

수원시 태양광 보급 확대와 솔라맵 구축 방안

Solar Power Potential Analysis and How to Expand Solar Power Generation in Suwon

강은하

연구진

연구책임자 강은하 (수원시정연구원 연구위원)
참여연구원 최석환 (수원시정연구원 연구위원)
오미현 (수원시정연구원 위촉연구원)

태양광 잠재량 분석

박 찬 (서울시립대학교 교수)
최재연 (서울시립대학교 연구원)
조민균 (서울시립대학교 연구원)

© 2021 수원시정연구원

발행인 김선희
발행처 수원시정연구원
경기도 수원시 권선구 수인로 126
(우편번호) 16429
전화 031-220-8001 팩스 031-220-8000
<http://www.suwon.re.kr>
인쇄 2021년 9월 6일
발행 2021년 9월 6일
ISBN 979-11-6819-000-9 (93300)

이 보고서를 인용 및 활용 시 아래와 같이 출처 표시해 주십시오.

강은하. 2021. 「수원시 태양광 보급 확대와 솔라맵 구축 방안」. 수원시정연구원.

비매품

주요 내용 및 정책제안

■ 주요 내용

- 수원시 내 태양광 발전 잠재량을 분석하고 그 결과를 활용한 솔라맵 (Solar Map:태양광 발전 잠재량 및 태양광 발전에 관한 정보를 표출하는 지도) 구축방안 제시 및 태양광 발전 확대 방안 제시
- 태양광 잠재량은 산지와 농지, 도심에서는 단독 건축물과 저층 주거지역에서 높게 분석되었으며 건축물 단위 및 필지 단위 분석결과를 제공하는 솔라맵 구축 필요성 제시
- 태양광 확대를 위한 공공 주도 사업 방향 및 민간 주도 활성화를 위한 지구단위계획 개선 방안 등 제도적 활성화 방안 제시

■ 정책제안

- ① (솔라맵 구축) 고해상도 건축물 또는 필지 단위 태양광 잠재량 지도 구축 제안
 - 단기간 내 구축 가능 시스템은 수치표고모델과 건축통합정보마스터 사용 도시계획 정보 및 관련 규제 제공 가능
 - 중장기적 관점에서는 건축물 옥상, 입면, 지면에 따른 차이 구분이 가능한 3D 솔라맵 구축이 가능하며 수원시 3차원 공간정보 활용 도시 시설물 및 가로수에 의한 음영 영향 파악을 통해 건축물 외벽 태양광 설치 가능성 평가 가능
- ② (태양광 보급 확대) 공공주도 태양광 설치 방안
 - 잠재량이 높은 단독 공공건물 (예: 초등학교, 주민센터, 공공 체육시설 등) 대상 태양광 발전 설치 장려
 - 학교와 같은 공공건물에 태양광 발전설비를 설치하고 주변 커뮤니티에서 에너지를 사용하는 플러스 에너지 건축물 구축 및 에너지네트워크 조성 시범사업 제안
- ③ (제도 개선) 기본계획 및 지구단위계획에 반영 제안
 - 2040 수원 도시기본계획 수립 시 솔라맵 활용 및 태양광 발전 보급 확산 내용 반영 필요

- 스마트도시계획(2021~2025)에 제시된 신재생에너지 활용 방안 토대로 에너지 커뮤니티 조성 등 스마트시티 리빙랩 추진 근거로 활용
- 지구단위계획 수립 지침 개정(안)에 제로에너지 건축물 및 태양광 시설 도입 가이드라인 마련 필요
- 신규개발사업 지역에 저탄소 시범마을 조성 (마을단위의 제로에너지화) 검토
- 신재생에너지 설치 후 관리 강화를 위한 사후관리방안 조례 개정

국문요약

■ 서론

○ 연구의 배경

- 재생에너지 3020 목표, 정부의 그린뉴딜 정책과 제5차 신재생에너지 기본계획에 따라 태양광 보급의 필요성이 대두됨
- 수원시 지역에너지 기본계획과 연계하여 수원시 지역 실정에 맞는 에너지전환, 신재생에너지 보급을 위한 단기·중장기 정책방향 제시가 필요함
- 그동안의 공공주도 태양광 발전 설비설치는 설치 여건이 용이한 곳 중심으로, 민간주도 사업은 사업 신청 순으로 추진되었기에 대상지의 태양광 잠재량을 고려할 수 없었음

○ 연구의 목적

- 공공주도에서 나아가 신재생에너지의 민간영역 확대를 위하여 태양광에너지 잠재량 조사 및 솔라맵 구축 방안 제시
- 재생에너지 지구단위계획 수립 반영 및 인센티브 제공 방안 등 현 제도 검토 및 개선 방안을 제시

■ 수원시 현황 분석

○ 수원시 태양광 보급 현황

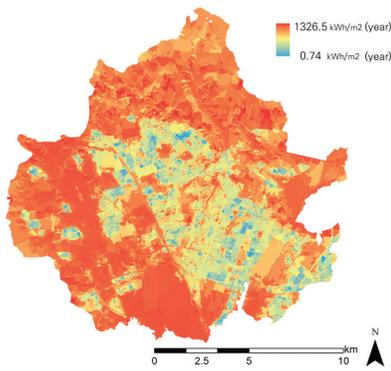
- 수원시 신재생에너지는 바이오, 연료전지, 소수력, 지열, 태양광, 태양열, 폐기물 총 7개 구분으로 보급되었는데 그 중 태양광 보급량 및 보급개소수가 가장 많음
- 태양광 발전설비는 총 1997개소에 16,457.1kW 설비용량이 보급되었음

○ 수원시 태양광 잠재량 조사

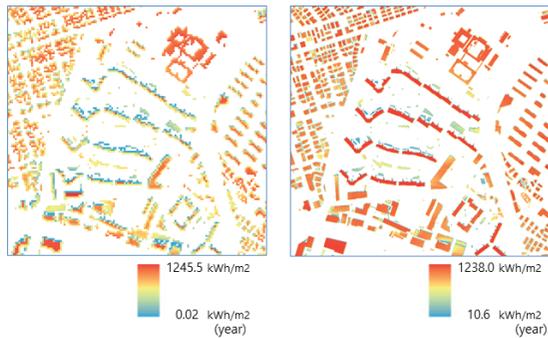
- 수원시 건물 통합정보 마스터, 수치표고모델을 사용하여 태양광 잠재량을 분석
 - 수원시 태양광 잠재량은 산지와 농지에서 높게 나타났으며, 도심에서는 면적이 넓고 주변에 높은 건축물이 없으면서 단독으로 건축물이 존재할수록 태양광 잠재량이 높게

나타남

- 5m, 1m 해상도의 태양광 잠재량 지도를 비교한 결과
 - 수원시 팔달구를 대상으로 비교한 결과 해상도에 따른 태양광 잠재량의 차이가 존재하는 것으로 나타남. 특히 아파트와 같이 긴 건축물에 대해서는 5m 해상도에서는 건축물 자체보다 넓은 범위로 분석이 진행되는 문제가 발생
 - 저층 밀집지역에 대해서는 5m 해상도는 어려움. 작은 건축물이 밀집되어 있는 지역에서는 고해상도(1m급)의 분석이 필요한 것으로 판단. 개별 건축물 잠재량 확인을 위해서는 분석 스케일이 작을수록 확인가능 건축물 수가 높아짐



〈그림 1〉 수원시 필지 태양광 잠재량 지도

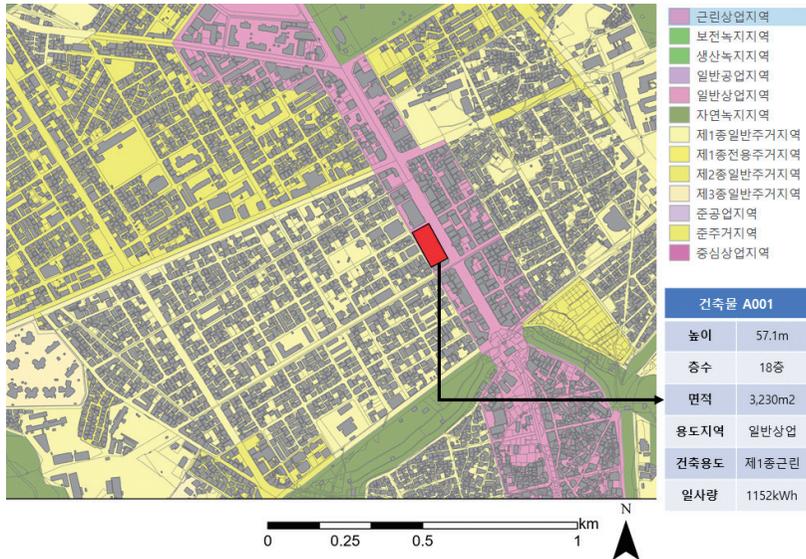


〈그림 2〉 해상도에 따른 태양광 잠재량 비교 (5m vs 1m) 좌: 5m 해상도, 우: 1m 해상도

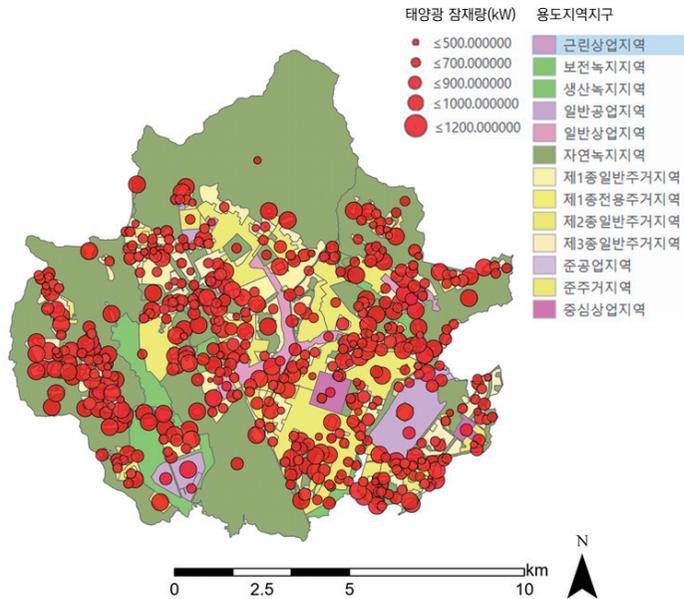
■ 수원시 솔라맵 구축 방안

- 분석대상, 스케일 및 차원
 - 1m (고해상도) 스케일의 잠재량 분석 결과를 활용하여 건축물을 기본단위로 하고 토지의 경우 설치 가능한 지역에 대해서 필지 단위로 분석 결과를 제공하는 식의 솔라맵을 구축할 것을 제안함
 - 분석 차원은 2D를 기반으로 정보를 제공하며, 추후 3D 기반의 분석으로 건축물 옥상 뿐만 아니라 입면까지 분석이 필요할 것으로 판단됨
- 단기간 내 구축 가능 시스템
 - 현재 자료가 구축되어있는 DB를 활용하여 서울시가 제공하는 햇빛지도와 유사한 형태의 솔라맵이 제공 가능할 것으로 판단됨
 - 솔라맵에서 제공되는 건축물이 위치한 필지의 도시계획 정보와 그에 관련된 규제 정보를 제공하여 수원시민이 이용하는데 도움이 될 수 있도록 함

- 건축물에 개괄적인 정보인 높이, 층수, 면적, 용도지역, 건축용도 등 규제와 관련된 정보를 제공함과 동시에 태양광 잠재량을 제공할 수 있는 구조
- 또는 특정 단위(필지, 용도지역지구, 블록 등)를 기준으로 분석을 진행하여 대상지 선정에 용이한 표현 방식을 중심으로 결과를 도출하는 방법도 존재



〈그림 3〉 수원시 솔라맵 예시 (용도지역 정보 제공)



〈그림 4〉 수원시 솔라맵 예시(용도지역지구별 솔라맵)

○ 중장기 관점 구축 가능 시스템

- 중장기 관점에서는 건축물 옥상, 입면, 지면에 따른 차이를 구분할 수 있도록 3D 분석이 가능한 형태로 솔라맵이 구축될 필요가 있음
 - 아파트, 단독주택 등 주거공간으로부터 태양광 발전시설을 설치하는 것 중 개인이 설치할 수 있는 대다수는 아파트 베란다에 설치하는 경우가 많아 입면 분석 필요
 - 수원시 3D 공간정보 DB 고도화로 연계 방안 모색 필요

■ 수원시 태양광 보급 확대 방안

- (태양광 보급 확대) 공공주도 태양광 설치 방안
 - 잠재량이 높은 단독 공공건물 (예: 초등학교, 주민센터, 공공 체육시설 등) 대상 태양광 발전 설치 장려
 - 학교와 같은 공공건물에 태양광 발전설비를 설치하고 주변 커뮤니티에서 에너지를 사용하는 플러스 에너지 건축물 구축 및 에너지네트워크 조성 시범사업 제안
- (제도 개선) 기본계획 및 지구단위계획에 반영 제안
 - 2040 수원 도시기본계획 수립시 솔라맵 활용 및 태양광 발전 보급 확산 내용 반영 필요
 - 스마트도시계획(2021~2025)에 제시된 신재생에너지 활용 방안(에코스마트시티 조성, 스마트시티 혁신생태계 조성, 스마트그린 인프라 조성 등)을 토대로 에너지 커뮤니티 조성 등 스마트시티 리빙랩 추진 근거로 활용
 - 지구단위계획 수립 지침 개정(안)에서 제로에너지 건축물 인증에 대한 계획유도 인센티브의 적정성 검토 및 상업지역, 공업지역 등 지역별·유형별 제로에너지 건축물 및 태양광 시설 도입을 위한 가이드라인 마련 필요
 - 신규개발사업 지역에 저탄소 시범마을 조성 (마을단위의 제로에너지화) 검토
 - 신재생에너지 설치 후 관리 강화를 위한 사후관리방안 조례 개정

주제어: 태양광 잠재량, 태양광 보급, 솔라맵, 신재생에너지

차 례

제1장 서론	1
제1절 연구의 배경 및 목적	3
제2절 연구범위 및 방법	4
 제2장 상위계획 및 사례 고찰	 5
제1절 신재생에너지 관련 상위 계획	7
1. 국가 에너지계획	7
2. 경기도 관련 계획	19
3. 수원시 관련 계획	22
제2절 신재생에너지 보급 관련 제도	24
1. 국가 신재생에너지 관련 법	24
2. 경기도 및 수원시 조례	28
제3절 태양광 보급 관련 타 지자체 사례 고찰	37
1. 주택용 태양광 발전 관련 정책현황	37
2. 경기도	38
3. 한국에너지공단 태양광 대여사업	43
4. 산업통상자원부 신재생에너지 보급지원 사업(2021년)	43
5. 서울시 및 타지자체	44
 제3장 현황분석	 47
제1절 태양광 보급 현황	49
1. 국내 신재생 에너지 보급 현황	49
2. 국외 신재생 에너지 보급 현황	50
3. 수원시 신재생 에너지 보급 현황	51
제2절 수원시 태양광 잠재량 조사	56
1. 태양광 잠재량 지도 구축 방법	56
2. 수원시 태양광 잠재량 분석	61

제3절 소결	72
1. 수원시 태양광 잠재량 분석 결과 요약	72
2. 수원시 잠재량 조사 결과에 따른 태양광 보급 방안	73
제4장 솔라맵 구축 및 태양광 보급 확대 방안	75
제1절 국내·외 솔라맵 구축 사례	77
1. 서울특별시 햇빛지도	77
2. 한국에너지기술연구원 신재생에너지 자원지도	81
3. 프로젝트 썬루프(Project Sunroof, Google)	81
4. 대전시 태양광지도(Solar Energy Estimator for Daejeon, SEED)	83
5. London Solar Opportunity Map	85
6. Helsinki Solar Energy Potential	87
7. CEA(City Energy Analyst)	88
8. GRASS GIS Solar3D	90
제2절 시사점 및 적용방안	91
제3절 솔라맵 구축 방안	93
제4절 수원시 태양광 보급 확대 방안	101
1. 전망과 여건 고찰	101
2. 수원시 태양광 보급 확대 방안	102
3. 태양광 보급 확대를 위한 제도 개선 방안	104
참고문헌	115

표 차례

〈표 2-1〉 '34년 최종에너지 기준 부문별 신재생에너지 보급 목표(단위: 백만toe) ……	10
〈표 2-2〉 '34년 발전량 기준 신재생에너지 비중 목표 ……	10
〈표 2-3〉 발전량 기준 원별 비중 목표(단위: %) ……	10
〈표 2-4〉 연도별 신재생에너지 보급전망(2020~2034) ……	13
〈표 2-5〉 연도별 신재생에너지 발전량 전망(2020~2034) ……	14
〈표 2-6〉 신재생 발전량 및 설비 비중 ……	14
〈표 2-7〉 2034년 신재생에너지 용량(단위: MW) ……	14
〈표 2-8〉 3대 혁신 전략 및 10대 핵심과제 ……	20
〈표 2-9〉 에너지자립 추진전략별 총괄표 ……	23
〈표 2-10〉 신재생에너지법 개정내용 ……	27
〈표 2-11〉 2021년 경기도에너지센터 지원 사업 ……	39
〈표 3-1〉 연도별 수원시 신재생에너지 보급 현황(개소) ……	51
〈표 3-2〉 수원시 신재생 보급 현황 (개소) ……	52
〈표 3-3〉 연도별 수원시 신재생에너지 보급 현황(설비용량_kW) ……	53
〈표 3-4〉 수원시 사업별 신재생 보급 현황 (설비용량_kW) ……	53
〈표 3-5〉 수원시 지역별 태양광 보급 현황 ……	54
〈표 3-6〉 수원시 학교 현황 ……	73
〈표 4-1〉 단기간 내 사용 가능한 자료 및 분석 모델 ……	94
〈표 4-2〉 신·재생에너지설비의 원별 설치기준(주택용 태양광발전 설치용량 기준) ……	95
〈표 4-3〉 증장기 관점 요구되는 자료 및 분석 ……	97
〈표 4-4〉 공공 태양광 대상건물(안) ……	102
〈표 4-5〉 제로에너지건축 의무화 세부로드맵 ……	103
〈표 4-6〉 수원당수 2지구 제로에너지 특화도시 적용기술. ……	105
〈표 4-7〉 서울시 지구단위계획 허용용적을 인센티브 구성 ……	106
〈표 4-8〉 서울시 지구단위계획에 따른 친환경 인센티브 운영기준 ……	107
〈표 4-9〉 서울시 녹색건축물 설계기준과 인센티브 유형과 조건 ……	107
〈표 4-10〉 지자체 지구단위계획 ……	108
〈표 4-11〉 2030년 수원 도시기본계획에서의 태양광 발전 관련 내용 ……	108

〈표 4-12〉 수원 스마트도시계획(2021~2025) : 스마트 환경·에너지 분야 실천전략 ...	110
〈표 4-13〉 인센티브 신설(안)	111

그림 차례

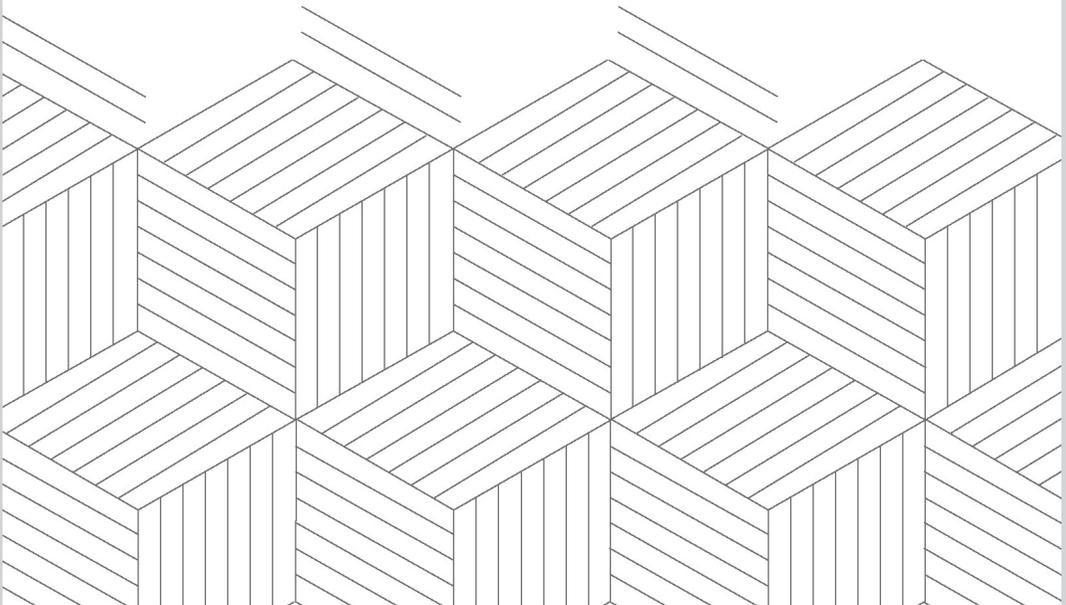
〈그림 2-1〉 그린 에너지의 현재와 미래 모습	7
〈그림 2-2〉 그린뉴딜과 태양광·풍력·수소 발전	8
〈그림 2-3〉 17개 지자체의 지역에너지계획 목표	11
〈그림 2-4〉 제9차 전력수급기본계획 수립방향	12
〈그림 2-5〉 총괄 보급목표	15
〈그림 2-6〉 원별 보급목표	15
〈그림 2-7〉 보급 목표 이행방안	17
〈그림 2-8〉 전략 체계도	19
〈그림 2-9〉 경기도 에너지 비전 목표 및 전략	20
〈그림 2-10〉 경기도 제5차 지역에너지계획의 목표	21
〈그림 2-11〉 경기도 제5차 지역에너지계획의 추진 전략 및 과제	22
〈그림 2-12〉 수원시 에너지자립 비전 및 기본방향 수립	23
〈그림 2-13〉 경기도 시민햇빛발전협동조합 현황	41
〈그림 2-14〉 수상태양광 설치 사례	42
〈그림 2-15〉 클린에너지 학교사업	46
〈그림 3-1〉 국내 신재생에너지 보급 실적 조사(한국에너지공단)	49
〈그림 3-2〉 국가별 신재생에너지 용량 현황(~2019) 및 전망(2020~2021)	50
〈그림 3-3〉 1990~2019년 재생에너지 공급 연평균 성장률	50
〈그림 3-4〉 수원시 태양광 보급 현황(누적)	54
〈그림 3-5〉 수원시 지역별 태양광 보급 현황(개소)	55
〈그림 3-6〉 수원시 지역별 태양광 보급 현황(설비용량, kW)	55
〈그림 3-7〉 수원시 수치표고모델(DEM)	56
〈그림 3-8〉 수원시 건물 통합정보 마스터	57
〈그림 3-9〉 수원시 수치표면모형(DSM)	58
〈그림 3-10〉 Arcgis Solar Radiation 개념도	59
〈그림 3-11〉 ArcGIS Solar Radiation 알고리즘 process	59
〈그림 3-12〉 수원시 전체 태양광 잠재량 지도(해상도5m)	61
〈그림 3-13〉 수원시 건축물 태양광 잠재량 지도(해상도5m)	62

〈그림 3-14〉 수원시 건축물 태양광 잠재량 등급도(해상도 5m)	62
〈그림 3-15〉 수원시 건축물 태양광 잠재량 지도(해상도 5m) (a)수원역 인근 (b)삼성디지털시티 (c)수원월드컵경기장 인근	63
〈그림 3-16〉 수원시 필지 태양광 잠재량 지도	64
〈그림 3-17〉 수원시 필지 태양광 잠재량 지도(해상도 5m) (a)수원한일타운 아파트 인근 (b)수성고 인근 (c)세류동 농사지역 (d)구운동 농사지역	64
〈그림 3-17〉 수원시 법정동별 평균 건축물 태양광 잠재량	65
〈그림 3-18〉 수원시 법정동별 평균 건축물 태양광 잠재량	66
〈그림 3-19〉 수원시 팔달구 태양광 잠재량 지도 (해상도 5m)	67
〈그림 3-20〉 수원시 팔달구 태양광 잠재량 지도 (해상도 1m)	68
〈그림 3-21〉 수원시 팔달구 건축물 태양광 잠재량 지도 (해상도 5m)	69
〈그림 3-22〉 수원시 팔달구 건축물 태양광 잠재량 지도 (해상도 1m)	70
〈그림 3-23〉 해상도에 따른 태양광 잠재량 비교 (5m vs 1m)	71
〈그림 3-24〉 태양광 보급 장소(안)	73
〈그림 3-25〉 커뮤니티관점에서의 에너지공유 활성화 필요	74
〈그림 4-1〉 태양광발전 시뮬레이션	78
〈그림 4-2〉 햇빛주제도 조회 프로세스	78
〈그림 4-3〉 구축과정	78
〈그림 4-4〉 서울시 햇빛지도 햇빛 주제도 조회(태양광에너지 등급도)	79
〈그림 4-5〉 서울시 햇빛지도 햇빛 주제도 조회(태양광에너지 분포도)	79
〈그림 4-6〉 태양광발전 시뮬레이션	80
〈그림 4-7〉 자원지도분석시스템(한국에너지기술연구원 신재생에너지데이터센터)	81
〈그림 4-8〉 Project Sunroof를 활용한 뉴욕주 분석	82
〈그림 4-9〉 Project Sunroof를 활용한 주거단위 분석결과	82
〈그림 4-10〉 대전시 태양광지도(SEED)	83
〈그림 4-11〉 대전시 태양광지도의 발전량 시뮬레이션 및 설치허가 관련 정보	84
〈그림 4-12〉 London Solar Opportunity Map (건물, Zoom 3)	86
〈그림 4-13〉 London Solar Opportunity Map (토지, Zoom 3)	86
〈그림 4-14〉 London Solar Opportunity Map 건물, 토지단위 제공 정보	87
〈그림 4-15〉 Helsinki Solar Energy Potential	87
〈그림 4-16〉 Helsinki Solar Energy Potential 입면 단위 제공 정보	88

〈그림 4-17〉 CEA 모델 프레임워크	89
〈그림 4-18〉 CEA 모델 구동 화면 및 샘플 대상지(서울특별시 강남)	89
〈그림 4-19〉 CEA 모델 태양광 발전 잠재량(샘플지역 대상으로)	90
〈그림 4-20〉 GRASS GIS Solar3D를 활용한 일사량 계산(Liang et al, 2020)	90
〈그림 4-21〉 도시별 건축물 옥상, 입면, 지면에 따른 태양광 잠재량 차이	93
〈그림 4-22〉 수원시 솔라맵 샘플 (용도지역 정보 제공)	96
〈그림 4-23〉 수원시 솔라맵 샘플(용도지역지구별 솔라맵)	96
〈그림 4-24〉 건축물 외벽에 설치한 태양광 발전시설	98
〈그림 4-25〉 Energy3D 모델	98
〈그림 4-26〉 건축물 외 설치 가능한 태양광 발전시설	99
〈그림 4-27〉 도시계획단위 에너지플랜트화	103
〈그림 4-28〉 서울시 주거환경정비사업 기본계획의 허용 용적률 인센티브 기준	106
〈그림 4-29〉 코펜하겐 노하운에 위치한 플러스에너지 시설인 국제학교	113
〈그림 4-30〉 저탄소·분산형 에너지확산 대응	113

제1장 서론

제1절 연구의 배경 및 목적
제2절 연구범위 및 방법



제1장 서론

제1절 연구의 배경 및 목적

- 재생에너지 3020 목표, 정부의 그린뉴딜 정책과 제5차 신재생에너지 기본계획에 따라 태양광 보급 기본 및 실행계획, 정책과제 발굴이 필요함
- 특히, 수원시 지역에너지 기본계획과 연계하여 수원시 지역 실정에 맞는 에너지전환, 신재생에너지 보급을 위한 단기·중장기 목표 제시 필요함
 - 신재생에너지 중 태양광 발전 시설은 환경성과 경제성을 고려한 최적지의 선정도 중요하지만 지역 간 에너지 수급 및 소비 실태를 반영하지 못할 경우 비현실적 사업 추진이 될 수 있으며, 기존 도심지를 주변으로 신재생에너지를 설치 할 경우 부지가 부족한 문제점이 있음
 - 따라서 태양광 발전시설의 최적지 또는 잠재량을 바탕으로 이를 보급할 수 있는 실증적 고려도 필요함
 - 또한 태양광 발전시설 설치 후 관리감독이 제대로 이루어지지 않아 제대로 운영되지 않는 사례도 있기 때문에 의무적인 사후관리가 시행되어야 함
- 국가와 지방정부의 에너지 및 그린뉴딜 정책이 조화롭고 일관성 있는 재생에너지 보급 확대와 지역에너지전환을 위한 방안 마련이 필요함

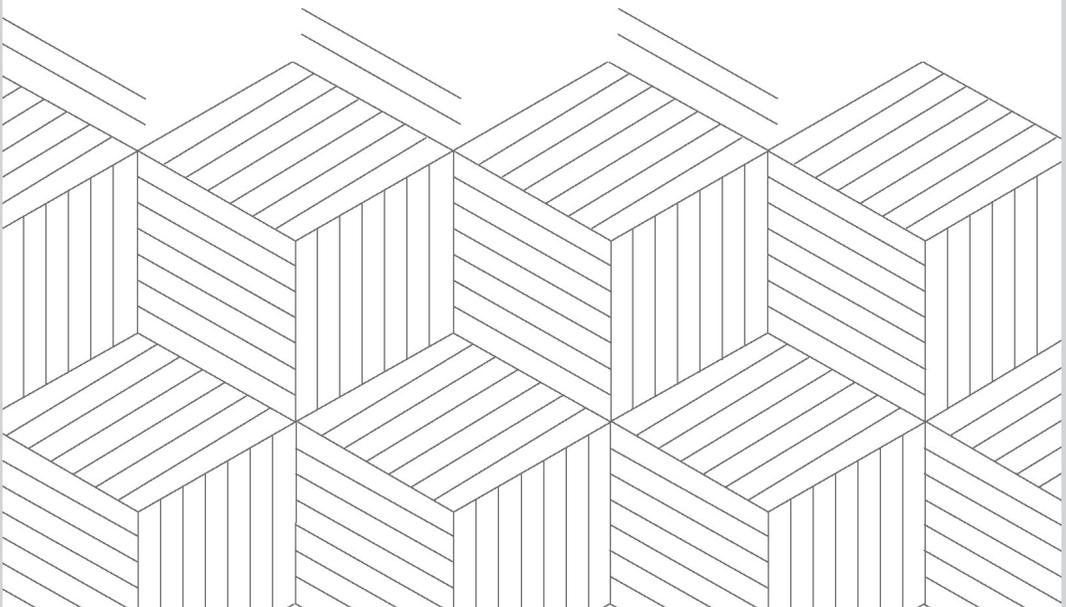
제2절 연구범위 및 방법

- 연구 시간 및 공간적 범위
 - 수원시 전역, 2020년
- 내용적 범위 및 방법
 - 수원시 태양광 보급 현황 (수원시 제공 자료 취합 및 분석)
 - 수원시 태양광 잠재량 조사 (예: 서울시 햇빛지도와 유사, 태양광 발전소 건설 대상후보지 제안 또는 분석결과 바탕으로 후보지 우선순위 제안)
 - 수원시 솔라맵 제작을 위한 프로그램 제작 및 GIS 연계방향 연구 (잠재량 분석 결과 응용)
 - 기존 구축된 수원시 3차원 공간정보 활용시스템과 연계 방안 또는 유사사례를 통한 실용성 있는 개발 및 활용방안
 - 아파트 등 건물별 태양광(미니태양광) 발전소 설치, 지역특성을 반영한 솔라맵 구축 방안
 - 민간보급 확대 방안 (민간 보급이 늦었던 이유를 토대로 발전방안 제시)
 - 재생에너지 지구단위계획수립 반영, 재생에너지 인센티브 제공 방안 (현 제도 검토 및 조례 개정 방안 제시)

제2장

상위 계획 및 사례 고찰

- 제1절 신재생에너지 관련 상위 계획
- 제2절 신재생에너지 보급 관련 제도
- 제3절 태양광 보급 관련 타지자체 사례 고찰



제2장 상위 계획 및 사례 고찰

제1절 신재생에너지 관련 상위 계획

1. 국가 에너지계획

1) 「한국판 뉴딜」 종합계획(2020~2025)

- 그린뉴딜의 주요사업으로 그린 리모델링, 그린 에너지, 친환경 미래 모빌리티와 인접 사업인 디지털뉴딜과의 융복합사업으로 그린 스마트 스쿨, 디지털 트윈, 국민안전 SOC 디지털화, 스마트 그린산단을 8대 사업으로 발표
 - 태양광 및 풍력발전사업을 확대하고 수소사업의 원천기술 개발을 통하여 재생에너지 확대
 - 정책적으로 공공기관의 신재생에너지 의무비율을 2020년 30%에서 2030년 40%로 상향 조정하고 발전사들의 RPS 의무이행율을 2021년 9%, 2022년 10%로 1%씩 상향하며 발전사의 RPS 의무이행 비율의 법정 상한선 10%를 폐지함을 추진함
 - 신재생에너지 용자지원을 확대하고 산업단지 대상 용자지원을 신설하며 계통을 선제적으로 보강하여 재생에너지 확대를 도모함

〈그림 2-1〉 그린 에너지의 현재와 미래 모습

현재 상황		미래 모습	
“석탄발전 중심의 온실가스 다배출 국가”		“신재생에너지 확산 및 다각화로 저탄소·친환경 국가로 도약”	
성과지표	’20년	’22년	’25년
재생에너지 발전용량 (태양광, 풍력)	12.7GW(19)	26.3GW	42.7GW
수소 원천기술	기초수준 연구	-	원천기술 보유(26)
하천수 냉난방기술 표준	-	시험평가기준 마련(23)	-

출처: 관계부처 합동(2020), 「한국판 뉴딜」 종합계획

〈그림 2-2〉 그린뉴딜과 태양광·풍력·수소 발전



자료: 환경부·한국환경산업기술원, 2020. 한국 재생에너지 동향과 대응정책

2) 제3차 에너지기본계획(2019~2040)

- ‘깨끗하고 안전한 에너지로의 전환’이라는 시대적 요구 반영
 - 제3차 에너지기본계획(2019년 6월 수립, 2019~2040): 2017년 7.6%인 재생에너지 발전비중을 2040년 30~35%로 확대, 석탄발전은 축소, 원자력발전은 신규 건설없이, 노후 원전은 수명을 연장하지 않고 점진적 축소
- 공급중심의 에너지 다소비형 체제를 소비구조 혁신을 통한 선진국형 고효율·저소비형 구조로 전환하는 것이 핵심
- 비전은 ‘에너지전환을 통한 지속가능한 성장과 국민 삶의 질 제고’임
- 5대 중점 추진과제는 ①에너지 소비구조 혁신 ②깨끗하고 안전한 에너지믹스로 전환 ③분산형·참여형 에너지시스템 확대 ④에너지산업의 글로벌 경쟁력 강화 ⑤에너지전환을 위한 기반 확충임
 - 에너지소비구조 혁신(수요관리 강화)
 - 다소비사업장 원단위절감 자발적 협약(산업), 2028년까지 형광등 100% 퇴출(건물), 2022년까지 중대형차 연비목표 신규 도입 및 승용차 연비향상(수송) 등을 추진
 - 주택용 계시별 요금제, 녹색요금제, 수요관리형 요금제를 도입
 - 깨끗하고 안전한 에너지믹스로 전환

- 재생에너지는 2040년 발전비중을 30~35%로 확대
- 석탄발전 축소, 원전 감축
- 천연가스는 발전용 에너지원으로 활용을 확대와 수송·냉방 등으로 수요처를 다변화
- 석유는 수송용 에너지의 역할을 축소
- 분산형·참여형 에너지시스템 확대
 - 2017년 기준 분산전원 발전비중 12%를 2040년까지 30%로 확대하고 재생에너지 통합관제시스템 및 통합운영발전계획시스템 구축
 - 자가용 태양광, 가정 및 건물용 연료전지 보급 확대, 전력증개시장 활성화 등 '전력 프로슈머'를 확대
 - 지역·지자체의 역할과 책임을 강화하기 위해 지역에너지계획 내실화, 지역에너지센터 설립, 계획입지제도 도입 등 추진
- 에너지산업의 글로벌 경쟁력 강화
 - 탄소인증제 도입, REC 경쟁입찰 전환, 원스톱 지원시스템 구축 등 재생에너지산업 강화와 함께 2040년까지 수소차 290만대 및 연료전지 10.1GW 보급, 그린수소 등의 생산방식 다양화를 통한 수소산업 강화
- 에너지전환을 위한 기반 확충
 - 전력 부문은 실시간운영체제 정비, 친환경 전원 용량요금 차등보상 강화
 - 가스 부문은 직수입제도 보완 및 개별요금제 도입
 - 열 부문은 지역간 열연계 인센티브 등 도입

3) 제5차 신재생에너지 기본계획(2020~2034)

- 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」제5조에 근거하여, 10년 이상을 계획기간으로 5년마다 수립·시행, 제5차 기본계획의 대상기간은 '20~'34년임
- 에너지부문 최상위 계획인 '에너지기본계획'과 연계하여 신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급 촉진을 위한 목표·과제 제시함
- 기본방향은 국민의 삶의 질을 높이는 '참여형 에너지체제'로 전환하고, 신재생에너지 확산을 에너지신산업 육성 기회로 적극 활용하는 것임
- 제5차 기본계획의 목표
 - 신재생에너지 보급 목표(최종 에너지): '34년 최종 에너지중 신재생에너지 비중 13.7%(재생에너지 12.4%, 신에너지 1.3%)
 - 신재생에너지 발전량 비중 목표: '34년 발전량 중 신재생에너지 비중 25.8%(재생에

너지 22.2%, 신에너지 3.6%)

- 온실가스 배출감소 목표: '34년 기준, 재생에너지 보급을 통한 온실가스 감축량 목표는 69백만 tCO₂ → '17년 감축량 14.6백만tCO₂ 대비 4.7배

〈표 2-1〉 '34년 최종에너지 기준 부문별 신재생에너지 보급 목표(단위: 백만toe)

구분	2019	2034	증가량
발전	2.5(49%)	12.6(53%)	10.1
건물	0.9(17%)	3.5(15%)	2.6
산업	1.0(20%)	6.2(26%)	5.2
수송	0.7(14%)	1.3(5%)	0.6
합계	5.0(100%)	23.5(100%)	18.5

출처: 산업통상자원부(2020), 제5차 신재생에너지 기본계획

〈표 2-2〉 '34년 발전량 기준 신재생에너지 비중 목표

구분	'19년 실적	'34년 목표	증가량
신재생에너지	5.6%(19.3GW)	25.8%(84.4GW)	20.2%p(65.1GW)
재생에너지	5%(18.5GW)	22.2%(80.8GW)	17.2%p(62.3GW)
신에너지	0.6%(0.8GW)	3.6%(3.6GW)	3.0%p(2.8GW)

*(): 누적 설비용량, 폐기물 제외, 2019년 신재생에너지보급통계(한국에너지공단)

출처: 산업통상자원부(2020), 제5차 신재생에너지 기본계획

- 원별로는 태양광·풍력 중심으로 보급을 확대함

- 원별 발전량 비중(%), '18 → '34) : 태양광(32.1 → 39.3), 풍력(8.6 → 35.1)

〈표 2-3〉 발전량 기준 원별 비중 목표(단위: %)

