소유 학교시설 도시가스사용량 (2018년 1월 ~ 2020년 12월)	78
[그림 3-9] 인천광역시 소유 학교시설 연면적당 전기사용량 (2018년 1월 ~ 2020년 12월)	79
[그림 3-10] 인천광역시 소유 학교시설 연면적당 도시가스사용량 (2018년 1월 ~ 2020년 12월)	79

[그림 3-11] 인천광역시 소유 학교시설 연면적당 전기+도시가스사용량 (2018년 1월 ~ 2020년 12월)	80
[그림 4-1] 그린스마트 미래학교 비전 및 목표	84
[그림 4-2] 그린스마트 미래학교 관련 사업 5개년 로드맵	85
[그림 4-3] 그린스마트 미래학교 종합 추진계획 상 탄소중립 제로에너지 학교 개념도	86
[그림 4-4] 2021년도 인천 그린스마트 미래학교 월별 에너지 소비 추이	88
[그림 4-5] K-Water 물사랑 어린이집 기존 건물	89
[그림 4-6] K-Water 물사랑 어린이집 그린리모델링 공사전경 1	91
[그림 4-7] K-Water 물사랑 어린이집 그린리모델링 공사전경 2	92
[그림 4-8] K-Water 물사랑 어린이집 그린리모델링 공사후 전경	93
[그림 4-9] 거창여자고등학교 그린리모델링 전후 조감도	97

1

서론



서론

1. 연구배경 및 목적

1) 연구 배경

- 정부가 2050년 탄소중립을 선언하고 인천광역시를 비롯해 전국 모든 광역, 기초 지자체에서도 이에 대한 동참을 선언한 가운데(2021.05.23), 건물 부문¹⁾은 국내 최종에너지 소비의 19.7%(인천광역시의 경우, 18.6%)(2019년 기준)를 차지하고 있어서 국내 탄소중립에 있어 중요한 분야임
- 이런 가운데 중앙 정부는 제3차 에너지기본계획에 건축물 에너지 효율 개선 부분을 포함시키고 제2차 녹색건축물 기본계획 등을 수립하였으며 한국판 뉴딜 종합 계획에 그린리모델링 관련 계획을 포함하는 등 노력을 기울이고 있으며, 건축물 에너지효율 등급인증, 제로에너지건축물 인증, 녹색건축인증 등의 제도 운영을 통해 건물 부분의 에너지 효율을 높이고자 하고 있음
- 특히 2050 탄소중립 시나리오(2021.05.23)에서는 건물 부문과 관련해 제로에너지 건축물과 그린리모델링을 통한 건축물 에너지 효율 향상을 주요 방안으로 제시하였음
- 지자체 차원에서도 지역에너지계획, 녹색건축물 기본계획, 녹색건축물 조성 지원 조례 등 지역 차원의 건축물 에너지 관련 계획 및 규칙을 제정하여 시행하고 있으며 다양한 사업을 수행하고 있음

1) 건물 부문 에너지는 가정, 상업, 공공 부문 에너지 소비임(최문선·최도영, 2014)

- 인천광역시의 경우, 최근 녹색건축물 설계기준을 제정하여 고시하였는데 (2021.09.30.), 이는 2030년 건물부문 온실가스 32.6% 감축을 목표로 건물 신축시 에너지 사용량을 최대 60%까지 줄일 수 있는 야심찬 기준임²⁾
- 한편 유치원, 초등학교, 중학교, 고등학교 등의 학교시설³⁾은 국내 전체 건물 동수 (5,208,393개)의 1.3%(67,793개)를 차지하고 국내 전체 건축물 에너지 소비량 (33,186,507TOE)의 1.7%(579,232TOE)를 차지하고 있음(2020년 기준)⁴⁾
 - 인천의 경우, 학교시설이 인천 전체 건물동수(168,407개)의 1.7%(2,790개)를 차지하고, 인천 전체 건축물 에너지 소비량(1,930,525TOE)의 1.7%(33,395TOE)를 차지하고 있음(2020년 기준)⁵⁾
 - 전국 학교시설과 비교해보면 인천의 학교시설은 전국 학교시설 건물동수(67,793 개)의 4.1%(2,790개)를 차지하고, 전국 학교시설 에너지 소비량(579,232TOE)의 5.8%(33,395TOE)를 차지하고 있음(2020년 기준)⁶⁾
- 이들 학교시설은 공공기관으로서 제로에너지건축물 인증 표시 의무 대상에 포함되어⁷⁾ 제로에너지건축물 인증 5등급 이상을 취득하여야 하며, 이를 위해 건축물에너지효율 등급 1++이상, 에너지자립률이 20% 이상이 되어야 함
- 학교시설은 전체 건축물 에너지에서 차지하는 비중이 크지는 않으나, 건축물 에너지 관련 정책 시행이 좀더 용이하고, 선도적 시행을 통해 모범사례로서 민간 참여를 견인하는 역할을 할 수 있으며, 학생들 대상 교육 효과도 크기 때문에 중요한 영역임
 - 이러한 이유로 정부에서도 그린리모델링 지원사업 등을 통해 국내 학교시설에 대한 지원을 적극적으로 하고 있음

2) 인천광역시(2021.10.21.) 인천시, 탄소중립 위한 녹색건축물 설계기준 마련 / 녹색건축물 설계기준 제정·고시 / 연면적 500㎡이상 주거용 및 비주거용 건축물 적용 / 2030년까지 건축부문 온실가스 32.6% 감축목표 (검색일: 2021년 10월 30일)

3) 이 연구에서 학교시설은 유치원, 초등학교, 중학교, 고등학교, 특수학교 및 기타학교를 포함하는 것으로 함

4) 그린투게더 홈페이지 (<https://www.greentogether.go.kr/>) 및 2020 교육통계연보를 바탕으로 산정

5) 그린투게더 홈페이지 (<https://www.greentogether.go.kr/>) 및 2020 교육통계연보를 바탕으로 산정

6) 그린투게더 홈페이지 (<https://www.greentogether.go.kr/>) 및 2020 교육통계연보를 바탕으로 산정

7) 녹색건축물 조성 지원법 시행령

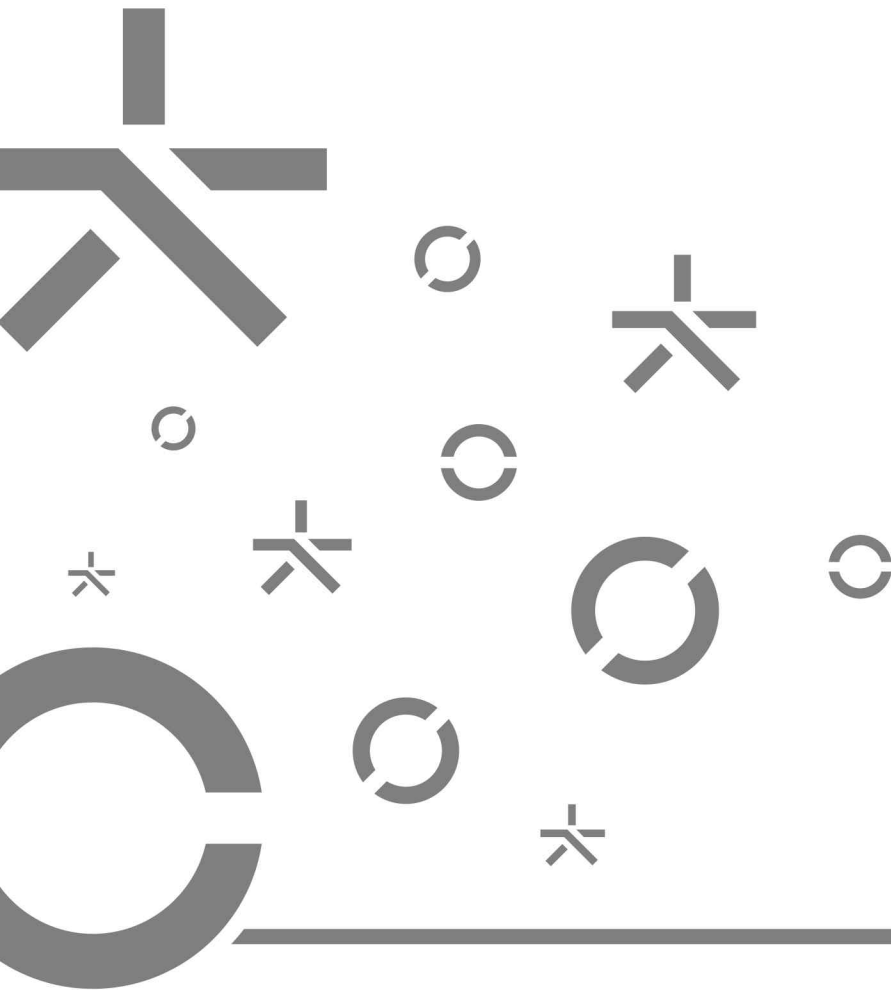
2) 연구 목적

- 이 연구에서는 중앙정부와 인천광역시의 건축물 에너지 관련 주요 계획 및 정책, 제도를 살펴보고, 인천광역시 학교시설 에너지 소비 현황 검토 및 학교시설 대상 그린리모델링 시범사례 검토를 통해 인천광역시 학교시설 에너지 소비 절감 관련 시사점을 제시하고자 함

2. 연구대상

- 이 연구는 인천시 소재 학교시설 중 유치원, 초등학교·중학교·고등학교 및 기타학교, 특수학교 건물을 대상으로 하며, 여기서 소비되는 에너지를 중심으로 분석하였음
 - 고등학교에는 일반고등학교, 특수목적고등학교, 특성화고등학교, 자율고등학교 포함

건물에너지 관련 주요 정책 및 제도



건물에너지 관련 주요 정책 및 제도

1. 건축물 에너지 관련 주요 정책

1) 중앙 정부 정책

(1) 2050 탄소중립 시나리오(2021.10.18.) 중 건물 관련 내용

○ (배출량 변화) 2018년 52.1백만 톤CO_{2eq} → 2050년 6.2백만 톤CO_{2eq}* (△88.1%)

* A안과 B안 동일 (A안은 화력발전 전면 중단 등 배출 자체를 최대한 줄이는 안이고, B안은 화력발전이 잔존하는 대신 CCUS 등 제거기술을 적극 활용하는 안임)

○ (감축수단)

- (에너지 효율향상) [신축] 제로에너지건축물 1등급 100% 및 [기존] 그린리모델링 에너지 효율등급 가정 1++, 상업 1+ 100% 달성으로 2018년 대비 냉·난방 에너지 사용 원단위 30% 이상 개선

- (고효율기기 보급) 에너지소비효율 강화 및 표시제도 확대 등 에너지설비 및 기기 에너지 사용 원단위 개선을 통해, 약 30% 에너지 절감

- (스마트에너지 관리) 에너지 이용 최적제어 통합 관리시스템* 보급 확대**로 에너지 2~5% 절감

* Building(Home) Energy Management System : 설비(조명, 냉난방 등)에 센서와 계측장비를 설치하고 통신망으로 연계하여 상세 에너지사용량 실시간 모니터링하고 자동제어하는 통합관리시스템

** HEMS(주거), BEMS(비주거) 보급률 100%, 에너지 절감률 주거 2%, 비주거 5% 적용

- (저탄소·청정에너지 보급) 냉·난방 및 급탕 시 신재생에너지(태양광, 지열, 수열 등) 사용 비중을 확대하는 한편, 지역난방에 연료전지, 발전소 폐열 등 청정열 적극 활용 및 저온 지역난방 확대
- (행태개선) 기후환경비용* 반영, 국민의 자발적 동참 등을 통한 에너지수요 추가 감축
 - * 배출권거래제, 에너지 요금제 개선 등 다양한 형태의 경제 유인정책을 포괄

○ (정책 제언)

- 건축물 에너지 효율 및 수요관리
 - 그린리모델링 로드맵 수립 및 온실가스 배출량 제한기준 등 마련, 제로에너지빌딩 인증 대상 확대(주거·상업용 → 기타 건물*) 및 에너지 감축 인증범위 확대**, 민간부문 그린리모델링 확산을 위한 법적 근거 및 인센티브 마련
 - * 공업·농업용 건물, 환경기초시설·철도역사 등 기반시설, 데이터센터, 학교 캠퍼스 등
 - ** 냉방, 난방, 급탕, 환기, 조명 (+ 가전, 취사, 공용전기)
 - 건축물 에너지 수요관리를 위한 모니터링 의무화, 수요반응시장 확대, 개인간 잉여전력 거래 제도 도입 등 추진
 - 생애주기관점*의 탄소중립건물 관리제도 마련(탄소발생량 명기 의무화 등)
 - * 탈탄소 건축자재·소재 사용, 저에너지 시공, 건설폐기물 최소화 등
- 도시·국토 등 지역 단위의 탄소중립 실현
 - 개별 건축물 단위의 탄소중립 한계를 보완하기 위해 도시·국토 탄소중립을 위한 흡수원 확대, 온실가스 관리 제도 마련
 - * Off-Site 제도 활성화, 도시 온실가스 흡수원 확대, 제로에너지도시 지정·운영, 도시기본 계획에 온실가스 감축 목표량 설정 등
 - 도시개발, 재개발 및 정비 등 개발사업 추진 시 사업지 내 온실가스 감축을 위한 제도 개선
 - * 에너지사용계획 수립제도 개선, 도시개발업무지침 개정, 기후환경영향평가 도입 등

(2) 제2차 녹색건축물 기본계획

- (위상) 5년간 국내 건물 부문의 온실가스 감축 및 녹색건축물 조성 정책의 비전과 기본방향을 제시하는 중장기 법정계획
- (법적 근거) 「녹색건축물 조성 지원법」 제6조
- (제2차 계획기간) 2020 ~ 2024년
- (주요 내용)
 - 녹색건축물의 현황 및 전망에 관한 사항
 - 녹색건축물의 온실가스 감축, 에너지 절약 등의 달성목표 설정 및 추진 방향
 - 녹색건축물 정보체계의 구축·운영에 관한 사항
 - 녹색건축물 관련 연구·개발에 관한 사항
 - 녹색건축물 전문인력의 육성·지원 및 관리에 관한 사항
 - 녹색건축물 조성사업의 지원에 관한 사항
 - 녹색건축물 조성 시범사업에 관한 사항
 - 녹색건축물 조성을 위한 건축자재 및 시공 관련 정책방향에 관한 사항
 - 그 밖에 녹색건축물 조성의 촉진을 위하여 필요한 사항
- (위계 및 타 계획과의 관계)

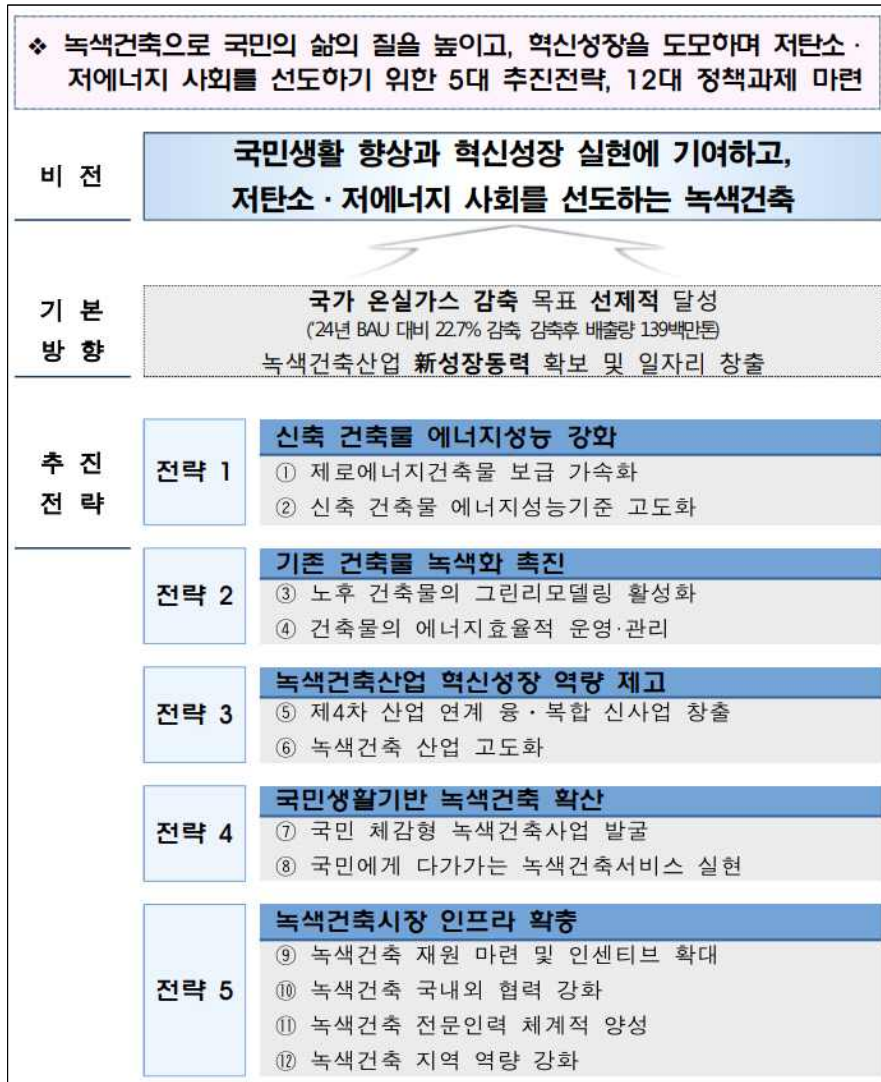
[그림 2-1] 녹색건축물 기본계획의 위계 및 기타 계획과의 관계



출처 : 제2차 녹색건축물 기본계획

- (비전 및 추진체계) ‘국민생활 향상과 혁신성장 실현에 기여하고, 저탄소·저에너지 사회를 선도하는 녹색건축’을 비전으로 하며, 이를 위해 신축 건축물 에너지성능 강화, 기존 건축물 녹색화 촉진, 녹색건축산업 혁신성장 역량 제고, 국민생활 기반 녹색건축 확산, 녹색건축시장 인프라 확충의 5대 추진 전략을 제시

[그림 2-2] 제2차 녹색건축물 기본계획 비전 및 추진체계



출처 : 제2차 녹색건축물 기본계획

○ (추진전략별 과제, 정책방향, 세부실천과제)

[표 2-1] 제2차 녹색건축물 기본계획 주요 정책 과제

전략	과제	정책방향	세부실천과제
[전략1] 신축 건축물 에너지성능 강화	[과제1] 제로에너지건축물 보급 가속	<ul style="list-style-type: none"> 제로에너지 의무화 기반 구축 비용경제적 건축물 구현 지원 	<ul style="list-style-type: none"> (1-1) 공공부문 제로에너지건축물 의무화 시행 (1-2) 민간부문 제로에너지건축물 의무화 대응 기반 구축
	[과제2] 신축 건축물 에너지성능기준 고도화	<ul style="list-style-type: none"> 에너지성능기준 고도화 소규모 녹색건축물 확산체계 	<ul style="list-style-type: none"> (2-1) 건축물 종합적 에너지 성능기준 강화 (2-2) 소규모 건축물 녹색건축화 추진체계 마련
[전략2] 기존 건축물 녹색화 촉진	[과제3] 노후 건축물의 그린리모델링 활성화	<ul style="list-style-type: none"> 에너지성은 개선 시장 확대 그린리모델링 지원정책 다각화 	<ul style="list-style-type: none"> (3-1) 그린리모델링 공공부문 선도 추진방안 마련 (3-2) 수요자 맞춤형 그린리모델링 추진 모델 개발·확산
	[과제4] 건축물의 에너지 효율적 운영·관리	<ul style="list-style-type: none"> 건축물 운영단계 효율기반 구축 건축물 에너지성능관리 역량 강화 	<ul style="list-style-type: none"> (4-1) 건축물 에너지 효율적 운영·관리 체계 구축 (4-2) 기존 건축물 에너지성능관리 활성화
[전략3] 녹색건축산업 혁신성장 역량 제고	[과제5] 제4차 산업 연계 융·복합 신사업 창출	<ul style="list-style-type: none"> 4차 산업 기반 녹색건축 확대 빅데이터의 효율적 확보 	<ul style="list-style-type: none"> (5-1) 건축물에너지 빅데이터 기반 신규 Biz 모델 창출 (5-2) ICT, IoT 접목 건축물 모니터링 계측 관련 산업 기반 강화
	[과제6] 녹색건축 산업 고도화	<ul style="list-style-type: none"> 녹색건축 관련 산업계 참여 유도 녹색건축 전후방산업 연계 육성 	<ul style="list-style-type: none"> (6-1) 녹색건축 산업 역량 강화 (6-2) 고효율·고성은 건축자재·설비 시장 육성
[전략4] 국민생활 기반 녹색건축 확산	[과제7] 국민 체감형 녹색건축사업 발굴	<ul style="list-style-type: none"> 건강한 국민 삶의 타진 확보 	<ul style="list-style-type: none"> (7-1) 국민 삶의 질 향상을 위한 실내환경·쾌적성 제고
	[과제8] 국민에게 다가가는 녹색건축서비스 실현	<ul style="list-style-type: none"> 관계 부처간 협력체계 구축 	<ul style="list-style-type: none"> (7-2) 생활공간 에너지 성능 개선을 위한 부처간 협업 확대 (8-1) 다양한 대국민 녹색건축 교육·홍보 확대 (8-2) 대국민 정보제공 서비스 강화
[전략5] 녹색건축시장 인프라 확충	[과제9] 녹색건축 자원 마련 및 인센티브 확대	<ul style="list-style-type: none"> 경제적 지원방안 다양화 국내외 협력체계 구축 녹색건축 전문영역 확보 지역단위 보급 계획 	<ul style="list-style-type: none"> (9-1) 녹색건축 조성 자원 마련을 위한 금융모델 개발 (9-2) 녹색건축 경제성 제고를 위한 신규 인센티브 마련
	[과제10] 녹색건축 국내외 협력 강화		<ul style="list-style-type: none"> (10-1) 녹색건축 국내 민간 협력체계 강화 (10-2) 녹색건축 국제협력 모델 개발
	[과제11] 녹색건축 전문인력 체계적 양성		<ul style="list-style-type: none"> (11-1) 전문분야 입지 확보 및 경력관리체계 마련 (11-2) 전문인력 확충 및 양질의 일자리 창출
	[과제12] 녹색건축 지역 역량 강화		<ul style="list-style-type: none"> (12-1) 지역의 종합적 녹색건축 추진역량 강화 (12-2) 지역 기반 녹색건축 지원체계 구축

자료 : 제2차 녹색건축물 기본계획을 바탕으로 재구성

○ (1차 녹색건축물 기본계획 평가) 공공부문 녹색건축 선도가 제일 점수 높았음

[표 2-2] 1차 녹색건축물 기본계획 평가 결과

추진전략	정책과제	평가결과
1. 녹색건축물 기준 선진화	① 국민 체감형 녹색건축 기준 마련	3.17
	② 공공부문 녹색건축 선도	3.51
	③ 녹색건축 설비 및 시공 품질 강화	3.16
2. 기존 건축물의 에너지성능 향상	④ 민간부문 그린리모델링 활성화	2.97
	⑤ 기존 건축물 관리 및 인증기준 강화	3.08
3. 녹색건축 산업육성	⑥ 녹색건축 전문기업 및 전문인력 육성	3.01
	⑦ 녹색건축물 운영관리 기술개발 및 인력 양성	2.99
4. 녹색건축 저변확대	⑧ 부처간 협력체계 구축	2.95
	⑨ 녹색건축물 정보체계 강화 및 정보 공유	3.06
	⑩ 녹색건축 관련 홍보 강화	3.09

출처 : 제2차 녹색건축물 기본계획

- 참고로 2030년 국가 온실가스 감축 목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정안에서 발표한 건물 부문 감축 목표는 2030년 온실가스 BAU 대비 32.7%를 감축(64.4백만 톤 CO_{2eq} 감축)하여 감축후배출량이 132.7백만 톤CO_{2eq}가 되는 것임
- 건물 부문 주요 감축 수단은 다음 [표 2-3]과 같이 신축 건축물 허가기준 등 정책 강화, 기존 건축물 에너지성능 향상, 설비효율개선 및 신재생에너지 보급 확대, 건물에너지 정보인프라 구축 및 소비개선 유도임
- 이 중에서 ‘기존 건축물 에너지성능 강화’ 중에 ‘에너지다소비 공공건축물 녹색건축물 전환 의무화 추진’이 포함되어 있음

[표 2-3] 2030년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정안 - 건물부문 주요 감축 수단

구분	주요 수단	감축량(백만톤)
신축 건축물 허가기준 등 정책 강화	·패시브 건축물 수준의 단열기준 등 건축물 에너지 기준 강화 ·제로에너지건축물 단계적 의무화 시행 등 ·제로에너지건축물 신재생에너지 생산량 인정 범위를 해당 대지외로 확대 시행 ·에너지절약형 친환경주택의 건설기준 성능 수중 향상	5.5
기존 건축물 에너지성능 향상	·에너지다소비 공공건축물 녹색건축물 전환 의무화 추진 ·도시재생 연계사업 모델 발굴 등 지역 단위 사업으로 확대 추진 ·그린리모델링 활성화를 위한 중장기 방안 수립 및 시행 ·민간 노후 건축물 에너지성능개선 사업기획 지원 및 재정 지원 확대	9.6
설비효율개선 및 신재생에너지 보급 확대	·가전 사무기기 및 설비 관련 효율관리 품목확대 및 효율기준 강화 ·고효율 조명기기 및 고효율 설비 지원사업 등 보급 추진 ·재생에너지 지원사업을 통한 주택·건물 재생에너지 보급 확대	15.2
건물에너지 정보인프라 구축 및 소비개선 유도	·건축물 에너지데이터 기반 통합지원시스템 개발 및 대국민 서비스 ·IoT, 빅데이터 분석을 통한 건물 기본 에너지 진단 및 에너지 효율 개선 방안 등 에너지 절약을 위한 맞춤형 서비스 개발·제공 ·건물에너지성능 관리 가이드 온라인서비스 및 용도별 에너지 절약 매뉴얼 개발 ·BEMS 기술 개발, 공간별·용도별 에너지사용량 분리 계량 및 모니터링 확산	5.8

자료 : 2030년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정안

- (학교시설 관련 내용) 주요 정책과제 중에서 ‘국민 체감형 녹색건축사업 발굴’(과제7) - ‘생활공간 에너지성능 개선을 위한 부처 간 협업 확대’(과제 7-2) 부분에서 교육 시설에 관해 ZEB 시범학교 구축 사례(김포 공항공고, 청양 정산중 등)를 바탕으로 학교 특화형 모델 및 가이드라인을 개발하고 교육부와 확산사업을 추진하겠다고 되어 있음

(3) 한국판 뉴딜 종합계획 중 그린리모델링 관련 계획 및 목표

- 국민생활과 밀접한 공공시설의 제로에너지 전환을 통해 에너지 효율 향상 도모 및 쾌적한 생활공간 조성
- 이와 관련해 2022년까지 7.7조 원(국고 2.6조 원) 투자, 일자리 11.6만 개 창출, 2025년까지 20.0조 원(국고 6.2조 원) 투자, 일자리 24.3만 개 창출
- 공공시설 제로에너지화를 통해 다음 미래상을 지향

- 공공임대주택 그린리모델링 (2020년) 0호 (2022년) 18.6만 호 (2025년) 22.5만 호
- 에너지 저감 문화시설 (2020년) 0개소 (2022년) 287개소 (2025년) 1,148개소
- 그린스마트 스쿨 (2020년) 0개소 (2022년) 1,299개 (2025년) 2,890개+a
- 에너지효율 어린이집 (2020년) 0개소 (2022년) 194개소 (2025년) 440개소

○ 관련된 주요 투자사업과 제도 개선 과제는 다음과 같음

- (노후 건축물) 15년 이상 공공임대주택(22.5만 호), 어린이집 보건소 의료기관 (2021년까지 2,170동) 대상 태양광 설치 및 고성능 단열재 교체
- (신축 건축물) 고효율 에너지 기자재·친환경 소재 등 활용, 국·공립 어린이집 (440개소), 국민체육센터(51개소) 신축
- (문화시설) 박물관 도서관 등 문화시설 대상 태양광 시스템 및 LED 조명 등 에너지 저감 설비 설치(1,148개소)
- (정부청사) 노후 청사(서울·과천·대전 3개소) 단열재 보강 및 6개 청사(세종 과천 서울 대전 춘천 고양) 에너지 관리 효율화
- (환경기초시설) 정수장, 하수처리장, 쓰레기 매립장 등 300개 환경기초시설에 신재생에너지 설비 설치
- (고효율 건축R&D) 건축물 온실가스 감축 및 에너지 절감을 위한 저탄소 에너지 고효율 건축기술 및 사후관리시스템 개발 등 지원

- ◆ 공공부문 건물 등에서 주도적 선도적으로 온실가스를 저감하기 위해 '공공부문 온실가스 에너지 목표관리제' 2030 목표 설정
 - * 국가 온실가스 감축목표(NDC)와 연계하여 목표 설정 및 이행점검 추진
- ◆ '제2차 기후변화대응 기본계획'에 따른 지자체 온실가스 감축 계획 및 공공기관 적응대책* 수립 이행 의무화 추진
 - * 2020년 현재 32개 공공기관에서 자발적으로 기후변화 적응 대책 수립 이행 중
- ◆ 그린리모델링 사업성과를 토대로 건축물 특성별(용도 노후도 등) 그린리모델링 사업 표준화(학교 외교공관 등 기술지원) 및 매뉴얼* 수립
 - * 건축물 사전 조사, 사업대상 선정, 설계, 시공, 에너지사용량 계측 평가 등 사업 전 과정
- ◆ 공공건축물 '제로에너지건물 의무화 로드맵' 조기 추진('녹색건축법 시행령' 개정)
 - * 연면적 500㎡ 이상 공공건축물 조기 의무화(2025년→ 2023년)
- ◆ 건물 에너지 성능 정보제공을 위해 '제로에너지건축물 의무화 대상 민간건축물' 에너지효율등급 인증서 발급 및 건축물대장 기재 의무화 ('녹색건축법 시행령' 개정)
 - 부동산 매매 임대 등 중개 시 에너지효율등급 인증서 첨부 의무화

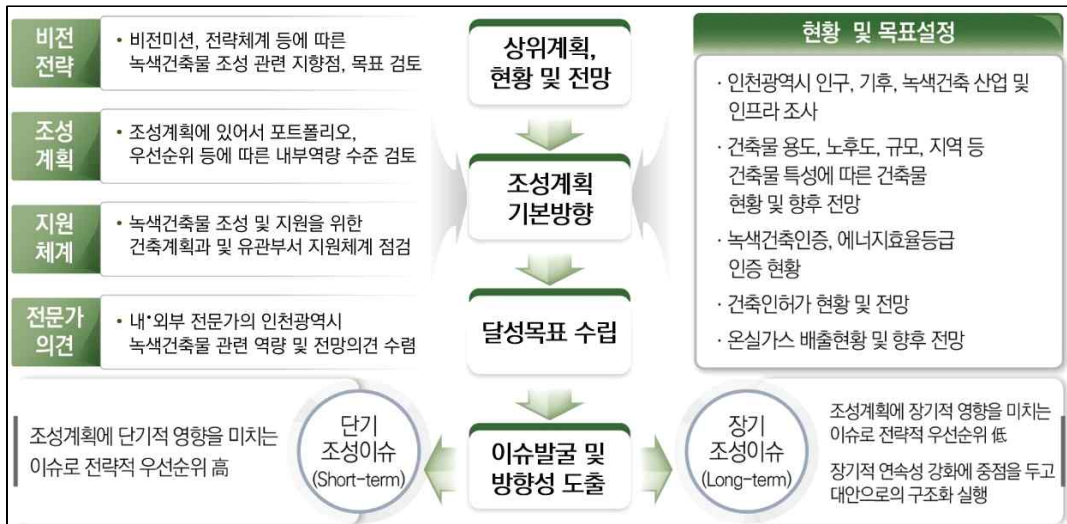
2) 인천광역시 정책

(1) 인천광역시 녹색건축물 기본계획

○ 기본방향

- 탄소제로 지향, 에너지 제로형 생태도시 구현, 스마트시티 조성, 신재생에너지 사용 확대를 기본으로 다음과 같은 방향성을 도출

[그림 2-3] 인천광역시 녹색건축물 조성계획 기본방향



○ (2025년 인천광역시 건축물 관련 감축 목표)

[표 2-4] 2025년 인천광역시 건축물 관련 감축 목표

구분	의무할당량	달성목표
주거용 감축 목표	2021년 온실가스 감축 의무할당량 0.66백만tCO _{2eq}	
	신축	0.251백만tCO _{2eq}
	기존	0.273백만tCO _{2eq}
	행태개선	0.135백만tCO _{2eq}
비주거용 감축 목표	2021년 온실가스 감축 의무할당량 0.58 백만tCO _{2eq}	
	신축	0.168백만tCO _{2eq}
	기존	0.240백만tCO _{2eq}
	행태개선	0.172백만tCO _{2eq}

자료 : 인천광역시 녹색건축물 조성계획을 바탕으로 작성

[표 2-5] 2025년 인천광역시 건축물 감축 목표 관내 구역별 할당량

구분	인구	달성목표 (백만tCO _{2eq})	
		주거	비주거
전체	2,957,026 (100%)	0.660	0.580
중구	135,135 (4.50%)	0.029	0.026
동구	64,427 (2.20%)	0.014	0.013
미추홀구	408,862 (13.90%)	0.092	0.081
연수구	366,550 (12.30%)	0.081	0.071
남동구	532,704 (18.00%)	0.119	0.105
부평구	511,577 (17.40%)	0.115	0.101
계양구	303,471 (10.30%)	0.068	0.060
서구	544,556 (18.40%)	0.121	0.107
강화군	69,178 (2.30%)	0.015	0.014
옹진군	20,566 (0.70%)	0.005	0.004

자료 : 인천광역시 녹색건축물 조성계획을 바탕으로 작성

- (비전) 녹색 인천 만들기, 인천형 녹색건축 - 살고 싶은 고품격 녹색도시 실현
- (5대 목표) 녹색건축 기반마련, 인천형 녹색건축물, 녹색건축을 통한 인천시 환경개선, 녹색건축 산업 및 문화 확충, 녹색건축 교육 및 홍보

[표 2-6] 인천광역시 녹색건축물 조성계획 5대 목표 및 실천과제

전략	실천과제	내용
[목표1] 녹색건축물 기반마련	[1.1] 녹색건축 설계기준 및 정보시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> • 녹색건축물 설계기준 및 조성 지원조례 마련 • 녹색건축 종합정보서비스망 구축
	[1.2] 단계별 녹색건축 조성 방안 마련	<ul style="list-style-type: none"> • 녹색건축물 성능검증 시스템 구축으로 효율성 제고 • 녹색건축물 준공 후 성능유지관리 방안 마련
	[1.3] 녹색건축 인프라 구성	<ul style="list-style-type: none"> • 신재생에너지 보급 확대를 위한 에너지 자립모델 구축 • 친환경 자원 및 자재사용 유도 • 민간건축물의 녹색건축 인증 유도
[목표2] 인천형 녹색건축물 조성	[2.1] 환경 특성이 반영된 녹색건축물 조성	<ul style="list-style-type: none"> • 수변구역 신축건축물 차양장치 기준 상향 • 미세먼지 저감장치 및 친환경 보일러 설치
	[2.2] 수자원 재활용 및 발전	<ul style="list-style-type: none"> • 빗물수용시설 및 저장시설 구축 지원 시범사업 • 수소연료전지 시스템 구축 지원
	[2.3] 노후건축물 관리	<ul style="list-style-type: none"> • 노후건축물 결로방지 사업 시행 • 종합적 노후건축물 개선 가이드라인 수립
[목표3] 녹색건축물을 통한 환경개선	[3.1] 녹색건축물 관련 사업 지원	<ul style="list-style-type: none"> • 노후건축물 그린리모델링 지원을 위한 기금 및 조직마련 • 제로에너지하우스 단지 구축으로 체감 기회 제공 • 저소득층 에너지복지 강화
	[3.2] 녹색건축물 조성 진흥	<ul style="list-style-type: none"> • 건축물 에너지 성능개선을 위한 인센티브 마련 • 대학 캠퍼스 유지관리 시범사업 추진
[목표4] 녹색건축 산업 및 문화 확충	[4.1] 녹색건축 산업 육성 및 전문인력 양성	<ul style="list-style-type: none"> • 녹색건축 전문기업 육성 • 녹색건축 전문인력 양성
	[4.2] 시민 참여형 녹색건축 문화조성	<ul style="list-style-type: none"> • 시민의 녹색건축 창조적 역량 강화 • 노후주택 에너지 절감 추진
[목표5] 녹색건축 교육 및 홍보	[5.1] 녹색건축물 조성방안 및 녹색건축 인식 확산	<ul style="list-style-type: none"> • 녹색건축의 대중화를 위한 녹색건축물 안내책자 제작 • 녹색생활실천 확대를 위한 에너지 교육 프로그램 개발
	[5.2] 녹색건축 교육의 내실화	<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 녹색교육 프로그램 개발 • 녹색건축 행정지원 전문화를 위한 시스템 구축

자료 : 인천광역시 녹색건축물 조성계획을 바탕으로 작성

○ 핵심전략(시범사업) 과제는 다음과 같음

[표 2-7] 인천광역시 녹색건축물 조성계획 핵심전략(시범사업) 과제

대구분	소구분
인천건축문화제를 통한 녹색건축물 문화조성	<ul style="list-style-type: none"> • 21회에 걸쳐 개최된 인천건축문화제와 연계하여 녹색건축물 저변 확대 • ‘녹색 건축’ 관련 전시, 포럼, 공모전 등 콘텐츠 및 프로그램 개발개최
대학 캠퍼스 유지관리 시범사업 추진	<ul style="list-style-type: none"> • 지역 대학의 노후건축물 유지관리 시범사업을 통한 산학연 거버넌스 구축 • 사업 설명회, 정책 설명회 등을 개최하고 추진 예산 지원 비율 등 결정 • 대학 캠퍼스의 온실가스 배출 특성, 에너지 절약 성능, 설비 설치현황 조사 및 유지관리 가이드라인 마련 • 신재생에너지 설치보조금 지원 실시 • 원격검침전자식 계량기, BEMS 등 자체적 관리시스템 적용 및 모니터링
도시재생뉴딜 및 더불어 마을사업 연계	<ul style="list-style-type: none"> • 인천광역시형 도시재생 모델(녹색에너지 자립) 구축 • 대상사업(도시재생뉴딜 및 더불어 마을) 공모안 평가항목 추가 <ul style="list-style-type: none"> - 추가 항목: 공동이용시설, 주택 등 그린리모델링 적용 가능 시설물 현황 • 시범사업 추진 방향: 기존 건축물 그린리모델링 강화 <ul style="list-style-type: none"> - 내외단열을 위한 보온판, 단열용 유리 및 문 시공, 고효율가스보일러 및 저녹스보일러 교체, LED 전등-배선교체, 스마트 계량기 설치 실시
제로에너지 하우스 단지 구축	<ul style="list-style-type: none"> • 인천형 영구임대주택 ‘우리집’의 제로에너지하우스 공공임대주택 건립 • 조성부지, 현장조사, 추진여건 마련을 위한 협의체 구성 및 실행 • 신재생에너지 융복합 공모사업 참여로 다양한 에너지 자립 모델 구축

자료 : 인천광역시 녹색건축물 조성계획을 바탕으로 작성

○ (관련 제도 정비)

① 친환경·저에너지 설계 가이드라인 정비

- 인천광역시 친환경·저에너지 설계 가이드라인 개정
- (적용 대상) 건축용도 및 규모에 따라 4개 군으로 분류하여 차등 적용

[표 2-8] 인천광역시 녹색건축물 조성계획 적용 대상 분류

대구분	주거	비주거
㉠	1,000세대 이상	연면적 합계 10만㎡ 이상
㉡	300세대 이상 ~ 1,000세대 미만	연면적 합계 1만㎡ 이상 ~ 10만㎡ 미만
㉢	30세대 이상 ~ 300세대 미만	연면적 합계 3천㎡ 이상 ~ 1만㎡ 미만
㉣	30세대 미만	연면적 합계 500㎡ 이상 ~ 3천㎡ 미만

출처 : 인천광역시 녹색건축물 조성계획

② 친환경, 에너지 성능·관리 기준

[표 2-9] 인천광역시 녹색건축물 조성계획 친환경 에너지 성능·관리 기준

구분		평가내용		적용기준	
녹색건축인증				㉠	그린 2등급
				㉡	그린 3등급
				㉢	그린 4등급
건축물 에너지효율등급		주거		㉠	평균전용면적 60㎡ 초과: 1+등급 이상 평균전용면적 60㎡ 이하: 1등급 이상
				㉡, ㉢ ²⁾	평균전용면적 60㎡ 초과: 1등급 이상 평균전용면적 60㎡ 이하: 2등급 이상
		비주거		㉠	1+등급 이상
				㉡	1등급 이상
				㉢	2등급 이상
		외피성능 향상	단열성능 평균 열관류율 (W/㎡·K)	거실 외벽	공통
지붕	EPI 건축부문 2번 항목 0.8점 이상				
기밀성능	창 및 문		EPI 건축부문 3번 항목 0.8점 이상		
			EPI 건축부문 5번 항목 0.9점 이상		
냉·난방 에너지절감	냉·난방 열원설비 ¹⁾		EPI 기계부문 1번/2번 항목 0.9점 이상 (열원설비 신설 또는 교체의 경우)		
	폐열회수 환기장치				
전력 에너지절감	LED 조명기기 전력량 비율		EPI 기계부문 6번 항목 적용		
	대기전력차단장치		EPI 전기부문 11번 항목 0.8점 이상 EPI 전기부문 12번 항목 0.8점 이상		
냉방부하 저감	외부 차양장치		공통	㉠, ㉡, ㉢	남향 및 서향 거실 투광부에 외부차양 ⁴⁾ 설치 권장

- 1) 평가내용 중 냉·난방 열원설비와 관련된 냉·난방 장치 설치 기준은 별표1에 따름
 - 2) '17.12.15. 이후 시행 중인 「에너지절약형 친환경주택의 건설기준」(국토교통부고시)을 적용하는 주거용(㉡, ㉢)의 경우에는 건축물 에너지효율등급 인증을 받지 않을 수 있음
 - 3) 에너지성능지표(EPI): EPI의 점수 및 내용은 별표2에 따름
 - 4) 외부차양 : 고정형 차양으로 외부 수직 또는 수평 차양, 가동형 차양으로 외부 또는 유리 사이 차양을 말함
- 출처 : 인천광역시 녹색건축물 조성계획

③ 신·재생에너지 부분

- 신·재생에너지 부분은 공공건축물에서는 법적 기준을 의무화로 제시하였고, 민간건축물 기준은 장기적으로 녹색건축물에 적극 반영할 수 있도록 설정

[표 2-10] 인천광역시 녹색건축물 조성계획 신·재생에너지 연도별 설치비율

구분	2019	2020	2021	2022	2023~	
공공건축물 (의무)	27%	30%	-	-	-	
민간건축물 (자율)	주거	5%	6%	7%	8%	9%
	비주거	7%	8%	9%	10%	11%

주. 설치비율 = 신재생에너지(난방용량+냉방용량+전기용량+급탕용량) / 전체 설비용량 (난방+냉방+전기+급탕)의 합 × 100
출처 : 인천광역시 녹색건축물 조성계획

④ 제로에너지건축물 인증 의무화

- 녹색건축물 조성지원법 제17조에 따라 2020년부터 연면적 1,000㎡ 이상 신축, 재축 또는 별도 증축 공공건축물 의무화 시행
- 2025년부터는 공공부문 500㎡ 이상, 민간 부분에도 연면적 1,000㎡ 이상 신축, 재축 또는 별도 증축 공공건축물 의무화 시행 적용

(2) 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안 행정예고⁸⁾

- 2030 인천시 온실가스 감축로드맵 목표 달성을 위해 녹색건축물 설계기준 제정 고시안 행정예고(2021.10.7.)
- (적용 대상) 「녹색건축물 조성 지원법」 제14조에 따른 에너지 절약계획서 제출 대상 건축물, 「주택법」 제15조에 따른 사업계획승인 대상 공동주택
- (적용 방법) 건축물 용도 및 규모에 따라 4개 군으로 분류하여 차등 적용

[표 2-11] 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안 적용 대상 분류

대구분	주거	비주거
㉔	1,000세대 이상	연면적 합계 10만㎡ 이상
㉕	300세대 이상 ~ 1,000세대 미만	연면적 합계 1만㎡ 이상 ~ 10만㎡ 미만
㉖	30세대 이상 ~ 300세대 미만	연면적 합계 3천㎡ 이상 ~ 1만㎡ 미만
㉗	30세대 미만 (연면적 합계 500㎡ 이상)	연면적 합계 500㎡ 이상 ~ 3천㎡ 미만

출처 : 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안

- (건축물 용도 및 규모 산정)
 - (용도) 「건축법 시행령」 별표 1에 따라 다음과 같이 구분
 - (주거) 제2호 공동주택 중 아파트, 연립주택, 다세대주택
 - (비주거) 제2호 공동주택 중 기숙사, 제3호부터 제29호까지
 - ※ 동일 대지 내 주거와 비주거 용도를 구분하여 각각 적용

8) 2021.9.30.~10.20 기간 동안 예고 및 의견 제출을 받았으며, 고시후 3개월이 경과한 날부터 시행

- (규모) 주거는 동별 세대수의 합계, 비주거는 동별 연면적의 합계. 다만, 「건축물의 에너지절약설계기준」(국토교통부 고시)에 따른 냉·난방 면적이 연면적의 50% 미만인 경우에는 냉난방 면적의 합계를 적용

※ 적용 대상이 여러 동일 경우, 각 동의 세대수 및 연면적을 합하여 산정

○ 설계기준 중 에너지 성능 부문

[표 2-12] 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안 에너지 성능 부문 평가내용 및 적용기준

구분	평가내용		적용기준		
에너지성능	건축물 에너지효율등급		주거	㉠	평균전용면적 60㎡ 초과: 1+등급 이상 평균전용면적 60㎡ 이하: 1등급 이상
				㉡, ㉢ ¹⁾	평균전용면적 60㎡ 초과: 1등급 이상 평균전용면적 60㎡ 이하: 2등급 이상
			비주거	㉠	1+등급 이상
				㉡	1등급 이상
				㉢	2등급 이상
			외피성능 향상	단열성능 평균 열관류율 (W/㎡·K)	거실 외벽
지붕	EPI 건축부문 2번 항목 0.8점 이상				
바닥	EPI 건축부문 3번 항목 0.8점 이상				
기밀성능	창 및 문	EPI 건축부문 5번 항목 0.9점 이상			
	냉·난방 에너지절감	냉·난방 열원설비 ¹⁾	EPI 기계부문 1번/2번 항목 0.9점 이상 (열원설비 신설 또는 교체의 경우)		
폐열회수 환기장치		EPI 기계부문 6번 항목 적용			
전력 에너지절감	LED 조명기기 전력량 비율		EPI 전기부문 11번 항목 0.8점 이상		
	대기전력차단장치		EPI 전기부문 12번 항목 0.8점 이상		
냉방부하 저감	외부 차양장치		공통	㉠, ㉡	남향 및 서향 거실 투광부에 외부차양 ²⁾ 설치 권장

※ 에너지성능의 세부평가는 「건축물 에너지절약설계기준」(국토교통부 고시) [서식1] 에너지절약계획 설계 검토서의 근거서류·평가 기준을 따름

- 냉·난방 장치 설치기준은 별표1, EPI(에너지성능지표) 점수 및 내용은 별표2 참고

1) 2017.12.15. 이후 시행중인 「에너지절약형 친환경주택의 건설기준」(국토교통부고시)을 적용하는 주거용(㉡, ㉢)의 경우에는 건축물 에너지효율등급 인증을 받지 않을 수 있음

2) 외부차양: 고정형 차양으로 외부 수직 또는 수평 차양, 가동형 차양으로 외부 또는 유리 사이 차양

출처 : 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안

○ 설계기준 중 에너지 관리 부문

[표 2-13] 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안 에너지 관리 부문 평가내용 및 적용기준

평가내용	적용기준		
	대상	주거	비주거
에너지 모니터링 및 데이터 분석	㉠	㉠+데이터 분석기능	㉠+BEMS 설치
	㉡	㉡+공용부분 에너지 원별 ¹⁾ 모니터링 기능	㉡+5종 이상 에너지 용도별 ²⁾ 모니터링 기능
	㉢	세대별 에너지원별 모니터링 기능	에너지원별 모니터링 +데이터 분석 기능

1) 에너지원별: 건물에 사용되는 모든 에너지(전기, 가스, 지역냉난방, 수도 등)

2) 5종 이상 에너지 용도별 구분 기준: [필수] 난방, 냉방, 급탕 [선택] 공조용 팬, 펌프(냉온수 순환, 급수 및 급탕 펌프), 전등, 전열, 엘리베이터 중 선택

출처 : 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안

○ 설계기준 중 신·재생에너지 부문

- 연도별 설치비율(%)

[표 2-14] 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안 신재생에너지 연도별 설치비율

구분	평가내용	2021년	2022~2023년	2024~2025년	2026~2027년	2028~2029년	2030년~
공공건축물	신·재생 에너지 시설의 설치비율	30%	32%	34%	36%	38%	40%
민간 주거 건축물		7%	8%	9%	10%	11%	12%
비주거		9%	10%	11%	12%	13%	14%

출처 : 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안

- 규모별 설치비율(%)

[표 2-15] 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안 신재생에너지 규모별 설치비율

평가내용	적용기준		
	대상	주거용	비주거용
$\text{신·재생에너지 공급의무 비율}(\%)^1 = \frac{\text{신·재생에너지 생산량}}{\text{예상 에너지사용량}} \times 100$	㉠	연도별 설치비율	연도별 설치비율
	㉡	연도별 설치비율-0.5%포인트	연도별 설치비율-1.0%포인트
	㉢	연도별 설치비율-1.0%포인트	연도별 설치비율-2.0%포인트
	㉣	자율	자율
태양광 발전설비 의무설치	㉠,㉡,㉢	태양광 발전설비 의무설치 용량(kWp) = 대지면적(m ²) × 0.01(kWp/m ²)	

1) 세부 산출방식은 「신·재생에너지 설비의 지원 등에 관한 규정」(산업통상자원부 고시) 및 「신·재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침」(한국에너지공단 산·재생에너지센터)을 따름 (다만, 공동주택은 용도별 단위에너지사용량을 230kWh/m²·년으로 반영)

※ 태양광 발전설비 의무설치 시 추후 설비용량 증설을 대비한 사전배관 및 인버터 등 계획 반영

출처 : 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안

○ (녹색건축물 인센티브)

- 건축물 에너지효율 인증등급 및 녹색건축 인증등급에 따른 완화비용

[표 2-16] 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안 녹색건축물 인센티브 (건축물 에너지효율 인증등급 및 녹색건축 인증등급별 완화비용)

녹색건축 인증 등급	최우수 (그린1등급)	우수 (그린2등급)
건축물에너지효율 인증등급		
1+등급	9%	6%
1등급	6%	3%

출처 : 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안

- 제로에너지건축물 인증등급 등에 따른 완화기준에 따른 완화비용

[표 2-17] 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안 녹색건축물 인센티브 (제로에너지건축물 인증등급별 완화비용)

제로에너지건축물 인증 등급	최대완화비용
ZEB 1 에너지 자립률 100% 이상인 건축물	15%
ZEB 2 에너지 자립률 80% 이상 ~ 100% 미만인 건축물	14%
ZEB 3 에너지 자립률 60% 이상 ~ 80% 미만인 건축물	13%
ZEB 4 에너지 자립률 40% 이상 ~ 60% 미만인 건축물	12%

※ 건축물 에너지효율등급 인증 1++등급을 획득하고, 에너지 자립률 20%미만인 경우 최대 완화비용은 10%

출처 : 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안

- 건축물의 신축시 골조공사에 재활용 건축자재 사용에 따른 완화비용

[표 2-18] 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안 녹색건축물 인센티브 (신축시 골조공사 재활용 건축자재 사용량별 완화비용)

재활용 건축자재 사용량의 용적비율	최대완화비용
15% 이상 사용하는 경우	5%
20% 이상 사용하는 경우	10%
25% 이상 사용하는 경우	15%

출처 : 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안

- 신축(증·개축 포함) 건축물의 취득세 감면(2020.12.29. 시행)

[표 2-19] 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안 녹색건축물 인센티브 (신축 건축물 취득세 감면)

녹색건축 인증 등급	최우수 (그린1등급)	우수 (그린2등급)
건축물에너지효율 인증등급		
1+등급 이상	10%	5%

출처 : 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안

- 건축물의 재산세 감면

[표 2-20] 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안 녹색건축물 인센티브 (건축물 재산세 감면)

녹색건축 인증 등급	최우수 (그린1등급)	우수 (그린2등급)
건축물에너지효율 인증등급		
1+등급 이상	10%	7%
1등급	7%	3%

※ 위 인센티브는 관계법령 및 기준 개정시 개정된 규정에 따름

※ 인증받은 날(준공일 이전에 인증을 받은 경우에는 준공일 기준)부터 5년간 경감

출처 : 인천광역시 녹색건축물 설계기준 제정 고시안

(3) 인천광역시 녹색건축물 조성 지원에 관한 조례

- (목적) 「녹색건축물 조성 지원법」에서 위임한 사항과 인천광역시의 녹색건축물 조성 정책에 관한 기본적인 사항을 규정함으로써 저탄소 녹색성장 실현 및 시민의 복리향상에 기여
- (녹색건축물 조성계획의 수립 등) ① 시장은 「녹색건축물 조성 지원법」(이하 “법”이라 한다) 제7조제1항에 따라 국토교통부장관이 수립하는 녹색건축물 기본계획에 의거 녹색건축물 조성계획(이하 “조성계획”이라 한다)을 5년마다 수립·시행하여야 한다
- ② 법 제7조제1항제6호에서 “그 밖에 녹색건축물 조성을 지원하기 위하여 시·도의 조례로 정하는 사항”이란 다음 각 호의 사항을 말한다
 1. 녹색건축물 관련 연구개발 및 전문인력 육성에 관한 사항
 2. 녹색건축물 조성 시범사업에 관한 사항
 3. 녹색건축물 정보체계의 구축·운영에 관한 사항
 4. 녹색건축물의 확대를 위한 행정적·재정적 지원 및 조세 감면 등의 지원에 관한 사항

- 5. 녹색건축물 설계기준 설정에 관한 사항
 - 6. 그 밖에 시장이 녹색건축물 조성을 지원하기 위하여 필요하다고 인정하는 사항
- 그밖에 녹색건축물 조성에 관한 실태조사, 건축물의 에너지 소비 총량 관리, 녹색건축물 조성 시범사업 실시, 녹색건축물 조성 지원, 그린리모델링에 대한 지원, 그린리모델링 기금 조성 등에 대한 내용을 포함

2. 건축물 에너지 관련 주요 제도

1) 국내 제도

- 건축물 에너지효율등급, 제로에너지건축물 인증, 녹색건축 인증을 받아야 녹색건축물로 인정되며, 제로에너지건축물 인증을 따로 받거나 건축물 에너지효율등급과 녹색건축 인증을 받을 때 인센티브가 부여됨(김민경·남현정, 2019)
- 특히 건축물 에너지효율등급인증과 제로에너지건축물 인증은 「건축물 에너지효율 등급 인증 및 제로에너지건축물 인증에 관한 규칙」에서 통합해서 제시하고 있음

(1) 건축물 에너지효율등급 인증제도⁹⁾

- (목적) 건물의 에너지 소요량 및 이산화탄소 발생량을 포함한 건물의 에너지 성능을 평가하여 인증함으로써 에너지 이용 효율 향상을 도모
- (제도 정의) 자발적 신청을 통해 건물의 설계도서를 통하여 난방, 냉방, 급탕 등 에너지 소요량과 이산화탄소 발생량을 평가하여 에너지 성능에 따라 10개 등급(1+++ ~7등급)으로 인증
- (추진 근거)
 - 「건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증에 관한 규칙」
 - 「(국토교통부) 건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증기준」
 - 「건축물 에너지효율등급 인증제도 운영 규정」
- (인증대상)¹⁰⁾
 - 「건축법 시행령」 별표 1 각 호에 따른 건축물을 대상으로 함

9) 다음을 참고로 해서 작성함

- (국토교통부) 건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증 기준(국토교통부고시 제2020-574호), 2020.8.13. [일부개정]
- 건축물 에너지효율등급 인증 시스템 홈페이지 https://beec.energy.or.kr/BC/BC02/BC02_03_001.do
- 그린투게더 홈페이지 <https://www.greentogogether.go.kr/>

10) 건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증에 관한 규칙(국토교통부령 제878호), 2021.8.23. [일부개정], (산업통상자원부령 제430호), 2021.8.23. [일부개정]

- 다만, 「건축법 시행령」 별표 1 제3호부터 제13호까지 및 제15호부터 제29호까지의 규정에 따른 건축물 중 국토교통부장관과 산업통상자원부장관이 공동으로 고시하는 실내 냉방·난방 온도 설정 조건으로 인증 평가가 불가능한 건축물 또는 이에 해당하는 전체 연면적의 100분의 50 이상을 차지하는 건축물은 제외¹¹⁾

※ 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증 표시 의무 대상 건축물 : 다음 조건에 모두 해당하는 경우

[표 2-21] 에너지효율등급 인증 또는 제로에너지건축물 인증 표시 의무 대상 건축물

요건	에너지효율등급 인증 표시 의무 대상	제로에너지건축물 인증 및 에너지효율등급 인증 표시 의무 대상
소유 또는 관리 주체	가. 제9조제2항 각 호의 기관 : 중앙행정기관의 장, 지방자치단체의 장, 공공기관 및 교육기관의 장이 신축 또는 관리하고 있는 건축물 나. 시·도의 교육청	
건축 및 리모델링 범위	신축·재축 또는 증축하는 경우일 것 증축의 경우 기존 건축물 대지에 별개의 건축물로 증축하는 경우로 한정	
건축물 범위	법 제17조제5항제1호에 따라 국토교통부와 산업통상자원부의 공동부령으로 정하는 건축물	법 제17조제5항제1호에 따라 국토교통부와 산업통상자원부의 공동부령으로 정하는 건축물 다만, 공동주택 및 「건축법 시행령」 별표1 제2호라목에 따른 기숙사는 제외
건축물 연면적	가. 공동주택 및 「건축법 시행령」 별표1 제2호 라목에 따른 기숙사의 경우: 3천제곱미터 이상 나. 그 밖의 건축물 : 1천제곱미터 이상	1천제곱미터 이상
에너지절약계획서 제출 대상 여부	제출 대상일 것	

출처 : 녹색건축물 조성 지원법 시행령 [별표1]

- 즉, 신축재축 또는 기존 건축물의 대지에 별개의 건축물로 증축하는 연면적 1,000㎡이상의 에너지절약계획서 제출 대상 공공건축물은 인증 표시 의무 대상 건축물에 해당함 (단, 공동주택 및 「건축법 시행령」 별표1 제2호 라목의 기숙사는 제외)¹²⁾

11) 소규모 건축물도 건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증을 신청할 수 있도록 2021년 8월 23일에 일부 용도에 대해 제한되어 있는 냉·난방 면적 최소 제한 규정 삭제 (출처 : 건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증에 관한 규칙 조문별 재개정이유서)

12) 제로에너지건축물 홈페이지 https://zeb.energy.or.kr/BC/BC03/BC03_05_001.do

- (신청 시기) 예비인증은 설계단계, 본인증은 준공단계에 신청
- (인증등급 평가방법) 신청건물의 난방·냉방·급탕·조명·환기 에너지 소요량을 각각 산출하고, 이를 해당 공간의 바닥면적으로 나눈 뒤 합산하여 단위면적당 전체 1차 에너지 소요량을 산출하여 평가

$$\text{단위면적당 에너지 소요량} = \sum \frac{\text{에너지}_i \text{소요량}}{\text{에너지}_i \text{가 요구되는 공간의 바닥면적}}$$

(i = 난방용, 냉방용, 급탕용, 조명용, 환기용)

- 주1. 냉방 설비가 없는 주거용 건축물의 경우, 냉방 평가항목을 제외
- 주2. 단위면적당 1차 에너지 소요량 = 단위면적당 에너지 소요량 × 1차 에너지 환산계수
- 주3. 신재생에너지 생산량은 에너지 소요량에 반영되어 효율 등급 평가에 포함

○ (인증 등급)

[표 2-22] 건축물 에너지효율등급 인증 등급

	연간 단위면적당 1차 에너지 소요량 (kWh/m ² ·년)	
	주거용 건물	주거용 이외의 건물
1+++	60 미만	80 미만
1++	60 이상 90 미만	80 이상 140 미만
1+	90 이상 120 미만	140 이상 200 미만
1	120 이상 150 미만	200 이상 260 미만
2	150 이상 190 미만	260 이상 320 미만
3	190 이상 230 미만	320 이상 380 미만
4	230 이상 270 미만	380 이상 450 미만
5	270 이상 320 미만	450 이상 520 미만
6	320 이상 370 미만	520 이상 610 미만
7	370 이상 420 미만	610 이상 700 미만

- 주1. 주거용 건축물 : 단독주택 및 공동주택 (기숙사 제외)
 - 주2. 비주거용 건축물 : 주거용 건축물을 제외한 건축물
 - 주3. 등외 등급을 받은 건축물의 인증은 등외로 표기
 - 주4. 등급산정의 기준이 되는 1차 에너지 소요량은 용도 등에 따른 보정계수를 반영한 결과임
- 출처 : 「건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증기준」 별표2

○ (인증 구분)

- (예비인증) 설계도서에 반영된 내용만으로 평가된 결과를 바탕으로 건축물 에너지효율 등급을 인증

- (본인증) 최종 설계도면을 통해 평가된 결과와 현장실사를 거쳐 건축물 에너지효율등급을 인증

[표 2-23] 주용도별 건축물 에너지효율등급 인증 현황

	전국		인천	
	본인증	예비인증	본인증	예비인증
주거시설	3,040	9,043	201	767
업무시설	1,555	2,498	77	144
교육연구시설	1,261	1,872	74	109
제1종근린생활시설	159	390	6	18
문화및집회시설	117	270	10	18
운동시설	98	283	5	16
기타	758	1,479	35	96

출처 : 건축물 에너지효율등급 인증 시스템 홈페이지 <https://beec.energy.or.kr/BC/main/main.do> (검색일: 2021.11.15.)