구분	2022	2030	2034
태양광	47.4	38.9	39.3
육상풍력	7.2	8.1	7.6
해상풍력	3.0	23.8	27.5
바이오	21.9	10.8	8.9
수력	5.9	3.0	2.4
해양	0.8	0.4	0.3
연료전지	9.9	13.1	12.5
IGCC	3.9	1.9	1.4
합계	100	100	100

출처: 산업통상자원부(2020), 제5차 신재생에너지 기본계획

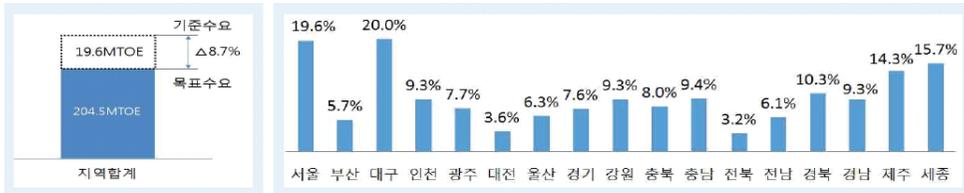
4) 지역에너지계획(2020~2025)

- 지역에너지계획은 에너지법에 따라 에너지기본계획의 효율적인 달성과 지역경제 발전을 위해 광역지자체가 5년마다 5년 이상을 계획기간으로 수립·시행해야 하는 법정계획임(에너지법 제7조 1항)

- 「제3차 에너지기본계획(19.6)」, 「제3차 녹색성장 5개년 계획(19.5)」에 따른 참여 분권형 에너지정책 기조를 반영하여 지역 주도의 상향식 계획으로 수립됨
- 각 지자체는 지역별 에너지 수급환경을 고려하여 신재생에너지 확대 및 관련 산업 육성 방안을 제시함
 - 수도권은 인구와 상업·제조업 시설이 밀집되어 있어 수요관리 및 도심지역에 적합한 건물형 태양광·연료전지 확대, 스마트에너지산단 조성 등의 계획을 제시함
 - 서울: 가정·상업 등의 건물에너지효율화(BRP), 건물형 태양광
 - 경기: 반월·시화 스마트에너지 산단 조성, 기업 에너지효율개선 지원
 - 인천: 섬 지역 해상풍력단지 조성, 공항 내 연료전지 설치
- 17개 지자체는 지역에너지계획을 통해 최종에너지 소비 감축, 재생에너지 발전비중과 분산전원 발전비중에 대한 2025년까지의 정량적 목표를 제시함
 - 지역합계로 2025년 재생에너지 발전비중 15.1%라는 목표를 제시하였음

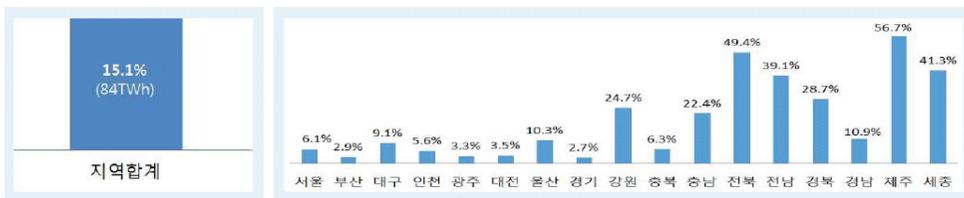
〈그림 2-3〉 17개 지자체의 지역에너지계획 목표

〈최종에너지 소비: 2025년 기준수요(BAU) 대비 8.7% 감축〉



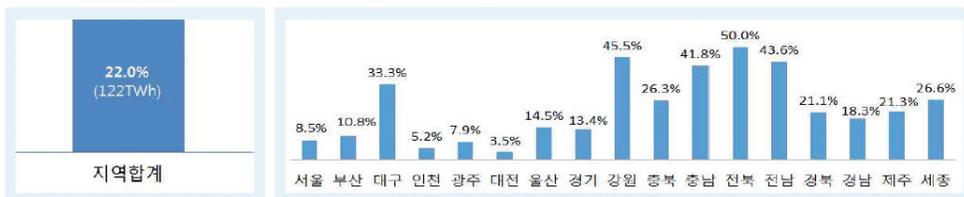
* 국가목표 : 2030년 기준수요(BAU) 대비 14.4% 감축(3차 에너지기본, 원료용 소비 제외)

〈재생에너지 발전비중: 2025년 15.1%〉



* 국가목표 : 2030년 기준수요(BAU) 대비 14.4% 감축(3차 에너지기본, 원료용 소비 제외)

〈분산전원 발전비중: 2025년 22%〉



* 국가목표 : 2030년 18.4%

자료: 산업통상자원부(2020), 지역에너지계획

5) 제9차 전력수급기본계획(2020~2034)

- 중장기 전력수요 전망 및 이에 따른 전력설비 확충을 위해 전기사업법 제25조 및 시행령 제15조에 따라 2년 주기로 수립함
- '02년 「제1차 전력수급기본계획」을 시작으로 총 9차례 계획 수립하였으며, 제9차 전력수급기본계획의 계획기간은 '20~'34년으로 15년 장기계획임
- 주요내용은 직전 계획에 대한 평가, 장기 수급전망, 수요관리 목표, 발전 및 송·변전 설비계획, 분산형 전원 확대, 온실가스 미세먼지 감축방안 등임

〈그림 2-4〉 제9차 전력수급기본계획 수립방향

수요전망	○ 수요전망 방법론 보안을 통해 예측오차 최소화
수요관리	○ 기존수단의 이행력 강화 및 혁신기술 기반 신규수단 도입
설비계획	○ 안정적 전력수급을 전제로 친환경 전원으로의 전환 가속화 - 원전은 점진적으로 감축하고 석탄발전은 과감하게 감축 - 안정적 전력공급을 위해 폐지석탄은 LNG발전으로 보완 - 그린뉴딜에 따라 재생에너지 확대 가속화 ○ 2030 전환부문 온실가스 배출량 목표 달성방안 구체화
전력계통	○ 재생에너지 확대에 대비한 선제적 계통 보강·확대 추진 ○ 편익산정·보상제도 도입 등을 통해 분산형 전원 확대 유도
전력시장	○ 친환경·재생에너지 확대를 고려한 전력시장 제도개선 - 유연성 자원 보상 확대, 신재생 입찰제도 도입 등 추진

출처: 산업통상자원부(2020), 제9차 전력수급기본계획

- 제9차 전력수급기본계획에서는 2034년 신재생에너지의 설비를 77.8GW(전체 설비의 40.9%), 발전량을 157.8TWh(전체 발전량의 26.3%)로 전망함
- 태양광(45.6GW) 및 풍력(24.9GW)은 2034년 신재생 전체의 91% 수준임

〈표 2-4〉 연도별 신재생에너지 보급전망(2020~2034)

(단위: MW)

연도	사업용								자가용	합계
	재생에너지					신에너지		계		
	태양광	풍력	수력	해양	바이오	연료 전지	IGCC			
2020	14,294 (1,987)	1,834 (57)	1,817 (392)	256 (3)	1,000 (640)	580 (393)	346 (208)	20,126 (3,680)	1,215	21,341
2021	17,894 (2,487)	2,584 (80)	1,837 (397)	256 (3)	1,080 (676)	790 (535)	346 (208)	24,786 (4,386)	1,378	26,164
2022	21,494 (2,988)	3,384 (105)	1,847 (399)	256 (3)	1,100 (685)	1,000 (677)	346 (208)	29,426 (5,064)	1,557	30,983
2023	24,794 (3,446)	5,084 (158)	1,857 (401)	256 (3)	1,110 (690)	1,200 (812)	346 (208)	34,646 (5,718)	1,763	36,409
2024	28,094 (3,905)	7,084 (220)	1,867 (403)	256 (3)	1,120 (694)	1,400 (948)	346 (208)	40,166 (6,380)	2,020	42,186
2025	31,394 (4,364)	9,184 (285)	1,882 (406)	256 (3)	1,130 (699)	1,600 (1,083)	346 (208)	45,791 (7,047)	2,276	48,067
2026	32,061 (4,456)	11,034 (342)	1,897 (410)	256 (3)	1,140 (703)	1,800 (1,219)	346 (208)	48,533 (7,340)	2,383	50,916
2027	32,541 (4,523)	12,784 (396)	1,912 (413)	256 (3)	1,150 (707)	2,000 (1,354)	346 (208)	50,988 (7,605)	2,439	53,427
2028	33,021 (4,590)	14,434 (447)	1,932 (417)	256 (3)	1,160 (712)	2,200 (1,489)	346 (208)	53,348 (7,867)	2,496	55,844
2029	33,501 (4,657)	16,074 (498)	1,952 (422)	256 (3)	1,180 (721)	2,400 (1,625)	346 (208)	55,708 (8,133)	2,602	58,310
2030	33,981 (4,723)	17,679 (548)	1,972 (426)	256 (3)	1,210 (734)	2,600 (1,760)	346 (208)	58,043 (8,402)	2,721	60,764
2031	35,681 (4,960)	19,229 (596)	2,004 (433)	256 (3)	1,260 (757)	2,750 (1,862)	346 (208)	61,525 (8,818)	3,024	64,549
2032	38,381 (5,335)	20,929 (649)	2,035 (440)	256 (3)	1,310 (779)	2,900 (1,963)	346 (208)	66,156 (9,376)	3,429	69,585
2033	41,994 (5,837)	22,774 (706)	2,065 (446)	256 (3)	1,360 (801)	3,050 (2,065)	346 (208)	71,844 (10,066)	4,019	75,863
2034	45,594 (6,338)	24,874 (771)	2,085 (450)	256 (3)	1,410 (824)	*3,200 (2,166)	346 (208)	77,764 (10,760)	4,421	82,185

*()는 실효용량 기준

출처: 산업통상자원부(2020), 제9차 전력수급기본계획

〈표 2-5〉 연도별 신재생에너지 발전량 전망(2020~2034)

(단위: GWh)

연도	사업용								자가용	합계 (비중, %)
	재생에너지					신에너지		합계 (비중, %)		
	태양광	풍력	수력	해양	바이오	연료 전지	IGCC			
2020	16,551	3,112	3,487	496	12,095	3,141	2,351	41,234 (7.5)	1,815	43,049 (7.4)
2021	21,711	4,333	3,521	496	12,552	4,404	2,351	49,369 (8.8)	2,058	51,427 (8.7)
2022	26,568	6,061	3,550	496	12,806	5,755	2,351	57,587 (10.)	2,340	59,927 (10.1)
2023	31,222	9,038	3,569	496	12,882	7,073	2,351	66,631 (11.7)	2,640	69,271 (11.5)
2024	35,674	13,591	3,588	496	12,933	8,359	2,351	76,992 (13.4)	2,968	79,961 (13.2)
2025	40,126	18,670	3,612	496	12,984	9,645	2,351	87,884 (15.3)	3,330	91,214 (15.0)
2026	42,802	23,552	3,641	496	13,035	10,931	2,351	96,808 (16.8)	3,591	100,398 (16.5)
2027	43,575	27,974	3,670	496	13,085	12,217	2,351	103,369 (17.9)	3,717	107,086 (17.5)
2028	44,223	32,134	3,704	496	13,136	13,503	2,351	109,546 (18.9)	3,809	113,355 (18.5)
2029	44,870	36,148	3,742	496	13,212	14,789	2,351	115,609 (19.8)	3,935	119,544 (19.4)
2030	45,518	40,116	3,781	496	13,339	16,075	2,351	121,676 (20.8)	4,102	125,778 (20.3)
2031	46,988	44,003	3,831	496	13,543	17,200	2,351	128,412 (21.8)	4,399	132,811 (21.3)
2032	49,956	48,042	3,892	496	13,797	18,164	2,351	136,698 (23.1)	4,887	141,585 (22.6)
2033	54,214	52,500	3,950	496	14,051	19,129	2,351	146,691 (24.6)	5,567	152,258 (24.1)
2034	59,080	57,483	3,999	496	14,305	20,093	2,351	157,807 (26.3)	6,242	164,049 (25.8)

출처: 산업통상자원부(2020), 제9차 전력수급기본계획

〈표 2-6〉 신재생 발전량 및 설비 비중

구분	'20년	'22년	'30년	'34년
발전량(TWh)	41.2 (7.5%)	57.6 (10.2%)	121.7 (20.8%)	157.8 (26.3%)
설비(GW)	20.1 (15.8%)	29.4 (20.6%)	58.0 (33.8%)	77.8 (40.9%)

* 사업용 설비 기준

〈표 2-7〉 2034년 신재생에너지 용량(단위: MW)

구분	태양광	풍력	수력	해양	바이오/매 립가스	연료전지	IGCC	소계
정격용량	45,594	24,874	2,085	256	1,410	3,200	346	77,764
피크기여도	13.9%	3.1%	21.6%	1.1%	44.7%	67.7%	60.0%	-
실효용량	6,338	771	450	3	824	2,166	208	10,760

출처: 산업통상자원부(2020), 제9차 전력수급기본계획

6) 재생에너지 3020이행계획(2018~2030)

- 기본방향은 삶의 질을 높이는 참여형 에너지체제로 전환으로 추진전략은 태양광·풍력 등 청정에너지 보급, 지역주민·일반국민 참여유도, 대규모 프로젝트 계획적 개발임
- 보급목표
 - 2030년까지 재생에너지 발전량 비중을 20%까지 높이는 것임
 - 신규 설비용량의 95% 이상을 태양광·풍력 등 청정에너지로 공급
 - 2030년 재생에너지 설비용량(누적)을 63.8GW까지 보급할 계획

〈그림 2-5〉 총괄 보급목표



출처: 산업통상자원부(2017), 재생에너지 3020이행계획

〈그림 2-6〉 원별 보급목표



출처: 산업통상자원부(2017), 재생에너지 3020이행계획

■ 보급 목표 이행 방안

- 국민참여 확대
 - 도시형 자가용 태양광 확대, 소규모 사업지원 및 협동조합을 통한 참여 활성화, 농촌 지역 태양광 활성화
- 지자체 주도의 계획입지 도입

- 수용성·환경성을 사전 확보하고 부지를 계획적으로 조성하기 위해 지자체 주도의 계획입지 도입
- 대규모 프로젝트 추진
 - 수용성 및 환경성을 고려하여 단계적 추진
 - 1단계('18~'22년): 민간·공공기관이 제안한 프로젝트 중 5GW집중 추진
 - 2단계('23~'30년): 대형발전사의 재생에너지공급의무화(RPS) 비율을 단계적으로 상향 조정하여 대규모 프로젝트 추진 유도
- 재생에너지 확대를 위한 보급여건 개선
 - 농업진흥구역 내 규제 완화, 공유재산 제도 개선 등 입지구제 및 사업 수익성을 저해하는 각종 제도 개선 추진(산업통상자원부, 2017)
 - 지역별 보급계획 수립, 전담조직 보강 등 지자체 역량 강화 지원
- 환경을 고려한 재생에너지 확대
 - 폐기물·우드펠릿 등에 대한 REC 가중치를 축소하고 국제기준 및 국내여건을 감안하여 비재생 폐기물을 재생에너지에서 제외 추진(산업통상자원부, 2017)
 - 태양광 폐모듈 재활용센터 건립 및 관리체계 구축, 풍력 대형블레이드 등에 대한 폐기 지침 개발 등 재생에너지 폐기물 처리기반을 구축(산업통상자원부, 2017)
- 재생에너지 보급 확대를 에너지 신산업 육성 기회로 활용
 - 단·중기 R&D로드맵 수립에서 실증, 제도개선 등 확산, 수출산업화 확대까지를 단계적으로 지원
 - 분산전원 확대를 위한 전력중개시장, ESS·연료전지를 육성하고, 인프라와 제도 기반 구축
 - 빅데이터 기반 서비스, 지능형 에너지관리, 전기차 활용 신서비스 등 신서비스 산업 창출
 - 스마트시티를 통한 신산업 실증

〈그림 2-7〉 보급 목표 이행방안



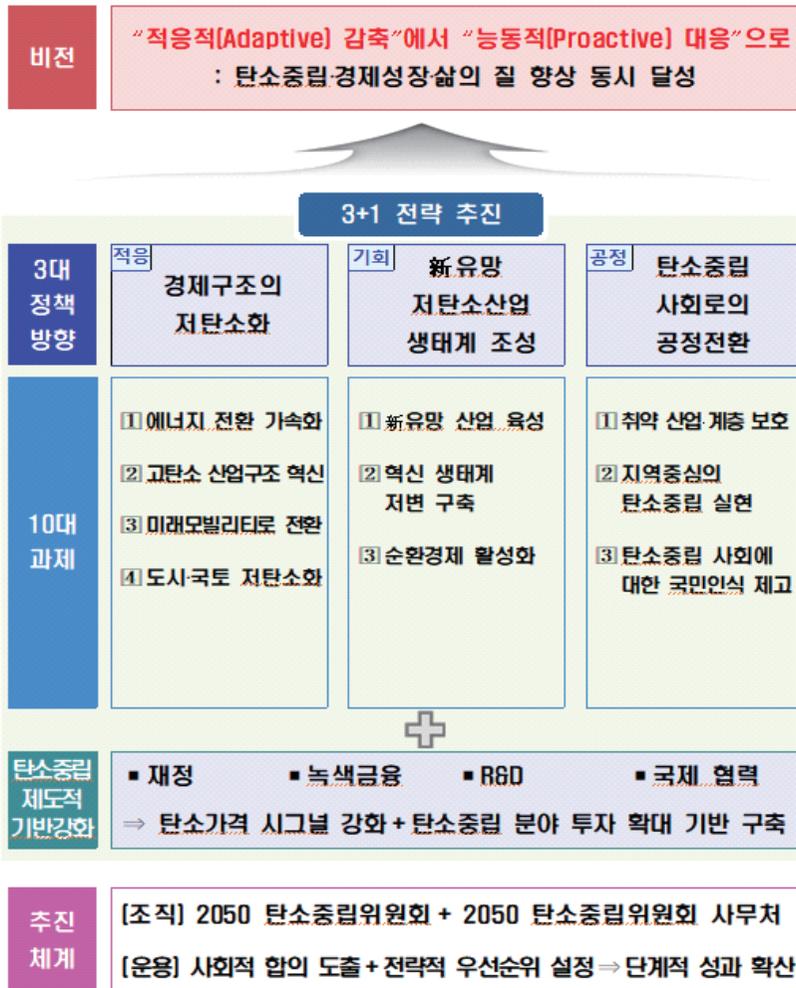
출처: 산업통상자원부(2017), 재생에너지 3020이행계획

7) 「2050 탄소중립」 추진전략

- 파리협정('16년 발효), UN 기후정상회의('19.9) 이후 121개 국가가 기후목표 상향동맹에 가입으로 2050 탄소중립의 글로벌 의제화
- 친환경 시장의 성장으로 주요국은 신시장 선점을 위해 투자를 확대하고 있음
 - 태양광·풍력 등 재생에너지 산업 발전 및 수소 가치 부각, 이차전지 시장(전기차 확대) 급성장 전망
 - 발전용량전망(GW, IEA): (석탄)2,131('20)→2,079('25p), (태양광·풍력)1,398('20)→2,349('25p)(관계부처합동, 2020)

- 세계 리튬이온전지 시장수요(GWh, SNE리서치): ('19) 198 → ('30p) 3,392
- 3대 정책방향 중 하나인 경제구조의 저탄소화를 위해 에너지 전환이 가속화되어야함
 - 화석연료에 대한 높은 의존도를 줄이고, 재생 에너지로의 전환 가속화 필요
 - 우리나라 석탄발전 비중(2019년 기준) 40%로 미국은 24%, 일본은 32%, 영국은 2% 등 주요국보다 높은 상황임
 - 세계 에너지시장이 청정에너지 중심으로 개편(세계 전력 신규투자의 65%가 재생에너지에 집중 → 배터리, 수소, ESS 등 신시장 확대)되고 있음
- 비전
 - 온실가스 감축 중심의 “적응적(Adaptive) 감축”에서 새로운 경제·사회 발전전략 수립을 통해 “능동적(Proactive) 대응” 도모(관계부처합동, 2020)
 - 탄소중립 사회로의 전환에도 불구하고 지속가능한 경제성장과 삶의 질 향상이 가능한 新 경제·사회구조 시스템 구축(관계부처합동, 2020)
- 3+1 실행전략
 - 경제구조의 저탄소화
 - 주요 온실가스 배출원인 발전·산업·건물·수송 분야에 대한 기술개발 지원, 제도개선 등을 통해 온실가스 조기 감축 유도
 - 신재생에너지 적극전환, 분산형 에너지시스템 확산
 - 신유망 저탄소 산업 생태계 육성
 - 기존 혁신 생태계를 점검·보완하고 저탄소산업을 새로운 성장 동력으로 인식·육성하는 체계 구축(관계부처합동, 2020)
 - '50년에는 수소에너지 전체의 80% 이상을 그린수소로 전환
 - 공정전환을 통해 전국민 참여 유도
 - 전환 과정에서 소외되는 계층·산업이 없도록 하고, 전 국민적 공감대를 토대로 지역·민간 등이 주도하는 Bottom-up 방식 추진(관계부처합동, 2020)
 - 탄소중립 인프라 강화
 - 재정제도 개선 및 녹색금융 활성화, 핵심기술개발 집중지원, 국제협력 등을 통해 탄소 가격 시그널 강화 및 효과적인 탄소감축 이행 지원

〈그림 2-8〉 전략 체계도



출처: 관계부처 합동(2020), 「2050 탄소중립」 추진전략

2. 경기도 관련 계획

1) 경기도 에너지비전 2030

- 경기도 에너지비전 2030에서는 경기도 에너지 자립이라는 비전을 설정하고, 전력자립도를 2013년 29.6%에서 2030년 70%로 향상, 신재생에너지 발전 비중을 2013년 6.5%에서 2030년 20%로 향상, 2030년까지 에너지효율 20% 향상을 목표로 제시함

〈그림 2-9〉 경기도 에너지 비전 목표 및 전략

비전	경기도 에너지자립								
목표	<ul style="list-style-type: none"> ■ 전력자립도 : '13) 29.6% → '20) 50% → '30) 70% ■ 신재생에너지 비중(발전) : '13) 6.5% → '20) 10% → '30) 20% ■ 에너지 효율 향상 : '20) 10% → '30) 20% 								
기본방향	<ul style="list-style-type: none"> ○ 분산형 에너지 공급으로 에너지 자립도 제고 ○ 도민과 31개 시군이 함께 실천 ○ 에너지 신산업 생태계를 조성하여 시장 선도 ○ 에너지 분권과 자치역량 향상 								
전략	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%; padding: 5px;">깨끗하고 안전한 분산형 에너지 공급 확대</td> <td style="padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ■ 신재생에너지 전원 확대 ■ 열병합발전 등 분산형 에너지의 안정적 공급 ■ 분산형 에너지 공급 확대를 위한 제도 개선 및 행·재정적 지원 </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">도민과 기업이 함께하는 에너지 수요관리</td> <td style="padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ■ 도민 에너지 절약 종합 서비스 ■ 에너지 효율 시장을 선도하는 공공부문 역할 확대 ■ 중소기업 에너지 비용 절감 및 산업단지 그린리모델링 </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">에너지 신산업 육성 및 일자리 창출</td> <td style="padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ■ 에너지 혁신 플랫폼 구축 ■ 에너지 산업 생태계 조성 및 일자리 창출 </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">에너지 서비스 격차 해소 및 복지 안전망 강화</td> <td style="padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ■ 에너지 서비스 접근성 향상 및 에너지 자립 공동체 실현 ■ 에너지 복지 인프라 조성 </td> </tr> </table>	깨끗하고 안전한 분산형 에너지 공급 확대	<ul style="list-style-type: none"> ■ 신재생에너지 전원 확대 ■ 열병합발전 등 분산형 에너지의 안정적 공급 ■ 분산형 에너지 공급 확대를 위한 제도 개선 및 행·재정적 지원 	도민과 기업이 함께하는 에너지 수요관리	<ul style="list-style-type: none"> ■ 도민 에너지 절약 종합 서비스 ■ 에너지 효율 시장을 선도하는 공공부문 역할 확대 ■ 중소기업 에너지 비용 절감 및 산업단지 그린리모델링 	에너지 신산업 육성 및 일자리 창출	<ul style="list-style-type: none"> ■ 에너지 혁신 플랫폼 구축 ■ 에너지 산업 생태계 조성 및 일자리 창출 	에너지 서비스 격차 해소 및 복지 안전망 강화	<ul style="list-style-type: none"> ■ 에너지 서비스 접근성 향상 및 에너지 자립 공동체 실현 ■ 에너지 복지 인프라 조성
깨끗하고 안전한 분산형 에너지 공급 확대	<ul style="list-style-type: none"> ■ 신재생에너지 전원 확대 ■ 열병합발전 등 분산형 에너지의 안정적 공급 ■ 분산형 에너지 공급 확대를 위한 제도 개선 및 행·재정적 지원 								
도민과 기업이 함께하는 에너지 수요관리	<ul style="list-style-type: none"> ■ 도민 에너지 절약 종합 서비스 ■ 에너지 효율 시장을 선도하는 공공부문 역할 확대 ■ 중소기업 에너지 비용 절감 및 산업단지 그린리모델링 								
에너지 신산업 육성 및 일자리 창출	<ul style="list-style-type: none"> ■ 에너지 혁신 플랫폼 구축 ■ 에너지 산업 생태계 조성 및 일자리 창출 								
에너지 서비스 격차 해소 및 복지 안전망 강화	<ul style="list-style-type: none"> ■ 에너지 서비스 접근성 향상 및 에너지 자립 공동체 실현 ■ 에너지 복지 인프라 조성 								
실행 인프라 및 거버넌스 구축									

출처: 경기연구원(2015), 경기도 에너지 비전 수립에 관한 연구

- 경기도 에너지비전 2030의 3대 혁신 전략 및 10대 핵심과제는 다음과 같음

〈표 2-8〉 3대 혁신 전략 및 10대 핵심과제

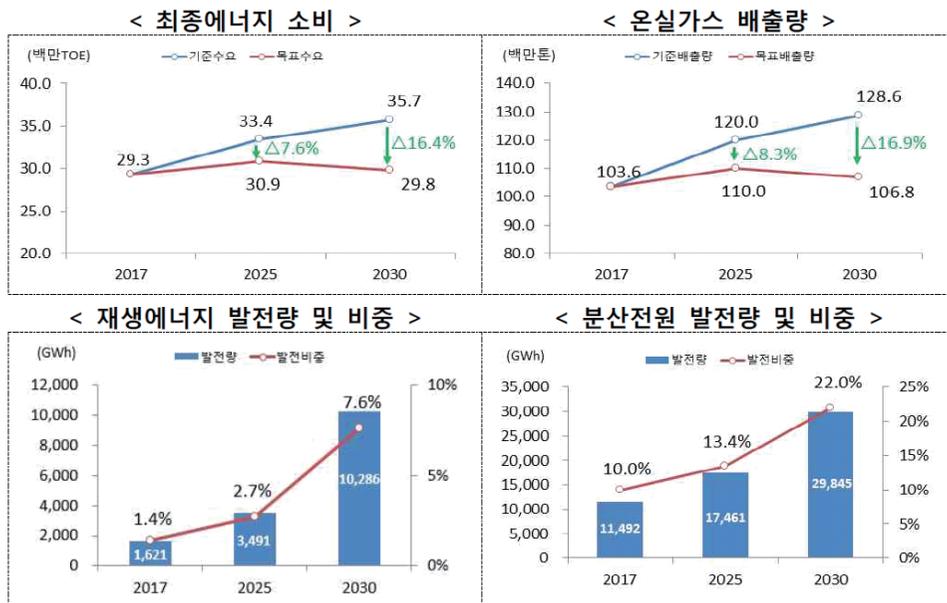
3대 혁신 전략	10대 핵심과제
도민과 기업이 함께하는 에너지 효율 혁신	① 공공기관과 아파트 전체 조명을 100% LED로 교체 ② 모든 신축 공공청사는 에너지자립 건물로 건설 ③ 노후산단 중심 그린 리모델링 및 생태산업단지 조성 ④ 컨설팅에서 사후관리까지 에너지 원-스톱 서비스
안전하고 깨끗한 에너지 생산 혁신	⑤ 공공청사, 공장, 주택, 학교, 농장에 태양광 발전소 설치 ⑥ 주민과 이익을 나누는 신재생 에너지타운 조성
ICT와 융합한 에너지 신산업 혁신	⑦ 판교제로시티를 IOT와 에너지가 융합된 혁신허브로 조성 ⑧ 경기도 북부에 에너지 클러스터 조성 ⑨ 도시가스 미공급지역 중심으로 에너지자립 스마트시티 조성 ⑩ ICT 융합 에너지 강소기업 육성

출처: 경기연구원(2015), 경기도 에너지 비전 수립에 관한 연구

2) 제5차 경기도 지역에너지계획(2020~2025)

- 경기도 제5차 지역에너지계획은 “에너지자립 - 도민과 31개 시군이 함께하는 지속가능한 에너지전환”을 비전으로 설정함
- 2030년 최종에너지 기준 수요 전망 대비 16.4%를 감축하며, 2025년 중간 목표로 7.6% 향상을 설정함
 - 국가 3차 에너지기본계획 및 에너지효율혁신전략에서 제시한 2030년 목표치인 기준 수요 전망 대비 14.4% 감축보다 높은 수치임
- 재생에너지 목표는 경기도 에너지비전 2030에서 제시한 ‘신재생에너지 발전 비중 20%’를 유지하고, 이를 전력 목표수요 대비 신재생에너지 및 재생에너지 생산량 지표로 전환하여 제시함(경기연구원, 2019)
 - 전력소비 중 신재생에너지 비중 '25년 4.4%, '30년 13.1%
 - 전력소비 중 재생에너지 '25년 2.7%, '30년 7.6%
- 분산형 에너지 목표는 40MW 이하 신재생에너지 설비 및 500MW 이하 집단에너지 설비를 기준으로 2030년 신재생에너지 목표 및 집단에너지 보급 전망을 고려하여 제시함
 - 전력소비 중 분산형 에너지 비중 '25년 13.4%, '30년 22%
- 도민참여 공동체 에너지 발전 설비 목표(누적기준 '25년 500MW, '30년 1.5GW)를 별도로 제시하여 도민참여형 에너지전환을 강조함(경기연구원, 2019)

〈그림 2-10〉 경기도 제5차 지역에너지계획의 목표



자료: 산업통상자원부(2020), 지역에너지계획

〈그림 2-11〉 경기도 제5차 지역에너지계획의 추진 전략 및 과제

추진전략	주요과제
①에너지다소비 사회에서 에너지를 적게 쓰는 고효율 사회로 전환	<ul style="list-style-type: none"> ▶ (건물) 기존건물 성능개선, 신축건물 제로에너지화 ▶ (공공) 공공건물 그린리모델링 확대 ▶ (수송) 친환경차 보급확대, 교통수요관리 강화 ▶ (산업) 산업단지 그린리모델링, 기업 에너지효율 개선 지원
②에너지프로슈머가 중심이 되는 재생에너지 생산	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 주민이의공유형 재생에너지 생산 확대 ▶ 집단에너지 공급 및 미활용에너지 이용체계 구축
③에너지와 경제, 환경이 선순환하는 에너지산업 생태계 조성	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 에너지혁신 기술·서비스 테스트베드 및 허브 구축 (스마트산단 시범사업 대상인 시흥·안산) ▶ 수소산업 생태계 구축 ▶ 에너지산업 육성 및 녹색일자리 창출
④에너지 서비스 격차 해소 및 에너지자립 실행기반 구축	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 에너지서비스 접근성 제고 및 복지 강화 ▶ 기초지자체와 협력확대 및 에너지자립 기반구축

자료: 산업통상자원부(2020), 지역에너지계획

3. 수원시 관련 계획

1) 수원시 지역에너지계획(2017~2021)

- 수원시 지역에너지 기본계획의 비전은 “120만 시민절전소 건설을 통한 별해는 도시 수원 조성”이며, 목표는 2021년의 전력 자립도 18%, 신재생에너지 공급 비중 10%, 최종에너지 소비량 2,523천TOE로 설정함
- 기본방향
 - IoT와 연계한 가정·상업부문의 에너지 절약
 - 신재생에너지 보급을 통한 에너지 기반 구축
 - 교육, 행사 등을 통한 시민이 함께하는 에너지 자립

〈그림 2-12〉 수원시 에너지자립 비전 및 기본방향 수립



출처: 수원시(2017), 수원시 지역에너지 기본계획

〈표 2-9〉 에너지자립 추진전략별 총괄표

추진전략	정책과제	단위사업
산업	1. 산업시설 에너지 관리 시스템 구축	1-1. 중소기업 에너지 진단 지원사업 활성화
		1-2. 클라우드 기반 중소기업 FEMS 보급사업
공공	2. 신재생에너지 확대 및 에너지정보체계 체계구축	2-1. 에너지 효율화 사업 실시
		2-2. 햇빛발전소 사업 확대 추진
		2-3. 햇빛정류장 설치사업 실시
		2-4. 학교 내 신재생에너지 설비 설치
		2-5. 수원시 솔라맵 작성
		2-6. 에너지 통계 구축
		2-7. 에너지 절약 실천 교육 및 홍보사업 실시
		2-8. 타 지자체와 연계한 신재생에너지 발전 시설 설치
상업	3. 상업시설의 에너지 절약 및 효율화	3-1. LED 간판 등 고효율 장비 설치를 통한 상업시설 에너지 효율화
		3-2. 건축물 에너지절감을 위한 Cool-Green 사업
		3-3. 건축물 에너지효율화 및 효율인증 등급
가정	4. 시민과 함께하는 에너지 절약 실천	4-1. 대기전력 제로 리빙랩 체험단 운영
		4-2. 그린홈 및 그린빌리지 보급 확대 사업 실시
		4-3. 탄소포인트제도 확대 방안 마련
		4-4. 에너지 취약계층 지원방안 마련
수송	5. 친환경자동차 보급	5-1. 친환경자동차 보급사업 실시
		5-2. 카셰어링 확대 실시

출처: 수원시(2017), 수원시 지역에너지 기본계획

제2절 신재생에너지 보급 관련 제도

1. 국가 신재생에너지 관련 법

1) 저탄소 녹색성장 기본법

- 목적: 경제와 환경의 조화로운 발전을 위하여 저탄소 녹색성장에 필요한 기반을 조성하고 녹색기술과 녹색산업을 새로운 성장동력으로 활용함으로써 국민경제의 발전을 도모하며 저탄소 사회 구현을 통하여 국민의 삶의 질을 높이고 국제사회에서 책임을 다하는 성숙한 선진 일류국가로 도약

저탄소 녹색성장 기본법
 제39조(에너지정책 등의 기본원칙) 정부는 저탄소 녹색성장을 추진하기 위하여 에너지정책 및 에너지와 관련된 계획을 다음 각 호의 원칙에 따라 수립·시행하여야 한다.

1. 석유·석탄 등 화석연료의 사용을 단계적으로 축소하고 에너지 자립도를 획기적으로 향상시킨다.
2. 에너지 가격의 합리화, 에너지의 절약, 에너지 이용효율 제고 등 에너지 수요관리를 강화하여 지구온난화를 예방하고 환경을 보전하며, 에너지 저소비·자원순환형 경제·사회구조로 전환한다.
3. 태양에너지, 폐기물·바이오에너지, 풍력, 지열, 조력, 연료전지, 수소에너지 등 신·재생에너지의 개발·생산·이용 및 보급을 확대하고 에너지 공급원을 다변화한다.
4. 에너지가격 및 에너지산업에 대한 시장경쟁 요소의 도입을 확대하고 공정거래 질서를 확립하며, 국제규범 및 외국의 법제도 등을 고려하여 에너지산업에 대한 규제를 합리적으로 도입·개선하여 새로운 시장을 창출한다.
5. 국민이 저탄소 녹색성장의 혜택을 고루 누릴 수 있도록 저소득층에 대한 에너지 이용 혜택을 확대하고 형평성을 제고하는 등 에너지와 관련한 복지를 확대한다.
6. 국외 에너지자원 확보, 에너지의 수입 다변화, 에너지 비축 등을 통하여 에너지를 안정적으로 공급함으로써 에너지에 관한 국가안보를 강화한다.

■ 주요내용

- 관련자의 책무
 - 국가는 정치·경제·사회·교육·문화 등 국정의 모든 부문에서 저탄소 녹색성장의 기본원칙이 반영될 수 있도록 노력하여야 하며, 지방자치단체는 저탄소 녹색성장 실현을 위한 국가시책에 적극 협력하여야 함
- 국가의 저탄소 녹색성장을 위한 정책목표·추진전략·중점추진과제 등을 포함하는 저탄소 녹색성장 국가전략을 수립·시행하여야 함
- 국가의 저탄소 녹색성장과 관련된 주요 정책 및 계획과 그 이행에 관한 사항을 심의하기 위하여 국무총리 소속으로 녹색성장위원회를 둠
- 화석연료의 사용을 단계적으로 축소하고 녹색기술과 녹색산업을 육성함으로써 국가 경쟁력을 강화하고 지속가능발전을 추구하는 경제를 구현하여야 함
- 기후변화대응의 기본원칙에 따라 20년을 계획기간으로 하는 기후변화대응 기본계획

- 을 5년마다 수립·시행하여야 함
- 에너지정책의 기본원칙에 따라 20년을 계획기간으로 하는 에너지기본계획을 5년마다 수립·시행하여야 함
- 범지구적인 온실가스 감축에 적극 대응하고 저탄소 녹색성장을 효율적·체계적으로 추진하기 위하여 ①온실가스 감축 목표, ②에너지 절약 목표 및 에너지 이용효율 목표, ③신·재생에너지 보급 목표에 대한 중장기 및 단계별 목표를 설정하고 그 달성을 위하여 필요한 조치를 강구하여야 함
- 지속가능발전과 관련된 국제적 합의를 성실히 이행하고, 국가의 지속가능발전을 촉진하기 위하여 20년을 계획기간으로 하는 지속가능발전 기본계획을 5년마다 수립·시행하여야 함

2) 에너지법

- 목적: 안정적이고 효율적이며 환경친화적인 에너지 공급(需給) 구조를 실현하기 위한 에너지정책 및 에너지 관련 계획의 수립·시행에 관한 기본적인 사항을 정함으로써 국민경제의 지속가능한 발전과 국민의 복리(福利) 향상
- 주요 내용
 - 관련자의 책무
 - 국가는 이 법의 목적을 실현하기 위한 종합적인 시책을 수립·시행하여야 하며, 지방자치단체는 이 법의 목적, 국가의 에너지정책 및 시책과 지역적 특성을 고려한 지역에너지시책을 수립·시행하여야 한다. 이 경우 지역에너지시책의 수립·시행에 필요한 사항은 해당 지방자치단체의 조례로 정할 수 있음
 - 적용범위
 - 에너지에 관한 법령을 제정하거나 개정하는 경우에는 「저탄소 녹색성장 기본법」 제39조에 따른 기본원칙과 이 법의 목적에 맞도록 하여야 함. 다만, 원자력의 연구·개발·생산·이용 및 안전관리에 관하여는 「원자력 진흥법」 및 「원자력안전법」 등 관계법률에서 정하는 바에 따름
 - 정부는 주요 에너지정책 및 에너지 관련 계획에 관한 사항을 심의하기 위하여 산업통상자원부장관 소속으로 에너지위원회를 둔
 - 에너지 관련 기술의 개발과 보급을 촉진하기 위하여 10년 이상을 계획기간으로 하는 에너지기술개발계획을 5년마다 수립하고, 이에 따른 연차별 실행계획을 수립·시행하여야 함

- 산업통상자원부장관은 기본계획 및 에너지 관련 시책의 효과적인 수립·시행을 위하여 국내외 에너지 수급에 관한 통계를 작성·분석·관리하며, 관련 법령에 저촉되지 아니하는 범위에서 이를 공표할 수 있음
- 산업통상자원부장관은 에너지복지 사업 전담기관으로 지정하여 에너지이용권의 발급 및 운영 등 에너지복지 사업 관련 업무를 수행하게 할 수 있음
- 산업통상자원부장관은 에너지이용 소외계층에 속하는 사람으로서 대통령령으로 정하는 요건을 갖춘 사람의 신청을 받아 에너지이용권을 발급할 수 있음
- 지역에너지계획의 수립

제7조(지역에너지계획의 수립) ① 특별시장·광역시장·특별자치시장·도지사 또는 특별자치도지사(이하 “시·도지사”라 한다)는 관할 구역의 지역적 특성을 고려하여 「저탄소 녹색성장 기본법」 제41조에 따른 에너지기본계획(이하 “기본계획”이라 한다)의 효율적인 달성과 지역경제의 발전을 위한 지역에너지계획(이하 “지역계획”이라 한다)을 5년마다 5년 이상을 계획기간으로 하여 수립·시행하여야 한다.