○ (인증마크)

[그림 2-4] 건축물 에너지효율등급 인증마크 (국문, 영문)



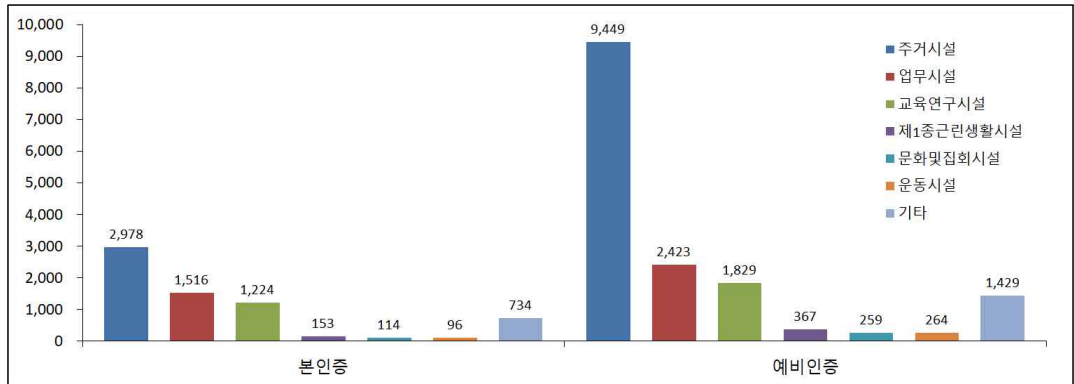
출처 : 건축물 에너지효율등급 인증 시스템 홈페이지 <https://beec.energy.or.kr/BC/main/main.do>

○ (유효기간) 10년

○ (인증 현황) 전국 및 인천시 건축물 에너지효율등급 현황은 다음 [그림 2-5], [그림 2-6]과 같음

- 전국과 인천의 건축물 에너지효율등급 현황을 살펴보면 본인증과 예비인증 모두 주거시설이 가장 많았고, 그다음 업무시설, 교육연구시설, 기타 등의 순이었음

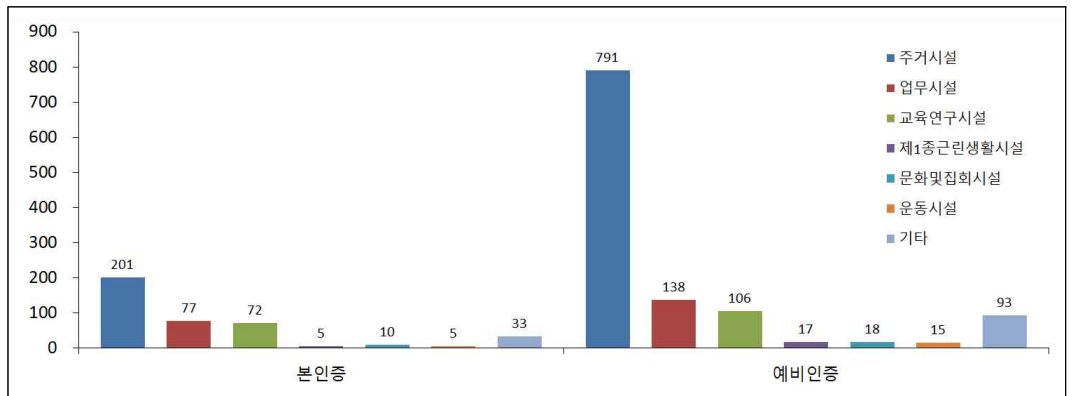
[그림 2-5] 건축물 에너지효율등급 건수 (전국)



주. 2021년 9월 기준

출처 : 건축물 에너지효율등급 인증 시스템 홈페이지 <https://beec.energy.or.kr/BC/main/main.do> (검색일: 2021.09.19.)

[그림 2-6] 건축물 에너지효율등급 건수 (인천)



주. 2021년 9월 기준

출처 : 건축물 에너지효율등급 인증 시스템 홈페이지 <https://beec.energy.or.kr/BC/main/main.do> (검색일: 2021.09.19.)

○ 한편, 인천 학교시설의 건물효율인증 발급 현황을 살펴보면 다음 [표 2-24]와 같음

- 예비인증 기준 1++등급이 55건(75.3%)으로 가장 많았고, 그다음 1+++등급(10건), 1+등급(7건), 1등급(1건) 순이었음
- 본인증 기준 1++등급이 36건(73.5%)으로 가장 많았고, 그다음 1+등급(7건), 1+++등급(6건) 순이었음

[표 2-24] 인천광역시 학교시설 건물효율인증 발급 현황

		유치원	초등학교	중학교	고등학교	특수학교	합계
예비인증	1+++등급	1	7	2	-	-	10 (13.7%)
	1++등급	8	27+2	9+2	5	4	53+2 (75.3%)
	1+등급	2	3	-	2	-	7 (9.6%)
	1등급	1	-	-	-	-	1 (1.4%)
	소계	12	37+2	11+2	7	4	71+2 (100%)
본인증	1+++등급	-	4	1	-	1	6 (12.2%)
	1++등급	4	18+1	6+1	5	2	35+1 (73.5%)
	1+등급	4	1	1	1	-	7 (14.3%)
	소계	8	23+1	8+2	6	3	48+1 (100%)

주1. +로 별도 표시한 것은 초·중학교 합동으로 인증 취득

주2. 2021년 9월 기준임

출처 : 한국에너지공단 자료

(2) 제로에너지건축물 인증제도¹³⁾

- (제로에너지건축) 단열·기밀성능 강화를 통해 건축물의 냉·난방 에너지사용량을 최소화(패시브)하고, 태양광, 지열 등 신·재생에너지 설비를 통해 에너지를 생산(액티브)함으로써 에너지 소비를 최소화하는 건축물
- (추진 근거)
 - 「녹색건축물 조성 지원법」 제17조
 - 「녹색건축물 조성 지원법 시행령」 제12조
 - 「건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증에 관한 규칙」
 - 「(국토교통부) 건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증기준」
- (인증대상) 건축물 에너지효율등급 인증대상 중 건축주가 제로에너지건축물 인증을 신청하는 건물

13) 제로에너지건축물 홈페이지 <https://zeb.energy.or.kr/>

건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증 기준(국토교통부고시 제2020-574호), 2020.8.13.

[일부개정]

국토교통부(2019.6.21.) 제로에너지건축, 건축을 넘어 도시로! 이제 시작합니다 - 국토교통부, 제로에너지건축 보급 확산 방안 발표 (검색일: 2021년 10월 23일)

- 단독 · 공동주택, 업무시설, 근린생활시설 등 대부분 용도의 건축물을 포함
- (의무 대상) 공공기관에서 에너지절약계획서 제출 대상 중 연면적 1,000㎡ 이상이고, 건축물 인증기준이 마련된 건축물을 신축, 재축, 별동 증축(연면적 1,000㎡ 이상)하는 경우 제로에너지건축물 인증 취득해야 함
- (제로에너지건축 의무화 세부 로드맵 수정) 2016년 수립된 「제로에너지건축 의무화 로드맵」에서는 2020년에 중소규모 건축물(5백~3천㎡)부터 적용할 예정이었다가 추가공사비 부담 여력이 큰 중대형 건축물(1천㎡ 이상)부터 적용하는 것으로 로드맵 수정

[그림 2-7] 제로에너지건축 의무화 세부 로드맵 수정(안)



출처 : 국토교통부(2019.6.21.) 제로에너지건축, 건축을 넘어 도시로 이제 시작합니다 - 국토교통부, 제로에너지건축 보급 확산 방안 발표 (검색일: 2021년 10월 23일)

○ (인증기준)

- ① 건축물 에너지효율등급 : 인증 등급 1++ 이상
- ② 에너지 자립률(%) 20% 이상

$$\text{에너지 자립률} = \frac{\text{단위면적당 1차 에너지 생산량(kWh/m}^2\cdot\text{년)}}{\text{단위면적당 1차 에너지 소비량(kWh/m}^2\cdot\text{년)}} \times 100$$

※ 「녹색건축물 조성 지원법」 제15조 및 시행령 제11조에 따른 용적률 완화시 대지 내 에너지 자립률을 기준으로 적용

• 단위면적당 1차 에너지 생산량

$$= \text{대지 내 단위면적당 1차 에너지 순생산량}^* + \text{대지 외 단위면적당 1차 에너지 순생산량} \times \text{보정계수}^{**}$$

* 단위면적당 1차 에너지 순생산량 = $\Sigma[(\text{산·재생에너지 생산량} - \text{산·재생에너지 생산에 필요한 에너지 소비량}) \times \text{해당 1차 에너지 환산계수}] / \text{평가면적}$

** 보정계수

대지 내 에너지 자립률	10% 미만	10% 이상~ 15% 미만	15% 이상~ 20% 미만	20% 이상~
대지 외 생산량 가중치	0.7	0.8	0.9	1.0

주. 대지 내 에너지자립률 산정시 단위면적당 1차 에너지 생산량은 대지 내 단위면적당 1차 에너지 순 생산량만을 고려

- 단위면적당 1차 에너지 소비량 = $\Sigma(\text{에너지 소비량} \times \text{해당 1차 에너지 환산계수}) / \text{평가면적}$
- * 냉방 설비가 없는 주거용 건축물(단독주택이나 기숙사를 제외한 공동주택)의 경우 냉방평가 항목을 제외

- ③ 건축물에너지관리시스템(BEMS) 또는 원격검침전자식 계량기 설치 확인
- (인증 등급) 에너지효율등급 1++ 이상을 충족하고 건물에너지관리시스템을 설치한 건축물 중 에너지 자립률에 따라 5개 등급으로 구분

[표 2-25] 제로에너지건축물 인증 등급

에너지효율등급	에너지 자립률	제로에너지등급
1++등급* 이상 (* 최저 7등급 대비 80% 절감)	100% 이상	1등급
	80% 이상 100% 미만	2등급
	60% 이상 80% 미만	3등급
	40% 이상 60% 미만	4등급
	20% 이상 40% 미만	5등급

출처 : 국토교통부 보도자료 (2019.6.21.) 제로에너지건축, 건축을 넘어 도시로! 이제 시작합니다 - 국토교통부, 제로에너지건축 보급 확산 방안 발표

- (인센티브)
- (건축기준 완화 (용적률, 건축물 높이 등)) 인증 등급에 따라 11~15% 적용

[표 2-26] 제로에너지건축물 인증등급별 건축기준 최대 완화 비율

등급	ZEB 1	ZEB 2	ZEB 3	ZEB 4	ZEB 5
건축기준 최대 완화 비율	15%	14%	13%	12%	11%

출처 : 제로에너지건축물 홈페이지 <https://zeb.energy.or.kr/>

- 법적 근거 : 「녹색건축물 조성 지원법」 제 15조 및 같은법 시행령 제 11조, 건축물의 에너지절약설계기준 [별표 9]
- (세제 혜택) 건축물 또는 주택취득세 최대 15% 감면

- 법적근거 : 「지방세특례제한법」 제 47조의2 및 같은 법 시행령 제24조
- (주택도시기금 대출한도 상향) 제로에너지건축물 인증을 받은 공공임대주택 및 분양주택에 대해 주택도시기금 대출한도 20% 상향
- 법적 근거 : 「2020년도 주택도시기금 운영계획」
- (신·재생에너지 설치보조금) 신·재생에너지 설치 보조 지원사업(건물지원사업, 융·복합 지원사업) 신청 시 가점 부여
- 법적 근거 : 산업통상자원부 신·재생에너지보급사업 공고
- (기반시설 기부채납 부담수준) 기반시설 기부채납 부담수준(해당 사업부지 면적의 8%) 최대 15% 경감률 적용
- 법적 근거 : 「주택건설사업 기반시설 기부채납 운영기준」 2-2-2
- (에너지이용 합리화 자금지원) 제로에너지건축물 예비인증을 취득한 건축물의 에너지효율 관련 설비 투자 시 투자비의 일부를 장기 저리로 지원
- 법적 근거 : 2020년도 에너지이용합리화사업을 위한 자금지원 지침 [별표 1]
- (건축물 에너지효율등급 인증 수수료 감면) 제로에너지건축물인증 표시 의무 대상이 아닌 민간건축물에 대해 건축물 에너지효율등급 인증 수수료 감면
- 법적 근거 : 「건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증기준」

[표 2-27] 제로에너지건축물 등급별 건축물 에너지효율등급 인증 수수료 감면 비율

등급	ZEB 1	ZEB 2	ZEB 3	ZEB 4	ZEB 5
감면 비율	100%	100%	100%	50%	30%

출처 : 제로에너지건축물 홈페이지 <https://zeb.energy.or.kr/>

[그림 2-8] 제로에너지건축물 인증 관련 시기별 신청가능 인센티브



출처 : 제로에너지건축물 홈페이지 <https://zeb.energy.or.kr/>

- (유효기간) 인증받은 날부터 해당 건축물에 대한 1++등급 이상의 건축물 에너지효율 등급 인증 유효기간 만료일까지의 기간
- (인증 현황) 전국 및 인천광역시 제로에너지건축물 인증 현황은 다음 [표 2-28]과 같음
 - 전국과 인천의 제로에너지건축물 인증 현황을 살펴보면 인증 구분과 관련해 본인증보다 예비인증이 대부분이고, 건물 구분과 관련해서 주거용 이외 건물이 대부분이며, 인증 등급은 ZEB 5가 대부분을 차지하고, 건물 용도와 관련해 교육연구시설, 업무시설, 운+동시설 등의 순이었음

[표 2-28] 제로에너지건축물 인증 현황 (전국 및 인천)

구분	세부 구분	전국	인천
인증 구분	예비인증	1,337 (95.2%)	74 (94.9%)
	본인증	68 (4.8%)	4 (5.1%)
건물 구분	주거용	26 (1.9%)	3 (3.8%)
	주거용 이외	1,379 (98.1%)	75 (96.2%)
인증 등급	ZEB 1	31 (2.2%)	1 (1.3%)
	ZEB 2	29 (2.1%)	0 (0%)
	ZEB 3	100 (7.1%)	6 (7.7%)
	ZEB 4	290 (20.6%)	12 (15.4%)
	ZEB 5	955 (68.0%)	59 (75.6%)
건물 용도	공동주택	13 (0.9%)	3 (3.8%)
	공장	20 (1.4%)	0 (0%)
	관광휴게시설	10 (0.7%)	0 (0%)
	교육연구시설	496 (35.3%)	26 (33.3%)
	교정및군사시설	93 (6.6%)	9 (11.5%)
	노유자시설	101 (7.2%)	7 (9.0%)
	단독주택	7 (0.5%)	0 (0%)
	동물및식물관련시설	3 (0.2%)	0 (0%)
	묘지관리시설	7 (0.5%)	0 (0%)
	문화및집회시설	75 (5.3%)	2 (2.6%)
	발전시설	10 (0.7%)	2 (2.6%)
	방송통신시설	5 (0.4%)	0 (0%)
	수련시설	26 (1.9%)	1 (1.3%)
	업무시설	282 (20.1%)	20 (25.6%)
	운동시설	122 (8.7%)	3 (3.8%)
	운수시설	13 (0.9%)	0 (0%)
	위험물저장및처리시설	1 (0.1%)	0 (0%)
	의료시설	5 (0.4%)	0 (0%)
	임대주택 (영구, 국민, 공공)	6 (0.4%)	0 (0%)
	자동차관리시설	4 (0.3%)	0 (0%)
	자원순환관련시설	4 (0.3%)	1 (1.3%)
	제1종근린생활시설	86 (6.1%)	2 (2.6%)
	제2종근린생활시설	12 (0.9%)	2 (2.6%)
	창고시설	1 (0.1%)	0 (0%)
	판매시설	3 (0.2%)	0 (0%)

주1. 2021년 10월 12일 검색

주2. 해당 항목 중 비중이 가장 큰 곳은 음영으로 표시

자료 : 제로에너지건축물 홈페이지(<https://zeb.energy.or.kr/>)에 있는 자료를 바탕으로 작성

- 한편, [표 2-29]와 같이 인천 학교시설 제로에너지건축물 인증을 받은 학교시설에는 초등학교가 제일 많았고(12개), 그다음 유치원(4개), 중학교(3개), 고등학교(2개) 순이었음

[표 2-29] 인천 학교시설 제로에너지건축물 인증 현황 (단위: 개)

	유치원	초등학교	중학교	고등학교	합계
ZEB 3	-	1	-	-	1
ZEB 4	-	1	-	1	1
ZEB 5	3	10	3	1	17
합계	4	12	3	2	21

주. 2021년 10월 12일 검색

자료 : 제로에너지건축물 홈페이지(<https://zeb.energy.or.kr/>)에 있는 자료를 바탕으로 작성

(3) 녹색건축인증(Green Standard for Energy and Environmental Design; G-SEED)¹⁴⁾

- (개요) 설계와 시공 유지, 관리 등 전 과정에 걸쳐 에너지 절약 및 환경오염 저감에 기여한 건축물에 대한 친환경 건축물 인증을 부여하는 제도
 - 지속가능한 개발의 실현을 목표로 인간과 자연이 서로 친화하며 공생할 수 있도록 계획된 건축물의 입지, 자재선정 및 시공, 유지관리, 폐기 등 건축의 전 생애(Life Cycle)를 대상으로 환경에 영향을 미치는 요소에 대한 평가를 통해 건축물의 환경성능을 인증
- (관계 법령)
 - 「녹색건축물 조성 지원법」 국토교통부 (2020.10)
 - 「녹색건축 인증에 관한 규칙」 환경부, 국토교통부령 (2021.4)
 - 「녹색건축 인증 기준」 환경부, 국토교통부 고시 (2021.4)
- (평가) 토지이용 및 교통, 에너지 및 환경오염, 재료 및 자원, 물순환 관리, 유지관리, 생태환경, 실내환경의 7개 전문분야의 평가항목별 점수를 합산하여 등급 인증

14) 녹색건축인증 홈페이지 <http://www.gseed.or.kr/laws.do>

한국환경산업기술원 녹색건축인증 홈페이지 <https://www.gbc.re.kr/app/info/outline.do>

[표 2-30] 녹색건축인증 평가항목

구분	범주	평가항목 및 내용
1. 토지이용 및 교통	생태적 가치	기존 대지의 생태학적 가치, 토지이용 현황, 용도지역 등
	인접 대지 영향	일조권 간섭방지 대책의 타당성
	교통 부하 저감	대중교통의 근접성 자전거 보관소 및 자전거도로 설치 여부
2. 에너지 및 환경오염	에너지 절약	에너지 성능(건축물의 에너지 절약 설계기준의 에너지성능지표 검토서 점수 또는 건축물 에너지효율 인증 등급을 근거로 평가)★ 용도별 사용에너지 측정할 수 있는 계량기 설치 여부 조명에너지 절약(조명밀도 및 조명방식 평가)
	지속가능한 에너지원 사용	신·재생에너지 시설의 설치 비율에 따라 점수를 부여
	지구온난화 방지	이산화탄소 배출 저감 시스템 적용 여부 오존층 보호를 위하여 특정물질의 사용 금지
3. 재료 및 자원	지속가능한 자원 활용	재활용 가능자원의 분리수거를 위한 시설 설치 및 분리 품목★ 음식물 쓰레기 분리수거 시설 및 재활용 계획 수립 여부 유효자원 재활용을 위한 친환경인증제품 사용 여부★ 재료의 탄소배출량 정보표시
	리모델링시에만 평가	기존 건축물의 주요 구조부 재사용으로 재료 및 자원의 절약☆ 기존 건축물의 비내력벽 재사용으로 재료 및 자원의 절약☆
4. 물순환 관리	순환 체계 구축	우수부하 절감 대책의 타당성
	수자원 절약	생활용 상수 절감 대책의 타당성★ 우수 활용 여부 중수의 활용 여부
5. 유지관리	체계적인 현장 관리	현장관리계획의 합리성
	효율적인 건물관리	장비/설비의 효과적인 운영/유지관리를 위한 메뉴얼 및 지침 제공 여부★ TAB 및 커미셔닝 실시 여부
	효율적인 세대관리	입주자들에게 사용자 유지관리 메뉴얼(문서 또는 전자문서) 제공 여부
6. 생태환경	대지 내 녹지공간 조성	자연지반 녹지율
	외부공간 및 건물 외피 생태적 기능 확보	생태면적률
	생물 서식 공간 조성	비오톱 조성
7. 실내환경	공기 환경	실내공기 오염물질(유해화학물질) 저방출 자재의 사용★ 자연 환기 성능 확보 여부(환기창 설치 여부) 신선한 외기를 도입하기 위한 공조 급·배기구 설계도서 확인 건축자재로부터 배출되는 그 밖의 유해물질 억제 (석면 포함 자재 사용 여부)
	온열환경	자동온도 조절장치 채택 여부
	음환경	층간 경계바닥의 바닥충격을 차단 및 세대 간 경계벽의 차음 성능 교통소음(도로, 철도)에 대한 실내 소음도
	쾌적한 실내환경 조성	휴식 및 재충전을 위한 공간 마련

★ : 필수항목 ☆ : 가산항목

출처 : 건축도시정책정보센터 홈페이지 <http://www.aurum.re.kr/>

○ 인증기준 중 '에너지 및 환경오염 기준'

[표 2-31] 녹색건축 인증기준에서 에너지 및 환경오염 기준 세부항목 및 배점

	신축 주거용	신축 단독주택	신축 비주거용	기존 주거용	기존 비주거용	그린 리모델링 주거용	그린 리모델링 비주거용
에너지 성능	12	12	12	8	6	10	10
시험조정평가(TAB) 및 커미셔닝 실시	-	-	2	-	-	-	-
에너지 모니터링 및 관리자원 장치	2	-	2	-	4	-	2
탄소포인트제 참여	-	-	-	6		2	-
조명에너지 절약	-	-	4	1	4	-	-
신·재생에너지 이용	3	3	3	3	3	-	-
저탄소 에너지원 기술의 적용	1	1	1	1	1	-	-
오존층 보호 및 지구온난화 저감	2	2	3	-	2	-	-
냉방에너지 절감을 위한 일사조절 계획 수립	-	-	2	-	-	-	-
고효율 가전기기 설치	-	-	-	-	1	-	-

주1. 에너지성능항목은 기존주거용, 기존비주거용에서만 필수항목이고, 나머지는 모두 필수항목임

주2. 나머지 항목은 모두 평가항목

출처 : 한국환경산업기술원 녹색건축인증 홈페이지 <https://www.gbc.re.kr/app/info/outline.do>

○ (인증대상) 다음과 같이 인증대상을 구분하며, 특히 공공기관에서 발주하는 연면적 3,000㎡ 이상 건축물은 의무 대상임

- (신축건축물)

- 주거용 건축물(공동주택, 일반주택), 단독주택
- 비주거용 건축물(일반건축물, 업무용 건축물, 학교시설, 숙박시설, 판매시설)

- (기존 건축물)

- 주거용 건축물(공동주택, 일반주택), 단독주택
- 비주거용 건축물(일반건축물, 업무용 건축물, 학교시설, 숙박시설, 판매시설)

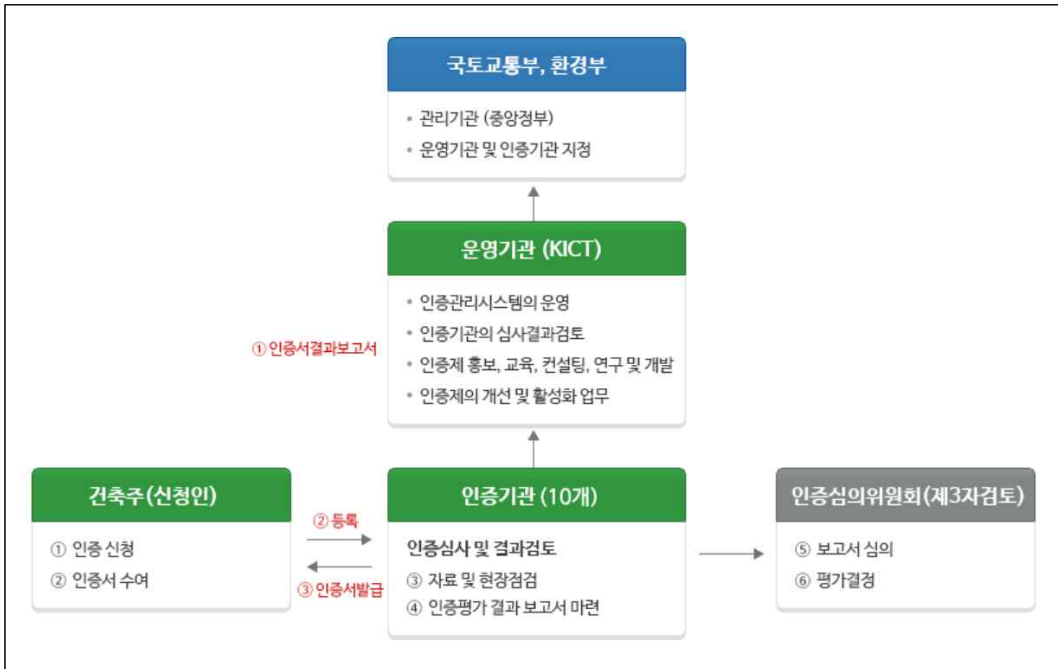
- (그린리모델링)

- 주거용 건축물
- 비주거용 건축물

※ 공공건축물은 우수등급(그린2등급) 이상 취득 의무화

○ (인증체계)

[그림 2-9] 녹색건축 인증제도 운영체계



출처: 녹색건축 인증제도 홈페이지 <http://www.gseed.or.kr/>

- (인증 등급) 녹색건축인증은 최우수(그린1등급), 우수(그린2등급), 우량(그린3등급), 일반(그린4등급)으로 구분

[그림 2-10] 녹색건축인증 인증마크



출처 : 한국환경산업기술원 녹색건축인증 홈페이지 <https://www.gbc.re22.kr/app/info/outline.do>

[표 2-32] 녹색건축인증 등급

		최우수(그린1등급)	우수(그린2등급)	우량(그린3등급)	일반(그린4등급)
신축	주거용 건축물	74점 이상	66점 이상	58점 이상	50점 이상
	단독주택	74점 이상	66점 이상	58점 이상	50점 이상
	비주거용 건축물	80점 이상	70점 이상	60점 이상	50점 이상
기존	주거용 건축물	69점 이상	61점 이상	53점 이상	45점 이상
	비주거용 건축물	75점 이상	65점 이상	55점 이상	45점 이상
그린리모델링	주거용 건축물	69점 이상	61점 이상	53점 이상	45점 이상
	비주거용 건축물	75점 이상	65점 이상	55점 이상	45점 이상

출처 : 한국환경산업기술원 녹색건축인증 홈페이지 <https://www.gbc.re.kr/app/info/outline.do>

○ (유효기간)

- 예비인증 : 인증 일자로부터 사용검사 또는 사용승인 완료 전
- 본인증 : 인증일자로부터 5년
- 인증 유효기간 연장 : 인증만료일 180일 신청(5년 기간 연장),
- 유효기간 경과 건축물은 2021년 9월 30일까지 연장신청 가능(인증서 발급일부터 5년)

○ (인센티브)

- 취득세 2019년 01월 01일부터 경감 (지방세특례제한법 제47조의2(녹색건축 인증 건축물에 대한 감면))

[표 2-33] 녹색건축인증 취득세 감면 인센티브

취득세 감면 (구, 취득세 및 등록세)	녹색건축 인증 등급 최우수	녹색건축 인증 등급 우수
에너지효율인증 1+등급	10%	5%
에너지효율인증 1등급	5%	3%

출처 : 한국환경산업기술원 녹색건축인증 홈페이지 <https://www.gbc.re.kr/app/info/outline.do>

- 건축물 기준완화(용적률, 건축물 높이 제한) (건축물의 에너지 절약 설계기준 제 16조[개정 2017.6.20.]

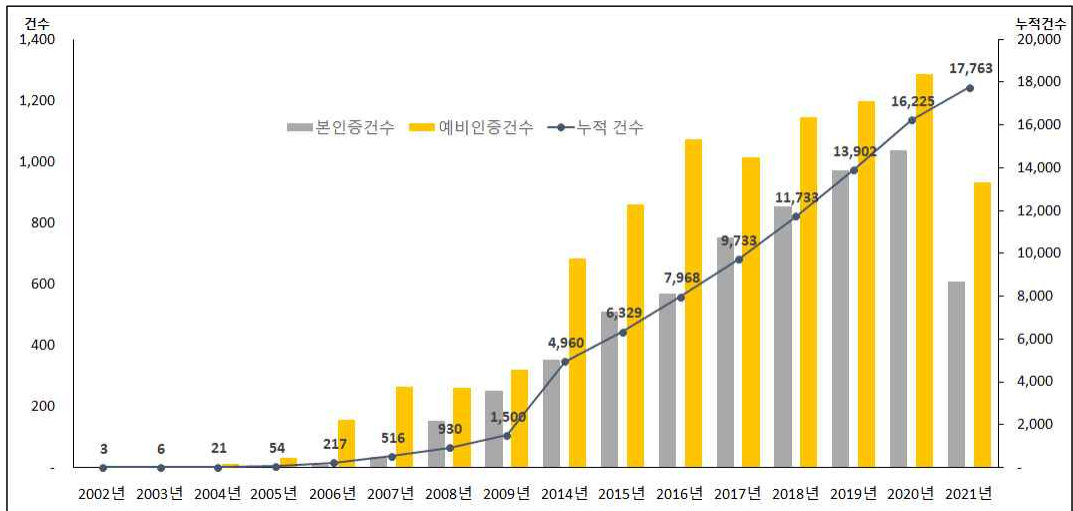
[표 2-34] 녹색건축인증 건축물 기준완화(용적률, 건축물높이제한) 인센티브

구분	녹색건축 인증 등급 최우수	녹색건축 인증 등급 우수
에너지효율인증 1+등급	9% 이하	6% 이하
에너지효율인증 1등급	6% 이하	3% 이하

출처 : 한국환경산업기술원 녹색건축인증 홈페이지 <https://www.gbc.re.kr/app/info/outline.do>

- (조달청 입찰참가자격 사전심사기준 가산점) 녹색건축물 사업 실적에 따라 입찰 시 최대 1점까지 가산
- 녹색건축인증 관련 주요 현황은 [그림 2-11], [표 2-35], [표 2-36], [그림 2-12], [그림 2-13]과 같음

[그림 2-11] 녹색건축인증 실적 현황 (2002년 ~ 2021년 8월)



출처: 녹색건축 인증제도 홈페이지 <http://www.gseed.or.kr/>

[표 2-35] 녹색건축인증 현황 (2021년도 1~8월 합계) (전국, 인천의 전체 및 학교시설)

구분	세부 구분	전체		학교시설	
		전국	인천	전국	인천
인증 구분	예비인증	932 (60.6%)	58 (63.0%)	40 (40.8%)	5 (45.5%)
	본인증	607 (39.4%)	34 (37.0%)	58 (59.2%)	6 (55.5%)
공공/민간	공공	717 (49.5%)	49 (53.3%)	95 (96.9%)	10 (90.9%)
	민간	822 (46.6%)	43 (46.7%)	3 (3.1%)	1 (9.1%)
건물 용도	신축비주거용	822 (53.4%)	41 (44.6%)	95 (96.9%)	11 (100%)
	신축주거용	483 (31.4%)	42 (45.7%)	0 (0%)	0 (0%)
	기존주거용	1 (0.1%)	0 (0.0%)	0 (0%)	0 (0%)
	기존비주거용	158 (10.3%)	1 (1.1%)	0 (0%)	0 (0%)
	복합건축물	3 (0.2%)	0 (0.0%)	3 (3.1%)	0 (0%)
	미기재	72 (4.7%)	8 (8.7%)	0 (0%)	0 (0%)
인증 등급	최우수(그린1등급)	34 (2.2%)	2 (2.2%)	0 (0%)	0 (0%)
	우수(그린2등급)	352 (22.9%)	51 (55.4%)	1 (1.0%)	0 (0%)
	우량(그린3등급)	205 (13.3%)	17 (18.5%)	31 (31.6%)	9 (81.8%)
	일반(그린4등급)	948 (61.6%)	22 (23.9%)	66 (67.3%)	2 (18.2%)
의무취득	해당	1,141 (74.1%)	67 (72.8%)	91 (92.9%)	11 (100%)
	해당없음	398 (25.9%)	25 (27.2%)	7 (7.1%)	0 (0%)
인센티브	해당	86 (5.6%)	5 (5.4%)	0 (0%)	0 (0%)
	해당없음	1,453 (94.4%)	87 (94.6%)	98 (100%)	11 (100%)
인센티브 내용	용적률	35 (40.7%)	0 (0%)		
	분양가	33 (38.4%)	1 (20.0%)		
	취득세	1 (1.2%)	3 (60.0%)		
	재산세	1 (1.2%)	0 (0%)		
	건축물 높이	4 (4.7%)	0 (0%)		
	취득세, 재산세	4 (4.7%)	0 (0%)		
	취득세, 용적률	2 (2.3%)	0 (0%)		
	용적률, 건축물높이	1 (1.2%)	0 (0%)		
	취득세, 재산세, 용적률	2 (2.3%)	0 (0%)		
	미기재	3 (3.5%)	1 (20.0%)		

주1. 2021년 10월 12일 검색

주2. 해당 항목 중 비중이 가장 큰 곳은 음영으로 표시

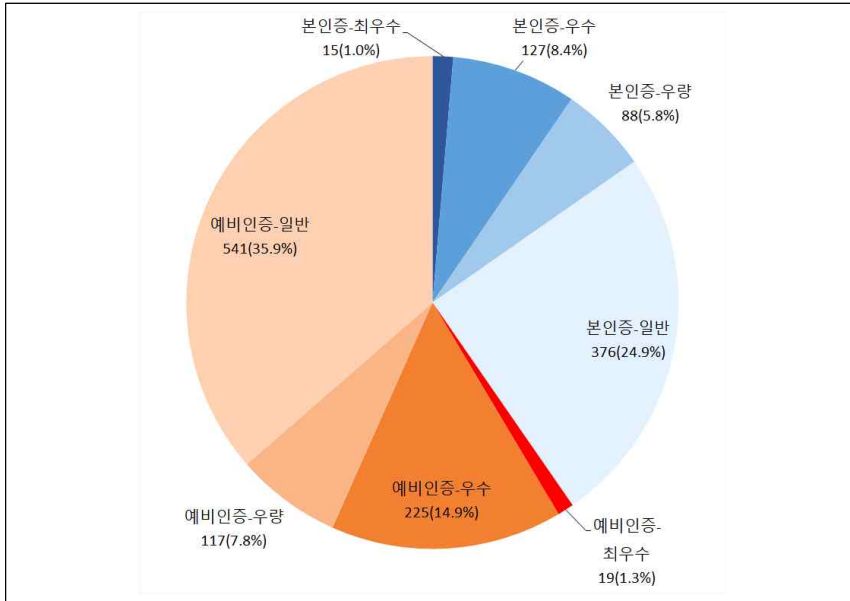
자료: 녹색건축 인증제도 홈페이지(<http://www.gseed.or.kr/>) 녹색건축인증 실적 자료를 바탕으로 작성

[표 2-36] 녹색건축인증 세부 실적 현황 (2002년~2021년 8월)

구분	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
계	최우수 (그린1등급)	-	2	3	8	10	13	20	26	49	51	63	74	68	77	65	58	71	64	34	
	우수 (그린2등급)	3	1	12	25	153	286	394	544	552	270	244	304	358	427	391	447	448	479	352	
	우량 (그린3등급)	-	-	-	-	-	-	-	-	13	75	106	148	209	251	248	283	288	297	205	
	일반 (그린4등급)	-	-	-	-	-	-	-	-	16	104	156	258	508	734	884	1,061	1,212	1,362	1,483	917
	소계	3	3	15	33	163	299	414	570	630	500	569	727	1,034	1,369	1,765	2,000	2,169	2,323	1,508	
본 인 증	최우수 (그린1등급)	-	-	1	2	2	6	11	10	9	12	19	30	43	39	38	26	28	26	15	
	우수 (그린2등급)	-	-	2	1	6	30	142	241	269	202	95	112	131	166	191	202	220	186	127	
	우량 (그린3등급)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	50	62	98	107	122	143	118	88	
	일반 (그린4등급)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	59	134	242	287	416	582	706	376	
	소계	-	-	3	3	8	36	153	251	278	218	179	244	351	510	752	855	973	1,066	606	
예 비 인 증	최우수 (그린1등급)	-	2	2	6	8	8	9	16	40	39	44	31	29	46	27	32	43	38	19	
	우수 (그린2등급)	3	1	10	24	147	256	252	303	283	68	149	192	227	261	200	245	228	293	225	
	우량 (그린3등급)	-	-	-	-	-	-	-	-	13	75	74	86	111	168	141	161	145	179	117	
	일반 (그린4등급)	-	-	-	-	-	-	-	-	16	100	123	199	374	492	645	707	780	777	541	
	소계	3	3	12	30	155	263	261	319	352	282	390	483	683	859	1,072	1,145	1,196	1,287	902	

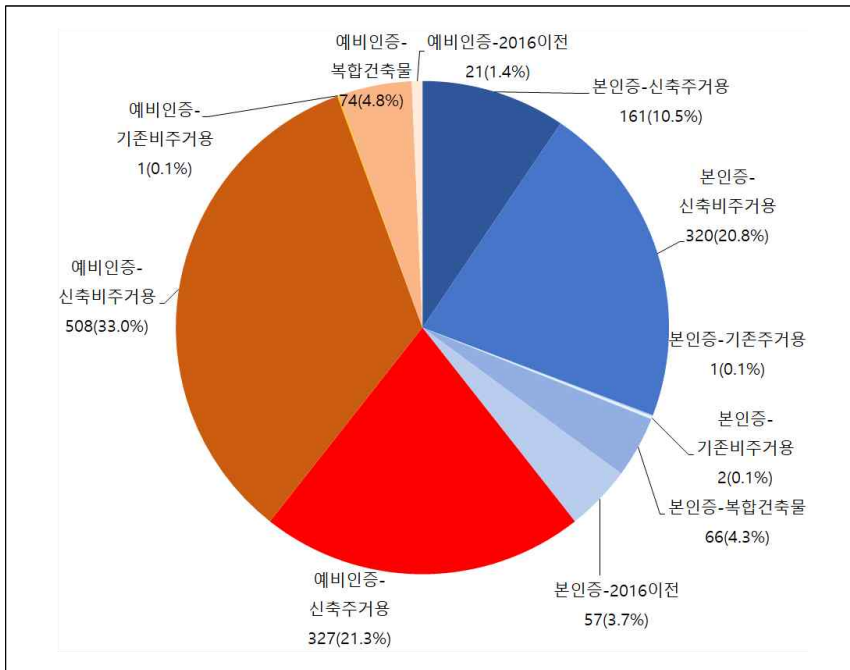
출처: 녹색건축 인증제도 홈페이지 <http://www.gseed.or.kr/>

[그림 2-12] 녹색건축인증 인증등급별 현황 (2021년 1~8월)



자료: 녹색건축 인증제도 홈페이지 인증 실적 자료를 바탕으로 작성

[그림 2-13] 녹색건축인증 인증용도별 현황 (2021년 1~8월)



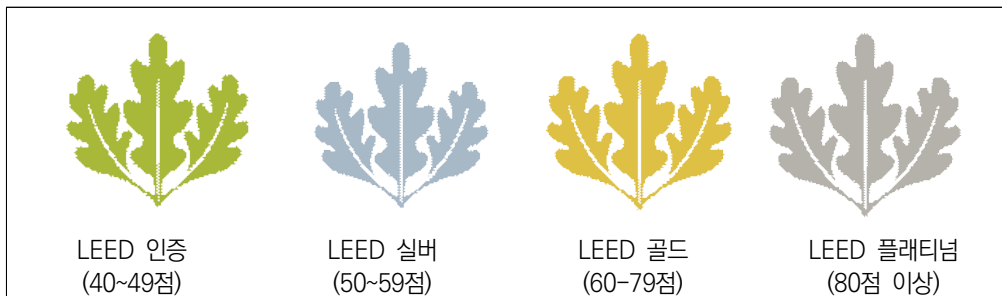
자료: 녹색건축 인증제도 홈페이지 인증 실적 자료를 바탕으로 작성

2) 미국 제도

(1) 친환경건축물 인증제도(Leadership in Energy and Environmental Design; LEED)

- 미국의 자발적 비영리 민간협의체인 녹색건축위원회(U.S. Green Building Council)에서 1998년에 개발한 녹색건물 인증제도로써 몇 번의 개정을 거쳐 현재 version 4.1까지 개발되어 있으며, 전 세계적으로 가장 많이 사용되고 있음
- LEED 인증은 지속가능한 대지(Sustainable Sites; SS), 효율적 물 사용(Water Efficiency; WE), 에너지 및 대기(Energy and Atmosphere; EA), 자재 및 자원(Materials and Resources; MR), 실내 환경 질(Indoor Environmental Quality; IEQ)의 5개 대분류(100점 만점)와 창의적 디자인(Innovation in Design; ID), 지역적 특성(Regional Priority; RP)의 2개 대분류(10점)를 합산한 점수로 평가하며, 점수 합계에 따라 4개 등급으로 평가
- 인증 등급

[그림 2-14] LEED 인증 등급별 마크



출처 : 미국 녹색건축위원회 홈페이지 <https://www.usgbc.org/leed>

- LEED는 주택, 단지개발, 상업용 인테리어, 신규 건축, 임대건물, 학교 및 의료기관, 상점 등 모든 유형 건물에 적용 가능하며, 건물의 라이프 사이클-설계, 시공, 운영 등의 모든 단계에서 적용 가능

[표 2-37] LEED 시스템

구분		내용
LEED BD+C (Building Design and Construction)		신축 및 주요 리노베이션
LEED ID+C (Interior Design and Construction)		인테리어 설계 및 신축
LEED O+M (Building Operations and Maintenance)		건물 운영 및 유지보수
LEED ND (Neighborhood Development)		근린지구 개발
LEED H (Homes)		저층 주택
사후평가 및 모니터링	LEED CC (Cities and Communities)	도시와 커뮤니티
	LEED Recertification	재인증
	LEED Zero	인증 건물 대상 탄소, 에너지, 물, 폐기물 등 연간 소비/배출을 0으로 하는 건물 조성방안

자료 : USGBC, <https://www.usgbc.org/leed> 홈페이지 참고

- LEED 시스템 중에서 에너지 및 대기 항목과 관련된 체크 리스트는 다음 [표 2-38]과 같음

[표 2-38] LEED 시스템 중 에너지 및 대기 항목 체크리스트

	New Construction	Core and Shell	schools	Retail	Data Centers	Warehouses & Distribution Cntrs	Hospitality	Healthcare
Building Design and Construction	전제조건							
	기본 시운전 및 검증/ 최소 에너지 성능/ 건물 수준 에너지 측정 / 기본 냉매 관리	6	6	6	6	6	6	6
	향상된 커미셔닝	18	18	16	18	18	18	20
	에너지 성능 최적화	1	1	1	1	1	1	1
	고급 에너지 측정	2	2	2	2	2	2	2
	그리드 조화	5	5	5	5	5	5	5
	재생에너지	1	1	1	1	1	1	1
	향상된 냉매 관리	33	33	31	33	33	33	35
	크레딧 합계							
Interior Design + Construction	Commercial Interiors		Retail		Hospitality			
	전제조건							
	기본 시운전 및 검증 / 최소 에너지 성능 / 기본 냉매 관리	5			5			5
	향상된 커미셔닝	24			24			24
	에너지 성능 최적화	2			2			2
	진전된 에너지 측정	6			6			6
	재생에너지	1			1			1
	향상된 냉매 관리	38			38			38
	크레딧 합계							
Operations + Maintenance	Existing Buildings		Interiors					
	전제조건							
	에너지 효율 관리 모범 사례 / 7분 냉매 관리	전제조건(33)		전제조건		전제조건(33)		
	에너지 성능	1					1	
	향상된 냉매 관리	1					-	
그리드 조화	35					34		
크레딧 합계								

		Multifamily	Core and Shell
Residential- Multifamily	기본 시스템 테스트 및 검증 / 최소 에너지 성능 / 에너지 측정 / 기본 냉매 관리	전제조건	
	향상된 커미셔닝	6	2
	옵션 1. 공급 공기 흐름 테스트	1	
	옵션 2. 압력 밸런싱	1	
	옵션 3. 향상된 커미셔닝	3	
	옵션 4. 향상된 모니터링 기반 커미셔닝	1	
	옵션 5. Envelope Commissioning	2	2
	에너지 성능 최적화	18	18
	옵션 1. 에너지 성능 중수	18	18
	옵션 2. New Buildings Institute Family Guide	13	13
	옵션 3. 주거 단위 에너지 시뮬레이션	18	18
	케이스 1. 신축	18	18
	케이스 2. 주요 리노베이션	18	
	전체 건축물 에너지 모니터링 및 보고	1	1
	그리드 조화	2	1
	케이스 1. 수요반응 프로그램 기능 및 참여	2	1
	케이스 2. 수요반응형 빌딩	1	1
	케이스 3. 부하 유연성 및 관리 전략	2	1
	재생에너지	5	5
	향상된 냉매 관리	1	
	옵션 1. 냉매가 없거나 저영향 냉매	1	
	옵션 2. 냉매 영향 계산	1	
	내부 온수관 단열재	1	
	크레딧 합계	34	27

주1. 숫자는 크레딧을 의미

주2. 커미셔닝은 건물주가 요구하는 건물 성능에 맞게 건축을 하기 위해 건물 설계, 시공 및 검증 과정을 표준화시켜 문서화하는 제도임.

자료 : USGBC, <https://www.usgbc.org/leed> 홈페이지 참고

3. 공공건축물 그린리모델링¹⁵⁾ 지원사업

1) 공공건축물 그린리모델링 지원사업¹⁶⁾

- (추진 근거) 「녹색건축물 조성 지원법」 제27조
- (사업 시행) 한국토지주택공사(그린리모델링센터)
- (주요 내용) 에너지 성능향상, 실내공기질 향상, 효율 개선 및 생활환경 개선을 위한 그린리모델링 사업비 지원
 - (지원대상) 준공 후 10년 이상 경과된 어린이집, 보건소(보건의료원·보건지소·건강생활 지원센터·보건진료소 포함), 의료시설
 - 「그린리모델링 지원사업 운영 등에 관한 고시」 제2조 제5호의 공공건축물 중 2012년 1월 1일 이전에 준공한 건축물로서 아래에 해당하는 시설
 - * 「영유아보육법」 제10조 제1호에 따른 국공립어린이집, 제4호에 따른 직장어린이집
 - * 「지역보건법」 제2조에 따른 보건소, 보건의료원, 보건지소 및 건강생활지원센터와 「농어촌 등 보건의료를 위한 특별조치법」 제2조 제4호에 따른 보건진료소
 - * 「공공보건의료에 관한 법률」 제2조 제3호에 따른 공공보건의료
- 이 지원사업은 한국판 뉴딜 10대 과제로 선정되었으며, 2020년 834건, 2021년 841건 사업 선정
- (사업 규모) 총 2,276억 원 (국비 기준)
- (지원 항목) 노후 건축물의 그린리모델링을 위한 사업비

15) 그린리모델링은 에너지 절약과 환경 보전을 위해 에너지부하 저감과 고효율 에너지설비 설치, 자원 재활용, 경공해저감 기술 적용 등을 통해 기존 건물의 성능을 향상시키고 경제적 가치 상승을 추구하는 총체적 개념임(최선우 외, 2012)

16) 국토교통부(2021)를 바탕으로 작성

[표 2-39] 공공건축물 그린리모델링 지원 항목

구분	그린리모델링 기술 요소
필수공사	고성능 창 및 문, 폐열회수형 환기장치, 내·외부 단열 보강, 고효율 냉난방장치, 고효율 보일러, 고효율 조명(LED), 신재생에너지(태양광), 건물에너지관리시스템(BEMS) 또는 원격검침전자식계량기
선택공사	Cool Roof(차열도료), 일사조절장치, 스마트에어샤워, 순간온수기 * 기타 에너지 성능향상 및 실내공기질 개선을 위한 공사
추가지원 가능공사	기존공사 철거 및 폐기물처리, 석면조사 및 제거, 구조안전보강, 기타 GR 관련 건축부대공사, 열원교체에 따른 공사비 또는 분담금, 전기용량증설 등 GR 관련 전기공사, 이사비 및 임차비용

자료 : 국토교통부(2021). 공공건축물 그린리모델링 지원사업 가이드라인

- (지원 상한액) 건축물 규모에 따라 구분하여 지원
 - 지원대상 건축물 연면적 기준으로 300만원/3.3㎡×보조율
 - 단, 소규모 건축물(건축물대장상 연면적 300㎡ 미만)인 경우 400만원/3.3㎡×보조율
 - 총사업비는 건축물대장에 명기된 연면적을 기준으로 산정하며, 총사업비 중 국비를 제외한 사업비는 지방비(또는 기관 자부담비)로 구분
- (지원 한도) 신청 주체에 따라 차등 보조율 적용
 - (서울특별시, 중앙행정기관, 공공기관) 그린리모델링 사업비의 50%
 - 서울 : 서울특별시, 관할 구, 산하 공공기관
 - 중앙 : 정부조직법에 따른 중앙행정기관
 - 공공 : 저탄소 녹색성장 기본법 시행령 제43조 1항에 따른 공공기관 및 교육기관 (단, “서울시 외 지자체” 산하 공공기관은 제외)
 - (그 외) 그린리모델링 사업비의 70%
 - 그 외 : 서울시 외 지자체, 관할 시군구, 산하 공공기관

[표 2-40] 공공건축물 그린리모델링 사업비 지원 한도

사업비 지원 한도	구분	국비 지원금액	국비 지원 비율
300만원 / 3.3㎡ (연면적 300㎡ 이상)	서울, 중앙, 공공	150만원 / 3.3㎡	50%
	그외	210만원 / 3.3㎡	70%
400만원 / 3.3㎡ (연면적 300㎡ 미만) * 소규모 건축물	서울, 중앙, 공공	200만원 / 3.3㎡	50%
	그외	280만원 / 3.3㎡	70%

주. 지자체 부담분에 대한 광역-기초 간 분담 비율은 해당 지자체에서 자체적으로 설정
 자료 : 국토교통부(2021). 공공건축물 그린리모델링 지원사업 가이드라인

- (복합건축물 지원) 여러 용도가 혼재된 경우 사업대상 용도(어린이집, 보건소, 의료시설)에 대해서만 지원가능
 - 단, 원만한 건축계획을 위해서 복합용도 건축물 면적(전용면적) 중 사업대상 용도면적(전용면적) 비율이 50% 이상시 전체건축물을 대상으로 100% 지원 가능 (50% 미만은 지원 불가)
- (임차건축물 지원) 임차한 건축물(준공 후 10년경과)은 임차 기간이 2026년 1월 1일 이후까지 계약체결 된 경우 지원 가능
 - 사업대상기관이 임차한 건축물이 복합용도인 경우, 임차한 면적에 대해서만 지원가능 하며 민간이 사용하는 타 용도 지원 불가
- (국비 활용 가능 범위) 2021년 사업과 관련된 용역, 공사, 이주비, 기반시설비용 등에 사용 가능

2) 인천시 공공건축물 그린리모델링 공모사업

- 인천광역시 2021년 공공건축물 그린리모델링 공모사업을 통해 총 24개소 그린리모델링 사업을 진행
 - 공공건축물 그린리모델링은 주로 어린이·노약자·환자 등이 이용하는 노후 공공건축물을 녹색건축물로 전환해 에너지 성능을 향상시키고 정주환경을 개선하는 사업임
 - 국토교통부 주관 사업으로 인천시는 사업대상 24개소 총사업비 81억 중 국비 57억 원을 확보
 - 2021년 선정된 24개 사업은 2022년 공사착공 및 준공을 목표로 연말까지 설계용역 진행
 - 에너지, 생활환경, 신기술, 미관 등 건축물의 리모델링 기준을 신축건물 수준으로 설정
 - 에너지 절감률 최소 30% 이상 개선, 환기시스템 설치를 통한 실내 미세먼지 75% 이상 절감 효과 기대
- 2021년도 사업개요
 - 2021년 사업대상: 총 24개소(기존 18개소, 추가 6개소)
 - 총사업비: 8,164,859천원(국비 70%, 시비 15%, 구비 15%)
 - 국비 5,715,402천원 /시비 1,478,085천원/ 구비 971,372천원

[표 2-41] 2021년 인천광역시 공공건축물 그린리모델링 공모사업 지원대상 리스트

연번	군·구	유형	건축물명	준공 년도	연면적(㎡)	비고
1	시	어린이집	두루미어린이집	2001	982.2	
2	시	의료시설	인천제2시립노인치매요양병원	2009	2,989	
3	중구	어린이집	금산어린이집	2001	273.1	
4	동구		금창어린이집	1988	1217.29	
5	동구		만석어린이집	1993	429.35	
6	부평구		삼산1동어린이집	2010	320.1	
7			산곡2동어린이집	2010	520.43	
8			부개1동어린이집	2010	353.7	
9	계양구		구립새대영어린이집	1995	84.95	
10			구립아이존어린이집	2006	94	
11			제일아이뜰어린이집	2006	53	
12			구립 신비어린이집	2009	282	
13			작전어린이집	1984	392	
14			계양어린이집	2004	706	
15			병방어린이집	1996	292	
16			구립 샘터어린이집	1991	299	
17	서구		검단어린이집	2005	1172.8	
18	강화군		길상군립어린이집	2006	988.56	
19	중구		장미어린이집	1981	460.16	추가
20			찬솔어린이집	1980	55	추가
21			비둘기어린이집	1982	397.44	추가
22			갈매기어린이집	1988	164.79	추가
23			하늘어린이집	2008	515.02	추가
24			미추홀구	연지어린이집	2010	899.8

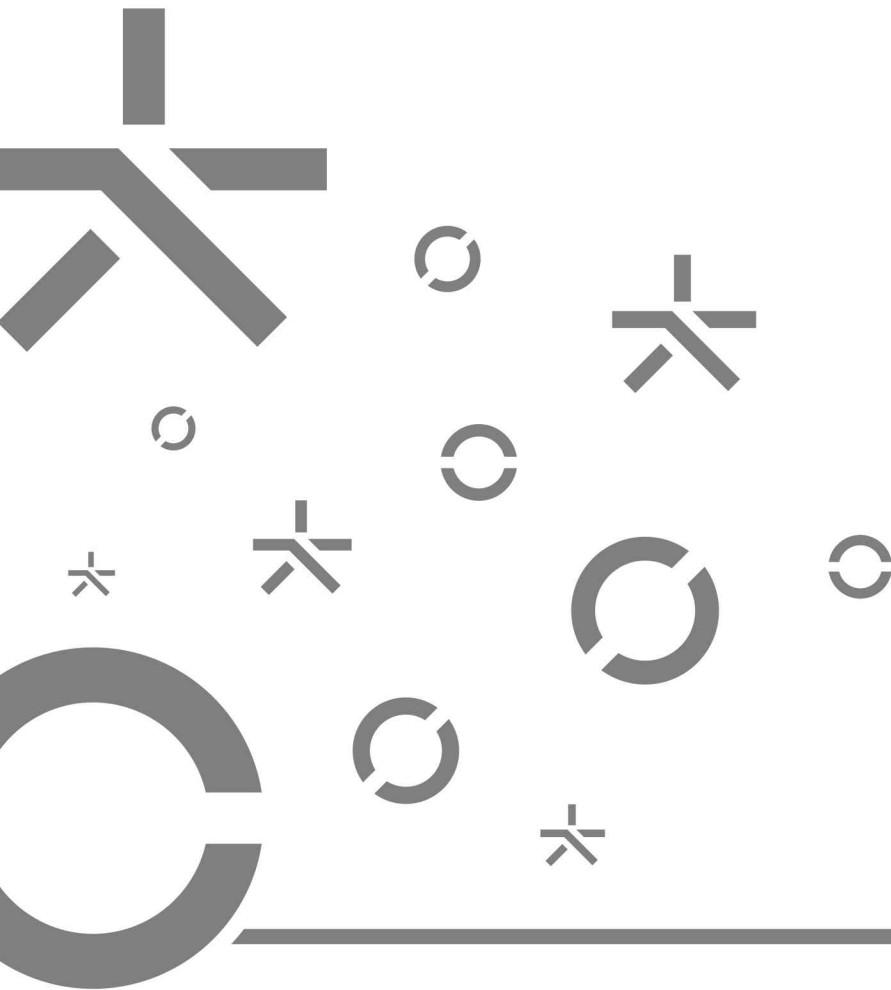
출처 : 인천광역시(2021.9.15.) 인천시 노후 공공건축물 정주환경 개선한다. - 2021년 그린리모델링 공모사업 6개소 추가선정, 총 24개소 사업 착수 / 에너지, 생활환경, 신기술, 미관 등 신축건물 수준으로 리모델링 / 에너지·미세먼지 절감 효과 기대

○ 한편, 2020년도 그린리모델링 선정 리스트는 다음 [표 2-42]와 같음

[표 2-42] 2020년 인천광역시 공공건축물 그린리모델링 공모사업 지원대상 리스트

연번	군·구	유형	건축물명	준공 년도	연면적(㎡)	비고
1	시	의료시설	인천광역시 의료원	1997	33,071	
2		의료시설	인천광역시 제1노인치매요양병원	2001	2,840	
3	동구	어린이집	동구사랑어린이집	1999	527	
4		어린이집	화평어린이집	1992	287	
5	미추홀구	보건소	미추홀구보건소	2001	3,697	
6		어린이집	미추홀어린이집	2001	227	
7			제물포어린이집	1983	306	
8			한울타리어린이집	1983	479	
9			종달새어린이집	1982	599	
10			푸른숲어린이집	1993	407	
11			만월어린이집	1995	498	
12	남동구	어린이집	늘푸른어린이집	2001	272	
13			고잔어린이집	1998	700	
14			부평3동어린이집	2005	281	
15	부평구		부개3동어린이집	2003	542	
16			이웃사랑어린이집	1997	850	
17	서구		보건소	서구보건소	1995	3,410
18		어린이집	석남어린이집	1993	590	
19			가좌1동어린이집	1993	463	
20	강화군	어린이집	강화남산군립어린이집	1998	503	
21			불은군립어린이집	1997	990	
22			강화권립어린이집	2005	821	

인천광역시 학교시설 에너지 소비 현황



인천광역시 학교시설 에너지 소비 현황

1. 인천광역시 전체 건축물 에너지 소비 현황

- 먼저 2020년 기준 전국 광역자치체별 건축물 현황 및 에너지 사용량 현황은 다음 [표 3-1]과 같음
 - 인천의 경우, 168,407개 동이 소재하고 있고, 연면적은 172,704,692㎡이며, 1,930,525TOE만큼의 에너지를 소비하고 있고, 이는 전국 대비 건물동수 기준 3.2%, 연면적 기준 5.3%, 에너지사용량 기준 5.8%(전기 기준 5.3%, 도시가스 기준 6.0%, 지역난방 기준 7.9%)에 해당함

[표 3-1] 광역지자체별 건축물 현황 및 에너지 사용량 현황 (2020년 기준)