② 지역계획에는 해당 지역에 대한 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.

1. 에너지 수급의 추이와 전망에 관한 사항
2. 에너지의 안정적 공급을 위한 대책에 관한 사항
3. 신·재생에너지 등 환경친화적 에너지 사용을 위한 대책에 관한 사항
4. 에너지 사용의 합리화와 이를 통한 온실가스의 배출감소를 위한 대책에 관한 사항
5. 「집단에너지사업법」 제5조제1항에 따라 집단에너지공급대상지역으로 지정된 지역의 경우 그 지역의 집단에너지 공급을 위한 대책에 관한 사항
6. 미활용 에너지원의 개발·사용을 위한 대책에 관한 사항
7. 그 밖에 에너지시책 및 관련 사업을 위하여 시·도지사가 필요하다고 인정하는 사항

③ 지역계획을 수립한 시·도지사는 이를 산업통상자원부장관에게 제출하여야 한다. 수립된 지역계획을 변경하였을 때에도 또한 같다.

④ 정부는 지방자치단체의 에너지시책 및 관련 사업을 촉진하기 위하여 필요한 지원시책을 마련할 수 있다.

3) 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법

- 신·재생에너지 보급 확대를 위해 국·공유지 활용기간 연장, 임대료율 감면 등 관련 지원책을 강화하기 위해 '신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법(신재생에너지법)' 개정
 - 2017년 발표한 '재생에너지 3020 이행계획'을 위한 재생에너지 보급 활성화 지원 강화
 - 재생에너지 확대과정에서 발생 가능한 부작용 완화

〈표 2-10〉 신재생에너지법 개정내용

구분	개정내용
규제개선 촉진	관계 법령 개정 등 신재생에너지 정책심의회 안건 포함
국·공유지	국유재산 임대요율 경감 가능(최대50%)
	공유재산의 임대기간 연장(최대 30년)
	공유재산 영구시설 축조시 지방의회 지방조례 절차 완화
설비사후관리	신재생에너지 설비 사후관리 계획 매년 수립 및 사후관리 의무부여

제26조(국유재산·공유재산의 임대 등) ① 국가 또는 지방자치단체는 국유재산 또는 공유재산을 신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급에 관한 사업을 하는 자에게 대부계약의 체결 또는 사용허가(이하 "임대"라 한다)를 하거나 처분할 수 있다. 이 경우 국가 또는 지방자치단체는 신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급에 관한 사업을 위하여 필요하다고 인정하면 「국유재산법」 또는 「공유재산 및 물품 관리법」에도 불구하고 수의계약(隨意契約)으로 국유재산 또는 공유재산을 임대 또는 처분할 수 있다. 〈개정 2020. 3. 31.〉

② 국가 또는 지방자치단체가 제1항에 따라 국유재산 또는 공유재산을 임대하는 경우에는 「국유재산법」 또는 「공유재산 및 물품 관리법」에도 불구하고 자진철거 및 철거비용의 공탁을 조건으로 영구시설물을 축조하게 할 수 있다. 다만, 공유재산에 영구시설물을 축조하려면 지방의회의 동의를 받아야 하며, 지방의회의 동의 절차에 관하여는 지방자치단체의 조례로 정할 수 있다. 〈개정 2020. 3. 31.〉

③ 제1항에 따른 국유재산 및 공유재산의 임대기간은 10년 이내로 하되, 제31조에 따른 신·재생에너지센터(이하 "센터"라 한다)로부터 신·재생에너지 설비의 정상가동 여부를 확인받는 등 운영의 특별한 사유가 없으면 각각 10년 이내의 기간에서 2회에 걸쳐 갱신할 수 있다. 〈개정 2020. 3. 31.〉

④ 제1항에 따라 국유재산 또는 공유재산을 임차하거나 취득한 자가 임대일 또는 취득일부터 2년 이내에 해당 재산에서 신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급에 관한 사업을 시행하지 아니하는 경우에는 대부계약 또는 사용허가를 취소하거나 환매할 수 있다.

⑤ 국가 또는 지방자치단체가 제1항에 따라 국유재산 또는 공유재산을 임대하는 경우에는 「국유재산법」 또는 「공유재산 및 물품관리법」에도 불구하고 임대료를 100분의 50의 범위에서 경감할 수 있다. 〈개정 2020. 3. 31.〉

⑥ 산업통상자원부장관은 제1항에 따라 임대 또는 처분할 수 있는 국유재산의 범위와 대상을 기획재정부장관과 협의하여 산업통상자원부령으로 정할 수 있다. 〈신설 2020. 3. 31.〉

[전문개정 2010. 4. 12.]

제30조의4(신·재생에너지 설비에 대한 사후관리) ① 신·재생에너지 보급사업의 시행기관 등 대통령령으로 정하는 기관의 장(이하 이 조에서 "시행기관의 장"이라 한다)은 제27조제1항에 따라 설치된 신·재생에너지 설비 등 산업통상자원부장관이 정하여 고시하는 신·재생에너지 설비에 대하여 사후관리에 관한 계획을 매년 수립·시행하여야 한다.

② 시행기관의 장은 제1항에 따라 고시된 신·재생에너지 설비에 대한 사후관리 계획을 수립할 때에는 신·재생에너지 설비의 시공자에게 해당 설비의 가동상태 등을 조사하여 그 결과를 보고하게 할 수 있다.

③ 제1항에 따라 고시된 신·재생에너지 설비의 시공자는 대통령령으로 정하는 바에 따라 연 1회 이상 사후관리를 의무적으로 실시하고, 그 실적을 시행기관의 장에게 보고하여야 한다.

④ 시행기관의 장은 제1항에 따른 사후관리 시행결과를 센터에 제출하여야 하고, 센터는 이를 종합하여 산업통상자원부장관에게 보고하여야 한다.

⑤ 제1항에 따른 사후관리 계획에 포함될 점검사항 및 점검시기, 제3항 또는 제4항에 따른 보고의 절차 등에 관하여 필요한 사항은 산업통상자원부령으로 정한다.

⑥ 산업통상자원부장관은 제4항에 따라 센터로부터 보고받은 신·재생에너지 설비에 대한 사후관리 시행결과를 확정 후 국회 소관 상임위원회에 제출하여야 한다. 〈신설 2020. 10. 20.〉

[본조신설 2020. 3. 31.]

4) 전기사업법

- 신재생에너지 활성화를 위해 전기사업법을 최근 개정함. 주요내용은 태양광 양도·양수 요건, 산림중간복구 의무화 등 부작용 완화 방안 포함
 - 소규모 태양광이 전기사업 허가를 받은 후에도 개발행위 허가를 받지 못해 사업이 지연되는 경우가 없도록 전기사업허가 단계에서 개발행위 인허가 등을 의제 받을 수 있는 근거 마련

제7조의3(관련 인·허가 등의 의제) ① 시·도지사가 제98조제1항에 따라 전기사업의 허가 권한을 위임받거나 시·도지사가 허가권자인 태양광 발전사업(「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제2조제2호가목의 태양에너지 중 태양광을 이용하는 발전사업을 말한다. 이하 같다)에 대하여 제7조에 따른 전기사업의 허가 또는 변경허가를 하는 경우 시·도지사가 다음 각 호의 인가·허가·승인·면허·협의·해제·신고 또는 심사 등(이하 “인·허가등”이라 한다)에 관하여 제3항에 따라 미리 관계 행정기관의 장과 협의한 사항에 대해서는 그 인·허가 등을 받은 것으로 본다.

[본조신설 2020. 3. 31.]

2. 경기도 및 수원시 조례

1) 경기도 조례

(1) 경기도 에너지 기본조례

- 목적: 「에너지법」 제4조제2항에 따라 에너지절약과 신·재생에너지 개발·보급을 통하여 경기도의 지속 가능한 에너지시책 수립과 도민의 에너지 복지증진에 기여
- 기본방향
 - 경기도는 에너지절약과 효율적 이용 및 신·재생에너지 개발·보급을 통해 환경 친화적인 에너지 수급 전환과 온실가스 배출 저감을 촉진하여 경기도의 지속 가능한 에너지 시책을 수립 및 추진하여야 함
- 주요내용
 - 도지사는 에너지절약과 효율적 이용 및 신재생에너지 개발·보급 촉진을 위하여 「에너지법」제7조에 따라 경기도에너지계획을 5년마다 5년 이상을 계획기간으로 하여 수립·시행하여야 함
 - 도지사는 에너지를 합리적으로 이용하기 위하여 법 제6조에 따라 매년 에너지이용 합리화에 관한 실시계획을 수립·시행하여야 함
 - 에너지 수요관리 및 신재생에너지 보급(공공부문, 건물부문, 수송부문, 산업부문 등)
 - 도지사는 에너지 정책 및 관련 계획 등을 자문·심의·조정하기 위하여 경기도에너지위

원회를 돕

- 에너지 이용합리화, 신·재생에너지의 이용 및 보급을 전문적이고 효율적으로 추진하기 위하여 “경기도 에너지센터”를 둘 수 있음
- 효율적 추진체계 구축(행정 및 세제·재정지원, 교육·홍보 및 민간단체 지원, 포상, 백서 작성, 신재생에너지 시설 사후관리, 에너지 복지 사업 추진, 에너지자립마을 조성)

(2) 경기도 저탄소 녹색성장 기본 조례

- 목적: 경기도의 저탄소 녹색성장 시책을 종합적으로 추진하여 기후변화에 대응하고, 경제와 환경의 조화로운 가운데 지속가능한 발전에 이바지함으로써 경기도민의 삶의 질을 향상시키는데 필요한 사항을 규정함
- 기본원칙
 - 도민이 참여하고 기업, 경제단체 및 시민단체가 협력하여 저탄소 녹색성장 구현
 - 녹색기술과 녹색산업을 경제성장의 동력으로 삼고 새로운 일자리를 만들 수 있는 경제체제의 구축
 - 녹색기술과 녹색산업 분야에 중점투자 및 지원
 - 에너지와 자원 이용의 효율성과 자원의 순환을 촉진
 - 자연자원과 환경의 가치를 보존하고, 도시계획, 도로, 교통, 항만, 상·하수도 등 기반시설을 저탄소 녹색성장에 적합한 구조로 개선
 - 지속가능한 발전과 국제적 합의를 성실히 이행하고, 녹색생활 및 녹색문화의 정착
- 주요내용
 - 도지사는 「저탄소 녹색성장 기본법」제11조 및 같은 법 시행령 제7조의 규정에 따라 국가전략 및 녹색성장 5년 계획이 수립되거나 변경된 날부터 6개월 이내에 경기도 지방녹색성장 추진계획을 5년 단위로 수립하여야 함
 - 도지사는 국가 지속가능발전 기본계획과 연계한 지방 지속가능발전 기본계획을 지역적 특성과 여건에 맞도록 수립·시행하여야 함
 - 저탄소 녹색성장 사회의 구현 및 지원(온실가스 감축 및 에너지절약 목표 설정, 공공부문의 에너지 효율화, 지역사회 저탄소 녹색성장, 녹색경영 및 녹색일자리 창출 지원, 녹색경제·녹색산업에 대한 지원·특례 등)
 - 녹색생활의 실천 및 교육·홍보

(3) 경기도 재생에너지 이용 가로등 설치 및 보급 지원 조례

- 목적: 경기도 시·군에 태양광, 풍력발전 등 재생에너지를 이용한 가로등 설치 및 보급을 지원함으로써 경제·환경·사회적 가치를 담은 미래 에너지 전략에 부응 및 ‘경기도 에너지비전 2030’에서 밝히는 신재생에너지 비중 확대 정책의 성공적 정착 및 안정적 조명에 따른 범죄예방 효과 기대 등 주민의 안전과 복리증진에 이바지
- 주요내용
 - 경기도지사는 경기도 내 태양광 등 재생에너지를 이용한 가로등 설치 및 보급 지원에 필요한 시책을 마련하여야 함
 - 도지사는 필요한 경우 도내 시·군 별 설치된 가로등에 대한 수요 조사 및 재생에너지 가로등 설치, 유지관리 현황 등을 조사하여 지원 사업 등에 반영할 수 있음
 - 도지사는 재생에너지 이용 가로등 설치 및 보급, 유지관리 등을 위해 지원사업(재생에너지원 이용 보급 확대, 신규 도시계획 및 도시재생계획 시 재생에너지 이용 가로등 설치 지원 등)을 시행할 수 있음
 - 도지사는 재생에너지 이용 가로등을 활용한 거리, 마을, 공원, 관광지 조성 등 시범사업을 운영할 수 있음
 - 도지사는 재생에너지 이용 가로등 설치 및 보급에 필요한 사업을 적극적으로 수행한 시·군 및 사업에 적극적으로 기여한 도내 기관 등을 평가하여 포상 등 인센티브를 제공할 수 있음

(4) 경기도 시민참여형 에너지전환 지원 조례

- 목적: 경기도가 시민참여형 에너지전환 사업 활성화를 적극 지원하는데 필요한 사항을 규정함으로써 경기도민이 친환경적이고 안전한 에너지를 누리며 삶의 질을 높이는데 기여
- 주요내용
 - 경기도지사는 「경기도 에너지기본 조례」에 따른 에너지정책 중 수요자중심의 시민참여형 에너지전환을 위한 시책을 수립·시행하여야 함
 - 지사는 도 또는 공공기관이 도시재생사업을 추진할 때 시민참여형 에너지전환의 선도적 기술 및 에너지절감 효과 등을 시험 적용한 시범지구 조성을 장려하여야 함
 - 시민참여형 에너지전환 사업 유형
 - 신·재생에너지 발전시설 설치 사업

- 에너지 효율화를 통한 에너지절감 사업
- 에너지 프로슈머 증개사업
- 리빙랩(living lab) 사업
- 에너지시설 유지관리 사업 등
- 도지사는 「경기도 에너지 기본조례」 제28조에 따른 에너지자립마을 조성 및 지원 시에 농어촌, 학교, 공동주택, 단독주택 등으로 구분해 선정하여 다양한 유형의 에너지 자립마을이 조성될 수 있도록 하여야 함
- 도지사는 시민참여형 에너지전환 정책을 선진적·과학적으로 지원하기 위한 에너지 통합관리 시스템을 구축할 수 있음

(5) 경기도 태양광 설비의 설치 및 관리 등에 관한 조례

- 목적: 에너지 절약과 재생에너지의 이용촉진을 위해 태양광 설비의 설치 및 관리와 관련하여 경기도민의 안전성을 확보하고 도시경관 향상을 위해 필요한 사항을 규정
- 주요내용
 - 경기도지사는 태양광 설비를 설치함에 있어 안전성을 확보하고 도시경관과 조화를 이룰 수 있도록 필요한 시책을 마련하도록 노력하여야 함
 - 적용대상: 도 및 도 소속 공공기관, 도가 출자·출연한 기관이 설치·관리하는 태양광 설비, 도의 보조금 지원사업을 통해 설치되는 태양광 설비
 - 도지사는 태양광 설비의 설치 및 관리와 관련하여 안전성 확보에 관한 설치기준을 별도로 마련해야 함
 - 태양광 설비 설치·운영 지원: 지사는 설치기준에 따라 태양광 설비를 설치하려는 자 또는 기존 태양광 설비를 개선하려는 자에게 「경기도 에너지 기본 조례」 제22조에 따라 행정적·재정적 지원을 할 수 있음

(6) 경기도 녹색건축물 조성 및 공공건축물 친환경기술 도입 지원 조례

- 목적: 경기도 건축물의 온실가스 배출량 감축과 경기도에서 재정을 투입하여 신축하는 공공건축물에 대하여 에너지, 물 순환, 자원순환, 생태환경 등의 친환경기술을 효과적으로 도입하여 공공에서 에너지자립과 녹색건축물 조성을 선도하기 위하여 필요한 사항을 규정함
- 도지사는 조성지원을 받은 건물의 에너지 소비 총량을 설정하여 관리할 수 있고 녹색건

축물 조성사업에 대하여 재정지원을 할 수 있음. 또한 조성축진을 위해 녹색건축센터를 설치할 수 있음

<p>제9조(건축물의 에너지소비 총량관리 등) ① 도지사는 법 제11조 및 같은 법 시행령 제8조에 따라 건축물의 에너지 소비 총량을 설정하여 관리할 수 있다.</p> <p>② 도지사는 제11조에 따라 조성 지원을 받은 자로 하여금 필요한 경우 건축물의 에너지 소비 총량에 대하여 그 결과를 제출하게 할 수 있다.</p> <p>제11조(녹색건축물 조성 지원 등) ① 도지사는 녹색건축물 조성을 위하여 예산의 범위에서 다음 각 호의 사업에 대하여 재정 지원을 할 수 있다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 제10조에 따른 시범사업 시행에 소요되는 사업비의 일부 또는 전부 2. 법 제16조 및 제17조의 인증에 소요되는 비용의 일부 또는 전부 3. 그 밖에 도지사가 녹색건축물 조성을 필요하다고 인정하는 사업 <p>② 도지사는 녹색건축물 조성사업과 관련된 기업 등을 지원하기 위하여 「지방세특례제한법」에서 정하는 바에 따라 취득세·등록면허세 등을 감면할 수 있다.</p> <p>제12조(녹색건축센터 설치 및 기능) ① 도지사는 체계적이며 종합적인 녹색건축물 조성 축진을 위하여 경기도 녹색건축센터(이하 “센터”라 한다)를 설치·운영할 수 있다.</p> <p>② 센터는 다음 각 호의 기능을 수행한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 건축물의 에너지 성능향상 또는 효율 개선 및 온실가스 배출저감 등 녹색건축물 조성 사업 2. 건축물의 에너지성능 평가 및 개선에 관한 사항 3. 그린리모델링 및 제로에너지건축물의 연구·개발·도입 및 보급 4. 그린리모델링 및 제로에너지건축물의 사업 발굴, 기획, 타당성 분석 및 사업관리 5. 녹색건축 관련 전문 인력양성을 위한 연구, 교육프로그램 개발 6. 경기도 녹색건축 설계기준 운영을 위한 기술 지원 7. 법 제29조에 따른 그린리모델링 창조센터 및 경기도 건축·에너지 관련 센터와 연계한 녹색건축물 조성 촉진 사업 8. 그 밖에 도지사가 필요하다고 인정하는 사항 <p>[본조신설 2021.5.20.]</p> <p>제15조(그린리모델링 기금의 조성 등) ① 도지사는 그린리모델링을 효율적으로 시행하기 위한 그린리모델링기금(이하 “기금”이라 한다)을 설치하여야 한다.</p> <p>② 기금은 다음 각 호의 재원으로 조성한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 정부 외의 자(「공공기관의 운영에 관한 법률」 제5조제3항제1호의 공공업을 포함한다)로부터의 출연금 및 기부금 2. 일반회계 또는 다른 기금으로부터의 전입금 3. 기금의 운용수익금 4. 그 밖의 수입금 또는 도지사가 그린리모델링을 지원하기 위해 마련한 자금 <p>제16조(기금의 용도 등) ① 기금은 다음 각 호의 용도로 사용한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 건축물의 에너지 성능향상 또는 효율개선 등 온실가스 감축을 위한 사업 2. 기존 건축물을 녹색건축물로 전환하는 사업 3. 그린리모델링 사업발굴, 기획, 타당성 분석, 사업관리(설계관리, 시공관리 및 사후관리를 포함한다) 등의 사업 4. 그린리모델링 기술의 연구·개발·도입·지도 및 보급 등의 사업 5. 그린리모델링과 관련된 교육 및 홍보 6. 그 밖에 도지사가 필요하다고 인정하는 사업 <p>제24조(친환경기술 도입 등) ① 경기도에서 재정을 투입하여 신축하는 공공건축물로서 연면적 합계가 500제곱미터 이상인 공공건축물에 대하여는 다음 각 호의 인증 및 신재생에너지 설치비용을 적용하여야 한다. 다만 연면적의 합계 면적은 냉·난방 설비를 모두 설치하지 아니하는 건축물 또는 공간은 제외하고 계산한다.</p>

1. 법 제16조 및 「녹색건축인증기준」 제3조 규정에 따라 녹색건축인증 우수(그린2등급) 등급 이상
2. 법 제17조 및 법 시행령 제12조에 따라 에너지효율등급 인증 1등급 이상
3. 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제12조 및 동법 시행령 제15조 규정에 따른 신·재생에너지를 30% 이상 공급
- ② 공공건축물의 발주자(이하“발주자”라 한다)는 제1항의 적용 외에 건축물 및 대지의 특성과 여건에 따라 아래의 친환경기술 중 하나 이상을 적극 도입하여 설계에 반영하여야 한다.
 1. 제로에너지건축물 인증, 신·재생에너지(수소, 연료전지, 태양, 풍력, 지열, 바이오, 폐기물 등)를 이용한 설비 등 에너지절감 및 에너지자립 시설 설치
 2. 물 재이용시설 및 빗물이용시설, 중수도 설비, 물사용량 모니터링 장치 등의 물 순환 설비 설치
 3. 환경성선언 제품·저탄소 자재·자원순환 자재·유해물질저감 자재의 사용 및 재활용가능 자원 보관시설 등 자원순환 시설 설치
 4. 투수성 포장, 옥상녹화, 지반녹지 등의 생태환경 조성
- ③ 발주자는 제2항에 따른 친환경기술을 도입하여 설계하는 경우 일반인들이 쉽게 인지할 수 있도록 특색있게 설계에 반영하여야 하며, 현황판 설치 등을 통해 교육 및 홍보가 될 수 있도록 노력하여야 한다.

2) 수원시 조례

(1) 수원시 에너지 기본 조례

- 목적: 「에너지법」 제4조에 따라 수원시의 지속 가능한 에너지 체계를 구축하기 위한 기본이념과 수원시·사업자·시민 등의 책무를 규정하여, 에너지이용의 효율화와 에너지 절약을 유도
- 주요내용
 - 시장은 지속가능하며 종합적인 에너지이용 시책을 추진하기 위하여 수원시 지역에너지 계획을 5년마다 수립할 수 있음
 - 시장은 지역에너지 계획 및 기후변화대응시책 등을 자문·심의·조정하기 위하여 “수원시 기후에너지위원회”를 설치·운영함
 - 부문별 에너지관련 시책(산업 부문, 수송 부문, 건물 부문, 공공 부문)
 - (건물부문 중) 시장은 건축물 허가단계에서 태양열 및 태양광 설비 등 신·재생에너지 설비의 사용을 권장할 수 있음
 - (공공부문 중) 공공기관에서 추가로 설치하는 가로등에 대한 태양광 시설 도입
 - 건축물의 냉·난방 온도 관리(대상 건축물, 온도관리 기준, 점검방법 등)
 - 신·재생에너지 이용·보급 촉진
 - 지원대상: 신·재생에너지를 이용하는 기관·단체·개인이 설치하는 설비를 대상
 - 신·재생에너지 보조금지원: 신·재생에너지를 설치할 경우 산업통상자원부장관이 고시한 신·재생에너지 설비의 지원 등에 관한 기준에 따라 보조금을 예산의 범위에서 지원할 수 있음

○ 에너지 활동에 대한 지원

- 에너지이용 합리화, 신·재생에너지의 이용·보급 촉진 및 지속 가능한 에너지 수급 체계 마련을 위한 시책 추진에 필요한 세제·재정상의 조치를 마련해야 함
- 시장은 에너지 시책 수립 및 추진, 신·재생에너지의 이용·보급 촉진에 소요되는 비용의 전부 또는 일부를 예산의 범위에서 지원할 수 있음

(2) 수원시 기후변화 대책조례

- 목적: 기후변화가 전 지구적 환경에 미치는 부정적 영향에 적극적으로 대처하고 시민의 활동에 의하여 발생하는 온실가스의 감축을 촉진함으로써 시민의 건강·복지증진 및 수원시의 지속가능하고 건전한 발전
- 주요내용
 - 관련자의 책무
 - 시는 지역적 특성에 맞는 기후변화대응시책을 수립하고 이를 시행하며, 사업자는 그 사업 활동과 관련하여 발생하는 온실가스의 배출을 억제하기 위한 조치를 강구하여야 함
 - 시장은 기후변화대응시책의 종합적이고 계획적인 추진을 위하여 5년마다 수원시 기후변화대응종합계획을 수립·시행해야 함
 - 시장은 지역에너지 자원을 개발하고, 환경친화적이고 지속가능한 에너지 이용을 구축하여 에너지 절약형 경제 구조로의 전환을 위하여 신·재생에너지 기본계획을 수립하여야 함
 - 온실가스 배출 감축 등을 위한 조치(온실가스 배출량 등 산정, 건축물의 친환경기준 적용, 공공시설의 사용료 등 감면)
 - 기후변화 대응을 위한 지원(기후변화대응연구사업위탁, 다른 단체들과의 협력, 공공시설의 사용료 등 감면, 자동차의 사용자제 등)
 - 기후변화 기금 설치 및 운용
 - 기금의 용도: 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」에 따른 신·재생에너지의 개발·이용·보급을 장려하기 위한 사업, 나뉠햇빛발전소 시설비 및 시설운영비, 저소득층에 대한 에너지복지 증진 사업 등

(3) 수원시 저탄소 녹색성장 기본 조례

- 목적: 수원시 저탄소 녹색성장 시책을 종합적으로 추진하여 기후변화에 대응하면서 경제와 환경의 조화로운 발전에 이바지함으로써 주민의 삶의 질을 향상시키는데 필요한 사항을 규정
- 주요내용
 - 관련자의 책무
 - 시는 저탄소 녹색성장 실현을 위한 국가와 경기도의 시책에 적극 협력하여야 하며, 사업자는 녹색경영을 선도하여야 하며 기업활동의 전 과정에서 온실가스과 오염물질의 배출을 줄이고 녹색기술 연구개발과 녹색산업에 대한 투자 및 고용을 확대하는 등 녹색성장에 관한 사회적·윤리적 책임을 다하여야 함
 - 저탄소 녹색성장 추진(녹색성장 추진계획 수립·시행절차, 녹색성장책임관의 지정 등)
 - 수원시 녹색성장위원회의 설치 및 기능
 - 저탄소 녹색성장 사회의 구현(녹색경제·녹색산업에 대한 지원·특례, 에너지절약 및 온실가스 감축목표 설정, 공공부문 에너지 효율화 추진, 지역사회의 저탄소 녹색성장, 기후변화 적응대책 수립)
 - 시는 신·재생에너지의 기술개발 및 이용·보급의 촉진을 위하여 시민·사업자·민간 에너지단체 또는 연구기관이 행하는 시설의 설치·운영 또는 조사·연구 등에 필요한 정보·기술·재정 등의 지원을 할 수 있음
 - 녹색생활 및 지속가능발전의 실현(녹색생활 및 지속가능발전의 기본원칙, 녹색생활 운동의 촉진, 녹색생활 실천의 교육·홍보)

(4) 수원시 녹색건축물 조성 지원 조례

- 목적: 조례는 「녹색건축물 조성 지원법」에 따라 조례로 위임된 사항과 그 시행에 필요한 사항을 규정함으로써, 노후주택의 생활환경, 에너지성능 등 주거환경 개선을 통해 시민의 삶의 질을 향상시키고 에너지 비용의 절감 등 녹색건축물을 활성화
- 기본방향
 - 온실가스 배출량 감축을 통한 녹색건축물 조성
 - 환경 친화적이고 지속가능한 녹색건축물 조성
 - 신·재생에너지 활용 및 자원 절약적인 녹색건축물 조성
 - 기존건축물에 대한 에너지효율화 추진

- 기존 건축물에 대하여 기능증진을 위한 자재를 사용하는 건축물

■ 주요내용

- 적용대상 및 지원기준
- 녹색건축물 조성 시범사업
- 녹색건축센터 설치 및 기능
- 수원시 녹색건축물 조성 심의위원회의 설치 및 기능

(5) 수원시 도시계획 조례

- 수원시 도시계획 조례 제20조 2항을 보면 건축물 또는 건축물 옥상에 설치하는 높이 5미터 이하의 태양광 발전설비의 설치에 허가를 받지 않아도 되는 경미한 행위임

수원시 도시계획 조례
제20조(허가를 받지 아니하여도 되는 경미한 행위) 법 제56조제4항제3호 및 영 제53조에 따라 개발행위 중 허가를 받지 않아도 되는 경미한 행위는 다음 각 호와 같다.
1. 건축물의 건축 : 「건축법」제11조제1항에 따른 건축허가 또는 같은 법 제14조제1항에 따른 건축신고 및 같은 법 제20조제1항에 따른 가설건축물 건축의 허가 또는 같은 조 제3항에 따른 가설건축물의 축조신고 대상에 해당되지 아니하는 건축물의 건축 (개정 2016. 08. 12)
2. 공작물의 설치
가. 도시지역 또는 지구단위계획구역에서 무게가 50톤 이하, 부피가 50세제곱미터 이하, 수평투영 면적이 50제곱미터 이하인 공작물의 설치[다만, 「건축법 시행령」 제118조제1항 각 호의 어느 하나에 해당하는 공작물(통신용 철탑은 용도지역에 관계없이 이를 포함한다)의 설치를 제외한다] (개정 2015. 10. 08.)
나. 녹지지역 안에서의 농림어업용 비닐하우스(비닐하우스 안에 설치하는 육상여류양식장을 제외한다)의 설치
다. 건축물 또는 건축물 옥상(지붕)에 설치하는 높이 5미터 이하의 태양광 발전설비의 설치 <신설 2019. 02. 18.>

제3절 태양광 보급 관련 타 지자체 사례 고찰

1. 주택용 태양광 발전 관련 정책현황

- 주택용 태양광은 신에너지 및 재생에너지 개발 이용 보급 촉진법 에 따라 정부의 신재생에너지 보급 사업 중 주택지원사업의 일환으로 설치비에 대한 보조금을 지급 중임
- 해당 법률에 따른 중앙정부의 지원 정책 외에도 서울시, 대구시, 강원도 등 일부 지자체들도 태양광을 비롯한 신재생에너지의 보급 확대를 위한 별도의 조례를 제정하고 설비 설치비 등을 지원(정영훈, 2019)

1) 정부 지원 현황

- 정부 주도의 주택용 태양광 보급 지원 종류는 주택용 태양광 발전 설비 비용의 일부를 보조하는 방법과 소비자가 태양광 대여 사업에 참여 시 태양광 대여 사업자가 신재생에너지 공급의무자에게 REP를 판매할 수 있도록 기준단가를 책정하도록 지원하는 방법(태양광 대여제도)이 있음(정영훈, 2019)
- 태양광 대여제도의 경우 단독주택 등을 비롯한 주택도 참여 및 지원 대상이 포함
- 정부 지원 규모가 사전에 정해지는 바 지원예산은 연초 공지된 바에 따라 순차적으로 지원되며 사업 상황에 따라 일부 변동 조정
 - 주택 지원사업의 지원 금액은 설치 용량에 비례하여 지급되며 설비 규모와 설치 지역 별로 보조금이 kW당 560천원에서 820천원까지 차등
- 이러한 정부의 지원을 받기 위한 주택용 태양광 설비 표준 및 설치 방법 등은 신 재생에너지센터(이하 센터)에서 고시한 신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침을 따름

2) 지자체별 주택 태양광 지원 정책

- 중앙정부의 태양광 발전 주택지원사업은 해당 규정 및 지침에 따라 단독주택의 소유주가 자가 목적의 설비 설치 시 설치비의 일부를 보조금을 지급하는 형태로 아파트 등의 공동주택의 개별세대나 전 월세 등의 세입자는 현행 규정에서는 지원대상에 미포함(정영훈, 2019)
- 서울을 비롯한 도시에서는 아파트와 같은 공동주택의 거주비율이 높으며 전 월세를 비롯한 비자가 주거 형태의 비율도 높아 단독주택 소유자 대상 주택용 태양광 보급에는 다소 한계가 있음(정영훈, 2019)

- 이에 최근 일부 지방자치단체에서는 아파트 베란다 난간 등에 소규모 태양광 패널을 거치하여 공동주택에서도 쉽게 자가 목적의 태양광 발전이 가능한 ‘미니 태양광 발전 장비’ 보급을 추진 중임
- 지자체의 주택용 태양광 보급 지원 사업은 자체 예산 투입으로 정부 지원 단독주택의 고정형 발전 설비에 대한 추가 지원과 더불어 공동주택 등에 대한 미니태양광 발전 설비 지원으로 나눌 수 있음(정영훈, 2019)
- 정부에서도 신재생에너지 보급 사업의 일환으로 지자체에 보급 지원 예산을 투입하고 있으며 이와 별개로 자체 시/도 예산을 추가하여 태양광 확대를 지자체의 핵심 사업으로 추진
 - 서울시는 태양광 확산 5개년 종합계획(2022 태양의 도시 서울)을 수립하였으며 주택용 태양광 발전을 비롯한 태양에너지 활용에 대한 목표를 세웠으며, 대구시 역시 ‘솔라시티 대구’를 통해 2035년까지 태양광 발전 설비 보급 확대는 물론 태양광 산업을 지자체 핵심 역량으로 키우는 계획을 수립
 - 충청북도는 태양광 산업을 신성장동력으로 삼고 태양광 특구 지정 및 산업 육성을 위한 지원 정책을 수행 중임
 - 대전시는 ‘스마트 제로 에너지 시티 3050’를 통해 친환경 에너지 생산과 더불어 태양광 산업을 핵심 역량으로 추진 중이며, 시정계획으로 아파트용 미니 태양광 2만호 보급 계획을 수립하는 등 주택용 태양광 발전 설비 보급도 추진 중임
- 그 밖의 지자체에서도 태양광 산업 발전을 위한 자치 조례를 제정하여 태양광 발전 설비 확충 및 산업 활성화를 위한 근거를 마련하고 있음
 - 다만, 주택용 태양광 설비 지원은 전체 태양광 산업 지원정책의 일부로 구체적인 지원 정책을 제시하거나 제공하고 있는 지자체는 많지 않으며, 중앙정부의 신재생에너지 주택지원 사업의 중개 및 연계차원의 정책만 운영 중인 곳도 존재함(정영훈, 2019)

2. 경기도

- 경기도는 경기도에너지센터를 통해 각 자치 단위(시)별로 정해진 예산을 토대로 중앙정부(신재생에너지센터)의 주택지원 사업과 연계하여 지원대상 주택에 대하여 추가 지원금을 제공 중

1) 경기도에너지센터

- 설립근거: 경기도 에너지 기본조례 제20조

■ 설립목적

- 경기도 에너지비전 2030의 체계적·효율적인 실행을 위한 정책실행기구
- 신재생에너지의 보급·확대와 에너지 효율개선, 에너지비전을 도 전체에 확산하고, 에너지 혁신 주체와의 연계협력 및 참여 활성화를 통해 경기도 에너지자립도 향상에 기여

〈표 2-11〉 2021년 경기도에너지센터 지원 사업

분야		세부사업명
비전확산 및 역량강화	비전확산	설명회 및 홍보자료 제작
	네트워크 구축 및 역량강화	경기도 기후에너지의 날 행사 개최
		에너지 담당 공무원 역량 강화
민간투자 촉진	신재생에너지 민간투자 촉진	태양광 발전 창업교육
		신재생에너지 투자촉진 네트워크 사업
		태양광 발전시설 계통연계비 지원
	신재생에너지 보급 지원	주택 등 태양광 설치 지원
		신재생에너지 모니터링 시스템 운영
	에너지 효율개선 지원	에너지 진단 및 시설개선 원스톱 지원
		스마트에너지 아파트 조성사업(하반기 공공 예정)
에너지 융차지원 사업		
신규정책발굴	정책연구	정책연구 신사업 발굴
		탄소중립 거버넌스 운영

출처: 경기도에너지센터 내부자료

■ 주요사업

- 전력자립 10만가구 프로젝트(경기도 주택용 태양광)
 - 사업기간: 2021. 5. 24.~2021. 11. 30. (사업비 소진 시 조기종료)
 - 사업비: 1,794백만원 (경기도비)
 - 지원규모: 3,900가구 (3kW 태양광 기준)
 - 지원금액: 3kW 설비 당 460천원
 - 지원 내용: 한국에너지공단의 「2021년 신재생에너지보급(주택지원)사업」과 연계하여 도내 주택(단독·다세대·다가구)의 태양광 설비 설치비 일부 지원
- 태양광발전 창업 교육
 - 태양광 발전에 관심 있는 도민에게 관련분야 전반에 대한 전문지식과 사례를 공유하여 민간 태양광발전 투자 활성화 및 경기도 신재생에너지 전력생산을 제고
- 에너지진단 및 시설개선 원스톱 지원
 - 에너지진단
 - 연간 에너지사용량 1,000TOE 미만의 경기도내 사업장 및 건물(아파트 등 공동주택 포함)
 - 지원 비율 및 한도: 전액지원 (전문인력풀 구성하여 지원)

- 시설개선

- 기존시설(설비)을 에너지 효율성능이 향상된 시설(설비)로 교체
- 기존 시설(설비)에 에너지 절감을 주기 위한 추가 시설(설비) 설치
- 에너지를 회수하여 재사용하는 시설(설비) 설치 등
- 지원 비율 및 한도: 시설(설비)구입비용(공급가액 기준)의 50%이내 (최대 10,000천원)