지역	건물동수	연면적(㎡)	에너지사용량 (단위: TOE)			
			전기	도시가스	지역난방	합계
서울	539,438	551,017,511	3,393,817	3,539,057	494,704	7,427,578
부산	264,698	210,366,992	1,025,440	844,091	28,526	1,898,057
대구	204,830	149,782,902	744,370	662,903	82,641	1,489,914
인천	168,407	172,704,692	919,909	815,893	194,723	1,930,525
광주	116,694	94,250,937	441,996	453,937	29,238	925,171
대전	114,707	103,758,694	563,169	456,958	58,806	1,078,933
울산	102,192	72,891,041	411,522	361,499	0	773,021
세종	24,016	23,762,305	104,062	37,889	62,290	204,242
경기	870,085	834,420,879	4,277,320	3,154,231	1,356,080	8,787,631
강원	285,372	108,947,043	634,106	304,373	0	938,479
충북	263,471	109,963,563	580,211	337,263	54,008	971,482
충남	333,903	144,614,362	739,003	493,868	30,305	1,263,177
전북	312,596	122,582,471	590,513	448,247	4,543	1,043,303
전남	415,601	119,069,908	600,989	313,059	10,179	924,228
경북	554,612	182,681,647	852,353	579,821	9,515	1,441,688
경남	507,014	214,444,285	1,061,606	683,625	54,646	1,799,877
제주	130,758	46,637,920	257,139	32,062	0	289,201
합계	5,208,393	3,261,897,151	17,197,527	13,518,777	2,470,203	33,186,507

자료 : 그린투게더 홈페이지 <https://www.greentogether.go.kr>

- 2020년 기준 인천광역시의 건물 현황 및 건물에너지 사용량 현황을 주용도별 살펴보면 다음 [표 3-2]와 같음
 - 건물동수로는 단독주택, 공동주택, 제2종근린생활시설 등의 순으로 많고, 연면적으로는 공동주택, 단독주택, 공장 등의 순으로 많으며, 에너지사용량으로는 공동주택, 단독주택, 업무시설 등의 순으로 큼

[표 3-2] 인천광역시 주용도별 건물 현황 및 건축물 에너지 사용량 현황 (2020년 기준)

지역	건물동수	연면적(㎡)	에너지사용량 (단위: TOE)			
			전기	도시가스	지역난방	합계
단독주택	81,236	14,768,501	80,473	128,481	1,427	210,381
공동주택	36,495	87,152,463	308,268	484,649	163,143	956,060
제1종근린생활시설	13,505	8,795,366	84,804	28,149	1,298	114,251
제2종근린생활시설	15,354	9,865,351	82,824	36,330	819	119,973
문화및집회시설	223	849,503	4,103	925	1,762	6,790
종교시설	872	1,434,339	4,105	3,189	22	7,316
판매시설	388	3,650,833	31,592	8,782	3,602	43,976
운수시설	316	2,400,406	10,716	4,558	-	15,274
의료시설	238	1,505,384	19,130	16,299	736	36,165
교육연구시설	2,606	9,669,743	46,190	17,714	7,737	71,640
노유자시설	1,506	1,304,300	6,865	7,833	15	14,713
수련시설	75	88583	278	154	18	450
운동시설	175	472,508	4,055	2,308	140	6,503
업무시설	1,858	10,860,698	96,676	41,971	9,937	148,583
숙박시설	1,624	2,136,033	14,236	10,653	1,419	26,307
위락시설	164	153,611	1,729	237	-	1,967
공장	5,178	11,221,066	36,382	8,591	1,990	46,963
창고시설	1,931	1,977,239	10,042	281	-	10,323
위험물저장및처리시설	825	302,466	28,877	176	-	29,053
자동차관련시설	1,020	1,666,489	9,500	2,343	108	11,952
동·식물관련시설	1,009	290,048	1,089	98	-	1,188
교정및군사시설	344	303,237	707	1,505	-	2,212
방송통신시설	38	188,081	6,327	148	349	6,824
발전시설	514	644,492	1,774	0	-	1,774
묘지관련시설	18	28,868	391	1,302	-	1,693
관광휴게시설	97	123,926	907	390	-	1,297
장례식장	12	24,831	202	70	-	272
자원순환관련시설	482	413,064	24,261	7,389	201	31,851
야영장시설	13	1,173	46	-	-	46
기타	291	412,091	3,362	1,367	-	4,729

주. 에너지사용량은 전기, 도시가스, 지역난방만 포함

자료 : 그린투게더 홈페이지 <https://www.greentogether.go.kr>

2. 인천광역시 학교시설 에너지 소비 현황

1) 인천광역시 교육연구시설 에너지 소비 현황

- 2020년 기준 전국 광역지자체 교육연구시설¹⁷⁾의 건물에너지 사용량 현황은 다음 [표 3-3]과 같음
 - 인천의 경우, 교육연구시설 관련해 2,606개 동이 소재하고 있고, 연면적은 9,669,743㎡²이며, 71,640TOE만큼의 에너지를 소비하고 있고, 이는 전국 교육연구시설 건물동수 기준 3.9%, 연면적 기준 4.8%, 에너지사용량 기준 4.8%(전기 기준 4.5%, 도시가스 기준 4.1%, 지역난방 기준 19.6%)에 해당함
 - 인천 전체 건물 대비로 보면 인천의 교육연구시설은 인천 전체 건물동수(168,407개)의 1.5%, 전체 연면적(172,704,692㎡)의 5.6%를 차지하고 전체 건물에너지 소비량(1,930,525TOE)의 3.7%(전기소비량의 5.0%, 도시가스 소비량의 2.2%, 지역난방 소비량의 4.4%)(2020년 기준)를 차지하고 있음¹⁸⁾
 - 인천광역시 교육연구시설 현황 및 건물에너지 사용량 현황을 군·구별로 살펴보면 다음 [표 3-4]와 같음

17) 건축법상 교육연구시설에는 다음이 포함됨 (출처 : 건축법 시행령 [별표 1])

가. 학교(유치원, 초등학교, 중학교, 고등학교, 전문대학, 대학, 대학교, 그 밖에 이에 준하는 각종 학교를 말한다)

나. 교육원(연수원, 그 밖에 이와 비슷한 것을 포함한다)

다. 직업훈련소(운전 및 정비 관련 직업훈련소는 제외한다)

라. 학원(자동차학원 무도학원 및 정보통신기술을 활용하여 원격으로 교습하는 것은 제외한다),
교습소(자동차교습무도교습 및 정보통신기술을 활용하여 원격으로 교습하는 것은 제외한다)

마. 연구소(연구소에 준하는 시험소와 계측계량소를 포함한다)

바. 도서관

18) 그린투게더 홈페이지 <https://www.greentogether.go.kr/sta/stat-data.do#>

[표 3-3] 전국 교육연구시설 건물에너지 사용량 현황 (2020년 기준)

지역	건물동수	연면적(m ²)	에너지사용량 (단위: TOE)			
			전기	도시가스	지역난방	합계
서울	6,995	36,685,485	196,824	120,522	2,072	319,418
부산	3,363	11,165,152	44,363	14,653	558	59,573
대구	2,622	9,043,634	37,731	16,666	2,437	56,833
인천	2,606	9,669,743	46,190	17,714	7,737	71,640
광주	1,568	7,707,357	30,297	11,769	384	42,449
대전	2,528	10,156,321	112,584	47,327	300	160,212
울산	1,549	4,096,121	17,898	7,588	0	25,487
세종	348	1,979,154	8,105	3,021	825	11,950
경기	11,675	42,793,334	255,832	118,748	17,561	392,141
강원	5,101	9,446,225	42,428	7,297	0	49,725
충북	3,403	7,199,285	38,396	11,480	1,646	51,521
충남	5,171	9,673,579	40,804	12,719	231	53,754
전북	4,513	8,413,610	35,363	8,346	0	43,710
전남	4,283	7,526,942	26,346	5,202	423	31,972
경북	5,908	11,497,857	42,321	12,205	3,904	58,431
경남	4,478	11,012,158	43,975	11,428	1,401	56,803
제주	1,327	2,521,854	10,503	380	0	10,883
합계	67,438	200,587,810	1,029,960	427,065	39,478	1,496,503

자료 : 그린투게더 홈페이지 <https://www.greentogogether.go.kr>

[표 3-4] 인천광역시 군·구별 교육연구시설 건물에너지 사용량 현황 (2020년 기준)

지역	건물동수	연면적(m ²)	에너지사용량 (단위: TOE)			
			전기	도시가스	지역난방	합계
중구	171	556,350	2,198	1,067	2	3,267
동구	71	215,083	978	336	-	1,314
미추홀구	431	1,327,726	5,614	2,625	-	8,239
연수구	329	2,730,450	15,248	3,640	6,487	25,375
남동구	302	1,147,206	4,287	2,090	779	7,156
부평구	342	1,134,637	4,635	2,115	99	6,849
계양구	169	772,577	4,380	1,926	11	6,317
서구	330	1,441,765	7,514	3,793	359	11,666
강화군	368	287,528	1,146	123	-	1,269
옹진군	93	56,423	189	-	-	189

주. 에너지사용량은 전기, 도시가스, 지역난방만 포함

자료 : 그린투게더 홈페이지 <https://www.greentogogether.go.kr>

2) 인천광역시 학교시설 노후도 현황

- 인천광역시 학교시설의 에너지 소비와 관련 있는 건물 노후도, 즉 연령 분포를 살펴보면 다음 [표 3-5]와 같음

[표 3-5] 인천광역시 학교시설 연령 분포 (2020년)

연령	유치원	초등학교	중학교	고등학교	기타학교	합계
10년 미만	38	96	48	62	11	255 (15.2%)
10년 이상~15년 미만	25	112	42	42	8	229 (13.6%)
15년 이상~20년 미만	13	90	49	103	9	264 (15.7%)
20년 이상~25년 미만	20	199	85	69	26	399 (23.7%)
25년 이상~30년 미만	20	33	11	28	2	94 (5.6%)
30년 이상~35년 미만	17	19	5	19	5	65 (3.9%)
35년 이상	15	88	10	26	36	175 (10.4%)
기타	4	83	37	50	26	200 (11.9%)
소계	152	720	287	399	123	1,681 (100%)

주1. 고등학교에 일반고등학교, 특수목적고등학교, 특성화고등학교, 자율고등학교 포함

주2. 기타학교에 특수학교도 포함

자료 : 건축물 생애이력 관리시스템 노후도별/용도별 건축물 현황을 바탕으로 작성

- 인천광역시 학교시설은 건물연령이 '20~25년 미만'이 가장 많았고(23.7%), 그다음 '15~20년 미만'(15.7%), '10년 미만'(15.2%) 등의 순으로 많았음
- 유치원의 경우 '10년 미만'이 가장 비중이 컸고, 초등학교, 중학교는 '20~25년 미만', 고등학교는 '15~20년 미만', 기타학교는 '35년 이상'의 비중이 가장 컸음
- 참고로 전국 학교시설의 연령 분포를 살펴보면 다음 [표 3-6]과 같음

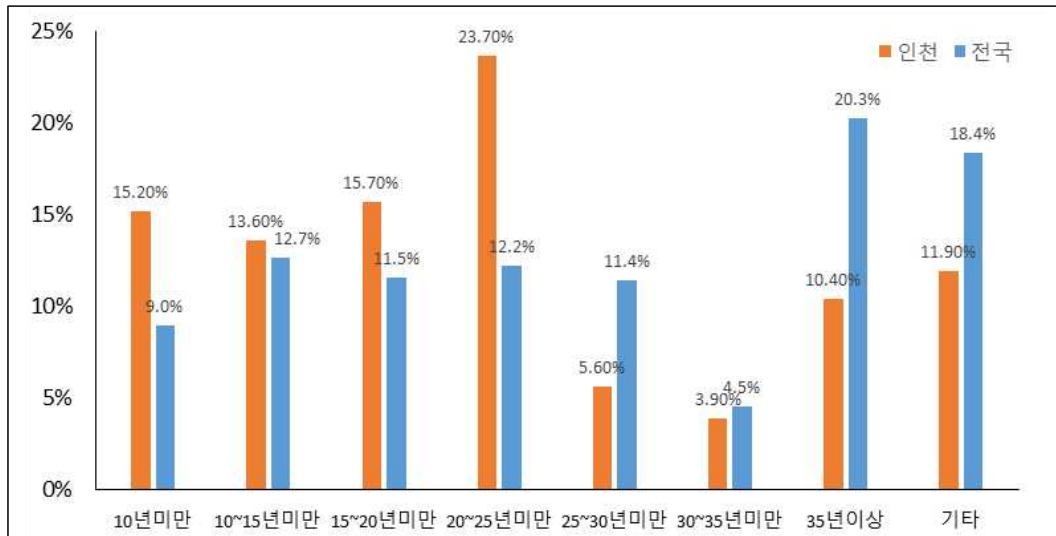
[표 3-6] 전국 학교시설 연령 분포 (2020년)

연령	유치원	초등학교	중학교	고등학교	기타학교	합계
10년 미만	422	1,377	651	980	192	3,622 (9.0%)
10년 이상~15년 미만	899	1,862	877	1,224	232	5,094 (12.7%)
15년 이상~20년 미만	393	1,614	949	1,270	421	4,647 (11.5%)
20년 이상~25년 미만	361	1,861	679	1,167	850	4,918 (12.2%)
25년 이상~30년 미만	523	1,807	665	847	767	4,609 (11.4%)
30년 이상~35년 미만	211	651	189	375	397	1,823 (4.5%)
35년 이상	221	3,572	969	1,356	2,036	8,154 (20.3%)
기타	70	3,466	1,044	1,613	1,197	7,390 (18.4%)
소계	3,100	16,210	6,023	8,832	6,092	40,257 (100%)

자료 : 건축물 생애이력 관리시스템 노후도별/용도별 건축물 현황을 바탕으로 작성

- 30년 이상 된 학교시설의 비중은 전국이 43.1%, 인천이 26.2%로 인천지역에서 노후도 학교시설 비중이 상대적으로 작고, 15년 미만 학교시설의 비중은 전국이 21.7%, 인천이 28.8%임

[그림 3-1] 인천 및 전국 학교시설 연령 분포 비교 (2020년)

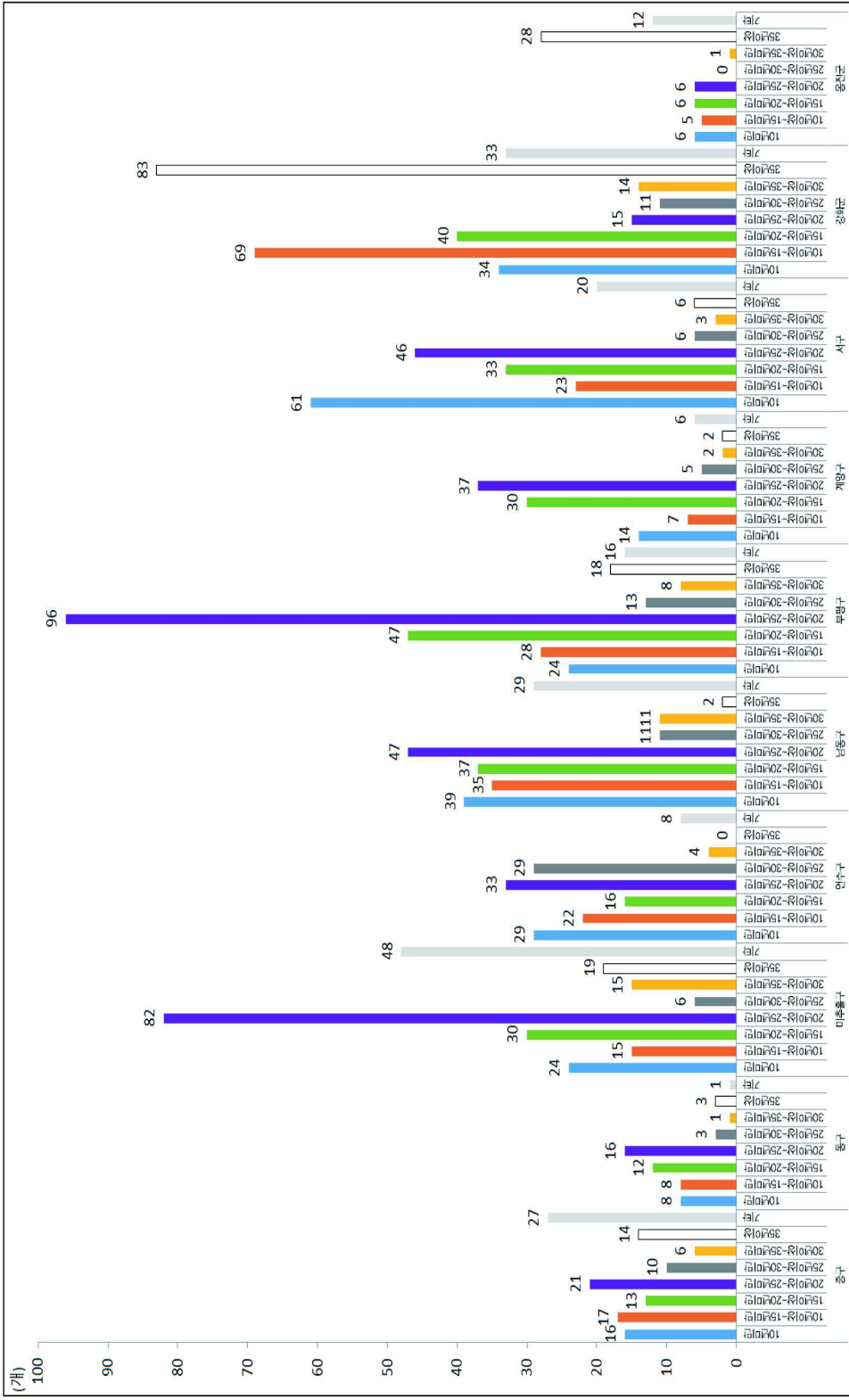


자료 : 건축물 생애이력 관리시스템 노후도별/용도별 건축물 현황을 바탕으로 작성

- 인천광역시 학교시설의 연령 분포를 군·구별로 살펴보면 다음 [그림 3-2]와 같음
- 전체 학교시설 중에서 30년 이상 된 학교시설 비중이 가장 큰 지역은 용진군(45.3%)이었으며, 그다음 강화군(32.4%), 중구(16.1%) 등의 순이었음

- 개수로만 보면 강화군이 가장 많았고(97개), 그다음 미추홀구(34개), 용진군(29개) 등의 순이었음
 - 전체 학교시설 중에서 20년 미만의 건축물의 비중이 가장 큰 지역은 서구(59.1%)였으며, 그다음 동구(53.8%), 남동구(52.6%) 등의 순이었음
 - 즉, 용진군, 강화군은 상대적으로 학교시설 노후도가 큰 편이고, 서구, 동구 남동구 등은 학교시설 노후도가 작은 편임
- 30년 이상 된 학교시설의 분포를 군·구별, 학교종류별로 살펴보면 다음 [표 3-7]과 같음
- 초등학교가 107개로 가장 많았으며, 그다음 고등학교(45개), 기타학교(41개) 등의 순이었음

[그림 3-2] 인천광역시 군·구별 학교시설 건물 연령 분포



주. 2020년 12월 31일 기준
 자료 : 건축물 생애이력 관리시스템 노후도별/용도별 건축물 현황을 바탕으로 작성

[표 3-7] 인천 군·구별 학교시설 중 30년 이상 건축물 현황

	유치원	초등학교	중학교	고등학교	기타학교	계
중구	1	0	0	15	4	20
동구	1	0	2	1	0	4
미추홀구	15	5	2	7	5	34
연수구	0	1	0	3	0	4
남동구	3	5	2	3	0	13
부평구	7	0	0	3	16	26
계양구	3	1	0	0	0	4
서구	2	0	0	6	1	9
강화군	0	81	9	6	1	97
옹진군	0	14	0	1	14	29
계	32	107	15	45	41	240

자료 : 건축물 생애이력 관리시스템 노후도별/용도별 건축물 현황을 바탕으로 작성

3) 인천광역시 학교시설 연간 에너지 소비 현황

- 인천광역시 학교시설의 2020년 기준 에너지 소비현황은 다음 [표 3-8]과 같음
 - 학교 종류별로 보면, 초등학교 13,727.7TOE(41.1%), 중학교 1,207,384TOE(18.9%), 일반고등학교 6,136.9TOE(18.4%), 유치원 2,275.7TOE (6.8%) 순으로 컸음
 - 에너지원별로 보면, 전기 19,837.3TOE(59.4%), 가스 12,878.6TOE(38.6%), 유류 94.2TOE(0.3%), 신재생에너지 584.7TOE(1.8%) 순으로 컸음

[표 3-8] 인천광역시 학교시설 에너지 소비 현황 (2020년) (단위: TOE)

		전기		가스	유류	신재생 에너지	합계
		일반	심야				
유치원	국립	-	-	-	-	-	-
	공립	156.0	21.7	129.2	-	4.2	311.0
	사립	813.9	49.8	1,079.4	21.1	0.5	1,964.7
	소계	969.9	71.5	1,208.6	21.1	4.7	2,275.7
초등학교	국립	32.9	-	53.1	-	-	86.0
	공립	7,733.0	139.1	5,274.2	36.9	299.7	13,482.9
	사립	95.0	4.5	58.2	-	1.1	158.8
	소계	7,860.9	143.6	5,385.5	36.9	300.8	13,727.7
중학교	국립	-	-	-	-	-	-
	공립	3,625.4	69.8	2,245.4	11.0	132.6	6,084.3
	사립	162.8	18.2	28.4	0.7	4.4	214.6
	소계	3,788.2	88.0	2,273.9	11.7	137.1	6,298.9
일반 고등학교	국립	-	-	-	-	-	-
	공립	2,657.8	41.8	1,825.8	9.3	48.0	4,582.6
	사립	1,024.2	30.9	497.0	1.8	0.4	1,554.3
	소계	3,682.0	72.7	2,322.8	11.1	48.4	6,136.9
특수목적고 등학교	국립	106.7	-	30.1	-	3.7	140.5
	공립	691.1	0.4	459.3	0.7	59.6	1,211.1
	사립	59.9	-	26.2	-	-	86.1
	소계	857.8	0.4	515.6	0.7	63.3	1,437.8
특성화 고등학교	국립	-	-	-	-	-	-
	공립	969.1	1.9	508.4	-	8.6	1,488.0
	사립	438.4	16.4	179.0	4.6	1.2	639.6
	소계	1,407.5	18.2	687.5	4.6	9.8	2,127.7
자율 고등학교	국립	-	-	-	-	-	-
	공립	265.8	1.0	242.9	6.4	3.4	519.4
	사립	231.8	-	59.3	-	-	291.1
	소계	497.6	1.0	302.2	6.4	3.4	810.6
특수학교	국립	-	-	-	-	-	-
	공립	19-	1.2	111.0	-	17.3	319.5
	사립	108.4	-	44.9	1.1	-	154.4
	소계	298.5	1.2	155.9	1.1	17.3	473.9
기타학교	국립	-	-	-	-	-	-
	공립	75.1	-	26.8	-	-	101.9
	사립	3.3	-	-	0.6	-	3.9
	소계	78.4	-	26.8	0.6	-	105.8
합계	국립	139.7	-	83.2	0.0	-	226.6
	공립	16,363.4	276.8	10,823.0	64.3	573.3	28,100.8
	사립	2,937.7	119.8	1,972.5	29.9	7.6	5,067.5
	소계	19,440.7	396.6	12,878.6	94.2	584.7	33,394.9

주1. 에너지원 TOE 환산계수 적용 (도시가스 1천Nm³=1.029TOE, 전기 1MWh=0.086TOE, 등유 1kℓ=0.877TOE)

주2. 기타학교에는 고등공민학교, 고등기술학교, 각종학교 포함

출처 : 2020 교육통계연보

○ 인천광역시 학교시설의 냉·난방 면적은 다음 [표 3-9]와 같음

- 전체 난방 면적(3,898.226㎡) 중에서 개별난방면적은 57.1%(2,224,704㎡), 중앙난방 면적은 40.8%(1,591,745㎡), 지역난방면적은 2.1% (81,777㎡)를 차지함

[표 3-9] 인천광역시 학교시설 냉·난방 면적 (2020년) (단위: ㎡)

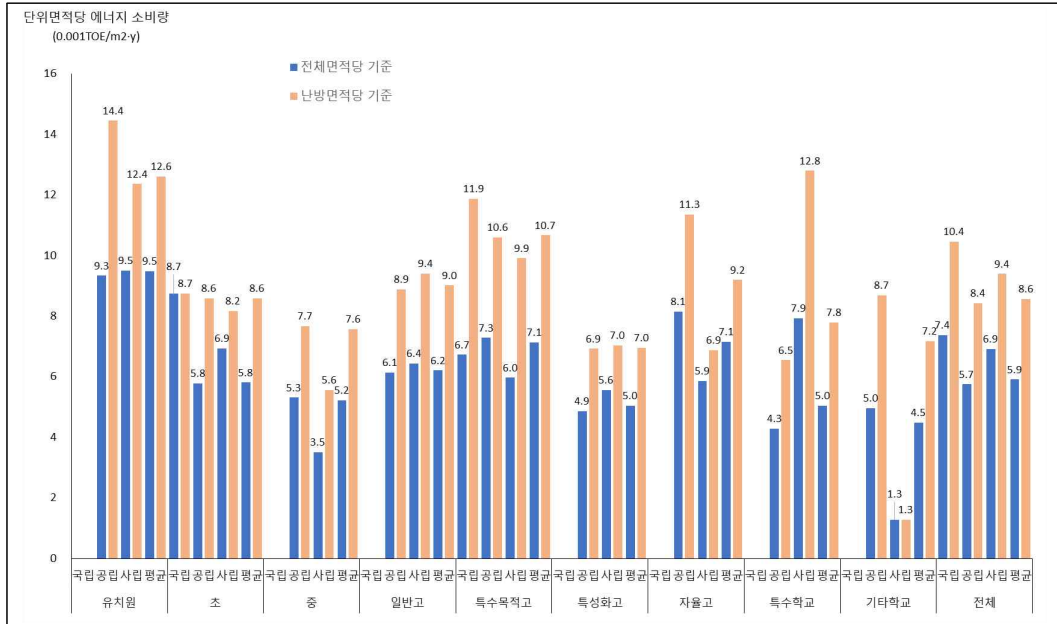
		개별난방	중앙난방	지역난방	비난방	냉방	신재생 에너지	바닥난방	합계
유치원	국립	-	-	-	-	-	-	-	-
	공립	10,522	11,009	-	11,811	19,420	4,856	16,080	33,342
	사립	125,940	27,878	5,190	47,795	134,214	497	124,172	206,803
	소계	136,462	38,887	5,190	59,606	153,634	5,353	140,252	240,145
초등학교	국립	9,845	-	-	-	5,236	-	188	9,845
	공립	880,414	649,044	41,483	760,392	1,320,138	18,235	105,844	2,331,333
	사립	9,690	9,770	-	3,438	11,810	-	555	22,898
	소계	899,949	658,814	41,483	763,830	1,337,184	18,235	106,587	2,364,076
중학교	국립	-	-	-	-	-	-	-	-
	공립	399,936	393,047	4	353,251	684,992	31,885	10,554	1,146,238
	사립	19,471	19,124	-	22,551	35,985	50	813	61,146
	소계	419,407	412,171	4	375,802	720,977	31,935	11,367	1,207,384
일반 고등학교	국립	-	-	-	-	-	-	-	-
	공립	305,551	203,036	7,173	231,637	433,056	1,140	12,839	747,397
	사립	129,601	35,849	-	76,032	144,932	-	2,556	241,482
	소계	435,152	238,885	7,173	307,669	577,988	1,140	15,395	988,879
특수목적 고등학교	국립	11,842	-	-	9,070	11,063	2,016	2,615	20,912
	공립	37,515	70,107	6,668	52,052	111,761	8,030	14,027	166,342
	사립	1115	7,577	-	5,742	9,030	-	1,405	14,434
	소계	50,472	77,684	6,668	66,864	131,854	10,046	18,047	201,688
특성화 고등학교	국립	-	-	-	-	-	-	-	-
	공립	175,892	39,123	-	91,599	188,969	37	2,694	306,614
	사립	49,183	41,747	-	24,093	83,685	1,327	4192	115,023
	소계	225,075	80,870	-	115,692	272,654	1,364	6,886	421,637
자율 고등학교	국립	-	-	-	-	-	-	-	-
	공립	10,443	24,563	10,775	18,018	38,080	2,974	4,054	63,799
	사립	8,815	23,116	10,484	7,246	31,907	1,645	20	49,661
	소계	19,258	47,679	21,259	25,264	69,987	4,619	4,074	113,460
특수학교	국립	-	-	-	-	-	-	-	-
	공립	19,329	29,523	-	25,635	43,195	24,396	9,299	74,487
	사립	11,336	733	-	7,403	11,728	-	1125	19,472
	소계	30,665	30,256	-	33,038	54,923	24,396	10,424	93,959
기타학교	국립	-	-	-	-	-	-	-	-
	공립	5,228	6,499	-	8,821	12,485	-	924	20,548
	사립	3,036	-	-	-	395	-	-	3,036
	소계	8,264	6,499	-	8,821	12,880	-	924	23,584

주. 냉방+신재생에너지+바닥난방은 합계에 불포함 (2020 교육통계연보)

출처 : 2020 교육통계연보

○ 인천광역시 학교시설의 연간 단위면적당 난방에너지 소비량은 다음 [그림 3-3]과 같음

[그림 3-3] 인천광역시 학교시설 단위면적당 에너지 소비량 (2020년)



주. 전체면적은 난방면적+비난방면적임

자료: 2020 교육통계연보를 바탕으로 작성

- 학교시설의 연간 단위면적당 난방에너지 소비량은 전체면적* 기준으로는 0.00591 TOE/m²·y, 난방면적 기준으로는 0.00857TOE/m²·y 수준임

* 난방면적+비난방면적임

- 전체면적 기준으로는 유치원이 가장 높았고(0.0095TOE/m²·y), 자율고(0.0071TOE/m²·y), 특수목적고(0.0071TOE/m²·y) 등의 순이었음
- 난방면적 기준으로는 유치원이 가장 높았고(0.0126TOE/m²·y), 특수목적고(0.0107 TOE/m²·y), 자율고(0.0092TOE/m²·y) 등의 순이었음

○ 참고로 전국 학교시설의 에너지 소비현황, 냉·난방 면적, 단위면적당 난방에너지 소비량은 각각 다음 [표 3-10], [표 3-11], [그림 3-4]와 같음

[표 3-10] 전국 학교시설 에너지 소비 현황 (2020년) (단위: TOE)