2) 경기도에너지센터 미니태양광 보급 지원사업

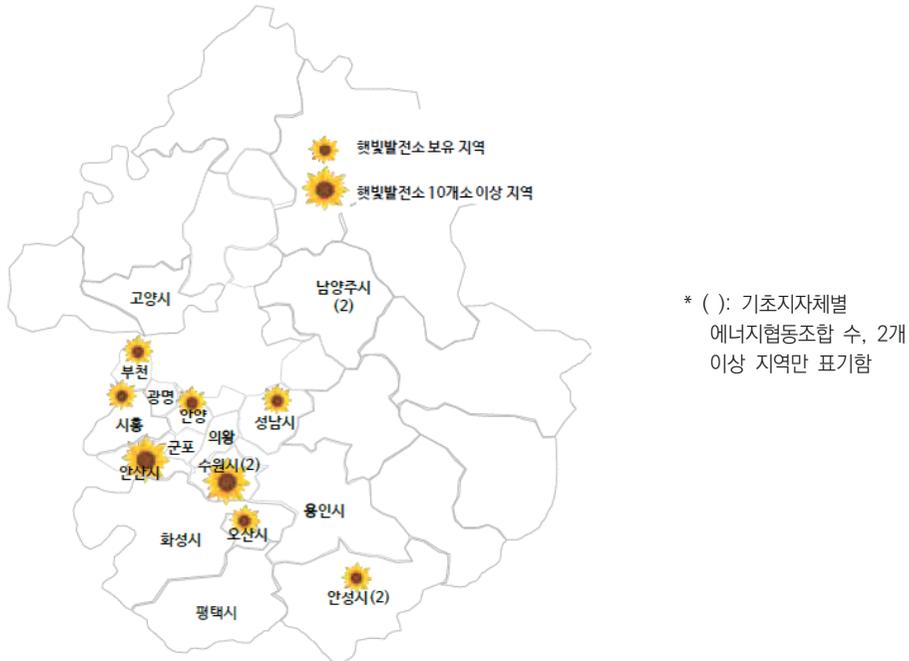
(1) 수원시, 성남시

- 미니태양광 보급 지원 사업은 공동주택 베란다·단독주택 옥상 등에 소형 태양광 발전 설비(난간거치형, 건물옥상 앵커형 등)를 설치하면 설치비용의 일부를 지원하는 사업임
- 신청 기간 : 당해연도 선착순으로 예산 소진 시 까지
- 지원 대상 : 해당 지자체 소재 단독주택(옥상), 공동주택(베란다)
- 사업 내용
 - 설비용량 700W 이하 미니태양광 설치비 지원
 - 지원금: 수원시는 설치비용의 80% 지원, 성남시는 설치비 90% 지원

3) 경기도 햇빛발전소 사업

- 햇빛발전소는 경기도가 태양광발전소 설치가 가능한 건물옥상, 주차장 등 부지를 발굴해 시민들로 구성된 협동조합에 임대한 후 태양광 설비를 설치하는 사업으로 태양광 설비를 통해 생산된 전기는 한국전력에 판매됨. 이를 통해 얻은 수익 중 일부는 임대료로 사용되고 나머지는 협동조합에 참여한 주민들이 나눠 갖는 구조임
 - 경기도는 사업성을 검토하고, 경기도에너지센터를 통한 전문가 컨설팅, 구조물 안전 진단, 참여 협동조합의 적정성 등을 통해 최종 설치여부 결정을 지원함
 - 2021년 5월 기준, 경기도가 파악한 태양광발전소 설치 가능 기관은 경기도청과 인재개발원 등 9개 공공청사 13개소, 경기주택도시공사와 경제과학진흥원 등 12개 공공기관 31개소, 수원소방서와 분당소방서 등 15개 소방관서 15개소임. 하반기에 부지별로 공모를 진행해 사업자를 선정할 예정
 - 참여대상은 경기도에 설립 신고한 조합원수 50인 이상의 협동조합으로 10년 이상 운영해야 함

〈그림 2-13〉 경기도 시민햇빛발전협동조합 현황



출처: 경기연구원(2019), 제5차 경기도 지역에너지계획 수립 연구

4) 에너지자립마을

- 마을에 자가용 태양광 설비와 상업용 태양광 발전소 설치를 지원하여 한 마을에서 사용되는 에너지를 마을에서 생산되는 에너지로 충당해 에너지자립성을 높이는 사업
- 경기도는 2021년 3월 기준, 고양 등 13개시군 47개 마을을 대상으로 에너지자립마을 조성사업을 추진함
 - 사업추진 지역 및 규모: 고양, 김포, 여주, 광주, 안성, 연천, 평택, 이천, 양주, 화성, 파주, 포천, 양평 등 13개시군 47개 마을(1082가구)에 총 3913kW 규모의 태양광 시설 설치 예정
 - 마을별 태양광 시설 설치용량: 양주시 비암리(43가구) 169kW, 이천시 진암2리(48가구) 154kW, 화성시 팔탄면 가재리(39가구) 127kW, 평택시 팽성읍 본정2리(28가구) 104kW, 양평군 갈운1리 100kW, 여주시 신진동(28가구) 95.6kW, 고양시 산황6통마을(18가구) 64kW
 - 사업비는 65억8800만원(도비 19억7600만원, 시군 32억9400만원, 자부담 13억1800만원)이 투입됨. 자부담 비율은 2020년 10%에서 2021년 20%로 상향조정됨. 주택 태양광 설치에는 kW 당 167만원이 소요됨

- 경기도는 2015년부터 사업을 시작해 2020년까지 여주시 당산1리 등 총 16개 시·군의 76개 마을에 7천kw를 설치해 연간 900만kwh의 전기를 생산하면서 온실가스 3,836tCO₂(소나무 58만 그루를 심은 효과)를 감축함

5) 수상태양광 설치 현황

- 한국농어촌공사가 시행하는 수상태양광발전소 사업은 저수지 수면 위에 태양광설비를 설치해 지역에 전력을 공급하는 방식으로, 발전소 운영 수익을 공유하고 농어촌지역의 소득 증대 및 영농 편의를 도모한다는 취지로 시작됨
- 2013년 이후 경기도에서 사업 승인이 이뤄진 도내 수상태양광발전소 중 절반 이상이 주민 반발 등으로 인해 담보 상태에 놓여 있음. 6년간 총 14곳에서 사업 승인이 이뤄진 가운데 5개 사업이 완공, 3개 사업은 취소, 6개 사업은 진행이 중단됨(21년 5월 기준)
 - 완공된 수상태양광발전소(총 5개): 안성의 3곳(덕산저수지 설비용량 451kW·금광저수지 451kW·장계저수지 499kW), 화성 2곳(떡우저수지 2천991kW·떡우저수지 2천667kW) 등 5곳이 2016~2018년 완공됨
 - 사업 취소된 수상태양광발전소(총 3개): 안성 금강저수지 내 2개 사업(각 1천495kW)과 연천 백학저수지(2천16kW) 등 3개 사업은 민간사업자들이 주민들의 반대 또는 자체 준비 미흡으로 인해 사업을 포기함에 따라 2020년 취소가 결정됨
 - 사업 중단된 수상태양광발전소(총6개): 양주 효천저수지(1천kW) 사업의 경우 두 차례 주민설명회 일정을 잡았지만 주민들과 이견을 보이면서 추진이 불투명한 상태이며, 양평 어은저수지(800kW)·김포 성동저수지(500kW)·양평 월산저수지(500kW)·파주 마지저수지(2천kW)·양평 향리저수지(999kW) 등 5개 사업은 아예 주민설명회조차 열리지 못하고 있음

〈그림 2-14〉 수상태양광 설치 사례



3. 한국에너지공단 태양광 대여사업

- 한국에너지공단의 태양광 대여사업은 정부보조금, 소비자의 초기투자비 부담없이 대여사업자가 설치·운영·관리까지 책임지는 민간주도 보급 및 육성을 위한 사업으로, 가정
에 태양광 설비를 설치·대여해주고 줄어드는 전기요금의 일부를 대여료로 납부하는 제
도임
 - 소비자는 대여료와 전기요금을 기존 전기요금의 80%이하로 납부
 - 대여사업자는 대여료와 REP(신재생에너지 생산인증서) 판매로 수익, 설비 유지·보수
이행
 - 설치용량
 - 단독주택: 월 평균 전력사용량이 200kWh~599kWh(3kW), 600kWh이상(최대
9kW)
 - 공동주택: 설치면적 및 경제성 등 여건에 따라 동 당 설치
- 공동주택 태양광 대여사업에 참여한 화성시 각 아파트 단지는 총 2415세대로 연간 약
2,000만원 이상의 공용 전기료를 절감할 것으로 예상됨

4. 산업통상자원부 신재생에너지 보급지원 사업(2021년)

- 주택 또는 건물 소유주가 자가 소비를 목적으로 태양광, 지열 등 신재생에너지 설비를
설치하는 경우 설치비의 일부를 지원함
 - 주택·건물지원 (1,435억원)
 - 주택지원 : 단독주택·공동주택·공공임대주택에 태양광·태양열·지열 등 신재생에너지 설
비 설치시 설치비 지원
 - 건물지원 : 상가·공장 등의 건물 및 시설물(주차장, 방음벽 등)에 신재생에너지 설비
설치시 설치비 지원
 - 2021년부터는 공장, 물류창고 등의 경우 물 태양광 보조금 지원 용량을 기존 50kW
에서 200kW까지 상향 조정하였음
 - 국가 R&D로 개발된 제품의 상용화를 촉진하기 위한 시범보급 사업 및 건물일체형
태양광(BIPV) 등 신기술이 적용된 설비에 대한 지원을 확대함
 - 시범보급 : ('20) 50억원 → ('21) 100억원, BIPV : ('20) 5억원 → ('21) 105억원
 - 융복합지원·지역지원 (1,677억원)
 - 융복합지원 : 주택·상가·공공기관 등의 복합지원 대상에 대해 태양광, 태양열, 지열 등

2종 이상의 신재생에너지를 융합하여 마을 단위로 보급하는 사업

- 지역지원 : 지방자치단체가 소유 또는 관리하는 건물 및 시설물, 사회복지시설 등에 신재생에너지 설비를 설치비 지원
- 융복합지원사업 및 지역지원사업의 경우 2022년도 사업에 대해 신청접수를 받아 사업 수행 지방자치단체(또는 컨소시엄)를 선정할 계획으로 2021년 9월에 최종 선정
 - 주민자치센터, 마을회관 등 지역의 공공시설 및 사회복지시설에 신재생에너지 설비 보급을 확대하기 위해 지역지원의 국비 비중을 상향 조정(前 45% → 後 50%)하고, 지방자치단체의 신재생에너지 설치 의무화 이행비율을 초과하는 설치 용량분에 대해 설계 단계부터 지원이 가능하도록 개선함(산업통상자원부, 2021)

5. 서울시 및 타 지자체

1) 서울시

- 서울지역 공동주택(베란다), 단독주택(옥상), 상가건물 등에 태양광 미니발전소 설치하는 시민에게 보조금 지원(소유자 및 세입자 신청 가능)
 - 공공시설에 누적용량 1KW 미만으로 설치할 경우 시와 사전협의 후 지원
- 다양한 규격(설비용량, 방식 등)에 따라 설치가격이 차등되어 있으며 500W 이하의 경우 설치용량 1W당 1,180원의 보조금을 지급하고 있음(500W~1KW의 경우 690원/W)
 - 서울시 지원금액에 추가로 각 자치구별 정해진 예산 범위 내에서 추가 지원됨에 따라 실제 자부담금은 다소 차이 있음
- 특히, 서울시는 중앙정부(신재생에너지센터)에서 제공하지 않는 베란다형 미니 발전 설비에 대한 시공 기준(서울시, 2019. 서울시 태양광 미니발전소 시공 기준)을 마련하여 제공하는 등 주택용 태양광 발전설비 설치 확대에 대한 제도적 기반을 마련 함

2) 서울시 성대골 에너지자립마을

- 성대골 에너지자립마을은 서울시가 추진한 제1호 에너지자립마을로 주민들이 자발적, 지속적으로 에너지전환 운동을 실천한 사례임
- 마을주민들이 자발적으로 리빙랩(Living Lab) 프로젝트에 참여해 옥상거치형 미니태양광 DIY 키트와 ‘우리집 솔라론’ 등의 금융상품을 개발함

3) 광주광역시

- 공공부문 위주의 신재생에너지 설치 사업을 확대해 시민이 함께 참여하고 공감할 수 있는 민간부문 재생에너지 사업을 추진
- 2018년 공공주택 발코니 난간에 햇빛발전소 보급을 시작으로, 2019년은 공동주택을 대상으로 빚고을마을 태양광 사업을 진행해 미니 태양광발전 설비를 지원

4) 부산시

- 단독주택 태양광 보급사업은 중앙정부 주택 태양광 지원에 대한 추가 보조금 지급과 베란다형 미니 태양광에 대한 지자체 차원의 지원을 동시에 수행 중임
- 주택보급 이외에도 부산시는 클린에너지 학교사업을 진행 중임
 - 클린에너지 학교사업: 신재생에너지와 온실가스 배출권거래제, 에너지 컨설팅, 에너지 교육 등을 연계한 종합적인 에너지 정책 지원 프로그램
 - 학교건물 옥상, 주차장 등 유휴부지를 활용하여 신재생에너지 보급
 - 2017년 부산시, 부산시교육청, 한국에너지공단, 부산기후환경네트워크와 ‘클린에너지 학교’ 추진을 위한 협약 체결
 - 2018년부터 2022년까지 초·중·고교 100곳에 각각 50kW급 태양광 발전설비 보급
 - 컨설턴트를 2인 1조 팀을 구성하여, 연 2회 학교를 방문하고 건물부문의 에너지컨설팅 및 학교생활 에너지절약활동 모니터링
 - 학생들을 대상으로 기본, 심화 2단계로 구분하여 에너지교육
 - 기본 : 기후변화와 신재생에너지 및 설문조사
 - 심화 : 학교 에너지 진단과 연계한 에너지자립학교 만들기 프로젝트 교육
 - 부산시는 학교 태양광 발전으로 확보하는 탄소배출권을 거래시장에 판매해 수익금 전액을 ‘클린에너지 학교’ 사업에 재투자
 - 약 20억원 부가가치, 3100톤의 온실가스 감축 효과 기대

〈그림 2-15〉 클린에너지 학교사업



5) 대전시

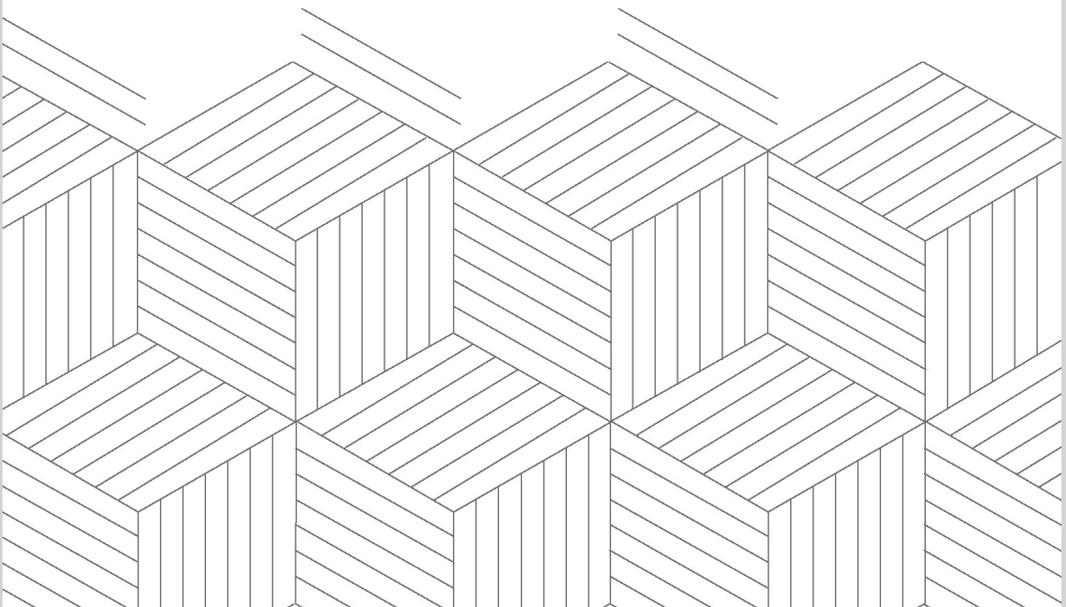
- 대전시 미니태양광 보급지원 사업은 5층이상 공동주택으로 한정되었으나 2021년부터 설치대상을 확대하였음
 - 단독 및 공동주택(경비실 포함)·마트·주유소·주차장·전통시장 캐노피 등으로 다양화
 - 효율은 19.3% 이상, 설치용량은 330W급 가구당 최대 3매 1kW 이하까지 설치가 가능하도록 하였음
- ‘대전시 스마트제로에너지시티 3050계획’에 따라 에너지 취약계층의 에너지 자립률 향상을 위해 임대주택, 경로당을 대상으로 2017년부터 미니태양광 보급 추진
 - 공기업, 지역사회, 지역 기업과 함께 사업을 진행하며 상생 모델을 제시(대전: 행정·재정지원체계 마련 / LH: 사업수행 / LG: 태양광모듈 제공 / 환경운동연합: 교육)

6) 김해시

- 주민수용성 문제, 부지확보 문제 등 태양광 사업의 장애를 해소하면서 재생에너지발전 목표를 달성할 수 있는 ‘클린에너지 확산형 거점도시 김해 구현’ 사업 추진
- 명동정수장, 삼계정수장 등 공공유�휴부지에 태양광과 ESS를 설치하고, 임대발전사업(BOT) 방식이 아닌 김해시가 직접 수익을 창출할 수 있는 사업모델로 설계함으로써, 발전사업으로 발생한 수익금은 경로당, 임대주택 등에 태양광 설치를 지원함

제3장 현황분석

제1절 태양광 보급 현황
제2절 수원시 태양광 잠재량 조사
제3절 소결



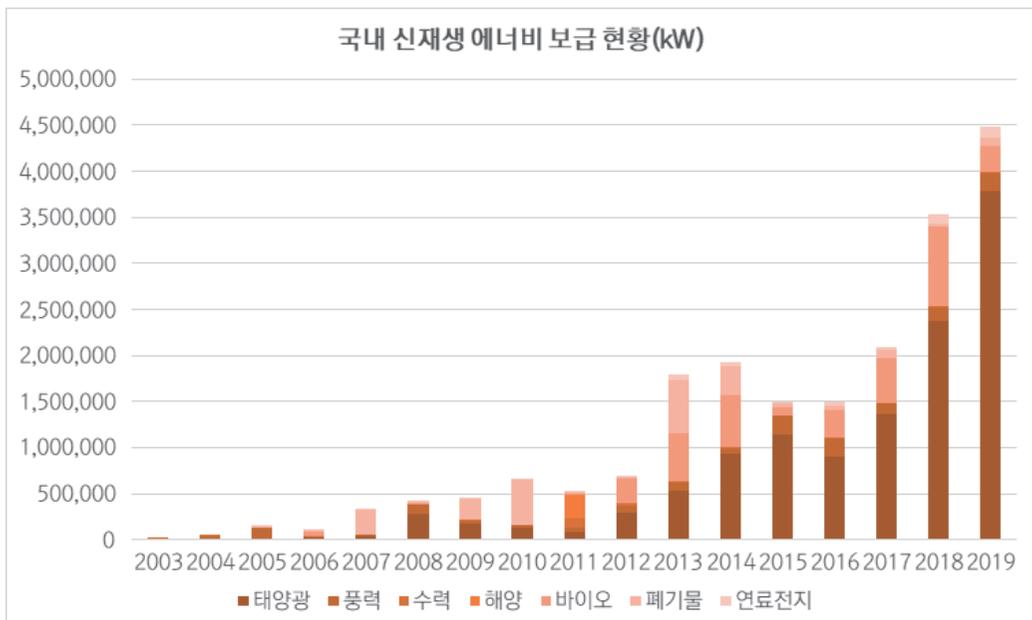
제3장 현황분석

제1절 태양광 보급 현황

1. 국내 신재생 에너지 보급 현황

- 국내 신재생 에너지 보급은 2019년 기준 최근 5년간 3배이상 성장했으며, 지속적으로 보급량이 증가하고 있음
 - 신재생 에너지 보급 확산을 위해 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제 27조를 근거로 주택, 건물, 지역 등을 대상으로 설치비의 일부를 정부가 보조지원 해 주는 등의 사업을 추진
- 그 중 태양광 보급의 증가가 가시적으로 보이며, 2019년 기준 전체 신재생 에너지 보급 중 약 84%를 차지하고 있음
 - RPS 공급의무자, 공공기관 등을 대상으로 대규모 프로젝트 추진

〈그림 3-1〉 국내 신재생에너지 보급 실적 조사(한국에너지공단)



2. 국외 신재생 에너지 보급 현황

■ 보급 추세 및 현황

- 국제에너지기구(International Energy Agency, 이하 IEA)에 따르면, 신재생에너지 보급 추세는 지속적으로 상승하고 있고, 2019년까지 지속적으로 성장하고 있음
 〈그림 3-2〉 국가별 신재생에너지 용량 현황(~2019) 및 전망(2020~2021)

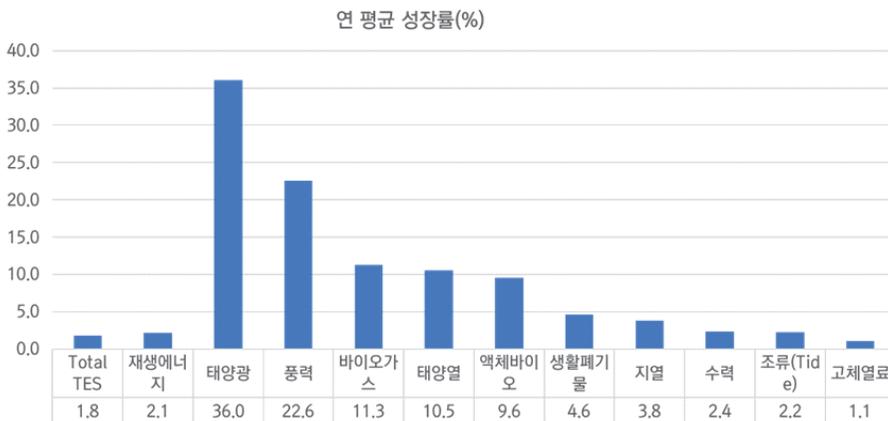


자료: IEA, 2020, Renewable electricity capacity additions, 2007~2021, updated IEA forecast

■ 재생에너지의 성장

- 태양광과 풍력 재생에너지가 빠르게 증가하고 있으며, 태양광 발전이 연평균 성장률 34.8%로 재생에너지원 중 가장 높았음

〈그림 3-3〉 1990~2019년 재생에너지 공급 연평균 성장률



자료: IEA, 2021, Average annual growth rates of world renewables supply, 1990~2019

3. 수원시 신재생 에너지 보급 현황

■ 수원시 신재생 보급 현황

- 수원시 신재생 에너지는 바이오, 연료전지, 소수력, 지열, 태양광, 태양열, 폐기물 7개로 신재생 에너지 보급
 - 태양광이 가장 많이 보급되어 있는 것을 확인할 수 있으며, 태양광>지열>태양열 순서로 보급이 많이 되어있음
 - 태양광의 경우 개소수를 기준으로 보면 대다수가 주택지원사업을 통해 보급되어있으며, 소형태양광 보급수가 다수 존재함
 - 신재생 종류별 보급 개소를 확인하면 태양광이 눈에 띄게 많이 보급되어 있는 것을 확인할 수 있음

〈표 3-1〉 연도별 수원시 신재생에너지 보급 현황(개소)

연도	바이오-펠릿	소수력	연료전지	지열	태양광	태양열	폐기물	계
2003					1			1
2004				1				1
2005				1	6	2		9
2006				2	11	2		15
2007				1	11	2		14
2008				1	18	1		20
2009	1		1	1	17	3		23
2010		1			32	3	1	37
2011				9	27	5		41
2012				9	56	5		70
2013				12	115	3		130
2014			1	4	210	3		218
2015			2	8	240	1		251
2016				7	182			189
2017			1	4	240	1		246
2018			1	2	411			414
2019					131			131
2020					212			212
2021			1		77			78
총합계	1	1	7	62	1,997	31	1	2,100

자료: 수원시 내부자료(2021.07)

〈표 3-2〉 수원시 신재생 보급 현황 (개소)

사업구분	바이오-펠릿	소수력	연료전지	지열	태양광	태양열	폐기물	총합계
건물지원			2	2	19	6		29
광교발전소					3			3
그린빌딩					1			1
기후변화대응테마			1		1			2
나눔햇빛발전소					9			9
민간발전소					65			65
민자							1	1
비산업부문					6			6
사회복지					55			55
소형태양광					656			656
의무화			1	35	109	18		163
자체		1		1	29	2		33
주택지원	1		2	24	1,023	5		1,055
지역지원			1		16			17
탄소중립					3			3
화성발전소					2			2
총합계	1	1	7	62	1,997	31	1	2,100

- 수원시 신재생 보급은 설비용량에 따라 태양광>태양열>지열 순서로 보급되고 있음
 - 수원시 신재생 보급은 태양광이 16,457.1kW로 가장 많이 보급되고 있으며, 다른 신재생 에너지에 비해서 많이 보급량이 높은 것을 확인할 수 있으며 대부분 설치의무화를 통해 보급되고 있음
 - 태양광의 경우 설비용량으로 보면 민간발전소, 설치의무화, 주택지원사업으로 대부분이 보급되고 있음

〈표 3-3〉 연도별 수원시 신재생에너지 보급 현황(설비용량_kW)

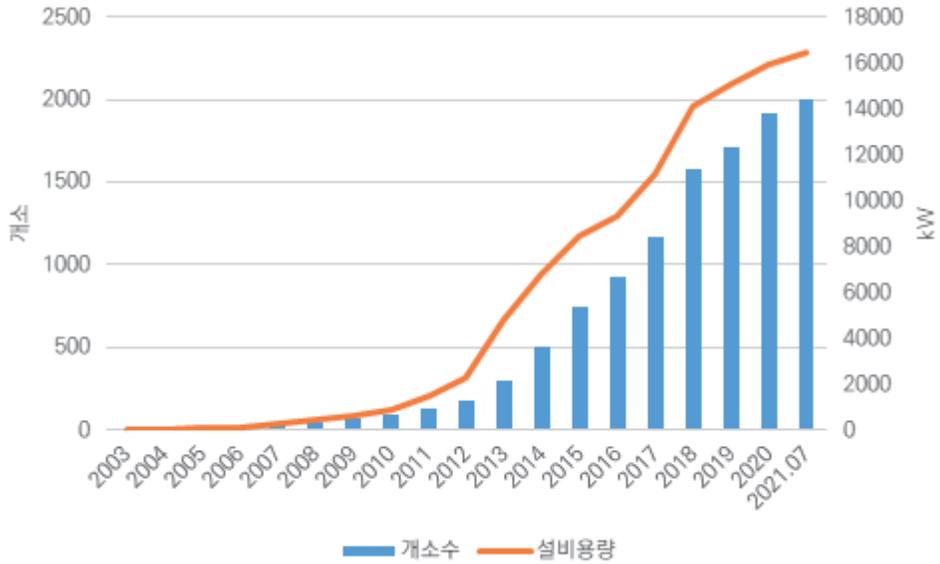
연도	바이오-펠릿	소수력	연료전지	지열	태양광	태양열	폐기물	계
2003					10.0			10.0
2004				157.5				157.5
2005				60.0	54.8	201.6		316.4
2006				361.2	74.8	92.4		528.5
2007				185.5	145.9	147.9		479.2
2008				203.0	182.4	65.5		450.8
2009	29.1		1.0	4.7	164.2	64.9		263.9
2010		15.0			217.2	57.8	120.0	409.9
2011				3,021.5	681.4	103.4		3,806.3
2012				1,736.7	721.9	211.0		2,669.5
2013				2,569.5	2,573.0	72.4		5,214.9
2014			1.0	596.4	1,942.9	194.6		2,734.9
2015			11.0	644.5	1,670.0	11.2		2,336.7
2016				329.4	914.7			1,244.1
2017			10.0	294.9	1,792.5	16.5		2,113.9
2018			5.0	173.1	2,960.9			3,139.0
2019					965.9			965.9
2020					817.1			817.1
2021			6.0		567.6			573.6
총합계	29.1	15.0	34.0	10,337.9	16,457.1	1239.1	120.0	28,232.2

자료: 수원시 내부자료(2021.07)

〈표 3-4〉 수원시 사업별 신재생 보급 현황 (설비용량_kW)

사업구분	바이오-펠릿	소수력	연료전지	지열	태양광	태양열	폐기물	총합계
건물지원			20.0	217.5	394.0	503.1		1,134.7
광고발전소					8.0			8.0
그린빌딩					31.0			31.0
기후변화대응테마			5.0		50.0			55.0
나눔햇빛발전소					1,580.0			1,580.0
민간발전소					4,633.8			4,633.8
민자							120.0	120.0
비산업부문					18.0			18.0
사회복지					176.0			176.0
소형태양광					180.2			180.2
의무화			6.0	9,972.3	4,332.3	633.0		14,943.7
자체		15.0		28.7	602.0	23.4		669.1
주택지원	29.1		2.0	119.4	3,186.8	79.5		3,416.8
지역지원			1.0		616.9			617.9
탄소중립					642.0			642.0
화성발전소					6.0			6.0
총합계	29.1	15.0	34.0	10,337.9	16,457.1	1239.1	120.0	28,232.2

〈그림 3-4〉 수원시 태양광 보급 현황 (누적)



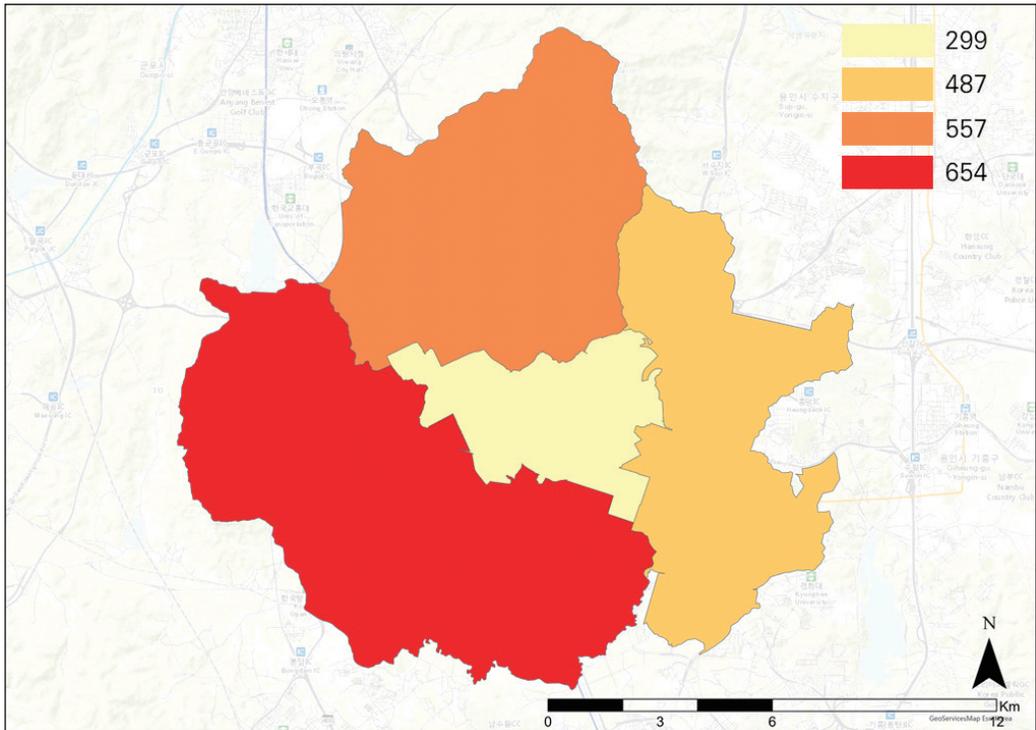
- 수원시 지역별 태양광 보급 현황
 - 지역별 태양광 보급수는 권선구>장안구>영통구>팔달구 순서로 많이 됨
 - 태양광이 가장 많이 보급된 지역은 권선구로 전체 설치 수의 33%가 설치됨
 - 팔달구가 가장 적게 보급된 지역으로 전체 설치수의 15%가 설치됨
 - 지역별 태양광 설비용량은 권선구>영통구>장안구>팔달구 순서로 많이 생산함
 - 설비용량이 가장 큰 지역은 권선구로 전체 보급의 44%를 차지하고 있음

〈표 3-5〉 수원시 지역별 태양광 보급 현황

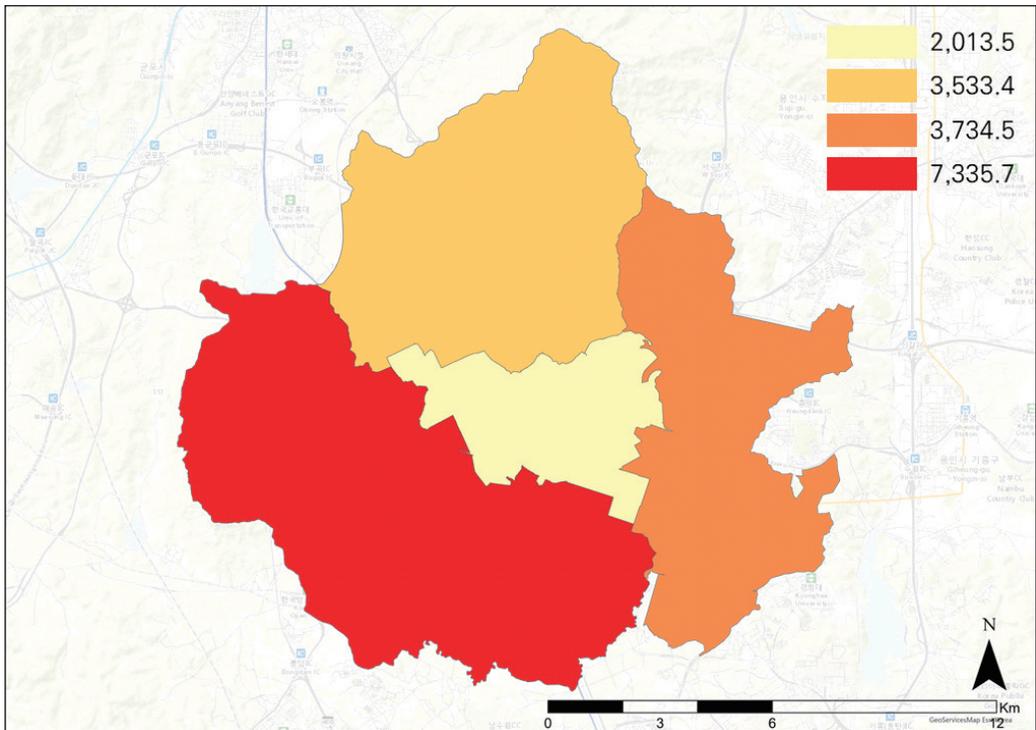
시군구	태양광 설치 (개소)	태양광 설비용량 (kW)
권선구	654	7,335.7
영통구	487	3,734.5
장안구	557	3,533.4
팔달구	299	2,013.5
합계	1,997	16,457.1

*수원시 환경사업소(화성시에 위치) 태양광(2060kW)은 권선구에 포함

〈그림 3-5〉 수원시 지역별 태양광 보급 현황(개소)



〈그림 3-6〉 수원시 지역별 태양광 보급 현황(설비용량, kW)

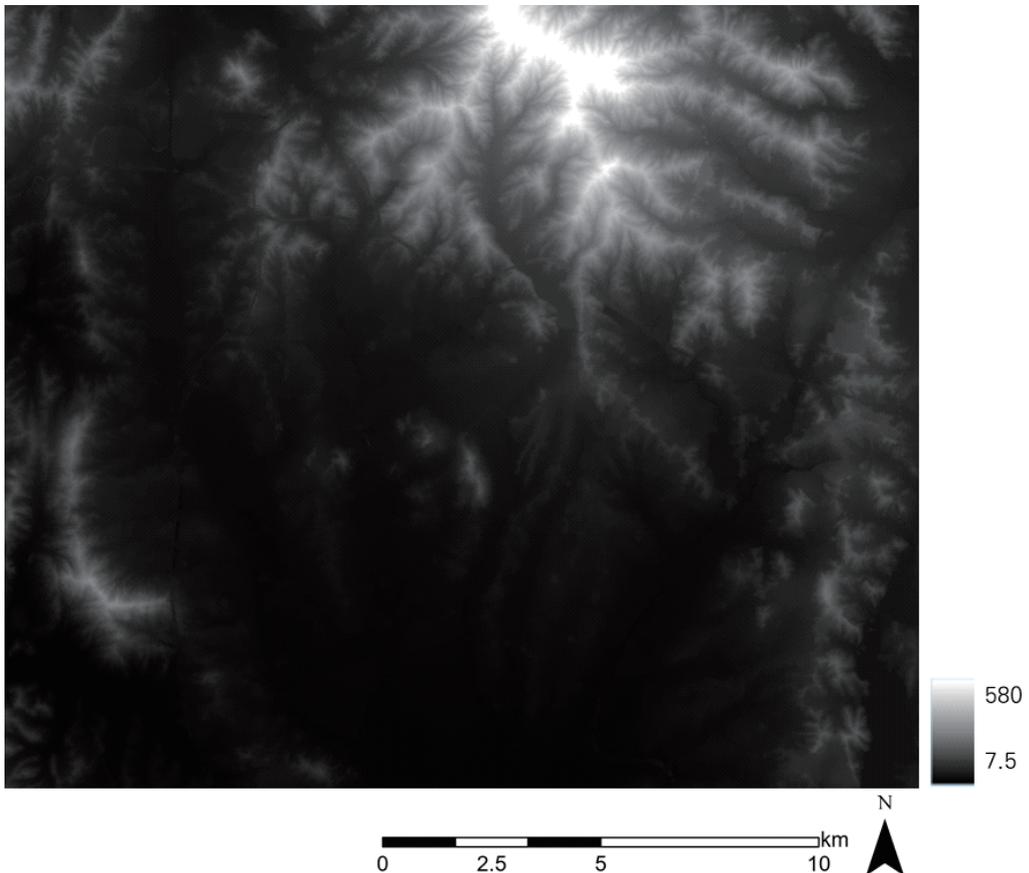


제2절 수원시 태양광 잠재량 조사

1. 태양광 잠재량 지도 구축 방법

- 솔라맵 제작에 사용된 데이터
 - 수치표고모델(DEM, Digital Elevation Model)
 - 수치표고모델은 지형의 고도값을 수치로 저장함으로써 지형의 형상을 나타내는 지도로 지형의 특성을 반영하기 위해 사용되는 기초 자료
 - 국토지리정보원에서 제공하는 DEM은 90m급 해상도를 가지고 있기 때문에 솔라맵 제작에는 적합하지 않다고 판단함
 - 따라서 자체적으로 제작한 수치표고모형을 사용함
 - 수치표고모형을 제작하는 방법은 연속수치지형도의 등고선 기반으로 TIN 데이터 생성 후 제작한 DEM을 제작함 (해상도: 1m, 5m)

〈그림 3-7〉 수원시 수치표고모델(DEM)



- 수원시 건물 통합정보 마스터 (<http://data.nsd.go.kr/dataset/12623>)
 - 연속수치지형도(수치지형도2.0의 건물레이어)의 건물공간정보와 건축행정시스템(세움터)의 건축물대장 속성정보를 건물단위로 통합하여 구축한 공간(토지)기반의 건물 통합정보(등록일자: 20210721)
 - 건물 통합정보 마스터는 지자체 및 기관에서 구축한 원천 데이터를 기준으로 작업하며, 지자체 및 기관에서 제공되는 자료가 갱신될 시 반영하여 제공함
 - 건축물에 해당하는 Mask를 제작하기 위한 기초 자료로 사용함

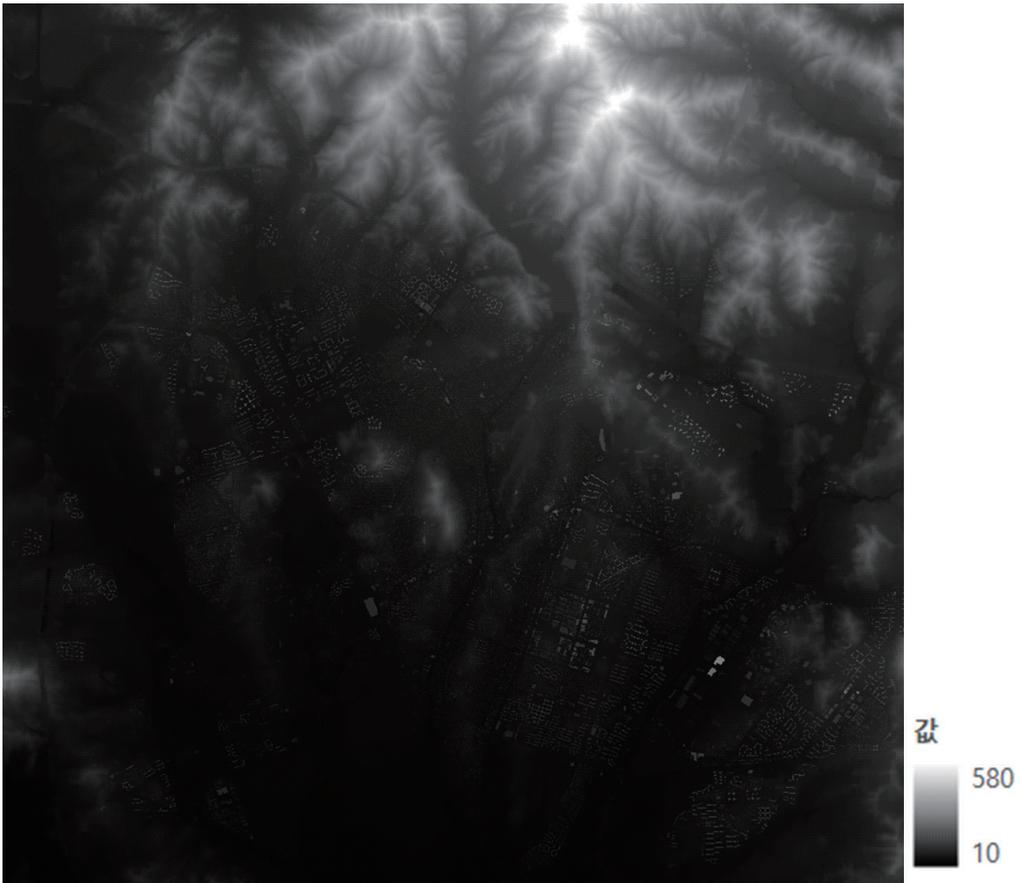
〈그림 3-8〉 수원시 건물 통합정보 마스터



- 건축물 높이 정보
 - 수원시 건물 통합정보 마스터의 건축물 높이 정보를 활용함
 - 높이 정보가 존재하는 건물에 대해서는 해당 건축물 정보를 활용함
 - 높이 정보가 존재하지 않는 건축물은 층수정보 활용 (Floor * 3m)
 - 둘 정보 모두 존재하지 않는 건축물은 1층 건축물로 3m
- DSM(Digital Surface Model)

- 수치표면모델로 지형과 건축물을 반영할 수 있음
- 수치표면모델은 지표면을 반영할 수 있는 자료로 제작한 지형정보(DEM)과 건축물 높이정보를 반영하여 만들어진 자료
- $DSM(m) = DEM(m) + \text{건축물 높이}(m)$

〈그림 3-9〉 수원시 수치표면모형(DSM)



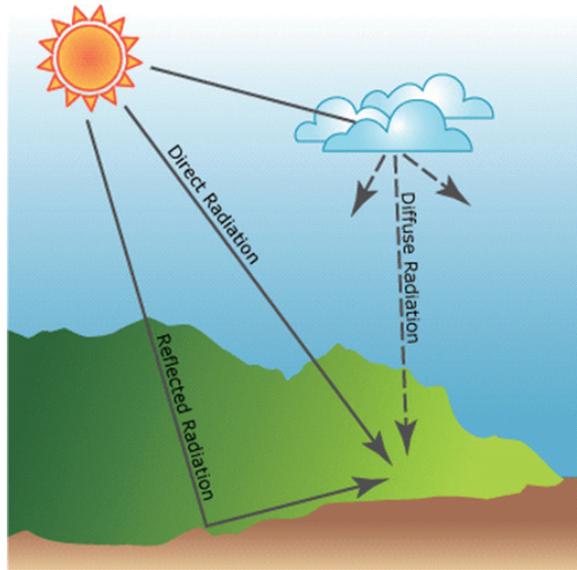
■ 태양광 잠재량 분석방법

- Arcgis Pro에서 제공하는 일사량 분석 도구인 Area Solar Radiation Tool의 일사량 계산 알고리즘을 사용
 - ArcGIS® Solar Radiation Tool은 Rich 등이 개발한 Hemispherical Viewshed Algorithm을 기반 알고리즘으로 관측자의 위치별 일사량을 계산함
 - 특정 지점에서 하늘을 관찰하였을 때 보이거나 가려지는 시야를 계산하여 천구의 모습을 Raster(격자형이미지)로 표현하는 특징이 있음
 - 전일사량(Globaltot)은 직달일사량(Dirtot)과 산란일사량(Diftot)의 합으로 지면 포

는 주변 설치물, 사물등에 의한 반사되는 일사량은 계산에서 제외되는 특성을 가지고 있음.