		전기		가스	유류	신재생	합계
		일반	심야				
유치원	국립	3.7	-	16.6	-	5.4	25.7
	공립	3,389.8	195.5	4,095.3	46.8	607.0	8,334.4
	사립	14,013.6	2,242.5	14,761.1	958.5	12.1	31,987.7
	소계	17,407.1	2,438.0	18,873.0	1,005.3	624.4	40,347.8
초등학교	국립	472.0	25.2	271.1	-	15.3	783.6
	공립	132,937.4	6,764.3	77,466.7	2,163.5	5120.1	224,452.0
	사립	2,189.4	17.5	1,465.4	15.0	16.5	3,703.8
	소계	135,598.8	6,807.0	79,203.2	2,178.5	5152.0	228,939.4
중학교	국립	224.0	-	133.1	-	17.5	374.6
	공립	57,664.1	1,765.6	32,151.5	426.8	1997.3	94,005.2
	사립	10,699.6	501.2	2,869.0	197.1	24.4	14,291.4
	소계	68,587.7	2,266.9	35,153.6	623.8	2039.2	108,671.2
일반 고등학교	국립	587.0	13.8	548.3	1.1	27.3	1,177.5
	공립	39,901.9	909.5	21,165.7	630.4	1340.5	63,948.1
	사립	32,958.9	1,380.9	14,702.0	1,194.1	53.9	50,289.7
	소계	73,447.8	2,304.2	36,416.0	1,825.5	1421.8	115,415.3
특수목적고 등학교	국립	1,237.4	2.7	733.6	2.2	43.5	2,019.4
	공립	9,619.4	124.0	6,788.0	760.1	232.2	17,523.7
	사립	2,973.4	146.8	1,676.5	289.0	7.7	5,093.5
	소계	13,830.2	273.6	9,198.1	1,051.3	283.4	24,636.6
특성화 고등학교	국립	-	-	-	-	-	-
	공립	13,585.9	37-	4,436.7	340.6	321.6	19,054.8
	사립	9,630.9	289.4	2,806.4	286.3	12.3	13,025.3
	소계	23,216.7	659.4	7,243.1	626.9	333.9	32,080.1
자율 고등학교	국립	-	-	-	-	-	-
	공립	5,961.7	129.8	3,382.0	87.5	127.3	9,688.3
	사립	4,469.1	62.7	3,534.2	12.4	10.9	8,089.2
	소계	10,430.8	192.4	6,916.2	99.9	138.2	17,777.6
특수학교	국립	266.9	2.4	511.3	1.3	5.4	787.3
	공립	2,682.2	72.4	1,651.8	70.8	192.2	4,669.4
	사립	2,092.4	264.5	842.5	189.8	12.3	3,401.4
	소계	5,041.5	339.3	3,005.6	261.8	209.9	8,858.1
기타학교	국립	-	-	-	-	-	-
	공립	652.9	0.9	218.4	0.1	53.2	925.4
	사립	1,061.4	80.7	349.5	83.8	5.0	1,580.3
	소계	1,714.3	81.6	567.9	83.9	58.1	2,505.7
합계	국립	2,791.1	44.1	2,214.1	4.5	114.3	5,168.1
	공립	266,395.2	10,331.9	151,356.2	4,526.5	9,991.5	442,601.3
	사립	80,088.6	4,986.2	43,006.5	3,226.0	155.1	131,462.4
	소계	349,274.9	15,362.3	196,576.7	7,757.1	10261.0	579,231.9

주1. 에너지원 TOE 환산계수 적용 (도시가스 1천Nm³=1.029TOE, 전기 1MWh=0.086TOE, 등유 1kℓ=0.877TOE)

주2. 기타학교에는 고등공민학교, 고등기술학교, 각종학교 포함

출처 : 2020 교육통계연보

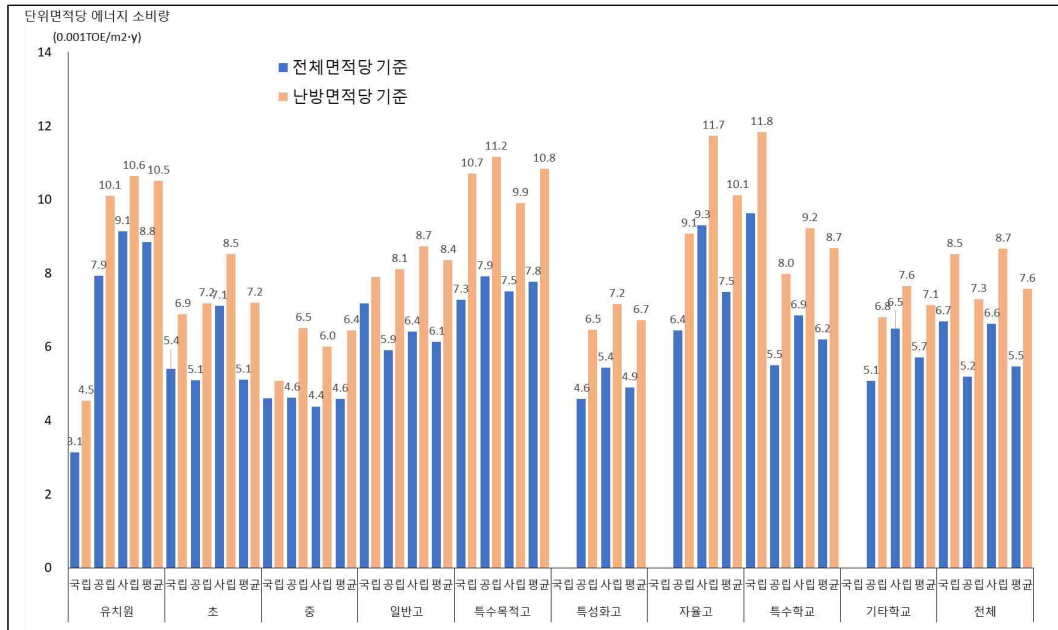
[표 3-11] 전국 학교시설 냉·난방 면적 (2020년) (단위: m²)

		개별난방	중앙난방	지역난방	비난방	냉방	신재생 에너지	바닥난방	합계
유치 원	국립	8,222	5,669	-	-	2,553	3,925	-	2,410
	공립	1,051,382	626,683	181,716	16,430	226,553	695,043	139,233	564,315
	사립	3,502,961	2,276,669	547,700	182,302	496,290	2,388,770	7,879	1,629,923
	소계	4,562,565	2,909,021	729,416	198,732	725,396	3,087,738	147,112	2,196,648
초등 학교	국립	144,960	91,544	13,975	8,389	31,052	94,669	9,758	1,575
	공립	44,108,071	23,800,363	6,368,169	1,088,678	12,850,861	26,222,690	1,223,832	1,508,699
	사립	520,168	282,519	103,996	48,044	85,609	347,702	4,010	24,503
	소계	44,773,199	24,174,426	6,486,140	1,145,111	12,967,522	26,665,061	1,237,600	1,534,777
중학 교	국립	81,318	56,892	15,240	1,601	7,585	40,846	2,766	46
	공립	20,349,921	10,732,842	3,321,582	370,502	5,924,995	12,160,985	505,534	237,613
	사립	3,260,257	1,927,969	401,315	47,632	883,341	2,057,823	13,162	45,294
	소계	23,691,496	12,717,703	3,738,137	419,735	6,815,921	14,259,654	521,462	282,953
일반 고등 학교	국립	164,134	96,673	52,393	-	15,068	105,501	-	2,139
	공립	10,811,502	5,631,175	1,991,599	266,893	2,921,835	6,776,014	297,514	261,112
	사립	7,849,294	4,794,526	904,353	66,114	2,084,301	4,987,580	16,260	189,615
	소계	18,824,930	10,522,374	2,948,345	333,007	5,021,204	11,869,095	313,774	452,866
특수 목적 고등 학교	국립	277,420	116,825	71,927	-	88,668	131,759	47,656	20,492
	공립	2,214,115	1,188,615	316,811	64,695	643,994	1,357,428	92,833	164,830
	사립	678,319	329,786	152,018	32,484	164,031	454,324	-	67,028
	소계	3,169,854	1,635,226	540,756	97,179	896,693	1,943,511	140,489	252,350
특성 화 고등 학교	국립	-	-	-	-	-	-	-	-
	공립	4,148,046	2,440,476	457,485	49,762	1,200,323	2,485,068	67,663	96,218
	사립	2,396,532	1,484,461	302,929	31,640	577,502	1,529,312	18,256	60,029
	소계	6,544,578	3,924,937	760,414	81,402	1,777,825	4,014,380	85,919	156,247
자율 고등 학교	국립	-	-	-	-	-	-	-	-
	공립	1,504,385	733,648	296,113	37,915	436,709	954,493	38,077	49,616
	사립	869,886	418,082	201,105	70,648	180,051	564,821	1,778	48,223
	소계	2,374,271	1,151,730	497,218	108,563	616,760	1,519,314	39,855	97,839
특수 학교	국립	81,759	16,809	49,768	-	15,182	51,214	-	5,451
	공립	850,102	400,903	180,771	2,877	265,551	493,233	99,347	64,043
	사립	496,398	264,903	86,140	18,027	127,328	298,051	8,582	62,208
	소계	1,428,259	682,615	316,679	20,904	408,061	842,498	107,929	131,702
기타 학교	국립	13,915	5,403	3,603	-	4,909	8,557	-	2,389
	공립	182,006	114,844	20,995	-	46,167	123,741	23,102	13,119
	사립	243,246	111,122	95,474	-	36,650	167,499	5368	38,675
	소계	439,167	231,369	120,072	-	87,726	299,797	28,470	54,183

주. 냉방+신재생에너지+바닥난방은 합계에 불포함 (2020 교육통계연보)

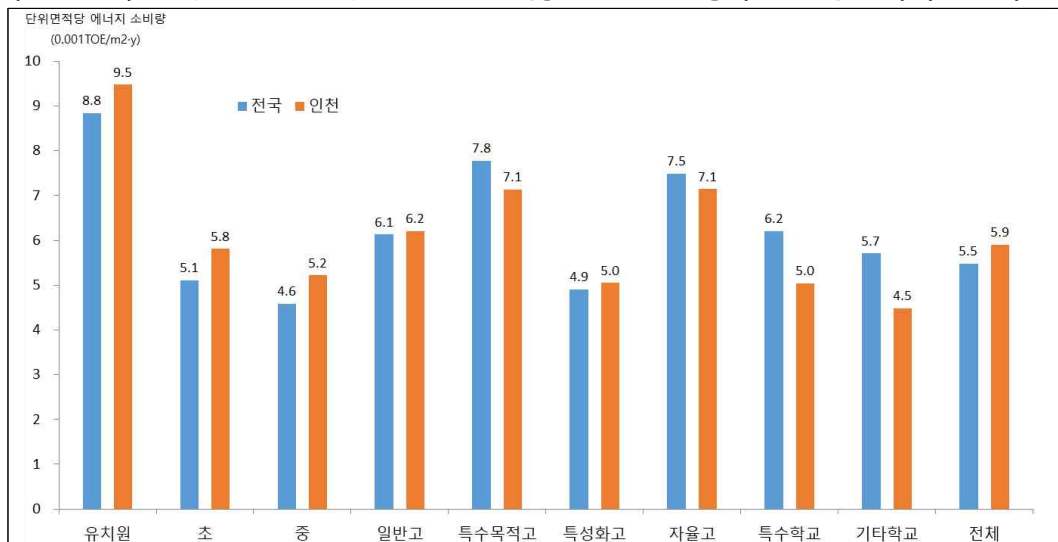
출처 : 2020 교육통계연보

[그림 3-4] 전국 학교시설 단위면적당 에너지 소비량 (2020년)

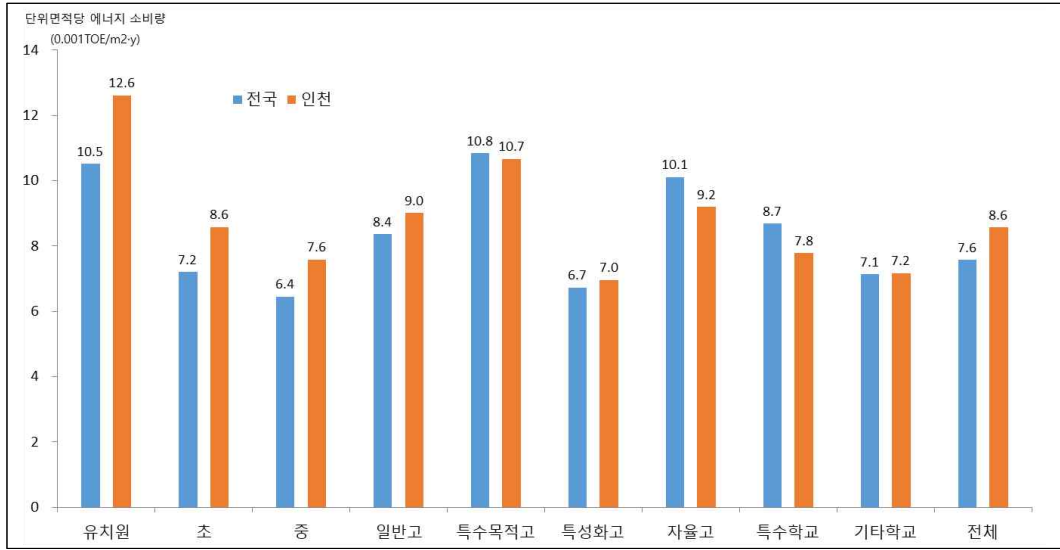


○ 전국과 인천의 학교시설의 연간 단위면적당 난방에너지 소비량을 비교해보면 다음 [그림 3-5], [그림 3-6]과 같음

[그림 3-5] 전국 및 인천의 학교시설 단위면적당 에너지 소비량 (전체면적 기준) (2020년)



[그림 3-6] 전국 및 인천의 학교시설 단위면적당 에너지 소비량 (난방면적 기준) (2020년)



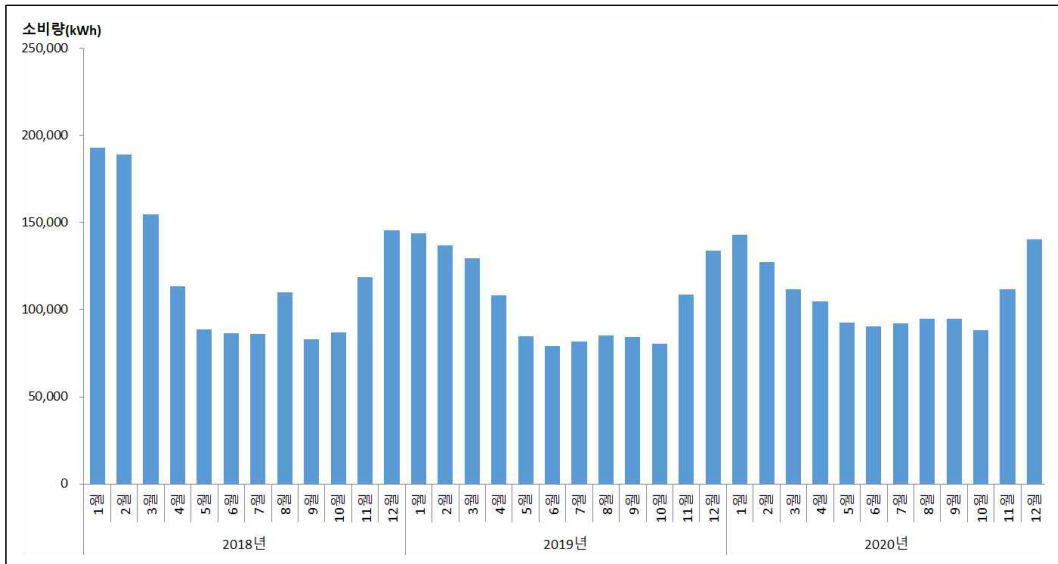
자료: 2020 교육통계연보를 바탕으로 작성

- 전체면적 기준으로 보면 인천광역시(0.0059TOE/m²·y)가 전국 평균(0.0055TOE/m²·y) 보다 학교시설에서 단위면적당 더 많은 에너지를 소비하고 있으며, 특수목적고, 자율고, 특수학교, 기타학교를 제외하고는 모두 인천이 전국 평균보다 단위면적당 에너지 소비량이 더 많았음
- 난방면적 기준으로 보면 인천광역시(0.0086TOE/m²·y)가 전국 평균(0.0076TOE/m²·y) 보다 학교시설에서 단위면적당 더 많은 에너지를 소비하고 있으며, 특수목적고, 자율고, 특수학교를 제외하고는 모두 인천이 전국 평균보다 단위면적당 에너지 소비량이 더 많았음

4) 인천광역시 소유 학교시설 연간 에너지 소비 현황

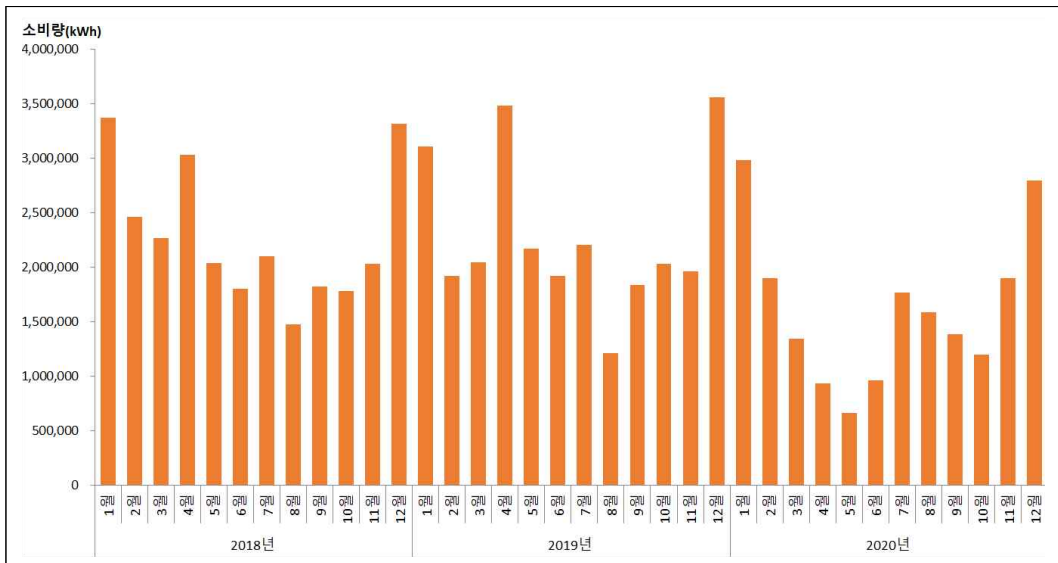
- 인천광역시가 소유한 학교시설의 2018년 1월 ~ 2020년 12월 기간 전기 및 가스 사용량 추이는 다음 [그림 3-7], [그림 3-8]과 같음

[그림 3-7] 인천광역시 소유 학교시설 전기사용량 (2018년1월~2020년12월)



주. 일부 데이터 결측치가 있는 건축물은 제외
 자료: 건축물데이터 민간 개방 시스템 데이터를 바탕으로 작성

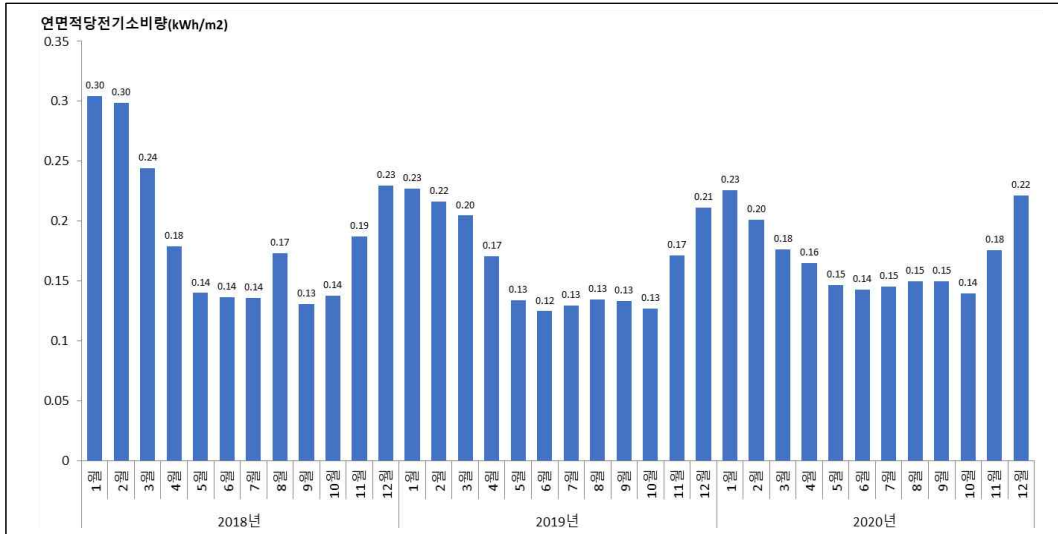
[그림 3-8] 인천광역시 소유 학교시설 도시가스사용량 (2018년1월~2020년12월)



주. 일부 데이터 결측치가 있는 건축물은 제외
 자료: 건축물데이터 민간 개방 시스템 데이터를 바탕으로 작성

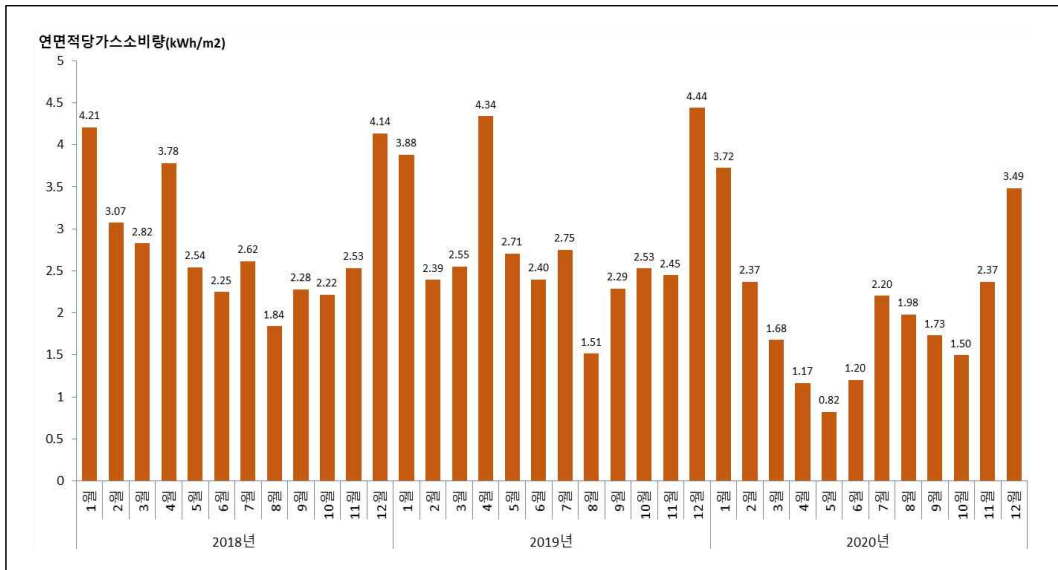
○ 이를 연면적당 전기 및 가스 사용량 추이로 나타내면 다음 [그림 3-9], [그림 3-10]과
 같음

[그림 3-9] 인천광역시 소유 학교시설 연면적당 전기사용량 (2018년1월~2020년12월)



주. 일부 데이터 결측치가 있는 건축물은 제외
 자료: 건축물데이터 민간 개방 시스템 데이터를 바탕으로 작성

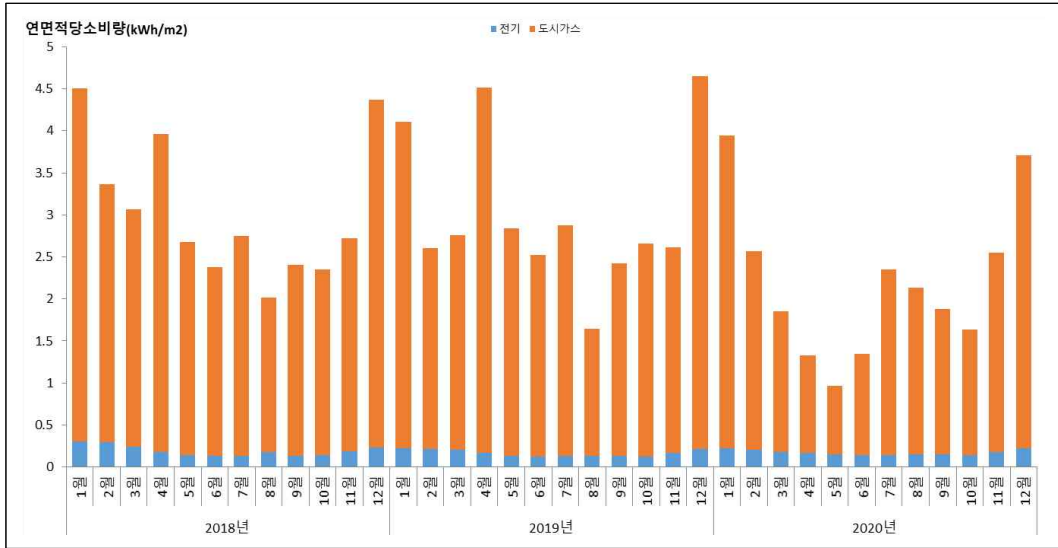
[그림 3-10] 인천광역시 소유 학교시설 연면적당 도시가스사용량 (2018년1월~2020년12월)



주. 일부 데이터 결측치가 있는 건축물은 제외
 자료: 건축물데이터 민간 개방 시스템 데이터를 바탕으로 작성

- 연면적당 전기 및 가스 사용량 추이를 함께 나타내면 다음 [그림 3-11]과 같음

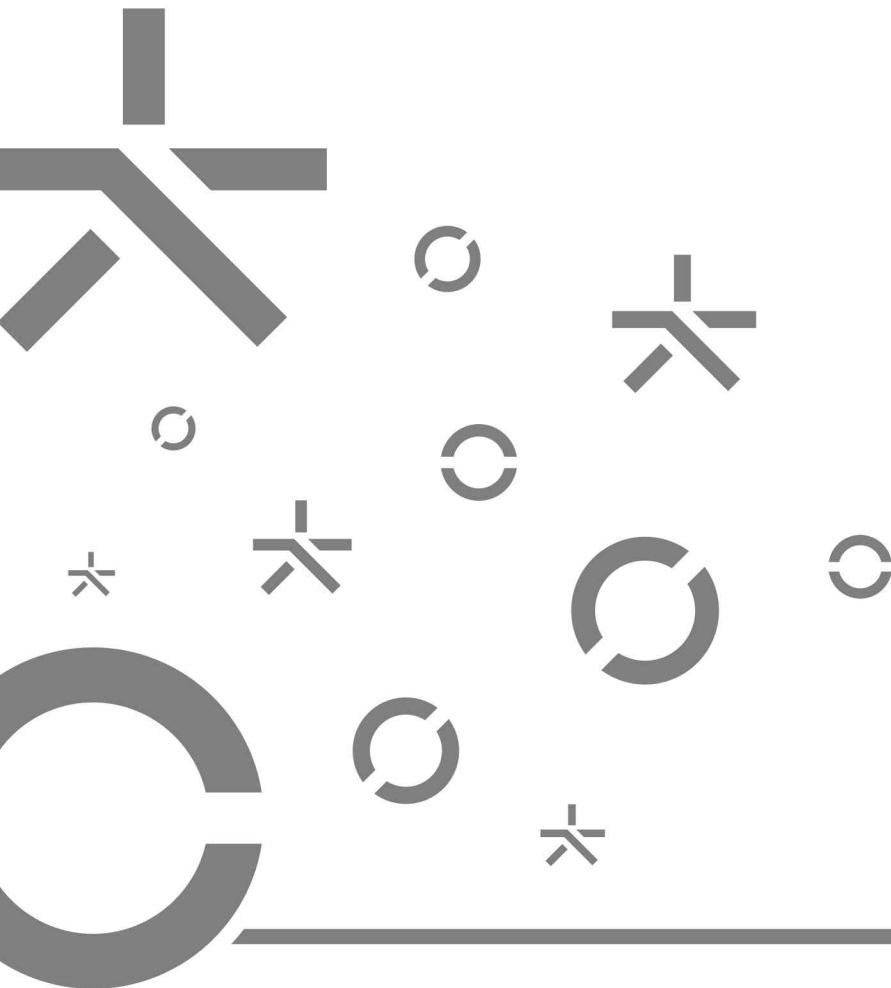
[그림 3-11] 인천광역시 소유 학교시설 연면적당 전기+도시가스사용량 (2018년1월~2020년12월)



주. 일부 데이터 결측치가 있는 건축물은 제외

자료: 건축물데이터 민간 개방 시스템 데이터를 바탕으로 작성

학교시설 에너지 효율 개선 사업 및 사례



학교시설 에너지 효율 개선 사업 및 사례

- 학교시설 에너지 효율 개선 사업 및 사례로서 여기서는 학교시설의 에너지 효율 개선이 포함된 그린스마트 미래학교 사업과 공공건축물 그린리모델링 사업 및 사례를 살펴보았음

1. 그린스마트 미래학교

1) 그린스마트 미래학교 종합 추진계획

- (배경) 학교 교육과정과 시설이 연계된 종합적인 모델이 부재하고, 학교시설 노후화에 따른 학교 환경개선 요구가 커지고 있으며, 디지털 환경 기반 새로운 교수학습 인프라가 미비한 상황임
- (추진 경과) 2020년 7월 14일 발표된 ‘한국판 뉴딜 종합계획’에서 10대 대표 사업의 하나로 ‘그린스마트스쿨’이 선정되고 ‘그린스마트스쿨’사업 계획이 발표된 이후 (2020년 7월 17일), 그린스마트 미래학교 실무추진단이 설치되고(2020년 9월 14일) 시도교육청 협의회(5회), 분야별 전문가 회의(7회) 등이 진행되었음(2020년 9~12월)
- 이를 바탕으로 2021년 3월 「그린스마트 미래학교 종합 추진계획」이 발표되었고, 여기서 제시된 그린스마트 미래학교의 비전 및 목표는 다음과 같음

[그림 4-1] 그린스마트 미래학교 비전 및 목표



출처: 그린스마트 미래학교 종합 추진계획

○ 그린스마트 미래학교 관련 사업의 5개년 로드맵은 다음과 같음

[그림 4-2] 그린스마트 미래학교 관련 사업 5개년 로드맵



출처: 그린스마트 미래학교 종합 추진계획

- (사업 핵심 요소) 공간혁신, 스마트교실, 그린학교, 학교 복합화
 - (공간혁신) 기존의 규격화된 교실이 수강 인원, 수업 상황에 따라 분할·통합되는 등 유연하고 다목적으로 활용되는 공간으로 변화
 - (스마트교실) 무선인터넷, 학습 플랫폼, 디지털 기기 등을 구비한 첨단 지능형(스마트) 환경 구축
 - (그린학교) 친환경 건축 기법을 사용한 에너지 자급자족(제로에너지) 학교 조성, 생태교육 공간 마련으로 학교의 일상에서 탄소중립 실천
 - (학교 복합화) 학교가 지역사회의 중심이 되어 일부 시설을 지역과 공유, 주민과 함께하는 프로그램 운영
- (탄소중립 제로에너지 학교) 그린스마트 미래학교의 추진내용 중 하나로서 주요 내용은 다음과 같음
 - (제로에너지 실현) 고효율 설비·자재를 이용한 에너지 절감 및 태양광 발전 등을 활용한 제로에너지 학교 조성으로 탄소중립 실천
 - 계절 및 외기온도의 변화에 대한 건물의 영향을 최소화하여 적은 에너지 소모로 쾌적한 실내환경을 유지하도록 설계
 - ※ (패시브 기술) 자연채광, 외부 차양, 고성능 단열재·창호, 옥상 녹화 등
 - 에너지를 적게 사용하면서 높은 성능으로 가동되거나, 신재생에너지를 이용해 스스로 에너지를 생산하는 기술 적용

※ (액티브 기술) 태양광 발전, 지열 이용 냉난방 장치, LED 조명, 고효율보일러 등 설비 기기, 열회수형 환기장치 설치 등

- (관리 자동화) 냉난방 등에 원격·통합제어 체계를 구축하여 관리업무 부담을 완화하고 효율적 관리를 통해 쾌적한 학습환경 제공

[그림 4-3] 그린스마트 미래학교 종합 추진계획 상 탄소중립 제로에너지 학교 개념도



출처: 그린스마트 미래학교 종합 추진계획

- 구체적 사업으로서 노후시설의 개축 리모델링을 통해 교수학습 혁신이 미래형 학교로 전환하려고 함
 - (사업대상) 40년 이상 경과한 학교 건물 중 2,835동(780만㎡)
 - (총사업비) 18.5조 원
 - (사업 방식) 재정사업 2,126동(75%), (BTL) 709동(25%)
 - * 임대형 민간 투자 사업(Build Transfer Lease)
 - (재원 분담) 국비 5.5조 원(30%), 지방비 13조 원(70%)
- 대상 학교는 40년 이상 경과된 노후학교 중 교육정책 목적사업에 적합한 학교를 우선 선정하고 학생 수 추이, 노후도, 안정성, 최근 보수 이력, 학교의 추진 의지 등을 종합적으로 검토하여 선정

○ 시·도별 사업 배분

[표 4-1] 그린스마트 미래학교 지역별 사업 배분 현황

	총 사업물량 배분		2021년도 사업	
	재정사업(동)	BTL(동)	재정사업(동)	BTL(동)
합계	2,126	709	582	179
서울	374	122	102	32
부산	181	59	49	15
대구	99	32	27	8
인천	56	21	16	5
광주	33	11	9	3
대전	61	21	17	5
울산	44	16	12	4
세종	10	5	2	1
경기	286	96	78	24
강원	88	27	24	7
충북	77	26	21	6
충남	143	48	39	12
전북	111	37	31	9
전남	166	54	46	14
경북	187	64	51	16
경남	166	54	46	14
제주	44	16	12	4

자료 : 그린스마트 미래학교 종합 추진계획

2) 인천지역 그린스마트 미래학교

- 그린스마트 미래학교 사업대상으로 선정된 학교시설 중 인천 소재 시설은 재정사업 분야 56개동, BTL 21개동이며, 특히 2021년도 사업에서 재정사업 분야 16개동, BTL 5개동이 선정되었음

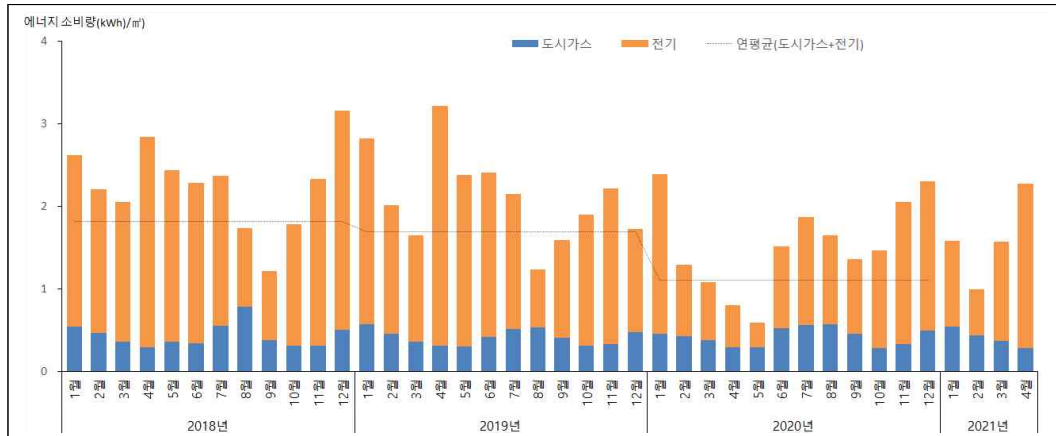
[표 4-2] 2021년도 인천지역 그린스마트 미래학교 선정

구분	학교명	군·구	개교일	연면적(㎡)	연령
유치원	남동구	상인천유치원	1979.12.18	587.8	43
초등학교	부평구	인천동암초등학교	1967.03.02	8,489	55
	부평구	인천부평서초등학교	1946.09.01	7,761	76
	계양구	인천부평초등학교	1899.03.15	8,975	123
	서구	인천서곶초등학교	1930.03.30	9,591	92
	서구	인천석남초등학교	1946.09.24	11,039	76
	미추홀구	인천학익초등학교	1939.04.10	9,269	83
중학교	연수구	인송중학교	1981.03.05	8,073	41
	동구	인천재능중학교	1964.11.13	61,586	58
고등학교	부평구	부평고등학교	1972.03.06	12,294	50
	남동구	신명여자고등학교	1973.04.20	16,698	49
	남동구	인제고등학교	1982.10.26	12,551	40
	미추홀구	인천고등학교	1895.06.27	17,911	127
	강화군	강남영상미디어고등학교	1974.03.05	9,754	48
	중구	영종국제물류고등학교	1972.03.01	7,248	50
	중구	인천여자상업고등학교	1945.04.12	13,770	77
	남동구	인천예술고등학교	1998.03.01	25,159	24

출처 : 2020 교육통계연보

- 2021년도 그린스마트 미래학교 사업대상으로 선정된 인천지역 학교의 단위면적당 연도별 월별 에너지 소비 추이는 다음 [그림 4-4]와 같음

[그림 4-4] 2021년도 인천 그린스마트 미래학교 월별 에너지 소비 추이



주. 데이터 결측치가 없는 6개 학교만 포함(부평초, 부평서초, 석남초, 동암초, 신명여고, 인천여상)

자료: 건축물 민간 개방 시스템 자료를 바탕으로 작성

2. 학교시설 그린리모델링 사례

1) K-water 물사랑 어린이집 사례(시공 지원사업)¹⁹⁾

- K-Water 물사랑 어린이집 개요
 - (위치) 대전광역시 대덕구
 - (준공연도) 1988년
 - (연면적) 550㎡
 - (규모) 지상 2층

[그림 4-5] K-Water 물사랑 어린이집 기존 건물



출처 : 국토교통부·한국시설안전공단(2015)

- 사업 배경
 - 직장 내 보육 수요 증가로 인해 시설 규모를 74명에서 98명으로 확대 운영 필요
 - (구)물사랑 어린이집 시설이 강당, 창고로 활용되고 있던 상황에서 기존 보육시설 부족으로 인해 (구)물사랑 어린이집 시설을 보육시설로 활용하는 것이 필요했으나, 외관이 노후되고 단열성능이 미흡하여 리모델링 필요
- (사업 목적) 전문적이고 질 높은 보육서비스 제공, 에너지 절감형 건축물 조성

19) 국토교통부·한국시설안전공단(2015)을 바탕으로 작성

○ 기존 에너지 성능 분석

- 에너지 성능 분석 결과는 다음 [표 4-3]과 같으며, 1차 에너지 소요량이 345.8 kWh/m², 에너지효율등급이 3등급으로 분석됨

[표 4-3] K-Water 물사랑 어린이집 기존 에너지 성능평가 결과

	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계(kWh/m ²)
요구량	91	24.4	9.6	25.2	0	150.2
소요량	105.4	12.4	12.9	25.2	17.6	173.5
1차 에너지 소요량	152.4	38.6	19.8	82.7	52.3	345.8

주1. 에너지 요구량은 설비를 제외한 건축적 요소만 고려했을 때 건물에서 필요로 하는 에너지양임(이도형외, 2021)

주2. 에너지 소요량은 설비적 요소까지 고려했을 때 건물에서 필요로 하는 에너지를 충족시키기 위해 소요되는 에너지로서 설비기기의 효율, 배관에서 발생하는 손실 등을 고려해서 산출함(이도형외, 2021)

주3. 1차 에너지 소요량은 에너지 소요량에 연료의 채취, 가공, 운송, 변환, 공급 과정에서 발생하는 손실까지 고려한 것으로 에너지 소요량에서 환산계수를 고려하여 산정함. 만약 신·재생에너지가 설치되어 에너지 생산량이 생기면 1차 에너지 소비량에서 1차 에너지생산량을 제외한 값을 나타냄(이도형외, 2021)

출처 : 국토교통부·한국시설안전공단(2015)

- 난방에너지 부분에서 에너지 손실이 가장 큰데, 이는 외피 성능 미흡에 따른 영향으로 분석됨
- 조명에너지 사용량도 많아서 고효율 조명기기 교체 필요.
- 실내 공기질 유지와 열손실 방지를 위해 환기장치 설치가 필요

○ 그린리모델링 공사

[표 4-4] K-Water 물사랑 어린이집 그린리모델링 종합 개선 내용

구분	내용	비고
외벽	기존(50mm 난연단열재) + 70mm 외단열 보강	법정 단열기준 90mm
지붕	기존(60mm 난연단열재) + 100mm 외단열 보강	법정 단열기준 145mm
창호	24mm 로이복층유리 이중창, PVC 프레임, 미서기창	단열, 기밀, 환기성능 취약
환기 및 채광	창호 크기 및 위치변경을 통한 환기 및 채광성능 개선	
차양	서측 수동 여닝 설치	
냉난방	EHP 교체, 전열교환기 설치	
조명	고효율 LED 조명 교체	
기타	디지털 전력량계 및 대기전력 차단 콘센트 설치	

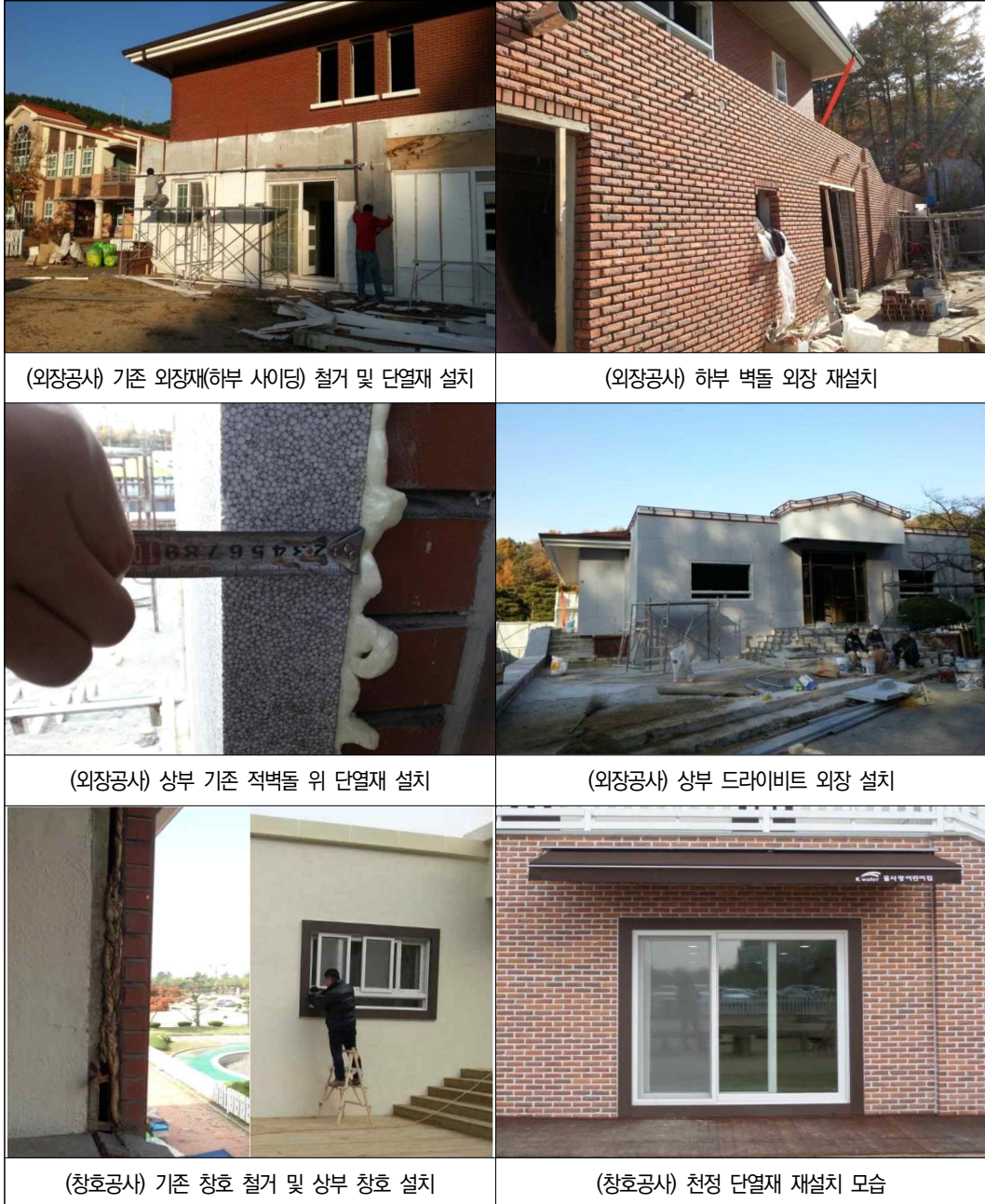
출처 : 국토교통부·한국시설안전공단(2015)

[그림 4-6] K-Water 물사랑 어린이집 그린리모델링 공사전경 1



출처 : 국토교통부·한국시설안전공단(2015)

[그림 4-7] K-Water 물사랑 어린이집 그린리모델링 공사전경 2



(외장공사) 기존 외장재(하부 사이딩) 철거 및 단열재 설치

(외장공사) 하부 벽돌 외장 재설치

(외장공사) 상부 기존 적벽돌 위 단열재 설치

(외장공사) 상부 드라이비트 외장 설치

(창호공사) 기존 창호 철거 및 상부 창호 설치

(창호공사) 천정 단열재 재설치 모습

출처 : 국토교통부·한국시설안전공단(2015)

○ (그린리모델링 시공비 지원 내용)

- 총공사비 3.2억 원 중 1.0억 원을 창호공사, 외벽단열, 수장/철거공사, 냉난방 배관공사, 조명기기공사에 지원

[표 4-5] K-Water 물사랑 어린이집 그린리모델링 시공비 지원 내용

구분	건축			기계	전기	합계
공종	창호공사	외벽단열	수장 철거공사	냉난방배관공사	조명공사	
지원금액	11,833	47,811	11,021	24,737	4,371	100,000
비고	AL단열바라이유리	THK90단열재+조적	지붕단열		LED조명	

출처 : 국토교통부·한국시설안전공단(2015)

○ 그린리모델링 결과

- (개선안 에너지 성능평가) ECO2 프로그램*을 통한 리모델링 시공 이후 에너지 절감 효과 산정

* 건축물 에너지효율등급 인증평가 프로그램

[표 4-6] K-Water 물사랑 어린이집 개선안 에너지 성능평가 결과

	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계(kWh/m ²)
요구량	59.4	25.2	9.6	12.5	0	106.7
소요량	78.2	13.4	12.9	16.4	20.6	141.5
1차 에너지 소요량	122.2	40.2	19.8	34.5	52.4	269.1

출처 : 국토교통부·한국시설안전공단(2015)

- 1차 에너지 소요량이 269.1 kWh/m², 에너지효율등급이 2등급으로 에너지 사용량이 기존 성능 대비 22% 절감

[그림 4-8] K-Water 물사랑 어린이집 그린리모델링 공사후 전경



출처 : 국토교통부·한국시설안전공단(2015)

2) 거창여자고등학교 사례(사업기획 지원)²⁰⁾

- 거창여자고등학교 개요
 - (위치) 경남 거창군 거창읍
 - (준공연도) 1972년
 - (연면적) 9,487㎡ (사업대상 본관동 연면적 4,563㎡)
 - (규모) 지상 3층
- 사업 배경
 - 준공 이후 수차례 증축 및 개보수를 하였음에도 시설이 노후되어 에너지 손실이 크고 교육환경이 열악해서 그린리모델링 필요
- 사업 목적
 - 학생들이 행복한 학교, 친환경 에너지 체험학교 만들기
 - 안전한 교육환경 만들기
 - 학교와 주민이 공유하는 환경교육 체험의 장 마련
- 기존 에너지 성능 분석
 - 에너지 성능 분석 결과는 다음 [표 4-7]과 같으며, 1차 에너지 소요량이 265.8 kWh/m²·a, 에너지효율등급이 2등급으로 분석됨

[표 4-7] 거창여자고등학교 기존 에너지 성능평가 결과

	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계(kWh/m ²)
요구량	56	30.7	7.8	16.1	0	110.7
소요량	39.6	26.1	7.8	16.1	6.3	96
1차 에너지 소요량	108.9	71.8	23.5	44.4	8	265.8

출처 : 국토교통부·한국시설안전공단(2015)

- 난방에너지가 전체 에너지 요구량의 50% 이상 차지하는데, 이는 기존 건축물과 증축 건축물 간 열교 현상 및 출입구 방풍실 미설치에 의한 영향으로 분석되었음

20) 국토교통부·한국시설안전공단(2015)을 바탕으로 작성

- 냉방 에너지는 전체 에너지 요구량의 25%를 차지하고 있는데, 정남향 배치에 남측 창면적비가 50% 이상이어서 동절기에도 냉방에너지가 필요하고, 창면적비 조절과 하절기 일사량 조절이 필요
- 현재 LED로의 전등 교체가 80% 진행 상태여서 타 학교 대비 조명에너지 요구량이 적음

○ 그린리모델링 사업 기획

[표 4-8] 거창여자고등학교 그린리모델링 종합 개선안 내용

구분	적용 요소	세부항목	세부내용	비고	
건축	단열	지붕	·160mm 비드법 보온판 2종 1호 ·SMC 단열 방수, 징크패널	0.19W/m²K	외단열
		벽체	·100mm 비드법 보온판 2종 1호 ·3mm 알루미늄 시트 신설	0.29W/m²K	외단열
		바닥	·75mm 비드법 보온판 2종 1호	0.37W/m²K	외단열
	창면적비	남향	40% (4.0×1.6)		
	창호성능		·THK 22 로이유리, PVC 단열바, 이중미서기창		기밀성능 1등급
	차양	고정식	400mm 입면돌출형		
설비	열원	냉/난방	전기냉난방기(EHP) 사용		보수유지
	공조		천정형 전열교환기		
	전기	조명	·LED 전등, BioLED Flat Light, LED 센서 등 -사무/복도 공간, 화장실 등 에너지 절약형 조명 적용		
		수전	고효율 유입변압기 적용		
		전력자동제어	자동역률조정장치 적용		
	신재생에너지		·태양광발전설비(60KW) 신설		
	에너지계측시스템		·에너지모니터링 적용		

출처 : 국토교통부·한국시설안전공단(2015)

○ (에너지 절감 비용 및 공사비 분석)

- 개선안 에너지 성능평가는 ECO2 프로그램을 통해 분석
- 개선안의 경우 1차 에너지 소요량이 170.1 kWh/m²·a(에너지효율등급 1+등급)로서 기존안 대비 에너지 절감률이 36%, 에너지 비용 연 3,128만 원 절감 예상

[표 4-9] 거창여자고등학교 기존안 및 그린리모델링 에너지 소요량 및 에너지 비용 분석

구분	기존안 에너지 소요량		그린리모델링 개선안 에너지 소요량	
	연간 에너지 소요량	에너지비용(천원)	연간 에너지 소요량	에너지비용(천원)
난방	108.9	35,626,018	38.9	12,731,408
냉방	71.8	23,488,963	55.5	18,164,348
급탕	23.5	7,687,892	20.9	6,840,268
조명	44.4	14,525,208	39.5	12,927,779
환기	8.0	2,617,155	15.3	5,007,469
계	265.8	86,954,964	170.1	55,671,273

출처 : 국토교통부·한국시설안전공단(2015)

- 한편, 그린리모델링 공사비는 2,176,200,000원으로 단순 계산으로 70년 정도가 되어야 공사비를 회수

[표 4-10] 거창여자고등학교 그린리모델링 공사비 (단위: 원)

구분	건축공사	기계공사	전기공사	간접공사비	합계
공사금액	1,382,958,000	50,000,014	241,115,000	502,220,986	2,176,200,000
(비율)	(63.55%)	(2.30%)	(11.08%)	(23.08%)	(100%)

출처 : 국토교통부·한국시설안전공단(2015)

[그림 4-9] 거창여자고등학교 그린리모델링 전후 조감도



출처 : 국토교통부·한국시설안전공단(2015)

- 그린리모델링 관련 기획설계 이후 대규모 예산 확보의 어려움 때문에 연차별로 예산을 확보해 리모델링을 부분적으로 추진해나가는 계획을 수립했음
- 그린리모델링의 가장 큰 장애 요인은 비용 문제인데, 정부에서 시공 지원사업을 통해 시공비를 지원하고 있으나 예산의 한계 때문에 기획설계 이후 사업이 지연되거나 계획이 변경되는 경우가 많음²¹⁾

21) http://www.ufnews.co.kr/detail_20181113.php?wr_id=1569%3E

결론



결론

1. 연구 요약

- 정부가 2050년 탄소중립을 선언하고 인천광역시를 비롯해 전국 모든 광역·기초 지자체에서도 이에 대한 동참을 선언한 가운데(2021.05.23), 건물 부문은 국내 최종에너지 소비의 19.7%(인천광역시의 경우, 18.6%)(2019년 기준)를 차지하고 있어서 국내 탄소중립에 있어 중요한 분야임
- 이런 가운데 중앙 정부는 제3차 에너지기본계획에 건축물 에너지 효율 개선 부분을 포함시키고 제2차 녹색건축물 기본계획 등을 수립하였으며 한국판 뉴딜 종합 계획에 그린리모델링 관련 계획을 포함하는 등 노력을 기울이고 있으며, 건축물 에너지효율 등급인증, 제로에너지건축물 인증, 녹색건축인증 등의 제도 운영을 통해 건물 부문의 에너지 효율을 높이고자 하고 있음
- 특히 2050 탄소중립 시나리오(2021.05.23)에서는 건물 부문과 관련해 제로에너지 건축물과 그린리모델링을 통한 건축물 에너지 효율 향상을 주요 방안으로 제시하였음
- 지자체 차원에서도 지역에너지계획, 녹색건축물 기본계획, 녹색건축물 조성 지원 조례 등 지역 차원의 건축물 에너지 관련 계획 및 규칙을 제정하여 시행하고 있으며 다양한 사업을 수행하고 있음
- 인천광역시의 경우, 최근 녹색건축물 설계기준을 제정하여 고시하였는데 (2021.09.30.), 이는 2030년 건물부문 온실가스 32.6% 감축을 목표로 건물 신축시 에너지 사용량을 최대 60%까지 줄일 수 있는 야심찬 기준임

- 한편 유치원, 초등학교, 중학교, 고등학교 등의 학교시설은 국내 전체 건물 동수(5,208,393개)의 1.3%(67,793개)를 차지하고 국내 전체 건축물 에너지 소비량(33,186,507TOE)의 1.7%(579,232TOE)를 차지하고 있음(2020년 기준)
- 이들 학교시설은 공공기관으로서 제로에너지건축물 인증 표시 의무 대상에 포함되어 제로에너지건축물 인증 5등급 이상을 취득하여야 하며, 이를 위해 건축물에너지효율 등급 1++이상, 에너지자립률이 20% 이상이 되어야 함
- 학교시설은 전체 건축물 에너지에서 차지하는 비중이 크지는 않으나, 건축물 에너지 관련 정책 시행이 좀더 용이하고, 선도적 시행을 통해 모범사례로서 민간 참여를 견인하는 역할을 할 수 있으며, 학생들 대상 교육 효과도 크기 때문에 중요한 영역임
 - 이러한 이유로 정부에서도 그린리모델링 지원사업 등을 통해 국내 학교시설에 대한 지원을 적극적으로 하고 있음
- 이 연구에서는 중앙정부와 인천광역시의 건축물 에너지 관련 주요 계획 및 정책, 제도를 살펴보고, 인천광역시 학교시설 에너지 소비 현황 검토 및 학교시설 대상 그린리모델링 시범사례 검토를 통해 인천광역시 학교시설 에너지 소비 절감 관련 시사점을 제시하고자 함
- 연구 대상은 인천시 소재 학교시설 중 유치원, 초등학교·중학교·고등학교 및 특수학교, 기타학교 건물로 하였음
- 인천광역시 소재 학교시설은 인천 전체 건물동수(168,407개)의 1.7%(2,790개)를 차지하고, 인천 전체 건축물 에너지 소비량(1,930,525TOE)의 1.7%(33,395TOE)를 차지하고 있음(2020년 기준)
 - 전국 학교시설과 비교해보면 인천의 학교시설은 전국 학교시설 건물동수(67,793개)의 4.1%(2,790개)를 차지하고, 전국 학교시설 에너지 소비량(579,232TOE)의 5.8%(33,395TOE)를 차지하고 있음(2020년 기준)
- 인천광역시 학교시설의 에너지 소비와 관련 있는 건물 노후도, 즉 건물 연령 분포를 살펴보면, 2020년 기준으로 '20~25년 미만'의 건물연령이 가장 비중이 컸고(23.7%), 그다음 '15~20년 미만'(15.7%), '10년 미만'(15.2%) 등의 순으로 많았음

- 전국 평균과 비교했을 때, 30년 이상된 학교시설의 비중은 전국이 43.1%인 반면, 인천은 26.2%로 상대적으로 적고, 15년 미만 학교시설의 비중은 전국이 21.7%인 반면, 인천은 28.8%임
- 30년 이상 된 학교시설의 분포를 군·구별로 살펴보면 강화군이 97개로 압도적으로 많았으며, 그다음 미추홀구(34개), 용진군(29개) 등의 순이었고, 학교 종류별로는 초등학교가 107개로 가장 많았으며, 그다음 고등학교(45개), 기타학교(41개) 등의 순이었음
- 인천광역시 학교시설의 에너지 소비현황을 살펴보면, 2020년 기준 총 33,395TOE의 에너지를 소비하였으며, 에너지원별로는 전기 19,837.3TOE(59.4%), 가스 12,878.6TOE(38.6%), 유류 94.2TOE(0.3%), 신재생에너지 584.7TOE(1.8%) 순으로 많이 사용하였음
- 학교 종류로 보면 초등학교 13,727.7TOE(41.1%), 중학교 1,207,384TOE(18.9%), 일반고등학교 6,136.9TOE(18.4%), 유치원 2,275.7TOE(6.8%) 순으로 에너지를 많이 사용하였음
- 인천광역시 학교시설의 연간 단위면적당 난방 에너지 소비량은 전체 면적(난방면적+비난방면적) 기준으로는 0.0059TOE/m²·y이고, 난방면적 기준으로는 0.0086TOE/m²·y 수준으로 이는 전국 평균(전체 면적 기준 0.0055TOE/m²·y, 난방면적 기준 0.0076 TOE/m²·y)보다 약간 높은 수준임
- 인천시 내에서 전체 면적 기준으로는 유치원이 가장 높았고(0.0095TOE/m²·y), 자율고(0.0071TOE/m²·y), 특수목적고(0.0071TOE/m²·y) 등의 순이었음
- 인천시 내에서 난방 면적 기준으로는 유치원이 가장 높았고(0.0126TOE/m²·y), 특수목적고(0.0107TOE/m²·y), 자율고(0.0092TOE/m²·y) 등의 순이었음
- 한편 학교 교육과정-시설 연계의 종합적인 모델 부재, 학교시설 노후화, 디지털 환경 기반 새로운 교수학습 인프라 구축 필요에 따라 정부 차원에서 그린스마트 미래학교가 추진되고 있으며, 그 일환으로 탄소중립 측면에서 냉·난방 에너지 사용량을 최소화하는 패시브 기술과 신·재생에너지 생산을 하는 액티브 기술이 접목된 제로에너지 학교가 조성될 예정임

- 아울러 정부 차원에서 공공건축물 그린리모델링 지원사업을 통해 학교시설 대상 그린리모델링을 지원하고 있으며, 인천시 차원에서도 공공건축물 그린리모델링 공모 사업을 통해 어린이집을 중심으로 지원을 하고 있음
- 공공건축물 리모델링 사례 검토를 통해 그린리모델링을 통한 에너지 절감효과가 상당하지만, 초기 투자비용 부담 때문에 시행되지 못하는 경우가 있음을 확인

2. 정책 제언

- 첫째, 최근 인천광역시가 녹색건축물 설계기준 마련을 통해 건물의 에너지 효율 기준을 강화하고 인센티브를 확대하며 민간건축물까지 신·재생에너지 설치 의무를 강화한 것은 상당히 고무적이며, 이를 통해 인천지역 건축물의 온실가스 배출 저감에 상당한 기여를 할 수 있을 것으로 예상되고 홍보와 교육을 통해 시민 수용성을 높일 수 있도록 해야 함
- 둘째, 학교시설이 인천광역시 전체 건축물 에너지 소비에서 차지하는 비중(1.7%)은 크지 않으나, 탄소중립 관련 교육 및 홍보, 인식 개선 효과가 크다는 점에서 학교시설에 대한 그린리모델링 사업은 의미가 크며, 특히 노후도가 큰 학교시설을 중심으로 우선적으로 진행할 필요가 있고 이에 대한 정부 지원도 필요함
 - 인천지역 학교시설은 전국 평균 대비 노후도 건물 비중이 상대적으로 적지만, 인천 내 옹진군과 강화군 학교시설은 30년 이상 된 건축물 비중이 각각 45.3%, 32.4%로 노후도가 상대적 높아 이들 지역에 대한 우선적인 그린리모델링 지원이 필요함
- 셋째, 그린리모델링은 상당한 에너지 절감 효과와 탄소중립을 위한 큰 필요성에도 불구하고, 초기공사비용이 커서 민간의 참여가 활성화되지 못하는 상황이기 때문에 정부 차원에서 그린리모델링에 대한 인센티브를 보다 확대하여 민간 참여를 활성화할 필요가 있음
 - 독일의 경우 KfW(Kreditanstalt für Wiederaufbau: 독일재건은행)에서 CO₂ 감축 건물 개보수프로그램을 통해 그린리모델링 용자지원(대출한도 최대 5만유로, 10년간 1% 고정금리, 상환기간은 20~30년)을 하고 있고, 프랑스의 경우 Eco-Loan을 통해 에너지절약 개보수 비용을 무이자 용자지원하고 있으며, 영국에서도 그린딜을 통해

에너지성능 향상을 위해 쓰인 주택 개보수 비용을 공사 이후 에너지 절감비용으로 상환하도록 지원하고 있는데, 이를 참고해 국내 민간건축물 그린리모델링 이차지원을 강화하는 등의 인센티브 강화가 필요함

- 기존의 그린리모델링 인센티브가 건축물 준공 및 자재·설비 설치 단계에 집중되어 있는데, 수용가별 에너지 사용량 DB를 기반으로 건축물 운영단계에서 에너지 절감 성과에 기반한 인센티브 구조로 전환될 필요가 있음(박덕준, 2021)
- 넷째, 실효성 있는 정책 수립을 위해서는 제대로 된 현황 DB가 바탕이 되어야 하는데, 에너지사용량을 비롯한 건축물 관련 정보 DB가 여러 곳에 산재되어 있고, 데이터가 부재하거나 부분적으로만 존재하는 경우도 많아 제대로 된 현황 분석이 어려운 상황이어서 건축물 관련 종합 DB 구축 및 통합 관리가 필요함
- 특히 노후도가 큰 건물의 경우, 별도 관리를 통해 에너지 소비량에 대한 지속적인 모니터링과 에너지 효율 개선 노력이 중요함

참고문헌

■ 단행본/연구보고서

- 국토교통부(2021). 공공건축물 그린리모델링 지원사업 가이드라인.
- 김민경·남현정(2019). 서울시 녹색건축물 인센티브 현황과 개선방안. 서울연구원.
- 박종순·고용석·이정찬·성선용·이재현·이후빈·윤은주·정상윤(2020). 유럽 그린딜(European Green Deal)이 우리나라 국토·도시 정책에 주는 시사점. 국토연구원, 국토이슈리포트, 제24호.
- 최문산·최도영(2014). 건물 에너지소비 상설표본조사 연구. 에너지경제연구원.