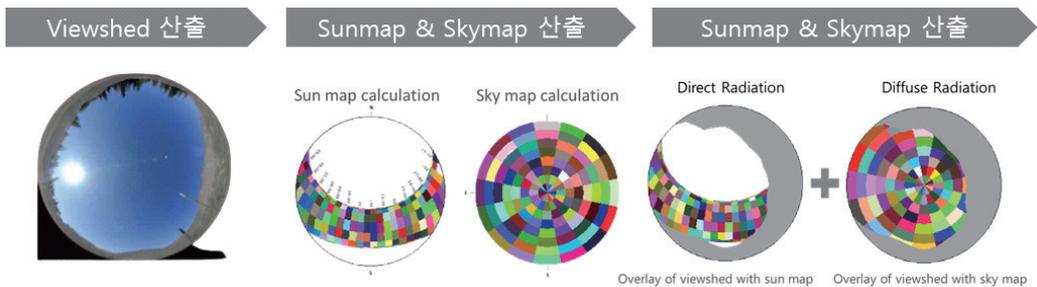
$$Globaltot = Dirtot + Diftot$$

<그림 3-10> Arcgis Solar Radiation 개념도



- ArcGIS Solar Radiation 알고리즘 process
- ArcGIS Solar Radiation 알고리즘 process는 4가지 계산 과정을 가지고 있으며 계산과정을 반복진행하게 됨
 - 1) 관측 위치에서의 상향 반구형 뷰를 연산함(Viewshed 산출)
 - 2) Sunmap과 Skymap을 구현하는 과정을 연산함(Sunmap, Skymap 산출)
 - 3) 직달 일사량 연산 : direct sun map에 의한 오버레이 연산
 - 4) 산란일사량 : diffuse sky map을 활용한 오버레이 연산

<그림 3-11> ArcGIS Solar Radiation 알고리즘 process



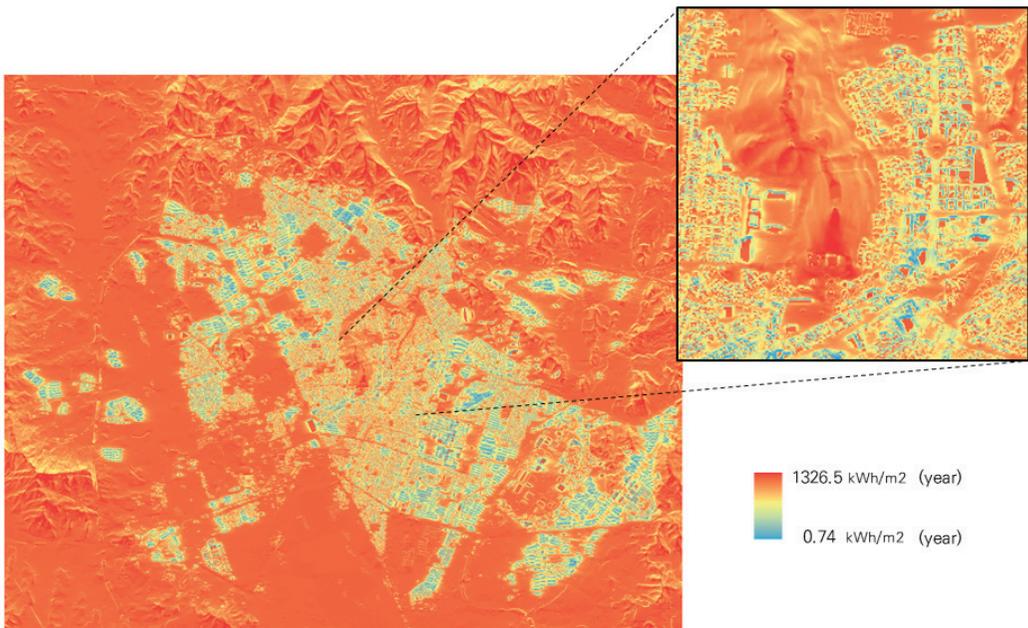
- 결과는 단위 면적당 시간마다 누적되는 태양복사량을 계산하며 단위는 kWh/m²로 도출
- 사용된 parameter
 - Sky size(resolution) : 2800 (해당 값에 따라서 걸리는 시간이 많이 차이남)
 - Time configuration : 2021년, 6시간 단위 계산
- 5m 급 Solar Map
 - Arcgis Pro: Area Solar Radiation으로 5~7일 경과
 - 분석 컴퓨터의 사양
 - 프로세서: AMD Ryzen 9 3900X 12-Core Proccedor 3.80GHz
 - 설치된 RAM: 64GB
- 진행 과정
 - 건물 별 Solar Radiation 계산
 - 현재 계산된 Solar Radiation을 기반으로 건축물에 해당하는 Solar Radiation을 계산하고 건축물에 해당하는 Solar Radiation의 합을 계산
 - 건축물별 Solar Radiation의 평균을 계산하여 건물 별 단위 면적당 Solar Radiation을 계산
 - 이를 활용하여 건축물별 태양광 잠재량 등급을 도출
 - 필지별 Solar Radiation 계산
 - 수원시 내 필지별로 Solar Radiation을 계산함
 - 필지 내 건축물을 포함한 전체와 필지 내 건축물을 제외한 결과를 분리해서 계산
 - 고해상도(1m) 결과 도출하여, 분석시간대비 효율성 검토
 - 고해상도(1m) 결과를 도출하고 현 해상도(5m)와 분석시간 비교 및 효율성 검토
 - 추가로 1m 해상도로 결과를 도출했을 때 5m 해상도와 solar radiation의 차이가 나타나는지 확인 및 검토

2. 수원시 태양광 잠재량 분석

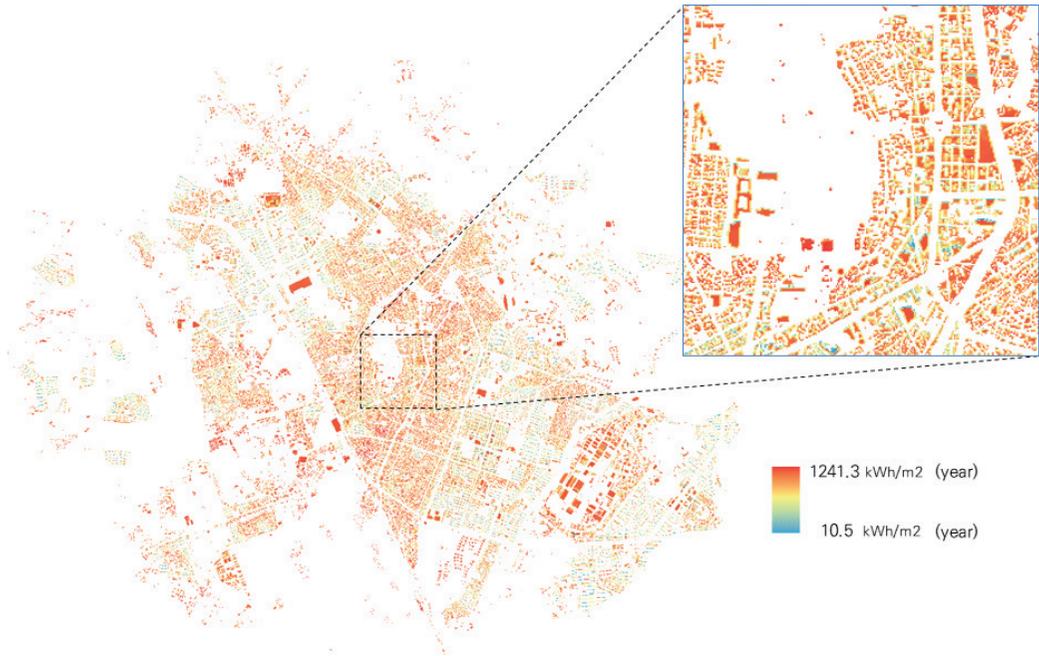
1) 수원시 태양광 잠재량 지도 도출

- 수원시 전체에 대해서 태양광 잠재량을 도출
 - 산지에 태양광 잠재량이 높게 나타남
 - 도심보다 산지에 태양광 잠재량이 높은 것으로 나타났음
 - 본 결과에서는 식생에 의해 지면이 가려지는 것은 반영되지 못하고 있음
 - 따라서 식생이 없다는 가정으로 산지나 평지가 잠재량이 높게 나타난 것으로 확인
 - 도심보다 높게 나타난 것은 건축물에 의해 그림자가 생기는 지역이 없기 때문에 높게 나타난 것으로 해석됨

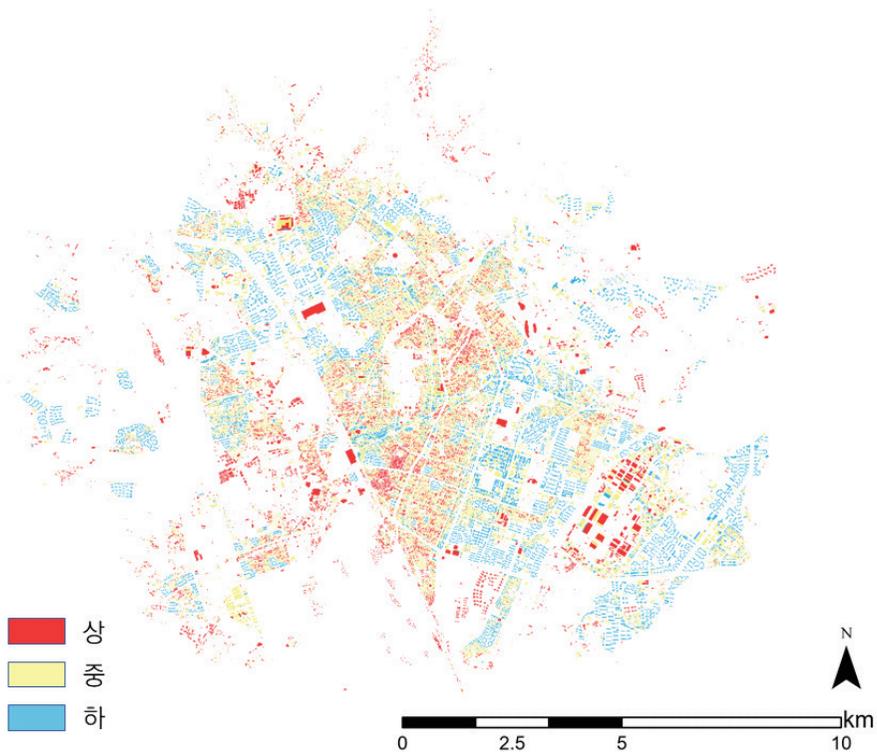
〈그림 3-12〉 수원시 전체 태양광 잠재량 지도(해상도5m)



〈그림 3-13〉 수원시 건축물 태양광 잠재량 지도(해상도5m)



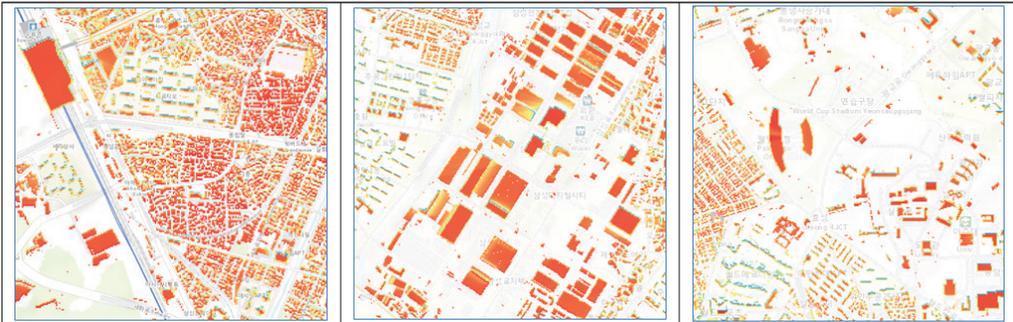
〈그림 3-14〉 수원시 건축물 태양광 잠재량 등급도(해상도 5m)



- 아파트는 건축 방향에 따라서 태양광 잠재량 편차가 크게 발생함
 - 아파트 건축 방향에 따라서 편차가 크게 발생하며, 이에 따라서 유사한 면적이라도 태양광 잠재량에 있어서 차이가 발생
- 학교, 연구원, 공업단지 등 면적이 넓고, 주변에 높은 건물이 없으면 잠재량이 높게 평가됨
 - 월드컵 경기장, 초중고등학교, 삼성전자 공업단지 등 주변에 높은 건물이 없으면서 단독으로 존재할수록 잠재량이 높게 평가
- 수원역 동쪽의 저층 밀집지역이 높은 잠재량을 가지는 것으로 나타남
 - 유사한 높이의 건축물이 밀집해 있기 때문에 그림자효과가 적어 유사한 수준의 잠재량을 가지는 것으로 판단됨

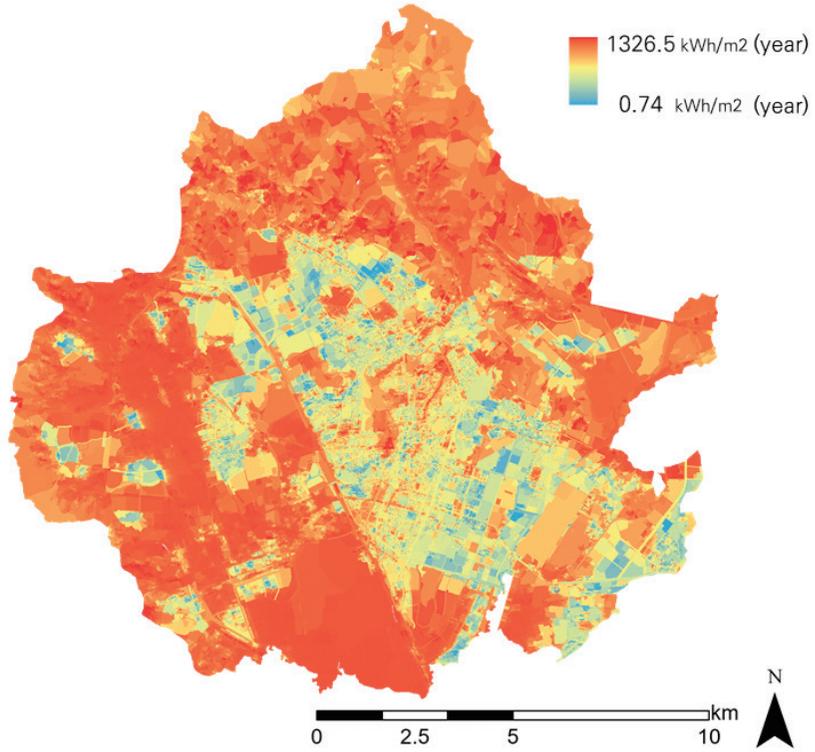
〈그림 3-15〉 수원시 건축물 태양광 잠재량 지도(해상도 5m)

(a)수원역 인근 (b)삼성디지털시티 (c)수원월드컵경기장 인근



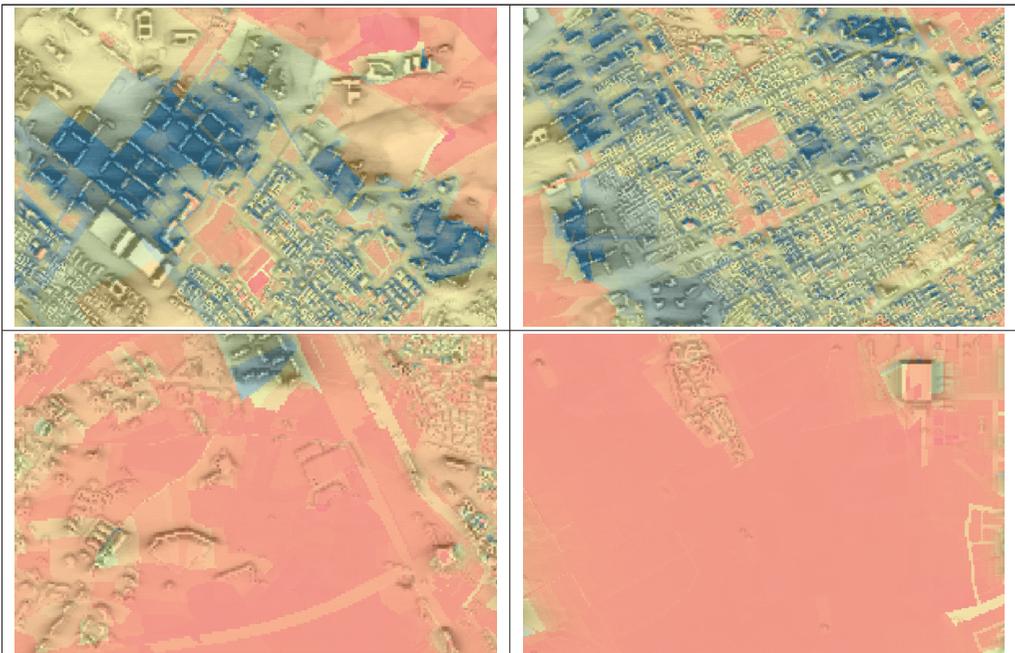
- 지적별 평균 태양광 잠재량을 살펴보면 산림 지역과 농업지역이 높게 나타났음
- 필지단위 결과 아파트 단지는 태양광 잠재량이 낮고, 저층 주거지역은 상대적으로 높은 잠재량을 보임
 - 대지를 포함한 필지단위 결과를 보면 아파트 단지의 필지는 태양광 잠재량이 낮은 것으로 나타남
 - 이는 아파트 단지 내 건축물에 의한 그림자 효과가 대지 면적의 많은 부분을 차지하기 때문에 나타난 결과로 해석됨

〈그림 3-16〉 수원시 필지 태양광 잠재량 지도



〈그림 3-17〉 수원시 필지 태양광 잠재량 지도(해상도 5m)

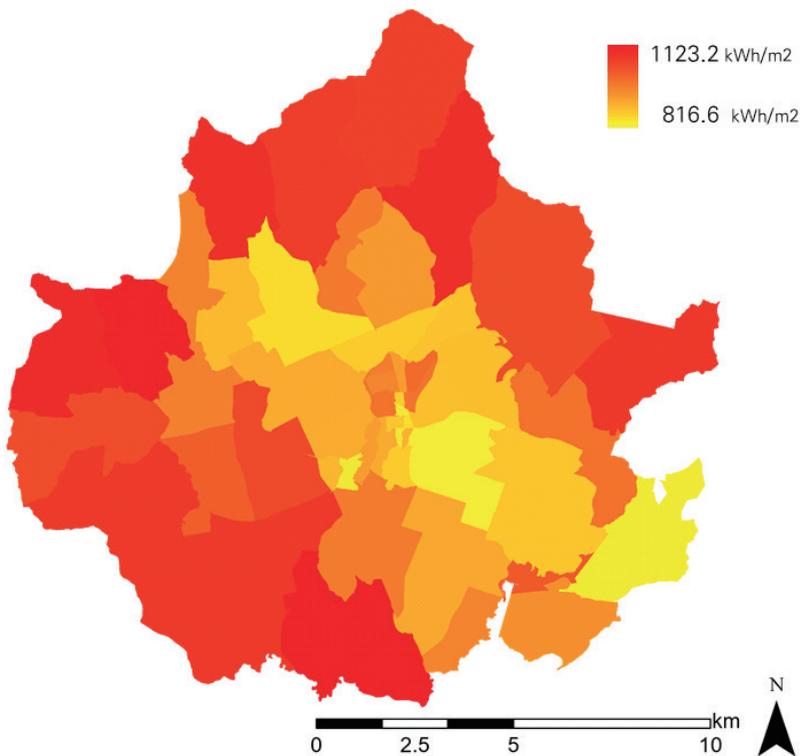
(a)수원한일타운 아파트 인근 (b)수성고 인근 (c)세류동 농사지역 (d)구운동 농사지역



2) 법정동별 태양광 잠재량 비교

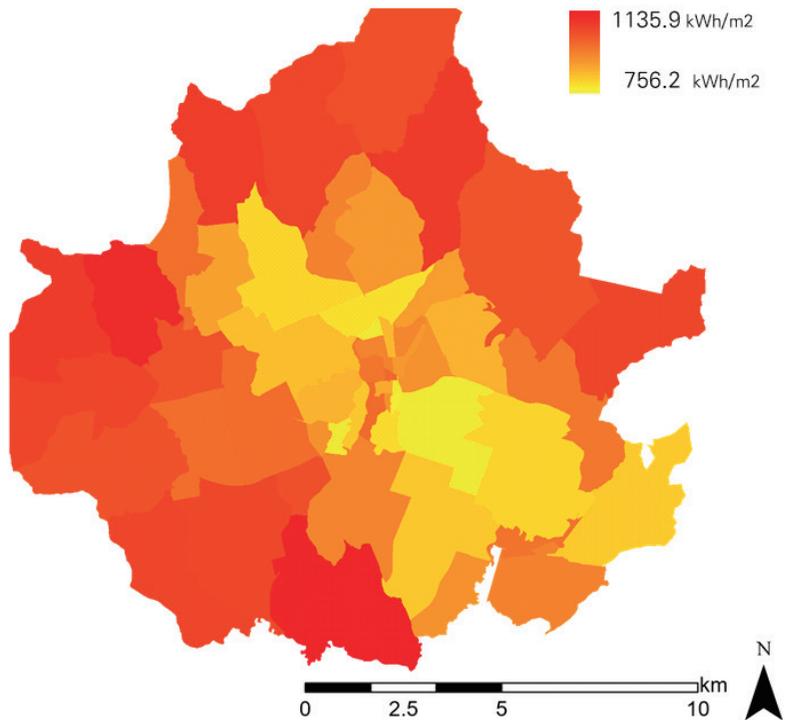
- 법정동별 평균 태양광 잠재량 비교 결과 비도시지역의 비율이 높은 행정구역이 잠재량이 높게 나타남 (816.6~1123.2 kWh/m²)
 - 가장 높은 태양광 잠재량 가진 법정동은 대황교동, 낮은 지역은 인계동으로 나타남
 - 대황교동(1123.2 kWh/m²), 장지동, 평리동, 입북동, 당수동, 이목동, 하광교동 순서로 잠재량이 높은 것으로 나타남
 - 반대로 인계동(816.6 kWh/m²), 영통동, 영동, 장안동, 매산로2동, 구천동, 매산로3동, 매탄동, 매교동 순서로 잠재량이 낮은 것으로 나타남

〈그림 3-17〉 수원시 법정동별 평균 건축물 태양광 잠재량



- 법정동별 평균 건축물의 태양광 잠재량 비교 결과 (756.2~1135.9 kWh/m²)
 - 가장 높은 태양광 잠재량 가진 법정동은 장지동, 낮은 지역은 영동으로 나타남
 - 장지동(1135.9 kWh/m²), 대황교동, 평리동, 입북동, 하광교동, 당수동, 이목동, 오목천동, 금곡동, 하동 순서로 잠재량이 높은 것으로 나타남
 - 반대로 영동(756.2 kWh/m²), 장안동, 매산로2동, 인계동, 구천동, 영화동, 매교동, 정자동, 매탄동, 영통동 순서로 잠재량이 낮은 것으로 나타남

〈그림 3-18〉 수원시 법정동별 평균 건축물 태양광 잠재량



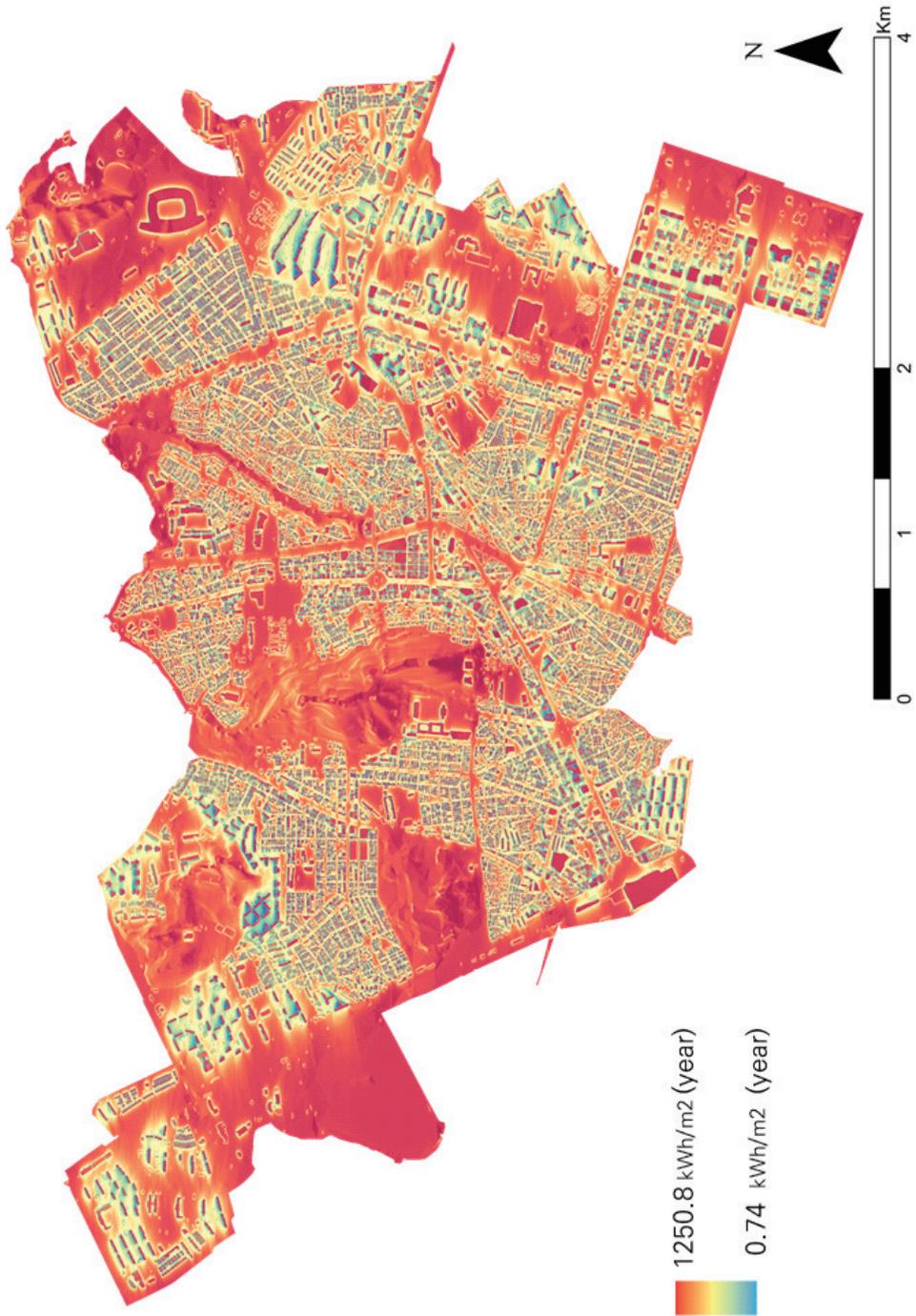
3) 해상도에 따른 태양광 잠재량 비교 (5m vs 1m)

- 해상도에 따라서 관측되는 태양광 잠재량도 차이가 존재함
 - 최소값에 대해서 태양광 잠재량의 차이가 크게 나타남(0.02 ~ 10.6 kWh/m²)
 - 건축물에 의해 나타나는 그림자 효과가 과도하게 반영되어 일부 건축물에 대해서는 거의 0에 가까운(0.02) 값으로 나타남
 - 1m 해상도에서는 건축물의 그림자가 1m로 나타나기 때문에 그림자에 의해서 과도하게 건축물이 가려지지않음.
 - 그러나 5m 해상도에서는 기본 그림자 단위가 5m이기 때문에 그림자 효과가 과도하게 반영된 것으로 판단됨

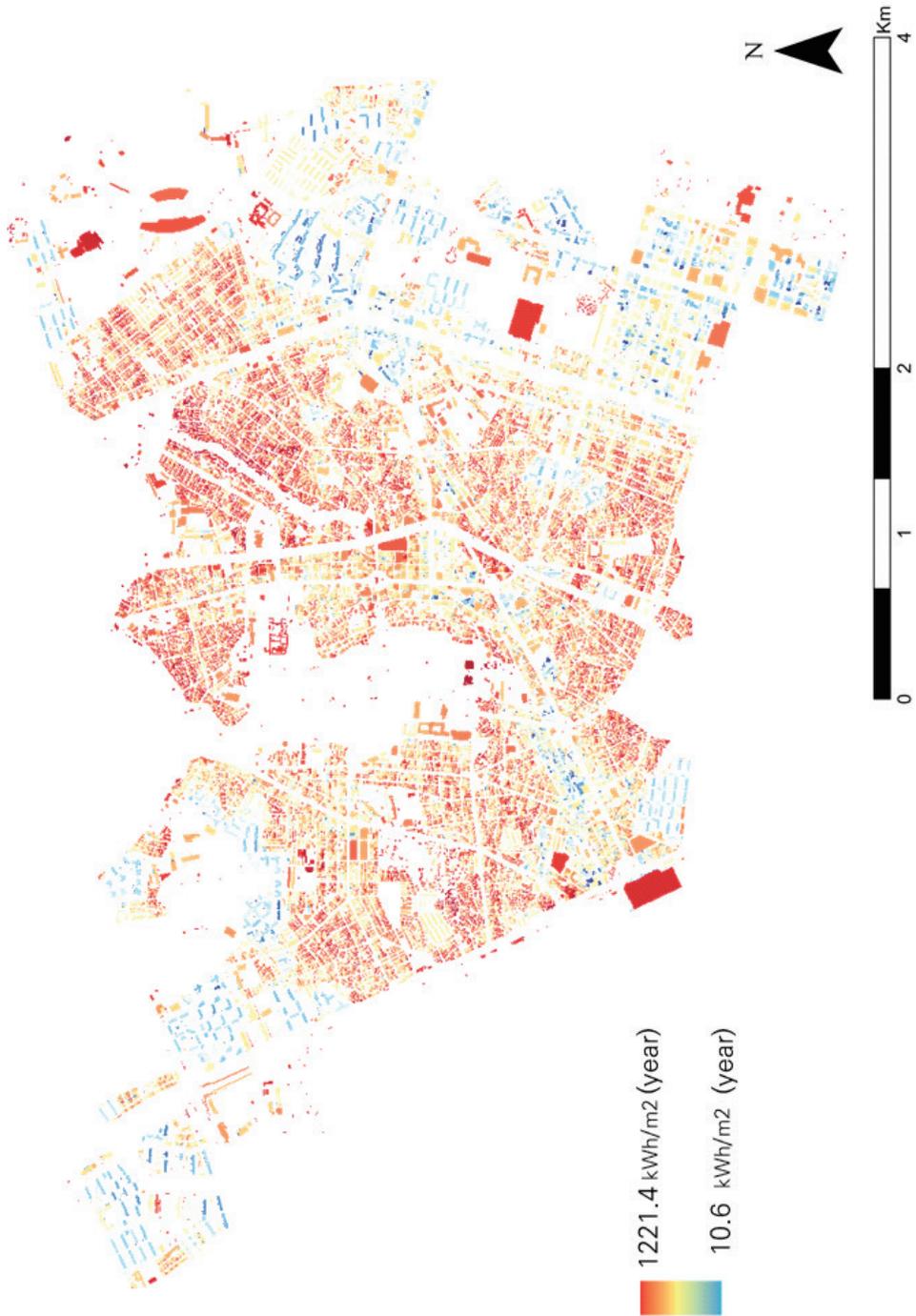
〈그림 3-19〉 수원시 팔달구 태양광 잠재량 지도 (해상도 5m)



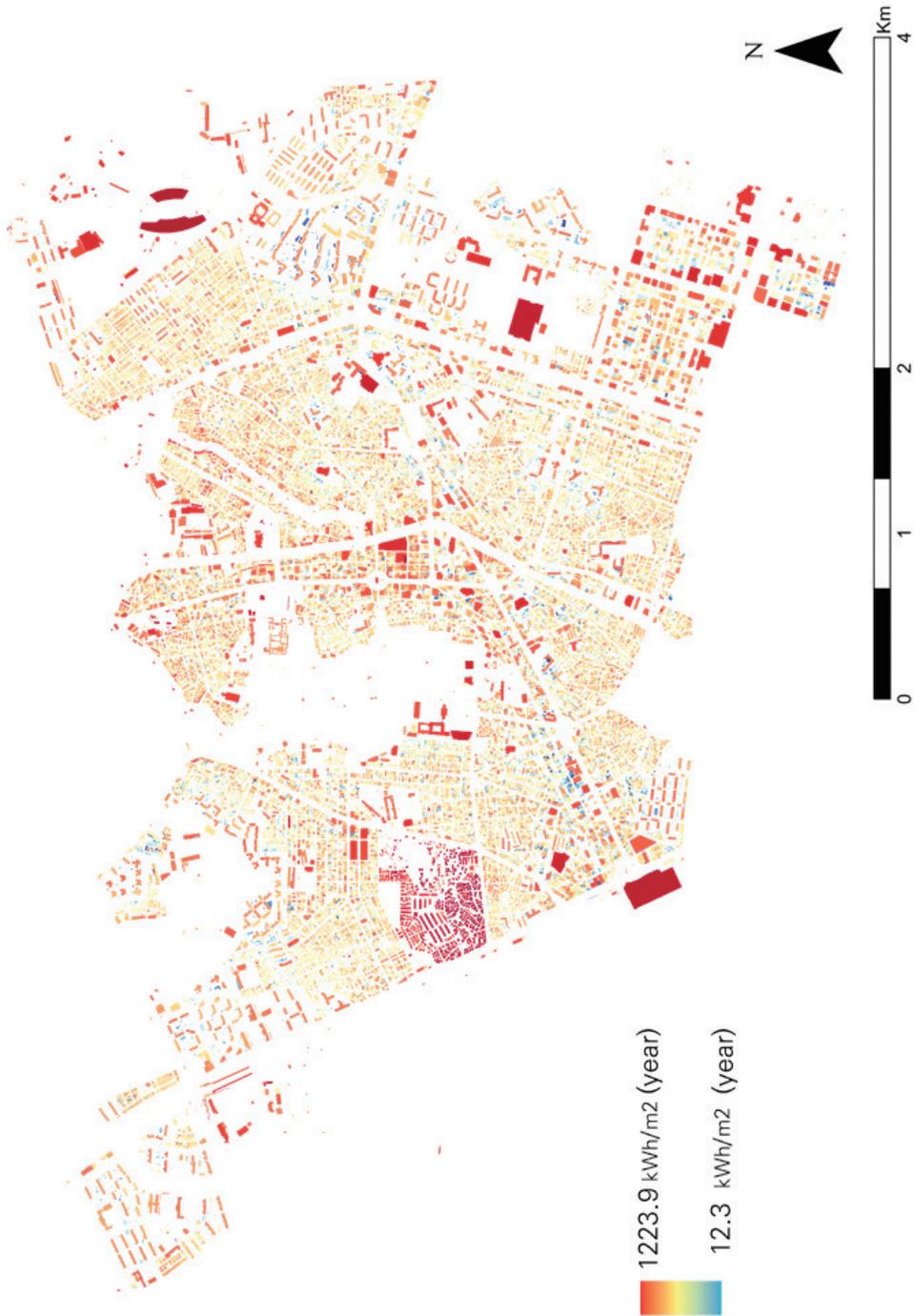
〈그림 3-20〉 수원시 팔달구 태양광 잠재량 지도 (해상도 1m)