■ 학술지/학위논문

- 최선우·김지연·박효순·김준태(2012). 사무소 건물의 외피 리모델링에 따른 에너지절감효과 및 경제성 분석. 한국생태환경건축학회지. 12(6), 85-92.
- 박덕준(2021). Net Zero를 위한 정책 로드맵 변화 방향과 그린리모델링 기술 개발. 설비저널. 50(10), 28-39.

■ 관련 법

- (국토교통부) 건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증 기준(국토교통부고시 제2020-574호), 2020.8.13. [일부개정]
- (국토교통부) 녹색건축 인증 기준(국토교통부고시 제2021-278호). 2021.4.1. [일부개정]
- 건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증에 관한 규칙(국토교통부령 제878호), 2021.8.23. [일부개정], (산업통상자원부령 제430호), 2021.8.23. [일부개정]
- 건축법 시행령(대통령령 제32102호), 2021.11.2. [일부개정]
- 녹색건축물 조성 지원법 시행령(대통령령 제31243호), 2020.12.10. [타법개정]
- 인천광역시 녹색건축물 조성 지원 조례(인천광역시조례 제6480호). 2020.10.7. [제정]

■ 행정자료

- 관계부처합동(2018). 2030년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정안.
- 관계부처합동(2020). 「한국판 뉴딜」 종합계획.
- 교육부 한국교육개발원(2020). 2020 교육통계연보.

교육부(그린스마트미래학교실무추진단)(2021). 그린스마트 미래학교 종합 추진계획.
 국토교통부(2019). 제2차 녹색건축물 기본계획.
 국토교통부·한국시설안전공단(2015). 그린리모델링 활성화를 위한 2014 공공건축물 그린리모델링
 시범사업 백서.
 인천광역시(2020). 인천광역시 녹색건축물 기본계획.

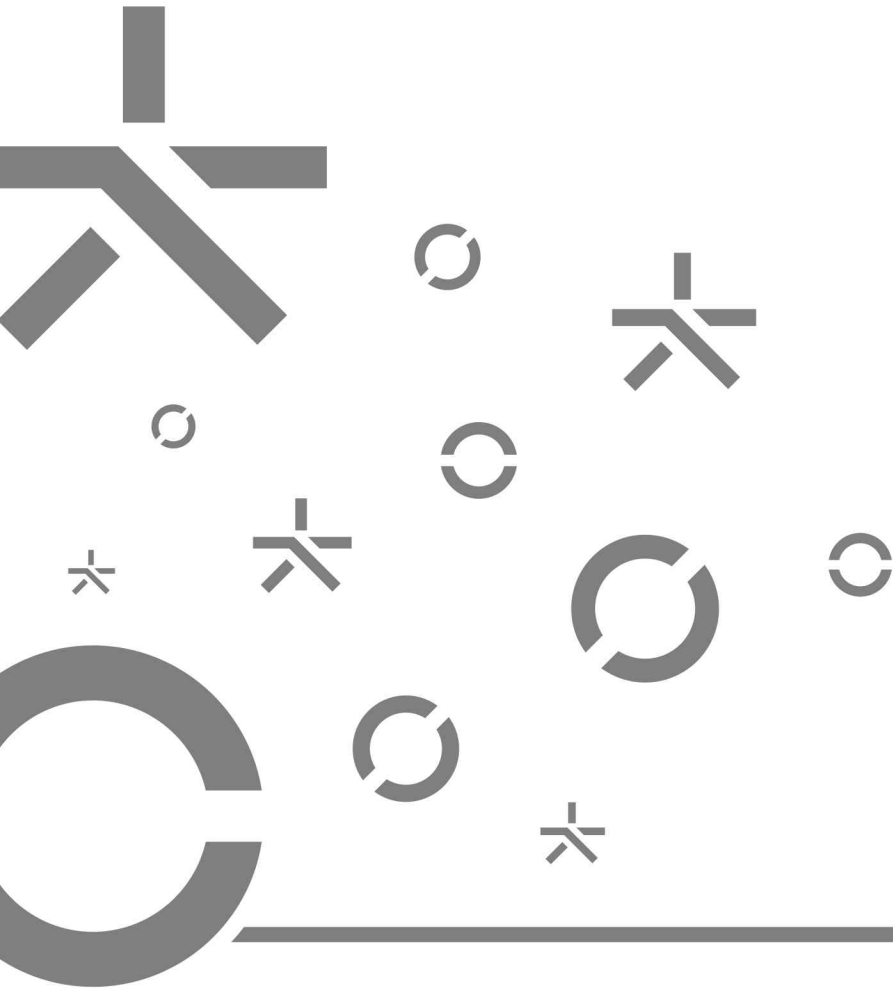
■ 보도자료/신문기사

국토교통부(2019.6.21.) 제로에너지건축, 건축을 넘어 도시로! 이제 시작합니다 - 국토교통부, 제로
 에너지건축 보급 확산 방안 발표. (검색일: 2021년 10월 23일)
 인천광역시(2021.9.15.) 인천시 노후 공공건축물 정주환경 개선한다. - 2021년 그린리모델링 공모
 사업 6개소 추가선정, 총 24개소 사업 착수 / 에너지, 생활환경, 신기술, 미관 등 신축건물
 수준으로 리모델링 / 에너지·미세먼지 절감 효과 기대 (검색일: 2021년 10월 15일)
 인천광역시(2021.10.21.) 인천시, 탄소중립 위한 녹색건축물 설계기준 마련 / 녹색건축물 설계기준
 제정·고시 / 연면적 500㎡이상 주거용 및 비주거용 건축물 적용 / 2030년까지 건축부문
 온실가스 32.6% 감축목표 (검색일: 2021년 10월 30일)

■ 전자문서자료/홈페이지

건축도시정책정보센터 홈페이지 <http://www.aurum.re.kr/>
 건축물 생애이력 관리시스템 홈페이지 <https://blcm.go.kr/cmm/main/mainPage.do>
 건축물데이터 민간 개방 시스템 홈페이지 <https://open.eais.go.kr/main/main.do>
 건축물에너지효율등급인증시스템 홈페이지 <https://beec.energy.or.kr/>
 그린투게더 홈페이지 <https://www.greentogogether.go.kr/>
 녹색건축인증 홈페이지 <http://www.gseed.or.kr/laws.do>
 미국 녹색건축위원회 홈페이지 <https://www.usgbc.org/leed>
 제로에너지건축물 홈페이지 <https://zeb.energy.or.kr/>
 한국환경산업기술원 녹색건축인증 홈페이지 <https://www.gbc.re.kr/>

부록



부록

인천광역시 군구별 주용도별 건물에너지 현황

○ 인천광역시 군구별로 주용도별 건물 현황 및 에너지 사용량 현황은 다음과 같음.

[표 부록-1] 인천광역시 중구 주용도별 건물 현황 및 에너지 사용량 현황 (2020년 기준)

지역	건물동수	연면적(㎡)	에너지사용량 (단위: TOE)			
			전기	도시가스	지역난방	합계
단독주택	6,153	1,049,977	5,889	8,046	-	13,935
공동주택	1,419	4,148,092	12,824	15,614	101	28,540
제1종근린생활시설	2,151	798,591	9,402	2,356	-	11,758
제2종근린생활시설	1,247	676,193	5,791	2,098	1	7,889
문화및집회시설	41	70,926	356	153	-	509
종교시설	58	89,232	283	157	0	440
판매시설	21	208,097	2,177	268	3	2,448
운수시설	184	2,071,598	9,505	4,002	-	13,506
의료시설	15	152,313	2,180	2,242	0	4,422
교육연구시설	171	556,350	2,198	1,067	2	3,267
노유자시설	82	62,133	321	247	-	567
수련시설	1	211	1	-	-	1
운동시설	10	38,344	181	257	-	438
업무시설	145	799,373	43,707	2,830	2	46,539
숙박시설	292	682,127	3,820	2,114	6	5,939
위락시설	31	12,413	200	8	-	208
공장	478	588,687	2,404	12	-	2,415
창고시설	316	754,745	5,146	108	-	5,254
위험물저장및처리시설	90	33,703	639	31	-	670
자동차관련시설	108	134,135	1,063	152	-	1,215
동·식물관련시설	68	31,234	555	89	-	644
교정및군사시설	71	15,233	2	5	-	7
방송통신시설	7	14,752	326	33	0	359
발전시설	-	-	-	-	-	-
묘지관련시설	2	104	3	-	-	3
관광휴게시설	24	2,306	167	-	-	167
장례식장	1	1,161	5	-	-	5
자원순환관련시설	10	10,182	1,598	-	-	1,598
야영장시설	-	-	-	-	-	-
기타	26	30,234	113	36	-	150
합계	13,221	13,032,446	110,855	41,925	116	152,897

주. 에너지사용량은 전기, 도시가스, 지역난방만 포함.

자료 : 그린투게더 홈페이지 <https://www.greentogether.go.kr>

[표 부록-2] 인천광역시 동구 주용도별 건물 현황 및 에너지 사용량 현황 (2020년 기준)

지역	건물동수	연면적(㎡)	에너지사용량 (단위: TOE)			
			전기	도시가스	지역난방	합계
단독주택	4,034	371,260	2,173	3,975	-	6,148
공동주택	560	1,459,484	5,727	12,032	-	17,759
제1종근린생활시설	697	252,083	1,841	789	-	2,629
제2종근린생활시설	358	110,242	905	537	-	1,442
문화및집회시설	5	6,549	29	-	-	29
종교시설	34	37,075	115	133	-	248
판매시설	60	303,530	1,820	573	-	2,393
운수시설	1	3,613	4	-	-	4
의료시설	8	43,767	571	520	-	1,091
교육연구시설	71	215,083	978	336	-	1,314
노유자시설	38	27,626	139	140	-	279
수련시설	1	5,195	0	12	-	12
운동시설	-	-	-	-	-	-
업무시설	26	88,591	404	346	-	750
숙박시설	30	15,473	133	117	-	250
위락시설	2	537	6	-	-	6
공장	574	1,092,021	4,829	34	-	4,863
창고시설	84	113,496	284	28	-	311
위험물저장및처리시설	20	4,699	37	2	-	40
자동차관련시설	83	67,376	352	32	-	384
동·식물관련시설	-	-	-	-	-	-
교정및군사시설	-	-	-	-	-	-
방송통신시설	-	-	-	-	-	-
발전시설	-	-	-	-	-	-
묘지관련시설	-	-	-	-	-	-
관광휴게시설	-	-	-	-	-	-
장례식장	1	3,420	66	-	-	66
자원순환관련시설	6	3,649	53	-	-	53
야영장시설	-	-	-	-	-	-
기타	17	27,428	172	44	-	216
합계	6,710	4,252,195	20,638	19,648	-	40,286

주. 에너지사용량은 전기, 도시가스, 지역난방만 포함.

자료 : 그린투게더 홈페이지 <https://www.greentgether.go.kr>

[표 부록-3] 인천광역시 미추홀구 주용도별 건물 현황 및 에너지 사용량 현황 (2020년 기준)

지역	건물동수	연면적(㎡)	에너지사용량 (단위: TOE)			
			전기	도시가스	지역난방	합계
단독주택	17,779	2,720,443	13,975	28,714	287	42,977
공동주택	6,889	10,188,054	36,092	78,482	2,027	116,601
제1종근린생활시설	2,328	1,105,633	11,587	4,748	-	16,334
제2종근린생활시설	2,293	1,221,560	9,775	6,522	-	16,297
문화및집회시설	16	35,497	128	43	-	172
종교시설	118	228,181	701	678	-	1,378
판매시설	46	394,213	4,244	1,682	-	5,925
운수시설	9	21,491	24	-	-	24
의료시설	42	248,019	2,848	2,138	-	4,986
교육연구시설	431	1,327,726	5,614	2,625	-	8,239
노유자시설	257	179,618	792	1,191	-	1,983
수련시설	-	-	-	-	-	-
운동시설	17	185,160	1,162	637	-	1,799
업무시설	495	1,940,609	8,271	9,915	126	18,311
숙박시설	260	247,658	1,821	1,817	-	3,638
위락시설	37	28,204	272	30	-	302
공장	268	615,188	1,548	332	-	1,880
창고시설	32	13,251	257	0	-	257
위험물저장및처리시설	69	20,256	256	5	-	261
자동차관련시설	109	155,066	610	203	-	813
동·식물관련시설	-	-	-	-	-	-
교정및군사시설	13	38,148	238	-	-	238
방송통신시설	7	24,799	197	33	-	230
발전시설	-	-	-	-	-	-
묘지관련시설	-	-	-	-	-	-
관광휴게시설	3	207	5	-	-	5
장례식장	1	1,169	19	4	-	22
자원순환관련시설	1	488	24	-	-	24
야영장시설	-	-	-	-	-	-
기타	48	46,529	510	193	-	703
합계	31,568	20,987,167	100,971	139,991	2,440	243,401

주. 에너지사용량은 전기, 도시가스, 지역난방만 포함.

자료 : 그린투게더 홈페이지 <https://www.greentogether.go.kr>

[표 부록-4] 인천광역시 연수구 주용도별 건물 현황 및 에너지 사용량 현황 (2020년 기준)

지역	건물동수	연면적(㎡)	에너지사용량 (단위: TOE)			
			전기	도시가스	지역난방	합계
단독주택	3,332	1,459,757	7,271	15,071	-	22,342
공동주택	2,293	16,969,933	52,899	42,268	52,114	147,281
제1종근린생활시설	353	530,028	4,737	1,680	805	7,221
제2종근린생활시설	719	798,278	7,307	3,826	-	11,133
문화및집회시설	32	216,860	1,834	208	1,641	3,684
종교시설	49	73,834	230	140	-	371
판매시설	23	917,125	7,845	2,027	2,360	12,232
운수시설	28	50,605	548	-	-	548
의료시설	15	88,402	774	948	-	1,722
교육연구시설	329	2,730,450	15,248	3,640	6,487	25,375
노유자시설	90	106,401	683	532	-	1,215
수련시설	-	-	-	-	-	-
운동시설	11	39,195	630	196	140	966
업무시설	96	1,741,208	12,429	1,719	4,806	18,954
숙박시설	72	242,368	1,787	1,101	716	3,604
위락시설	12	20,515	171	1	-	171
공장	51	1,242,424	3,374	698	1,934	6,006
창고시설	1	96	0	-	-	0
위험물저장및처리시설	140	98,984	24,260	84	-	24,343
자동차관련시설	45	84,459	416	166	51	633
동·식물관련시설	11	3,293	53	2	-	55
교정및군사시설	-	-	-	-	-	-
방송통신시설	1	6,987	3	12	-	16
발전시설	-	-	-	-	-	-
묘지관련시설	1	143	0	-	-	0
관광휴게시설	33	112,728	601	360	-	961
장례식장	-	-	-	-	-	-
자원순환관련시설	76	101,703	5,325	46	-	5,371
야영장시설	-	-	-	-	-	-
기타	3	35,065	165	70	-	235
합계	7,815	27,670,841	148,590	74,796	71,052	294,438

주. 에너지사용량은 전기, 도시가스, 지역난방만 포함.

자료 : 그린투게더 홈페이지 <https://www.greentogether.go.kr>

[표 부록-5] 인천광역시 남동구 주용도별 건물 현황 및 에너지 사용량 현황 (2020년 기준)

지역	건물동수	연면적(㎡)	에너지사용량 (단위: TOE)			
			전기	도시가스	지역난방	합계
단독주택	7,300	1,954,281	10,363	20,242	184	30,789
공동주택	6,757	16,310,697	57,785	93,121	29,797	180,704
제1종근린생활시설	1,817	2,055,988	17,440	5,610	122	23,172
제2종근린생활시설	2,055	2,550,641	17,514	6,885	487	24,886
문화및집회시설	34	143,216	412	196	18	626
종교시설	144	252,634	684	458	-	1,142
판매시설	129	594,474	4,602	1,464	56	6,122
운수시설	3	16,672	9	15	-	24
의료시설	42	295,207	4,122	3,941	5	8,068
교육연구시설	302	1,147,206	4,287	2,090	779	7,156
노유자시설	241	181,452	859	878	15	1,752
수련시설	4	12,040	52	67	-	119
운동시설	19	36,508	366	303	-	670
업무시설	354	2,305,127	12,582	9,825	1,711	24,118
숙박시설	103	298,125	1,659	1,631	658	3,948
위락시설	25	37,762	429	65	-	494
공장	1,168	2,451,516	5,342	2,746	56	8,144
창고시설	81	72,582	311	6	-	317
위험물저장및처리시설	69	32,469	442	8	-	450
자동차관련시설	136	310,664	1,844	804	-	2,649
동·식물관련시설	68	15,577	88	-	-	88
교정및군사시설	1	8,525	-	238	-	238
방송통신시설	3	28,387	1,235	12	-	1,247
발전시설	7	13,892	534	0	-	534
묘지관련시설	-	-	-	-	-	-
관광휴게시설	7	2,264	31	31	-	62
장례식장	2	4,999	16	-	-	16
자원순환관련시설	30	20,988	805	4	-	809
야영장시설	-	-	-	-	-	-
기타	24	100,248	1,166	630	-	1,796
합계	20,925	31,254,143	144,978	151,268	33,889	330,136

주. 에너지사용량은 전기, 도시가스, 지역난방만 포함.

자료 : 그린투게더 홈페이지 <https://www.greentogether.go.kr>

[표 부록-6] 인천광역시 부평구 주용도별 건물 현황 및 에너지 사용량 현황 (2020년 기준)

지역	건물동수	연면적(㎡)	에너지사용량 (단위: TOE)			
			전기	도시가스	지역난방	합계
단독주택	9,227	1,892,571	10,646	20,247	956	31,849
공동주택	6,378	12,548,585	50,694	74,855	34,230	159,779
제1종근린생활시설	1,987	1,462,664	15,625	5,422	98	21,146
제2종근린생활시설	1,871	1,225,048	12,053	5,805	-	17,858
문화및집회시설	7	56,454	166	17	102	285
종교시설	134	293,172	757	790	21	1,568
판매시설	38	466,707	4,468	1,168	390	6,027
운수시설	4	61,199	8	450	-	457
의료시설	46	215,846	3,266	2,980	51	6,297
교육연구시설	342	1,134,637	4,635	2,115	99	6,849
노유자시설	216	179,628	870	1,288	-	2,158
수련시설	1	5,047	14	-	18	32
운동시설	6	18,307	176	96	-	272
업무시설	453	2,210,259	10,536	13,356	46	23,938
숙박시설	223	217,010	1,721	1,953	-	3,674
위락시설	27	20,552	294	86	-	380
공장	651	1,785,003	4,131	1,378	-	5,508
창고시설	47	38,119	310	116	-	426
위험물저장및처리시설	95	24,967	552	30	-	581
자동차관련시설	127	98,467	866	156	-	1,022
동·식물관련시설	2	109	1	0	-	2
교정및군사시설	110	103,378	200	497	-	697
방송통신시설	3	14,777	516	13	-	529
발전시설	-	-	-	-	-	-
묘지관련시설	11	26,764	379	1,302	-	1,681
관광휴게시설	-	-	-	-	-	-
장례식장	-	-	-	-	-	-
자원순환관련시설	2	994	12	-	-	12
야영장시설	-	-	-	-	-	-
기타	23	30,982	387	122	-	509
합계	22,030	24,131,245	123,283	134,241	36,013	293,537

주. 에너지사용량은 전기, 도시가스, 지역난방만 포함.

자료 : 그린투게더 홈페이지 <https://www.greentogether.go.kr>

[표 부록-7] 인천광역시 계양구 주용도별 건물 현황 및 에너지 사용량 현황 (2020년 기준)

지역	건물동수	연면적(㎡)	에너지사용량 (단위: TOE)			
			전기	도시가스	지역난방	합계
단독주택	3,123	774,493	4,510	7,690	-	12,200
공동주택	4,667	8,490,546	31,842	60,359	13,279	105,480
제1종근린생활시설	1,062	777,428	7,714	2,509	98	10,321
제2종근린생활시설	1,445	984,648	9,114	4,135	13	13,262
문화및집회시설	7	50,527	120	113	-	233
종교시설	71	152,004	422	343	-	765
판매시설	32	395,079	3,347	486	231	4,064
운수시설	26	63,386	32	-	-	32
의료시설	21	143,350	1,925	733	475	3,133
교육연구시설	169	772,577	4,380	1,926	11	6,317
노유자시설	142	129,436	669	667	-	1,336
수련시설	1	3,760	0	-	-	0
운동시설	11	20,961	230	211	-	440
업무시설	107	605,174	3,289	2,085	735	6,109
숙박시설	69	98,069	695	892	39	1,627
위락시설	12	12,790	162	18	-	180
공장	148	285,852	345	280	-	626
창고시설	40	52,633	399	4	-	403
위험물저장및처리시설	64	17,632	262	-	-	262
자동차관련시설	50	58,294	385	66	-	450
동. 식물관련시설	88	28,234	76	2	-	78
교정및군사시설	73	56,964	28	765	-	793
방송통신시설	2	5,617	272	4	-	276
발전시설	-	-	-	-	-	-
묘지관련시설	-	-	-	-	-	-
관광휴게시설	1	595	56	-	-	56
장례식장	4	11,648	78	58	-	136
자원순환관련시설	6	2,875	382	-	-	382
야영장시설	-	-	-	-	-	-
기타	25	67,154	420	147	-	568
합계	11,465	14,061,723	71,155	83,492	14,882	169,529

주. 에너지사용량은 전기, 도시가스, 지역난방만 포함.

자료 : 그린투게더 홈페이지 <https://www.greentogether.go.kr>

[표 부록-8] 인천광역시 서구 주용도별 건물 현황 및 에너지 사용량 현황 (2020년 기준)

지역	건물동수	연면적(㎡)	에너지사용량 (단위: TOE)			
			전기	도시가스	지역난방	합계
단독주택	7,940	2,056,372	10,874	22,344	-	33,218
공동주택	6,798	16,354,881	57,966	102,360	31,594	191,921
제1종근린생활시설	1,418	1,432,738	13,080	4,336	176	17,591
제2종근린생활시설	2,573	1,647,654	14,908	6,198	318	21,424
문화및집회시설	15	215,431	701	195	-	896
종교시설	117	200,485	509	456	-	966
판매시설	33	356,439	2,899	1,032	561	4,492
운수시설	47	95,870	452	-	-	452
의료시설	29	273,932	2,985	2,579	205	5,769
교육연구시설	330	1,441,765	7,514	3,793	359	11,666
노유자시설	215	334,794	1,563	2,839	-	4,402
수련시설	4	14,049	49	75	-	124
운동시설	47	94,302	925	576	-	1,501
업무시설	135	1,127,173	5,113	1,859	2,512	9,485
숙박시설	73	123,058	905	885	-	1,790
위락시설	6	18,524	181	30	-	212
공장	1,641	3,053,322	13,987	3,104	-	17,091
창고시설	228	729,953	2,372	2	-	2,374
위험물저장및처리시설	186	58,528	2,247	17	-	2,265
자동차관련시설	308	743,067	3,869	740	57	4,667
동.식물관련시설	62	16,474	53	4	-	57
교정및군사시설	8	8,846	69	-	-	69
방송통신시설	9	89,278	3,682	40	349	4,071
발전시설	227	274,237	1,162	-	-	1,162
묘지관련시설	-	-	-	-	-	-
관광휴게시설	18	2,841	21	-	-	21
장례식장	-	-	-	-	-	-
자원순환관련시설	304	250,577	15,802	7,338	201	23,341
야영장시설	-	-	-	-	-	-
기타	54	53,450	319	121	-	440
합계	22,825	31,068,039	164,209	160,925	36,332	361,465

주. 에너지사용량은 전기, 도시가스, 지역난방만 포함.

자료 : 그린투게더 홈페이지 <https://www.greentogether.go.kr>

[표 부록-9] 인천광역시 강화군 주용도별 건물 현황 및 에너지 사용량 현황 (2020년 기준)

지역	건물동수	연면적(㎡)	에너지사용량 (단위: TOE)			
			전기	도시가스	지역난방	합계
단독주택	17,623	1,918,412	11,004	2,151	-	13,155
공동주택	634	607,872	2,047	5,557	-	7,605
제1종근린생활시설	1,312	299,943	2,537	700	-	3,236
제2종근린생활시설	2,198	511,816	4,207	324	-	4,532
문화및집회시설	60	52,069	351	-	-	351
종교시설	126	93,103	374	35	-	409
판매시설	6	15,037	190	82	-	272
운수시설	7	13,297	92	93	-	184
의료시설	18	40,477	444	218	-	662
교육연구시설	368	287,528	1,146	123	-	1,269
노유자시설	166	84,165	759	52	-	811
수련시설	54	43,573	125	-	-	125
운동시설	36	32,716	368	32	-	400
업무시설	41	39,439	325	36	-	361
숙박시설	163	109,868	949	143	-	1,092
위락시설	4	790	4	-	-	4
공장	192	104,022	412	6	-	419
창고시설	1,001	186,916	898	17	-	915
위험물저장및처리시설	73	8,594	170	-	-	170
자동차관련시설	47	13,612	90	24	-	114
동.식물관련시설	672	177,238	244	1	-	245
교정및군사시설	12	15,937	69	-	-	69
방송통신시설	5	3,458	85	-	-	85
발전시설	1	1,522	10	-	-	10
묘지관련시설	4	1,857	10	-	-	10
관광휴게시설	7	2,369	22	-	-	22
장례식장	3	2,435	18	9	-	27
자원순환관련시설	20	9,166	162	-	-	162
야영장시설	8	495	30	-	-	30
기타	70	20,967	108	4	-	113
합계	24,932	4,698,690	27,252	9,606	-	36,858

주. 에너지사용량은 전기, 도시가스, 지역난방만 포함.

자료 : 그린투게더 홈페이지 <https://www.greentogether.go.kr>

[표 부록-10] 인천광역시 옹진군 주용도별 건물 현황 및 에너지 사용량 현황 (2020년 기준)

지역	건물동수	연면적(㎡)	에너지사용량 (단위: TOE)			
			전기	도시가스	지역난방	합계
단독주택	4,724	570,933	3,769	-	-	3,769
공동주택	101	74,318	390	-	-	390
제1종근린생활시설	380	80,270	841	-	-	841
제2종근린생활시설	595	139,272	1,250	-	-	1,250
문화및집회시설	6	1,973	6	-	-	6
종교시설	22	14,619	30	-	-	30
판매시설	1	133	1	-	-	1
운수시설	7	2,676	42	-	-	42
의료시설	1	4,071	16	-	-	16
교육연구시설	93	56,423	189	-	-	189
노유자시설	60	19,048	210	-	-	210
수련시설	9	4,707	37	-	-	37
운동시설	18	7,016	17	-	-	17
업무시설	5	3,745	20	-	-	20
숙박시설	339	102,275	744	-	-	744
위락시설	8	1,525	9	-	-	9
공장	7	3,030	9	-	-	9
창고시설	102	15,448	65	-	-	65
위험물저장및처리시설	19	2,635	12	-	-	12
자동차관련시설	8	1,349	4	-	-	4
동.식물관련시설	38	17,890	19	-	-	19
교정및군사시설	56	56,207	100	-	-	100
방송통신시설	1	26	12	-	-	12
발전시설	279	354,841	68	-	-	68
묘지관련시설	-	-	-	-	-	-
관광휴게시설	4	617	3	-	-	3
장례식장	-	-	-	-	-	-
자원순환관련시설	27	12,442	98	-	-	98
야영장시설	5	678	16	-	-	16
기타	1	34	0	-	-	0
합계	6,915	1,548,202	7,978	-	-	7,978

주. 에너지사용량은 전기, 도시가스, 지역난방만 포함.

자료 : 그린투게더 홈페이지 <https://www.greentogether.go.kr>

2021년도 기획연구

인천광역시 학교시설 에너지 소비 현황 및 시사점

발행인 이용식

발행일 2021년 12월 20일

발행처 인천연구원

인쇄처 청송출판인쇄사

I S B N 979-11-6870-020-8 93320

주 소 22711 인천광역시 서구 심곡로 98

© 인천연구원 2021

이 보고서의 내용은 연구책임자의 견해로서 인천연구원의 공식적 입장과는 다를 수 있습니다.
출처를 밝히는 한 자유로이 인용할 수 있으나 무단 전재나 복제는 금합니다.