〈그림 3-21〉 수원시 팔달구 건축물 태양광 잠재량 지도 (해상도 5m)

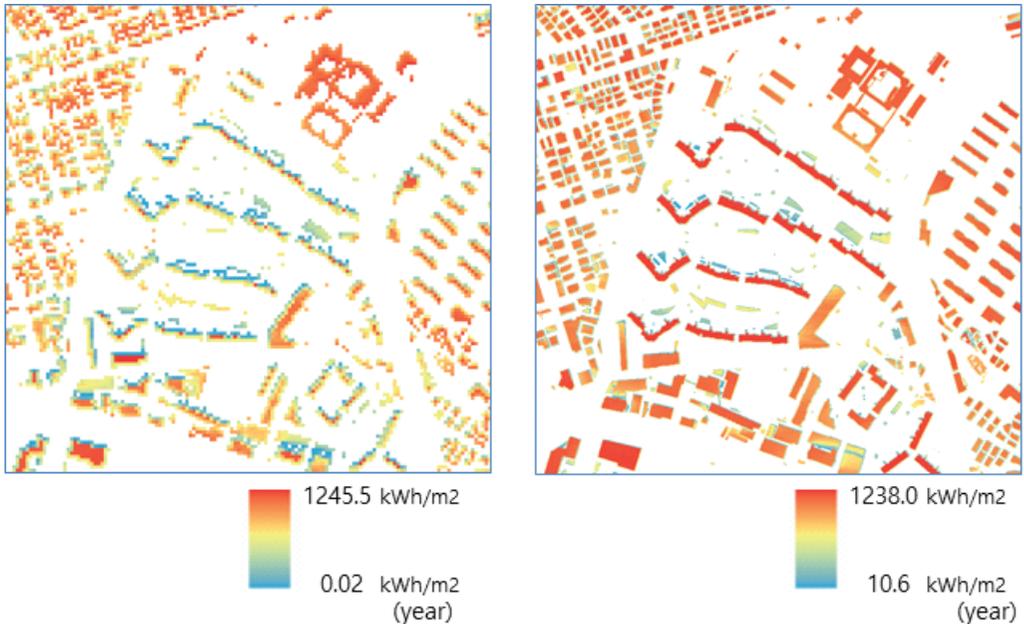


〈그림 3-22〉 수원시 팔달구 건축물 태양광 잠재량 지도 (해상도 1m)



- 5m, 1m 해상도의 태양광 잠재량 지도 비교
 - 수원시 팔달구를 대상으로 비교한 결과 해상도에 따른 태양광 잠재량의 차이가 존재하는 것으로 나타남
 - 특히 아파트와 같이 긴 건축물에 대해서는 5m 해상도에서는 건축물 자체보다 넓은 범위로 분석이 진행되는 문제가 발생
 - 5m로 분석하기에 어려운 건축물은 실제 건축물이 가지는 태양광 잠재량보다 낮게 측정되는 경향이 존재함
 - 저층 밀집지역에 대해서는 5m 해상도는 어려움
 - 저층 밀집지역 건축물(다세대, 다가구주택 등)은 5m 해상도로 분석하기 어려움
 - 건축물보다 낮은 해상도로 건축물 단위로 분석하기에는 어려움이 존재하기 때문에 작은 건축물이 밀집되어 있는 지역에서는 고해상도(1m급)의 분석이 필요한 것으로 판단(건축물 단위가 아닌 지역에 대한 분석은 가능)

〈그림 3-23〉 해상도에 따른 태양광 잠재량 비교 (5m vs 1m) 좌: 5m 해상도, 우: 1m 해상도



제3절 소결

1. 수원시 태양광 잠재량 분석 결과 요약

- 수원시 태양광 잠재량
 - 수원시 태양광 잠재량은 산지와 농지에서 높게 나타났으며, 도심에서는 면적이 넓고 주변에 높은 건축물이 없으면서 단독으로 건축물이 존재할수록 태양광 잠재량이 높게 나타남
 - 건축물의 경우 건축 방향에 따라서 태양광 잠재량 편차가 크게 발생하였으며 아파트의 경우 그 편차가 더욱 크게 발생함
 - 필지단위 태양광 잠재량 분석 결과는 아파트 단지보다 저층 주거지역이 상대적으로 높은 잠재량을 보임
 - 법정동별 태양광 잠재량 비교 결과 비도시지역의 비율이 높은 법정구역이 높게 나타났으며, 건축물을 대상으로만 비교한 결과도 유사한 결과로 도출되었음
 - 대지를 포함한 결과는 대항교동(1123.2 kWh/m²)이 가장 높게 도출되었으며, 건축물만 대상으로 분석한 결과는 장지동(1135.9 kWh/m²)이 가장 높게 도출되었음
- 분석스케일(1m VS 5m)
 - 분석스케일에 따라서 관측되는 태양광 잠재량의 차이가 존재하였음
 - 일부 건축물은 스케일에 따라서 태양광 잠재량 차이가 나타나는 것이 확인되었으며, 이는 그림자효과가 반영된 결과로 보임
 - 5m 해상도에서 그림자효과가 과도하게 반영되는 것으로 보임
 - 개별 건축물의 잠재량을 확인을 위해선 분석 스케일이 작을수록 확인 가능한 건축물의 수가 증가하는 것을 확인함
 - 5m로 분석한 결과를 보면 일부 건축물은 면적이 5m보다 작아서 개별 건축물 단위로 결과 제공이 불가능한 경우가 발생함
 - 예측의 상세성과 분석 기간을 고려하여 합리적인 분석 스케일을 결정해야 함
 - 일반적으로 상세한 스케일일수록 정확한 분석 결과가 가능함
 - 그러나 분석스케일이 정밀해질수록 데이터 처리량은 제곱으로 증가하기 때문에 처리 속도가 기하급수적으로 증가함
 - 5m급 데이터를 1m급 데이터로 변환하여 분석하고자 한다면 최소 25배 이상의 데이터 처리를 해야하기 때문에 합리적인 분석스케일이 선택될 필요가 있음

2. 수원시 잠재량 조사 결과에 따른 태양광 보급 방안

- 잠재량 분석 결과에 따라 학교, 연구원, 공업단지 등 면적이 넓고, 주변에 높은 건물이 없으면 잠재량이 높게 평가됨
- 따라서 단독으로 면적이 넓은 공공건물 우선 태양광 보급 계획 수립이 필요
 - 예: 월드컵경기장, 초·중·고등학교, 삼성전자 본사 등
 - 수원 월드컵 경기장(면적 411,908㎡)과 같은 체육시설의 경우 에너지 사용량이 많아 태양광 도입 적절. 주차장 태양광 도입시 추후 그린수소 생산기지로의 활용도 가능
 - 학교는 주변 아파트의 고도제한이 걸려 잠재량이 높은 편임. 또한 주변에 주거시설 밀집되어 있어 에너지 허브 역할이 가능할 것임. 수원시 관내 학교는 199개소 있음

〈표 3-6〉 수원시 학교 현황

합계	초등학교	중학교	고등학교
199	99	56	44

- 삼성 본사 및 사업장(1,720,000㎡), 수원델타플렉스(1,257,510㎡) 등 넓은 부지, 건물옥상 등 활용 가능한 지역 고려
- 공공건물, 단독 건물 대상 확대 계획 수립 및 제안
- 아파트 등 대규모 집단건물의 경우 인센티브 제공 방식으로 제안

〈그림 3-24〉 태양광 보급 장소(안)



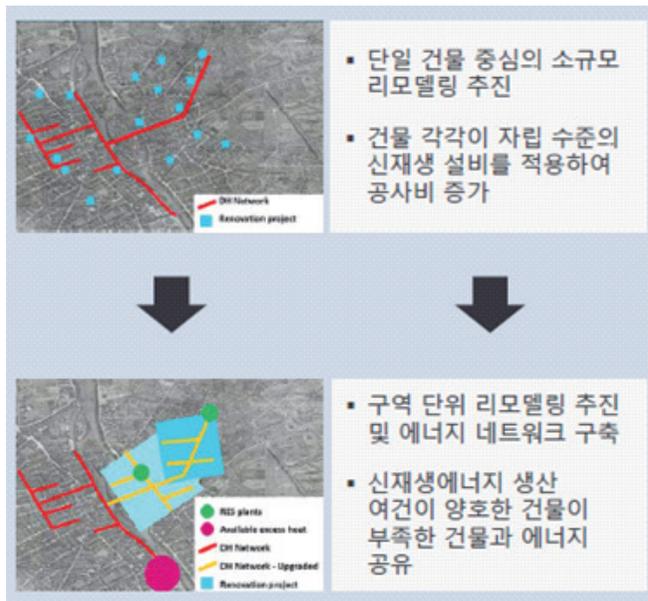
■ 커뮤니티 규모의 기술개발 필요

- 건축물 에너지 패시브 기술만으로는 온실가스 감축목표 달성에 한계가 있어 건물과 커뮤니티를 동시에 고려한 에너지 감축방안 마련 필요(이건원, 2021)
- 단일 건물 중심의 제로에너지화는 건물밀도가 높은 국내적용에 부적합하며, 투입비용 대비 효율도 미미
 - 제로에너지는 패시브 기술, 고효율기계설비 등 에너지효율화와 함께 신재생에너지를 활용한 에너지수급이 중요
 - 고층, 고밀도 중심의 국내실정에서 개별 건물 제로에너지화를 위해서는 건물 하나 당 방대한 양의 신재생설비가 필요, 사실상ZEB 달성에 어려움이 큼
- 플러스에너지 건축물 또는 기반시설(커뮤니티 에너지 스테이션)활용 인접 건축물의 신재생에너지 제공

■ 기존 도시계획시설의 전환

- 기존 도시계획 시설(학교, 공원, 주차장 등)의 에너지플랜트로 전환하여 주변 건축물과 에너지네트워크 조성

(그림 3-25) 커뮤니티관점에서의 에너지공유 활성화 필요



자료: 이진원(2021), 탄소중립도시 수원을 위한 제안

- 공공이 보유하거나 참여할 수 있는 공간자원을 활용하여 신재생에너지 생산·저장 및 마을단위 공유·거래로 마을단위 제로에너지화 추진(그림 4-30 참고)

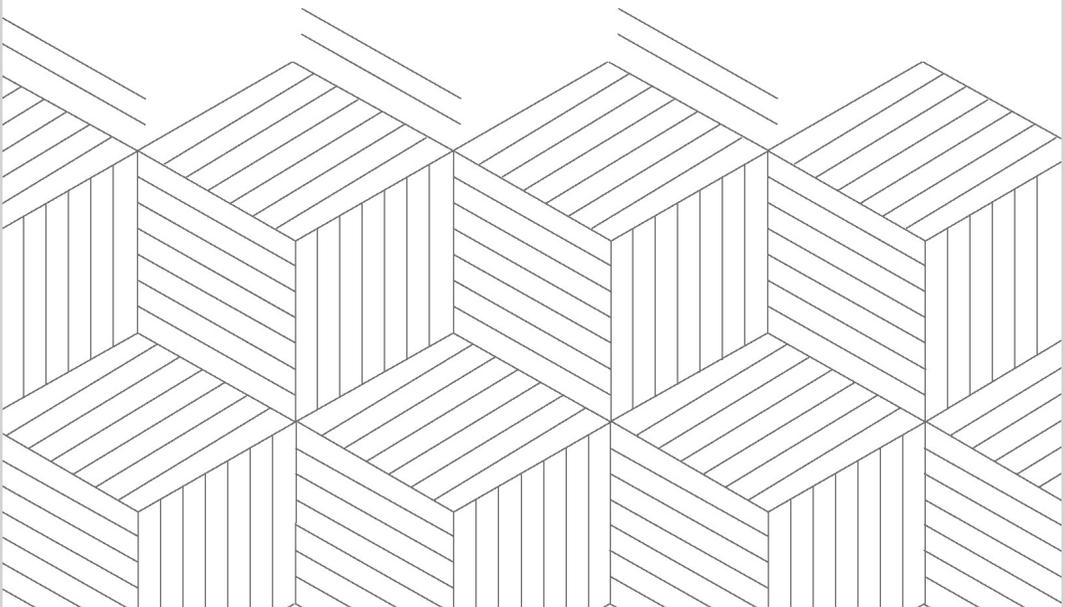
제4장 솔라맵 구축 및 태양광 보급 확대 방안

제1절 국내·외 솔라맵 구축 사례

제2절 시사점 및 적용방안

제3절 솔라맵 구축 방안

제4절 수원시 태양광 보급 확대 방안



제4장 솔라맵 구축 및 태양광 보급 확대 방안

제1절 국내·외 솔라맵 구축 사례

1. 서울특별시 햇빛지도¹⁾

1) 개요

- 햇빛지도는 주변건물 간의 영향을 고려하여 건물 지붕 및 옥상에 입사되는 태양에너지 잠재량을 산출하여 태양광입사 에너지를 지도상에 표출한 것임
- 서울 전 지역(605km²)에 대해 햇빛지도를 구축하고, 태양광정보시스템을 구축함
- 서울연구원에서는 2001년~2011년간의 서울시 기상정보를 분석하여 서울형 파라미터를 도출하고, 개별 건물에 대한 태양광발전량, 탄소배출 저감량, 비용절감액을 시뮬레이션 할 수 있는 Screening Logic을 개발하여 적용

2) 기대효과

- 지역적, 기후적, 건축적 특성을 고려한 햇빛 알고리즘을 반영하여 개별 건물에서 확보할 수 있는 태양광에너지 시뮬레이션 가능(태양광 설치에 따른 에너지 절감정보 제공)
- 지역단위로 태양광에너지 활용을 위한 기초자료 및 정책수립 및 결정을 위한 정보를 제공
- 태양광 에너지 활용 잠재성이 높은 지역을 선정하여 우선적인 투자를 통해 태양광발전 사업의 효율성을 증대

3) 태양광발전 시뮬레이션

- 사용자가 선택한 건물 및 건물 옥상의 임의의 면적을 지정하여 태양광입사량, 연간 전기생산량, 이산화탄소 감소량, 비용절감액 및 월별 전기생산량을 시뮬레이션 가능

1) 서울특별시 햇빛지도(<http://solarmap.seoul.go.kr/intrcn/intrcnSummary.do>)

〈그림 4-1〉 태양광발전 시뮬레이션



자료: 서울특별시햇빛지도: <http://solarmap.seoul.go.kr>

〈그림 4-2〉 햇빛주제도 조회 프로세스



자료: 서울특별시햇빛지도: <http://solarmap.seoul.go.kr>

4) 햇빛지도 구축

- 기본도를 활용하여 건물단위당 일사량 및 일조권 정보를 구축한 주제도를 작성하고, 대상 건물과 주변건물의 배치, 방향, 높이 등의 조건과 지형조건을 고려하여 개별건물에 대한 햇빛음영분석도를 제작

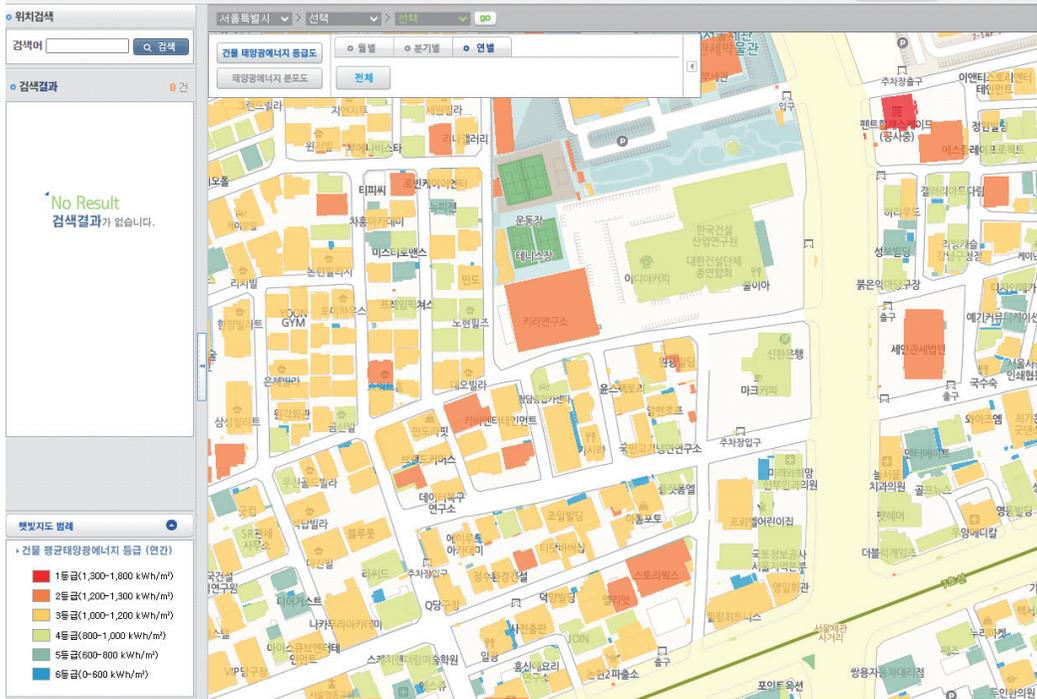
〈그림 4-3〉 구축과정



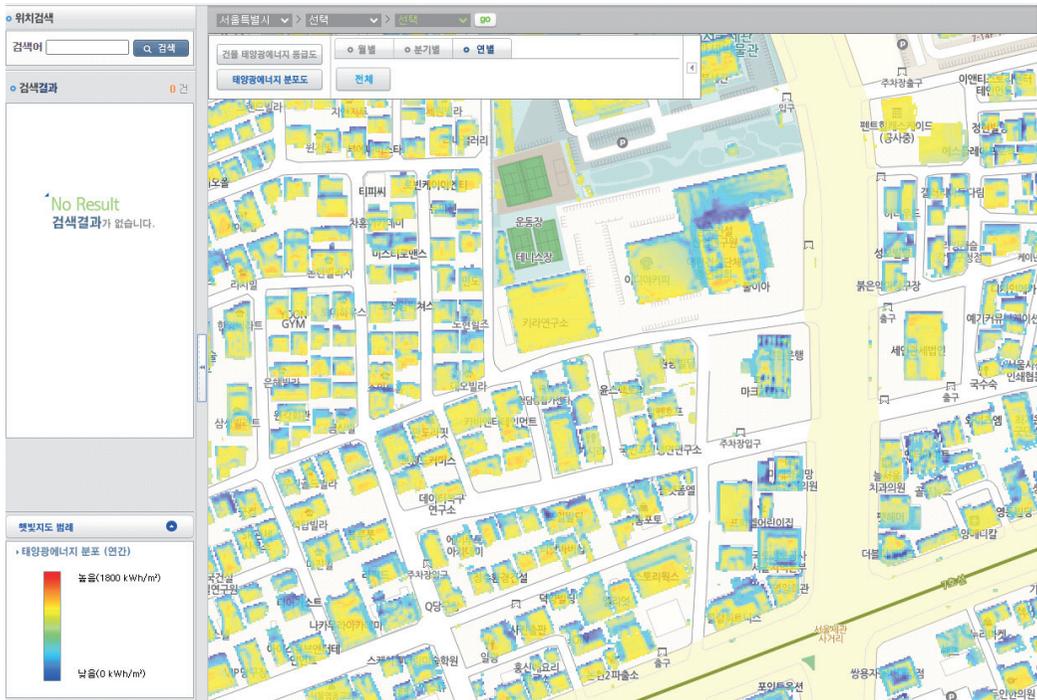
자료: 서울특별시햇빛지도: <http://solarmap.seoul.go.kr>

- 햇빛 주제도 조회
 - 건물태양광에너지 등급도, 태양광에너지 분포도 조회 가능
 - 등급도: 태양광에너지 음영도를 기반으로 각 건물의 평균 태양광입사에너지를 계산하여 등급별로 표시한 주제도
 - 분포도: 1m x 1m 단위의 격자에 입사되는 태양광에너지를 계산하여 구축, 주변 건물과의 영향에 따라 태양광에너지의 음영을 확인할 수 있음
 - 태양광에너지 설치 위치와 현황 검색 가능

〈그림 4-4〉 서울시 햇빛지도 햇빛 주제도 조회(태양광에너지 등급도)



〈그림 4-5〉 서울시 햇빛지도 햇빛 주제도 조회(태양광에너지 분포도)



자료: 서울특별시햇빛지도: <http://solarmap.seoul.go.kr>

■ 태양광발전 시뮬레이션

- 주소검색기능을 통해 태양광발전 시뮬레이션 대상 건물을 검색
- 발전시스템용량, 설치방위, 설치각도, 태양광발전모듈의 환경설정을 하고 태양광발전 계산 버튼을 클릭하게 되면, 태양광입사량, 연간 전기생산량 비용절감액, 이산화탄소 감소량, 월별 전기생산량을 조회가능
- 발전시스템용량은 선택한 임의의 영역의 면적을 기준으로 계산되어 설정

〈그림 4-6〉 태양광발전 시뮬레이션

태양광 발전량 시뮬레이션



* 아래 시뮬레이션 결과는 실제 발전량과 상이하므로 참고용으로만 사용하십시오.

▶ 사용안내

서울시 태양광 발전량 시뮬레이션은 서울시 기후 및 일사량 정보를 기반으로 서울연구원에서 자체개발한 알고리즘을 통해 예측됩니다.

- 발전시스템 설치용량과 설치각도에 따라 설치에 필요한 면적이 자동 계산됩니다.
- 설치 방위는 남한-남서향의 경우 발전효율이 좋습니다.
- 설치 각도는 에너지효율 측면에서는 30-35도 최적이지만, 서울시와 같은 대도시의 경우 안전성, 도시미관의 측면을 고려하여 25도 정도의 설치각도를 추천합니다.

★ 신재생에너지 관련 전문업체의 정보확인을 원하시시며 에너지관리공단 신재생에너지센터 사이트에서 확인이 가능합니다. [사이트 바로가기](#)

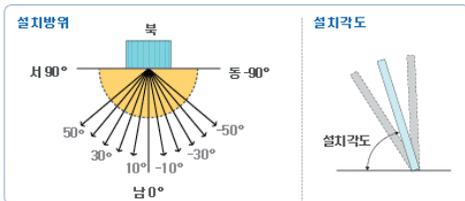
【 시뮬레이션 결과에 대한 설명 】

- 태양광 입사량(kWh/년): 면적내에 입사되는 시간당 태양광에너지의 양
- 연간 전기 생산량(kWh/년): 1년간 태양광 발전을 통해 생산되는 전기에너지의 양
- 비용절감액(원/년): 표준단가에 의해 절감되는 전기요금(누진제 적용 제외)
표준단가: 1kWh 당 130원(가정용 전기요금 기준)
- 발전사업시 매출액(원/년): 발전사업시 표준단가에 따른 예상 매출액
표준단가: 1kWh 당 145원(2019년 6월 기준)
- 이산화탄소 감소량(Kg/년): 태양광 발전을 통해 생산되는 전기에너지만큼의 에너지를 생산하기 위해 발생하는 이산화탄소량 산출식: 1kWh 당 0.429kg의 이산화탄소 감축

▶ 시뮬레이션을 위한 환경 설정

전체 지붕면적	599.0 m ²
발전사용면적 (m ²)	419.0 m ² (이래의 값을 입력하면 자동 계산됩니다.)
* 발전시스템 용량(kw)	41.9 kw
* 설치 방위	30 도 (-50~50도 사이의 값 입력)
* 설치 각도	25 도 (0~90도 사이의 값 입력)
* 태양광발전모듈입력	18 % <input type="checkbox"/> 평균효율모듈(18%)

▶ 설치방위 및 각도에 대한 안내



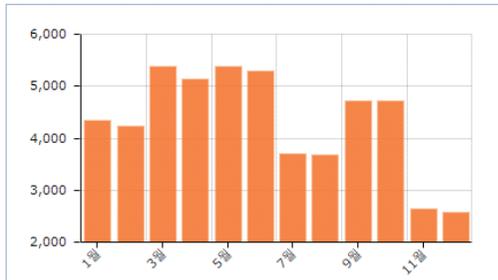
▶ 항공사진



▶ 시뮬레이션 결과

태양광 입사량(kWh/년)	227,266.3(kWh/년)
연간 전기생산량(kWh/년)	51,828.8(kWh/년)
비용 절감액(원/년)	6,737,744(원/년) - 추정금액
발전사업시 매출액(원/년)	7,515,176(원/년) - 추정금액
이산화탄소 감소량(Kg/년)	22,027.2(Kg/년)

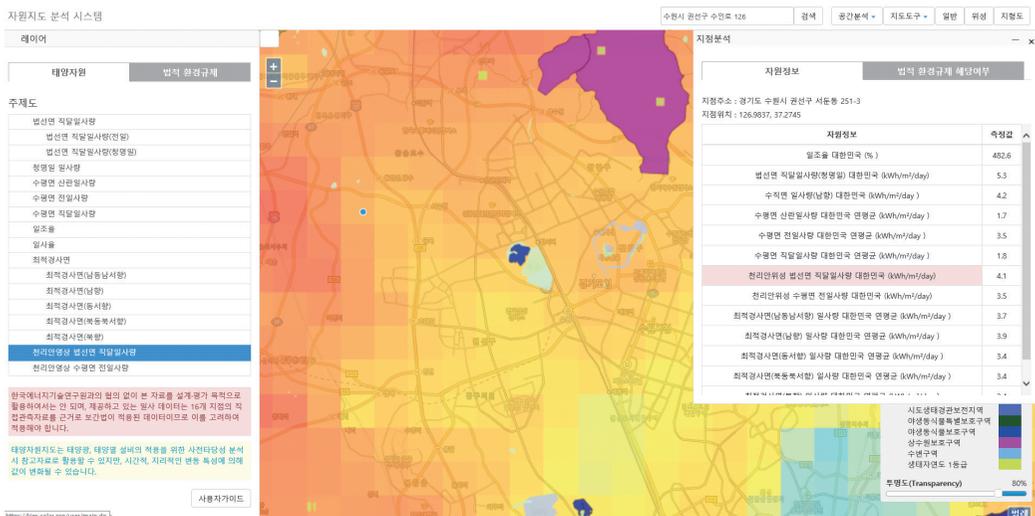
▶ 월간 전기생산량 (kWh/월)



2. 한국에너지기술연구원 신재생에너지 자원지도

- 신재생에너지 자원에 대한 국민들의 이해를 돕고자 태양, 풍력, 수력, 해양, 지열, 바이오매스, 폐기물, 수소 에너지 등을 대상으로 신재생에너지 자원정보 플랫폼과 지리정보 시스템을 활용하여 신재생에너지 자원지도를 제작
- 자원지도분석시스템 구축
 - 자원지도분석시스템에는 태양, 풍력, 수력, 폐기물 등의 지도정보를 제공
 - 지점별 자원정보(일조율, 법선면직달일사량, 수직면일사량, 수평면일사량 등)와 법적 환경규제(경관보호구역, 경사도15도지역, 국가등록문화재, 생태경관보전지역 등) 해당여부 정보 볼 수 있음
 - 제공하고 있는 일사 데이터는 16개 지점의 직접관측자료를 근거로 보간법이 적용된 데이터
 - 태양자원지도는 태양광, 태양열 설비의 적용을 위한 사전타당성 분석 시 참고자료로 활용할 수 있지만, 시간적, 지리적인 변동 특성에 의해 값이 변화될 수 있음

(그림 4-7) 자원지도분석시스템(한국에너지기술연구원 신재생에너지데이터센터)



자료: <https://kier-solar.org/user/map.do?type=sl>

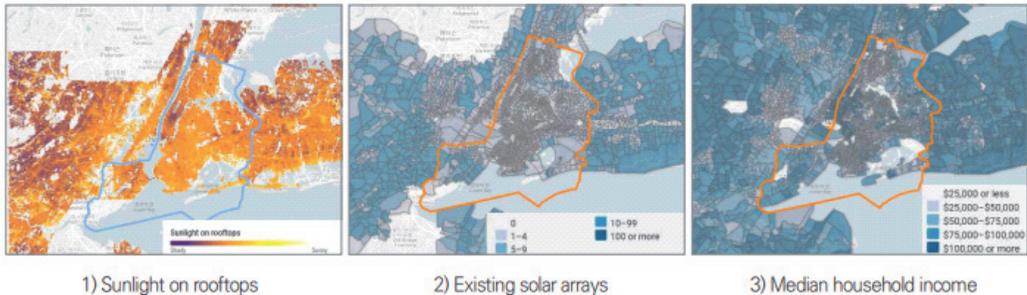
3. 프로젝트 썬루프(Project Sunroof, Google)

- 구글은 사용전력의 100%를 신재생에너지로 조달하는 것을 목표로 2015년부터 재생에너지와 IT기술을 연계시킨 사업을 추진하고 있음
- 태양광을 설치하고 싶은 가구의 주소(Zip Code)와 월전기요금을 입력하면 연간 일조

량, 적절한 태양광 집열판 크기, 태양광 패널 설치시 예상 절감 비용, 지역 태양광 패널 설치 업체 정보를 확인할 수 있는 에너지플랫폼임

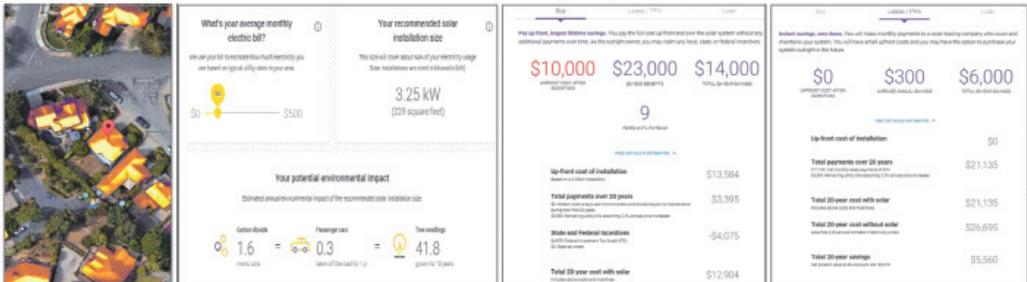
- Net Energy Metering(소비자가 신재생 발전설비를 이용해 전기를 생산하고 자가 소비 이후 잉여전기를 전력망에 공급해 재판매하는 제도이며, 신재생 분산전원의 이용을 확대하기 위해 도입) 프로그램과 연계하여 진행 중이며, 태양광 중요 요소를 포함 지붕 방향, 나무의 증감, 굴뚝, 근처 빌딩에 의한 음영 등을 고려하여 분석. 우리나라에는 서비스 되고 있지 않으며 독일에는 제공됨(조가영, 2017)
- 분석내용은 건물의 설치 가능한 모든 부분(지붕, 동, 서, 남, 북 벽면) 태양광 용량, 전기생산량 예측값, 시스템의 크기 및 태양광 발전량 예측값을 분석함
- 건물단위 뿐만 아니라 지역단위별로도 분석 가능하며, 미국 50개주의 6,000만개의 건물에 대하여 79%의 지붕태양광 설치가 가능하며, 다음그림과 같이 뉴욕주를 대상으로 분석한 결과 건물에서 태양광을 이용할 수 있는 부분은 76%로 나타남. 이 외에 태양광을 설치할 수 있는 지역, 기존 태양광 설치 여부, 가계의 수입분포를 알 수 있음

〈그림 4-8〉 Project Sunroof를 활용한 뉴욕주 분석



자료: 조가영(2017), 서울시 태양광 에너지 현황과 에너지 정보 플랫폼 고찰

〈그림 4-9〉 Project Sunroof를 활용한 주거단위 분석결과



1) 설치대상 가구 분석 2)전기요금 사용량 및 권장 용량, 환경영향 3)태양광 패널 재정지원 방안 분석(구매,임대/PPA,대출 방식 비교)

자료: 조가영(2017), 서울시 태양광 에너지 현황과 에너지 정보 플랫폼 고찰

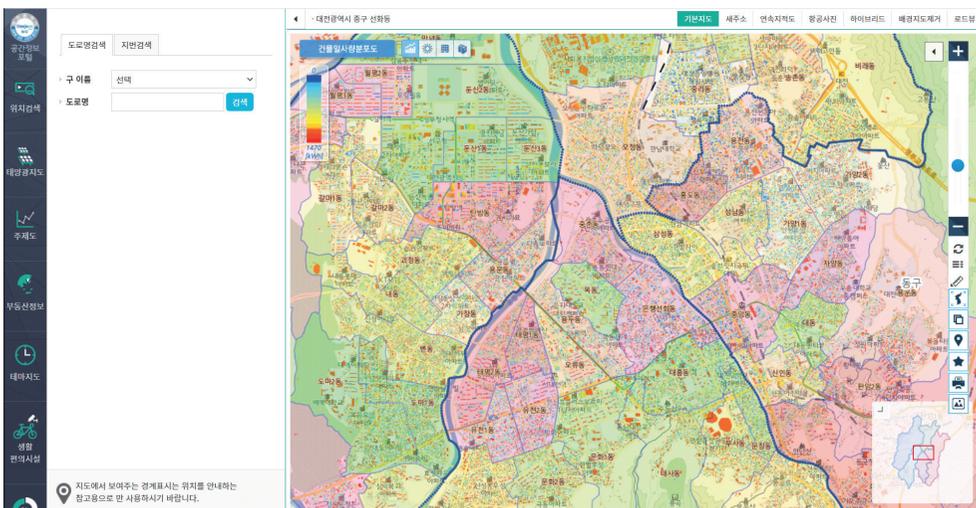
- 대상지역의 주거와 비주거부분에 대해서 각각 영방·주정부 세액 공제, 신재생에너지

- 인증서(REC), 뉴욕주 에너지연구개발공사 지원 등의 정보를 제공함
- 계통 공급 전기의 사용을 상쇄하는 새로운 계통 연계형 시스템으로 최대 200kW(소규모 상업 프로젝트의 경우 최대 500kW) 설치에 인센티브를 제공, MW block 접근법은 메가와트 목표를 주(State)의 특정 지역에 할당하고 목표를 블록으로 나누고 블록당 인센티브를 할당, 실시간으로 인센티브 및 지역별 현황 정보 제공(조가영, 2017)
 - 건물단위로 제공되는 정보는 가격정보와 구매, 대여 정보도 연동하여 제공하며, 설치를 원할 경우 해당지역의 태양광 공급자에게 연결을 해주며, 해당정보는 지역의 태양광 발전 사업자가 지원함

4. 대전시 태양광지도(Solar Energy Estimator for Daejeon, SEED)

- 대전광역시의 신재생에너지 보급을 위한 환경이 협소하기 때문에 대규모 태양광 발전 시설을 건설하기 어려움이 존재함
 - 면적대비 개발제한구역의 면적이 전국 4위로 협소함
 - 따라서 건물옥상, 외벽, 주차장 등 도심형 태양광 발전시설을 설치가 유리할 수 있음
- 대전시 태양광지도는 대전 지역을 위한 태양광 에너지 제공서비스
- 에너지기술연구원 신재생에너지자원·정책센터의 태양에너지 빅데이터 DB에서 추출한 일사량 정보를 시 건물정보를 포함하고 있는 공간정보 DB에 연계한 특징이 있음
 - 건물 정보를 제공하고 있으며, 제공되는 정보는 건축물별 주소, 면적, 연 일사량을 제공하고 있음

〈그림 4-10〉 대전시 태양광지도(SEED)



자료: https://gis.daejeon.go.kr/ispmap.do?menu_cde=menu007

- 대전 지역 건물단위 일사량 분포도와 에너지 등급도를 지도상에 표출하여 태양광 발전량 시뮬레이션을 통하여 경제성 분석 및 설치허가 관련 정보를 제공함

〈그림 4-11〉 대전시 태양광지도의 발전량 시뮬레이션 및 설치허가 관련 정보

태양광 발전량 시뮬레이션
보조금 지급 및 REC 등급 가이드 X

발전사용면적 설정
용량입력선택
면적입력 >
발전설비 용량·효율 선택
설치 방향·각도 설정

■ 설비가능면적: 433㎡, ■ 발전사용면적: 130㎡



사용면적율
30%

■ 발전설비용량: 20.9 kW

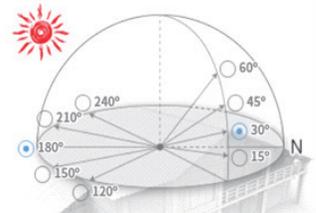
■ 설비성능 선택

- 최저성능(128.6W/㎡)
- 평균성능(160.6W/㎡)
- 최고성능(202.6W/㎡)

태양광발전량계산

■ 방위: 180° ■ 각도: 30°

설정초기화



시뮬레이션 설정 안내

■ 발전사용면적

- 태양광 모듈의 설치 위치를 지정합니다.
- 자동 설정을 체크하면 발전시스템 용량에 따라 면적을 산정됩니다.
- 적도 또는 영역 비배로 면적을 지정하면 면적에 따라 발전시스템 용량이 선정됩니다.

※ 주의: 해당 시뮬레이션은 결과는 단순 참조용으로만 사용하십시오.

■ 설치방위 및 각도

- 최적 값 자동계산시 남향(0도)과 에너지 효율이 최적인 설치각도를 지도로 도시합니다.
- 설치방위는 남향-남서향이 발전 효율이 좋습니다.
- 설치방위와 각도입력 후 [적용]버튼을 누르면 입력한 방위와 각도에 대해 지도로 도시합니다.

태양광 발전량 시뮬레이션
보조금 지급 및 REC 등급 가이드 X

태양광 발전설비 허가기준

■ 토지이용계획 확인서 확인

- 설치하고자 하는 지역(지번)의 토지이용계획 확인서를 통해 개별법 지적여부 확인이 필요합니다.

■ 설치위치에 따른 확인 사항

- 건물 위 : 건축물에 설치하는 태양광 발전설비 설치기준(국토교통부)에 적합하면 허가 가능합니다. (※ 설치기준은 아래 표를 참조하세요.)
 - 인공을 가하여 제작한 사설물이 도시지역 또는 지구단위계획구역에서 무게가 50톤을 초과하는 경우
 - 부피가 50㎡(세제곱미터) 초과, 수평투영면적이 50㎡(제곱미터) 초과한 공작물
 - 토지의 용도가 전, 답일 경우 농지전용 허가(각 구청 경제과), 임야는 산지전용 허가 필요

■ 참고사항

- 건축물에 설치하는 태양광 발전설비는 설치기준(국토교통부)을 적합하게 설치 시 발전사업허가(공작물 축조신고 제외) 대부분이 가능합니다.
- 건축물 옥상(지붕)에 설치하는 경우 자가용이나 판매용에 관계없이 설치 기준(국토교통부)에 적합 경우 건축물의 부속 건축설비에 해당합니다.

■ 건축물에 설치하는 태양광 발전설비 설치기준

- 건축물에 설치하는 태양광 발전설비는 자가용 판매용과 무관하게 건축물의 부속건축설비로 간주
- 건축물 옥상(지붕)에 설치하는 경우 자가용이나 판매용에 관계없이 아래 기준에 적합한 경우 건축물의 부속 건축설비에 해당함

구분	태양광 발전설비 설치기준	비고
면적	<ul style="list-style-type: none"> ■ 옥상 난간(벽) 내에서 50cm이상 후퇴하여 설치 ※ 태양광 발전설비 달락 및 유지관리 공간 등 고려 	
높이	<ul style="list-style-type: none"> ■ 옥상 등 바닥면에서 5m 이내 	
안전	<ul style="list-style-type: none"> ■ 수직하중, 직설하중 및 풍하중 등 구조, 안전에 대한 적정성 여부 검토 ※ 건축사, 구조전문가 등 검토 확인 ■ 건축물 높이에 태양광 발전설비의 높이를 합쳐서 20m이상인 경우 피뢰침 설치 또는 피뢰설비가능 확보 	

※ 국토교통부 건축정책과 - 11795(2015.11.05),
 [건축물 옥상 태양광 발전설비 관련 설치지침 시의]

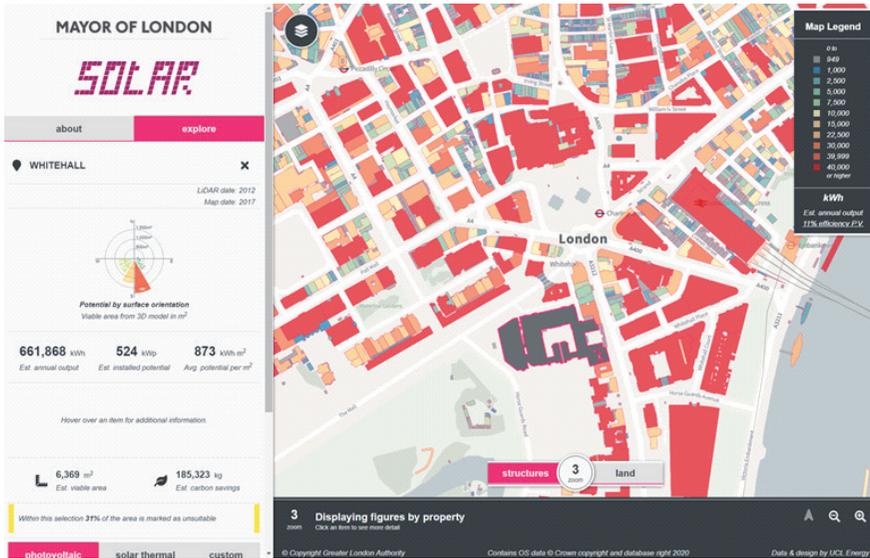
- 기대효과
 - 태양광 패널 설치 희망자들에게 예상 투자 비용과 투자 대비 절감 비용 등에 대한 정확한 정보 제공으로 불확실성을 해결하고 재생에너지를 확대 · 보급
 - 시민들에게 재생에너지 2030 계획 홍보, 스마트 제로 에너지 3050 사업 홍보 효과

- 태양광발전설비 설치에 따른 비용적, 환경적 절감 정보를 제공하여 태양광발전설비 설치에 자발적인 참여 및 전력자급 목표를 달성할 수 있고 시민들에게 에너지 절약의 중요성 및 참여 동기를 부여

5. London Solar Opportunity Map

- 제로탄소 에너지정책을 달성하기 위해 London Solar Opportunity Map을 개발
 - 전문 연구기관과 협력을 통해서 관련 모델을 개발하였음
 - University College London(UCL) 에너지 연구소와 Bartlett 센터의 협력을 통해서 London Solar Opportunity Mpa을 개발하였음.
 - 런던의 산업체, 기관, 개인의 태양광 패널 설치에 있어서 정보를 제공하기 위함
 - 런던 시민이 건물이나 탁 트인 토지에 태양광 발전시설을 설치할 때 잠재력을 추정할 수 있도록 제공되는 온라인 태양광 매핑 도구임
- 분석에 사용된 자료
 - London Solar Opportunity Map은 영국 환경청(Environment Agency)에서 수집 및 제공한 데이터를 활용하여 분석을 진행함
 - LiDAR(3D) 자료를 기반으로 분석 자료를 구축하였음
 - 런던이 가지고있는 기초 공간정보를 활용하여 제작된 지도로 상세한 자료를 기반으로 작성되었다는 특징이 존재함.
 - 런던시가 사용가능한 최상의 데이터와 가장 현실적인 가정을 기반으로 분석을 진행
- 지도의 특징으로는 원하는 단계에 따라서 정보를 제공하고 있음
 - 3단계(Zoom 1~3, 구 - 동 - 건물/필지)로 정보를 제공
 - 필요에 따라 zoom level 설정이 가능하며, 원하는 스케일로 파악 가능

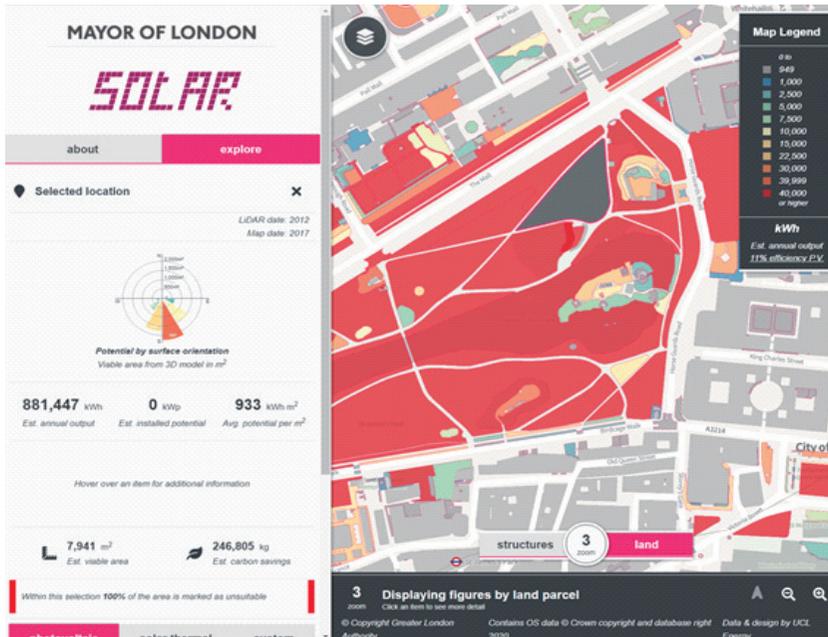
〈그림 4-12〉 London Solar Opportunity Map (건물, Zoom 3)



출처: <https://maps.london.gov.uk/lso/m/>

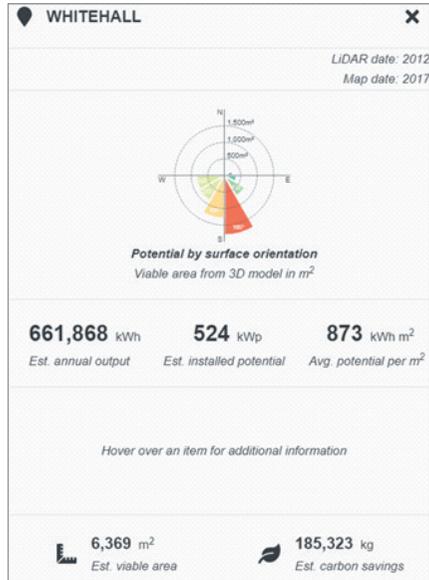
- 건축물 단위만이 아닌 이용 가능한 토지에 대해서도 분석을 진행함
 - 건축물만 분석하는 것이 아닌, 나지, 공지 등 다양한 장소에 대해서 분석을 진행
 - 탁 트인 토지에 태양광 발전 패널을 설치하는 것을 가정하고 토지에 대해서 분석 결과를 제공하고 있음

〈그림 4-13〉 London Solar Opportunity Map (토지, Zoom 3)



- 분석단위(건물, 필지)단위에서 분석 결과를 제공

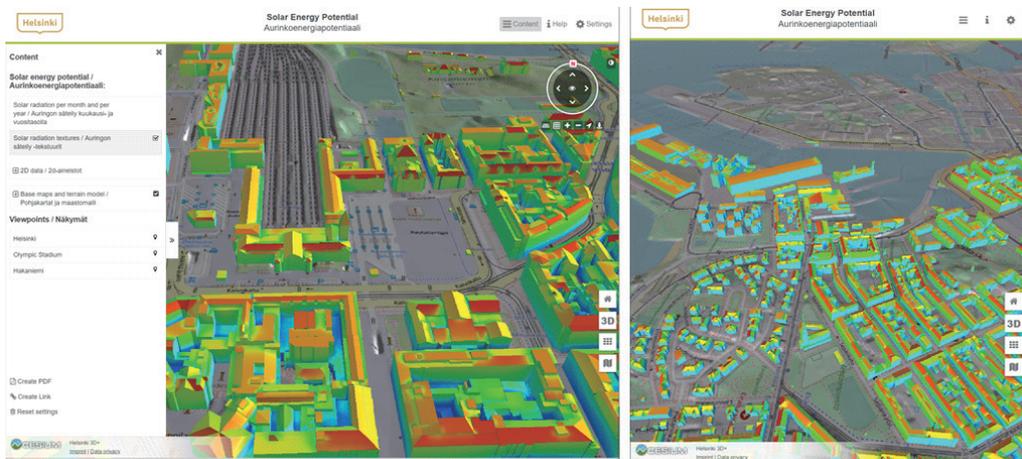
〈그림 4-14〉 London Solar Opportunity Map 건물, 토지단위 제공 정보



6. Helsinki Solar Energy Potential

- 3D 자료(CityGML)를 기반으로 헬싱키에 적용 가능한 잠재 태양광 분석지도를 제작
- 관련된 자료를 계획에 사용할 수 있도록 분석 정보를 제공하고, CityGML도 제공
- 건축물의 옥상, 벽면 단위로 분석 결과를 별도로 제공하는 특징이 존재함

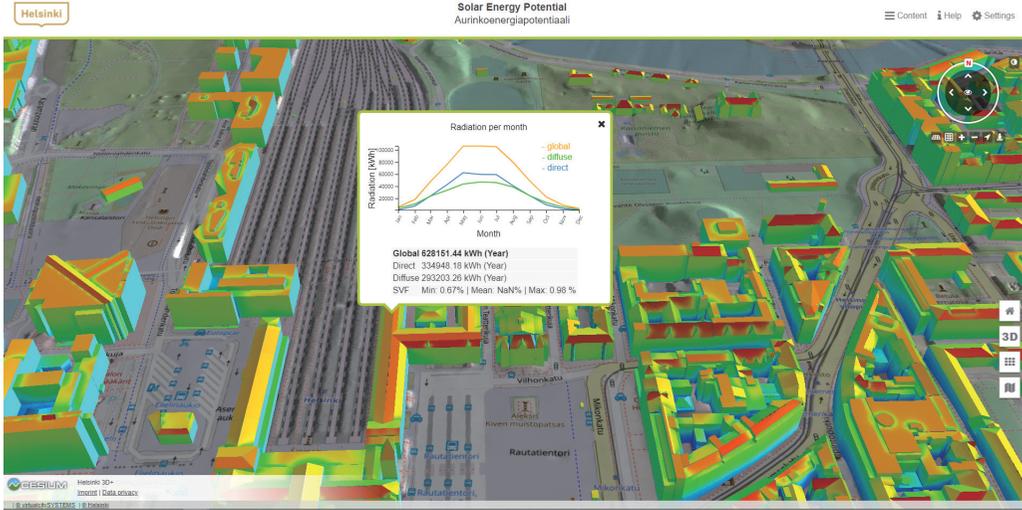
〈그림 4-15〉 Helsinki Solar Energy Potential



출처: <https://kartta.hel.fi/3d/solar/>

- 대지에 관한 정보는 제공하지 않고, 건축물에 대한 분석결과만 제공하고 있음
 - 건축물의 옥상, 벽면을 기본 단위로 분석 결과를 제공하고 있음
 - 옥상 설치형, 발코니 설치형, 건물 입면 설치형 등의 설치 위치에 차이 파악 가능

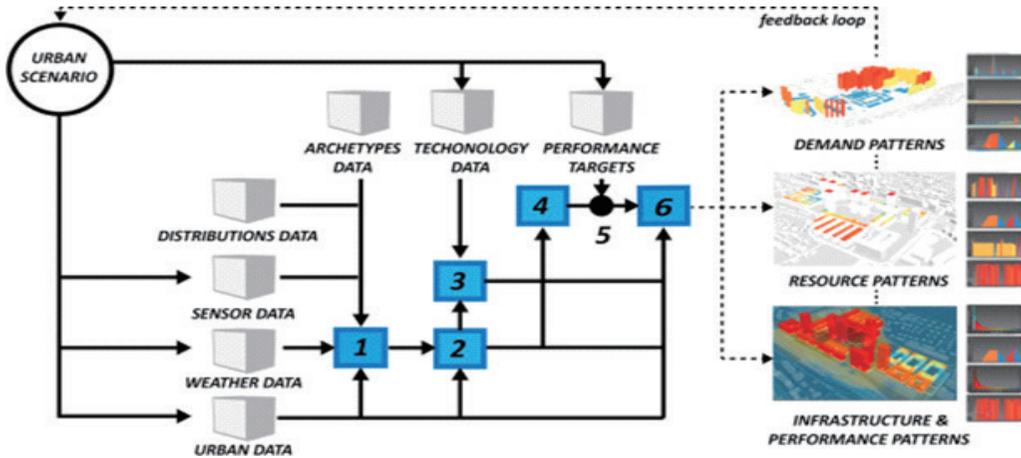
〈그림 4-16〉 Helsinki Solar Energy Potential 입면 단위 제공 정보



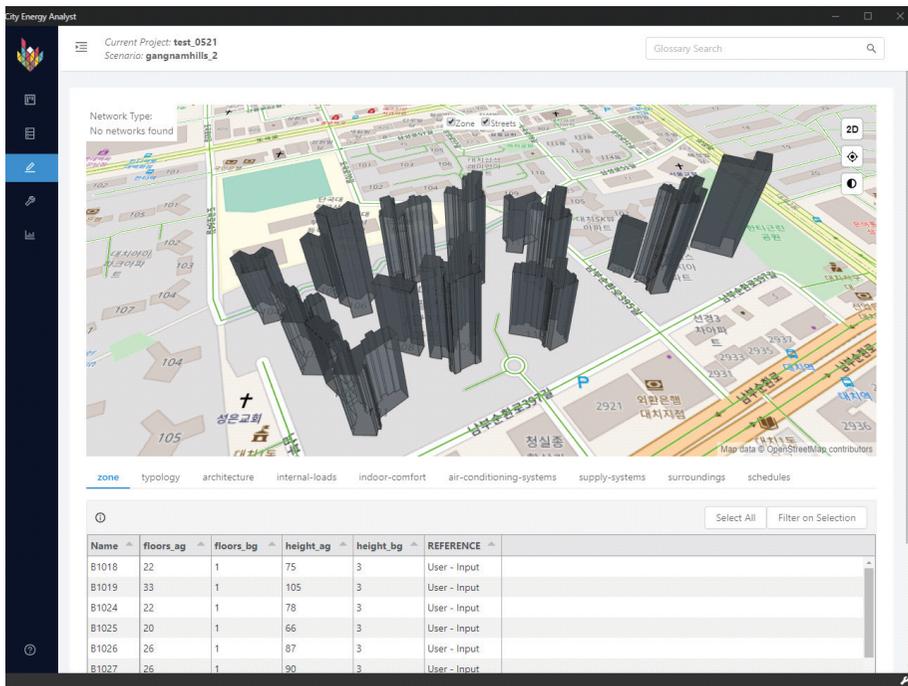
7. CEA(City Energy Analyst)

- CEA(City Energy Analyst) 모델은 2016년 취리히 대학교에서 개발한 도시 건물 에너지 모델링을 위한 오픈소스 소프트웨어
 - CEA는 건물의 변화, 토지이용 계획, 지역 냉난방 및 재생에너지를 미래 비용, 온실가스 배출량, 에너지 소비 등을 통해 분석
 - CEA 모델은 전처리, 에너지 수요량 계산, 분석 및 시각화 과정 총 4개의 과정을 통해 시뮬레이션 되는 모델임
- CEA input data
 - Open Street Map에서 제공하는 지도를 활용하여 대상지를 불러온 후, 건물, 지형, 도로에 관한 데이터를 생성
 - 모델 내에서 제공하는 사항이 누락된 경우, 건축물 대장, 네이버 지도 및 부동산을 이용해 실제 환경과 최대한 비슷하게 구성
 - 시뮬레이션 시 필요한 기온데이터의 경우 EPW(EnergyPlus Weather Data File) 확장자의 기상데이터를 사용함

〈그림 4-17〉 CEA 모델 프레임워크

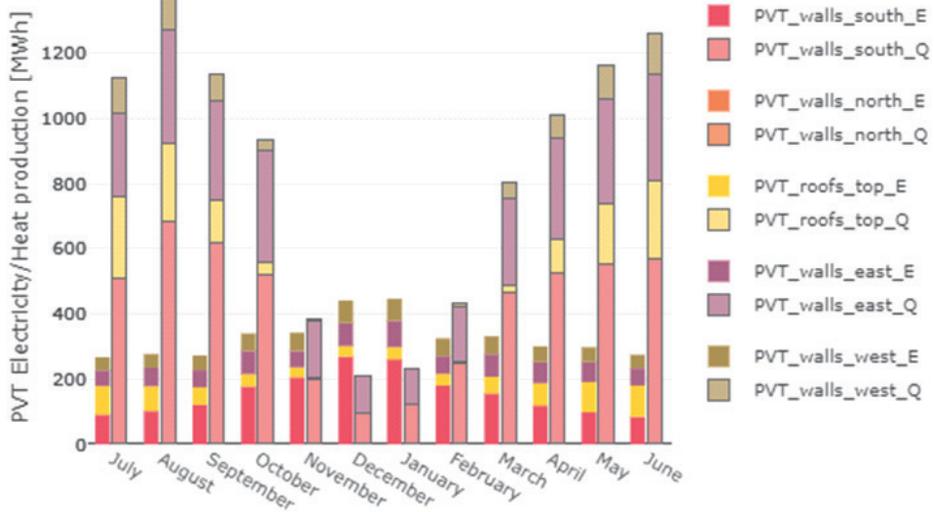


〈그림 4-18〉 CEA 모델 구동 화면 및 샘플 대상지(서울특별시 강남)



- CEA 모델 태양광 발전 잠재량
 - 건축물에 의한 음영지역, 건물 벽면에 발생하는 잠재량 등을 대상지별로 비교 분석할 수 있음
 - 동서남북에 따른 잠재량의 차이가 나타나고 이를 시계열적으로 분석이 가능

〈그림 4-19〉 CEA 모델 태양광 발전 잠재량(샘플지역 대상으로)



8. GRASS GIS Solar3D

- 수치표고모델(DEM), 수치표면모델(DSM)과 3D 건축물을 기반으로 잠재 태양광을 분석할 수 있는 Open-source
- 파악하고자 하는 특정 지점에 대한 일사량을 계산할 수 있는 특징이 있어 옥상뿐 아니라 벽면, 지상 등 구축된 자료 내 모든 지점에 대해서 실시간으로 파악이 가능

〈그림 4-20〉 GRASS GIS Solar3D를 활용한 일사량 계산(Liang et al, 2020)



제2절 시사점 및 적용방안

■ 분석대상

- 다수의 사례에서 제공되는 솔라맵의 대상은 건축물을 기본으로 하며 토지의 경우 런던의 사례와 같이 필지를 중심으로 표현
- 수원시의 태양광 보급의 확대를 위한 본 연구의 관점에서 이용가능한 토지의 반영을 고려하고, 태양광 신규 도입 시 옥상공간의 용이성을 고려한다면 런던사례가 효과적으로 판단 됨
- 분석 대상에 따라서 정보 취득자가 필요로 하는 정보가 다르기 때문에 필요한 정보를 보여줄 수 있어야함
 - 서울시 햇빛지도와 대전시 태양광지도는 태양광설치를 판단할 수 있는 잠재성이 높은 지역과 실제 설치하고자 하는 대상자를 중심으로 정보를 제공하고 있음
 - 두 지자체 모두 태양광에너지 시뮬레이션을 제공하고 있으며, 이에 따른 경제적인 효과에 대한 정보도 제공하고 있음
 - 대전광역시의 경우 도심형 태양광 발전시설 설치라는 배경으로 도심에 위치하는 건물을 대상으로 건물정보 DB를 연계하여 적극 활용하는 모습을 보임
- 분석대상이 건물중심인지 또는 대지를 포함한 정보인지에 따라서 제공되어야하는 규제 및 설비정보가 다를 필요가 있음
 - 솔라맵 사용자는 태양광 발전량 시뮬레이션을 통한 효과뿐만 아니라 태양광 발전소를 설치할 수 있는지 확인할 수 있는 정보가 공간적으로 제공되어야 함
 - 규제, 설비정보 그리고 보조금 지급 등 실제 태양광 발전소를 설치하는데 있어서 필요한 정보가 공간적으로 제공될 필요가 있음

■ 분석차원

- 분석 차원의 경우, 건축물만을 중심으로 하는 사례는 3차원의 정보를 제공하여 건축물의 벽면에 대한 부분을 제공하고 토지와 건축물을 대상으로 하는 런던의 경우, 2차원의 정보로 분석 및 제공
- 건축물의 옥상에 대한 정보만을 제공한다면 제공되는 정보는 실제 설치하는 장소의 특성과 상이할 수 있기 때문에 옥상뿐만 아니라 건축물 벽면, 대지 등 3차원 정보를 기반으로 분석된 결과가 제공되어야함
 - Helsinki Solar Energy Potential의 사례를 보면 같은 건물이라도 건물 측면의 태양광 잠재력은 방향에 따라서 크게 차이남

- CEA(City Energy Analyst)의 분석결과를 보면 건축물 벽면에 대한 정보가 충분히 제공되어야 하는 것을 확인할 수 있음
- 솔라맵 제공 및 서비스
 - 다른 사례는 분석된 결과를 직접적으로 노출하는 방식은 정보의 제공 및 갱신 주기에 서 이점을 확보 할 수 있음, 반면 런던사례의 방식은 가공된 정보를 제공하는 방식으로 갱신 주기에 단점이 있으나 정보의 활용성 관점의 강점을 가지고 있음
 - 런던 사례와 같이 지도의 확대축소에 따른 3단계의 정보제공의 방식을 활용한다면, 행정구역별 태양광 보급 현황의 모니터링이 용이함
 - 초기 솔라맵 구축시, 초기에 달성하고자 하는 목표에 맞춰 분석의 상세성, 분석기간, 정보의 활용성, 갱신주기를 고려한 결정이 필요

제3절 솔라맵 구축 방안

- 분석 대상, 스케일 및 차원
 - 다수의 사례에서 제공되는 솔라맵의 대상은 건축물을 기본으로 하며 토지의 경우 런던의 사례와 같이 필지를 중심으로 표현
 - 따라서 제공되는 솔라맵은 건축물을 기본 단위로 하며, 토지의 경우 설치 가능한 지역에 대해서만 필지 단위로 제공하는 것이 유용할 것으로 판단
 - 분석 스케일의 경우 모든 건축물에 대해서 개별 잠재량을 확인할 수 있도록 최소 1m 스케일로 분석이 진행되어야 할 것으로 판단됨
 - 일반적으로 상세한 스케일일수록 정확한 분석 결과를 도출할 수 있지만 분석 스케일이 정밀해질수록 데이터 처리량이 기하급수적으로 증가하기 때문에 분석 목적에 맞는 스케일 조정이 필요함
 - 서울특별시 햇빛지도의 경우 1m 해상도로 분석을 진행하였음
 - 분석 차원은 2D를 기반으로 정보를 제공하며, 추후 3D 기반의 분석으로 건축물 옥상 뿐만 아니라 입면까지 분석이 필요할 것으로 판단됨
 - 건축물 옥상, 입면, 지면에 따라서 태양광 잠재량이 다르게 나타나며, 도시 구조에 따라서 그 차이는 더 크게 나타남

〈그림 4-21〉 도시별 건축물 옥상, 입면, 지면에 따른 태양광 잠재량 차이(Zhu et al., 2020)



○ 기 구축 자료 활용

- 현재 자료가 구축되어있는 DB를 활용하여 서울시가 제공하는 햇빛지도와 유사한 형태의 솔라맵이 제공 가능할 것으로 판단됨
- 단기간에 구축 가능한 시스템은 구축에 필요한 자료가 비교적 적은 방법론을 적용
- 본 과업의 방법과 유사한 분석을 활용한다면 비교적 적은 자료로 분석이 가능함
- 대표적인 분석 모델로는 ArcGIS의 Solar Radiation(유료), GRASS GIS의 r.sun(무료), QGIS의 SEBE(Solar Energy on Building Envelopes)와 (무료) 등이 대표적임

■ 단기간 내 구축 가능 시스템

〈표 4-1〉 단기간 내 사용 가능한 자료 및 분석 모델

	자료명	속성	
자료	수치표고모델 (DEM)	<ul style="list-style-type: none"> • 수치표고모델로 지형의 기초가 되는 자료 • 그러나 현재 국토지리정보원에서 제공하는 DEM은 90m로 보다 정밀한 DEM이 필요함 • 본 연구는 수치지형도로 제작한 DEM을 활용(1, 5m) 	
	건축 통합정보 마스터	<ul style="list-style-type: none"> • 연속수치지형도 기반의 건물공간정보와 건축물대장의 속성정보를 기반으로 제작된 자료 • 다만, 건축물대장에 기재되어있지 않은 건축물 높이에 대해서는 자체적으로 보정하는 작업이 필요 	
	모델명	플랫폼	설명
분석 모델	Solar Radiation Tool	ArcGIS	<ul style="list-style-type: none"> • 유료 소프트웨어이며 현재 상용화되어있는 GIS 분석 프로그램 중에는 가장 안정적인 • 분석에 DSM이 입력자료로 요구됨
	r.sun	GRASS GIS	<ul style="list-style-type: none"> • GRASS GIS에서 사용 가능한 Solar irradiance and irradiation model로 무료로 사용 가능 • DEM 기반의 자료(고도, 향, 경사)와 DSM, 알베도 자료가 요구됨
	SEBE (Solar Energy on Building Envelopes)	QGIS	<ul style="list-style-type: none"> • Lindberg et al.(2015)이 개발한 모델이며 현재 QGIS plugin 형태로 무료 제공하고 있음 • UMEP (Urban Multi-scale Environmental Predictor) 내에 같이 제공되고 있음 • 분석에 DSM이 입력자료로 요구되고, 추가로 건물공간정보가 요구됨

- 도시계획 정보 및 관련 규제 제공
 - 솔라맵에서 제공되는 건축물이 위치한 필지의 도시계획 정보와 그에 관련된 규제 정보를 제공하여 수원시민이 이용하는데 도움이 될 수 있도록 함
 - 태양광 발전설비 설치기준에 따르면 건축물 용도에 따라서 주택용 발전시설 설치 용량이 다름(신·재생에너지설비의 지원·설치·관리에 관한 기준 제4장 15조, 별표 2)

〈표 4-2〉 신·재생에너지설비의 원별 설치기준(주택용 태양광발전 설치용량 기준)

가) 일반주택			
태양광용량(kW)	2	2.5	3
사용량(kWh/월)			
300이하	○		
300초과 ~ 350이하		○	
350초과			○

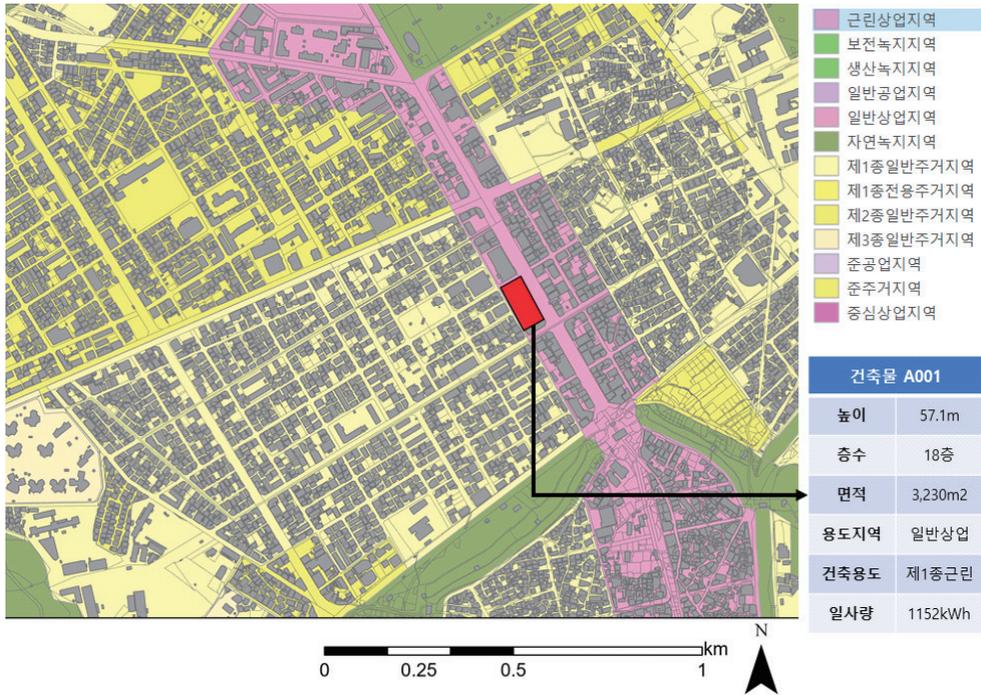
※ 신축건축의 경우는 건물규모, 주거인원 등을 고려하여 적절하게 산정하여 최대 3kW 까지 설치 가능하며, 신축건물의 기준은 건물등기부등본의 등재일이 사업개시일로부터 1년미만인 경우에 한함(상계거래계약체결에 하자가 없어야 함)

나) 공동주택

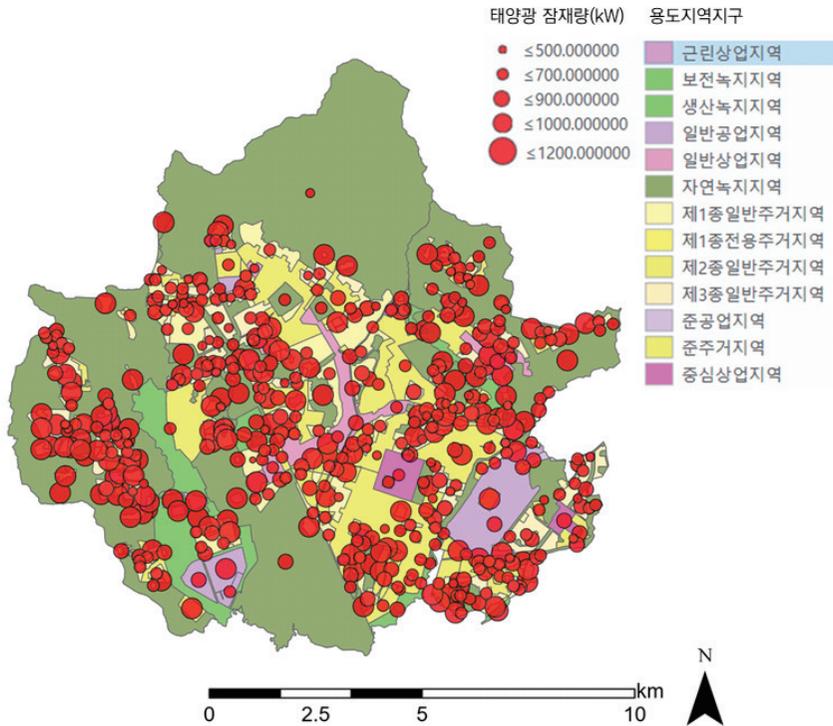
	설치규모	비고
공동주택	3kW이하/호	○공동수전설비에서 소진 가능한 용량만을 설치 (상계거래 불가) ○설치시 감리원 배치 및 설치완료후, 안전관리자 선임여부를 검토할 것

- 따라서 건축물의 건물등기부상 용도 정보를 제공하는 것이 필요한 것으로 판단됨
- 현재 태양광 발전시설은 건축물 또는 토지면적의 일사면적이 3kW 기준 8평이 확보 되어야하기 때문에 건축물별 확보 유무를 제공하는 것이 필요
- 수원시민 중 태양광 발전을 하고자 하는 시민에게 유용한 정보인 보조금 가이드에 대한 정보 제공
 - 경기도, 수원시에서 제공되는 주택 보조금 지원, 태양광 발전 보급 지원금 등 지자체에서 시행하고 있는 보조금에 대한 정보를 같이 기재할 필요가 있음
- 단기간 내 구축 가능한 솔라맵 샘플
 - 건축물에 개괄적인 정보인 높이, 층수, 면적, 용도지역, 건축용도 등 규제와 관련된 정보를 제공함과 동시에 태양광 잠재량을 제공할 수 있는 구조
 - 또는 특정 단위(필지, 용도지역지구, 블록 등)를 기준으로 분석을 진행하여 대상지 선정에 용이한 표현 방식을 중심으로 결과를 도출하는 방법도 존재

〈그림 4-22〉 수원시 슬라맵 샘플 (용도지역 정보 제공)



〈그림 4-23〉 수원시 슬라맵 샘플(용도지역지구별 슬라맵)



■ 중장기 관점 구축 시스템

〈표 4-3〉 중장기 관점 요구되는 자료 및 분석

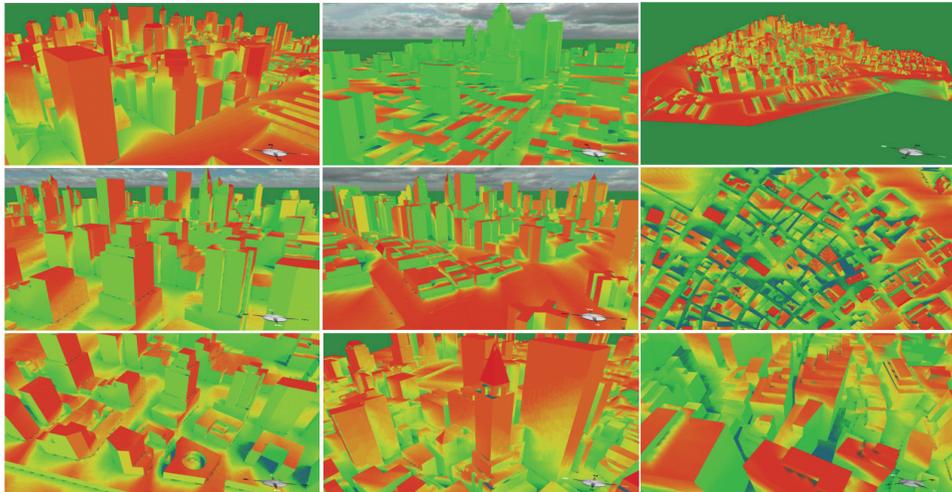
	자료명	속성
자료	정밀수치표면모델 (DSM)	<ul style="list-style-type: none"> 수치표면모델로 1m급 해상도의 정밀 수치표면모델
	3차원 건물 (LOD4)	<ul style="list-style-type: none"> 향측용 디지털카메라 촬영 후 3D 제작 소프트웨어에서 시설물의 3차원 정밀 입체묘사 및 3D모델 건축물의 입면을 포함하는 속성정보(면적, 소재 등)
	3차원 도시 인프라	<ul style="list-style-type: none"> 기타 도시 인프라 및 가로수에 의해서 나타날 수 있는 음영지역을 분석할 수 있는 기초자료
	가로수	
	분석내용	설명
분석	3D 기반 태양광 잠재력 분석	<ul style="list-style-type: none"> 3D 구축 자료를 기반으로 실시한 태양광 잠재력 분석으로 보다 정밀한 태양광 잠재력 분석을 할 수 있음 건축물의 옥상, 입면을 구분한 분석이 요구되며, 이에 따라서 옥상뿐만 아니라 입면에 설치 가능한 태양광에 대한 분석도 가능할 것으로 판단됨
	음영지역 분석	<ul style="list-style-type: none"> 분석 처리량, 분석 방법의 복잡도 등 태양광 잠재량 분석으로 파악하기 어려운 음영지역에 대해서 추가적인 분석이 필요할 수 있음 도시 시설물(간판, 가로등, 전선 등)과 가로수에 의해서 생성되는 음영지역에 대해 분석이 진행될 필요가 있음 3D 기반 태양광 잠재력 분석과 함께 사용되어 보다 현실성있는 정보를 제공할 수 있음

- 중장기 관점에서는 건축물 옥상, 입면, 지면에 따른 차이를 구분할 수 있도록 3D 분석이 가능한 형태로 솔라맵이 구축될 필요가 있음
 - 아파트, 단독주택 등 주거공간으로부터 태양광 발전시설을 설치하는 것 중 개인이 설치할 수 있는 대다수는 아파트 베란다에 설치하는 경우가 많음
 - 건축물 외벽에 설치하는 태양광 패널의 보급이 활발해짐에 따라서 건축물 입면에 대한 분석이 필요
 - Helsinki Solar Energy Potential과 같은 입면에 대한 태양광 잠재량을 제공함으로써 건축물에 설치하는 태양광 발전시설이 옥상, 입면, 지면에 따라 구체적인 수치가 제공된다면 입면에 설치되는 태양광 발전시설에 대한 잠재량까지 제공이 가능할 것으로 판단됨

〈그림 4-24〉 건축물 외벽에 설치한 태양광 발전시설

	
<p>서울 노원구 아파트단지 태양광 판넬 출처: https://opengov.seoul.go.kr/mediahub/13923038</p>	<p>수원시 건물 외벽의 태양광 발전시설 출처: https://www.yna.co.kr/view/AKR20150227120900061</p>
	
<p>건물 일체형 태양광(BIPV) 출처: 환경부</p>	<p>LG하우시스 건물일체형 태양광 발전장치(BIPV) 출처: LG하우시스</p>

〈그림 4-25〉 Energy3D 모델



- 농지, 나지 등 지면에 위치한 태양광에 대한 잠재력을 분석할 수 있도록 필지 단위의 분석이 이뤄질 수 있도록 자료 구축이 필요함
- 농지, 나지, 도시 내부에서도 노외(야외) 주차장 등 건축물 이외 지역에 설치 가능한

- 지역에 대한 설치가 존재하기 때문에 태양광 잠재량 분석이 진행될 수 있어야 함
- 지면 상단부에 대해서 입체적으로 분석이 가능할 수 있도록 시스템이 구축될 필요
 - 농지, 나지, 산림, 노외(야외) 주차장 등에 대해서 지표면 위 구조물을 대상으로 분석할 수 있는 구조로 자료와 모델이 구축될 필요가 있음

〈그림 4-26〉 건축물 외 설치 가능한 태양광 발전시설



- 수원시 3D 공간정보 DB 구축 및 고도화
 - 향후 중장기 관점에서 요구되는 솔라맵을 위해서는 보다 정밀한 수원시 3D 자료 구축될 필요가 있음
 - 기 구축된 수원시 3차원 공간정보를 활용하여 솔라맵에 필요한 기본 DB 구축
 - VWORLD 3차원 시설물 정보와 같은 수준의 3D 공간정보를 통해 분석을 진행할 필요가 있으며, 필요에 따라서 공간정보산업진흥원과 협업을 통해 3D 공간정보 DB 고도화를 진행할 수 있음
 - 런던의 경우 Lidar를 이용한 공간정보를 활용하여 분석을 진행하였으며, 헬싱키 또한 구축된 3D 공간정보를 활용하였음
 - 현재 3차원으로 태양광 발전 분석이 가능한 모델은 존재하나 모델에 필요한 자료로 3D 공간정보가 필요하기 때문에 향후 수원시 3D 공간정보 DB 구축이 필요함
 - 추후 3D분석이 진행될 경우 기존 조사된 정보보다 많은 정보가 필요하고 솔라맵을 위한 별도의 공간정보 DB를 구축한다고 생각하면 별도의 서버가 필요할 것으로 판단
 - 예시로 상용화 되어있는 솔라맵 솔루션 중 PVPLANNER는 최소 연 1만유로(약 1,400만원)의 운영 유지비가 소요
 - 상용화 되어있는 솔라맵 솔루션이 아닌 별도 분석 모델을 통해 유지보수 하며 사용한

다고 생각했을 때 연 2,000~3,000만원의 비용이 발생할 것으로 판단(서버 유지비, 프로그램 구매비 등 포함)

- 본 분석에서 사용된 모델인 ArcGIS® Solar Radiation Tool은 ArcGIS에서 제공하는 유료 소프트웨어임
- 사례에서 제시된 CEA(City Energy Analyst) 모델의 경우 무료 소프트웨어이지만 수원시 전체 규모의 대상지로 분석하기에 적합한 모델이 아님

제4절 수원시 태양광 보급 확대 방안

1. 전망과 여건 고찰

1) 수원시 여건

- (시설여건) 수원시 태양광 보급 현황은 8,074 kW (총 1,398 개소, 2021년 3월 기준)로 통계는 2019년이 가장 최신임에 따라 2019년 기준 수원시 발전설비용량은 43,200kW이며 발전량은 47,249MWh임. 수원시 2019년 기준 전력사용량은 5,681,270MWh이며 태양광 생산량은 1,245MWh임. 수원시 태양광 생산량은 전력사용량 대비 0.02%, 관내 발전량 대비 2.6%를 차지함.
- (정책여건) 수원시 지역에너지 기본계획 (2017~2021)에서 제시한 태양광등 신재생에너지 확대 계획은 2021년까지 전체 전력생산량 중 신재생에너지 보급률을 10%로 높이는 것이었음
 - 주요 사업은 햇빛발전소 확대 (100kW 8개소 설치), 햇빛정류장 설치(0.752kW 1,069개 설치), 학교 내 신재생에너지 설비 설치(100kW 40개 설치), 그린홈 및 그린빌리지 보급 확대 (소규모 베란다 태양광 255W 135,000 가구 설치)로 40MW, 연료전지 발전설비로 13MW를 설치하는 계획이었으며 이를 통해 신재생에너지 보급률을 10%로 상향하는 계획임
 - 전체 신재생에너지 보급 계획량 중 태양광 보급 계획량은 75%이므로, 2021년까지의 달성 목표인 신재생에너지 보급률 10%는 총 전력생산량 중 태양광 보급률로 7.5%에 해당됨
- 지역에너지 기본계획에서 제시하는 사업은 태양광 잠재량 분석 결과에서 제안하는 바와 방향이 일치하며 그린홈 및 햇빛발전소 확대계획은 목표값이 높아 향후에도 추진할 필요성이 있음.
- (태양광 잠재량 여건)나아가 학교 외 태양광 잠재량이 높은 단독건물 중 공공건물 (시청 및 구청, 환경기초시설, 주민센터, 보건소, 도서관, 체육시설(예: 월드컵 경기장) 등)과 연구소, 공업단지외의 태양광 설치계획을 추가할 필요성이 있음
 - 초등학교 99개소, 시청 및 구청 5개소, 주민센터 44개소, 노인복지관 6개소, 사회복지관 5개소, 도서관 20개소, 공공 체육시설 131개소, 수원산업단지 내 218개소 (산업단지가 몇 개 건물인지 대략) 등이 있음. 이 중 설치된 시설도 있음(초등학교 8개소, 시청과 팔달구청, 주민센터 10개소, 노인복지관 4개소, 도서관 9개소, 체육시설 6개

소, 음식물자원화시설, 하수처리장, 보건소 2개소)

- (재정여건) 코로나-19 장기화로 인한 시설투자 예산 확보의 어려움, 수원시 자체사업 예산 확보의 어려움 등으로 신규설치가 어려웠음. 하지만 향후 탄소중립목표 달성을 위해 국가적 차원이 예산지원이 가능할 경우 추진 가능하나 현재는 배정된 예산이 없음
- (행정여건) 태양광 설치 사업은 기후대기과 신재생에너지팀 소관이나, 학교건물 관리는 교육청 소관, 공공건물은 시설공사와 소관, 버스 정류장은 대중교통과 소관 등 공공시설임에도 관리 부서가 다양하여 사업 추진시 협조부서가 매우 많음
 - 민간대상 태양광 설치 지원의 경우 사업 설명 및 신청방법 컨설팅 등의 실무 업무를 신재생에너지팀(1팀, 4인)에서 직접 하기에는 전문 인력이 부족하였음
 - 민간 대상 태양광 확대를 위한 컨설팅, 공공건물 대상 태양광 설치 기획 및 직접 추진 업무를 담당하기 위한 실무부서 (예: 에너지센터, 도시공사 등)가 필요함

2. 수원시 태양광 보급 확대 방안

1) 공공주도 태양광 설치사업 추진

- 공공 건물의 경우, 예산만 확보되면 건물주 및 관리주체와의 이해관계 없이 설치할 수 있기 때문에 공공 주도 태양광 확보 방안으로 필요함
- 단독 공공건물을 대상으로 추진
- 예산확보 및 사업 추진 전문인력 기구 필요

〈표 4-4〉 공공 태양광 대상건물(안)

구분	초등학교	시청, 구청	주민센터	노인 및 사회복지관	도서관	공공 체육시설	기타
총 개소수	99	5	44	11	20	131	보건소 2개소, 하수처리장, 음식물자원화시설에 설치됨
태양광 설치 시설수	8	2	10	4	9	6	

2) 민간 신규건물 대상 인센티브 제공방안

- 민간 건물의 경우 이해관계가 복잡하여 (예: 분양 건물의 경우 건물주와 건물 사용자가 상이하거나 여러명인 경우가 있으며 전기요금을 내는 임대인과 건물에 시설을 투자하는 임차인이 상이함) 기존 건물 대상 태양광 설치를 강력하게 권고하기는 어려움.
- 신규건물 대상으로는 제로에너지 건축 의무화 제도에 따라 2025년부터 1,000㎡ 이상 건물, 2030년부터는 500㎡이상 민간 건물에 대해 신재생에너지 설치 의무화가 가능함

〈표 4-5〉 제로에너지건축 의무화 세부로드맵

'20년	'25년	'30년
공공건축물 (연면적 1천㎡ 이상)	공공(5백㎡ 이상) 민간(1천㎡ 이상) 공동주택(30세대 이상)	민간·공공 건축물 (연면적 5백㎡ 이상)

- 소규모 건물에 대해서는 기초지자체에서 의무화 제도를 시행할 수 있는 근거가 없기 때문에 태양광 설치에 대한 인센티브를 적극 제공하는 방식의 활성화가 가능할 것임
 - 의무화 이하 규모 민간 신규건물 대상 지구단위계획 지침 개정을 통한 인센티브 세부화 적용
 - 인센티브 제공 건물에 대한 관리 모니터링을 위해 조례 개정

3) 도시계획 단위 에너지플랜트 시범사업 추진

- 공공건물에서의 태양광 설치 후 주변 지역에서의 신재생에너지 사용 확대 및 전파를 위한 공공건물 주도 에너지플랜트화 시범사업 고려

〈그림 4-27〉 도시계획단위 에너지플랜트화



자료: 이건원(2021), 탄소중립도시 수원을 위한 제안

(1) 도시계획시설의 에너지플랜트화 방안

- 커뮤니티관점에서의 에너지 공유 활성화 필요
 - 플러스에너지 건축물 또는 기반시설(커뮤니티 에너지 스테이션)활용 인접 건축물의 신재생에너지 제공
- 기존 도시계획시설의 전환
 - 기존 도시계획 시설(학교, 공원, 주차장 등)의 에너지플랜트로 전환하여 주변 건축물 과 에너지네트워크 조성(그림 3-25 참고)

- 태양광 잠재량이 높은 단독 저층 공공 건물 대상 시범도입
 - 예산 조달이 가능하면 공공건물은 설치 및 관리가 용이
 - 주변 지역에서의 에너지 공급원, 허브 등으로 시범적 도입

4) 그린홈 및 그린빌리지 사업 활성화

- 아파트와 같은 공동주택 대상 베란다 태양광 공동구매 및 설치 지원사업 추진
- 수원시 솔라맵 구축시 홈페이지를 통해 전문인력 컨설팅 연계 지원
- 전문인력 확보(에너지센터, 도시공사 등 설치 지원 및 컨설팅 기관 지정)를 통해 사업 추진 활성화 필요
- 지원예산 확보 필요

5) 햇빛 정류장 설치 추진

- 대중교통 이용 편의성 증진 및 스마트 도시 구현 등 복합적 목적과 연계하여, 버스정류장에 태양광 패널을 설치하여 전력 사용 대체 및 시민 편의 제공 (예: 스마트폰 충전, 그늘 및 겨울철 온열 제공, 버스 전광판 및 전등 사용 전기 충당 등)

3. 태양광 보급 확대를 위한 제도 개선 방안

1) 지구단위 제로에너지 확산 사례

- 최근 제2차 녹색건축물 기본계획(2020~2024)에 의하면 제로에너지건축 의무화 시행 이전 공공 주택지구에 전면 적용을 위한 경제적 사업모델 추진하고 있음
 - 공공부문에서 제로에너지 등급상향, 기술개발, 일자리 창출 등 시범 사업을 주도하며, 지구 평균 에너지자립률 20% 달성 주도
 - 태양광 설치 가능한 공용공간(공원, 자전거도로 등), 방음벽 등을 활용하여 지구 내 평균 에너지자립률을 높이고, 공용공간에서 생산된 전기로 지역사회에 공헌(지자체 공공시설 활용 및 임대주택단지 지원)하는 사업(예:경기도 보조금 사업(32.25억), `18년) 등 활용
- 구리갈매, 성남복정 등 공공주택 사업지구 제로에너지 시범사업을 통한 확산 모델 마련
- 제로에너지 특화도시 수원당수2지구 선정(국토부, LH_21.01.03)
 - 에너지와 생태환경이 융합된 제로에너지 특화도시 조성 계획(2025년까지 주택

5,000호를 조성할 계획)

- 에너지자립률 50% 이상, 탄소저감 50% 이상 목표 설정 추진
- 태양광·연료전지·소수력·수열·지열 등 다양한 신재생에너지 도입, 도시 패시브(자전거도로, 바람길 등) 요소와 도시에너지관리시스템, 주택난방·급탕 에너지절감형 시스템 등 미래기술 적용

〈표 4-6〉 수원당수 2지구 제로에너지 특화도시 적용기술.

구분	기술요소	내용
도시부문	자전거도로	자전거도로 10km 기준(CO2:62ton/년, 에너지저감: 30MWh/년)
	바람길 분석	칠보산 녹지 순환망, 하천(당수천) 연계형 녹지조성을 통한 통경축·바람길 확보로 열섬저감효과에 따라 한낮 3~7℃기온완화 효과
	저영향개발(LID)	강우 유출발생지부터 침투, 저류를 통해 도시화의 수생태계 영향 최소화, 식생보존, 서식처 제공, 지하수 고갈 방지, 열섬효과 완화 등
건축부문	연료전지	25KW급 건물용 연료전지 및 700W급 가정용 연료전지 도입
	수열에너지	대기보다 하천기는 낮고 동절기에는 높은 수온을 갖는 상수원수를 열원으로 히트펌프를 통해 냉난방하는 시스템 도입
	태양광발전	건물일체형 태양광발전 설비(BIPV) 등 적용

2) 인센티브 제도 사례

- 서울시, 경기도, 용인시, 이천시, 양평군 등 지구단위계획 수립 지침에 녹색건축물에 추가 용적을 부여

(1) 서울시

- 서울시 2025 주거환경정비사업 기본계획의 인센티브
 - 우수디자인, 장수명, 녹색건축물, 신재생에너지, 지능형 건축물 등의 미래주거성능 확보와 역사문화보전 등 특성을 지닌 정비계획이 수립 될 수 있도록 6가지 인센티브 항목으로 구성

〈그림 4-28〉 서울시 주거환경정비사업 기본계획의 허용 용적률 인센티브 기준

2025 기본계획		
항목		인센티브
우수디자인		15%
장수명주택	• 우수등급 이상	10%
녹색건축물 에너지효율등급	• 에너지 효율인증 1등급, 녹색건축 인증 최우수 등급	12%
	• 에너지 효율인증 1등급, 녹색건축 인증 우수 등급	8%
	• 에너지 효율인증 2등급, 녹색건축 인증 최우수 등급	8%
	• 에너지 효율인증 2등급, 녹색건축 인증 우수 등급	4%
신·재생에너지 공급률 (건축물의 총에너지사용량 중 신·재생에너지를 이용하여 공급되는 에너지의 비율)	• 20% 초과	3%
	• 20% 이하 - 15% 초과	2%
	• 15% 이하 - 10% 초과	1%
지능형 건축물	• 1등급	15%
	• 2등급	12%
	• 3등급	9%
	• 4등급	6%
역사문화보전	• 지정 및 등록 문화재 보전 영역/구역 등 복원(재현) 등 (위원회에서 인정하는 경우)	5%

**최대
20%
이내**

자료: 서울특별시, 2015. 2025 서울특별시 도시·주거환경정비 기본계획(주거환경정비사업 부문)

■ 서울시 지구단위계획

- 친환경 인센티브량의 30%가 친환경 인센티브로 배정되고 30% 미달하는 경우에도 부족한 인센티브량을 계획유도항목으로 대체 불가
- 친환경 인센티브를 해당 인센티브량의 30%를 초과하여 계획한 경우에는 계획유도 인센티브 미달량에 대하여 친환경 인센티브로 대체 적용 가능

〈표 4-7〉 서울시 지구단위계획 허용용적률 인센티브 구성

기준적용률	허용용적률		상한용적률
	친환경 인센티브 항목	계획유도 인센티브 항목	
용도지역 용적률 범위 이내	친환경 계획 준수 시	유도 및 규제항목 준수 시(70% 이내)	공공시설 부시 제공 시 등

자료: 서울특별시, 2020. 서울특별시 지구단위계획 수립기준·관리운영기준 및 매뉴얼

〈표 4-8〉 서울시 지구단위계획에 따른 친환경 인센티브 운영기준

구분	친환경 인센티브 운영기준
연면적 1만㎡ 이상 건축물	-친환경 인센티브 항목으로 총 인센티브량의 30% 이상 반드시 충족 -녹색건축인증, 에너지효율등급인증, 신재생에너지 중 1개 항목 반영 ※ 구역현황 및 입지여건에 따라 지구단위계획 및 건축계획 시 친환경인센티브 항목의 적용이 불가피하다고 해당 도시계획위원회에서 인정하는 경우 예외
연면적 1만㎡ 이하 건축물	-친환경 인센티브 항목으로 총 인센티브량의 30% 이상을 충족하여야 하며, 미달하는 경우 부족한 인센티브량을 계획유도 항목으로 대체 불가 -단, 소규모 건축물은 친환경 인센티브 항목으로 총 인센티브량의 30% 이상을 충족하지 못하는 경우 계획유도 항목으로 대체 가능

자료: 서울연구원, 2019. 서울시 녹색건축물 인센티브 현황과 개선방안

〈표 4-9〉 서울시 녹색건축물 설계기준과 인센티브 유형과 조건

구분		건축기준 완화	취득세	재산세*	
제로에너지 건축물 인증	ZEB1(에너지자립률 100% 이상)	15%	20%	15%	
	ZEB1(에너지자립률 100% 이상)	14%	20%	15%	
	ZEB1(에너지자립률 100% 이상)	13%	20%	15%	
	ZEB1(에너지자립률 100% 이상)	12%	20%	15%	
	ZEB1(에너지자립률 100% 이상)	11%	20%	15%	
	기타(건축물에너지효율등급 1++ 등급, 에너지자립률 20% 미만)	10%	15%	15%	
건축물 에너지효율 &녹색건축 인증	1+등급	최우수(그린1등급)	(12→)9	15%	10%
		우수(그린2등급)	(8→)6	15%	7%
	1등급	최우수(그린1등급)	(8→)6	15%	7%
		우수(그린2등급)	(4→)3	10%	3%
	2등급	최우수(그린1등급)		10%	
	우수(그린2등급)		5%		

* 「지방세특례제한법」제47조의2에 따라 인증을 받은 날부터 5년 내의 건축물 또는 주택을 포함하여 2023년까지 유효

주: ()는 2017년 이전에 적용된 건축기준 완화 인센티브

「서울특별시 녹색건축물 설계기준」개정고시 2019.1.24.

「지방세특례제한법」제47조의2 시행 2019.12.25.

자료: 서울연구원, 2019. 서울시 녹색건축물 인센티브 현황과 개선방안

(2) 용인시, 이천시, 양평군 지구단위계획 수립 지침

- 대부분의 건축주를 비롯한 실무자들은 건축법, 지구단위계획, 도시개발법 등을 우선 검토
- 최근 제로에너지건축물 의무화 등이 추진됨에 따라 지자체 지구단위계획에 녹색건축물
에 대한 인센티브 조항을 개정하거나 신설하는 추세임

〈표 4-10〉 지자체 지구단위계획

지자체	지침 내용
용인시	<p>제8조(개발밀도의 기본원칙) ③ 「녹색건축물 조성 지원법」 또는 「건축법」 등 다른 법령의 규정에 따라 용적을 완화 적용을 받은 경우에는 제2조의2제2호에 따른 상한용적률을 초과하여 별도의 추가용적률을 더할 수 있다. 이 경우 상한용적률과 추가용적률을 합산한 용적률은 영 제85조제1항에서 정한 용적률을 초과할 수 없다.〈개정 2020. 2. 12.〉</p> <p>제12조(추가용적률 적용 기준 및 절차) ① 제8조제3항에 따라 다른 법령에서 인정한 경우 영 제25조제4항 단서에 따라 공동위원회 심의를 거쳐 추가 용적률을 부여할 수 있다.〈개정 2020. 2. 12.〉</p> <p>② 제1항에 따라 추가용적률 부여 시 「녹색건축물 조성 지원법」에 따른 건축물 에너지 성능 개선 등 녹색건축물 관련 사항은 지구단위계획 수립 시 검토하여 반영하여야 한다.〈개정 2020. 2. 12.〉</p> <p>③ 제1항에 따라 추가용적률을 부여할 때 건축물에 적용할 수 있는 완화 기준은 「건축물의 에너지절약설계기준」제16조를 적용한다.〈신설 2020. 2. 12.〉</p>
이천시	<p>제13조(기본방향)③ 지구단위계획 수립 시 「녹색건축물 조성 지원법」제15조제2항에 따라 건축물에 대한 효율적인 에너지 관리와 녹색건축물 조성의 활성화를 위해 녹색건축물의 용적률 및 높이를 완화하여 적용할 수 있다.</p>
양평군	<p>제5장 환경,경관 제1절 기본방향 (3) 지구단위계획 수립 시 「녹색건축물 조성 지원법」 제15조제2항에 따라 건축물에 대한 효율적인 에너지 관리와 녹색건축물 조성의 활성화를 위해 군계획위원회에서 의결된 경우 녹색건축물의 용적률 및 높이를 완화하여 적용할 수 있다</p>

3) 수원시 적용방안

(1) 도시기본계획

- (현황) 수원시의 경우 2014년 「2030년 수원 도시기본계획」을 수립하였으며, 저탄소 녹색도시 조성과 에너지와 관련한 계획 내용이 담겨져 있음

〈표 4-11〉 2030년 수원 도시기본계획에서의 태양광 발전 관련 내용

구분	관련 내용
제9장 환경의 보전과 관리	<p>1. 저탄소 녹색도시 조성</p> <ul style="list-style-type: none"> • 저탄소 녹색도시에 대한 개념이 도시기본계획에서 적용될 수 있도록 방향 제시 <ul style="list-style-type: none"> - 온실가스 배출 감축 등 기후변화에 대비한 저탄소 녹색도시 조성, 그리고 녹색기술 및 청정에너지로 신성장 동력과 일자리 창출을 위한 지속가능한 도시계획적 대응방안을 기본방향으로 설정 - 산업구조 개선 및 신재생에너지 개선을 통한 미래지향적 탄소감축 방안 제시 등 • 부문별 추진전략으로 ①자연친화적인 환경도시, ②기후변화에 안전한 저탄소 녹색도시, ③시민이 참여하는 거버넌스 도시 제시 • 세부전략에서 친환경 건축물 확대, 자원순환시스템 구축 등 제시 <ul style="list-style-type: none"> - 친환경 건축물 확대에서는 신규건축물에 대한 기준 강화로 에너지 절약 및 친환경 건축물 확대보급 추진 - 자원순환시스템 구축에서 태양광 등 재생에너지와 폐기물 소각처리 및 연료화 등을 제시 - 그 밖에 그린카드(탄소포인트제 시행), 시민교육 및 홍보프로그램 운영 등 제시

구분		관련 내용		
제9장 환경의 보전과 관리	7. 에너지	<ul style="list-style-type: none"> RPS제도에 대응한 민관협력 태양광발전 사업(단기), 가정용 신재생에너지 설비 보급(단기) 등의 실천전략 제시 		
		구분	사업내용	시기
		RPS 대응 민관협력 사업 - 태양광	RPS제도에 대응한 민관협력 태양광발전 사업	단기
		그린홈 (및 햇살가득홈) 보급사업	가정용 신재생에너지 설비 보급	단기
		햇빛정류장 설치	버스정류장 지붕에 태양광발전소 설치, 전원 공급	단기
		공공시설 신재생에너지 보급 확대	공공시설물에 신재생에너지 설비 설치	단기
		햇빛저수지 물순환장치 설치	저수지에 태양광으로 작동하는 물순환장치 설치	단기
		수원시 솔라맵 제작	지역별/건물별 태양광발전소 설치용량 등의 정보제공	단기
		수원시민 햇빛발전소 설치	시민 지분투자에 기반한 태양광발전 사업	단기
		햇빛쇼핑센터	대형마트 및 백화점 옥상과 벽면에 태양광 설치	단기

- (적용방안) 수원시는 현재 「2040년 수원 도시기본계획」을 수립 중이며, 솔라 맵의 활용, 태양광 발전의 보급 확산 등의 내용을 반영하는 것이 필요
 - 저탄소녹색도시에서 탄소중립도시로 용어 변경 및 적극적인 기후위기 대책으로서 솔라맵, 태양광 발전 활용 방안 명시 필요
 - 제로에너지건축물 인증 등을 통한 태양광 등 신재생에너지 확보 및 에너지자립률 확보 방안 제시 필요 (신도시, 재개발·재건축, 도시개발사업 등 신규)
 - 공공시설물 옥상, 버스정류장, 대규모 상업시설 등 태양광 발전 확대 방안 제시 (기존 사업 내용 반영 및 확대)
 - 저탄소 시범마을 조성 : 공공이 보유하거나 참여할 수 있는 공간자원을 활용하여 신재생에너지를 생산·저장하고 마을단위 공유·거래를 도모하는 마을단위 제로에너지화 추진
- 도시기본계획은 기본적인 공간구조와 장기발전방향을 제시하는 계획으로서 실행력을 확보하기에는 어려움이 있음
 - 도시의 물리적, 공간적 측면 뿐 아니라 환경·사회·경제적인 측면을 모두 포괄하여 주민 생활환경의 변화를 예측하고 대비하는 종합계획이자, 20년(5년마다 보완·수정)을 내다보는 미래상과 기본골격을 제시하는 장기계획으로서 단기간의 실행력을 담보하지는 못함
 - 따라서 도시기본계획에서는 향후 사업추진 및 실행을 위해 필요한 사항에 대해 방향성을 제시하는 측면에서 내용을 반영하는 것이 중요

(2) 스마트도시계획

- (현황) 수원시는 2021년 「수원 스마트도시계획(2021~2025)」을 수립하였으며, 3대 목표 중 하나로 '살기 좋고 살맛나는 그린 스마트도시 구현'을 설정
 - ①자연친화적 녹색도시 구축으로 저탄소도시 실현 : 스마트폴리스, 당수 및 서호지구(생태마을), R&D사이언스파크 등 신도시 개발사업 지구에 에코 스마트도시를 조성하여 자연친화적 녹색도시 구축
 - ②그린뉴딜 중심의 스마트시티 혁신생태계 구축 : 도시개발과 그린뉴딜, 에너지정책 연동을 통해 저탄소 경제 성장 및 쾌적한 환경 조성, 환경수도 선언 실현
 - ③스마트 환경기술을 적용한 그린 스마트도시 인프라 구축 : 제로에너지 빌딩, 신재생 에너지, 생태 숲, 대기질 모니터링 등 도시 곳곳에 스마트 그린 인프라 구축
 - 또한 스마트 환경·에너지 분야의 실천전략으로서 5개 실천과제와 10개 서비스를 제시

〈표 4-12〉 수원 스마트도시계획(2021~2025) : 스마트 환경에너지 분야 실천전략

실천과제	수원 스마트서비스 적용
①에너지 생산 및 절약방안 마련 ②맞춤형 에너지 소비정보 제공으로 에너지 절약 유도	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 시범마을 조성(신규) • 맞춤형 에너지 사용량 정보 제공(신규) • 햇빛지도 구축(신규) • 녹색건축물 조성 • 신재생에너지 보급 주택지원사업
③도시에너지 효율화	<ul style="list-style-type: none"> • 가로등 통합관리 고도화 사업 • 스마트 레인시티 사업
④리빙랩, 데이터 분석을 통한 쓰레기 무단투기 예방·적발	<ul style="list-style-type: none"> • 음식물쓰레기 RFID 종량제기 보급확대 • IoT 기반 이동형 LTE CCTV도입(신규)
⑤안심하고 마실 수 있는 수돗물 품질 신뢰도 제고	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트 워터시티 사업

- (적용방안) 수원 스마트도시계획(2021~2025)에서는 신규 개발사업에서의 스마트시티 기술을 활용한 에코스마트시티 조성, 스마트시티 혁신생태계 조성, 스마트그린 인프라 조성 등을 통해 신재생에너지 활용 방향을 제시하고 있음
 - 에너지 시범마을 등 태양광을 비롯한 신재생에너지 도입 및 에너지 커뮤니티 조성 등 스마트시티 리빙랩 추진 등의 근거로 활용 필요
 - 태양광 발전, 에너지 데이터 등 관련 기업과 연계하여 공모사업 모색 등 활용 모색

(3) 지구단위계획 수립 지침

- (현황) 수원시는 최근 지구단위계획 수립 지침 변경(안) 마련을 통해 지구단위계획 수립 시 제로에너지 건축물 인증 시 용적률 인센티브를 부여할 예정

- 코로나19로 인해 변화되는 생활양식(주택에서의 거주시간 증가에 따른 에너지 사용량 증가, 옥외공간에 대한 중요성 확대 등) 변화와 기후변화 대응, 스마트도시 가속화 등의 도시 패러다임 변화에 대응하기 위해 계획유도 인센티브제도를 도입

〈표 4-13〉 인센티브 신설(안)

인센티브 항목			가산용적률(%)	
선택	자연지반	생태면적률35% 이상, 자연지반녹지율 12% 이상*	의무	최대 15% 이내
		생태면적률40% 이상, 자연지반녹지율 15% 이상**	2%	
	주차확보	수원시 주택조례에 의한 주차대수의 110% 이상	3%	
		수원시 주택조례에 의한 주차대수의 120% 이상	6%	
	에너지 절약 건축	녹색건축 인등등급 최우수 및 에너지효율인증 1+ 등급	5%	
		제로에너지 건축물 인증(5등급 이상)	10%	
협의	공공임대주택, 공공주차장 등 지역특성에 따라 도시계획(공동)위원회에서 필요하다고 인정된 공공시설의 기부채납, 기반시설 설치 등	상한용적률 이내		

*나대지 및 녹지지역에서의 공동주택 건설의 경우는 생태면적률40% 이상, 자연지반녹지율 15% 이상으로 한다.
 **나대지 및 녹지지역에서의 공동주택 건설의 경우는 생태면적률45% 이상, 자연지반녹지율 18% 이상으로 한다.
 ***의무사항이라 하더라도 대상지 여건상 조건을 만족하기 어려운 경우 도시계획(공동)위원회 심의를 거쳐 의무비율을 조정할 수 있다.
 ****제로에너지 건축물 인증(5등급)이 의무화 될 경우 인센티브 항목 및 가산용적률은 재조정한다.

(3) 개별법에 의한 인센티브의 경우 도시계획(공동)위원회에서 심의를 거쳐 가산용적률을 적용할 수 있다.

- (적용방안) 지구단위계획 수립 지침 개정(안)에서의 제로에너지 건축물 인증에 대한 계획유도 인센티브의 적정성 검토 및 상업지역, 공업지역 등 지역별·유형별 제로에너지 건축물 및 태양광 시설 도입을 위한 가이드라인 마련 필요
- 현재 수원시 지구단위계획 수립 지침은 적용범위가 주택건설을 위한 지구단위계획에 한정되어 있기 때문에 공동주택 개발 이외에 신규 개발이나, 기존 건물 등의 경우에는 적용되지 않음

- 서울시의 경우 계획관리형(중심지형, 일반 시가지형, 준공업지재생형), 보전재생형(역사문화 보전·재생형, 저층주거지 보전·재생형), 개발정비형(개발사업형, 사전협상형, 의제처리형) 등 유형별 계획수립기준을 마련하고 있으며, 수원시도 향후 유형별 계획기준을 마련할 예정임
- 따라서 최근 개정(안)의 도입을 통해 제로에너지 건축물 인증(5등급 이상)을 위한 계획유도 인센티브 범위가 실효성이 있는지 모니터링함으로써 도입이 가능한 적정 범위를 확인함과 동시에 유형별 지구단위계획 수립 지침 마련 시에 제로에너지건축물 도입 방안 및 태양광 보급을 위한 계획유도 인센티브 및 가이드라인 마련이 동시에 이루어질 필요가 있음

(4) 저탄소 시범도시 및 시범마을 조성

- (현황) 수원시는 2019년 LH·한국농어촌공사와 ‘수원형 생태마을 조성 업무협약’을 체결하여 권선구 당수동, 서둔동 일원에 지속가능한 생태주거단지 ‘수원형 생태마을’을 조성하기로 함
 - 수원형 생태마을은 신재생에너지 등 친환경 기술을 도입한 미래형 스마트 주거단지로서, 태양광 발전으로 생산한 전력으로 냉난방을 하고, 마을 주민들은 공유 정원, 공동 텃밭을 가꾸며 생태마을을 가꿈
 - 권선구 서둔동 지구단위계획구역(한국농어촌공사)과 당수동 공공주택지구(LH)에 각각 전체면적 2만 3,507㎡, 1만 4,273㎡ 규모의 단독주택 단지로 조성하기로 함
- 국토부에서는 수원당수2지구를 제로에너지 특화도시로 선정하여 조성할 계획
 - 에너지와 생태환경이 융합된 제로에너지 특화도시로 조성할 계획이며, 에너지자립률 50% 이상, 탄소저감 50% 이상 목표를 설정
- (적용방안) 향후 개발예정인 탑동지구, 효행지구, 스마트폴리스(군공항 이전 부지) 등 신규 개발사업 지역에 탄소중립도시, 제로에너지도시 등 특화도시로 추진
 - 탑동지구 도시개발사업의 경우 차별화된 유망 신산업(기업) 유치를 위한 개발방향을 수립 중이며, 신재생에너지를 테마로 한 업무지구 및 실험지구 조성을 통해 관련 기업을 유치하고 신재생에너지 특화단지로 지구전체를 하나의 전시장으로 특화하는 방안도 고려해 볼 수 있음
 - 이외에 공공시설 및 부지를 활용한 플러스 에너지(에너지 스테이션) 구축, 마을단위의 제로에너지 타운 조성 등 추진
 - 공공자산을 활용한 플러스 에너지 시설(에너지 스테이션) 구축 : 국공유지 등을 활용

(5) 사후관리방안 조례 개정

- 최근 '신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법(신재생에너지법)'을 개정하여 신재생에너지 설비 사후관리 계획을 매년 수립하고 사후관리 의무를 부여하였음(표 2-10 참고)

신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법

제30조의4(신·재생에너지 설비에 대한 사후관리) ① 신·재생에너지 보급사업의 시행기관 등 대통령령으로 정하는 기관의 장(이하 이 조에서 “시행기관의 장”이라 한다)은 제27조제1항에 따라 설치된 신·재생에너지 설비 등 산업통상자원부장관이 정하여 고시하는 신·재생에너지 설비에 대하여 사후관리에 관한 계획을 매년 수립·시행하여야 한다.

② 시행기관의 장은 제1항에 따라 고시된 신·재생에너지 설비에 대한 사후관리 계획을 수립할 때에는 신·재생에너지 설비의 시공자에게 해당 설비의 가동상태 등을 조사하여 그 결과를 보고하게 할 수 있다.

③ 제1항에 따라 고시된 신·재생에너지 설비의 시공자는 대통령령으로 정하는 바에 따라 **연 1회 이상 사후관리를 의무적으로 실시하고, 그 실적을 시행기관의 장에게 보고하여야 한다.**

④ 시행기관의 장은 제1항에 따른 사후관리 시행결과를 센터에 제출하여야 하고, 센터는 이를 종합하여 산업통상자원부장관에게 보고하여야 한다.

⑤ 제1항에 따른 사후관리 계획에 포함될 점검사항 및 점검시기, 제3항 또는 제4항에 따른 보고의 절차 등에 관하여 필요한 사항은 산업통상자원부령으로 정한다.

⑥ 산업통상자원부장관은 제4항에 따라 센터로부터 보고받은 신·재생에너지 설비에 대한 사후관리 시행결과를 확정된 후 국회 소관 상임위원회에 제출하여야 한다. <신설 2020. 10. 20.>

[본조신설 2020. 3. 31.]

- 이에 따라 수원시도 관련 조례에 관련 조항을 신설하여 신재생에너지를 설치하고 철저히 관리될 수 있도록 신재생에너지 설비가 제대로 운영되도록 해야 함
 - 인센티브 제공 건물에 대한 관리 모니터링을 위해 조례 개정

| 참고문헌 |

〈국문 자료〉

- 경기연구원. (2015). 경기도 에너지 비전 수립에 관한 연구
- 경기연구원. (2019). 제5차 경기도 지역에너지계획 수립 연구
- 관계부처 합동. (2020). 「2050 탄소중립」 추진전략
- 관계부처 합동. (2020). 「한국판 뉴딜」 종합계획
- 국무조정실. (2019). 제3차 녹색성장 5개년 계획
- 대전광역시. (2019). 대전광역시 태양광지도 개요
- 산업통상자원부. (2017). 재생에너지 3020이행계획
- 산업통상자원부. (2019). 수소경제 활성화 로드맵
- 산업통상자원부. (2019). 제3차 에너지기본계획
- 산업통상자원부. (2020). 제5차 신재생에너지 기본계획
- 산업통상자원부. (2020). 제9차 전력수급기본계획
- 산업통상자원부. (2020). 지역에너지계획
- 서울연구원. (2010). 세계도시동향. 2010.6.21. 제241호
- 서울특별시 보도자료 (2017). '태양의 도시' 서울, 3가구당 1가구 태양광 보급
- 서울특별시. (2015). 2025 서울특별시 도시·주거환경정비 기본계획(주거환경정비사업 부문)
- 성남시청 보도자료. (2021). 성남시 공동·단독주택 미니태양광 설치비 90% 지원
- 수원시. (2017). 수원시 지역에너지 기본계획
- 안재균, 김아름. (2020). 녹색에너지협동연구: 커뮤니티 솔라제도 도입을 통한 태양광 보그 활성화 방안 연구-가상상계 방식 적용을 중심으로. 에너지경제연구원
- 여주시청 보도자료. (2020). 2020년 여주시 마을 태양광 경기도 공모사업 4개 선정
- 이건원. (2021). 탄소중립도시 수원을 위한 제안
- 정영훈. (2019). 태양광 에너지 시장의 소비자문제와 개선방안 연구. 한국소비자원
- 조가영. (2017). 서울시 태양광 에너지 현황과 에너지 정보 플랫폼 고찰. 서울에너지공사 에너지연구소 2017-07
- 파주시청 보도자료. (2021). 파주시, 스마트팜 농장에 영농형 태양광 설치 운영
- 한국에너지공단. (2020). 신·재생에너지 산업통계 결과
- 환경부·한국환경산업기술원. (2020). 한국 재생에너지 동향과 대응정책
- e수원뉴스 보도자료(2021.04.21.); <https://news.suwon.go.kr/>
- 경기도 에너지센터; <https://www.ggenergy.or.kr/>

국가법령정보센터; <https://www.law.go.kr/>

기호일보 보도자료(2020.05.21.). <http://www.kihoilbo.co.kr/>

뉴스시스 보도자료. (2021.04). https://newsis.com/view/?id=NISX20210419_0001411589

서울경제 보도자료. (2020). <https://www.sedaily.com/NewsView/1Z6QQ3AHMN>

서울시특별시 햇빛지도; <http://solarmap.seoul.go.kr/index.do>

아주경제 보도자료. (2017). <https://www.ajunews.com/view/20171211141530921>

아파트관리신문 보도자료. (2020.01.16.). <http://www.aptn.co.kr/>

연합뉴스 보도자료. (2015). <https://www.yna.co.kr/view/AKR20150227120900061>

이토피아. BIPV 사업 소개. <http://www.etopiaenc.co.kr/business/bipv.php>

자치법규정보시스템: <http://www.elis.go.kr/>

〈영문 자료〉

IEA. (2020). Renewable electricity capacity additions, 2007-2021, updated IEA forecast

IEA. (2021). Average annual growth rates of world renewables supply, 1990-2019

Jianming Liang, et al. (2020). Solar3D: A 3D Extension of GRASS GIS r.sun for Estimating Solar Radiation in Urban Environments. Preprints. 2020070556

Rui Zhu. et al. (2020) The effect of urban morphology on the solar capacity of threedimensional cities. Renewable Energy. 1111-1126

CEA(City Energy Analyst); <https://city-energy-analyst.readthedocs.io/en/latest/>

ESRI. How solar radiation is calculated

<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/how-solar-radiation-is-calculated.htm>)

Helsinki Solar Energy Potential: <https://kartta.hel.fi/3d/solar/>

Solar energy potential; <https://kartta.hel.fi/3d/solar/>

SOLARGIS. pvPlanner; <https://solargis.com/pricing/products-and-plans>

The London Solar Opportunities Map; <https://maps.london.gov.uk/lom/>

TheConcord Consortium. Energy3D; <https://energy.concord.org/energy3d/>

| 저자 약력 |

강은하

이학박사

수원시정연구원 도시공간연구실 연구위원(현)

E-mail : ehkang09@suwon.re.kr

주요 논문 및 보고서

「수원시 미세먼지 관리 종합계획 수립 연구」 (2020, 수원시정연구원)

「수원시 폐기물 업종 온실가스 배출권거래제 대응 방안 연구」 (2020, 수원시정연구원)

「건물에너지 효율화 및 에너지 거버넌스 운영 방안 연구」 (2019, 수원시정연구원)

